

CENTRE REGIONAL AGRHYMET



DEPARTEMENT FORMATION ET RECHERCHE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES POUR L'OBTENTION DU DIPLOME DE

MASTERE EN GESTION DURABLE DES TERRES

Promotion : 2014

Présenté par : Oumar SYLLA

**EVALUATION DES PERFORMANCES AGRONOMIQUES ET ECONOMIQUES
DU PLACEMENT PROFOND DE L'UREE EN RIZICULTURE IRRIGUEE A
KILISSI (GUINEE).**

Soutenu le 20/01/ 2015 devant le jury composé de :

Président: Dr Sanoussi ATTA

Membres : Dr Ablassé BILGO

Dr Karmadine HIMA

Encadreur : Dr Hassan Bismarck NACRO, Centre Régional AGRHYMET

**Co-encadreur : Dr Karinka MAGASSOUBA, Institut de recherche Agronomique de
Guinée.**

DEDICACE
JE DEDIE CE MEMOIRE

A LA MEMOIRE DE MON CHER PERE ELHADJ SEYDOUBA SYLLA

A MA TRES CHERE MERE FATOU BANGOURA

A MON TRES CHER FRERE Dr ABOUBACAR SIDIKI SYLLA

A MON BEAU FRERE Mr AMARA SYLLA GASPARI

A MON TRES CHER ONCLE EL HADJ LAMINE BANGOURA

A MON TRES CHER FRERE MAHAMOUD KOUYATE TOKYO

A MON TRES CHER DJIBRIL SOUMAH KOUMI

A MON TRES CHER SEKOU DIALLO

A TOUTE MA FAMILLE

A TOUS MES CAMARADES DE PROMOTION

A TOUS MES AMIS

REMERCIEMENTS

Ce document, qui présente mon second travail scientifique est obtenu grâce à la volonté de Dieu Tout-Puissant et aux concours des inoubliables personnes. Ainsi, qu'il me soit permis de remercier en particulier quelques personnes dont je ne peux passer sans faire mention.

Il me plaît de témoigner toute ma gratitude et mes sincères remerciements à l'administration du Centre Régional Agrhymet (CRA), au Pr Kouamé Guy Marcel BOUAFOU, Directeur Général du CRA, à Monsieur Mohamed Yahya Ould Mohamed Mahmoud, ancien Directeur Général du CRA et à l'ensemble du personnel.

Je tiens ici à remercier l'Union Européenne pour avoir financée à travers son Programme Thématique Sécurité Alimentaire (PTSA/FSTP2) cette 2^{ème} promotion (2014) de Mastère en Gestion Durable des Terres.

J'adresse mes vifs remerciements et une grande reconnaissance au Dr Karinka MAGASSOUBA, Chef de la Division Appui Scientifique à l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée (IRAG), Chef du Programme National de Gestion Durable des Terres, pour sa contribution et ses conseils dans la réalisation de cette étude. En effet, malgré ses nombreuses occupations, il a accepté de m'encadrer avec rigueur professionnelle durant ma période de stage et favoriser mon stage à l'IRAG.

Mes remerciements vont à l'endroit du personnel du Département Formation et Recherche du Centre Régional Agrhymet, particulièrement :

- Pr Hassan Bismarck NACRO, Chef du Département, Coordonnateur du Mastère Gestion Durable des Terres, qui, malgré ses multiples occupations a assuré la direction de mes travaux avec bienveillance. Je l'adresse également toute ma reconnaissance pour ses sages conseils qu'il n'a cessé de nous prodiguer durant cette formation. Il reste une véritable source d'inspirations pour nous. Qu'il trouve ici, l'expression de ma profonde gratitude;
- Pr. ATTA Sanoussi, Responsable de la Formation de base pour sa diligence et ses conseils qui m'ont été très utiles.
- Mme ALI BEIDARI Amina, Secrétaire du Département pour sa sympathie, son assistance et sa disponibilité ;
- Mr Etienne SARR, Chef de la Division Formation Continue, pour sa disponibilité ;
- Aux Responsables des Filières ; aux enseignants chercheurs et tous ceux qui ont contribué tant soit peu à la réussite de notre formation au CRA.

- Je remercie très sincèrement Dr Mamba KOUROUMA, SP/CONACILSS/Guinée pour m'avoir donné l'opportunité de participer à cette formation et négocier mon stage avec les responsables de la structure d'accueil.

Mes remerciements vont également à l'endroit de l'ensemble du personnel de la Direction Générale de l'IRAG notamment, Dr Famoï BEAVOGUI, Directeur Général, Dr Mamadou Billo BARRY, Directeur Général Adjoint et Scientifique, Dr Mamady KOUROUMA, Chef de la Division des Ressources Humaines et à tous les travailleurs de la bibliothèque.

Ce travail ne serait rendu à cet état n'eu été l'aide et la facilité dont j'ai bénéficié à la Station de Recherche Agronomique de Kilissi (SRAK). J'adresse mes sincères remerciements et ma profonde gratitude à tous les travailleurs de SRAK. Particulièrement : Mr Sékouna CAMARA Directeur de la SRAK pour sa sagesse et son assistance très marquée; Mr Ibrahima BAH, Chef de la Cellule Recherche, qui a diligenté avec abnégation toutes mes activités de recherche à Kilissi et à Kindia ville ; Mr Abdoul Karim CAMARA, Chef Programme Riz, pour sa disponibilité constante ; Mr Siba 1 DOPAVOGUI, Chef Programme Tubercules et Légumineuses alimentaires, pour sa disponibilité et ses sages conseils lors de l'analyse des données ; Mr Pathé DIALLO, Chef Programme Maïs et Mr KEITA Mohamed, Régisseur, pour leurs sages conseils.

Mes remerciements vont à l'endroit des jeunes chercheurs de SRAK pour leur assistance lors de l'exécution des travaux de terrain. Qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude et de reconnaissance.

Je remercie infiniment tous mes camarades de promotion GDT 2014 pour leur franche collaboration. Je saisis cette occasion pour demander pardon à tous ceux qui se sont sentis blessés ou offensés par ma façon de faire, de regarder ou de dire durant mon séjour à Niamey. Je remercie sincèrement Mr Mohamed commy CAMARA, Ingénieur Agronome pour m'avoir accueilli au sein de sa famille durant mon séjour à Kindia.

Que tous ceux dont les noms n'ont pas été cités trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude et de reconnaissance.

Qu'ALLAH nous protège et guide nos pas. Amen... !

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Caractéristiques chimiques du sol de l'essai	20
Tableau II : Caractéristiques des variétés de riz utilisées.....	21
Tableau III : Résultats de l'analyse statistique (P valeurs) comparant les facteurs selon les variables agronomiques considérées.	29
Tableau IV : Variation du nombre de talles à 30 et 60 JAR, de panicules et la hauteur des plants en fonction du traitement.	30
Tableau V : Variation du nombre de grains par panicule, du taux de stérilité et du poids de 1000 grains en fonction du traitement.	32
Tableau VI : Rapport Valeur sur Coût des modes d'application de l'urée.....	36
Tableau VII : Revenus monétaires (GNF) générés pour chaque variété par les trois modes d'apport de l'urée.	37

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plant de riz (CNRADA, 2010)	5
Figure 2 : Evolution de la pluviométrie mensuelle (en mm) à Kindia pour 2014	19
Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental	23
Figure 4 : Comparaison des rendements paille des trois variétés selon les modes d'apport ..	34
Figure 5 : Evolution des indices de rentabilité en fonction des modes d'apport.....	35

LISTE DE LA CARTE ET DES PHOTOS

Carte 1 : carte de la zone d'étude (Source : CRA, 2014).....	18
Photo 1 : Granules d'urée	13
Photo 2 : Granuleuse	13
Photo 3 : Technique de placement profond USG.....	14
Photo 4 : Piquetage (DIALLO, 2014)	24
Photo 5 : Endiguement (DIALLO, 2014).....	24
Photo 6 : Epanchage du triple 17(DIALLO, 2014).....	24
Photo 7 : Arrachage de la pépinière	24
Photo 8 : Epanchage du triple 17(DIALLO, 2014).....	25
Photo 9 : Placement profond d'USG (DIALLO, 2014)	24

SIGLES ET ABREVIATIONS

AGRHYMET : Centre Régional de Formation et d'Applcation en Agrométéorologie et Hydrologie Opérationnelle.

ANASA : Agence Nationale des Statistiques Agricoles et Alimentaires

ANOVA : Analyse de variance

CILSS : Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel

CNRADA : Centre National de Recherche et de Développement Agronomique

CRA : Centre Régional Agrhymet

CIRAD : Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

DNS : Direction Nationale des Statistiques

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

GRET : Groupe de Recherche et d'Echanges Technologiques

IFDC : International Fertilizer Development Centre (Centre International pour la Fertilité des sols et le Développement Agricole)

IRAG : Institut de Recherche Agronomique de Guinée

MA : Ministère de l'Agriculture de Guinée

NERICA : Nouveau Riz pour l'Afrique

PNDA : Politique Nationale de Développement Agricole

PNIA : Plan National d'Investissement Agricole

PNIA-SA : Plan National d'Investissement Agricole et de Sécurité Alimentaire

PPU : Placement Profond de l'Urée

RVC : Rapport Valeur sur Coût

SAK : Station Agronomique de Kilissi

SNDR : Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture

SNSA : Service National des Statistiques Agricoles

SRAK : Station de Recherche Agronomique de Kilissi

UMG : Urée Méga Granulée

USG: Urée Super Granulée

Table des matières

DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS.....	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	iv
LISTE DES FIGURES	iv
RESUME	ix
ABSTRACT	x
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : Synthèse bibliographique	4
1-1- Origine et exigences écologiques du riz.....	4
1-1-1-Origines et distribution du riz	4
1-1-2- Caractéristiques botaniques du riz	4
1-1-2-1 Morphologie du riz	4
1-1-2-2 Description.....	4
• La racine.....	4
• Les talles.....	5
• La feuille.....	5
• La fleur	6
• Le riz paddy.....	6
1-1-2-3 Croissance et développement du riz.....	6
1-1-3- Exigences écologiques	6
1-1-3-1. Besoins en eau	6
1-1-3.2 Besoin en température.....	7
1-1-3.3 Besoins en lumière	7
1-1-3-4. Le vent	7
1-1-3-5. Les sols de riziculture irriguée.....	8
1-2. Généralité sur la riziculture en Guinée	8
1-2-1. Le système de culture d'abattis brûlis sur coteau :	8
1-2-2. Le système de culture de bas fond	8
1-2-3. Le système de culture de plaine :	9
1-2-4. La riziculture de mangrove	9
1-3- Besoins du riz en azote.....	9
1-4. Conséquences environnementales des pertes d'azote.....	10
1-5. Voies de pertes d'azote.....	10

• Pertes par volatilisation :	10
1-6. Voies de réduction de pertes d'azote	11
1-7. Fertilisation en riziculture irriguée	11
1-8. Intérêt du placement profond de l'urée super granulée	12
1-9. Technologie de l'urée super granulée.....	12
1-10. Technique du placement profond de l'urée	13
1-11. Intérêts agronomiques, socio-économiques et environnementaux du placement profond de l'urée	14
1-11-1 Intérêts agronomiques	14
1-11-2 Intérêts socio-économiques	14
1-11-3 Intérêts environnementaux	15
1-12. Importance du riz en Guinée	15
1-12-1. Contraintes de la production rizicole	15
1-12-2. Production du riz dans la Préfecture de Kindia.....	16
CHAPITRE II : Matériels et méthode	18
2-1. présentation du site d'étude	18
2-1-1. <i>Situation géographique</i>	18
2-1-2 Climat.....	19
2-1-3 Sols.....	20
2-1-2 Matériel végétal utilisé.....	20
2-2. Matériel technique	22
2-2-1. Méthodologie	22
2-2-3. Conduite de l'essai	23
2-3. paramètres mesurés et/ou observés.....	25
2-3-1. Variables agronomiques.....	25
❖ Pour le rendement paddy :.....	26
❖ Pour le rendement paille :.....	27
❖ Pour l'indice de récolte :.....	27
2-3.2 Calculs économiques	27
2-3.2.1. Main d'œuvre	27
2-3.2.2. Rapport valeur sur coût.....	27
2-3.2.3. Revenu monétaire.....	28
2-4 Traitement et analyse des données	28
CHAPITRE III : Résultats	29

3.1. Résultats.....	29
3.1.1. Effet des modes de fertilisation sur les variables agronomiques	29
3-1-1.1 Effet des modes de fertilisation sur le nombre de talles à 30 et 60 JAR, de panicules et la hauteur des plants	30
3.1.1.3. Effet des modes de fertilisation sur les rendements paddy et paille	33
3.1.1.4. Effets des traitements modes d'apport sur l'indice de récolte	34
3-1-2- Calculs économiques	35
3-1-2.1 Rapport valeur sur coût (RVC)	35
3-1-2.2 Revenu Monétaire	36
Chapitre IV : Discussion.....	38
3.2.1. Effet du placement profond de l'urée sur les paramètres agronomiques du riz.....	38
3.2.2. Rentabilité économique de la technique du placement profond de l'urée	40
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	42
BIBLIOGRAPHIE.....	44
Annexe	a

RESUME

Du fait de la très bonne pluviosité de la Guinée, avec une moyenne annuelle de 2 500 mm, les pertes d'azote en agriculture sont très grandes, car la pratique de fertilisation actuelle est basée sur l'utilisation de l'urée simple apportée à la volée. Il est donc nécessaire de trouver un mode d'application de l'urée qui pourrait augmenter sa rentabilité pour la culture du riz, tout en étant économique pour le producteur. C'est dans cette perspective que s'est inscrite la présente étude dont l'objectif est d'évaluer les performances agronomiques et économiques du placement profond de l'urée. L'essai a été conduit dans le bas-fond de la Station de Recherche Agronomique de Kilissi. Le dispositif expérimental utilisé est un Split plot avec deux facteurs (variétés de riz et modes d'apport de l'urée). Les modes d'apport sont : U0 (témoin), U1 (urée simple à la volée), U2 (placement profond) et U3 (super granulé à la volée) et les variétés testées sont : CK21, CK801 et CK90. La dose d'engrais de fond (NPK 17 17 17) a été de 200 Kg/ha. La dose d'engrais de couverture (urée ordinaire et super granulée) était de 113 Kg/ha. Les résultats obtenus ont montré que le mode d'apport de l'urée a eu de façon générale, un effet significatif sur presque tous les paramètres agronomiques des variétés de riz. Les plus hauts rendements (6,09t/ha de paddy et 5,02 t/ha de biomasse) ont été obtenus dans les parcelles du placement profond, respectivement, pour les variétés CK90 et CK21. Le placement profond a significativement augmenté les rendements de plus d'une tonne de paddy, et près d'une tonne de biomasse par rapport à l'urée perlée et super granule épandue à la volée. La variété CK90 a été la plus performante au regard des résultats des autres paramètres analysés. Les valeurs des indicateurs de rentabilité relatives à l'utilisation des engrais minéraux en Afrique, sont pour la technologie du PPU, de 4 fois supérieures à la valeur seuil utilisée en riziculture irriguée par la FAO comme indicateur de rentabilité. L'évaluation économique a montré que le placement profond a généré un revenu supplémentaire de plus de deux (2) million de francs Guinéens pour la variété CK90, et près de un (1) millions de francs guinéens pour les deux autres variétés, avec des taux d'accroissement allant de 20,18% à 39,54% pour les trois variétés testées. Ces résultats montrent que la technique du placement profond de l'urée est plus rentable que les autres modes d'application de l'urée et peut contribuer à l'amélioration du revenu des riziculteurs Guinéens.

Mots clefs: riz, urée, placement profond, rendement, Guinée.

ABSTRACT

Due to the important rainfall in Guinea, (annual average of 2500 mm), nitrogen losses in agriculture are very large, because the current fertilization practice is based on using of single urea broadcasted. It is therefore necessary to find a urea application method, which could increase its profitability for rice cultivation, while being economically profitable for producers. This study aimed to evaluate the agronomic and economic performance of deep placement of urea. The trial was conducted in the inland valley of the Agricultural Research Station at Kilissi. The experimental design used was a split plot with two factors (rice varieties and urea supplying modes). Modes of supply area: U0 (control), U1 (broadcast application treatment) U2 (deep placement treatment) and U3 (USG application treatment) and tested varieties are: CK21, CK90 and CK801. Basal dressing dose (NPK 17 17 17) was 200 kg / ha. Top dressing of urea (regular granulated urea and super) was 113 kg / ha. The results showed that the mode of delivery of urea had generally a significant effect on almost all agronomic parameters of rice varieties (number of tillers, panicles and grains, height, level of sterility, 1000 grain weight and paddy yield and straw). The highest yields (6,09 t / ha of paddy and 5,02 t / ha of biomass) were obtained in plots with deep placement in CK90 and CK21, respectively. Deep placement significantly increased yields (more than 1t) of paddy, and nearly 1t of biomass compared with broadcast urea in beaded form. The variety CK21 was the most efficient in terms of gains in parameters analyzed. The values of the profitability indicators relating to the use of mineral fertilizers in Africa are, for the PPU technology, 4 times higher than the threshold used in irrigated rice by the FAO as an indicator of profitability value. The economic evaluation showed that the PPU has generated an additional income of more than two (2) million Guinean francs for CK21 variety and almost two (2) million Guinean francs for the other two varieties, with rates increased from 26,93 % to 39,54 % for the three varieties tested. In view of these results, we can state that the technique of deep placement of urea is more profitable than the usual method (broadcast application of urea). It can significantly contribute to improve the production and generate income for rice farmers in Guinea.

Keywords: rice, urea deep placement, efficiency, Guinea.

INTRODUCTION GENERALE

Le riz est devenu un produit stratégique en Afrique, car il joue un rôle important dans la sécurité alimentaire et l'économie locale de la région (Rapport de Grain, 2009). Sa superficie cultivée est estimée à 9 051 788 ha, soit 3% de la superficie mondiale et la production annuelle de 2011 était de 26 061773 tonnes, représente 6% de la production mondiale (FAO, 2011).

La consommation du riz en Afrique augmente de façon rapide du fait des changements dans les préférences des consommateurs et de l'urbanisation. En 2009, le continent a importé le tiers de la quantité de riz disponible sur le marché mondial pour un coût estimé à 5 milliards de dollars américains. Comme l'a prouvé la crise alimentaire de 2008, il s'agit d'une situation très risquée, coûteuse et non durable, susceptible de provoquer une insécurité alimentaire très grave et une instabilité civile dans certains pays africains (AfricaRice, 2012).

En Afrique de l'Ouest, le riz est un élément essentiel dans la sécurité alimentaire des catégories les plus pauvres des populations rurales et urbaines (AfricaRice, 2012a). Cependant, la région est confrontée à une croissance démographique galopante à laquelle s'ajoutent des problèmes climatiques. Les rendements des cultures restent faibles ; l'extension des superficies de la production céréalière durant ces 50 dernières années a atteint 60%, alors que les augmentations de rendements ne sont que de 40% (FAO, 2000). Le riz, grâce à sa grande diversité génétique, peut offrir des solutions à ces situations, et permettre ainsi aux producteurs de produire des aliments dans des environnements hostiles (AfricaRice, 2012b).

En Guinée, malgré les efforts fournis dans le cadre de la sécurité alimentaire, la production de riz ne couvre pas entièrement les besoins sans cesse croissants des populations. D'après les études menées par la DYNAFIV en 2004, puis l'ANASA en 2012, la moyenne nationale de la consommation du riz était de 98 Kg/habitant/an en 2012 contre 82 kg/habit/an entre 1996-1999. Cette évolution s'expliquerait par la place qu'occupe le riz dans la nourriture des populations, et au faible coût d'accès du riz importé (Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage, 2009).

Vu l'importance de cette culture dans le pays, le Gouvernement de la République de Guinée a placé la riziculture au centre de la stratégie de développement de l'agriculture. En effet, le riz représente la principale spéculation agricole en Guinée avec 80% des exploitations, 67% des superficies emblavées, 65% des besoins céréaliers, 37% de la population active, 23% du PIB primaire, 11% des importations, et 6% du PIB national

(PNIASA, 2012). Le même auteur affirme que la culture du riz contribuerait de manière substantielle à la croissance du secteur agricole et à la réduction de la pauvreté.

L'amélioration de la productivité reste donc un défi à relever pour couvrir les besoins alimentaires de la population. Toutefois, il convient alors de renforcer les réseaux de distributeurs d'engrais, d'investir dans les infrastructures rurales, la communication, la formation, de garantir les droits fonciers des producteurs, et/ou de promouvoir la diversification de l'économie rurale. Cela n'est possible qu'à partir de la formulation de stratégies sur la base d'une approche intégrée qui embrasse le secteur agricole et l'étude globale des systèmes de production dans leur environnement politique et socio-économique.

Malgré les performances avérées des variétés améliorées, la riziculture guinéenne en général et celle irriguée en particulier, est toujours confrontée aux problèmes majeurs de gestion inefficace de la fertilisation azotée. Aussi, les précipitations irrégulières, les périodes plus sèches pendant la saison humide (qui endommagent les jeunes plants de riz), les sécheresses et les inondations récurrentes, sont également responsables de la baisse des rendements de cette culture. Ces événements sont encore responsables de l'apparition des ravageurs et de maladies qui provoquent d'énormes pertes de culture et de récoltes (Diallo, 2013).

Cependant, la pratique de fertilisation actuelle repose essentiellement sur les engrais minéraux et surtout l'utilisation de l'urée simple apportée à la volée, ce qui entraîne de nombreuses pertes d'azote en riziculture. Face à cette réalité, il est impérieux de mettre à la disposition des producteurs des engrais spécifiques adaptés à cet écosystème, et ce, afin de réduire les pertes de nutriments surtout l'azote par volatilisation et lessivage de l'ammoniac d'une part, et d'accroître l'efficacité de l'utilisation des engrais d'autre part. Pour développer une meilleure gestion de la fertilité des rizières et améliorer le rendement des cultures, il a été initié la technologie du placement profond de l'urée (PPU). Cette technologie consiste à produire des supers granulés ou petites briquettes d'urée, placées sous terre à 7-10 cm de profondeur, près des racines des plants de riz et au dehors de décrues, pour éviter les pertes d'azote (FAO, 2010).

Elle est testée depuis huit ans au Burkina Faso dans les plaines rizicoles du Kou, du Sourou et de Bagré (TRAORE, *et al.*, 2009), et tout récemment en Guinée (DIALLO, 2013). Ces études ont montré une supériorité agronomique des super granules d'urée en placement profond par rapport à l'urée simple épandue à la volée.

Vu le succès de cette technologie dans ces écologies de plaines et bas-fond et en vue de confirmer les premiers résultats obtenus (DIALLO, 2013), elle pourrait donc être la voie appropriée en Guinée où l'usage exagéré des fertilisants dans les rizières dégrade des terres et par conséquent, influence négativement les rendements par les phénomènes de salinisation, acidification, et pollution de l'environnement.

C'est dans cette optique, que nous nous sommes proposé de traiter le thème intitulé « *Evaluation des performances agronomiques et économiques du placement profond de l'urée en riziculture irriguée à Kilissi en Guinée* », afin d'apporter notre contribution à l'intensification de la riziculture irriguée dans les conditions agro-écologiques du pays.

Cependant, comme toute innovation en agronomie nécessite une évaluation des performances agronomiques et économiques, et/ou des résultats pour pouvoir la diffuser en milieu paysan. Au cours de cette évaluation, nous avons également testé différentes variétés de riz afin de choisir celle qui réponde à la technologie du placement profond de l'urée en riziculture irriguée.

Le présent mémoire qui rend compte du travail effectué, s'articule autour de quatre chapitres. Le premier est une synthèse bibliographique sur le riz et la fertilisation azotée en riziculture irriguée. Le deuxième chapitre présente le matériel et la méthodologie utilisés. Le troisième donne les résultats, suivis de leur discussion. Et enfin le mémoire se termine par une conclusion dans laquelle des recommandations sont formulées.

CHAPITRE I : Synthèse bibliographique

1-1- Origine et exigences écologiques du riz

1-1-1-Origines et distribution du riz

L'histoire du riz en Afrique est longue et variée. Les agriculteurs africains ont probablement domestiqué cette céréale en même temps que les agriculteurs asiatiques, il y a 3000 ans. Les paysans africains ont développé l'espèce *Oryza glaberrima* tandis que les paysans asiatiques ont développé *Oryza sativa*. Cependant, il y a environ 500 ans, *O. sativa* a été introduit en Afrique, et les paysans l'ont depuis, adapté à leurs systèmes de riziculture, et ont développé de nombreuses variétés locales de l'espèce asiatique, faisant de l'Afrique un important centre secondaire de sa diversité (Rapport de Grain, 2009).

1-1-2- Caractéristiques botaniques du riz

1-1-2-1 Morphologie du riz

Le plant de riz cultivé (*O.sativa L*) appartient au groupe *Orizae* (sous famille Pooidaea dans la famille des *Poacées*). C'est une plante herbacée annuelle avec une tige ronde recouverte, des feuilles sessiles plates en forme de lame et une panicule terminale. L'espèce cultivée traditionnellement en Afrique est *O. glaberrima*. A la différence de *O. sativa*, cette espèce ne possède pas de branches secondaires partant des branches primaires de la panicule. Il n'y a pas de ligule chez *O.glaberrima*. Il y a aussi des différences mineures sur la pubescence du limbe. *O. glaberrima* est strictement annuelle (LACHARME, 2001).

1-1-2-2 Description

- **La racine**

Les racines sont constituées de racines secondaires et de leurs poils absorbants. Au début de la germination, la première racine est la radicule. Pourvue tout d'abord d'un manchon de poils absorbants, elle se ramifie dès qu'elle atteint 2 à 3cm de longueur et constitue les racines primaires issues du grain. Ces racines ont une vie éphémère. C'est surtout dans les 15 premiers centimètres du sol qu'il y a plus de racines (CNRADA, 2010). Des racines secondaires apparaissent au cours de la croissance de la plante ; elles assurent la nutrition, la fixation, et favorisent le remplissage des grains par un mouvement des éléments nutritifs de la plante vers les grains (LACHARME, 2001).

- **Les talles**

Dans la partie inférieure de la tige primaire, et à la base de chaque feuille, se trouve un bourgeon qui normalement donne naissance à une tige secondaire, ou talle (CNRADA, 2010). Issus des bourgeons sis à la base des feuilles de la plante, les talles ont des fonctions très importantes sur le plant de riz. D'une façon générale, le tallage est favorisé par :

- L'état d'ameublissement du sol ;
- Le repiquage avec des plants jeunes ;
- Des écartements rationnels en fonction de la variété, du climat et du terrain ;
- Des sarclages précoces qui éviteront la concurrence entre le riz et les plantes adventices ;
- La richesse du sol en azote ;
- La hauteur de la nappe d'eau (les riz tallent peu en eau profonde).
- Un nombre limité de brins par touffe.

En culture repiquée, le tallage est donc un facteur primordial pour le rendement (BOTSOE, 2001).

- **La feuille**

Une tige de riz fournit au cours de sa croissance 10 à 20 feuilles, dont 5 à 10 seulement vivent et les autres se dessèchent au fur et à mesure du développement de la plante. Les feuilles ont 8 à 15 mm de large et de 30 cm à 1m de long suivant les variétés (CNRADA, 2010). Les différentes parties d'une plante de riz sont présentées dans la figure 1.

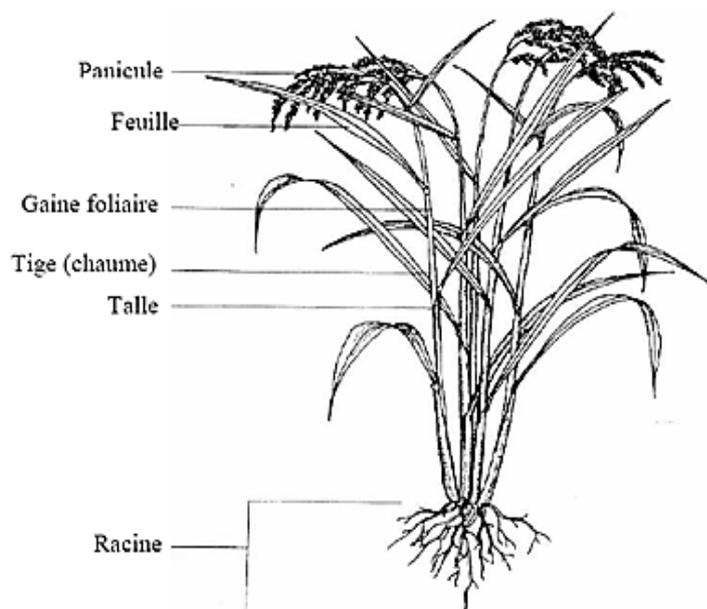


Figure 1 : Plant de riz (CNRADA, 2010)

- **La fleur**

La fleur est un organe de reproduction dont chaque épillet possède une fleur. Elle est autogamie, les organes mâles comprennent six étamines, et les organes femelles sont constitués par l'ovaire surmonté de deux stigmates plumeux. Le développement de l'ovaire, après fécondation, donne naissance au grain comportant le caryopse avec ses téguments et l'embryon (CNRADA, 2010).

- **Le riz paddy**

Le grain de riz paddy est constitué par : les enveloppes glumes et glumelles, les téguments, le caryopse ou albumen contenant de l'amidon et l'embryon. Les téguments donnent le son et la farine. Sur la partie externe du caryopse, on trouve le tégument ou péricarpe. Ce tégument coloré en rouge donne les variétés dites "riz rouge "(CNRADA, 2010).

1-1-2-3 Croissance et développement du riz

Le cycle du riz est divisé en trois phases constituées de dix stades repartis de 0 à 9 (LARCHARME, 2001 ; SIE *et al.*, 2009)

1. une phase végétative qui va du semis jusqu'à la différenciation paniculaire (initiation paniculaire). Elle comprend les stades germination, levée et tallage ;
2. une phase reproductive qui va de l'initiation paniculaire à la fécondation. Elle comprend les stades initiation paniculaire, montaison, épiaison et floraison ;
3. une phase de remplissage du grain et de maturation qui va de la fécondation des grains jusqu'à la maturité. Durant cette phase, on observe un remplissage des grains par un mouvement des éléments nutritifs de la plante vers les grains.

Au cours de cette dernière phase, les grains passent par le stade grain laiteux, le stade grain pâteux et enfin le stade grain dur (mature) (BATIONO, 2012).

1-1-3- Exigences écologiques

Le riz est cultivé dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes pour son grain riche en amidon. C'est est une plante semi-aquatique exigeante en eau et en chaleur. (CIRAD et GRET, 2009).

1-1-3-1. Besoins en eau

1. En culture pluviale, pendant la période végétative, le riz a besoin de : 160 à 300 mm d'eau par mois soit, 1000 à 1800 mm pour la totalité (CIRAD et GRET, 2009).

2. En culture irriguée : Sur sol submergé jusqu'à la maturation, le riz a besoin pour son cycle de 12 000 à 20 000 m³/ha/an.

Les périodes critiques pour l'eau sont : le tallage, l'épiaison et/ou la montaison, la maturation. Les besoins en eau sont en corrélation avec la nature du sol : sur sols argilo-limoneux, on peut cultiver le riz seulement avec 800 à 1000 mm d'eau (CNRADA, 2010).

La lame d'eau de 5 cm d'épaisseur est recommandée pour maintenir une gestion correcte des nutriments et des adventices, des insectes ravageurs et des maladies. Pour les cultures pluviales, la pluie est un facteur critique car la culture de riz souffre soit d'un manque d'eau (sécheresse) soit d'un excès d'eau (inondation) (CHAUDHARY, 2003).

Les symptômes courants du déficit hydrique sont l'enroulement des feuilles, le grillage des feuilles, un tallage défaillant, un nanisme, une floraison retardée, une stérilité des épillets et un remplissage incomplet des grains (CAMARA, 2004).

1-1-3.2 Besoin en température

Pour pousser convenablement, le riz a de gros besoins en chaleur. La température de l'eau des rizières a donc une influence sur la croissance du riz. En effet, plus la température de l'eau est basse plus l'épiaison est retardée, moins les tiges sont hautes, et moins la longueur des panicules est importante. Les températures optimales de l'eau doivent être comprises entre 32°C et 34°C lors du tallage, et entre 30°C et 32°C pour la croissance. En dessous de 29°C, le tallage est retardé, alors que l'épiaison est retardée en dessous de 25°C. Par ailleurs, le taux de stérilité des épillets augmente au-dessous de 25°C. La sécheresse durant la phase végétative réduit la hauteur du plant, le tallage et la surface foliaire (CHAUDHARY, 2003).

1-1-3.3 Besoins en lumière

Le riz est une plante héliophile de jours courts. Pour un cycle de 120 à 130 jours, la somme de radiation est de 1 000 à 1 200 heures d'ensoleillement (CIRAD et GRET, 2009), le minimum étant de 400 heures. Les rendements les plus élevés sont obtenus sous forte luminosité : 400 cal/jour/cm² (Mémento de l'Agronome, 2010).

1-1-3-4. Le vent

L'effet du vent sur le riz dépend de sa violence et du stade de développement de la plante. Lorsque le vent est léger, il a un effet favorable car il accélère la transpiration. Lorsqu'il est fort, il peut provoquer la verse et l'échaudage à maturité (CIRAD et GRET, 2009).

1-1-3-5. Les sols de riziculture irriguée

Les sols aptes à la riziculture sont des sols profonds, très argileux donc très peu perméables, ayant une capacité de rétention en eau et une capacité d'échange cationique (CEC) élevées. Pendant la culture, le riz est inondé et le sol se trouve en situation anaérobie ; la vie microbienne est faible (LACHARME, 2001).

Le riz est assez plastique en ce qui concerne les sols. Les meilleurs sols, sont les sols alluviaux-argileux à proximité des cours d'eau. Ces sols sont généralement collants et peu perméables (70 à 80% de rétention) (CNDRA, 2010).

En culture aquatique, les sols les plus adaptés sont ceux à texture argilo-limoneuse, riches en matière organique avec un pH proche de la neutralité. Les sols alluvionnaires et colluvionnaires des bas - fonds, des plaines inondables et des deltas des grands fleuves sont particulièrement adaptés. Le riz est aussi cultivé sur des sols très organiques (anciennes tourbières) et sur des sols salés (jusqu'à 1% de salinité). Il supporte des pH de 4 à 8, mais le pH optimal pour la bonne croissance du riz doit être compris entre 4,5 et 6,5 (HARI *et al.*,1997).

1-2. Généralité sur la riziculture en Guinée

En Guinée, la production de riz est basée sur quatre grands ensembles de systèmes de culture.

1-2-1. Le système de culture d'abattis brûlis sur coteau :

C'est un système de culture sur des friches plus ou moins longues. C'est le système le plus répandu dans le pays (65 % des superficies pour environ 1 tonne/ha). Il faut noter que 10 à 25% des volumes produits par ce système sont mis en marché. Il s'étend mais connaît des difficultés. La durée des jachères diminue et les rendements stagnent voire baissent. C'est également l'extension spatiale de ce système de culture qui explique la plus grande partie de la hausse constatée de la production ces dernières années (DIALLO et SUBSOL, 2004).

1-2-2. Le système de culture de bas fond

Ce système représente 10 % des superficies rizicoles. Les rendements se situent entre 1,5 et 2,5 t/ha. Les volumes mis en marché par les producteurs sont de 20 à 25 %. Les bas-fonds aménagés donnent quant à eux des rendements allant jusqu'à 3 t/ha. Cependant, 8000 ha sont actuellement aménagés sur un potentiel aménageable de 42 000 ha. Toutefois, on constate de nombreux abandons de parcelles aménagées après 5 à 10 ans de mise en valeur. On constate dans l'ensemble une tendance de descente vers les bas-fonds, parallèle à la crise

de fertilité des systèmes de coteau (hinterland de Guinée maritime et Guinée forestière notamment) (PRESAO, 2011).

1-2-3. Le système de culture de plaine :

C'est le seul système depuis longtemps fonctionnant avec 40 % des volumes mis en marché. Ce système représente 9 % des superficies et ses rendements varient entre 0.5 et 2 t/ha en fonction des crues du fleuve Niger et de ses affluents qui rendent la réussite de ce type de culture aléatoire. La superficie des plaines aménageables est estimée à environ 120 000 ha (dont « 80000 ha en Haute Guinée »). C'est un des deux systèmes de culture ciblé depuis l'époque coloniale pour augmenter la production rizicole en Guinée (SUBSOL, 2004).

1-2-4. La riziculture de mangrove

La riziculture de mangrove s'est développée dans les plaines et les îles estuaires inférieurs soumises à la submersion des grandes marées. Elle doit être protégée des marées en période de culture et donc construire des digues de protection, tout en permettant la rentrée d'eau de mer dans les Casiers rizicoles en saison sèche pour éviter l'acidification des sols, garder les digues humides et éviter qu'elles ne se fendent en profondeur, lutter contre les adventices et surtout apporter de limons qui permettrons une production continue sans apport d'engrais. Cette riziculture a de nombreux atouts et offre des potentialités particulièrement intéressantes avec des rendements de 3 à 4 tonnes à l'hectare sans apport d'intrants (engrais et herbicides) sur un seul cycle de culture (BROUTI et al., 2011).

1-3- Besoins du riz en azote

Dans les terres cultivées depuis longtemps et régulièrement fertilisées, c'est souvent l'azote qui est le principal facteur limitant de la croissance des cultures ; la production dépend alors directement des apports d'azote sous forme d'engrais minéral ou organique (CIRAD et GRET, 2002).

L'apport de l'azote produit un effet maximal pendant la phase végétative du riz. La totalité des apports d'engrais azotés se fait pour obtenir une efficience maximale. L'azote étant très mobile, il faut des apports fractionnés à des doses telles que la culture puisse l'absorber avant qu'il ne migre en profondeur ou qu'il ne soit évacué de la parcelle par des mouvements d'eau. Par précaution, un apport d'azote ne devrait pas dépasser 50 unités fertilisantes par ha (NYAKU, 2011).

En Guinée, les apports de NPK (200 kg/ha) et surtout de l'urée simple (100 kg/ha) se font localement et par enfouissement dans les poquets. Par ailleurs, Anglandette (1966) affirme qu'en général, les meilleurs rendements sont obtenus avec un fractionnement des apports d'engrais, mais on ne peut fixer de règles générales. En technologie du placement profond de l'urée (PPU), au contraire, l'apport se fait une seule fois pour de bon. Ceci par ce que l'azote reste disponible pour la plante tout le long de sa période végétative (IFDC, 2012).

1-4. Conséquences environnementales des pertes d'azote

L'azote est un facteur clé de la production agricole et sa gestion a des conséquences très néfastes sur l'environnement. En effet, les enjeux environnementaux d'une gestion durable de l'azote en agriculture concernent à la fois les ressources en eau, en air et la biodiversité. Les gaz azotés tels que l'ammoniac (NH_3) et le protoxyde d'azote (N_2O) ont des impacts très importants, tant sur la santé (humaine et animale) que sur le milieu naturel, et méritent de ce fait, qu'on leur accorde une grande attention (CORPEN, 2006).

Les pertes d'atome d'azote peuvent par le biais de ses transformations et transferts, contribuer à plusieurs impacts. Le protoxyde d'azote, produit majoritairement par les sols et dans une moindre mesure par les litières, est quant à lui un puissant gaz à effet de serre et participe aussi à la destruction de l'ozone stratosphérique, tandis que le nitrate dégrade la qualité des eaux, notamment en concourant à leur eutrophisation, et est à l'origine d'une partie des émissions de N_2O (INRA, 2012).

1-5. Voies de pertes d'azote

L'épandage de l'urée sur les terres agricoles est le meilleur moyen de recycler l'azote qu'elles contiennent; cela ne se fait toutefois pas sans risque. Les voies de perte environnementale d'azote liées aux épandages sont multiples.

- **Pertes par volatilisation :**

La volatilisation de l'ammoniac (NH_3) représente la principale voie de perte d'azote. Lors des épandages, l'ammoniac est un gaz dont la volatilisation est corrélée avec celle des autres substances. Dans les sols agricoles, les fumiers (surtout les lisiers) apportent de grandes quantités d'azote ammoniacal. Les risques de volatilisation sont grands, durant les premières heures suivant les applications. Les quantités d'ammoniac volatilisées après une application de fumier, dépendent de :

1. la quantité d'azote ammoniacal apporté ;
2. son exposition à l'atmosphère ;

3. des pertes par ruissellement, lessivage et dénitrification.

L'azote des fumiers peut aussi être perdu par ruissellement de surface pour l'azote ammoniacal, et par lessivage et/ou dénitrification pour les nitrates. L'azote ammoniacal perdu par ruissellement peut atteindre facilement les cours d'eau où il devient hautement toxique pour la vie aquatique (PAGES, 2005).

1-6. Voies de réduction de pertes d'azote

Certaines pratiques sont reconnues pour minimiser les pertes d'azote et assurer un bénéfice économique aux producteurs tout en préservant la qualité de l'eau et de l'air. Parmi les plus importantes, on retrouve :

1. le bon ajustement et le respect des doses recommandées de fumiers ;
2. l'incorporation superficielle immédiate au sol ;
3. l'utilisation de cultures de couverture (engrais verts) ou intercalaires ;
4. la technologie du placement profond de l'urée.

Diminuer la volatilisation d'ammoniac, c'est aussi réduire les émanations d'odeurs liées aux épandages. En dehors de ces pratiques, nous mettons un accent particulier sur une autre pratique, l'apport d'azolla, une technique d'amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote. L'azolla est une petite fougère hydroptéridée flottante, qui offre une nouvelle contribution importante à l'agriculture (Kern, 2007). Utilisée comme couverture à la surface des eaux d'irrigation, cette fougère fixatrice de l'azote peut considérablement réduire les pertes d'ammoniac par volatilisation dans les rizières. Elle contribue également à faire des économies d'engrais azoté et à améliorer les rendements. Cette solution est particulièrement intéressante compte tenu du coût élevé des engrais azotés et de la nécessité croissante d'augmenter les rendements du riz en grains et de réduire les effets néfastes de l'utilisation intensive des engrais azotés (Kern, 2007).

1-7. Fertilisation en riziculture irriguée

En riziculture irriguée, la valorisation de l'énergie fournie par l'irrigation ne peut se faire qu'avec un apport adéquat d'éléments fertilisants. En effet, la teneur des sols en éléments fertilisants et le processus complexe de leur mobilisation font de la fertilisation minérale un élément incontournable pour obtenir des rendements satisfaisants. Cependant, l'apport d'engrais doit se faire en tenant compte de plusieurs facteurs qui déterminent son efficacité, à savoir : les types d'engrais, les quantités adéquates, les périodes et modes d'application (SAED, 2001).

1-8. Intérêt du placement profond de l'urée super granulée

L'enfouissement des engrais les épargne du ruissellement et de la volatilisation limitant les pertes (IFDC, 2007). Les pertes d'azote dans la nature sont réduites de 60 à 65 %, réduisant donc la pollution de la nature. L'azote est directement accessible aux racines et est absorbé plus directement lors de la dissolution progressive des briquettes d'urée favorisant une grande consommation par les plants de riz. Cette procédure présente des avantages écologiques du fait qu'elle réduit considérablement la quantité d'urée susceptible de se volatiliser ou de polluer les nappes phréatiques.

1. Epannage : il se fait une seule fois (IFDC, 2009) en début du cycle végétatif de la plante. L'azote est utilisé au moment opportun par la plante (IFDC, 2007).
2. Répartition régulière de l'azote dans le champ : les briquettes d'urée super granulée (USG) sont comptées et, selon le schéma d'utilisation, enfouies en des endroits précis.
3. Diminution de la pression des adventices : les plants de riz se développent rapidement, tallage et croissance en hauteur, occupant rapidement la surface du sol. Les adventices étouffés finissent par disparaître ou ne plus pousser. Cette diminution de la pression d'adventices aboutit à la diminution de la demande en main-d'œuvre consacrée aux désherbages réduisant ainsi le coût.
4. Dans toutes ces conditions, le rendement en grain se voit augmenté de 15 à 25 % (IFDC, 2007 ; IFDC, 2009) en utilisant moins de 50 % de la quantité d'urée habituellement utilisée. L'efficacité de l'utilisation de l'urée est donc doublée (IFDC, 2007).

1-9. Technologie de l'urée super granulée

Les granules d'urée sont fabriqués à base de l'urée ordinaire en utilisant une machine appelée « briqueteuse » (*briquetter* en anglais). La machine compresse l'urée sous forme de comprimés blancs dont la masse unitaire est comprise entre 1 et 3 g (IFDC, 2008). La masse et la forme des granules d'USG produits dépendent du type de machine, et de sa capacité de production est aussi fonction du type de machine. Pour le modèle BM450 triphasée de 440 Volts, la capacité de production est de 450 kg de granules par heure avec un poids unitaire de granule de 2,7 g. Dans la littérature, en fonction du poids des granules, on parlera d'Urée Super Granulé (USG) pour les granules de poids unitaire égal à 0,9 g et d'Urée Méga Granulé (UMG) pour les granules de poids unitaires égaux à 1,8 g et 2,7 g (TRAORE, 2009). (Photo 1 et 2).



Photo 1: Granules d'urée



Photo 2 : Granuleuse

1-10. Technique du placement profond de l'urée

La technique du placement profond de l'urée consiste à enfouir à la main ou avec une machine dans les parcelles irriguées de riz, des granules d'urée à 7-10 cm de profondeur entre quatre poquets de riz, à intervalle de 20 cm entre les lignes et 20 cm entre les plants sur la ligne, sept jours après le repiquage (IFDC, 2011).

(TRAORE, 2009) a estimé à 1h 30 mn en moyenne, le temps nécessaire par personne pour réaliser le placement profond de ces granules d'urée sur une superficie de 100 m², soit une moyenne de 150 h/ha. Ce qui revient à dire qu'il faudra en moyenne 19 hommes jour à raison de 8 h/jour sur une superficie d'un hectare. Inversement, le mode d'application de l'urée simple (épandage) prend moins de temps et de main d'œuvre. En effet, on peut estimer le temps d'application de 4 ouvriers à 15 minutes en moyenne pour 10 000 m². De ce fait, il faudra 4 ouvriers travaillant 8 h pour épandre l'urée simple sur 32 ha. Sachant que l'urée ordinaire est appliquée en trois fractions, cela nous revient à répéter cette activité trois fois pour obtenir un rendement escompté. La distribution des granules est présentée sur la (Photo 3).



Photo 3 : technique de placement profond USG

1-11. Intérêts agronomiques, socio-économiques et environnementaux du placement profond de l'urée

1-11-1 Intérêts agronomiques

La fertilisation azotée (N) et des pratiques améliorées de gestion des cultures sont les principaux facteurs déterminant l'augmentation des rendements du riz. Seulement 25 à 40% de l'engrais azoté épandu dans les rizières sont effectivement utilisés par la plante. Le PPU permet de réaliser un gain de rendement de l'ordre de 15 à 25% tout en réduisant le nombre d'application de 3 à 1, et la quantité d'urée appliquée par ha jusqu'à 40% (IFDC, 2010).

En plus, l'USG aide l'absorption des éléments fertilisants par le plant de riz car la présence de N adéquat dans le sol aide dans l'absorption des autres nutriments nécessaire à la plante. Il y a aussi une grande quantité d'azote dans la paille, de sorte que la paille devient très nutritive pour le bétail (IFDC, 2012).

1-11-2 Intérêts socio-économiques

La technologie du PPU est une opportunité pour les entreprises qui vont exploiter une nouvelle aire de business et contribuer au développement de l'économie nationale. A l'échelle nationale, c'est une technologie qui pourrait également contribuer à la création d'emplois en milieu rural et augmenter la production nationale en riz paddy (IFDC, 2003).

La technologie du PPU peut bien convenir aux petits producteurs relativement bien dotés de main d'œuvre (le repiquage et l'enfouissement sont relativement exigeants en temps de travail), aux surfaces par actifs très réduites (0,5 ha), et aux ressources financières limitées. Elle réduit les coûts de production et génère des revenus additionnels (IFDC, 2010).

1-11-3 Intérêts environnementaux

La technique du placement profond de l'urée réduit les quantités d'urée par ha, assure une meilleure utilisation de l'azote par la plante, et diminue très sensiblement les pertes d'azote dans l'atmosphère et dans l'eau, donc les effets néfastes sur l'environnement (pollution de l'air et de l'eau) (GRET et FAMW, 2004).

1-12. Importance du riz en Guinée

En Guinée, cette filière révèle la plus grande contribution à la réduction de la pauvreté. Une croissance additionnelle de 1% dans ce sous-secteur, générerait un revenu supplémentaire de 8 millions de dollars américains et une baisse correspondante de pauvreté nationale de 2,9% (PNIA-SA, 2013). De plus en plus, le poids du riz dans le budget des ménages et dans la balance de paiement du pays est très élevé. D'où l'importance et la place qu'on lui accorde dans les politiques agricoles et les priorités nationales de développement. D'après les études menées par la DYNAFIV en 2004, puis l'ANASA en 2012, la moyenne nationale de la consommation du riz était de 98 kg/habit/an en 2012 contre 82 kg/habit/an entre 1996-1999. Cependant, il existe des disparités entre la capitale et les régions naturelles :

- à Conakry, elle culmine à 126 kg/habitant/an ;
- en Guinée Maritime et Forestière, elle se situe autour de 110 kg/habit/an;
- en Moyenne et Haute Guinée, où les régimes alimentaires sont plus diversifiés, elle est respectivement de 69 et de 52 kg/habit/an (ANASA, 2012).

1-12-1. Contraintes de la production rizicole

Au-delà des investissements importants consentis dans le développement de la filière riz, celle-ci reste peu productive et peu compétitive en raison de multiples contraintes dont les plus importantes sont les suivantes (FAO, 2007) :

- ✓ Des contraintes d'ordre structurel du fait que l'agriculture guinéenne est de type familial et de subsistance. La production est assurée par des exploitations de petite taille, non équipées et ne disposant que de faibles ressources financières. La taille des exploitations est inférieure à 3 hectares;
- ✓ Des contraintes techniques liées à la faible productivité de la filière riz qui s'expliquent en partie par le faible taux d'utilisation d'intrants agricoles (engrais, produits phytosanitaires, semences améliorées).

Les principaux défis que connaît cette production rizicole sont : i) la baisse de la fertilité naturelle des sols, ii) le manque de mécanismes de financement approprié pour le

secteur privé rizicole (intrants, équipements agricoles, devises pour les importateurs...), iii) les difficultés de fonctionnement des services de recherche, de vulgarisation et d'informations agricoles, iv) la faiblesse des dispositifs de gestion des calamités, v) la dégradation des sols, vi) la faible professionnalisation des acteurs de la filière, vii) le manque et la faible durabilité des aménagements hydro-agricoles (Politique du riz en Guinée, 2006).

A ceux-ci s'ajoutent de nouveaux enjeux qui sont d'ordre climatiques et démographiques : baisse du niveau d'étiage des cours d'eau, réchauffement climatique, déforestation, installation des poches de sécheresse en pleine saison humide, inondations récurrentes, mauvaise répartition spatio-temporelle des pluies, etc. autant de facteurs qui influent considérablement sur la productivité du riz en Guinée.

1-12-2. Production du riz dans la Préfecture de Kindia

La Préfecture de Kindia est située à 135 Km de la capitale Conakry. Elle recèle d'importantes potentialités agropastorales. Sur une population de 498 203 habitants en 2010 (DNS, 2010), 139 796 habitants pratiquent l'agriculture. Bien que ces chiffres soient sujets à des variations régulières, ils indiquent cependant que près de 40% de la population sont occupées par le secteur agricole (DIALLO, 2013).

La riziculture est pratiquée sur des plateaux et collines entrecoupées de bas-fonds et de plaines dans la partie centrale et au sud-est. Elle occupe en moyenne 18 617 ha avec un rendement moyen de 1,23 t/ha en culture traditionnelle. Le riz est produit dans toutes les Sous-préfectures de Kindia, notamment Samaya, Madina-Oula, Bangouya, Friguiagbé, Molota et la Commune urbaine (SNDR, 2009).

L'agriculture est le principal secteur d'activité de près de 80% de la population guinéenne et la principale source de revenu pour 57% des ruraux. Elle demeure un secteur incontournable pour la réalisation des objectifs de réduction de la pauvreté et de sécurité alimentaire en Guinée.

Le riz est la principale spéculation agricole en Guinée et l'aliment de base de la population. Il constitue le premier poste de dépense des ménages guinéens pour un peu plus de 20%, et sa production est principalement destinée à la satisfaction des besoins alimentaires de la famille à 95% (PNIA-SA, 2012).

L'agriculture guinéenne est du type extensif dominé par un système de culture traditionnelle utilisant très peu d'intrants productifs. Elle est fortement dépendante de la pluviométrie pour 95% des superficies emblavées (PNIA-SA, 2012). La pluviosité moyenne est de 2 500 mm, dans ces conditions, les pertes d'azote sont très grandes, car la pratique de

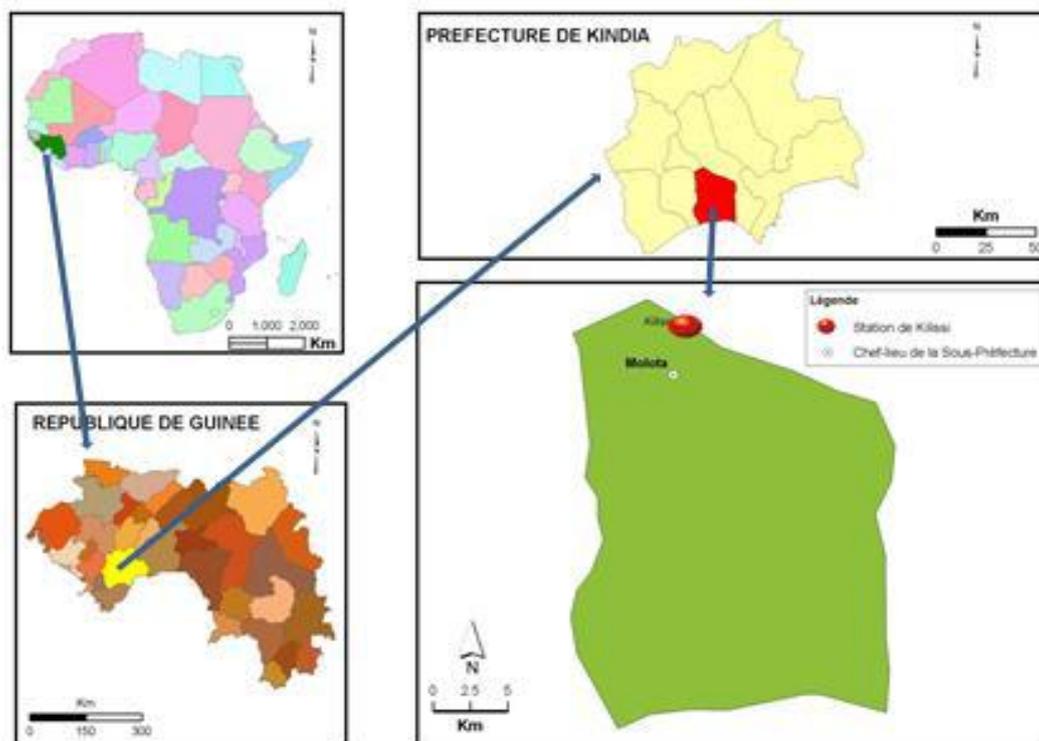
fertilisation actuelle est basée sur l'utilisation de l'urée simple apportée à la volée. Il est donc nécessaire de trouver un mode d'application de l'urée qui pourrait augmenter sa rentabilité pour la culture du riz, tout en étant économique pour le producteur.

CHAPITRE II : Matériels et méthode

2-1. présentation du site d'étude

2-1-1. Situation géographique

Notre zone d'étude est située à l'Est de la Basse Guinée, dans la Préfecture de Kindia, qui couvre une superficie de 8 828 km² pour une population estimée à 498 203 habitants (DNS, 2010). Elle est à 458,13 m d'altitude, en transition entre la Basse et la Moyenne Guinée (Monographie nationale, 2000).



Carte 1 : carte de la zone d'étude (Source : CRA, 2014)

2-1-2 Climat

Le climat de la Préfecture de Kindia est de type tropical humide, caractérisé par l'alternance de deux saisons d'inégale durée (saison pluvieuse plus longue de mai à novembre). Les vents dominants sont la mousson et l'harmattan. La moyenne mensuelle de la pluviosité pour l'année 2013 a été de 169,83 mm, Celle de 2014, est de 207,55 mm. Les mois les plus pluvieux en 2014 étaient : Juillet, Août et Septembre. Le maximum pluviométrique a été enregistré au mois de (Août). En 2014, la pluviosité annuelle a été de 2283,1 mm pour les 11 derniers mois. L'évolution de la pluviosité au cours de l'année 2014 est représentée par la figure 2.

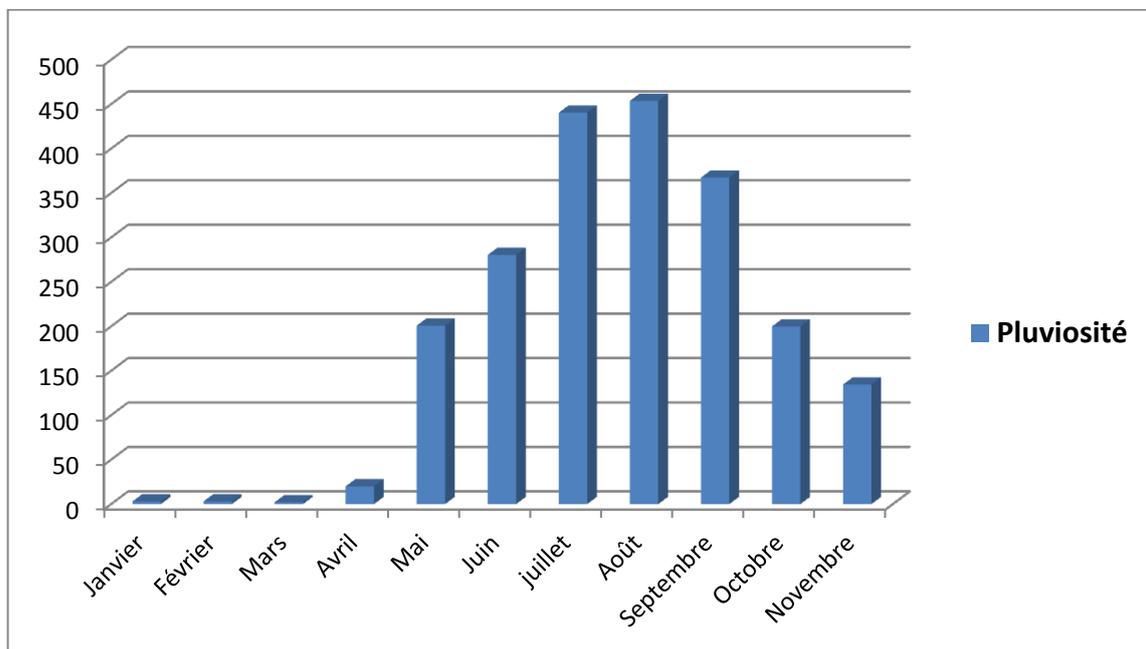


Figure 2 : Evolution de la pluviosité mensuelle (en mm) à Kindia pour 2014

2-1-3 Sols

L'essai a été conduit sur un sol hydromorphe, limono-argilo-sableux dont les caractéristiques chimiques déterminées sont présentées dans le tableau I.

Tableau I: Caractéristiques chimiques du sol de l'essai

Caractéristiques		Moyenne	Méthode d'analyse
Granulométrie	Argiles (%)	26.20	Densimétrie
	Limons fins (%)	-	
	Limons grossiers (%)	10.0	
	Sables fins (%)	6.0	
	Sables grossiers (%)	57.00	
	FAO	LAS	
pH eau		5.1	Électrométrie
pH KCl		4.8	Électrométrie
Carbone (%)		1.54	Anne
M.O (%)		2.65	Anne
N total (%)		0.12	Kjeldahl
C/N		12.83	
CEC (mol kg ⁻¹)		7.9	Kapen
P _{total} (mol kg ⁻¹ sol)		0.9	Colorimétrie
P _{total} (mol kg ⁻¹ sol)		3.00	Colorimétrie

Le Tableau 1 présente les résultats d'analyse de l'échantillon composite de sol prélevé avant l'installation de l'essai. Le sol du site expérimental est acide et pauvre en élément minéral. Moyennement riche en matière organique avec (un C/N de 12,83), et une bonne capacité d'échange cationique.

2-1-2 Matériel végétal utilisé

L'expérimentation a été conduite avec des variétés améliorées de riz, afin de déterminer celle qui répond le mieux au placement profond de l'urée. A cet effet, les variétés améliorées de riz CK21, CK90 et CK801 créées à Kilissi et dont les principales caractéristiques apparaissent dans le tableau II, ont été utilisées.

Tableau II: Caractéristiques des variétés de riz utilisées.

Caractéristiques	Variétés		
	CK21	CK90	CK801
Origines	SRA-Kilissi	SRA-Kilissi	SRA-Kilissi
Cycle Semi- Maturité (JAR*)	115	125	113
Hauteur des plantes (cm)	150	120	135
Tallage	Moyen	Très bon	Bon
Longueur du grain (mm)	9,5	6,5	8,2
Largeur du grain (mm)	2,1	1,8	3,3
Poids de 1 000 graines (g)	27,0	31,0	30,0
Pilosité	Glabre	Glabre	Glabre
Aristation	Mutique	Mutique	Mutique
Couleur glumelle	Paille	Paille	Paille
Résistance aux maladies	Bonne	Bonne	Bonne
Système racinaire	Dense	Forte densité	Assez dense
Résistance à la sécheresse	Bonne	Sensible	Assez bonne
Tolérance à l'enherbement	Bonne, croissance rapide	Bonne	Bonne (croissance rapide feuille large)
Réponse à l'azote	Bonne	Bonne	Bonne
Caractéristique organoleptique	Bon goût, se prête au riz rassis, qualité des grains très appréciable	Bon goût, se prête au riz rassis, bonne aptitude à l'usinage	Bon goût, se prête au riz rassis
Rendement potentiel kg/ha	4 000	6 000	5 500
Rendement moyen kg/ha	2 500	4 000	3 000

Source : Station de Recherche Agronomique de Kilissi, 2011.

*JAR : jours après repiquage

2-2. Matériel technique

2-2-1. Méthodologie

2-2-2 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est un split plot à deux facteurs: les variétés de riz (3 variétés) et le mode d'application de l'urée (4 modes d'apport) en trois répétitions (Figure 4). Les variétés testées ont été placées dans les grandes parcelles de 60 m² chacune soit 12 m x 5 m. Les modes de fertilisation qui constituent le second facteur sont sur les parcelles secondaires de 15 m² chacune soit 5 m x 3 m. Dans chaque bloc, les grandes parcelles ont été randomisées puis les unités d'observation.

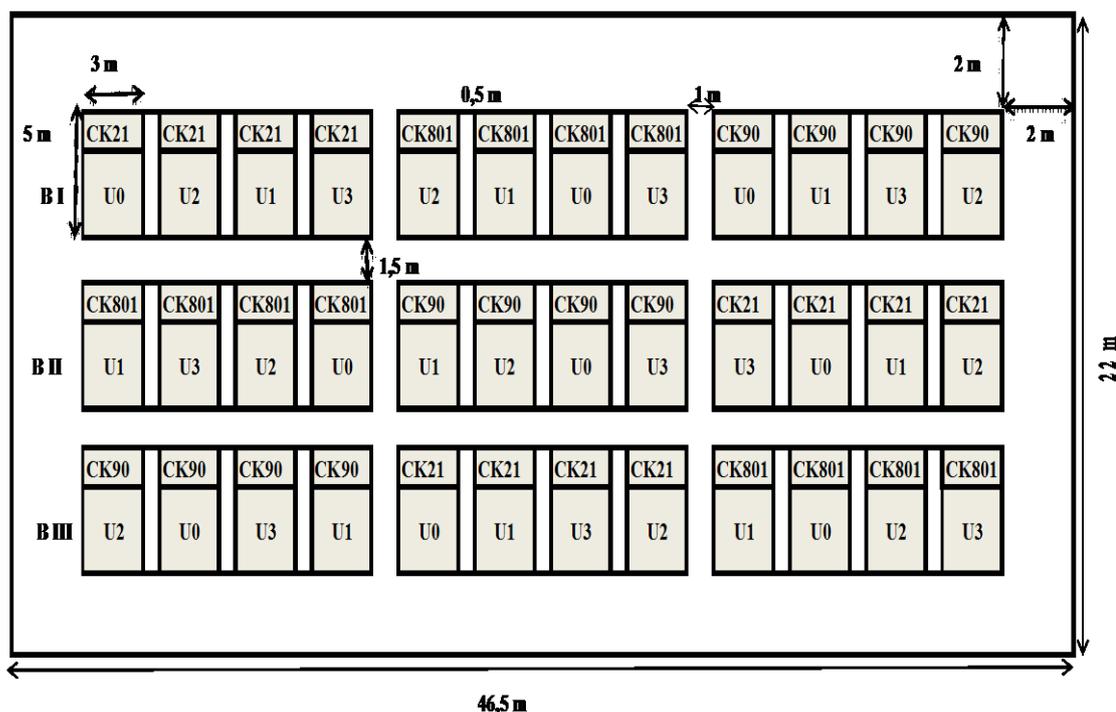
Les répétitions sont constituées par la combinaison variétés*modes d'apport. Les unités d'observation ou parcelles secondaires sont distantes les unes des autres de 0,5 m. Les grandes parcelles quant à elles sont distantes les unes des autres de 1 m et les répétitions sont distantes les unes des autres de 1,5 m. La zone de défense externe de l'essai (bordure) est de 2 m en tous sens. La superficie d'un bloc est de 180 m². La superficie totale de l'essai est de 1023m² (46,5m x 22m). Les traitements sont les suivants :

Trois variétés de riz :

- Variété CK21 ;
- Variété CK90 ;
- Variété CK801.

Trois modes de fertilisation azotée :

- U0 qui est le témoin absolu sans fertilisation à l'urée ;
- U1 : traitement ayant reçu l'urée ordinaire épandue à la volée (113 kg/ha) ;
- U2 : traitement ayant reçu les granules d'urée de 1,8 g en placement profond ;
- U3 : traitement ayant reçu les granules d'urée de 1,8 g épandues à la volée.



- U0 = Témoin absolu**
- U1 = Application de l'urée perlée à la volée**
- U2 = Application de l'urée super granulée en placement profond**
- U3 = Application de l'urée super granulée à la volée**
- BI ; BII ; BIII = Blocs**

Figure 3 : Schéma du dispositif expérimental

2-2-3. Conduite de l'essai

2-2-3.1 Installation de la pépinière

Pour cette expérimentation, l'installation de la pépinière a consisté au défrichage de la zone de l'essai, au labour et au hersage par la traction animale. Nous avons préparé trois parcelles de 15 m² sur les quelles ont été installées les pépinières des trois variétés expérimentées et ces activités ont été suivies du semis à la volée et à l'enfouissement des grains de riz.

2-2-3.2 Travaux préparatoires du sol

Cette opération a consisté d'abord au choix du site, à l'herbicidage de la zone de l'essai, au défrichage et nettoyage, aux labours et à un hersage par la traction animale. Ces activités ont été suivies de la mise en boue, et d'un nivellement pour permettre une meilleure maîtrise de la lame d'eau. Après la mise en boue et le planage, il a été procédé au piquetage,

au parcellement et à la confection des diguettes de séparation des traitements et des blocs, pour éviter l'influence des parcelles voisines et pour la bonne gestion de l'eau. (Photo 4 et 5).



Photo 4 : Piquetage (DIALLO, 2014)



Photo 5 : Endiguement (DIALLO, 2014)

2-2-3.3 Repiquage

Il a consisté à transplanter les plants issue de la pépinière en rizière, à trois (3) semaines d'âge, à raison de deux (2) brins par poquet avec un espacement de 20 cm x 20 cm en tous sens, soit une densité d'environ 250 000 plants/ha (Photo6 et 7).



Photo 6: repiquage des plants (Bah, 2014).



Photo 7 : Arrachage de la pépinière

2-2-3.4 Méthode d'apport des fertilisants

Avant l'opération de la mise en boue, l'engrais de fond a été épandu, à la dose de 200 kg/ha de NPK triple 17 17 17 suivant la norme recommandée pour la riziculture de Bas-fond

en Guinée puis le repiquage des plants. Comme engrais de couverture, l'urée ordinaire a été épandue à la volée en deux fractions à la dose de 113 kg/ha. La même quantité d'engrais a été apportée en placement profond et à la volée sous forme de granules d'urée (de 1,8 g chacune). L'urée super granulée a été appliquée en placement profond à 10 cm, en un seul apport. Chaque granule est placé entre quatre poquets de riz à intervalles de 20 cm x 20 cm, 7 JAR. L'urée ordinaire a été épandue à la volée (engrais de tallage), et l'urée super granulée à la volée 15 JAR et 45^{ème} JAR (phase d'initiation paniculaire) (Photo8 et 9).



Photo 8 : Epandage du triple 17(DIALLO, 2014)



Photo 9 : Placement profond d'USG (DIALLO, 2014)

2-2-3.5 Entretien de l'essai

Cette opération a consisté au suivi de la lame d'eau, après un traitement à l'herbicide sélectif de post levée, le gariane (*propanyl* et *butachlor*) à la dose de 5 litres/ha. Un désherbage manuel a été réalisé au 30^{ème} JAR au niveau des parcelles non fertilisées à l'urée. La seconde application de l'urée ordinaire a été réalisée au 45^{ème} JAR à la suite d'un désherbage manuel et d'un entretien des diguettes de séparation des parcelles. L'irrigation de l'essai a été assurée essentiellement par les eaux de pluie et quelques fois par les eaux d'irrigation due à l'installation des poches de sècheresse en plain stade de végétation.

2-3. paramètres mesurés et/ou observés

2-3-1. Variables agronomiques

Nous avons collecté les variables agronomiques suivantes par suite d'observation biométrique:

- le nombre de talles par m²;
- le nombre de panicules par m²;
- la hauteur des plants (en cm) ;
- le nombre de grains par panicule ;
- le taux de stérilité
- le poids de 1000 grains en g ;
- le rendement en paddy et paille (t/ha) ;
- calculer l'indice de récolte (IR).

Pour déterminer ces paramètres, les observations ont portées sur les plants contenus dans une aire d'1m² au centre de chaque parcelle élémentaire,

- le nombre de talles a été dénombré au 30ème JAR et au 60ème JAR ;
- le nombre de balles vides et pleines nous a permis de déterminer le taux de stérilité ;
- le nombre de panicules a été déterminé par comptage au champ ;
- la hauteur des plants a été déterminée par mesure avec une règle graduée à la récolte ;
- le nombre de grains par panicule (à la récolte) a été déterminé par comptage ;
- le poids des 1000 grains a été déterminé après comptage et à 14 % d'humidité à l'aide d'une balance électronique.
- le rendement paddy a été évalué après séchage jusqu'à 14% d'humidité pendant 72 heures avant d'être pesés ;
- le rendement paille a été évalué à l'aide d'une balance électronique, la paille obtenue après battage a été également pesée afin d'obtenir le rendement paille ceci après un séchage d'une durée de 72 heures sur l'aire de séchage ;
- L'indice de récolte (IR) nous a servi pour mesurer le rapport entre le rendement paddy (grains) et la biomasse totale produite.

Nous avons déterminé les rendements paddy et paille (t/ha) ainsi que les indices de récolte, à l'aide des formules suivantes :

❖ **Pour le rendement paddy :**

Le rendement paddy à l'hectare a été estimé par extrapolation du rendement de la parcelle élémentaire (CAMARA, 2004) :

$$IR = \frac{\text{Poids du riz de la parcelle élémentaire}}{\text{Superficie de la parcelle (15 m}^2\text{)}(\text{kg/ha})} \times 10\,000 \text{ m}^2$$

❖ Pour le rendement paille :

La biomasse à l'hectare a été estimée par extrapolation du rendement de la parcelle élémentaire (CAMARA, 2004) :

$$R = \frac{\text{Poids de la paille de la parcelle élémentaire}}{\text{Superficie de la parcelle (15 m}^2\text{)}} \times 10\,000 \text{ m}^2$$

❖ Pour l'indice de récolte :

L'indice de récolte a été estimée entre le rendement paddy (grains) et la biomasse totale produite. Elle est déterminée par la relation suivante (DUIVENBOODEN 1996) :

$$R = \frac{\text{Rendement paddy (grain) (kg)/ha}}{\text{Rendement paddy (grain) (kg)/ha} + \text{Rendement paille}}$$

2-3.2 Calculs économiques

Le calcul de la rentabilité d'une technologie est un facteur très important dans la décision d'adoption de cette technologie par les producteurs, car, ceux-ci raisonnent aujourd'hui en termes de coût (LAMBONI, 2003). Nous avons donc procédé aux calculs de la rentabilité économique de cette technologie à partir des variables économiques suivantes : le prix de l'engrais, le coût de la main d'œuvre, le rapport valeur sur coût et le revenu monétaire.

2-3.2.1. Main d'œuvre

Le coût de la main d'œuvre a été évalué en calculant le temps (nombre d'heure) pris par un individu (actif) pour l'application de l'urée super granulée à l'hectare. Une évaluation a été faite pour déterminer le nombre d'heure que mettra cet actif pour couvrir une surface d'un hectare.

A la station de Kilissi, les normes en vigueur sont :

- Pour l'épandage à la volée, un ouvrier doit couvrir une superficie de 8 ha par journée de travail de 8 heures.
- Le placement profond étant similaire au repiquage des plants, nous avons estimé qu'il faut 20 h/j pour 1 ha ; il faut en effet 25 hommes/jour pour repiquer un hectare, et cette opération nécessite une main d'œuvre un peu plus importante.

2-3.2.2. Rapport valeur sur coût

Le ratio valeur sur coût (RVC) permet d'évaluer la rentabilité financière des fumures (ADAM, (2000) ; cité par TRAORE, (2009)). Il s'agit du rapport entre l'augmentation de gain

monétaire due à l'utilisation d'engrais, et le coût engendré par cette fumure. Sa formule est la suivante :

$$RVC = \frac{\text{Rendement parcelle fertilisée} - \text{Rendement parcelle témoin}}{\text{Coût de la fertilisation}} \times \text{Prix du riz}$$

2-3.2.3. Revenu monétaire

Le calcul du revenu monétaire s'obtient en ôtant de la valeur de la production due aux engrais, le coût total de ces engrais, par la formule suivante (SOKPOH, 1997) :

$$\text{Revenu} = [(\text{Rendement parcelles fertilisées} - \text{Rendement parcelles témoins}) \times \text{prix du riz}] - \text{Coût des engrais.}$$

2-4 Traitement et analyse des données

Les données obtenues à partir des observations biométriques ont été saisies dans le logiciel Excel 2007. Ce logiciel a également permis la construction des graphiques. L'analyse de variance a été effectuée avec le logiciel GENSTAT Discovery édition 9.1. La séparation des moyennes a été faite par la méthode de la Plus Petite Différence Significative (PPDS), lorsque le test d'analyse de variance est significatif au seuil de 5% au moins.

CHAPITRE III : Résultats

3.1. Résultats

3.1.1. Effet des modes de fertilisation sur les variables agronomiques

Les résultats de l'analyse statistique, réalisée sur la base d'un modèle linéaire généralisée ayant permis de tester l'effet du mode d'apport, des variétés et de leur interaction sur différents paramètres agronomiques, (tableau III).

Tableau III : Résultats de l'analyse statistique (P valeurs) comparant les facteurs selon les variables agronomiques considérées.

Variables	Modes d'apport	Variétés	Modes*Variétés
Talles à 30 JAR	0.002	<.001	0.008
Talles à 60 JAR	<.001	<.001	0.053
Nombre de panicules	<.001	<.001	0.025
Hauteur à la récolte	<.001	<.001	0.147
Nombre de grains	<.001	<.001	<.001
Taux de stérilité	<.001	<.001	0.011
Rendement paddy	<.001	<.001	0.006
Rendement paille	<.001	0.170	0.370

De l'analyse de ce tableau, il ressort en ce qui concerne le mode d'apport, que tous les paramètres ont présentés une différence hautement significative ($P <.001$). Quant aux variétés, on remarque que seul le paramètre rendement paille n'a été affecté. Par contre, tous les autres paramètres ont été influencés ($P <.001$). En se référant de leur interaction mode d'apport*variétés, on remarque que les paramètres talles à 60 JAR, nombre moyen de panicules et le taux de stérilité présentent une différence significative. Tandis que, les paramètres talles à 30 JAR, nombre moyen de grains et le rendement paddy ont présenté une différence hautement significative. Cependant, la hauteur des plants à la récolte et le rendement paille n'ont présentés aucune différence significative notamment ($P <.0.147$; $P <.0.37$).

3-1-1.1 Effet des modes de fertilisation sur le nombre de talles à 30 et 60 JAR, de panicules et la hauteur des plants

Les résultats des analyses concernant des paramètres agro-morphologiques considérés sont donnés dans le tableau IV. Ce tableau permet de comparer les effets des traitements et les variétés prises individuellement. Il est un tableau contingent à double entrée : 1) horizontalement le tableau compare l'effet des modes d'apport d'urée sur chaque variété ; 2) puis verticalement, il compare pour chaque mode d'apport, la réponse des différentes variétés entre elles.

Tableau IV : Variation du nombre de talles à 30 et 60 JAR, de panicules et la hauteur des plants en fonction du traitement.

Variables	Variétés	Modes de fertilisation				Pr > F	Signif.
		U0	U1	U2	U3		
Talles à 30 JAR	CK21	57,7 Bc	62,7Ac	72,3 Ac	77,7 Ab	67,6	S
	CK801	131Aa	139Aa	146,7Aa	96 Ba	106,8	S
	CK90	96 Bb	108 Ab	119 Ab	104,3 Aa	128,2	S
	Pr > F	94,9	103,2	112,7	92,7		
	Signif.	HS	HS	HS	S		
Talles à 60 JAR	CK21	67,7 Ac	73,3 Ac	75,3 Ac	81,3 Ab	74,4	NS
	CK801	134 B a	146,3 Aa	151 A a	137,7 Aa	120,8	S
	CK90	115,7Ab	122,7 Ab	121,7 Ab	123 Aa	142,2	NS
	Pr > F	105,8	114,8	116	142,2		
	Signif.	HS	HS	HS	S		
Nombre de panicules	CK21	122,95 Da	139,96 Ba	151,73 Aa	131,81 Ca	68,75	HS
	CK801	115,9 Cab	130,94 Ab	132,23 Ab	125,9 Abb	116,92	HS
	CK90	120,7 Ba	132,67 Ab	130,94 Ab	130 Aa	141,67	S
	Pr > F	99,56	109,56	111,22	116,67		
	Signif.	S	S	S	S		
Hauteur à la récolte	CK21	122,95 Da	139,96 Ba	151,73 Aa	131,81 Ca	139,62	HS
	CK801	115,9 Cab	130,94 Ab	132,23 Ab	125,9 Abb	129,58	HS
	CK90	120,7 Ba	132,67 Ab	130,94 Ab	130 Aa	126,24	S
	Pr > F	119,85	134,52	139,64	129,24		
	Signif.	S	S	S	S		

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ou une même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le calcul de la PPDS. Les lettres en majuscule se rattachent aux lignes et celles en minuscule aux colonnes. S=significatif ; NS=Non Significatif ; HS=Hautement Significatif.

❖ Le nombre de talles

Ce paramètre nombre de talles à 30 JAR, a varié de 146,7 (U2) à 57,7 (U0). Le plus grand nombre moyen de talles (146,7) a été enregistré par la variété CK90 dans le traitement (U2), et le plus petit nombre moyen (57,7) à été obtenu par la variété CK21 dans le traitement témoin (U0). L'analyse de variance appliquée à ce paramètre montre que la différence est non significative entre les variétés (Tableau IV). Quant aux traitements, U0 ; U1 et U2 ont présenté

un effet hautement significatif, tandis qu'un effet non significatif a été observé dans le traitement U3. A 60 JAR, le plus grand nombre moyen de talles (184,33) est obtenu par la variété CK90 sur le traitement (U2), et le plus petit nombre moyen de talles (66,33) est obtenu par la variété CK21 dans le traitement témoin (U0). Les résultats de l'analyse de variance montrent un effet hautement significatif pour les variétés (respectivement, CK21 et CK801), et un effet non significatif pour la CK90 (tableau IV). Cependant, il a été observé entre les modes de fertilisation, que tous les traitements ont montré un effet hautement significatif ($P < 0,001$).

❖ ***nombre de panicules***

Le nombre de panicule a varié de 61 (U0) à 186,3 (U2) (tableau IV). Les parcelles fertilisées à l'urée super granulée (U2) ont donné les meilleurs nombres de panicules (182,3) par la variété CK90. Elle est suivie des parcelles de l'urée super granulée (U3) (166,7) également avec la variété CK90. L'analyse statistique (tableau IV) montre un effet hautement significatif pour la variété CK21 ($P < 0,004$), significatif pour la variété CK801 ($P < 0,011$), et non significatif pour la variété CK90 ($P = 0,136$) dans leur réponse aux différents traitements. Si on considère la réponse des variétés à chaque mode de fertilisation, l'analyse de variance de note que la différence est hautement significative pour les traitements U0 et U3, non significative pour U1 et significative pour le traitement U2 (tableau IV).

❖ ***La hauteur des plants à la récolte***

Ce paramètre hauteur des plants a varié de 109,2 cm (U0) à 171,7cm (U2) (tableau IV). La plus petite hauteur (109,2 cm) a été observée avec la variété CK90 sur les parcelles témoins (U0), tandis que la plus grande hauteur (171,7cm) a été observée avec la variété CK21 sur les parcelles de l'urée granulée (U2). La variété CK21 a mieux réagit à l'urée ; elle est suivie de la variété CK801. Les trois variétés n'ont eu des hauteurs statistiquement non différentes que pour le traitement U2. Tous les autres ont présentés de différences hautement significatives entre les modes d'apport pour toutes les variétés considérées (tableau IV).

❖ ***Nombre de grains par panicule***

De ce tableau, le nombre de grains par panicule a varié de 117, 7 (U0) à 224 (U2) (tableau V). Le plus petit nombre de grains a été obtenu avec la variété CK21 sur les traitements témoins (U0). Le plus grand nombre de grains a été obtenu avec la variété CK90 sur les traitements de l'urée granulée (U2).

Tableau V : Variation du nombre de grains par panicule, du taux de stérilité et du poids de 1000 grains en fonction du traitement.

Variables	Variétés	Modes de fertilisation				Pr > F	Signif.
		U0	U1	U2	U3		
Nombre de grains par panicule	CK21	117,7 Aa	122 Aba	136,7 Ba	135,3 Ba	0.142	NS
	CK801	127,7 Aab	132,3 Ab	128,3 Aa	127,7 Aa	0.742	NS
	CK90	135,7 Ab	193,3 Bc	224 Cc	140,3 Aa	0.789	NS
	Pr > F	0.005	<.001	<.001	0.356		
	Signif.	HS	HS	HS	NS		
Taux de stérilité (%)	CK21	25,33 Cb	20 Bb	13,33 Ab	20,67 Bb	<.001	HS
	CK801	24,33 Aab	22 Ab	21 Ac	22,67 Ab	0.101	NS
	CK90	21,33 Ca	16,33 Ba	8,33 Aa	14,67 Ba	0.153	NS
	Pr > F	0.029	0.011	<.001	0.048		
	Signif.	S	S	HS	S		
Poids de 1000 graines (g)	CK21	25 Aa	30,93 Ba	31,86 Ba	31,31 Ba	0.027	S
	CK801	29,01 Aab	32,49 Aa	32,79 A	32,88 Aa	0.551	NS
	CK90	30,55 Ab	34,33 Aba	38,52B	36,02 Ba	0.059	S
	Pr > F	0.186	0.005	0.003	0.029		
	Signif.	NS	HS	HS	S		

Les moyennes affectées d'une même lettre dans une même colonne ou une même ligne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% par le calcul de la PPDS. Les lettres en majuscule se rattachent aux lignes et celles en minuscule aux colonnes. S=significatif ; NS=Non Significatif ; HS=Hautement Significatif.

L'interaction des différentes variétés sur chaque mode de fertilisation fait ressortir que la variété CK90 est la plus performante pour l'ensemble des traitements de fertilisation. Si on se réfère aux modes d'apport, seul le traitement U3 a présenté une différence non significative. Par contre, tous les autres traitements (U0 ; U1 et U2) ont montré un effet hautement significatif et ont obtenu les meilleurs résultats quelques soit la variété considérée. Les résultats de l'analyse statistique (tableau V) montrent que toutes les variétés présentent une différence non significative (respectivement $P < 0,142$; $P < 0,342$; $P < 0,789$) dans leurs réponses aux modes d'apport. Les modes d'apport ont eu des effets hautement significatifs sur les variétés ; seul le traitement U3 a présente une différence non significatif ($P < 0,356$).

❖ *Taux de stérilité*

Le paramètre, le mode d'apport a considérablement réduit le taux de stérilité des grains de riz au niveau de la variété CK90, suivie de la variété CK21 et CK801. Le traitement de l'urée granulée (U2) a enregistré le taux de stérilité le plus bas : 8,33% pour la variété CK90, 21% pour la variété CK801, et 13,33% pour la CK21. Il est suivi du traitement (U3) avec un taux de 14.67% pour les variétés CK90 et CK801, et 20% pour la variété CK21. La variété CK90 a été plus performante et a enregistré le plus faible taux de stérilité au niveau de tous les traitements de fertilisation. L'analyse statistique (tableau V) indique une différence hautement significative pour la variété (CK21) et non significative sur des modes d'apport

pour les deux variétés. Si on considère les modes d'apport, les traitements U0, U1 et U3 ont montré des différences significatives (respectivement $P < 0,0029$; $P < 0,011$ et $P < 0,048$) au seuil de 5% entre les variétés. Tandis que le traitement U2 présente une différence hautement significative ($P < 0,001$) au seuil de 5%.

❖ *Effets sur le poids de 1000 graines*

Le paramètre poids de 1000 grains a varié de 25 g (U0) à 38,52 g (U2). Le plus faible poids a été observé dans le traitement U0 sur la variété CK21, tandis que le plus grand poids a été observé sur les traitements U2 avec la variété CK90. Tout comme pour le taux de stérilité, la variété CK90 a produit les meilleurs résultats pour le paramètre poids de 1000 grains au niveau de tous les traitements. Les variétés (CK90 et CK21) présentent des différences significatives entre les modes d'apport ($P = 0,027$ et $P = 0,059$) et non significative pour la variété CK801.

3.1.1.3. Effet des modes de fertilisation sur les rendements paddy et paille

Les résultats de l'analyse statistique effectués dans le but de tester plus en détail l'effet des modes d'apport et des variétés sur les paramètres rendements paddy et paille sont présentés en Annexe 2.

❖ *Effets sur le rendement paddy*

Le paramètre rendement paddy a varié de 1,13 t/ha (U0) à 6,09 t/ha (U2) (figure 4). Le plus faible rendement a été obtenu avec la variété CK21 sur les traitements témoins (U0). Le meilleur rendement a été enregistré avec la variété CK90 sur les traitements (U2). La variété CK90 a été la plus productive au niveau de tous les traitements modes d'apport (figure 4) et la variété CK21 la moins productive. Les rendements de toutes les variétés ont montré une différence hautement significative ($P < 0,0001$) dans leurs réponses aux différents modes d'apport (Annexe 2).

Si on considère l'effet de chaque fertilisant sur les différentes variétés, les résultats de l'analyse de variance (Annexe 2) montrent que tous les traitements ont produit les résultats hautement significatifs ($P < 0,001$) entre les variétés.

❖ *Rendement paille*

Le rendement paille a varié de 1,58 t/ha (U0) à 4,87 t/ha (U2). La plus petite biomasse a été obtenue dans les traitements (U0) avec la variété CK90, et la plus grande biomasse (4,87) a été obtenue sur les traitements (U2) avec la variété CK21. La variété CK21 a été la plus productive en termes de biomasse au niveau de tous les traitements (figure 5). Les

résultats de l'analyse statistique (Annexe 2) montrent une différence hautement significative pour la variété CK21 ($P < 0,008$), significative pour la variété CK801 ($P < 0,019$), et non significative pour la variété CK90 ($P < 0,090$) dans leurs réponses sur les différents modes de fertilisation.

Quand on considère l'effet de chaque mode de fertilisation sur les différentes variétés, nous remarquons que la différence est significative ($P = 0,014$ et $P = 0,020$) entre les variétés pour l'ensemble des traitements modes de fertilisation (Annexe 2).

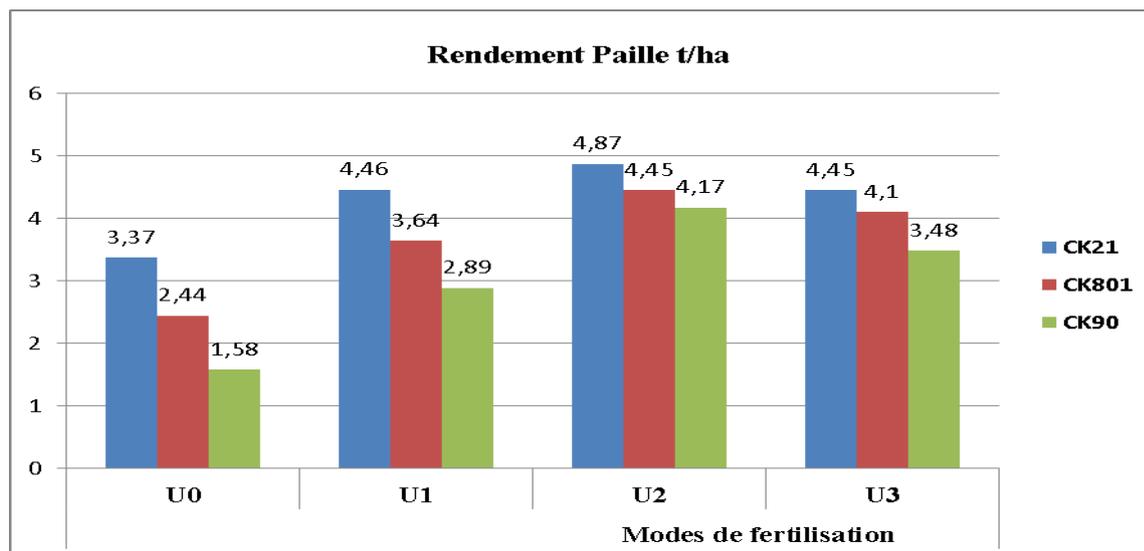


Figure 4 : Comparaison des rendements paille des trois variétés selon les modes d'apport

Tout comme le rendement paddy, ce graphique (figure 5) montre que les rendements paille des variétés évoluent en fonction des modes d'apport de l'urée.

3.1.1.4. Effets des traitements modes d'apport sur l'indice de récolte

Les résultats des calculs sur les indices de récolte (IR) (figure 6) montrent que ce paramètre a varié de 0,31 à 0,56. Les plus petites valeurs ont été observées au niveau des traitements témoins. Tandis que les plus grandes valeurs ont été observées au niveau des traitements ayant reçu l'urée, en particulier pour le traitement U2.

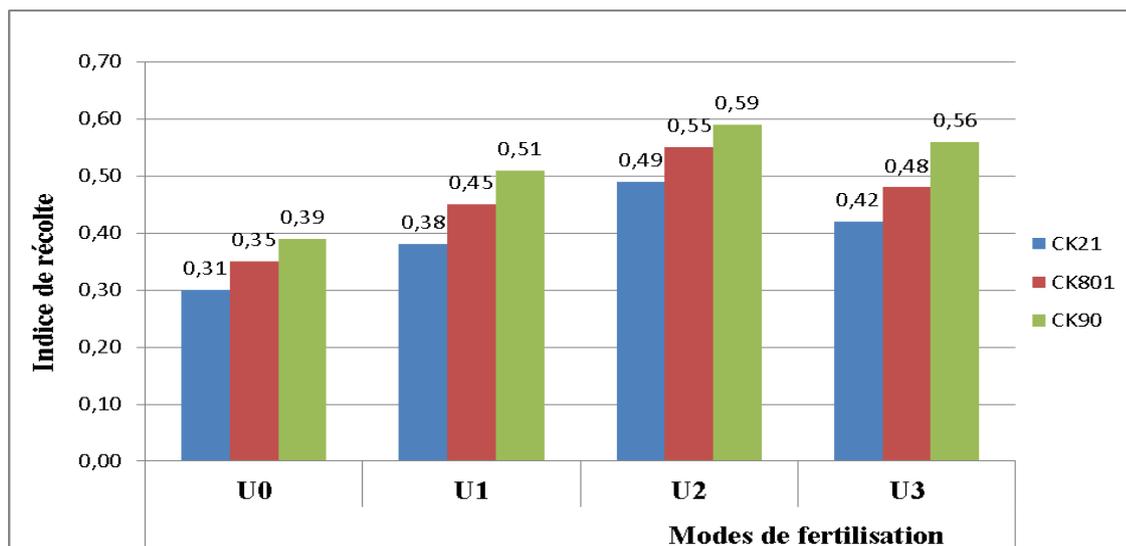


Figure 5 : Evolution des indices de rentabilité en fonction des modes d'apport

3-1-2- Calculs économiques

3-1-2.1 Rapport valeur sur coût (RVC)

Les données sur les ratios ont été enregistrées en considérant les prix en vigueur en Guinée : 2000 francs guinéens (GNF), soit 152,67 FCFA pour un kilogramme de riz paddy, 5000 francs guinéens (soit 381,67 FCFA) pour un kilogramme d'urée ordinaire. En estimant un coût supplémentaire de 20% dû aux opérations de granulation de l'urée, le Kg de super granulé coûterait 6 000 GNF (5 000 +1000), soit 458,01 FCFA.

Les coûts de la main d'œuvre étant variables d'une zone à une autre, les données utilisées pour cette évaluation du rapport valeur sur coût ne concernent que celles de la station de Kilissi : la norme journalière est de 30 000 GNF par Homme Jour (HJ) soit 2 290 FCFA. Le prix d'achat de 113 kg d'urée ordinaire est de 565 000 GNF. Les frais de main d'œuvre correspondant à l'application de cet engrais par hectare est de 120 000 GNF soit la valeur pour 4 ouvriers. Le coût total de cette activité pour un (1) hectare est de : 565 000 GNF + 120 000 GNF = 685 000 GNF, soit 52 290,07 FCFA.

Avec les granules de 1,8g, les frais liés à la fertilisation azotée de 113 kg d'USG sont de 678 000 GNF. Les frais correspondant à l'enfouissement de cet engrais par hectare est de 600 000 GNF soit la valeur pour 20 HJ. Le coût total engendré par cette activité est de : 678 000 GNF + 600 000 GNF = 1 278 000 GNF, soit 96 000 FCFA/ha.

Pour les granules de 1.8g, les frais liés à la fertilisation azotée de 113 kg d'USG est de : 678 000 GNF. Les frais de main d'œuvre correspondant à l'application à la volée de cet engrais par hectare est de 120 000 GNF soit la valeur pour 4 ouvriers. Le coût total de cette

activité pour un (1) hectare est de : 678 000 GNF + 120 000 GNF = 798 000 GNF, soit 60 916 FCFA.

Les Rapports valeur sur coût (RVC) calculés pour toutes les variétés en fonction des modes d'apport de l'urée (U1, U2 et U3), sont consignés dans le tableau VI.

Tableau VI : Rapport Valeur sur Coût des modes d'application de l'urée.

Variétés	Rapport Valeur sur Coût (RVC)		
	Placement profond de l'urée (U2)	Application à la volée (U3)	Application à la volée (U1)
CK21	7,71	7,06	5,44
CK801	7,94	7,82	5,68
CK90	8,92	8,23	6,07
Moyenne	8,19	7,70	5,73

De ce tableau, il ressort que le placement profond de l'urée est le mode de fertilisation qui donne les meilleurs RVC avec une moyenne de 8,19 contre 7,70 pour l'application des super granules d'urée à la volée, et 5,73 pour l'application à la volée de l'urée ordinaire. La valeur la plus élevée est obtenue avec la variété CK90, suivie de CK801 dans les traitements (U2). La plus petite valeur est obtenue avec la variété CK 21, sur les traitements (U0).

3-1-2.2 Revenu Monétaire

Il est important de rappeler que cette expérimentation qui est une innovation en Guinée, est à sa deuxième mise en place en station, en vue d'une validation et une généralisation des résultats antérieurs. Le coût des intrants étant variable d'une zone à une autre, les coûts considérés sont ceux en vigueur dans la zone d'étude. Les résultats des calculs du revenu monétaire sont donnés dans le tableau VII.

Tableau VII : Revenus monétaires (GNF) générés pour chaque variété par les trois modes d'apport de l'urée.

Revenu monétaire en GNF pour 1 ha									
Variétés	Placement profond de l'urée (U2)	Application de l'USG à la volée (U3)	Application à la volée de l'urée simple	Gain dû au placement profond			Gain dû à l'application à la volée de l'USG		
				GNF	FCFA	%	GNF	FCFA	%
CK21	5 282 000	5 482 000	4 395 000	887 000	67 709,923	20,18	1 087 000	82 977,099	24,73
CK801	6 582 000	5 662 000	4 795 000	1 787 000	136 412,214	37,26	867 000	66 183,206	18,08
CK90	7 082 000	6 442 000	5 075 000	2 007 000	153 206,107	39,54	1 367 000	104 351,145	26,93

Il ressort de l'analyse de ce tableau, que le placement profond de l'urée est une innovation qui permet d'améliorer le revenu des producteurs. Le plus grand revenu monétaire a été engendré par le PPU 2 007 000 GNF soit (153 206,107 FCFA) avec un taux d'accroissement de 39,54 % par la variété CK90, il est suivi de l'USG appliquée à la volée 1 367 000 GNF soit (82977,099 FCFA) avec un taux d'accroissement de 26% par toujours la variété CK90. Les revenus monétaires engendrés sur la base du PPU sont les plus importants que ceux provenant de l'application de l'USG épandu à la volée et l'urée simple apportée à la volée. Et donc, démontre que la pratique du PPU est d'une importance économique pour les riziculteurs.

Chapitre IV : Discussion

3.2.1. Effet du placement profond de l'urée sur les paramètres agronomiques du riz

Les résultats des analyses de variance ont montré que le mode d'apport de l'urée a eu de façon générale, un effet significatif sur l'ensemble des paramètres agronomiques. Les parcelles traitées à l'urée super granulée en placement profond, ont produits plus d'effets positifs que celles de l'USG épandue à la volée, de l'urée ordinaire épandue également à la volée, et des parcelles témoins, et ce, pour toutes les variétés testées. Le placement profond de l'urée a bien favorisé le tallage, diminué le taux de stérilité, et donné plus de panicules que l'urée simple et l'USG épandues à la volée (186,3 panicules pour U2 contre 166,7panicules pour U3 et 142 pour la variété CK90). Ceci montre bien que les variétés ayant reçues les granules d'urée placées en profondeur, ont bénéficié d'une meilleure alimentation azotée que les autres. En effet, la capacité de certaines variétés à mieux profité de l'azote pour la croissance rapide, a permis la réduction de la concurrence avec les adventices, cela expliquerait cette différence de performance. Expliquerait aussi les performances élevées de la variété CK90 de par sa capacité de profité bien du placement profond de l'urée.

Nos résultats corroborent ceux trouvés par DIALLO (2013), BANDAOGO (2010) et DOBERMANN (1976). En effet, DIALLO (2013) ; souligne que le placement profond de l'urée a bien favorisé le tallage, et donné plus de panicules que l'urée simple à la volée. Quand les granules sont placées en profondeur, la libération de l'azote se fait progressivement, et au moment où la plante en a le plus besoin (TRAORE, 2009; YAMEOGO, 2009 ; BANDAOGO, 2010 ; CISSE, 2011). Contrairement à la pratique habituelle d'épandage de l'urée simple et l'USG à la volée, les supers granules placés en profondeur réduisent donc considérablement les pertes d'azote non seulement par volatilisation, lessivage et par dénitrification. Ce qui assure une pollution minimale du milieu, une meilleure gestion de l'eau, et une limitation de la sensibilité de la culture aux maladies (CASSMANN *et al.*, 1993, cité par Diallo, 2013). DOBERMANN (1976) a constaté que l'azote apportée au riz en placement profond, augmente la taille des feuilles, des grains, le nombre d'épillets par panicule, le pourcentage d'épillets remplis dans les panicules et la teneur des grains en protéine. Les plantes se retrouvent alors dans de bien meilleures conditions pour leur croissance.

Ces effets positifs du placement profond de l'urée, se sont également manifestés sur d'autres paramètres agronomiques du riz notamment, le nombre de grains par panicule, le

taux de stérilité et le poids de 1000 grains. En effet, le riz des parcelles fertilisées à l'USG en PPU a produit beaucoup plus de grains, en particulier pour par la variété CK90. De même, le plus faible taux de stérilité a été obtenu dans le traitement U2 pour les variétés CK90 et CK801. Ces résultats montrent encore très bien, les effets positifs du placement profond de l'urée super granulée par rapport à USG appliqué à la volée et la méthode habituelle d'apport de l'urée simple. Ils sont similaire à ceux d'autres travaux conduits dans différentes zones de la guinée (DIALLO, 2013) et au Burkina Faso (TRAORE, 2009; YAMEOGO, 2009 ; CISSE, 2011). Ces auteurs attribuent la performance du placement profond de l'urée à la meilleure disponibilité des nutriments au moment opportun, le PPU favorise la diffusion lente de l'azote, favorise bien le tallage, diminue la concurrence des adventices et donne plus de panicules, par conséquent influence le rendement.

Les résultats de l'analyse de variance appliquée à ces paramètres poids de 1000 grains, rendements paddy et paille ont mis en évidence l'efficacité agronomique du PPU par rapport à l'USG à la volée et la méthode courante d'application de l'urée simple. En effet, les parcelles de l'urée super granulée en placement profond ont produit des grains de riz dont le poids moyen 38,52 g est supérieur à celui des parcelles traitées à l'USG à la volée 36,02 g et l'urée simple appliquée à la volée 34,33g par la variété CK90. Quant au rendement paddy (t/ha), le meilleur rendement a été obtenu par la variété CK90 sur les parcelles traitées à l'urée super granulée en PPU (6,09 t/ha contre 5,77 t/ha et 5,03 pour les traitements de l'urée à la volée). Nous pouvons donc facilement remarqué que le placement profond d'urée a significativement augmenté les rendements paddy par rapport à l'urée ordinaire et des USG épandue à la volée. Ce qui est très important dans la prise de décision d'adoption de cette technologie par les producteurs. La variété CK21 a produit dans les parcelles fertilisées par le PPU, la plus grande quantité de biomasse (5,22 t/ha contre 3,86 t/ha et 3,23 t/ha pour les parcelles de l'USG et l'urée simple tous épandus à la volée). Egalement, le PPU a provoqué l'augmentation de près d'une tonne de biomasse. Tout comme le nombre de grains par panicules et le taux de stérilité, ces résultats ont également bien mis en exergue l'efficacité agronomique des granules d'urée placées en profondeur par rapport à l'urée ordinaire et des granules d'urée épandue à la volée. Ces résultats sont similaires à ceux de DIALLO, (2013) en Guinée, de l'IFDC (2011) et de YAMEOGO (2012), à travers des études réalisées en Guinée et dans différentes zones rizicoles du Burkina Faso. En effet, l'IFDC (2011), souligne une augmentation moyenne des rendements de plus de 20% pour les parcelles du placement profond, par rapport à l'application de l'urée perlée à la volée, ce qui correspond à une tonne

supplémentaire par hectare. YAMEOGO (2012) quant à lui, en comparant le rendement de la biomasse de l'urée super granulée par rapport au rendement de l'urée ordinaire épandue à la volée, a observé une augmentation du rendement paddy de l'ordre de 800 kg/ha soit un accroissement de 20%, et une augmentation de 358 kg/ha pour la biomasse, soit un accroissement de 7%. DIALLO (2013) quant à lui, remarque que le placement profond des granules d'urée a significativement augmenté les rendements paddy de plus d'une tonne par rapport à l'urée ordinaire épandue à la volée, soit un accroissement du rendement de l'ordre de 32,17%.

Les résultats des calculs sur les indices de récolte ont montré que les IR observés pour les traitements ayant reçu l'urée sont légèrement supérieurs à la valeur 0,50 proposée par VAN DUIVENBOODEN (1996). Ce qui expliquerait la baisse de l'indice de récolte de la variété CK21 au niveau des traitements ayant reçu l'urée. Les travaux de cet auteur montrent qu'un excès d'azote dans la plante provoque la baisse de l'IR. L'azote tend à favoriser plus la production de paille.

3.2.2. Rentabilité économique de la technique du placement profond de l'urée

Au cours de notre expérimentation, cette remarque a été bien mise en évidence. Ce mode d'application (enfouissement) demande plus de temps et de main d'œuvre par rapport à l'épandage à la volée de l'urée simple et l'urée super granulée épandue à la volée.

Les charges liées à l'application de cette technologie PPU, sont élevées : pour un ha, il faudrait disposer de 1 278 000 GNF soit (96 000 FCFA), dont 678 000 GNF pour l'achat de 113 kg de l'USG pour le PPU, et 600 000 GNF pour les frais d'enfouissement. Cette somme avoisine le double du coût des deux autres modes d'application de l'USG à la volée et l'urée simple à la volée, soit un accroissement des dépenses de 86,56%. TRAORE (2009), a trouvé une augmentation de 59,78% du coût de la fertilisation azotée de l'USG par rapport à l'application traditionnelle de l'urée à la volée. L'IFDC (2011) estime le coût des opérations du PPU à 10% du prix de l'urée ordinaire. Toutefois, les valeurs du ratio valeur sur coût, montrent que les indicateurs de rentabilité relatifs à l'utilisation de ces granules d'urée en placement profond, sont de 4 fois supérieures à la valeur minimale (2) du rapport valeur sur coût relatif à l'utilisation des engrais minéraux en Afrique, souvent utilisée par la FAO comme indicateur de rentabilité pour la riziculture irriguée. Ces fortes valeurs obtenues corroborent celles de SOKPOH (1997) et d'AGATE (1999) au Togo. Elles montrent donc très clairement l'efficacité de cette technique dans nos conditions expérimentales. Toutefois, TRAORE (2009), dans une étude menée sur la plaine de Bagré au Burkina Faso, a trouvé que ces deux

méthodes d'application de l'urée (épandage et placement profond) s'équivalent en termes de rentabilité financière.

La technologie du PPU a généré avec la variété CK90, un revenu moyen de 6 062 000 GNF contre 3 455 000 GNF obtenu à la volée, soit un gain monétaire de 2 607 000 GNF pour un accroissement du revenu de 75,45%. Ces résultats nous permettent d'affirmer que cette innovation est plus rentable par rapport à la méthode habituelle d'épandage de l'urée simple et l'USG à la volée. Le résultat de la méthode habituelle d'épandage de l'urée est similaire à celui obtenu par l'ANASA en 2012. En effet, selon ces travaux, l'accroissement généré par unité de surface entre les exploitations appuyées (ayant reçue des semences et engrais) et non appuyée (n'ayant rien reçue) est de 1060 kg de riz paddy pour une valeur monétaire de 3 180 000 GNF par hectare. Pour un investissement de 1 492 760 GNF, il est obtenu un bénéfice de 1 687 240 GNF avec un niveau de rentabilité de 113%.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La présente étude réalisée à la Station de Recherche Agronomique de Kilissi (SRAK) sur le placement profond de l'urée super granulée, avait pour objectif de tester l'efficacité agronomique et économique du placement profond de l'urée super granulée.

Les résultats obtenus au cours de l'essai montrent que les conditions météorologiques de la préfecture de Kindia ont été dans l'ensemble favorables à la croissance et au développement des variétés testées. Ces résultats ont montré que la technique de placement profond de l'urée est efficace : toutes les variétés ont mieux exprimé leur potentiel agronomique sur le placement profond de l'urée super granulée, et les analyses statistiques ont mis en évidence la supériorité agronomique du PPU par rapport à l'épandage de l'USG à la volée et la technique classique d'épandage de l'urée simple. Les analyses économiques ont également mis en évidence la performance de la technologie de placement profond de l'urée (PPU). Sur l'ensemble des variétés testées. La variété CK90 a été la plus performante au regard des résultats obtenus. Le ratio valeur sur coût, qui permet d'évaluer la rentabilité financière des fumures, est toujours très élevé pour le PPU comparativement à l'épandage à la volée des granules et l'urée simple, jusqu'ici uniquement pratiquée en Guinée. Les revenus monétaires supplémentaires générés par le PPU varient de 887 000 à 2 007 000 francs Guinéens en fonction de la variété de riz cultivée.

Le placement profond de l'urée est donc une alternative à la pratique d'épandage de l'urée et ce, du triple point de vue agronomique, économique et écologique : i) sur le plan agronomique, l'amélioration des rendements permettra d'augmenter la production nationale et de contribuer à l'atteinte de la sécurité alimentaire. ii) sur le plan économique, l'important gain supplémentaire de revenus permettra de réduire la pauvreté en milieu rural, en permettant à la population de subvenir à leurs besoins (santé, scolarisation des enfants, etc.). Enfin, l'utilisation de l'urée super granulée en placement profond se traduit par une réduction considérable des quantités d'engrais, et donc la réduction des risques de pollution de la nappe phréatique, des cours d'eau, et/ou de l'environnement.

Les résultats de cette étude ont démontré le rôle important de l'urée super granulée dans l'amélioration des rendements en riziculture irriguée, et confirment ceux de la première campagne agricole (DIALLO, 2013). Au regard de ces résultats obtenus sur l'ensemble des paramètres agronomiques que sur la rentabilité économique, la technologie du placement profond d'urée super granulée, peut être proposée comme une option sérieuse de gestion de la fertilité du sol des rizières. Toutefois, nous recommandons :

- l'extension de l'étude dans d'autres zones rizicoles de la Guinée ;
- l'identification de la profondeur optimale de placement des granulées appliquées à la volée ;
- l'identification de l'arrière effet des granules sur les propriétés physico chimiques et Biologiques des rizières ;
- l'identification de l'emplacement des granules en application superficielle localisée ;
- l'identification de la dose optimale de fertilisation par le super granulé ;
- l'évaluation plus poussée des effets socio-économiques du PPU pour les riziculteurs ;
- La mise en place d'une technologie mécanisée du PPU.

BIBLIOGRAPHIE

ANASA, 2010. Agence Nationale des Statistiques Agricoles et Alimentaires, Rapport national, Conakry, 2010, République de Guinée, 33p.

ANASA, 2012. Agence Nationale des Statistiques Agricoles et Alimentaires, Rapport synthèse, Conakry, 2012, République de Guinée, 11p.

BANDAOGO A., 2010. Amélioration de la fertilité azotée en riziculture irriguée dans la vallée du Kou à travers la technologie du placement profond de l'urée super granulée. Mémoire DEA UPB, 2010, Burkina Faso, 66p.

BATIONO, M., 2012. Identification des éléments majeurs limitant et des stratégies appropriées de fertilisation du riz pluvial strict en zone Sud-soudanienne du Burkina. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur de l'IPR/IFRA 73p.

CISSE D., 2011. Evaluation des performances agronomiques du placement profond de l'urée en riziculture irriguée dans la vallée du Sourou au Burkina Faso. Mémoire d'ingénieur en vulgarisation agricole, IDR 2011, Burkina Faso, 59p.

CNRADA, 2010. Etude bibliographique du riz, Centre national de recherche et de développement agronomique, Ministère du développement rural, République islamique de Mauritanie Nouakchott. 28p

DIALLO T. A. et SUBSOL S., 2004. Note de capitalisation sur la filière riz en Guinée, Projet de dynamisation des filières vivrières, Service suivi-évaluation information communication, Bureau Central des Etudes et de la Planification Agricole, Ministère de l'agriculture et de l'élevage, Conakry, 2004, République de Guinée, Pp 3-5..

DNS, 2010. Rapport national sur le recensement général de la population, Direction Nationale des Statistiques, Ministère du Plan, Conakry, 2010, Guinée, 287p.

FAO, 2007. Elaboration d'un programme d'assistance technique pour les pays de l'Afrique de l'ouest – rapport pays – République de Guinée, Conakry, 2007, 217p.

FAO, 2010a. Perspectives de récolte et situation alimentaire. Bulletin d'informations n° 4 décembre 2010, FAO, Rome, Italie, 40 p.

FAO, 2010b. Pour une agriculture intelligente face au climat, Politiques, pratiques et financement en matière de sécurité alimentaire, d'atténuation et d'adaptation, FAO, 2010. Rome, Italie, 55p.

FAO, 2011a. Suivi du marché de riz-Avril 2011, 4p.

- FAO, 2011b.** Annuaire statistique de la FAO (FAOSTAT).
- GRET/FAMV, 2004.** Manuel agronomie tropicale-Exemple appliqué à l'agriculture Haïtienne ; France, 2004. 49p
- IFDC, 2003.** Adapting Nutrient Management Technologies Project (ANMAT). A project supported by International Fund for Agricultural Development (IFAD), Rome, Italie, 2003, 5p.
- IFDC, 2010.** Fiche d'information, publication conjointe du Projet MIR Plus UEMOA-CEDEAO, mise en oeuvre par l'IFDC, N°6, décembre 2010, IFDC, Ouagadougou, Burkina Faso, 1p
- IFDC, 2011.** Fiche d'information, publication conjointe du Projet MIR Plus et l'Initiative PPU/SAADA menée par le Programme de Gestion des Ressources Naturelles de l'IFDC. Fiche d'information, N°6, octobre 2011, IFDC, Ouagadougou, Burkina Faso, 4p.
- Kerne, M.A., 2007.** Agriculture de développement rural, l'azola, une technique de l'amélioration de l'utilisation de l'azote ; Zeutrumfür Entwicklungsforschung (Centre d'étude pour le développement) ; Bonn, Allemagne. 1p.
- LACHARME M., 2001a.** Fascicule 2, Le plant de riz. Données morphologiques et cycle de la plante, « Mémento Technique de Riziculture », France, 2001, 22p.
- LACHARME M., 2001b.** Fascicule 6, la fertilisation minérale du riz, « Mémento Technique de Riziculture », France, 2001, 19p.
- LACHARME, 2001,** Fascicule 2, le plant de riz, données morphologiques et cycle de la plante, « mémento technique de riziculture », France. 5p.
- Mémento de l'agronome, 2010.** Ministère de la coopération française, Paris, France, 1561 p.
- Météo. Kindia, 2013.** Service Régional de la Météorologie de Kindia, 2013, Guinée
- Monographie nationale, 2000.** Monographie nationale de l'horticulture, 2000, Conakry, République de Guinée, 237p.
- NYAKU, K.E., 2011.** Etude de rentabilité de l'utilisation de la technologie du placement en profondeur de l'urée (PPU) en riziculture de Bas-fond : cas de la station d'expérimentation agronomique de Tchitchao (Préfecture de la Kozah) ; mémoire de fin d'étude pour l'obtention

du Diplôme d'ingénieur agronome (Agro-économie) ; école supérieure d'agronomie ; Lomé. Togo.42p.

OUANGRE, T. G. F. P., 2013. Effet du précédent cultural et de la fertilisation azoté sur la production du riz pluvial strict en zone Sud-soudanienne du Burkina. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur de l'Institut polytechnique rural de formation (IPR/IFRA) de Katibougou 61p.

PAGES, 2005. Gestion de l'azote des fumiers ; comment réduire les pertes ? Programme d'atténuation des gaz à effet de serre (PAGES) pour le secteur agricole canadien. Agriculture et agroalimentaire Canada 7p.

Peyraud, J.L., 2012. Le flux d'azote liés aux élevages, réduire les pertes, rétablir les équilibres. Expertise scientifique collective, synthèse du rapport, INRA. France. 12p.

PNDA, 2007b. Politique Nationale de Développement Agricole, Résumé exécutif, Ministère de l'Agriculture, Conakry, 2007, République de Guinée, 59p.

PNIA, 2010. Plan National d'Investissement Agricole 2010-2015, Ministère de l'Agriculture, Conakry, 2010, République de Guinée, 38p.

PNIA-SA, 2013. Plan National d'Investissement Agricole et de Sécurité Alimentaire 2013-2017, Ministère de l'Agriculture, Conakry, 2013, République de Guinée, 104p.

PRESAO, 2011. Programme de Renforcement et de Recherche sur la Sécurité Alimentaire en Afrique de l'Ouest West Africa Food Security Capacity Strengthening and Research Program, Etude sur la compétitivité du riz local en Guinée, Rapport Final N° 4- 2011-11 - Riz Novembre 2011, 24p

Problématique du riz en Guinée, 2006. Ministère de l'Agriculture, Conakry, République de Guinée, 18p.

Rapport De Grain, 2009. Le riz Nerica un piège pour les petits producteurs africain 13p.

Saidou et al. J. Appl. Bioci, 2014. Effet de l'urée et du NPK perlés et super granulés sur la productivité des variétés de riz IR 841 et Nerica L14 au Benin. Journal of applied Biosciences 77 : 6575-6589

SNDR, 2009. Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture, Bureau de Stratégie et de Développement, Ministère de l'Agriculture, Conakry, 2009, République de Guinée, 24p.

SNSA, 2003. Service National des statistiques Agricoles, Rapport national, Conakry, 2010, République de Guinée, 11p.

TRAORE, M.A., 2009. Contribution de l'urée super granulée dans l'amélioration de la production du riz irrigué sur la plaine de Bagré au Burkina Faso ; mémoire de fin de cycle pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur du développement rural ; Université polytechnique de Bobo Dioulasso ; Institut du développement. Burkina Faso. 61p.

YAMEOGO P. L., 2009. Contribution des granules d'urée dans l'amélioration de l'efficacité agronomique de l'azote en riziculture irriguée : Cas de la Vallée du Kou au Burkina Faso, mémoire d'ingénieur du développement rural. UPB, Burkina Faso 60p.

YAMEOGO P. L., 2012. Placement profond de l'urée et amélioration de l'efficacité d'utilisation de l'azote en riziculture irriguée : Cas du périmètre rizicole de Karfiguéla au Burkina Faso. Mémoire de Diplôme d'Etudes Approfondies (DEA), 2012, UPB, Burkina Faso, 71p.

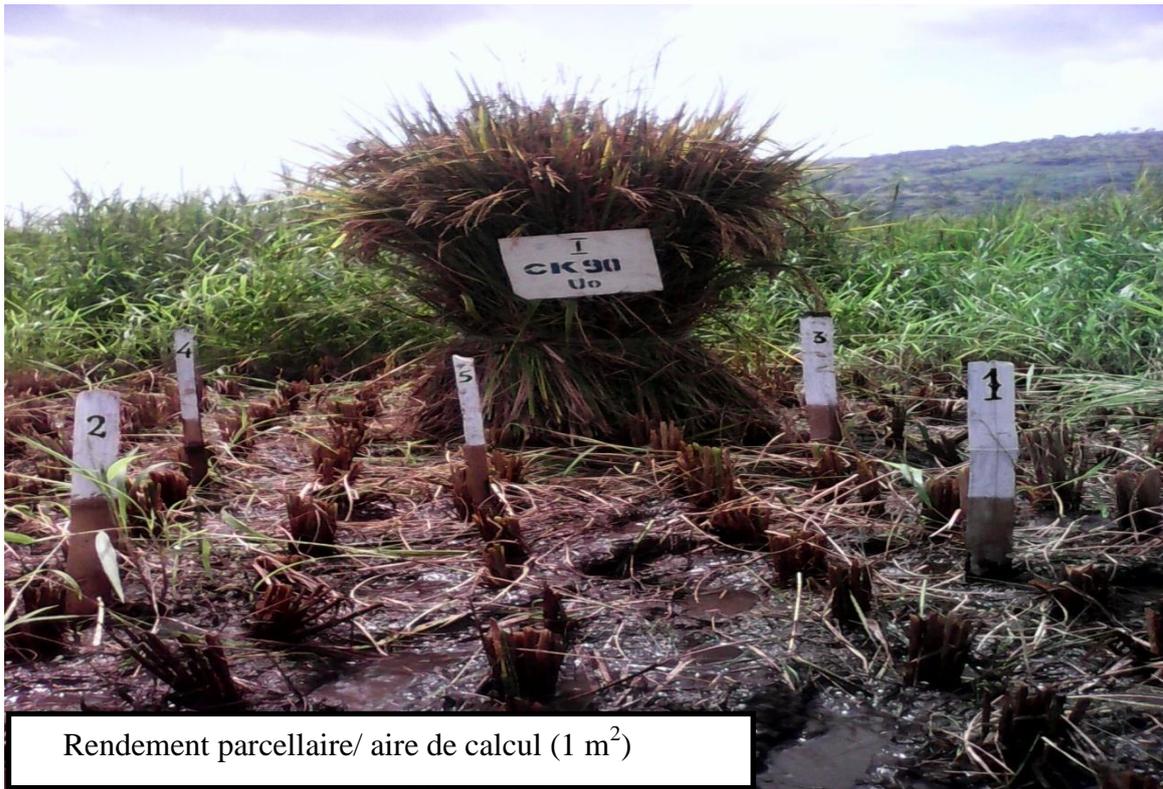
YOMBOUNO, A. et BAH S., 2012. VECO West Africa, Rapport synthèse étude de la filière riz en Guinée, Conakry, 2012, République de Guinée, 67p

Webographie [http : www.grain.org/go/nerica-fr](http://www.grain.org/go/nerica-fr). consulté le 22/10/2014.

Annexe

Annexe 1 : photos des différentes activités de la culture du riz





Rendement parcellaire/ aire de calcul (1 m²)

Annexe 2 : Variation des rendements paddy et paille en fonction du traitement.

Variables	Variétés	Modes de fertilisation				Pr > F	Signif.
		U0	U1	U2	U3		
Rendement Paddy	CK21	1,51 Aa	3,93 Ba	4,99 Ca	4,59 Bca	<.001	HS
	CK801	1,68 Aa	4,36 Bb	5,31 Cb	4,85 Cb	<.001	HS
	CK90	2,21 Ab	5,03 Bb	6,09 Cc	5,77 BCc	<.001	HS
	Pr > F	<.001	<.001	<.001	<.001		
	Signif.	HS	HS	HS	HS		
Rendement Paille	CK21	2,57 Aa	4,23 Ba	5,22 Ca	3,86 Ba	0.008	HS
	CK801	3,04 Aa	3,94 Ba	4,65 Ba	4,19 Ba	0.019	S
	CK90	3,38 Aa	4,66 Ba	4,77 Ba	4,48 Ba	0.090	NS
	Pr > F	0.014	0.020	0.334	0.248		
	Signif.	S	S	NS	NS		

Annexe 3 : Résultats d'analyse du sol

N°	Référence	Profondeur cm	Granulométrie, %					Texture (FAO)	pH		MO %	C %	N total %	C/N	P ₂ O ₅ total mg/kg	P ₂ O ₅ assim mg/kg	CEC méq/100g de sol
			A	LF	LG	SF	SG		H ₂ O	KCl							
1	Domaine expérimental, bas-fond station Kilissi	0 - 30	26.20	-	10.0	6.0	57.00	LAS	5.3	4.7	2.75	1.59	0.13	12.2	0.08	3.2	8.8

N.B : LAS = limon argilo-sableux

Source : Service national des sols et du foncier rural (SENASOL-FR), 2013

Méthodes d'analyse

Granulométrie (5 fractions, %) : densimétrie et tamisage à l'eau ;

pH : Électrométrie ;

Carbone organique : Anne ;

Matière organique : Anne ;

Azote : Kjeldahl ;

Phosphore : Colorimétrie ;

Capacité d'Echange Cationique (CEC) : Kappen. 53

ECHELLE D'INTERPRETATION

Equilibre carbone – azote : C/N (Boyer, 1982):

C/N < 9 : la minéralisation très rapide MO ;

C/N , entre 9 et 12 : minéralisation normale MO ;

C/N entre 13 et 25 : les processus d'accumulation MO l'emportent sur la minéralisation;

C/N >25 : l'arrêt de la minéralisation MO ;

Capacité d'échange cationique (CEC), (S.Bourgeois, 1982) : (Campagne HACH, 1993) :

Echelle du phosphore

< 2 méq/100g de sol : très basse; 0 à 5 ppm : très faible ;

2 à 5 méq/100g de sol : Basse ; 6 à 12 : faible ;

5 à 10 méq/100g de sol : moyenne ; 13 à 25 : moyen ;

20 méq/100g de sol : Elevée ; 26 à 50 ppm : Fort ;

➤ 20 méq/100g de sol :très élevée.> 50 ppm : très fort.

Echelle du pH (S. Bourgeois, 1982):

Carbone organique (S.Bourgeois, 1982) :

< 4.5 ;très acide ; < 0.080 : basse ;

Annexe 4 : Données sur les paramètres agronomiques

Rep	Modes app	Varietes	Haut(cm)	Panic/m2	grain/pa ni	Talles/m2 /30j	Talles/m2/ 60j	%sté ri	P 1000 graines (gr)	Rdt paddy t/ha	Biomasse t/ha
1	U0	CK21	122,2	60	118	58	67	27	20	1,50	2,2
1	U0	CK90	114,8	130	130	131	137	23	30	2,20	2,7
1	U0	CK80 1	118,2	110	128	75	74	25	31	1,80	2,3
1	U1	CK21	138,2	68	121	65	115	20	34	4,00	4,0
1	U1	CK90	128,2	142	135	138	147	18	34	4,93	4,1
1	U1	CK80 1	130,6	119	132	111	123	22	34	4,23	3,8
1	U2	CK21	150,8	71	124	70	135	15	34	5,00	4,8
1	U2	CK90	129,9	147	138	145	152	9	35	6,05	5,0
1	U2	CK80 1	134,9	117	136	120	123	21	34	5,60	4,9
1	U3	CK21	124,9	76	126	76	82	20	33	5,00	4,5
1	U3	CK90	114,9	151	141	74	114	20	35	5,85	4,7
1	U3	CK80 1	120	122	139	76	127	20	33	4,76	4,1
2	U0	CK21	123,8	62	117	56	66	26	29	1,60	2,7
2	U0	CK90	118,2	128	128	132	135	22	33	2,50	3,8
2	U0	CK80 1	123	110	128	104	80	24	37	2,00	3,4
2	U1	CK21	140,2	66	122	60	112	19	31	4,02	4,3
2	U1	CK90	131,8	143	137	140	146	16	34	5,00	4,9
2	U1	CK80 1	132,6	117	132	106	124	21	34	4,42	3,9
2	U2	CK21	151,6	69	123	74	138	12	32	5,05	6,1
2	U2	CK90	134	145	136	148	155	6	37	6,08	5,7
2	U2	CK80 1	134,9	116	124	121	125	20	31	5,49	5,0
2	U3	CK21	137,0	77	139	79	81	20	31	4,58	3,5
2	U3	CK90	134,4	149	140	106	115	18	33	5,74	4,5
2	U3	CK80 1	135,0	123	116	118	128	20	34	4,65	4,1
3	U0	CK21	122,9	61	118	59	66	26	26	1,70	2,9
3	U0	CK90	114,7	127	130	130	135	21	28	2,22	3,7
3	U0	CK80 1	120,9	108	127	109	88	24	28	1,99	3,4
3	U1	CK21	141,5	66	123	63	118	21	31	4,30	4,4
3	U1	CK90	132,8	141	138	139	146	15	31	5,17	5,0
3	U1	CK80 1	134,8	119	131	107	125	23	32	4,50	4,1
3	U2	CK21	152,8	71	123	73	136	13	31	5,12	4,7
3	U2	CK90	132,8	147	138	147	153	10	39	6,15	3,7
3	U2	CK80 1	135,0	118	125	116	123	22	33	5,38	4,1
3	U3	CK21	133,5	78	141	78	83	22	32	5,00	3,5
3	U3	CK90	128,4	150	140	108	113	25	30	5,65	4,3
3	U3	CK80 1	135,0	124	128	119	129	26	31	4,50	4,5