

BURKINA FASO
UNITE-PROGRES-JUSTICE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE ET SUPERIEUR

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE

Présenté en vue de l'obtention du

DIPLOME DE MASTER EN PRODUCTION VEGETALE

THEME :

Effet des rotations et des fumures à base du Burkina Phosphate sur la croissance et le rendement du riz pluvial strict dans la zone soudanienne du Burkina Faso.

Présenté par **Lotio Aïda : OUATTARA**

Directeur de mémoire : **Dr Fernand SANKARA**

Maître de stage: **Dr. Karim TRAORE**

N° : 2014 /MaPV

Mai 2014

DEDICACE

A

ALLAH, le tout Puissant et Miséricordieux,

Nos parents : Salifou OUATTARA et Fanta TOE

Ces deux êtres très chers qui, depuis l'enfance n'ont cessé de guider, accompagner chacun de mes pas. Retrouvez en cette œuvre la confiance et les bénédictions que vous m'avez toujours accordées.

Nos enfants et leur père : Asma Imane Naba KEÏTA ; Ahmad Souleymane Ridoine ;
Adama KEÏTA ;

Nos frères et sœurs : Zié Fadi Mohamed ; Aminata ; Djamila ; Fahiza ; Ramatou

Nos nièces : Nourelle et Jalila TRAORE. ;

Nos oncles ; nos tantes ; nos cousines ; nos cousins ;

Que DIEU vous donne santé et longue vie !

TABLE DES MATIÈRES

Sommaire	Pages
DEDICACE.....	i
REMERCIEMENTS	iv
SIGLES ET ABREVIATIONS	v
LISTE DES TABLEAUX.....	vi
LISTE DES FIGURES	vi
RESUME.....	vii
INTRODUCTION.....	1
CHAPITRE I : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
I. CONNAISSANCES SUR LA PLANTE DE RIZ	4
I.1. Origine et aire de répartition	4
I.2. Systématique	4
I.3. Morphologie du plant du riz.....	5
I.3.1. Organes végétatifs	5
I.3.2. Organes reproducteurs.....	6
I.4. Cycle du riz	6
I.4.1. Phase végétative	6
I.4.2. Phase reproductive.....	7
I.4.3. Phase de maturation ou remplissage des graines.....	7
I.5. Ecologie du riz	8
I.5.1. Exigences climatiques	8
I.5.2. Exigences édaphiques.....	9
II. FERTILISATION DU RIZ	10
II.1. Types de Fumures	10
II.1.1. Fertilisation organique.....	10
II.1.2. Fertilisation minérale.....	10
II.1.3. Fertilisation organo-minérale	13
II.2. Burkina Phosphate	13
II.3. Importance des rotations culturales dans la fertilisation.....	17
III. RIZICULTURE AU BURKINA FASO	18
III.1. Importance de la riziculture	18
III.2. Types de riziculture	19

III.3. Principales contraintes de la riziculture.....	20
IV. Techniques culturales du riz pluvial strict	22
IV.1. Systèmes de culture	22
IV.2. Préparation du sol.....	22
IV.3. Doses et densités de semis.....	23
IV.4. Dates de semis	23
IV.5. Fertilisation	23
IV.6. Entretiens.....	23
IV.7. Récolte et conservation	24
CHAPITRE II : MATERIEL ET METHIDES	25
I- Présentation de la zone d'étude	26
II. Matériel végétal.....	28
III. Méthodes et matériels	28
III.1. Fumures appliquées	28
III.2. Les outils de travail du sol	29
III.3. Dispositif expérimental.....	29
III.4. Conduite de l'essai.....	33
III.5. Collecte des données	33
III.6. Traitement et analyse statistique des données	34
CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSION	35
I. Résultats	33
I.1. Evolution des paramètres pH, C et azote en fonction des rotations.....	33
I.2. Evolution des paramètres pH, Carbone et azote en fonction des fumures.....	33
I.3. Croissance des plants du riz en fonction des rotations et des fumures à 60 jours après semis	34
I.4. Effet du précédent cultural riz, maïs et coton sur le rendement en grains, le poids des pailles et le poids de 1000 grains du riz.....	36
I.5. Effet des fumures sur les rendements en grains ; le poids de la paille et le poids de 1000 grains du riz	37
I.6. Evolution de la pyriculariose foliaire en fonction des rotations et des fumures	38
II. DISCUSSIONS	39
CONCLUSION ET PERSPECTIVES	41
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	42
ANNEXES.....	ix

REMERCIEMENTS

Le présent rapport est l'aboutissement d'un processus de formation au cours duquel nous avons bénéficié du soutien de plusieurs personnes. C'est le lieu pour nous de leur témoigner toute notre gratitude :

- Pr Irénée SOMDA, Directeur de l'IDR (UPB) ;
- Dr Mamadou TRAORE, Directeur Adjoint aux Affaires Pédagogiques (DAAP) et l'ensemble du corps enseignant ;
- Dr Fernand SANKARA, notre Directeur de Mémoire ;
- Dr Jacob SANOU, Directeur de la DRREA-Ouest, station de recherche Farako-Bâ ;
- Dr Karim TRAORE, notre maître de stage, pour avoir accepté la tutelle scientifique de ce travail, mais aussi pour tout le soutien matériel et financier qu'il nous a apporté. Nous lui réitérons nos sincères remerciements pour tous les efforts consentis ;
- M. Adama TRAORE, pour son appui technique. Il a su nous guider et conseiller durant tout le stage;
- M. Abdramane SANON, pour avoir guidé avec égard ce travail. Nous lui sommes reconnaissant pour sa disponibilité et toutes ses aides dans la réalisation de ce rapport ;
- M. SANOU Lassina, pour ses conseils techniques.
- Les chercheurs du programme GRN/SP ;
- Les techniciens du programme GRN/SP : Issa TRAORE, Alpha Yaya TRAORE, Amoro OUATTARA, Ardjouma OUATTARA, Roméo TRAORE, Mamourou OUATTARA, Pascal SAVADOGO pour leur contribution à la mise en place de l'essai et leurs multiples conseils ;
- Mmes les secrétaires du programme GRN/SP et programme Coton pour leur disponibilité ;
- Ma famille pour tout l'amour qu'elle m'a toujours apporté ;
- Nos camarades stagiaires, tous nos camarades et amis (es).

A toutes et à tous, franchement merci !

SIGLES ET ABREVIATIONS

ADRAO :	Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest
BP :	Burkina Phosphate
DGPER :	Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale
FAO :	Food and Agricultural Organization
FKR :	Farako-Ba Rice
GRN/SP :	Gestion des Ressources Naturelles/Système de Production
IDR :	Institut du Développement Rural
INERA:	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
IRRI :	Institut International de Recherche sur le Riz
JAS :	Jour Après Semis
MAHRH:	Ministère de l'Agriculture de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques
SNDR :	Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture
UPB :	Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso

LISTE DES TABLEAUX

	<i>Pages</i>
Tableau 1 : Caractéristiques physiques et chimiques des sols de Farako-Bâ.....	27
Tableau 2 : Caractéristiques des variétés de maïs et de coton utilisées.	28
Tableau 3 : Liste des traitements secondaires (fumures) dans les parcelles principales.....	28
Tableau 4 : Quantités totales d'éléments N, P, K, S et B appliquées selon la culture	29
Tableau 5 : Liste des traitements principaux (rotations)	30
Tableau 6 : Evaluation du pH, pH, Carbone et Azote en début de campagne et fin de campagne en fonction des rotations	35
Tableau 7 : Evaluation du pH, Carbone et Azote en début de campagne et fin de campagne en fonction des fumures	36
Tableau 8: Hauteur des plants riz en fonction des rotations à 60 jours après semis.....	36
Tableau 9 : Taille des plants en fonction des fumures.....	37
Tableau 10 : Nombre moyen de talles par plants de riz en fonction des rotations	37
Tableau 11 : Nombre moyen de talles par plant en fonction des fumures à 60 jours après semis	38
Tableau 12 : Rendement grains, paille, poids de 1000 grains en fonction des rotations	39
Tableau 13 : Rendement grains, paille, poids de 1000 grains en fonction des fumures	40
Tableau 14 : Incidence de la pyriculariose foliaire en fonction des rotations selon les types de fumures.....	40

LISTE DES FIGURES

	<i>Pages</i>
Figure 1 : Les différentes phases de développement du riz.....	7
Figure 2 : Pluviométrie de la station de Farako-Bâ en 2013	26
Figure 3 : Plan de masse de l'essai système.....	31

RESUME

Au Burkina Faso, le riz est stratégique et source de sortie de devises. Pour diminuer la sortie massive de devises, il est indispensable de booster la production nationale. L'augmentation de la production du riz passe par une gestion de la fertilité des sols en riziculture. Ces travaux ont pour objectif d'étudier l'effet des rotations et des fumures à base du Burkina Phosphate (BP) sur la croissance et le rendement en grain du riz pluvial strict.

Cette étude a été conduite au Burkina Faso dans la zone soudanienne à la station de recherches agricoles de Farakô-Bâ. Le dispositif utilisé pour réaliser ce travail est un split-plot où on a comparé 12 traitements principaux (rotations) et 6 traitements secondaires (types de fumure) répétés quatre (4) fois. La taille de la parcelle principale est de 136 m² et celle de la parcelle secondaire est de 20 m².

Nos résultats ont montré en fin de campagne que les rotations maïs-riz et coton-riz permettaient d'augmenter respectivement le pH du sol de 0,49 et 0,34. L'application du BP + Compost + Urée permet d'augmenter le pH du sol de 0,52 unité de pH en fin de campagne dans le système de culture riz. Les teneurs en azote et carbone sont restées constantes dans les rotations coton-riz comparativement aux autres rotations. La rotation coton-riz a induit la plus grande croissance des plantes de riz. Les meilleurs rendements en grains, en pailles et poids de 1000 grains sont obtenus dans les rotations coton-riz. Les meilleures croissances des plantes de riz sont observées avec la fumure BP + Compost + Urée et BP + Urée. Les fumures BP + Compost + Urée et BP + Urée ont enregistré le meilleur rendement en grain et en paille, et poids de 1000 grains.

Quant à la pyriculariose foliaire du riz, des résultats satisfaisants ont été obtenus. Les notes moyennes ont varié de 0 à 2.

La rotation coton-riz est celle, qui a présenté les meilleurs résultats en termes de rendement en grain du riz, rendement en paille et poids de 1000 grains. La fumure BP + Compost + Urée est la meilleur fumure, car elle a présenté de bons résultats en terme de rendement en grain, rendement en paille et poids de 1000 grains.

Mots clés : Rotations, fumures, croissance, rendement, riz pluvial strict.

ABSTRACT

In Burkina Faso, rice is strategic and output source of foreign exchange. To reduce the massive outflow of foreign exchange, it is essential to boost domestic production. Increasing rice production through management of soil fertility in rice. This work aims to study the effect of rotations and manure based Burkina Phosphate (BP) on the growth and grain yield of upland rice strict.

This study was conducted in Burkina Faso in the Sudan region to agricultural research station Farako-Ba. The device used for this work is a split-plot which compared 12 major treatments (rotations) and 6 secondary treatment (type of fertilizer) repeated four (4) times. The size of the main plot is 136 m² and the second parcel is 20 sqm.

Our results showed that late-season rotation, but cotton-rice and rice respectively allowed to increase soil pH of 0.49 and 0.34. Application of BP Urea Compost increases soil pH 0.52 pH units later in the season in the rice cropping system. The carbon and nitrogen contents remained constant in cotton rice rotations compared to other rotations. Rotation cotton rice induced the greatest growth of the rice plants. The best yields grain, straw and grain weight of 1000 were obtained in rotations cotton rice. The highest growth of rice plants were observed with manure compost BP and BP Urea Urea. The Compost manure BP and BP Urea Urea recorded the best grain and straw yield and 1000 kernel weight.

As to rice leaf blast, satisfactory results were obtained. The average scores ranged from 0-2. The rotation is the cotton-rice, which presented the best results in terms of grain yield of rice straw yield and 1000 kernel weight. BP Urea fertilizer Compost is the best fertilizer because it has presented good results in terms of grain yield, biomass yield and grain weight of 1000.

Keywords: Rotations, fertilizers, growth, yield, strictly rainfed rice.

INTRODUCTION

Le riz est l'une des céréales la plus consommée au monde après le blé. Elle constitue la principale source d'aliment pour environ 40% de la population mondiale (ADRAO, 1996). Les principaux pays producteurs sont les pays asiatiques qui assurent à eux seuls 92% de la production mondiale, les 8% restant se répartissent sur les autres continents (EUREKA, 2005).

En Afrique, le riz est devenu l'une des principales céréales consommées. Au Burkina Faso, le riz occupe la quatrième place sur le plan de la production et de la commercialisation céréalières après le sorgho, le mil, le maïs. Le riz est spécifique à cause de sa forte consommation et les sorties de devises (EUREKA, 2005). Le Burkina Faso présente une consommation de riz en constante augmentation alors que la production nationale de riz ne couvre à peine que 47% des besoins de la population. Les importations de riz ont pratiquement triplé en 10 ans, passant de 137 185 tonnes en 1998 à 305 180 tonnes en 2006 pour des valeurs respectives de 26,8 milliards à plus de 37,8 milliards de F CFA (DGPER, 2011). Pour réduire cette sortie massive de devises et augmenter la production nationale, l'Etat burkinabè a entrepris une politique nationale visant à booster la production du riz local à l'horizon 2015. L'Etat a mis à la disposition des producteurs 7 000 tonnes de semences améliorées et 21 tonnes d'engrais dont le coût total s'élève à 16 milliards de Francs CFA (DGPER, 2011). Dans le but de contribuer à l'amélioration de la production du riz, la structure nationale de recherche a mis au point un paquet technologique de protection intégrée contre les ravageurs de riz et une formule d'engrais adaptée à la culture du riz irrigué (BADO et OUATTARA, 2002 ; EUREKA, 2005).

Cependant, peu d'études ont été menées pour évaluer l'effet des rotations sur la productivité du riz. Par ailleurs, la production du riz pluvial strict est confrontée à des contraintes de fertilisation. L'utilisation d'engrais en Afrique Subsaharienne est seulement de 8 kg/ha (STROORVOGEL et SMALING, 1990).

Selon, INERA(1994), la fertilisation intervient souvent pour 40 à 60% du coût de production du riz. Pour réduire ce coût, les ressources organo-minérales et locales comme le Burkina phosphate (BP) et le fumier peuvent être utilisées comme fertilisants sur le riz (BADO *et al.*, 1997). L'intégration du riz pluvial dans le système de production reste indispensable si l'on veut développer cette spéculation qui donne des résultats intéressants.

Cette étude sur le thème « **Effet des rotations et des fumures à base du Burkina Phosphate (BP) sur la croissance et le rendement du riz pluvial strict dans la zone soudanienne du Burkina Faso** » s'inscrit dans le cadre d'une valorisation des ressources locales en vue de développer des technologies de gestion de la fertilité des sols à moindre coût pour la production du riz pluvial strict. Les questions de recherches qui se dégagent sont : quelles sont les effets des rotations des cultures sur le rendement et la croissance du riz pluvial strict ?, quel est la réponse du riz pluvial strict à la fertilisation à base du BP?; la combinaison des rotations des cultures et des fumures ont-elles un effet sur la croissance et rendement du riz pluvial strict ?.

Afin de contribuer à l'augmentation de la production du riz pluvial strict, il s'agira d'identifier les meilleures rotations des cultures sur la croissance et le rendement du riz pluvial strict ; ensuite de mettre en évidence la réponse du riz pluvial strict à la fertilisation à base du BP et enfin de déterminer l'effet induit par la combinaison des rotations des cultures et des fumures à base du BP en terme de maladie, de rendement et de croissance du riz pluvial strict.

Le plan de notre étude s'articule en ces grands points suivants : une introduction générale ; la revue bibliographique en chapitre I ; matériels et méthodes en chapitre II ; résultats et discussions en chapitre III, conclusion et perspectives ; références bibliographique et enfin annexes.

CHAPITRE I :
REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

I. CONNAISSANCES SUR LA PLANTE DE RIZ

I.1. Origine et aire de répartition

Le riz est une Poacée annuelle, appartenant à la sous famille des Orizoideales et la section des Orizeaes du genre *Oryza* (ANGLADETTE, 1966). Deux espèces de riz sont actuellement cultivées dans le monde : *Oryza sativa* L., originaire d'Asie et *Oryza glaberrima* STEUD, originaire du delta central du fleuve Niger en Afrique de l'Ouest. Ces deux espèces dériveraient d'une forme ancestrale commune (CHANG, 1976 cité par NACRO, 1994). Les deux espèces sont diploïdes $2n=24$ (ARRAUDEAU, 1998). L'aire de culture de la plante s'étend depuis la frontière de l'ex-URSS-Chine, de 53° de latitude Nord à 40° de latitude Sud. Le riz est cultivé sous des climats frais d'altitude, dans le désert chaud du Pakistan, sur des terrains secs d'Afrique et d'Asie (NACRO, 1994).

I.2. Systématique

Les riz cultivés appartiennent au genre *Oryza* L. de la tribu des oryzées et de la famille des Graminées (ANGLADETTE, 1966). L'espèce africaine *Oryza glaberrima* STEUD est issue de *Oryza. Breviligulata*, elle-même venant de l'espèce pérenne à rhizome *Oryza. longistaminata*. Le riz asiatique *Oryza sativa* L., issu d'*O. Rufipogon* présente deux sous-espèces qui sont indica et japonica (LACHARME, 2001).

- *Oryza sativa* L : c'est l'espèce à laquelle appartient la quasi-totalité de variétés cultivées ; il est originaire d'Asie et a été introduite en Afrique par les Portugais dans les années 1500 (PORTERES, 1956). C'est une espèce à ligule entière dont la panicule à maturité est retombante. Elle est caractérisée par le génome A à l'état diploïde ($2n = 24$). On reconnaît trois races éco-géographiques de *Oryza sativa* qui sont : *indica*, *japonica* et *javanica* (ANGLADETTE, 1966). Le type indica est originaire des régions humides de l'Asie tropicale et subtropicale. Les japonica sont limités aux régions tempérées et subtropicales. Les javanica sont cultivés dans certaines parties de l'Indonésie.

- *Oryza glaberrima* STEUD: originaire du delta central nigérien, il s'est étendu il y a environ 3500 ans vers les côtes : la Guinée Conakry ; la Guinée Bissau ; la Gambie et le Sénégal. Quelques caractères morphologiques permettent de distinguer les deux espèces de riz cultivées.

- la ligule est arrondie et tronquée chez *Oryza glaberrima* STEUD alors qu'elle est pointue et longue chez *Oryza. sativa*. L. ;

- à maturité, la panicule reste dressée chez *Oryza glaberrima* STEUD alors qu'elle retombe en forme de crosse chez *Oryza sativa*. L. ; en général, on rencontre un plus grand nombre

d'épillets sur les panicules de l'espèce asiatique qui, d'autre part, possède des ramifications d'ordre III et IV (ARRAUDEAU, 1998), ce qui n'est pas le cas chez l'espèce africaine.

I.3. Morphologie du plant du riz

Le plan de riz est une plante annuelle à chaume rond, creux et articulé, à limbe plutôt plat et sessile et avec une panicule terminale.

La morphologie de la plante de riz est constituée par les organes végétatifs et les organes reproducteurs.

I.3.1. Organes végétatifs

I.3.1.1 Les racines

Elles sont fibreuses (ADRAO, 1995), comportant des radicules ou racines séminales, et des racines nodales ou racines adventives (ARRAUDEAU, 1998). Les radicules ou racines séminales émergent au moment de la germination et possèdent une vie éphémère. Les racines secondaires ou adventives apparaissent au tallage à partir des nœuds souterrains de la tige, puis sur les nœuds supérieurs (TRAORE, 2009). Le système racinaire est très abondant et ramifié chez les variétés aquatiques alors qu'il se présente moins ramifié, de plus grand diamètre et plus profond chez les variétés pluviales (ANONYME, 2002). Pourvue tout d'abord d'un manchon de poils absorbants, il se ramifie dès qu'elle atteint 2 à 3 cm de longueur (ARRAUDEAU et VERGARA, 1992). Un pied de riz peut comporter plus de 2000 racines dont chacune porte 10 à 30 radicelles. Les radicelles portent à leur tour de nombreux poils absorbants (DOBELMANE, 1976).

I.3.1.2. La tige ou chaume

La tige de riz est constituée d'un certain nombre de nœuds et d'entre-nœuds. Chaque nœud porte une feuille et un bourgeon (SIE *et al.*, 2009). A l'aisselle des feuilles inférieures de la tige primaire le bourgeon nodal peut donner naissance à une tige secondaire ou talle. Le talle primaire pousse à partir du nœud le plus bas et donne naissance aux talles secondaires, ceux-ci donnent à leur tour naissance à des talles tertiaires (LACHARME, 2001).

I.3.1.3. La Feuille

Selon SIE *et al.*, 2009, la feuille de riz est constituée essentiellement de deux parties qui sont : la gaine foliaire et le limbe. Le limbe, long, étroit et plan est généralement pubescent chez *Oryza sativa* L. et glabre chez *Oryza glaberrima* STEUD. Il est rattaché au nœud par la gaine

(ADRAO, 1995). La dernière feuille sous la panicule est appelée : feuille paniculaire. Elle reste dressée et est un précurseur de l'apparition des inflorescences (ANGLADETTE, 1966).

I.3.2. Organes reproducteurs

I.3.2.1. L'inflorescence

C'est une panicule ramifiée de 20 à 40 cm pouvant porter environ 100 fleurs ou épillets (ANONYME, 2002). Les ramifications primaires sont appelées racèmes et les ramifications secondaires sont appelés les axiles (ADRAO, 1995). Chaque épillet prend naissance sur le pédicelle qui le relie à la branche paniculaire et est constitué de deux petites glumes ou glumelles à la base d'une fleur. La fleur comporte un pistil et des étamines (6 environ) (SIE *et al.*, 2009). Le riz est une plante autogame (ADRAO, 1995).

1.3.2.2. Grain ou Paddy

A maturité les glumes et le caryopse issus du développement de l'ovaire constitue le grain ou paddy (ANONYME, 2002). Il comprend l'ovaire mûr, la glumelle supérieure et inférieure, la rachila, les glumelles stériles et parfois la barbe. L'embryon est fusionné à l'endosperme (ADRAO, 1995).

I.4. CYCLE DU RIZ

Selon SIE *et al.* (2009), la période de croissance du plant de riz comprend dix stades repartis de 0 à 9. Le stade 0 correspond au stade de germination et le stade 9 à celui de la maturité. Les différentes phases de croissance et de développement sont : la phase végétative, la phase reproductive et la phase de maturité ou remplissage de grain (Figure n° 2). Ces différentes phases sont sous la dépendance de divers facteurs que sontx : l'humidité, la nutrition et surtout la température et la durée du jour.

I.4.1. Phase végétative

Elle va du semis jusqu'à la phase de montaison. D'une durée de 45 à 60 jours, elle comprend :

- La germination d'une durée de 5 à 20 jours ;
- La levée qui va de l'émergence jusqu'au stade 4 feuilles ; sa durée varie de 15 à 20 jours ;
- Le tallage commence à partir du stade 5 feuilles avec une durée variable qui dépend des conditions climatiques et de la variété. Le tallage s'arrête à partir de l'initiation paniculaire (LACHARME, 2001) ;

- La montaison qui correspond au moment où la feuille paniculaire apparaît des nœuds situés au niveau du sol s'allongent et la plante prend sa forme définitive (TRAORE, 2009).

I.4.2. Phase reproductive

Elle s'étale de 21 à 30 jours (ADRAO, 2009) et comprend :

- l'initiation paniculaire qui correspond à la sortie de la panicule, de la gaine et de la feuille paniculaire de ce stade la panicule est de couleur blanche ;

- l'épiaison: c'est le dégagement progressif de la panicule de la gaine foliaire. L'émergence de 50% des panicules est appelée mi-épiaison et 90% des panicules est l'épiaison complète (ADRAO, 1995) ;

- La floraison correspond à la sortie des épillets. L'ouverture de l'épillet et de l'anthere dépend, dans une certaine mesure des conditions climatiques. Il semble qu'en culture sèche les riz fleurissent plus tôt qu'en culture aquatique (ANGLADETTE, 1966).

I.4.3. Phase de maturation ou remplissage des graines

Après la pollinisation intervient la fécondation. L'ovaire commence à se gonfler et à se développer. Des grains riches en amidon se forment, d'abord liquides puis pâteux, ils finissent par se durcir (TRAORE, 2009). Cette phase dure 30 à 45 jours selon les conditions de température et d'humidité du milieu (SIE *et al.*, 2009). La plante est autogame ; le pourcentage de fécondation croisée est de moins de 1 % (ARRAUDEAU, 1998).

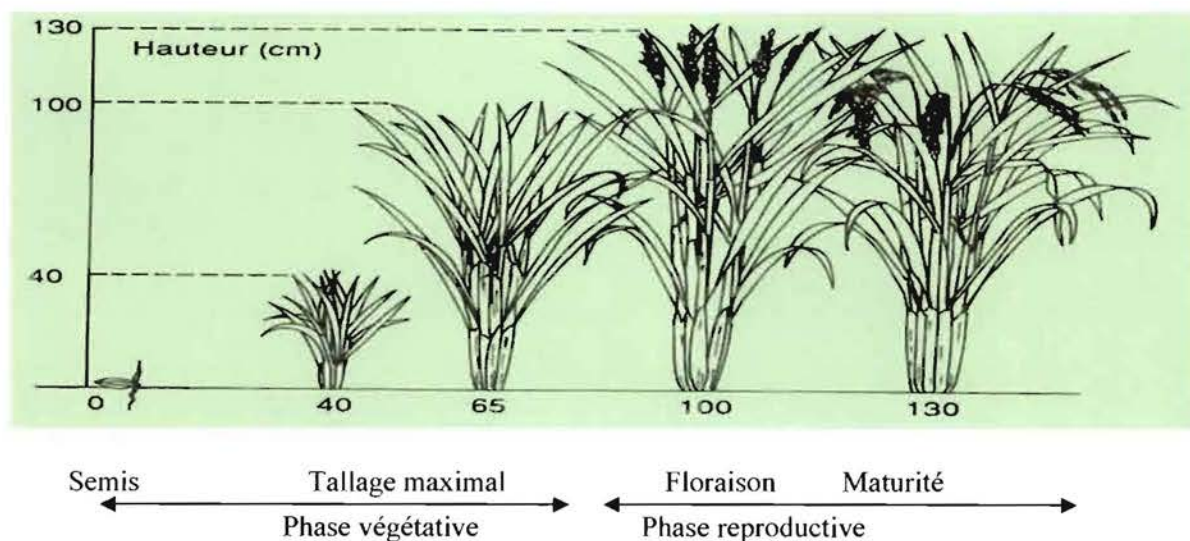


Figure 1 : Les différentes phases de développement du riz
Source : ADRAO (1992).

I.5. ECOLOGIE DU RIZ

I.5.1. Exigences climatiques

Les facteurs climatiques ont une importance considérable sur le riz. Leurs effets varient en fonction du stade phénologique. Il est donc nécessaire de respecter le calendrier cultural si, l'on veut obtenir une expression efficiente des composantes de rendements (TRAORE, 2009). Grâce à la très grande diversité morpho-physiologique de ses écotypes, le riz est cultivé dans des conditions écologiques très variées allant du pluvial strict à des conditions inondées où la lame d'eau peut atteindre 5 m. Sa culture s'étend de 50° de latitude nord à 40° de latitude sud et à des altitudes inférieures au niveau de la mer ou supérieures à 2500m (SAWADOGO, 2008).

Chaque type de riziculture serait mieux adapté à un type de sol donné. Ainsi en riziculture pluviale, les sols propices sont limoneux ou limono-argileux, meubles et drainant aisément. La culture de riz a une bonne tolérance à l'acidité avec un pH optimal de 5,5 à 6. (ANGLADETTE, 1966).

1.5.1.1. La température

La température optimale pour le développement du riz selon ANGLADETTE (1966) se situe entre 30° et 35°C. Le zéro de germination est compris entre 10° et 13°C. Au-dessus de 45°C, la germination est inhibée ; les basses températures inférieures à 18°C ou celles très élevées provoquent une stérilité partielle ou totale des épillets (ARRAUDEAU, 1998). On constate cependant qu'une température minimale de 14 à 16°C favorise la germination du riz. La floraison exige une température minimum de 22°C et un maximum de 39°C (ANGLADETTE, 1966).

1.5.1.2. La lumière

Les actions de la lumière sur le riz sont fonction de la variété mais aussi des phases végétatives de la plante. Ces actions sont complexes et se combinent avec celles des éléments du milieu notamment la température (ANGLADETTE, 1966).

Le riz est une plante exigeante en lumière. Pour un cycle de 120 à 130 jours, la somme de radiation est de 1 000 à 1 200 heures d'ensoleillement (ANONYME, 2002). Le riz est une plante de jours courts. Lorsqu'elle est soumise à de longues durées de jours, l'initiation paniculaire est retardée voire supprimée, allongeant ainsi le cycle végétatif (KIMA, 1993).

1.5.1.3. Le vent

Lorsque le vent est léger, il a un effet favorable car il accélère la transpiration ; mais quand il est fort, il peut arracher les jeunes plantes ou provoquer la verse et l'échaudage à maturité (ANONYME, 2002).

1.5.1.4. La pluie

Les besoins en eau du riz dépendent principalement de la longueur du cycle, de la variété cultivée et du Climat. Les zones favorables à la riziculture pluviale au Burkina Faso sont celles qui enregistrent une pluviométrie au moins égale à 800 mm (INERA, 1994).

La production rizicole est sous la dépendance totale de la pluviométrie. En culture sèche, il faut 160 à 300 mm par mois pendant toute la durée du cycle. En culture irriguée il faut 1200 à 20000 m³ d'eau pour maintenir le sol submergé pendant toute la durée du cycle (ANONYME, 2002).

I.5.2. Exigences édaphiques

Le riz est une plante assez plastique en ce qui concerne les sols. Le riz possède également une bonne tolérance à l'acidité avec un pH optimal compris entre 5,5 à 6 (LACHARME, 2001).

Les sols propices en riziculture pluviale stricte sont limoneux ou limono-argileux, meubles, profonds avec une bonne capacité au champ et drainant aisément.

Le pH optimum varie de 4 à 8 (CIRAD-GRET, 2009).

II. FERTILISATION DU RIZ

Selon FALISSE et LAMBERT (1994) cités par SANGARÉ (2008), la fertilisation est un ensemble de pratiques culturales coordonnées ayant pour objectif d'assurer aux plantes cultivées une alimentation correcte en éléments nutritifs par des apports de matières fertilisantes (engrais). En fertilisation, une bonne connaissance de l'état physique et chimique du sol est nécessaire. Les carences doivent être connues et corrigées (ANONYME, 2002).

II.1. Types de Fumures

Les fumures minérales et organiques sont les deux principaux types connus en production agricole. Elles sont employées en amendements ou en engrais.

Selon ANGLADETTE (1966), comme appliquée sur toute culture, la fumure en riziculture a plusieurs objectifs :

- pallier les carences ou les déficiences des sols de rizière en certains éléments majeurs ou mineurs;
- accroître le potentiel global de fertilité du sol ;
- compenser les exportations d'éléments par les récoltes ;
- éventuellement modifier la composition chimique et par voie de conséquence, la valeur nutritive du grain.

II.1.1. Fertilisation organique

Il s'agit de l'apport de matières organiques dans le sol. Ces apports sont essentiellement assurés par les résidus de récoltes, les pailles, le compost, le fumier et les engrais verts. La fertilisation organique vise à maintenir et à améliorer le stock de matières organiques du sol. En effet, la matière organique est reconnue être le facteur principal de l'agro système. Elle crée un environnement favorable à la production végétale à travers son impact sur les paramètres physiques, chimiques et biologiques.

II.1.2. Fertilisation minérale

La fertilisation minérale est la fourniture en éléments minéraux à la plante. Elle est généralement réalisée à travers les engrais minéraux azotés (NPK, urée, le sulfate d'ammonium), phosphatés (le TSP, les phosphates naturels,), potassiques (chlorure de potassium, sulfate de potassium), et aussi la chaux magnésienne. En effet, l'alimentation des plantes est majoritairement minérale. Elle dépend spécifiquement de l'offre du sol et des

apports de la matière organique. La fertilisation vient en appoint et/ou en correction de l'offre en éléments du sol pour satisfaire les besoins de la plante.

Pour se développer, le plant de riz a besoin de trois (03) catégories d'éléments nutritifs (ARRAUDEAU, 1998) à savoir :

- les éléments majeurs ou macroéléments dont les principaux sont le carbone (C), (H), l'oxygène (O) fournis par l'atmosphère et les éléments nutritifs qui sont l'azote (N), le phosphore (P) et le potassium (K) ;
- les éléments mineurs ou secondaires (Mg, Ca, S) ;
- les oligo-éléments (Si, Fe, Zn, Al, Cu, Mn, Mo, Co, etc.).

D'après SEGDA (2002), les exigences du riz en éléments nutritifs dépendent de ses différentes phases de croissance et de développement. Suivant les besoins minéraux, le poids de la biomasse totale, le taux de production de la matière sèche et le poids relatif des divers organes du plant de riz évoluent au cours des phases de croissance.

II.1.2.1. Besoins en éléments majeurs

II.1.2.1.1. L'azote (N)

Cet élément est absorbé sous forme d'anion NO_3^- en riziculture pluviale et NH_4^+ en condition de riz submergé (ADRAO, 1995). L'absorption de l'azote varie en fonction des conditions climatiques, de sa teneur dans le sol et des doses d'apport. En outre toutes les variétés de riz ne répondent pas de la même manière à ces facteurs (ARRAUDEAU, 1998). L'azote, constituant de la chlorophylle de la plante lui confère de la verdure ; il contribue à l'élaboration des nucléotides et des protéines (EPSTEIN, 1972 cité par BADO, 2002). Cet élément est également responsable de :

- l'augmentation du nombre de talles et de la croissance en hauteur. Selon TAPSOBA, (1997) la hauteur des plantes augmente corrélativement avec l'accroissement de la dose d'azote ;
- l'augmentation de la surface foliaire ;
- la formation d'épillets fertiles par panicule et la teneur des grains en protéine. (ADRAO, 1995 ; SIBOMONA, 1999).

La teneur en azote du plant de riz augmente avec la croissance jusqu'à atteindre une valeur maximum, puis décroît en fin de cycle (ARRAUDEAU, 1998). La fumure doit être apportée toujours après désherbage (SEGDA, 2002). Avant le début du tallage, les plantes de riz absorbent du sol à peu près 25 % de l'azote et du repiquage jusqu'en début épiaison, le riz aurait consommé près de 90 % de l'azote.

II.1.2.1.2. Le phosphore (P)

Le phosphore influe sur la croissance du plant de riz parce qu'il constitue une composante des cellules (ADRAO, 1995).

Chez le riz le phosphore :

- stimule le développement des racines ;
 - favorise la maturation précoce et la floraison ;
 - assure une croissance rapide des talles et une bonne régénération en cas de perturbations ;
 - stimule le bon développement des grains et en garantie une bonne valeur alimentaire ;
- (KARAMAGE, 2001).

Le phosphore est appliqué en fumure de fond lors de la préparation du sol ; mais des apports sont possibles pendant la phase active sans perte de rendement. Cet élément est peu mobile donc non lessivé. Il est consommé presque en totalité pendant les phases du tallage et d'épiaison -floraison. Progressivement assimilé, il est facilement véhiculé des feuilles vers les grains lors de la phase de maturation (ARRAUDEAU, 1998 ; SEGDA, 2002). Les sources de phosphore sont les engrais chimiques et le phosphate naturel (SEGDA, 2002).

II.1.2.1.3. Le potassium (K)

D'après l'ADRAO (1995), chez le riz, le potassium :

- favorise le tallage et augmente la taille et le poids des grains ;
- augmente la réponse au phosphore ;
- joue un rôle dans l'ouverture, la fermeture des stomates et la tolérance aux conditions climatiques défavorables ;
- permet aux plantes de résister aux maladies telles que la pyriculariose et l'helminthosporiose (ANGLADETTE, 1966).

Comme le phosphore, il n'est pas "lessivé" et est appliqué comme fumure de fond. Cependant sur les sols légers, on peut l'apporter en fractionnements (fumure de fond et de couverture) ; ces apports fractionnés sont moins efficaces que le potassium apporté en fumure de fond (ARRAUDEAU, 1998 ; SEGDA, 2002). L'application d'engrais potassiques tels que le sulfate de potassium et le chlorure de potassium permet de corriger les carences en K (SEGDA, 2002).

II.1.2.2. Besoins en éléments mineurs ou secondaires (Ca, Mg, S)

Les éléments mineurs ou secondaires sont essentiels à la plante en faibles proportions. Le calcium (Ca) stimule la croissance et le développement normal des racines alors que, le magnésium (Mg) est un constituant de la chlorophylle (ADDRAO, 1995). Le calcium et le magnésium se présentent toutefois comme antagonistes et le rapport Ca/Mg doit être compris entre 1 et 1,3 pour permettre une végétation normale (ANGLADETTE, 1966). Quant à l'élément soufre (S), il joue un rôle important dans la respiration de la plante et intervient aussi dans la constitution de certaines protéines et enzymes (ARRAUDEAU, 1998).

II.1.2.3. Besoins en Oligo - éléments

Les oligo - éléments sont nécessaires à la vie de la plante quelque soit les quantités très minimes. D'après PARISH *et al.*, 1976 cités par TAPSOBA (1997), le zinc (Zn) est le troisième élément le plus important chez le riz après l'azote et le phosphore ; il est étroitement impliqué dans le métabolisme de l'azote (ADRAO, 1995). L'élément silice (Si) a des effets bénéfiques sur la croissance du riz (ARRAUDEAU, 1998). L'élément fer (Fe) est un promoteur de la formation de 14 chlorophylles quoique sa présence puisse entraver l'absorption du potassium par le plant de riz (ADRAO, 1995).

II.1.3. Fertilisation organo-minérale

C'est la combinaison de la fertilisation minérale et organique. De nombreuses études ont montré l'importance de celle-ci dans la production végétale. Elle permet d'assurer la disponibilité et l'alimentation dans le temps. La minéralisation progressive de la matière organique permet de maintenir la fertilité des sols pendant plusieurs années, donc une agriculture durable. La matière organique apporte à la fois plusieurs éléments nutritifs dont la plante à besoin.

II.2. Burkina Phosphate

C'est un produit issu du broyage des roches phosphatées de Kodjari d'où son nom de phosphate de Kodjari. C'est un produit brut qui n'a reçu comme traitement que le broyage (BADO, 1991). Il est peu soluble dans l'eau (taux de dissolution 0,03%), selon (LOMPO *et al.*, 1994 Par ailleurs sa teneur en CaO est élevée (34,5%) mais la proportion en calcium ne semble pas active (GUIRA, 1988 cité par KOUMA ,2000). En plus il contient des taux élevés en Fe₂O₃ et les Al₂O₃ reconnus pénalisant pour son utilisation directe en production agricole.

II.2.1. Caractéristiques chimiques des phosphates naturels

Les phosphates de Kodjari ont été réactivés chimiquement par des tests en 1977 (projet phosphate de Haute Volta 1980).

Cela a montré que la solubilité du phosphate dans l'acide citrique est de 24,5% et dans l'acide formique de 48,5% avec une teneur en P₂O₅ dans le minerai de l'ordre de 30,1%. Il a été signalé un rapport CO₃/PO₄ de 0,093 dans l'apatite, partie utile du minerai.

Les analyses faites au laboratoire de THORNTRON à Tampa en Floride (USA) ont donné la composition suivante du Burkina Phosphate (projet phosphate, 1980) :

P₂O₅ = 25, 38%; CaO = 34, 45%; MgO = 0, 27%; Ferral = 6, 5%; SiO₂ = 26, 24%;

II.2.2. Fertilisation à base du Burkina Phosphate

Sur le riz irrigué, les phosphates naturels peuvent être utilisés à l'état brut, à raison de 500 kg/ha la première année, suivis d'une fumure annuelle d'entretien de 200 kg/ha. En riziculture pluviale, et sur Ferralsol, une fumure de fond de 600 kg/ha, suivie d'une fumure annuelle d'entretien de 300 kg/ha est recommandée.

Dans les régions à pluviométrie élevée du Burkina Faso (régions Sud, Sud-ouest et Ouest), les phosphates naturels finement broyés, de préférence en association avec la matière organique, ont donné de bons résultats sur la culture de maïs, cité par LOMPO (2009). Malgré tous les efforts de la recherche et de la vulgarisation pour la promotion des phosphates naturels du Burkina Faso, des contraintes demeurent, dont les principales sont selon LOMPO (2009) :

- le mauvais conditionnement (aspect poudreux) du produit ;
- les difficultés de transport ;
- les temps et difficultés d'épandage ;
- les faibles effets immédiats ;
- l'inorganisation / l'inexistence d'une filière engrais ;
- le coût élevé des engrais ;
- le faible coût d'achat des produits céréaliers.

II.2.3. Rôle du phosphore dans l'amélioration ou le maintien de la fertilité des sols

II.2.3.1. Effets du phosphore sur les propriétés physiques des sols

Ces effets qui ont fait l'objet d'une synthèse réalisée par LUTZ *et al.* (1966) concernent :

- l'amélioration de l'agrégation du sol du fait de l'augmentation de la CEC et des liaisons Al-P ;
- l'accroissement de l'agrégation liée à l'action liante ou de ciment de l'aluminium et du fer ;
- l'amélioration de la stabilité des agrégats résultant de l'augmentation des formes de phosphore liées à l'aluminium (Al-P) ;
- l'augmentation de la biomasse racinaire et de la stimulation des organes producteurs de mucilage favorisant l'agrégation des sols.

Des expérimentations au champ ont montré que l'application du phosphore augmente le taux d'agrégats stables dans l'eau. L'amélioration de la structure des sols par les engrais phosphatés, entraîne du même coup des effets sur la densité apparente et la capacité de rétention en eau des sols cité par LOMPO (2009).

II.2.3.2. Effets du phosphore sur la capacité d'échange cationique des sols

Les engrais phosphatés améliorent la CEC des sols. Cette action est la résultante d'une part, de l'absorption du phosphore sur les oxydes de fer et d'aluminium d'autre part, de l'augmentation des sites de charges négatives sur les colloïdes des sols. L'amélioration de la CEC est d'autant plus importante que les sols concernés ont des surfaces spécifiques élevées pour fixer d'importantes quantités de phosphore. L'amélioration de la CEC par suite d'apport d'engrais phosphatés est plus importante dans les sols à faible CEC (LOMPO, 2009).

II.2.3.3. Effets du phosphore sur la dynamique de la matière organique des sols

Le phosphore joue un rôle important dans l'amélioration et le maintien de la matière organique des sols en stimulant la croissance, la densité et la longueur des racines, qui sont des sources de matière organique stables et résistantes à la biodégradation. Le phosphore est essentiel pour les bactéries. Il stimule la production de la biomasse microbienne, qui contribue pour 2 à 3% à la matière organique totale des sols. Le phosphore participe aux différents systèmes enzymatiques et est nécessaire pour la fermentation de la cellulose (BROUDISCOU *et al.*, 1999). L'action du phosphore sur la minéralisation de la matière organique des sols ne fait pas l'unanimité (FROSSARD, 1985). Certains auteurs admettent que le phosphore

stimule, par l'intermédiaire des micro-organismes, la minéralisation de la matière organique ou son évolution en matières organiques humifiées (acides fulviques, acides humiques), par contre, d'autres pensent que seule la minéralisation de phytates nécessite la fourniture phosphore aux microorganismes (LOMPO, 2009).

II.2.3.4. Effets du phosphore sur la fixation biologique de l'azote

Le phosphore est essentiel à la fixation biologique de l'azote (WALKER et SYERS, 1976). GANRY *et al.* (1985) ont obtenu une augmentation de la fixation biologique de l'azote d'une culture de soja, de 80 kg N/ ha à 155 kg N/ ha (soit une augmentation de 94%), suite à un apport de 22 kg P/ha, combiné à l'inoculation de *Glomus mosseae*, un champignon endomycorhizien. Comme tout facteur qui affecte la croissance racinaire affecte la nodulation (FRIETE, 1984). On comprend que les engrais phosphatés, qui stimulent la croissance racinaire, aient un effet sur la fonctionnalité des nodules. C'est également le lieu de signaler le rôle important que le phosphore, constituant de l'ATP, joue dans le métabolisme de l'azote fixé dans les cellules des plantes (LOMPO, 2009).

II.2.3.5. Effets des microorganismes sur la solubilisation du phosphore des sols

Les bactéries et les champignons associés au système racinaire des plantes influencent la solubilisation des formes insolubles de phosphore, à travers la production d'acides organiques. Le phosphore assimilable ainsi produit servira, en partie au métabolisme des microorganismes et, pour le reste, à l'alimentation des plantes. Ce processus est surtout efficace pour la solubilisation des phosphates naturels en conditions de sols neutres ou alcalins. Certaines bactéries sont spécialisées dans la minéralisation du phosphore organique. Les champignons mycorhiziens à vésicules et à arbuscules, qui jouent un rôle très important dans l'alimentation phosphatée des sols, en sont efficaces. BAGAYOKO *et al.*, (2000) ont confirmé que pour être efficaces sur les racines et la biomasse aérienne, ces champignons ont besoin d'un minimum de phosphore soluble dans le sol. Dans une expérimentation en vases de végétation réalisée sur des sols sableux acides du Niger, ces auteurs ont montré qu'une application de 13 kg P ha⁻¹ a provoqué une forte et précoce croissance racinaire, préalable à une infection mycorrhizienne tout aussi précoce et, par conséquent, à une amélioration de la croissance et de l'alimentation minérale des plantes. Les champignons mycorhiziens à vésicules et à arbuscules (VAM) se retrouvent dans divers environnements allant des milieux aquatiques aux déserts (ANONYME, 2004) et sont capables de coloniser la plupart des cultures annuelles ou

pérennes. Des auteurs comme PAIRUNAN *et al.* (1980) ont montré que les plantes colonisées par des mycorhizes augmentent l'efficacité des engrais phosphatés de 30% par rapport aux plantes non mycorhizées.

Il existe différentes méthodes d'inoculation des cultures par les mycorhizes, dont entre autres : l'enrobage des graines, le placement des inoculums sous les graines dans le lit de semence, l'incorporation des inoculums sur les plateaux de bouturage ou sur le lit des pépinières (ANONYME, 2004). L'amélioration de l'absorption du phosphore par les plantes infestées par les VAM s'explique selon FROSSARD *et al.* (1995) et BRUNDRETT (2002) par :

- l'exploration d'un volume plus important du sol, permettant ainsi l'accès des plantes à différentes sources de phosphore ;
- la solubilisation de sources de phosphore peu solubles ;
- l'amélioration du taux d'absorption du phosphore par :
 - (i) l'accroissement du gradient de diffusion du phosphore ;
 - (ii) l'épuisement du phosphore de la solution du sol ;
 - (iii) le transfert du phosphore des racines mortes vers les racines vivantes ; LOMPO (2009).

II.3. IMPORTANCE DES ROTATIONS CULTURALES DANS LA FERTILISATION

Les rotations culturales sont jadis considérées comme moyens de gestion de la fertilité des sols. Certains auteurs attribuent l'effet bénéfique des rotations à l'amélioration des propriétés physiques et biologiques des sols (HOSHI KAWA, 1990). Une rotation bien planifiée améliore la structure, le transfert des gaz et des solutés. Elle influence le maintien ou l'amélioration des stocks en matières organiques du sol particulièrement avec les légumineuses. Les recherches ont montré que les légumineuses sont des cultures améliorantes qui peuvent augmenter le rendement de sorgho (BADO, 2002). Ce rôle est justifié par la capacité de ces plantes à couvrir 40 à 80% de leurs besoins en azote grâce à la fixation symbiotique selon les espèces végétales et les sols. La rotation est un moyen de lutte contre les ennemis des cultures. La rotation mil peut, par exemple limiter les populations de champignons responsables de la fonte des semis chez le niébé. BADO (2002) a montré qu'une forte infestation de nématodes sur sol en sorgho continue comparativement aux sols en rotation arachide-sorgho et niébé-sorgho.

La rotation permet un apport de matière organique. On dit parfois de la matière organique qu'elle est un traitement complet pour sols malades. La rotation favorise une activité biologique souhaitable dans le sol. Elle améliore l'ameublissement, et donc augmente

l'absorption d'eau et diminue le ruissellement et l'érosion. Elle améliore la disponibilité des éléments nutritifs et donc accroît les rendements. L'alternance de légumineuses avec d'autres cultures, y compris le riz pluvial, permet de maintenir l'apport en azote du sol. La rotation peut être un moyen d'alterner des cultures à racines profondes avec des cultures à racines superficielles et donc d'utiliser le sol de façon plus complète. Elle améliore également la condition physique du sol et du sous-sol et favorise une exportation équilibrée des éléments nutritifs du sol en condition de riz pluvial.

III. RIZICULTURE AU BURKINA FASO

III.1. Importance de la riziculture

Le riz occupe la quatrième place parmi les céréales cultivées au BURKINA FASO. Le riz est rentré dans les habitudes alimentaires des Burkinabè. La consommation annuelle par personne connaît un accroissement rapide. Elle est passée de 4,5 kg en 1960, à 14,8 kg en 1992 et à 18,1 kg en 2000. Elle atteint 50 kg en milieu urbain (MAHRH, 2009). Le riz occupe une place stratégique dans l'économie du Burkina Faso à cause de sa forte sortie de devises (EUREKA, 2005). La production annuelle du riz s'élève à 125 000 tonnes pour une demande de 260 000 tonnes par an, celle de 2010-2011 a été de 270 658 tonnes soit 24 % de hausse par rapport à l'année dernière et 65 % par rapport à la moyenne quinquennale du pays (DGPER, 2011). Le Burkina importe du riz de la Taiwan, de la Chine et du Japon. Ces dernières années les importations ont atteint 400 000 à 500 000 tonnes pour une sortie devises de 30 milliards de FCFA. Les prévisions de 2015 s'élèvent à 130 milliards de FCFA.

Pour faire face à cette situation l'Etat burkinabé a entrepris une politique audacieuse dont l'objectif est de booster la production du riz local à l'horizon 2015. Dans cette perspective, il a mis à la disposition des producteurs 7 000 t de semences améliorées et 21 t d'engrais dont le coût total s'élève à 16 milliards de Francs CFA (MAHRH, 2009). Une forte collaboration entre l'Etat, les services nationaux de Recherche et la vulgarisation a permis d'atteindre une production record de 195 102 tonnes durant la campagne 2008/2009 soit un taux d'accroissement de 180% (DGPER, 2011). Grâce à ce soutien, le riz produit localement est en train de devenir de plus en plus compétitif par rapport au riz importé en termes de coût de production et de qualité du produit fini.

La place du riz ne cesse donc de croître dans la balance commerciale du pays et l'accroissement de la production nationale de riz s'impose comme une des nécessités incontournables à la survie économique du Burkina Faso.

III.2. Types de riziculture

Le riz est cultivé au Burkina Faso selon trois (3) principaux modes bien distincts :

Irriguée, de bas-fond et pluviale stricte.

III.2.1. Riziculture irriguée

La riziculture irriguée a été introduite au Burkina Faso dans les années 1960. Elle constitue de nos jours le mode le plus performant et le plus intensif en production rizicole grâce à la maîtrise totale et partielle de l'eau (EURÉKA, 2005). Elle occupe environ 23% de la superficie rizicole et contribue pour près de 53% à la production nationale en riz avec des rendements de 4 à 7 t / ha (DGPER, 2011).

III.2.2. Riziculture de bas-fonds

Elle est la plus importante du point de vue superficies recouvrant 67% du total emblavé en riz et fournissant 42% de la production nationale en riz (EURÉKA, 2005). Elle est pratiquée le long des cours d'eau ou dans les bas-fonds inondables (SIBOMANA, 1999). Selon le degré de l'aménagement, on distingue trois types de bas fond au Burkina (SERE, 1989), cité par (NACRO, 1994). Ce sont les bas-fonds traditionnels, ceux avec aménagements simples et les bas-fonds améliorés.

Les bas-fonds aménagés simples sont munis d'ouvrages destinés à réduire la vitesse des crues, à les étaler sur une surface plus grande et à augmenter la durée de submersion des bas-fonds.

Ils comprennent les variantes suivantes :

- aménagement avec des diguettes en terre suivant les courbes de niveau ;
- aménagement avec des diguettes suivant les courbes de niveau et revêtues en pierre ;
- aménagement avec digues déversantes uniquement ;
- aménagement avec digues déversantes avec des diguettes et des courbes de niveau.

Les bas-fonds améliorés sont munis de dispositifs permettant de retenir de l'eau pour une irrigation d'appoint pendant les poches de sécheresse ou en fin de cycle (en saison humide).

On distingue :

- l'aménagement avec diguettes, digues déversantes et collecteur central ;
- l'aménagement avec petite retenue associée à des canaux d'irrigation et des diguettes.

III.2.3. Riziculture pluviale stricte

La riziculture pluviale stricte désigne le type de riziculture pour lequel l'alimentation en eau est exclusivement assurée par les eaux de pluie. Selon DEMBELE (1988), la riziculture pluviale peut s'accommoder d'un besoin en eau limitée, de peu d'investissement et présente une possibilité d'extension des superficies cultivées. Elle est pratiquée dans les régions situées au dessus de l'isohyète 800 mm (INERA, 1994). Selon EUREKA (1994) la riziculture pluviale stricte occupe 10% des superficies totales et 5% de la production nationale. Le rendement moyen qui y est obtenu est de 800 kg/ha avec des variétés à cycle court entre 90 à 100 jours (NACRO, 1994).

III.3. Principales contraintes de la riziculture

III.3.1. Les contraintes physiques

Elles ont trait essentiellement au climat et au sol. La grande variation dans l'espace et dans le temps des précipitations, est le principal facteur responsable de la variation des rendements notamment en condition de non maîtrise de l'eau. Les fortes insulations et les hautes températures contribuent à exacerber l'évapotranspiration potentielle (ETP). Le riz pluvial est particulièrement sensible au manque d'eau les 6 ou 7 jours qui suivent les semis et surtout durant la phase reproductive. Une autre contrainte non négligeable concerne la nature du sol. La riziculture pluviale se pratique avec plus de sécurité sur les sols à bonne capacité de rétention d'eau. Mais seulement, une grande partie des sols de l'aire de faisabilité du riz pluvial sont impropres parce qu'ils sont sableux, gravillonnaires, trop filtrants et peu profonds (EUREKA, 2005).

III.3.2. Les contraintes biotiques

L'enherbement est un frein à la production. Si le désherbage n'est pas effectué à temps, les rendements peuvent être affectés de façon considérable (EUREKA, 2005). Un retard de seulement deux semaines provoque des pertes pouvant aller jusqu'à 30 % de la production. Il existe plusieurs ennemis de la culture qui sont : les adventices, les maladies, les insectes, les nématodes et les oiseaux.

III.3.2.1. Les adventices

La flore d'adventices des rizières est composée d'un grand nombre d'espèces végétales aquatiques ou semi-aquatiques. Les plus rencontrées sont : *Echinochloa colona*, *Cynodondactylon*, *Kyllingaerecta*, *Cyperus spp.*, *Imperatocy lindrica* (NADIE, 2008).

III.3.2.2. Les maladies

La pyriculariose due à un champignon pathogène (*Pyriculariaoryzae*) peut causer 90% de perte de rendements (SERE et SY, 1997 cité par NADIE, 2008). Outre la pyriculariose, l'helminthosporiose et le flétrissement bactérien sont les principales maladies chez le riz (EUREKA, 2005).

III.3.2.4. Les insectes

Les principaux ravageurs se répartissent en quatre ordres :

- lépidoptère: *Chilo zacconius* et *Chilo diffusilineus* ou foreurs rayés de tiges sont les principales nuisibles connues dans cet ordre ;
- isoptères : le genre *Microtermes* est un ennemi redoutable du riz pluvial ;
- coléoptère : l'hispidé du riz, *Trichispa sericea* est surtout rencontré en riziculture irriguée et en riziculture de bas-fond.
- diptères : la mouche diopside, *Diopsis* spp (Diptera ; Diopsidae) et la cécidomyie du riz, *Orselia oryzivora* sont des insectes nuisibles aux jeunes plants de riz.

III.3.2.5. Les nématodes

Au Burkina Faso, *Hirschmanniella spinicaudata* est la plus fréquente surtout en riziculture irriguée. (SAWADOGO et THIO, 1997 cité par NADIE, 2008) ;

III.3.2.6. Les oiseaux

Nombreux d'entre eux causent d'énormes dégâts sur le riz à maturité ; en particulier le mange mil *Quelea quelea*. (KARAMAGE, 2001).

III.3.3. Contraintes socio-économiques et techniques

Les contraintes socio-économiques sont : la difficulté d'accès aux intrants et aux crédits, les problèmes d'écoulement du riz local. L'absence quasi-totale d'études socio-économiques antérieures au transfert des paquets technologiques a été pendant longtemps préjudiciable à l'amélioration de riziculture au Burkina Faso (EUREKA, 2005). Les contraintes techniques, quant à elles, sont diverses et dépendent des modes de culture. En riziculture de bas-fonds, l'utilisation des engrais est faible et l'application des techniques culturales peu suivie. Quant à la riziculture irriguée, la mauvaise gestion de l'eau, le relâchement vis-à-vis de l'application des méthodes culturales, le manque d'entretien des aménagements est fortement dommageable à la productivité et surtout à la longévité des aménagements hydro-agricoles (DEMBELE, 1998). Toutefois, les problèmes communs aux trois modes de culture demeurent

le non respect du calendrier cultural, la mauvaise préparation des sols, le manque d'entretien des parcelles cultivées.

Les importations de riz exercent une concurrence sur le riz produit localement, par son prix de revient plus faible (NACRO, 1994). On assiste souvent à des problèmes d'écoulement local.

III.3.4. Contraintes institutionnelles

Ces contraintes sont liées à des difficultés de fonctionnement des organisations paysannes, l'insuffisance de l'encadrement technique spécifique à la riziculture et l'absence d'un mécanisme de financement adapté à la filière riz entraînant des difficultés d'approvisionnement en intrants agricoles (INERA, 1994).

IV. TECHNIQUES CULTURALES DU RIZ PLUVIAL STRICT

IV.1. Systèmes de culture

IV.1.1. Cultures associées

Les cultures associées sur les sols en culture de riz pluvial peuvent être des légumineuses, très utiles pour la fixation de l'azote. L'association de légumineuses comme le haricot ou le soja avec le riz en lignes alternées est utile et efficace.

IV.1.2. Rotations

Les meilleurs précédents culturaux pour le riz pluvial sont : le coton, le maïs et les légumineuses (EUREKA, 2005).

IV.2. Préparation du sol

Selon OUEDRAOGO (1984), la préparation du sol facilite le semis et confère au sol de bonnes conditions physiques, chimiques et biologiques qui permettront une croissance optimale des plantes. Elle comprend :

- **le labour** : Il est généralement effectué à une profondeur de 25 cm ;
- **le planage** : Il est effectué à la houe ou à la planche et permet de débarrasser les débris végétaux de la surface ;
- **le rayonnage** : Il permet de tracer les lignes de semis et définir les écartements (ARRAUDEAU et VERGARA, 1992) ;

IV.3. Doses et densités de semis

SAWADOGO et SIE (1984) cités par TAPSOBA (1997) recommandent une dose de semence fluctuant entre 70 et 80 kg/ha pour la riziculture pluviale. Ils préconisent également un semis en lignes continues aux écartements de 0,25 m entre les lignes, ou en poquets à raison de 4 grains par poquet. Une profondeur de semis de 1 à 3 cm selon les sols, assure une bonne germination (ARRAUDEAU et VERGARA, 1992).

IV.4. Dates de semis

Les dates de semis préconisées pour le riz pluvial se situent entre le 15 Juin et le 20 Juillet dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso.

Le but de cette synchronisation est d'assurer aux variétés cultivées une alimentation hydrique importante pendant la phase reproductive (OUEDRAOGO, 1984 ; TAPSOBA, 1997).

IV.5. Fertilisation

Deux types de fumures sont recommandés en riziculture pluviale stricte :

- Fumure de fond : 200 kg de NPK/hectare.
- Fumure de couverture : 35 kg d'urée à l'hectare et 65 kg d'urée à l'initiation paniculaire soit 40 à 45 jours après semis.

Au Burkina Faso la formule d'engrais dosant 16-26-12-4,5-0,3 d'éléments N-P-K-S-Zn respectivement est la mieux adaptée pour fertiliser la riziculture de bas-fonds et irriguée. Il est recommandé d'utiliser 200 kg/ha avec un complément de 150 kg/ha d'urée.

En riziculture de bas-fonds traditionnel ou partiellement aménagé il est recommandé d'utiliser l'engrais N-P-K-S-B à la dose de 150 kg/ha avec un complément de 150 kg/ha d'urée (BADO, 2002).

IV.6. Entretien

En riziculture pluvial, les travaux d'entretien concernent essentiellement :

- les désherbages manuels ; deux (02) à trois (03) sarclages sont recommandés durant le cycle du riz. Des études complémentaires ont montré que des écartements de 0,25 m en interligne et de 0,1 m entre les poquets réduisaient le temps consacré au désherbage. Le désherbage manuel est la méthode la plus courante et la plus efficace de lutte contre les adventices utilisés dans la culture du riz pluvial. On recommande de sarcler à 15 jours après semis à la demande.

-La lutte contre les mauvaises herbes passe aussi par les rotations ; l'infestation des adventices diminue lorsque le riz pluvial vient après une légumineuse en particulier le Mucuna (EUREKA, 2005).

-Plusieurs études ont montré que les herbicides comme le butachlore et le bentazone mélangés avec le phosgate et le carbofuran donnent de bons résultats. L'accent est mis sur le contrôle chimique des insectes du sol en riziculture pluviale, le traitement est fait avec des insecticides usuels tel que : le FURADAN 3G à la dose de 40 kg/ha, FURADAN 5G à la dose de 24 kg/ha, du DECIS à la dose de 12,5 g /ha de matière active (INERA, 1994).

IV.7. Récolte et conservation

A la récolte, les grains à maturité sont bien remplis et durs sur les panicules retombantes. Il est conseillé de récolter les après-midi lorsque les grains sont secs. Les périodes suivantes indiquent également le moment propice pour les récoltes : lorsque 80% de la partie supérieure des panicules ont une couleur paille et 20 % des grains sont au stade pâteux avec un taux d'humidité de 20 à 30% (ARRAUDEAU et VERGARA, 1992).

On peut utiliser comme matériels pour la récolte du riz, des faucilles, des couteaux ou une moissonneuse-batteuse.

La récolte est suivie du battage et du nettoyage du paddy. Ces opérations occupent une partie importante du temps consacré à la production du riz (ADRAO, 1995).

CHAPITRE II :
MATÉRIEL ET MÉTHODES

I- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

L'étude a été conduite à la station de recherches agricoles de Farako-Bâ, située à 10km de Bobo-Dioulasso sur l'axe Bobo- Banfora. Ses coordonnées géographiques sont : longitude de 4°20 / Ouest, latitude de 11°06/ Nord et altitude de 405m (BADO, 2002).

I.1. Climat

Le climat de la zone est de type sud-soudanien caractérisé par l'alternance de deux saisons : une saison pluvieuse qui dure de 5 à 6 mois (Mai –Octobre) avec une pluviométrie variant entre 950 mm et 1100 mm, et une saison sèche de Novembre à Avril. L'essentiel des précipitations s'étale de Juin à septembre sur 50 à 70 jours de pluie (GUINKO, 1984).

Durant la période d'expérimentation, la répartition spatio-temporelle de la pluviométrie a été mauvaise dans l'ensemble (figure 2). Les mois de juin et de juillet ont été peu pluvieux au cours de cette campagne. Les quantités d'eaux reçues en fin de saison ont été en dessous de la normale de la zone. Une quantité d'eau importante a été recueillie en août avec plus de 350 mm d'eau.

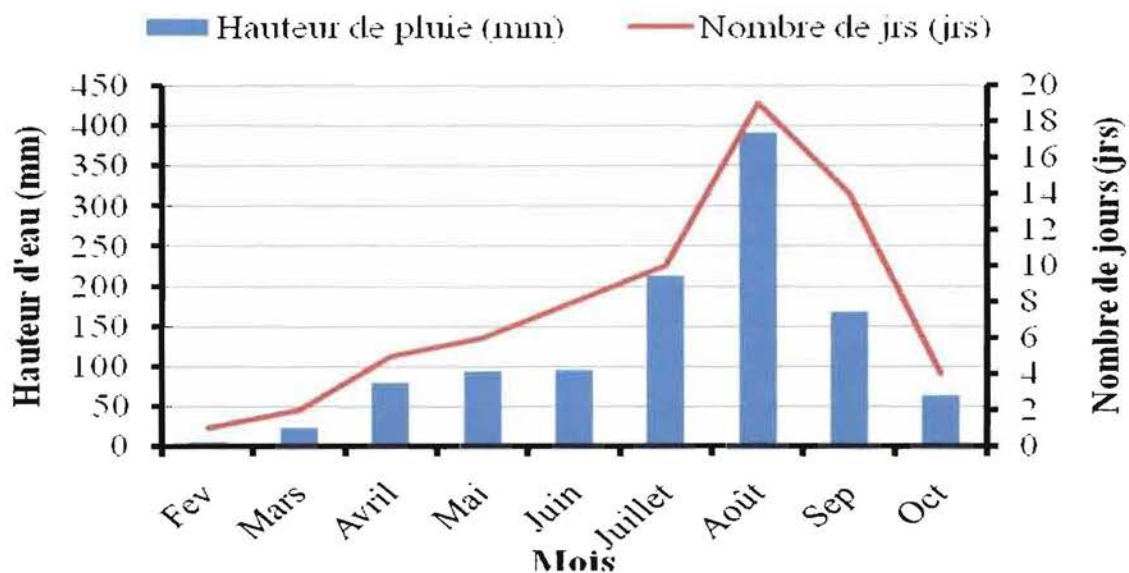


Figure 2 : Pluviométrie de la station de Farako-Bâ en 2013

Source : INERA, 2013

I.2. Sols

Les sols du site (tableau 1) sont de type ferrugineux tropical, pauvres en argile et en matière organique ; ce qui explique leur faible capacité d'échange cationique (CEC). Ce sont des sols à texture sablo limoneuse, légèrement acide et pauvre en azote et phosphore (BADO ,2002).

Tableau 1 : Caractéristiques physiques et chimiques des sols de Farako-Bâ

Argile(%)	7
Sable(%)	74
Limon (%)	19
pH eau	6,5
pH KCl	5,6
Carbone total(%)	0,61
Matière Organique totale(%)	1,1
C/N	13,7
N total (mg kg ⁻¹)	409
P Bray l (mg kg ⁻¹)	5,6
P total (mg kg ⁻¹)	69,8
K total (mg kg ⁻¹)	531
Ca échangeable (C mol ⁺ Kg ⁻¹ sol)	1,08
K échangeable (C mol ⁺ kg ⁻¹ sol)	0,02
Mg échangeable (C mol ⁺ kg ⁻¹ sol)	0,46
C E C (C mol ⁺ kg ⁻¹ sol)	1,82
Acidité d'échange (C mol ⁺ kg ⁻¹ sol)	0,08
Saturation en bases (%)	96

Source : BADO ,2002

I.3. Végétations

La végétation de la station de Farako-Bâ est une savane herbeuse et arborée assez dense par endroit. Les espèces rencontrées sont : *Parkia biglobosa Benth* (néré), *Adansonia digitata L* (Baobab), *Mangifera indica* (manguier), *Vitellaria paradoxa Gaerth* (Karité), *Khaya senegalensis A* (cailcédrat). .

II. MATÉRIEL VÉGÉTAL

Le matériel végétal utilisé est la variété de riz pluvial strict FKR 45N. Ses caractéristiques agro morphologiques sont ; cycle semis-épiaison, cycle semis-maturité, hauteur de la plante, tallage et le potentiel de rendement (voirannexe) (INERA, 2009).

Les précédents culturaux utilisés du riz durant la campagne humide 2013 sont le maïs et le coton. Le tableau 2 présente les caractéristiques des variétés de maïs et de coton utilisés.

Tableau 2 : Caractéristiques des variétés de maïs et de coton utilisés.

Cultures	Variétés	cycle (jours)	Rendement (kg/ha)
Maïs	Espoir	95-110	6500
Coton	FK37	120	2500

III. METHODES ET MATERIELS

III.1. Fumures appliquées

Les cultures sont fertilisées selon 6 formules de fumures minérales ou organo-minérales correspondant à 6 sous traitements dans le dispositif expérimental (tableau 3). Les doses d'éléments N, P, K, S et B sont apportées en fonction des besoins de chaque culture. Le tableau 4 donne les quantités totales d'éléments appliquées sur chaque culture. Le compost et le phosphate naturel ont été appliqués avant le semis comme fumure de fond.

Tableau 3 : Liste des traitements secondaires (fumures) dans les parcelles principales

Traitement	Composition
F1	Témoins sans apport de fertilisants
F2	Fumure NPK+ Urée vulgarisée
F3	BP (500 kg/ha)
F4	BP (500 kg/ha) + Urée (vulgarisée)
F5	BP (500 kg/ha) + compost (5 t/ha)
F6	BP (500 kg/ha) + compost (5 t/ha) + Urée (vulgarisée)

Les engrais minéraux utilisés sont le NPKSB de formulation 14-18-18-6-1 et l'urée (46% N). Ce sont des types d'engrais minéraux utilisés par les producteurs et disponibles sur le marché. L'engrais NPKSB est appliqué 15 jours après les semis. L'urée est appliquée en fumure de couverture en 2 fractions ; 30 et 45 jours après semis.

Les amendements organiques (BP et compost) sont appliqués en poids sec selon les doses en fumure de fond.

Tableau 4 : Quantités totales d'éléments N, P, K, S et B appliquées selon la culture

Cultures	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	S	B
Maïs	60	23	14	6	1
Coton	48.5	34.5	21	8	1
Riz	76	40	30	12	2

III.2. Les outils de travail du sol

La charrue CH9 a été utilisée pour le labour. Les dadas ont servi pour le planage. Le rayonneur a été servi pour tracer les lignes de semis et les piquets pour la délimitation des parcelles.

III.3. Dispositif expérimental

L'expérimentation a été conduite sur trois années successives (2011-2012-2013) et comporte 12 rotations biennales dont des jachères naturelles (tableau 5). Pour les besoins de notre étude, nous n'avons travaillé principalement que sur les rotations maïs-riz, coton-riz et riz-riz au cours de la campagne agricole 2013-2014.

Le dispositif expérimental utilisé est un split-plot avec 12 traitements principaux (rotations) et 6 traitements secondaires correspondant aux fumures répétés quatre (4) fois soit un total de $(12 \times 6) = 72$ parcelles élémentaires par bloc soient 288 parcelles au total.

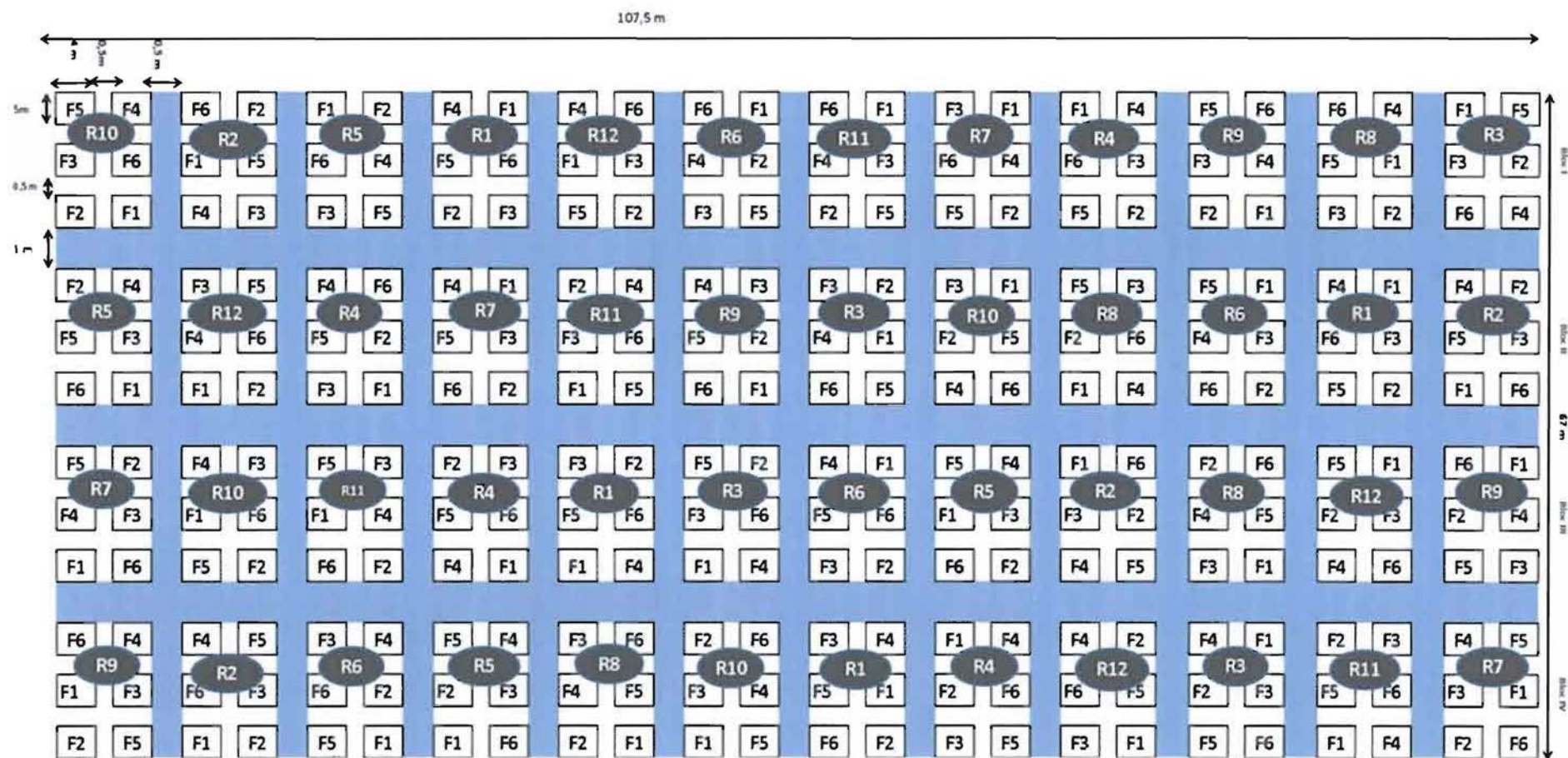
La parcelle principale a une superficie de 161m^2 (19 m x 8,5 m) et celle de la parcelle secondaire est de 20m^2 (4 m x 5 m). Les parcelles principales sont séparées par des allées de 1 m et les parcelles secondaires par des allées de 0,5 m. Dans les parcelles principales sont

appliquées les rotations (tableau 5) pendant que les parcelles secondaires reçoivent les fumures. Les traitements principaux (rotations) sont randomisés dans chaque bloc ou répétitions alors que les traitements secondaires (fumures) sont randomisés dans chaque parcelle secondaire (figure 3).

Tableau 5 : Liste des traitements principaux (rotations)

Rotations	Années			
	2011	2012	2013	2014
R1	Riz	Maïs	Riz	Maïs
R2	Maïs	Riz	Maïs	Riz
R3	Coton	Riz	Coton	Riz
R4	Riz	Coton	Riz	Coton
R5	Arachide	Riz	Arachide	Riz
R6	Riz	Arachide	Riz	Arachide
R7	Niébé	Riz	Niébé	Riz
R8	Riz	Niébé	Riz	Niébé
R9	Coton	Coton	Coton	Coton
R10	Maïs	Maïs	Maïs	Maïs
R11	Riz	Riz	Riz	Riz
R12	Jachère naturel	Jachère naturel	Jachère naturel	Jachère naturel

Figure 3 : Plan de masse de l'essai système



III.4. Conduite de l'essai

- **Le labour** : il a été effectué du 31 mai au 01 juin 2013 à la traction animale à une profondeur d'environ 15 à 20 cm. Le labour a été suivi du planage les 04, 05, 06 et 07 juin 2013 afin de niveler le champ.
- **La délimitation de l'essai** : elle a consisté à la matérialisation du champ expérimental, et des parcelles élémentaires à l'aide de piquets.
- **Le rayonnage** : il a servi pour la matérialisation des lignes de semis.
- **Le semis** : Le riz a été effectué du 25 au 26 juin 2013 en lignes continues aux écartements de 20cm entre les lignes. La dose de semence utilisée était de 80kg/ha, soit 248g de semences par sous traitement et 8 g de semences par ligne de semis. La semence a été préalablement traitée au fongicide *Cruiser*.
- **Les densités de semis** : le maïs et le coton ont été semés aux écartements de 0,80 m x 0,40 m, soit 62 500 plants/ha à raison de 2 plants/poquet. Le riz est semé en ligne continu avec 20 cm entre les lignes.
- **Les opérations d'entretien** : elles ont été les suivantes :
 - **Le sarclage manuel** : le premier est intervenu du 8 au 12/07/2013. Le second les 15 et 16 juillet et la troisième du 23 au 26, ils sont suivi de désherbage manuels les 09 et 16 août 2013.
 - **La fertilisation** :

- **Fumures de fonds**

L'application des fumures de fond a été effectuée le 17 juin 2013 JAS.

Le compost a été apporté huit (8) jours avant le semis à raison de 5 t/ha (17 kg/sous traitement)

Le BP a été apporté huit (8) jours avant le semis à raison de 500 kg/ha (1 kg/sous traitement).

- **Fumures de couverture**

Le NPKSB a été apporté le 12 juillet 2013 ; 15 jours après semis à raison de 200 kg/hectare. L'urée a été apportée en deux fractions (1/2 de la quantité totale à appliquer).

- ✓ la première fraction 50 kg/ha a été appliquée le 25 juillet 2013 JAS.
- ✓ la deuxième fraction a été appliquée le 9 août 2013 à raison 50 kg/ha.

III.5. Collecte des données

- **Le prélèvement d'échantillons de sol** : ils ont été prélevés sur 0-20 cm du sol après la délimitation de la parcelle à l'aide d'une tarière sur les diagonales en début de campagne (DC) et fin de campagne (FC). Ces échantillons ont été apportés au laboratoire Sol- Eau- Plante du programme GRN/SP pour les analyses des paramètres pH- eau, C_organique et N_total,

- **La hauteur des plants (en cm)** : elle est mesurée de la base de chaque plant au sommet à l'aide d'une règle graduée sur 20 cm de longueur linéaire sur la ligne centrale.
- **le nombre de talles par plant** : il a été déterminé par comptage manuel sur 20 cm de longueur linéaire sur la ligne centrale.
- **Le poids paddy ou rendement grain** : Le rendement parcellaire a été obtenu en récoltant chaque parcelle lorsque 85-90% des panicules étaient mures. Ensuite, les panicules ont été séchées, battues, vannées ; et les rendements ou poids paddy à l'hectare ont été déterminés. Le rendement à l'hectare a été obtenu en extrapolant le rendement parcellaire.
- **Le poids paille** : après avoir coupé les panicules de chaque parcelle ; les pailles obtenues sont pesées.
- **Le poids de 1000 grains** : le poids de 1000 grains est une composante importante du rendement. Il est déterminé en pesant 1000 grains obtenus par comptage à la machine.
- **Evaluation du taux d'attaque par pyriculariose** : Des observations sur l'évolution des maladies ont été effectuées respectivement à 75 et 85 jours après semis (jas) sur la base de l'échelle proposée par l'IRRI, en fonction des fumures selon le type de rotation. Pratiquement, pour chaque degré d'infection une note allant de 0 à 9, conformément à cette échelle a été attribuée. Elles ont été effectuées sur 10 lignes de semis choisis au hasard par parcelle élémentaire par fumures selon le type de rotation et par répétition.

III.6. Traitement et analyse statistique des données

Les données collectées ont été d'abord saisies dans le tableur Microsoft Excel 2010 et analysées à l'aide du logiciel XLSTAT 7.5.2. Suite à l'analyse de variance, le test *LSD* de Fisher a permis de comparer les moyennes des traitements au seuil de signification 5%.

CHAPITRE III :
RESULTATS ET DISCUSSION

I. RÉSULTATS

I.1. Evolution des paramètres pH, C et azote en fonction des rotations

L'analyse des paramètres pH, N, C en début de campagne et fin de campagne en fonction des rotations est présentée dans le tableau 6. Après l'analyse chimique, il a été ressorti que les sols des systèmes de rotation ont un pH en dessous de 6 quelle que soit la date de prélèvement. Mais en fin de campagne on a constaté une légère augmentation de pH pour tout le système. Cette augmentation de pH a été de 0,49 unité de pH plus forte valeur dans les sols sous rotation maïs-riz, suivi de la rotation coton-riz qui donne 0,34 unité de pH en fin de campagne. L'évolution du pH sous riz continu a été nettement plus basse. Nos analyses ont montré également que la teneur du sol en carbone et en azote a été constante dans toutes les rotations. En outre ces teneurs ont été plus élevées dans les rotations coton-riz et maïs-riz comparativement à la rotation riz continu.

Tableau 6 : Evolution du pH, Carbone et Azote en début de campagne et fin de campagne en fonction des rotations

Rotations	Période d'échantillonnage	pHeau	Carbone C (%)	Azote N (%)
Riz-Riz	DC	5,50	0,03	0,03
	FC	5,72	0,03	0,03
Maïs-Riz	DC	5,21	0,04	0,04
	FC	5,70	0,04	0,04
Coton-Riz	DC	5,44	0,04	0,04
	FC	5,78	0,04	0,04

DC: Début de Campagne FC : Fin de Campagne

I.2. Evolution des paramètres pH, Carbone et azote en fonction des fumures

L'analyse du pH, N, C en début de campagne et fin de campagne en fonction des fumures a montré que le pH est dans l'ensemble acide dans toutes les parcelles (tableau 7). On a constaté qu'après deux années de culture, les parcelles d'urée/fumure minérale ont eu un pH faible en début de campagne. Il ressorti du tableau 7, qu'il y a augmentation de pH pour toutes les fumures en fin de campagne. L'augmentation de pH pour les fumures à compost a été la plus importante. L'application de BP + Compost + Urée a permis d'augmenter le pH du sol de 0,52 unité de pH en fin de campagne dans le système de culture riz. On n'a pas observé une grande variation de l'azote au niveau des fumures. Pour toute la campagne, la teneur en Azote dans les parcelles de fumure organo-minérale a été plus élevée. On a constaté une légère augmentation dans les parcelles BP, BP + Urée, BP + compost + Urée, du début en fin de campagne du carbone. Par contre une diminution a été remarquée dans la parcelle NPK

+ Urée ; avec une constance dans celle BP + Compost. La teneur de carbone a été varié d'une fumure à une autre, mais dans les fumures de compost, elle a été constante dans les fumures BP + compost, et a été augmentée de 0.03 unité de pH dans les parcelles de BP + compost + Urée.

Tableau 7 : Evaluation du pH, Carbone et Azote en début de campagne et fin de campagne en fonction des fumures

Fumures	pHeau		Carbone C (%)		Azote N (%)	
	DC	FC	DC	FC	DC	FC
Témoin	5,52	5,79	0,3	0,3	0,03	0,03
NPK+ Urée	5,13	5,31	0,42	0,38	0,03	0,03
BP	5,55	5,84	0,36	0,40	0,03	0,03
BP+Urée	5,33	5,66	0,37	0,40	0,03	0,03
BP+Compost	5,45	5,96	0,38	0,38	0,04	0,04
BP+Comp+Urée	5,33	5,85	0,40	0,43	0,04	0,04

*Burkina Phosphate : BP DC: Début de Campagne FC : Fin de Campagne
Compost : comp*

I.3. Croissance des plants du riz en fonction des rotations et des fumures à 60 jours après semis

✓ Hauteur des plants (cm) en fonction des rotations

Le tableau 8 montre la hauteur moyenne des plants du riz en fonction des rotations à 60 jours après semis. L'analyse statistique a montré une différence significative entre la rotation riz-riz et les deux rotations maïs-riz et coton-riz qui forment un groupe statistiquement homogène. Ces deux rotations ont semblé induire la même croissance des plants. La rotation coton-riz a enregistré la plus grande taille des plants par rapport à la rotation riz-riz qui a enregistré la plus faible hauteur (tableau 8).

Tableau 8: Hauteur des plants de riz en fonction des rotations à 60 jours après semis.

Rotations	Hauteur (cm)
coton-riz	61,434a
maïs-riz	59,823a
riz-riz	51,177b
<i>Probabilité</i>	<i>< 0,0001</i>

✓ **Hauteur des plants en fonction des fumures (cm)**

Le tableau 9 montre la hauteur des plants de riz en fonction des fumures à 60 jours après semis. L'analyse a montré qu'il existe une différence significative entre les fumures pour la variable hauteur. La plus grande hauteur a été observée au niveau de la fumure NPK + Urée suivi de BP + Compost + Urée, BP + Urée et de BP + Compost. Les fumures BP et le témoin ont enregistré la plus faible hauteur et sont statistiquement similaires pour la hauteur des plants à 60 jours après semis.

Tableau 9 : Hauteur des plants en fonction des fumures

Fumures	Hauteur moyenne (cm)
NPK + Urée	74,168a
BP + Compost + Urée	66,069b
BP + Urée	57,993c
BP + Compost	52,826d
BP	46,972e
Témoin	46,825 ^e
<i>Probabilité</i>	<i>< 0,0001</i>

✓ **Nombre moyen de talles par plants de riz en fonction des rotations à 60 jours après semis**

Le tableau 10 présente les résultats de la moyenne du nombre de talles par plant. Il ressorti de l'analyse statistique, aucune différence significative entre les rotations pour la variable nombre de talles par plant.

Tableau 10 : Nombre moyen de talles par plants de riz en fonction des rotations

Rotations	Nombre moyen de talles par plant
coton-riz	1,229a
maïs-riz	1,134a
riz-riz	0,956a
<i>Probabilité</i>	<i>0,083</i>

✓ **Nombres moyen de talle par plant de riz en fonction des fumures à 60 jours après semis**

Le tableau 11 montre le nombre moyen de talle par plant en fonction des fumures à 60 jours après semis. Il a été ressorti de l'analyse une différence très hautement significative entre les fumures pour la variable nombre moyen de talles par plant. On a noté une meilleure performance de la fumure NPK + Urée sur l'augmentation du nombre de talles. Parmi les fumures à base de BP, c'est les fumures BP + Compost+Urée et BP+Urée qui donnent les meilleurs nombre de talles. Le plus petit nombre de talles a été enregistré avec les fumures BP seul et le témoin.

Tableau 11 : Nombre moyen de talles par plant en fonction des fumures à 60 jours après semis

Fumures	Nombre moyen de talles par plant
NPK+Urée	1,765a
BP+Compost+Urée	1,296b
BP+Urée	1,290b
BP+Compost	0,882bc
BP	0,768c
Témoin	0,531c
<i>Probabilité</i>	<i>< 0,0001</i>

I.4. Effet du précédent cultural riz, maïs et coton sur le rendement en grains, le poids des pailles et le poids de 1000 grains du riz

Le tableau 12 présente le rendement en grains du riz, le poids de la paille et le poids de 1000 grains en fonction des rotations. L'analyse statistique a révélée des différences très hautement significatives entre les rotations culturales pour les variables rendement en grains, poids des pailles et poids de 1000 grains. On a noté que le plus haut rendement grain du riz a été obtenu dans les parcelles de rotation coton-riz suivi de la rotation maïs-riz. Par contre, le rendement en grains a été plus bas dans la rotation riz-riz.

On a noté que la rotation coton-riz a enregistré la biomasse la plus élevée du riz comparativement à la rotation maïs-riz et riz-riz. Le poids de 1000 grains le plus élevé a été obtenu dans les parcelles de précédent coton suivi de précédent maïs. La monoculture riz-riz a enregistré le poids de 1000 grains le plus bas.

Tableau 12 : Rendement en grains, en paille, poids de 1000 grains en fonction des rotations

Rotations	Rendements en grains kg/ha	Poids des pailles kg/ha	Poids de 1000 grains
coton-riz	1880,25a	2120,56a	31,69a*
maïs-riz	1563,10b	2049,23b	31,69a
riz-riz	1076,55c	1652,4c	29,270b
<i>Probabilite</i>	<i>< 0,0001</i>	<i>< 0,0001</i>	<i>< 0,0001</i>

**: les moyennes d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (LSD de Fisher).*

I.5. Effet des fumures sur les rendements en grains ; le poids de la paille et le poids de 1000 grains du riz

Le tableau 13 montre l'effet des fumures sur le rendement en grains, en paille et le poids de 1000 grains du riz. Il a été ressorti de l'analyse statistique une différence hautement significative entre les fumures pour les variables rendement en grains, en paille et 1000 grains. On a noté que le BP+Compost+Urée et le NPK+Urée sont statistiquement similaires. Le meilleur rendement grains a été obtenu avec la fumure BP+Compost+Urée suivi de NPK+Urée. Mais forment un groupe homogène. On a constaté que l'absence d'urée dans la fumure BP a été traduite par un faible rendement.

En ce qui concerne la biomasse de riz ; le rendement en paille obtenu avec la fumure NPK+Urée a été significativement plus élevée que la fumure BP+Compost+Urée et BP+Urée. Le BP+Compost a enregistré de faible production de biomasse mais significativement plus élevée que le BP et le témoin absolu.

En ce qui concerne le poids de 1000 grains ; le témoin et BP + Urée ont enregistré le poids de 1000 grains le plus bas. Les poids le plus élevés de 1000 grains ont été enregistrés avec les fumures BP + compost + Urée, BP + compost, NPK + Urée et BP.

Tableau 13 : Rendement en grains, en paille et le poids de 1000 grains en fonction des fumures

Fumures	Rendements en grains kg/ha	poids des pailles kg/ha	Poids de 1000 grains
BP +Compost+Urée	2295,56a*	2380,95b	32,166a
NPK+Urée	2185,31a	2951,38a	30,60ab
BP + Urée	1394,67b	1984,18bc	29,11b
BP + Compost	1236,45b	1624,50cd	31,57ab
BP	959,20c	1357,88d	31,141ab
Témoins	968,64c	1345,48d	29,416b
<i>Probabilité</i>	<i>< 0,0001</i>	<i>< 0,0001</i>	<i>< 0,0001</i>
<i>Significatif</i>	<i>HS</i>	<i>HS</i>	<i>HS</i>

* : les moyennes d'une même colonne affectées de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (LSD de Fisher). HS : Hautement Significatif

I.6. Evolution de la pyriculariose foliaire en fonction des rotations et des fumures

Le tableau 14 présente l'évolution de la pyriculariose foliaire en fonction des rotations et des fumures. En condition de rotation maïs-riz, la fumure NPK + Urée a présenté la plus faible note quelque soit la date d'observation. La monoculture riz-riz a présenté avec BP + Urée la plus faible note quelle que soit la date d'observation. La parcelle de riz en monoculture sans fumure (témoin) a présenté la note la plus élevée. Par contre dans les parcelles sans fumures en condition de rotation de culture coton-riz, le riz a présenté des notes relativement faibles 1,77 et 1,87. L'incidence de la pyriculariose foliaire du riz dans les parcelles BP + Compost + Urée et BP + Compost a été faible en condition de rotation coton-riz quelle que soit la date d'observation.

Tableau 14 : Incidence de la pyriculariose foliaire en fonction des rotations selon les types de fumures

Fumures	Note à 75 JAS			Note à 85 JAS		
	Maïs-Riz	Riz-Riz	Coton-Riz	Maïs-Riz	Riz-Riz	Coton-Riz
Témoins	1,77	1,82	1,77	1,97	2	1,87
NPK+Urée	1,62	1,85	1,67	1,92	1,97	1,92
BP	1,77	1,87	1,62	1,95	1,97	1,95
BP + Urée	1,87	1,47	1,62	1,95	1,75	2
BP + Compost	1,87	1,81	1,57	1,97	2	1,9
BP +Compost +Urée	1,7	1,92	1,65	1,97	1,95	1,87
<i>Probabilité</i>		<i>0,56</i>			<i><.001</i>	

II. DISCUSSIONS

Les sols des systèmes de rotation ont un pH en dessous de 6 en début de campagne, cela caractérise les sols de la région. Les sols dans la région sont dans l'ensemble acides selon les études de BADO, (2002). Par ailleurs nos études font ressortir l'importance de l'amendement des sols de culture en compost. L'apport de compost dans les systèmes de culture a permis de corriger l'acidité des sols et enrichir les sols en azote. Cette observation a été déjà faite par PICHON *et al.*, (1981).

Les rotations ont eu des effets sur les paramètres chimiques de sols. Il est généralement admis que la culture continue contribue à réduire la fertilité des sols. Nos résultats ont mis en évidence la faible augmentation de pH dans les monocultures de riz en fin de campagne.

Les résultats montrent très clairement que les sols bénéficiant de l'application à moyen terme des BP et du compost permettait de réduire l'acidité de pH du sol. Des études similaires ont été faites par SOMA (2010), qui obtient une augmentation du pH après un apport de compost et de phosphore. Ainsi, les effets bénéfiques de l'application de la fumure organique en production agricole sont une amélioration des propriétés chimiques du sol à savoir en éléments C et N, mais aussi d'autres éléments nutritifs P et K. Les résultats montrent que le précédent coton-riz induit des effets significatifs sur les paramètres de croissance des plants de riz. On note la même tendance pour le rendement grain. Cette situation serait imputable aux reliquats des apports d'engrais de coton. Les études similaires ont été faites par BADO (2002) mais dans le cadre de l'effet induit par le coton sur le sorgho subséquent, cet auteur a fait ressortir que le précédent coton permet d'augmenter le rendement du sorgho dans un système de culture dans la zone d'étude similaire à notre zone.

Les fumures ont eu des effets significatifs sur la croissance des plantes. Ces résultats confirment les nombreuses observations déjà faites par plusieurs auteurs (ARAUDEAU *et al.*, 1997 ; SEGDA, 2002). D'une façon générale, il y'a augmentation de la croissance des plantes en présence d'Urée. Les formules de fumures de Burkina Phosphate associée à l'urée ont enregistré les meilleures croissances des plantes. L'azote est le quatrième élément important du riz après le carbone, l'oxygène et l'hydrogène. L'azote est très important pour la culture du riz car il stimule la croissance rapide de la hauteur des plants (ADRAO, 1995). Ceci pourrait expliquer la grande taille des plants que nous avons enregistré avec les différentes fumures azotées à 60 jours après semis. En effet, les résultats obtenus montrent que les meilleurs rendements en grains et en paille ont été obtenus avec les traitements comportant de l'azote.

Par contre, en absence d'azote dans le traitement BP les rendements sont faibles et comparables à ceux du témoin sans fumure. Ces résultats sont en accord avec ceux de GROS (1976) et PIERI (1989).

Dans l'ensemble les parcelles ayant reçues de la fumure BP+Urée se sont montrées tolérantes à la pyriculariose foliaire. Cependant la fumure NPK+Urée a présenté une sensibilité moyenne à la maladie. Cette situation s'explique par le taux d'azote élevé dans cette fumure. En effet, l'azote augmente les espaces intercellulaires favorisant ainsi le développement de la pyriculariose. Nos résultats sont en conformité avec ceux obtenus par TRAORE (2000).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

Notre étude a été réalisée en plein champ et au laboratoire dans la zone sud soudanienne du Burkina Faso. L'objectif de notre travail a été d'étudier l'effet des précédant maïs, coton, riz et des fumures à base de Burkina Phosphate sur la production du riz pluvial strict.

Au terme de cette étude, nos résultats ont montré que la rotation coton-riz augmente plus le pH du sol en fin de campagne. La teneur en azote et carbone est restée constante dans les rotations coton-riz. La rotation coton-riz a induit la plus grande croissance des plants de riz, mais statistiquement identique à celle maïs-riz. La rotation coton-riz a enregistré les plus hauts rendements en grain et en paille du riz. Le poids de 1000 le plus élevé est obtenu dans les parcelles rotations coton-riz.

Dans les parcelles de compost, le pHeau était beaucoup plus élevé comparé aux autres fumures. Les meilleures croissances des plants de riz sont observées avec la fumure NPK + Urée, BP + Compost + Urée et BP + Urée. La fumure BP + Compost + Urée a enregistré le meilleur rendement grains, biomasse, et poids de 1000 grains. La monoculture riz-riz a présenté avec la fumure BP + Urée la plus faible manifestation de la maladie quelle que soit la date d'observation. En condition de rotation coton-riz, toutes les parcelles de riz ont été attaquées.

En perspectives :

- nous suggérons de prendre en compte des données sur les paramètres de composantes de rendement tel que le nombre de panicules par mètre carré, le nombre de ramification par panicule dans les années à venir ;
- nous proposons de suivre l'évolution de la pyriculariose en fonction des fumures durant les différentes phases de développement du riz pluvial strict.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ADRAO, 1992.** Manuel illustré de riziculture pluviale. IRRI / IRAT-CIRAD. Montpellier (France) 284 p.
- ADRAO, 1995.** Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest. Formation en riziculture ; manuel du formateur 305 p.
- ADRAO, 1996.** Rapport annuel 1995. Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest. Bouaké, Côte d'Ivoire. 70 p.
- ANGLADETTE A., 1966.** Le riz, G-P. Maisonneuve et Larose, Paris 930 p.
- ANONYME, 2002.** b. Mémento de l'agronome. Ministère de la coopération française 1136 p. Paris.
- ANONYME, 2004.** Profil du Burkina Faso, 290 p.
- ARRAUDEAU A., 1998.** Le riz irrigué édition Maisonneuve et la rose : le technicien d'agriculture tropicale 321 p.
- ARRAUDEAU A. & VERGARA B. S., 1992.** Manuel illustré de riziculture pluviale 284 p.
- BADO B. V., 1991.** Etude de l'efficacité du Burkina Phosphate en riziculture. INERA, 42 p.
- BADO, B. V., SEDOGO M. P., CESCAS M. P., LOMPO F. & BATIONO A., 1997.** Effet à long terme des fumures sur le sol et les rendements du maïs au Burkina Faso. Cahiers Agricultures. Vol. 6 : 571 – 575 p.
- BADO B. V. & OUATTARA S., 2002.** Mise au point d'une nouvelle formule d'engrais minéral NPK pour la riziculture au Burkina Faso, 22 p.
- BAGAYOGO M., 1999.** Site-specific effects of Cereal/Legume rotation in West Africa: Soil mineral nitrogen, Mycorrhizae and Nematodes. Thèse de doctorat (Ph. D). Université de Hohenheim. Stuttgart, VerlagGrauer GERMANY.
- BAGAYOGO M., BUERKERT A., LUNG G., BATIONO A. & RÖMHELD V., 2000.** Cereal/legume rotation effects on cereal growth in Sudano-Sahelian West Africa : soil mineral nitrogen, mycorrhizae and nematodes. Plant and soil : 103-116 p.
- BONNAL J., 1983.** Rapport de mission en Haute-Volta. Aspects économiques du problème de l'utilisation des Voltaphosphates (17-27 février 1983). Doc. Ronéo IRAT- IVRAZ, 40p.
- BROUDISCOU L. P., PAPON Y. & BROUDISCOU A. F., 1999.** Effects of minerals on feed degradation and protein synthesis of rumen micro-organisms in a dual effluent fermenter Reprod. Nutr. Dev., pp. 255-268.
- BRUNDRETT M. C., 2002.** Co-evaluation of roots and mycorrhizas of land plants. New Phyt., pp. 275 - 304.
- CHANG T. T., 1976.** The origin, evolution, cultivation, dissemination and diversification of Asian and African rices. *Euphytica*, : pp. 425 – 441.

- CIRAD-GRET, 2009.** *Mémento de l'agronome*. Editions Quæ, 1699 pages
- DEMBELE S., 1988.** Aménagement hydro-agricoles et riziculture: Situation du Burkina Faso. Rapport technique INERA, Ouagadougou. 56 p
- DGPER, 2011.** Stratégie nationale de développement de la riziculture, 43 pages.
- DOBELMAN J. P., 1976.** Riziculture Pratique 2. Riz pluvial. Presses universitaires de France, 123 pages.
- EUREKA, 1994.** Revue trimestrielle du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST) pp 7 -12.
- EUREKA, 2005.** Revue trimestrielle du Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (CNRST), Burkina Faso, Partenariat ADRAO – INERA, plus de dix ans aux services du développement rizicole 74 p.
- EPSTEIN E., 1972.** Mineral nutrition of plants: Principles and perspectives. John Wiley, NEW YORK pp 14 -16.
- FALISSE A. & LAMBERT J., 1994.** Fertilisation minérale et organique de la production végétale. Tayeba, EH. Persons E, Hatier pp 377- 398.
- FAO, 1980.** L'irrigation en Haute Volta – Rapport du centre d'Investissement de la FAO. Programme de coopération FAO/Banque mondiale pp 2-5..
- FRIETE J. R., 1984.** Important limiting factors for the rhizobium-legumesymbiosis. In: Biological Nitrogen Fixation Ecology, Technology and Physiology (Eds) M. Alexander; Plenum Press, New York, NY, USA, pp. 5 1-73.
- FROSSARD E., 1985.** Etude expérimentale de l'influence de composés organiques sur l'évolution des ions phosphates en sol ferrallitique. Thèse Doctorat INPL, Nancy, France, 109P.
- FROSSARD E., BROSSARD M., HEDLEY M. J. & METHERELL A., 1995.** Reactions controlling the cycling of P in soils. In: Phosphorus in global environment. Tiessen H (Eds). John Willey & Sons Ltd. New York, USA, pp. 107-137.
- GANRY F., DIEM H. G., WEY J. & DOMMERGUES Y. R., 1985.** Inoculation with *Glomus mosseae* improves N₂ fixation by field- grown soybeans. Biol. Fert. Soil, Nol, pp. 15-23.
- GROS A., 1967.** Engrais, guide pratique de la fertilisation. 6^e édition revue et complétée, Paris, La maison Rustique. 436 p.
- GUINKO S., 1984.** Végétation de Haute Volta. Thèse de Doctorat d'état, Université de Bordeaux III (France) 145 p.
- GUIRA T., 1988.** Intensification de la culture du sorgho en sol ferrugineux : Etude des effets induits des techniques culturales sur la fertilité des sols. Mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur du Développement Rural, Option Agronomie. Université de Ouagadougou, ISN-DR, 1 14 p.

- HIEN V., YOUL S., SANON K., TRAORE O. & KABORE D., 1992.** Rapport de synthèse des activités du Volet Expérimentation du Projet Engrais Vivriers 1986-1991. Résultats agronomiques et évaluations économiques des formules d'engrais à moindre coût pour les céréales, 184 p.
- HOSHIKAWA K., 1990.** Significance of legume crops in improving the productivity and stability of cropping systems. Paper presented at the International symposium on the Use of Stable isotopes in Plant Nutrition, Soil fertility and Environment Studies. Vienna, Austria, 1-5 October 1990.
- INERA, 1994.** Programme riz et riziculture (Document préparatoire du plan stratégique du CNRST) 49 p.
- KARAMAGE F. X., 2001.** Etude de l'influence de la fertilisation phosphatée sur les attaques de cécidomyie africaine, ses parasitoïdes et les foreurs de tige en riziculture irriguée. Mémoire de fin d'études de l'Institut de Développement rural Université polytechnique de Bobo Dioulasso pp30 – 80.
- KIMA F., 1993.** Evaluation de variétés améliorées de riz dans trois zones agro – écologiques du Burkina Faso (Douna, Karfiguéla, Vallée du Kou). Mémoire de fin Bobo d'études, option agronomie, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, Burkina Faso.60 p.
- KOUMARE S., 2007.** Cour d'agrochimie à l'intention d'étudiants de l'IPR/IFRA pp 25- 35.
- LACHARME M., 2001.** Le plant de riz : données morphologiques et cycle de la plante ; pp 1-36.
- LOMPO, 2009.** Effets induits des modes de gestion de la fertilité sur les états du phosphore et de la solubilisation des phosphates naturels dans deux sols acides du Burkina Faso, p.254.
- LOMPO F., SEDOGO M. P. & ASSA A., 1994.** Effets à long terme des phosphates naturels de Kodjari (Burkina Faso) sur la production du sorgho et les bilans minéraux. Rev. Res. Amélior. Agr. Milieu Aride, , pp. 163-178.
- LOMPO F., SEGDA Z., WOPEREIS M. C. S., HAEFELE H., HIEN V., SEDOGO P. M. & GUIKO S., 2002.** Gestion de l'azote en riziculture irriguée cas de Nimatoulaye dans la plaine de Bagré. Résumé Actes Ve édition nationale de la recherche scientifique et des innovations technologiques (FRSIT) 11 – 18 mai 2002. Thème : Recherche scientifique technologique et stratégies de lutte contre la pauvreté. Les communications « Agronomie » ; pp 69 - 102.
- LUTZ J. F., PINTO R. A., GARCIA-LAGOS R. & HILTON H. G., 1966.** Effect of phosphorus on some physical properties of the soil.II: Water retention. Soil Sci. Soc. Am. Proc., , pp. 433-437.
- MAHRH, 2008.** Forum national sur la commercialisation du riz : rapport final Ouagadougou les 05 et 06 octobre 2009 ; 65 p.
- MOKWUNYE A. U., 1996.** Recapitalizing west Africa's soil fertility: role of local phosphate rock. Agro-minerals: News in Brief, , pp. 10-12.

- MORANT P., 1985.** L'utilisation des phosphates naturels de Kodjari et de la matière organique dans la fertilité des systèmes de culture au Burkina Faso. Mémoire de DEA, Option Sciences Agronomiques, INPL-ENSAIA, Nancy, France, 58 p.
- NACRO S., 1994.** Analyse d'un système tritrophique: la cécidomyie du riz et ses parasitoïdes au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes ; pp 4 – 90.
- NADIE G., 2008.** Evaluation multi locale de nouvelles variétés de riz en conditions de bas-Fonds et irriguée de l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études de l'Institut de développement rural Université polytechnique de Bobo Dioulasso ; 71 p.
- OUEDRAOGO S., 1984.** Etude des pratiques de fertilisation et de la fertilité des sols dans deux villages : Sarial plateau Mossi ; Goin, Pays Samo. Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural ; Option Agronomie, ISP, Université de Ouagadougou, Burkina Faso, 119 p.
- PAIRUNAN A. K., ROBSON A. D. & ABLOTT L. K., 1980.** The effectiveness of vesicular-arbuscular mycorrhizae in increasing growth and phosphorus uptake of subterranean clover from phosphorus sources of different solubilities. *New Phyt.*, pp. 327-338.
- PARISH D. H. & DATTA S. K., 1976.** Rice fertilization for optimum yields. IFDC et International Rice Research Institute ; 12 p.
- PICHOT J., SEDOGO M. P., POULAIN J. F. & ARRIVETS J., 1981.** Evolution de la fertilité d'un sol ferrugineux sous l'influence des fumures minérales et organiques- Incidences des successions culturales. *Agron. Trop.*, pp. 122-133.
- PIERI C., 1989.** Fertilité des terres de savanes. Bilan de trente ans de recherche et de développement au Sud du Sahara. (Eds) Ministère français de la coopération et du Développement et CIRAD-IRAT, Paris, France, 444 p.
- PORTÈRES R., 1950.** *Vieilles agricultures de l'Afrique intertropicale.* Centres d'origine et de diversification variétale primaire et berceaux d'agriculture antérieurs au XVIe siècle. *L'Agronomie tropicale*, pp. 489-507.
- RABAT, 2003.** *Les engrais et leurs applications.* Précis à l'usage des agents de la vulgarisation agricole, 77 pages.
- SANGARE M., 2008.** Effet de la fertilisation minérale sur la croissance et le développement de 25 variétés de riz pluvial. Rapport de stage de fin de cycle Technicien supérieur ; CAP/M Centre Agricole Polyvalent de Matroukou ; 46 p + ANNEXE
- Stratégie Nationale de Développement du riz et de la Riziculture au Burkina, 2011.** 27p.
- SAWADOGO W. M., 2008.** Criblage de variétés et lignées isogéniques pour la résistance à *Xanthomonas oryzae* pv. *Oryzae* et étude du développement de l'épidémie du flétrissement bactérien du riz sur le périmètre irrigué de Bagré (Burkina Faso). Mémoire de fin d'étude. Option agronomie. Institut du Développement Rural (IDR). Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina Faso). 74p.
- SAWADOGO J. A. & SIE M., 1984.** Rapport de synthèse de l'expérimentation de phosphate naturel sur le riz. Saison humide 1989. CERCI ; pp 3-6.

- SAWADOGO A. & THIO B., 1997.** Les nématodes racinaires du riz irrigué au Burkina Faso et à l'office du Niger. In: irrigated rice in Sahel: Prospects for sustainable development Miézan K. M., Wopereis M. C. S., Dingkuhn, Dekers J. and Randolph T. F. (eds) ADRAO. Bouaké ; pp. 301– 310.
- SEGDA Z., 2002.** Agronomie et technique culturale du riz. Formation participative en de estion intégrée de la production et déprédateur du riz en technique culturale. INERA Institutl'Environnement et de Recherches Agricoles ; 67 p.
- SERE Y., 1989.** Approche prioritaires en vue d'une collaboration et d'un appui de la part des centres de Recherche Agricole (CIRA) aux services Nationaux de Recherche Agricole de moindre ressource : le cas du Burkina Faso. Rapport présenté à la revue Annuelle de la riziculture de l'Association pour le Développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest (ADRAO), Bouaké : 23p.
- SERE Y. & SY A. A., 1997.** Affections phytopathogènes majeurs du riz au Sahel analyse et stratégie de gestion. In: irrigated rice in Sahel: prospects for sustainable development Miézan K.M., Wopereis M. C. S., Dingkuhn, Dekers J. and Randolph T. F. (eds) ADRAO. Bouaké, Côte d'Ivoire, pp. 275–287.
- SIBOMONA I., 1999.** Etude de l'effet des pratiques culturales sur la cécidomyie africaine du riz : cas de la fumure azotée et des écartements entre les plants de riz. Mémoire de fin d'études de l'Institut de développement rural Université polytechnique de Bobo Dioulasso pp 30 – 80.
- SIE M., DOGBE & DIATTA M., 2009.** Sélection variétale participative du riz : manuel du technicien ; pp. 3 – 9.
- SMITH T. J. & SANCHEZ P. A. (1980).** Effect of lime, silicate and phosphorus applications to an Oxisol in phosphorus sorption and retention. Soil Sci. Soc. Am., pp. 500-505
- SOMA D. M., 2010.** Effet des apports répétés de diverses sources d'amendements organiques dans un sol ferrugineux tropical lessivé (Saria, Burkina Faso) sur la biodisponibilité du phosphore et la production du sorgho.p.60.
- STOORVOGEL J. J. & SMALING E., 1990.** Assesment of soil nutrient depletion in sub-Saharan Africa, 1983-2000. Vol.1 Main Report 28, DLO The Winang Staring Centre for Integrated Land, Soil and Water Research (SC-DLO), Wageningen, The Netherlands, 137p
- TAPSOBA M., 1997.** Contribution à l'étude des besoins nutritifs du riz pluvial dans la zone Ouest du Burkina Faso ; Mémoire de fin d'études de l'Institut développement rural Université polytechnique de Bobo Dioulasso pp 1- 70.
- TRAORE S., 2000.** Mise au point d'un paquet technologie de protection intégrée contre les insectes foreurs de tige, la pyriculariose et les nématodes associés au riz irrigué. Mémoire de fin d'études. Option agronomie. Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso. 88 p.
- TRAORE S. A., 2009.** Etude du polymorphisme variétal de résistance à la sécheresse du riz pluvial en milieu semi-contrôlé : cas des stress précoce et final. Mémoire de DEA. Option biotechnologie végétale. Ecole Doctorale Régionale du RA-BIOTECH. Université de Ouagadougou, Burkina Faso. 76p.

WALKER T. W. & SYERS J. K. (1976).The fate of phosphorus during pedogenesis. *Geoden*, pp. 1-19.

ANNEXES

❖ CALENDRIER CULTURALE

- préparation du champ : 31 mai au 01 juin 2013
- Semis : 25 au 26 juin 2013
- Levée :
- sarclage (1) : 08 au 12/07/2013
- sarclage (2) : 15 et 16 juillet 2013
- sarclage (3) : 23 au 26 juillet 2013
- désherbage : 09 et 16 août 2013
- application engrais (nature ; dose ; méthode d'application) :

• Fumures de fonds

Le compost a été apporté huit (8) jours avant le semis à raison de 5 t/ha (17 kg/sous traitement).

Le BP a été apporté huit (8) jours avant le semis à raison de 500 kg/ha le 17 juin 2013 (1kg/sous traitement).

• Fumures de couverture

Le NPKSB a été apporté le 12 juillet 2013 15 jours après semis à raison de 200 kg/hectare.

L'urée a été apportée en deux fractions :

la première fraction 50 kg/ha a été appliquée le 25 juillet 2013,

la deuxième fraction a été appliquée le 9 août 2013 à raison 50kg/ha,

- Récolte : 01/10/2013

❖ Caractéristiques agro morphologiques de la variété FKR45N

- Cycle semis – épiaison : 60 jours
- Cycle semis- maturité : 95 jours
- Hauteur de la plante : 115 cm
- Tallage : moyen
- Potentiel de rendement : 3 à 4 t/ha