

BURKINA FASO
Unité-Progrès-Justice

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR, DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET DE L'INNOVATION (MESRSI)**

.....
UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE BOBO-DIOULASSO (UPB)

.....
INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL (IDR)



MEMOIRE DE FIN DE CYCLE
En vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL
OPTION: Agronomie
THEME :

Evaluation de l'efficacité du système de riziculture intensive (SRI) en régime hydrique non contrôlé, en comparaison avec les pratiques paysannes, dans la région du centre du Burkina Faso : cas du bas-fond rizicole de Goghin.

Présenté par

KARAMBIRI Clément

Maître de stage : **Dr Aimé Sévérin KIMA**

Directeur de mémoire : **Dr Bernard BACYE**

N°.../2016/ Agronomie

Avril 2016

TABLE DES MATIERES	PAGES
DEDICACE	iv
REMERCIEMENTS.....	v
LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS	vi
LISTE DES TABLEAUX.....	vii
LISTE DES FIGURES ET PHOTOS.....	viii
RESUME	ix
ABSTRACT.....	x
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE.....	4
CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA PLANTE DE RIZ.....	5
1.1. Connaissance de la plante de riz	5
1.1.1. Systématique, origine et distribution du riz	5
1.1.2. Morphologie de la plante de riz	7
1.1.2.1. Organes végétatifs.....	7
1.1.2.2. Organes reproductifs.....	8
1.1.3. Croissance et développement de la plante de riz	8
1.1.3.1. La phase végétative.....	9
1.1.3.2. La phase reproductive	9
1.1.3.3. La phase de remplissage et maturation du grain	9
1.1.4. Exigences écologiques	10
1.1.4.1. Exigences hydriques	10
1.1.4.2. Exigences édaphiques	10
1.1.4.3. Exigences climatiques.....	11
CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LE RIZ ET LA RIZICULTURE AU BURKINA FASO	12
2.1. Importance du riz et de la riziculture au Burkina Faso	12
2.1.1. Importance des superficies et des productions.....	12
2.1.2. Importance alimentaire et économique	13
2.2. Types de riziculture au Burkina Faso	14

2.2.1. Riziculture pluviale stricte	15
2.2.2. Riziculture irriguée	15
2.2.3. Riziculture de bas-fond	15
2.2.3.1. Définition de bas-fond	15
2.2.3.2. Description et caractérisation de bas-fond	16
2.2.4. Système de Riziculture Intensive (SRI)	16
2.2.4.1. Historique.....	16
2.2.4.2. Fondements scientifiques du système de riziculture intensive.....	18
2.2.4.3. Principes du système de riziculture intensive	18
2.3. Contraintes à la production rizicole au Burkina Faso	20
2.3.1. Contraintes abiotiques.....	20
2.3.1.1. Contraintes pédoclimatiques	20
2.3.1.2. Contraintes socio-économiques et techniques	21
2.3.2. Contraintes biotiques	21
2.3.2.1. Insectes déprédateurs du riz.....	21
2.3.2.2. Maladies du riz.....	22
2.3.2.3. Adventices du riz	22
2.3.2.4. Nématodes du riz	22
2.3.2.5. Oiseaux granivores et rongeurs.....	22
DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE	23
CHAPITRE 3 : MATERIEL ET METHODES	24
3.1. Matériel	24
3.1.1. Présentation de la zone d'étude.....	24
3.1.1.1. Situation géographique	24
3-1.1.2. Caractéristiques climatiques	25
3.1.1.2.1. Climat.....	25
3.1.1.2.2. Sols et végétation	25
3.1.2. Matériel végétal	26
3.1.3. Fertilisation	26
3.1.4. Matériel technique utilisé au laboratoire.....	26
3.2. Méthodes.....	27
3.2.1. Dispositif expérimental	27
3.2.2. Conduite de l'essai	28

3.2.3. Observations	30
3.2.4. Collecte des données.....	30
3.2.5. Récolte	33
3.2.6. Productivité de l'eau de pluie.....	34
3.2.7. Analyse des données	34
CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION.....	35
4.1. Résultats.....	35
4.1.1. Effets des traitements sur les cycles semis épiaison et semis maturité	35
4.1.2. Effets des traitements sur les paramètres de croissance.....	35
4.1.3. Effets des traitements sur les composantes de rendement	36
4.1.4. Effets des traitements sur les rendements	37
4.1.5. Productivité de l'eau dans les différents traitements.....	38
4.2. Discussion	39
4.2.1. Evolution des paramètres agro morphologiques	39
4.2.2. Variation de la productivité de l'eau.....	45
CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....	47
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	xi
ANNEXES.....	xvii

DEDICACE

A la mémoire de notre cher père et de notre chère mère...

A toi Jacqueline...

A toute la famille KARAMBIRI...

Je dédie ce mémoire.

REMERCIEMENTS

La collaboration et la contribution de plusieurs personnes et structures ont permis au présent mémoire de voir le jour. Qu'il nous soit permis à travers les premières pages du présent document de leur témoigner notre sincère reconnaissance. Nos remerciements s'adressent particulièrement :

- au **Dr Aimé Sévérin KIMA**, Coordonnateur National du Projet Riz Pluvial pour nous avoir accueillis dans son service. Par ailleurs notre maître de stage, nous le remercions pour nous avoir confié ce thème et sa disponibilité dans l'encadrement. Sa rigueur scientifique et son souci pour le travail bien fait ont été pour nous un enseignement ;
- au **Dr Bernard BACYE**, notre directeur de mémoire pour sa disponibilité, ses orientations et ses conseils dans la rédaction de ce mémoire ;
- à tout le personnel du Projet Riz Pluvial pour son accueil et sa franche collaboration ;
- à tous les enseignants de l'Institut du Développement Rural pour la formation reçue ;
- à tout le personnel du laboratoire central du Service National des Semences, pour son accueil et son appui lors de nos travaux au sein dudit laboratoire ;
- à **M. André ZONGO** et sa famille pour leur précieux appui depuis les travaux de mise en place de l'essai jusqu'à la récolte ;
- à **M. Rodrigue TIANHOU** pour son hospitalité et son soutien inestimable ;
- à tous nos collègues étudiants pour cette atmosphère familiale et ces périodes très enrichissantes durant notre formation à l'Institut du Développement Rural ;
- à tous nos collègues stagiaires du Projet Riz Pluvial pour ces moments d'ambiance conviviale ;
- à tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail et dont les noms n'ont pu être cités, qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde reconnaissance.

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

ADRAO:	Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest
AfricaRice :	Africa Rice Center (Centre du Riz pour l'Afrique)
ATS :	Association Tefy Saina
BNDT :	Banque Nationale de Données Territoriales
CIEH:	Comité Inter-Etats d'Etudes Hydrauliques
CIRAD:	Centre de coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement
CNRST:	Centre National de Recherche Scientifique et Technologique
DGESS:	Direction Générale des Etudes et des Statistiques Sectorielles
DGM :	Direction Générale de la Météorologie
DGPER :	Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale
DRARHASA :	Direction Régionale de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques, de l'Assainissement et de la Sécurité Alimentaire
FAO:	Food and Agricultural Organisation (Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture)
FKR :	Farako-Bâ Riz
INERA:	Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles
IRRI :	International Rice Research Institute (Institut International de Recherches sur le Riz)
JAR :	Jours Après Repiquage
JAS :	Jours Après Semis
NERICA:	New Rice for Africa (Nouveau Riz pour l'Afrique)
NGP :	Nombre de Grains Pleins
NGV :	Nombre de Grains Vides
PAM:	Programme Alimentaire Mondiale
PP_{sd}:	Parcelle Paysanne avec semis direct
PRP:	Projet Riz Pluvial
PSSA :	Programme Spécial pour la Sécurité Alimentaire.
RW :	Rain Water (quantité d'eau de pluie)
RWP :	Rain Water Productivity (productivité d'eau de pluie)
SNDR:	Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture
SNS :	Service National des Semences
SPSS :	Statistical Package for the Social Sciences (Paquet Statistique pour les Sciences Humaines)
SRI:	Système de Riziculture Intensive
SRI_{rq} :	Système de Riziculture Intensive avec repiquage
SRI_{sd} :	Système de Riziculture Intensive avec semis direct
Y :	Yield (rendement grain)

LISTE DES TABLEAUX.....Pages

Tableau I : Effets des traitements sur les cycles semis-épiaison et semis-maturité.....35

Tableau II : Effets des traitements sur les paramètres de croissance.....36

Tableau III : Effets des traitements sur les composantes de rendement.....37

Tableau IV : Effets des traitements sur les rendements.....38

LISTE DES FIGURES ET PHOTOS.....	Pages
Figure 1 : Plant de riz.....	7
Figure 2 : Différentes parties d'une panicule.....	8
Figure 3 : Phases de développement du riz.....	10
Figure 4 : Evolution des productions (tonnes) et des superficies (hectares) du riz au Burkina Faso de 2000 à 2014.....	12
Figure 5 : Evolution des rendements paddy (tonnes/ha) du riz au Burkina Faso de 2000 à 2014.....	13
Figure 6 : Evolution des importations (tonnes) du riz au Burkina Faso de 2000 à 2013....	14
Figure 7 : Localisation de la zone d'étude : Goghin, dans le centre du Burkina Faso.....	24
Figure 8 : Evolution des conditions climatiques de mai à octobre 2015 dans la zone d'étude.....	25
Figure 9 : Dispositif expérimental.....	28
Figure 10 : Evolution de la productivité de l'eau dans les différents traitements en fonction des rendements grain.....	38
Figure 11 : Cumuls décadaires de l'évolution de la pluviométrie au cours de la saison hivernale 2015 dans la zone d'étude.....	39
Photo 1a : Panicules d'<i>O. Sativa</i> L.....	6
Photo 1b : Panicules d'<i>O. glaberima</i> Steud.....	6
Photo 2 : Prélèvement des plants au stade de deux (02) feuilles.....	19

RESUME

L'accroissement de la production de riz afin de nourrir une population sans cesse croissante dans un contexte de changement climatique fait partie des défis des régions où le problème d'eau se pose avec acuité. Pour relever ce défi, le système de riziculture intensive (SRI) semble se poser comme une alternative. Il s'agirait en effet, d'une approche qui nécessiterait moins d'eau et permettrait d'accroître la production du riz. La connaissance de cette pratique reste pourtant limitée au Burkina Faso. Notre étude s'est fixée pour objectif de contribuer à l'accroissement des rendements du riz en évaluant l'efficacité du SRI en condition de bas-fond à Goghin dans la commune rurale de Koubri au Burkina Faso. Dans cette étude, les techniques du SRI ont été comparées aux pratiques paysannes à travers un test sur la variété de riz FKR 19. L'expérience a été conduite pendant la saison hivernale 2015-2016. Le dispositif expérimental utilisé est le bloc complètement randomisé (bloc FISHER) avec trois (03) traitements et quatre (04) répétitions. Les traitements ont été repartis en système de riziculture intensive avec repiquage (SRI_{rq}), en système de riziculture intensive avec semis direct (SRI_{sd}) et en parcelle paysanne avec semis direct (PP_{sd}) utilisée comme témoin, où la gestion des cultures a été faite selon les pratiques paysannes. Les cycles des plantes, les paramètres de croissance, les composantes de rendement, les rendements et la productivité de l'eau ont été évalués. Les résultats ont révélé, une réduction de la durée du cycle cultural de 12 jours en SRI par rapport au témoin, un meilleur développement des plantes (hauteur et tallage), une fertilité plus élevée des talles, des panicules plus nombreuses et plus productives ainsi qu'une augmentation significative de l'ordre de 64,99% et 98,40% des rendements grains. La détermination de la productivité de l'eau a permis d'obtenir des chiffres de 1,16 et 1,87 kg/m^3 contre 0,94 kg/m^3 pour le témoin soit un accroissement de 23,4 et 98,93%. De cette étude, on peut retenir que le système de riziculture intensive a donné de bons résultats par rapport aux pratiques paysannes en conditions de bas-fond. Les recherches méritent d'être approfondies et étendues à d'autres zones agro climatiques du pays.

Mots clés : Système de riziculture intensive (SRI), bas-fond, riz, rendements, productivité, Burkina Faso.

ABSTRACT

The increase of rice production in order to feed a population constantly increasing in a climatic change context make part of the challenges of the regions where the problem of water arises with acuteness. To raise this challenge, the system of rice intensification (SRI) seems to pose like an alternative. It would be about indeed, of an approach that would require less water and would permit to increase the production of rice. The knowledge of this practice remains limited yet in Burkina Faso. Our survey set for objective to contribute to rice yield increase by evaluating of the SRI efficiency in condition of shallow in Goghin in the farming township of Koubri to Burkina Faso. In this survey, the technics of the SRI have been compared to the farmers' practices through a test on the variety of rice FKR 19. The experience has been driven during the rainy season 2015-2016. The used experimental device is the completely randomized block (FISHER block) with three (03) treatments and four (04) repetitions. The treatments left in system of rice intensification with recording (SRIrq), in system of rice intensification with direct seedling (SRI_{sd}) and in farmer parcel with direct seedling (PP_{sd}) used like witness, where the management of the cultures has been made according to the practices farmers. The cycles of the plants, the parameters of growth, the components of output, the outputs and the productivity of water have been evaluated. The results revealed, a reduction of the length of the cycle cultural of 12 days in SRI in relation to the witness, a better development of the plants (height and tillering), more full tillers, more numerous and productive panicles as well as a meaningful increase of the order of 64,99% and 98,40% of yield. The determination of the water productivity permitted to get numbers of 1, 16 and 1, 87 kg/m³ against 0,94 kg/m³ for the witness is a growth of 23,4 and 98,93%. Of this survey, one can keep that the system of rice intensification gave good results in relation to the farmers' practices in conditions of shallow. The research may be deepen and extent to other agro climatic area of the country.

Key words: System of rice intensification (SRI), shallow, rice, outputs, productivity, Burkina Faso.

INTRODUCTION

Le riz (*Oryza sativa L.*) est l'une des céréales les plus répandues dans le monde. Elle demeure donc l'une des plus importantes pour l'alimentation de la population mondiale dont plus du tiers (1/3) en dépend (NDIIRI et *al.*, 2013). Selon la FAO, en 2015, la production mondiale de riz paddy a été estimée à 742,6 millions de tonnes, soit 493 millions de tonnes de riz décortiqué. Cette production est en baisse de 2,4 millions de tonnes (soit 0,4%) par rapport à celle déjà décevante de 2014.

L'Afrique, très loin derrière, a également accusé une baisse importante de 1,5% par rapport à 2014, ramenant sa production à 28,3 millions de tonnes. Pendant ce temps, de nombreuses populations dans plusieurs pays en Afrique subsaharienne dépendent fortement du riz comme nourriture principale, devant le maïs, le manioc, le sorgho (KAHIMBA et *al.*, 2014). Selon les mêmes auteurs, l'accroissement de la population et la forte urbanisation continuent d'accentuer la demande. Le riz occupe de ce fait une place déterminante dans l'atteinte de la sécurité alimentaire. Pourtant, les quantités produites peinent à satisfaire les besoins des populations, faisant du continent africain un gros consommateur et non un gros producteur de riz (CIRAD, 2010).

La production agricole au Burkina Faso est dominée par les cultures céréalières qui constituent l'essentiel de l'alimentation de la population. Le riz ne contribue qu'à environ 4% de cette production céréalière composée essentiellement de sorgho (43%), de mil (28%), de maïs (24%), et le fonio (1%) (PAM, 2014). Pendant que les rendements du riz restent faibles et quasi stationnaires, la forte croissance démographique et les changements d'habitudes alimentaires a contribué à accroître la demande de consommation de cette denrée.

Les facteurs explicatifs de ces faibles rendements sont à la fois d'ordre naturel (variabilité climatique), technique (faible maîtrise des techniques par les producteurs, faible niveau d'équipement), politique (insuffisance d'investissement dans le secteur agricole) et économique (concurrence déloyale des produits importés, faible rémunération des produits agricoles). L'un des facteurs les plus déterminants, demeure la variabilité climatique. Du fait de cette variabilité, l'eau pour l'agriculture devient de plus en plus rare, et les changements induisant des températures de plus en plus élevées augmenteront les exigences en eau des cultures, surtout le riz, qui demeure l'une des plus consommatrices d'eau parmi les cultures (NDIIRI et *al.*, 2013). C'est dans ce contexte que l'accroissement national de la productivité

et de la production du riz s'impose comme une nécessité. Malheureusement les systèmes de riziculture qui ont toujours existé dans le pays n'ont pas permis de répondre aux besoins de booster la production, d'où la nécessité de s'interroger sur leur efficacité. Face à cette situation, la recherche de nouveaux systèmes (paquets techniques) doit être de mise. C'est d'ailleurs à la faveur de conditions climatiques difficiles (sécheresse et retard pluviométrique) dans les années 1983-1984, qu'est né de manière accidentelle le système de riziculture intensive (SRI) à Madagascar, grâce au prêtre Ingénieur Henri DE LAULANIE. Selon ce dernier, le SRI est basé sur six (06) principes à savoir : i) le repiquage d'un seul plant par poquet ; ii) l'utilisation de très jeunes plants au stade de deux (02) feuilles (âgés de 8-14 jours) ; iii) le bon écartement entre les lignes et les poquets (25 cm×25 cm ou plus) ; iv) l'application minimale d'eau pendant la phase végétative tout en maintenant le sol humide ; v) le désherbage répété (02 à 04fois) à l'aide de sarceuse mécanique simple ; vi) l'application de la fumure organique (fumier, compost, paillis) afin de réduire ou supprimer l'utilisation d'engrais chimiques. Ces pratiques sont destinées à accroître la productivité du riz à travers une autre approche de gestion des plantes, du sol, de l'eau et des nutriments, mais aussi par une réduction des apports externes. Contrairement à la méthode conventionnelle d'inondation continue de rizières, le SRI préconise une alternance d'assèchement et d'humidité. Il permettrait ainsi d'accroître les rendements (STYGER, 2009 ; ATS, 2006), tout en réduisant les exigences en eau (CHAPAGAIN and RISEMAN, 2011), en semences, en engrais et en assurant une meilleure protection des cultures. Cependant, presque toutes les expériences ayant permis d'aboutir à ces résultats, ont été menées en condition d'irrigation avec maîtrise totale d'eau. Le caractère ouverte et dynamique de la pratique (DE LAULANIE, 1993), nous permet de nous interroger sur, comment transférer ce paquet technique dans nos conditions où les moyens de maîtrise d'eau d'irrigation restent encore dérisoires ? Comment se comportera-t-elle cette pratique en conditions hydriques non contrôlées ? Notre étude s'est proposé d'aborder la question autour de la thématique : « Evaluation de l'efficacité du système de riziculture intensive (SRI) en régime hydrique non contrôlé, en comparaison avec les pratiques paysannes, dans la région du centre du Burkina Faso : cas du bas-fond rizicole de Goghin ».

L'objectif global est de contribuer à l'accroissement des rendements du riz au Burkina Faso, en évaluant l'efficacité du SRI par rapport aux pratiques paysannes. C'est ainsi que la variété de riz FKR 19 a été soumise à trois traitements : deux traitements SRI et une parcelle paysanne, prise comme témoin. Plus spécifiquement il s'agit :

- d'évaluer les effets des traitements sur les caractères agro morphologiques et les composantes de rendement de la variété ;
- d'évaluer les rendements par traitement;
- de déterminer la productivité de l'eau au niveau des différents traitements.

Le présent mémoire est la synthèse de nos travaux. Il est structuré en deux (02) parties :

- la première partie comporte le premier et le deuxième chapitre qui traitent de la revue bibliographique donnant une vue d'ensemble de la connaissance générale de la plante du riz et de la riziculture au Burkina Faso ;
- la deuxième partie est consacrée à l'étude expérimentale proprement dite, notamment le troisième chapitre qui porte sur les matériels et la méthode utilisée pour la collecte des données et le quatrième chapitre qui est consacré aux résultats et à la discussion.

PREMIERE PARTIE : REVUE DE LA LITTERATURE

CHAPITRE 1 : GENERALITES SUR LA PLANTE DE RIZ

1.1. Connaissance de la plante de riz

Le riz est une plante annuelle qui croît plus facilement sous les climats tropicaux. Outre son utilisation directe dans l'alimentation humaine, le riz sert à fabriquer de l'alcool, de l'amidon, de l'huile, des produits pharmaceutiques, des aliments diététiques, etc. Les sous-produits issus de sa transformation et la paille sont utilisés dans l'alimentation animale. Les balles servent de combustible et les cendres d'engrais. La paille est également utilisée comme litière ou comme matière première pour la fabrication de pâte à papier ou pour la production de la fumure organique (AHMADI *et al.*, 2002).

Dans ce point, nous allons succinctement présenter quelques caractéristiques botaniques, morphologiques, physiologiques et écologiques de cette culture de plus en plus importante dans l'économie du Burkina Faso.

1.1.1. Systématique, origine et distribution du riz

Du point de vue systématique, le riz est une Monocotylédone de l'ordre des Cyperales auquel appartiennent de nombreuses autres céréales. De la famille des Poaceae, tribu des Oryzeae, le riz appartient au genre *Oryza* qui comporte vingt-trois (23) espèces. Ces espèces sont aujourd'hui distribuées sur tous les continents, mais l'origine du genre *Oryza* est eurasiatique. Selon KAMBOU (2008), parmi les nombreuses espèces que renferme le riz, deux sont cultivées en Afrique, elles sont diploïdes ($2n = 24$) et autogames. Il s'agit de :

- l'espèce *Oryza sativa* L. (photo 1a), d'origine asiatique, comporte de nombreux écotypes ou races géographiques. C'est une espèce à grande productivité qui se caractérise par une ligule entière, une panicule tombante à maturité, un grand nombre d'épillets (paddy). Les écotypes sont repartis en types *indica* et *japonica*.
- ✓ la sous espèce *indica*, originaire de l'Asie tropicale, se caractérise par un fort tallage, des grains longs et fins. Il s'adapte plus à la riziculture aquatique;
- ✓ la sous-espèce *japonica* est originaire de la zone tempérée et subtropicale de l'Asie. Son tallage est moyen et ses grains sont courts et ronds. Elle s'adapte à la riziculture pluviale.
- l'espèce *Oryza glaberrima* Steud. (photo 1b) est issue de la domestication, probablement dans le delta intérieur du Niger, de l'espèce annuelle *O. breviligulata*, elle-même issue de l'espèce pérenne à rhizome *O. longistaminata* d'origine africaine.

Cette espèce n'a jamais été cultivée hors de sa zone d'origine. Du fait de sa faible productivité, ce riz est depuis quelques dizaines d'années, de moins en moins cultivé en Afrique où le riz asiatique lui est de plus en plus préféré. Elle comporte deux (2) écotypes (ADRAO, 1998) :

- ✓ un type précoce et insensible à la photopériode qui est cultivé en pluvial strict ou en zone de bas-fond modérément inondée ;
- ✓ un type flottant et photosensible qui est cultivé dans les plaines inondables (ADRAO, 1998).

Des variétés hybrides *Sativa-glaberrima* combinant les qualités des deux espèces ont été mises au point par AfricaRice (ex-ADRAO) et l'INERA sous le nom «NERICA ». Le « nouveau riz pour l'Afrique » (NERICA) est issu des croisements interspécifiques de deux espèces et combine les avantages hérités de deux parents :

- une croissance rapide qui étouffe les mauvaises herbes ;
- une résistance et/ou une tolérance aux stress locaux du parent africain ;
- une plus grande productivité et une résistance à la verse du parent asiatique.

La mise au point et la diffusion des variétés de riz de type nouveau ou NERICA en Afrique, a constitué une avancée importante dans la technologie et la recherche en matière de la production du riz.



Photo 1a : Panicules d'*O. sativa* L.



Photo 1b : Panicules d'*O. glaberrima* Steud.

Source : WOPEREIS et al. (2009).

1.1.2. Morphologie de la plante de riz

La plante de riz est composée d'organes végétatifs et reproductifs (figure 1).

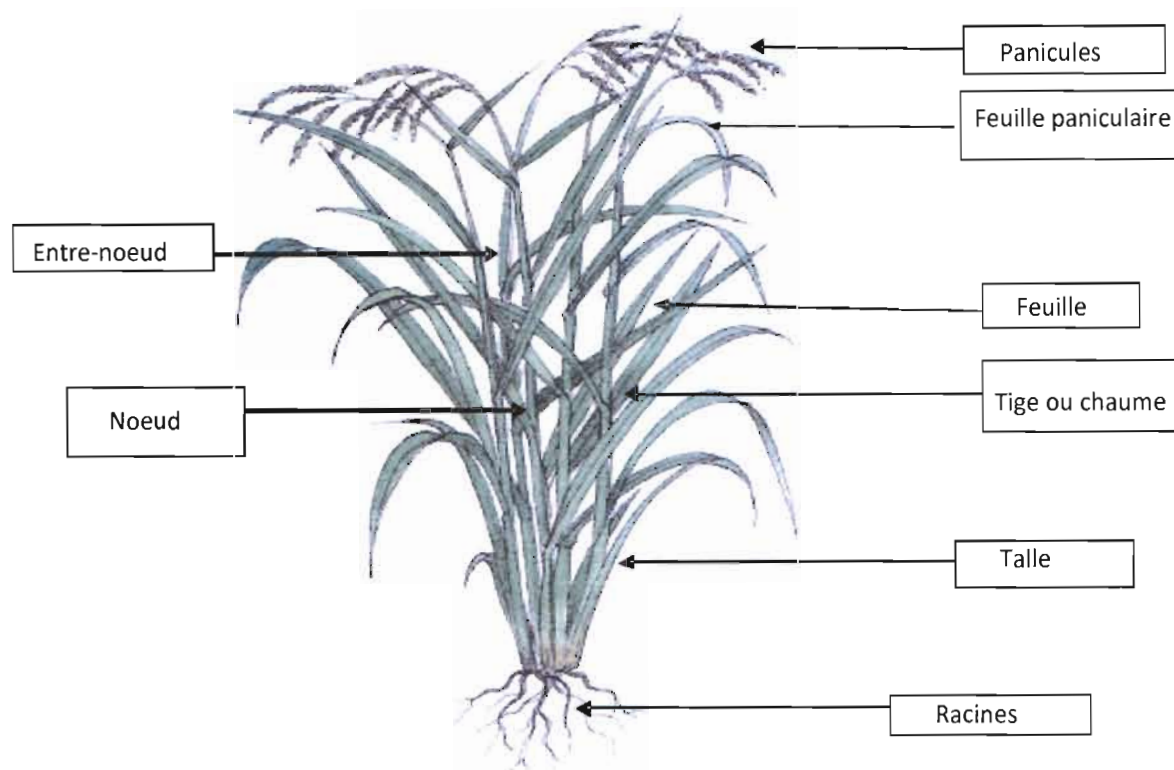


Figure 1: Plant de riz

Source : AfricaRice (2010b)

1.1.2.1. Organes végétatifs

Le système racinaire du riz est constitué de deux types au cours de son développement: les racines séminales qui proviennent de la radicule ont une vie éphémère. Elles sont remplacées par des racines secondaires ou adventives qui apparaissent au tallage à partir des nœuds souterrains de la jeune tige, puis sur des nœuds supérieurs. Ces racines assurent l'alimentation de la plante en eau et en éléments nutritifs. La densité et le développement du système racinaire dépendent surtout du type de sol et des techniques agricoles (ANGLADETTE, 1966). La profondeur maximale des racines est d'environ 40 centimètres. Mais certaines variétés peuvent atteindre 90 centimètres de profondeur (cas du riz flottant). Les racines du riz ont la capacité d'utiliser l'oxygène de l'eau (ADRAO, 1995).

La tige ou chaume est faite de nœuds limitant un certain nombre d'entre-nœuds correspondants. Les entre-nœuds, ronds et creux, sont extrêmement réduits à la base de la tige, mais s'allongent au fur et à mesure que le pied du riz grandit. Chaque nœud est le point d'attache d'une feuille engainante. Entre la tige principale et les feuilles inférieures se développent des tiges secondaires dites talles de premier ordre. Les talles de second ordre se

développent sur celles de premier ordre. Le tallage est fonction du milieu de culture, de la variété et de la fertilisation. Le maître brin est la tige principale ou première tige (ADRAO, 1995).

La feuille de riz est constituée de deux (2) parties essentielles que sont la gaine foliaire (qui enveloppe la tige) et le limbe. Sur la plante de riz, les feuilles sont alternes. La dernière feuille est appelée feuille drapeau ou feuille paniculaire (ADRAO, 1995).

1.1.2.2. Organes reproductifs

L'inflorescence du riz est une panicule constituée d'un axe portant des ramifications primaires ou racèmes (figure 2). Les racèmes comportent des ramifications dites secondaires ou axiales. La fleur de l'épillet comporte un pistil et six étamines portant chacune une anthère. Le fruit ou le paddy est un caryopse. Le grain de riz est enveloppé par deux (2) glumelles intimement serrées l'une à l'autre après la pollinisation et dont la réunion forme l'apex.

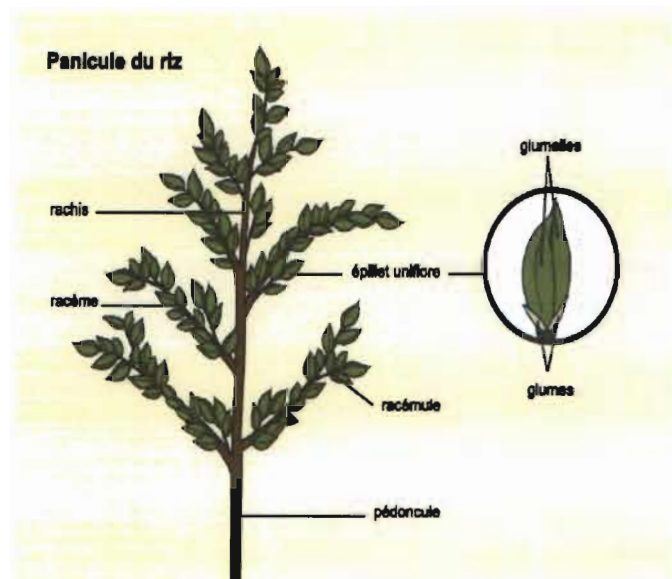


Figure 2 : Différentes parties d'une panicule de riz

Source : LOUANT (1996)

1.1.3. Croissance et développement de la plante de riz

Le riz est une plante annuelle, mais considérée comme pérenne dans certaines régions tropicales. Son cycle biologique varie en fonction des variétés et comprend trois (3) phases successives et distinctes : la phase végétative, la phase reproductive et la phase de remplissage et de maturation des grains (figure 3). Chaque phase comprend plusieurs stades de développement dont les durées sont variables selon les variétés (AfricaRice, 2010 b).

1.1.3.1. La phase végétative

La phase végétative va de la germination à l'initiation paniculaire. Sa durée varie en fonction des variétés. Elle est de 60 jours pour les variétés de 120 à 130 jours, et plus pour les variétés tardives (ADRAO, 1995). Cette phase est caractérisée par le tallage qui est un processus de ramification de la plante mère à partir des bourgeons axillaires. Le nombre de talles par pied dépend des facteurs externes mais aussi de l'aptitude de la variété au tallage. Le tallage maximum est atteint entre 50 et 60 jours, puis décroît par la suite de la dégénérescence de certaines talles (MOUKOUMBI, 2001).

Cette phase comprend plusieurs stades :

- le stade germination d'une durée de 5 à 20 jours, va du semis à la sortie de la coléoptile de la graine ou à l'émergence de la tigelle ;
- le stade plantule ou de jeune plante de 1 à 5 feuilles ; les plantules en croissance produisent des feuilles tous les 3 à 5 jours ;
- le stade tallage ou émission des chaumes secondaires et tertiaires au stade 5 feuilles. Sa durée spécifie les variétés à cycle court, moyen ou long (AfricaRice, 2010 b)
- le stade élongation ou croissance en longueur de la tige.

1.1.3.2. La phase reproductive

La phase reproductive s'étend de l'initiation paniculaire à la floraison/fécondation. Cette phase, d'une durée générale de 21 à 30 jours (AfricaRice, 2010 a), est caractérisée par une très grande sensibilité aux conditions climatiques défavorables telles que la sécheresse et les basses températures. C'est la période pendant laquelle les besoins en éléments nutritifs et en eau de la plante sont élevés. Elle comprend l'initiation paniculaire, la montaison, l'épiaison et la fécondation.

1.1.3.3. La phase de remplissage et maturation du grain

Elle va de la fécondation à la maturité des grains. Après la fécondation, la maturation du grain passe par différents stades à savoir le stade grain laiteux, le stade grain pâteux et le stade grain dur (ADRAO, 1995). Le dernier stade est atteint lorsque 80 à 90% des grains de la panicule sont mûrs. Cette phase est influencée par le régime hydrique et la température. Sa durée est d'environ 30 à 45 jours selon les conditions de température et d'humidité (AfricaRice, 2010 b).

Les 03 phases du cycle biologique du riz se présentent ainsi qu'il suit :

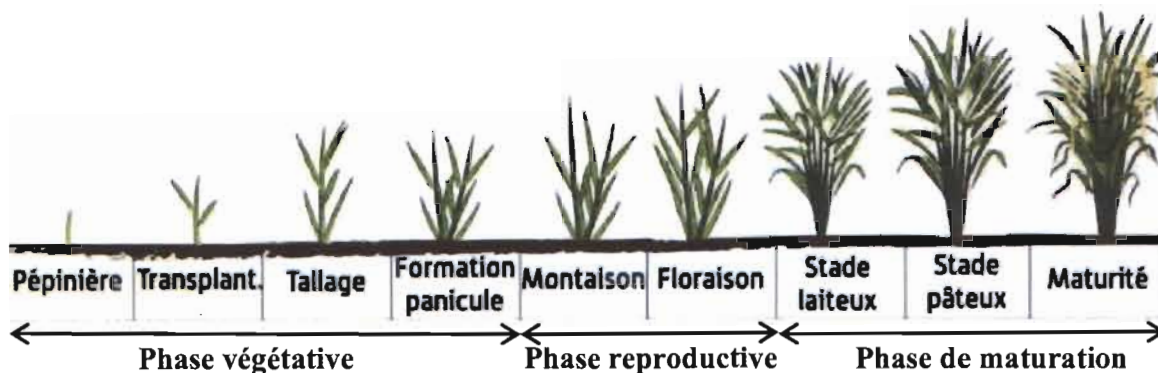


Figure 3 : Phases de développement du riz

Source : SILVIE et *al.* (2012)

1.1.4. Exigences écologiques

Le riz constitue une exception parmi les cultures céréalières, du fait qu'il tolère un large éventail de conditions climatiques, pédologiques et hydrologiques (BAGAYOKO, 2011). Certaines de ces conditions sont abordées dans les lignes qui suivent notamment l'eau, la lumière, la température, le vent et le sol.

1.1.4.1. Exigences hydriques

Le niveau d'exigence d'eau pour le riz peut différer selon les conditions géographiques et la période de l'année (KAHIMBA et *al.*, 2014). Ces besoins sont estimés entre 544 mm à 675 mm au Burkina Faso (KAMBOU, 2008). L'eau nécessaire au riz pluvial provient essentiellement des pluies. Au cours de son cycle, les besoins en eau du riz varient. Ils sont faibles au moment des semis, ils augmentent ensuite jusqu'à la montaison et diminuent par la suite pour devenir presque nuls après la phase de maturité pâteuse. En plus de la notion générale de quantité d'eau nécessaire pour assurer son cycle de développement complet, la régularité des apports d'eau à la plante de riz doit être prise en compte. Pour maintenir le sol submergé pendant toute la durée du cycle du riz irriguée, il faut 12 000 à 20 000 m³/ha (AHMADI et *al.*, 2002).

1.1.4.2. Exigences édaphiques

Le riz s'adapte à une large gamme de sols, mais préfère cependant les sols lourds dans lesquels les pertes par percolation sont faibles (KAMBOU, 2008). Il possède également une bonne tolérance à l'acidité avec un pH optimal compris entre 5,5 à 6. De bons rendements peuvent être obtenus avec des sols aux profils culturaux divers. Cependant les meilleurs rendements correspondent à des proportions déterminées d'argile et de limon, la texture

grossière ou sableuse n'étant pas très favorable à la riziculture pluviale (ANGLADETTE, 1966).

1.1.4.3. Exigences climatiques

Le riz est une plante exigeante en chaleur avec une température optimale de développement comprise entre 28 et 30°C; celle de la germination est comprise entre 30 et 35°C. On constate cependant qu'une température minimale de 14 à 16°C favorise sa germination. La floraison exige une température minimum de 22°C et un maximum de 39°C (ANGLADETTE, 1966).

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 autres éléments du milieu notamment la température (ANGLADETTE, 1966). Ainsi, le photopériodisme a une forte influence sur la durée du cycle et le rendement. Les vents chauds peuvent causer l'échaudage du riz et les vents forts provoquent la verse à maturité, surtout chez les variétés à tige longue.

CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LE RIZ ET LA RIZICULTURE AU BURKINA FASO

2.1. Importance du riz et de la riziculture au Burkina Faso

2.1.1. Importance des superficies et des productions

Les superficies rizicoles ont connu un accroissement de 40 150 hectares (ha) en 2000 à 144 261 ha en 2014 (FAOSTAT, 2015). Les rendements moyens en paddy ont par contre vacillé de 2,57 t/ha en 2000 à 1,70 t/ha en 2007, puis à 2,41 t/ha en 2014. Quant aux productions annuelles de paddy, elles sont passées de 103 087 tonnes en 2000 à 347 501 tonnes en 2014 (figure 4). La production du riz a ainsi été multipliée par 1,78 au cours de la période 2008-2014, passant de 195 102 tonnes en 2008 à 347 501 tonnes en 2014 ; les superficies ont également augmentées au cours de la même période (de 80 106 à 144 261 hectares). Cette hausse de la production est essentiellement due à l'extension des superficies, car les rendements demeurent faibles (figure 5). Pour la campagne agricole 2014-2015, le rendement national du riz était de 1,68 t/ha (DGESS, 2015).

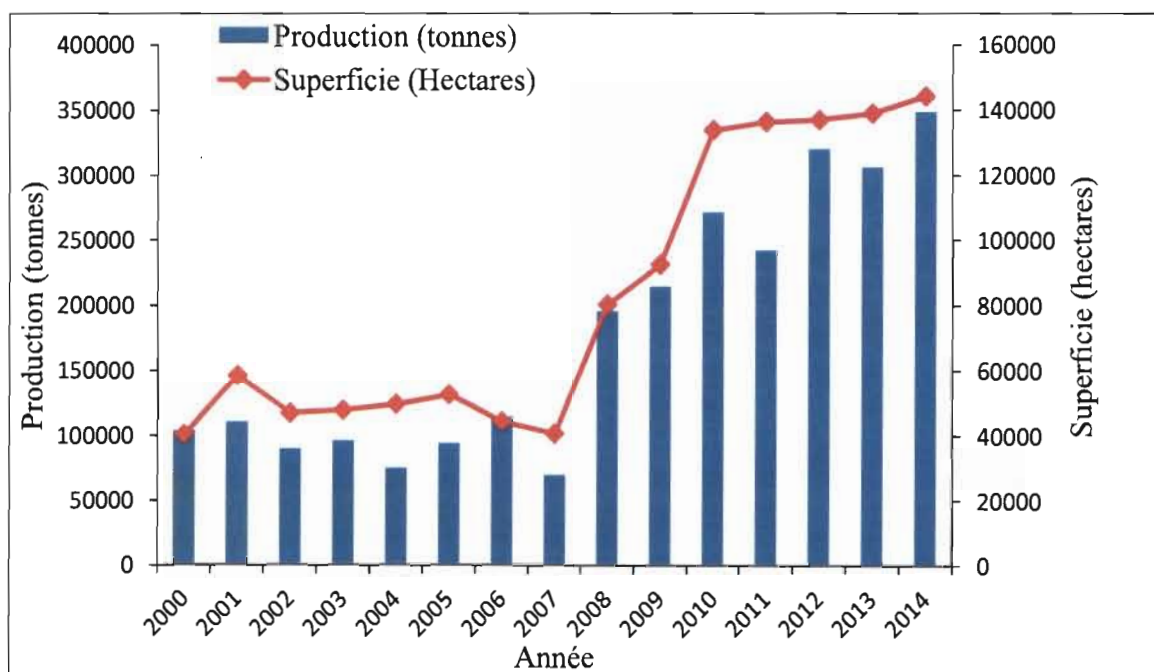


Figure 4: Evolution des productions (tonnes) et des superficies (hectares) du riz au Burkina Faso de 2000 à 2014.

Source : FAOSTAT (2015)

Les rendements sont restés faibles comme indiqué dans la figure ci-dessous (figure5)

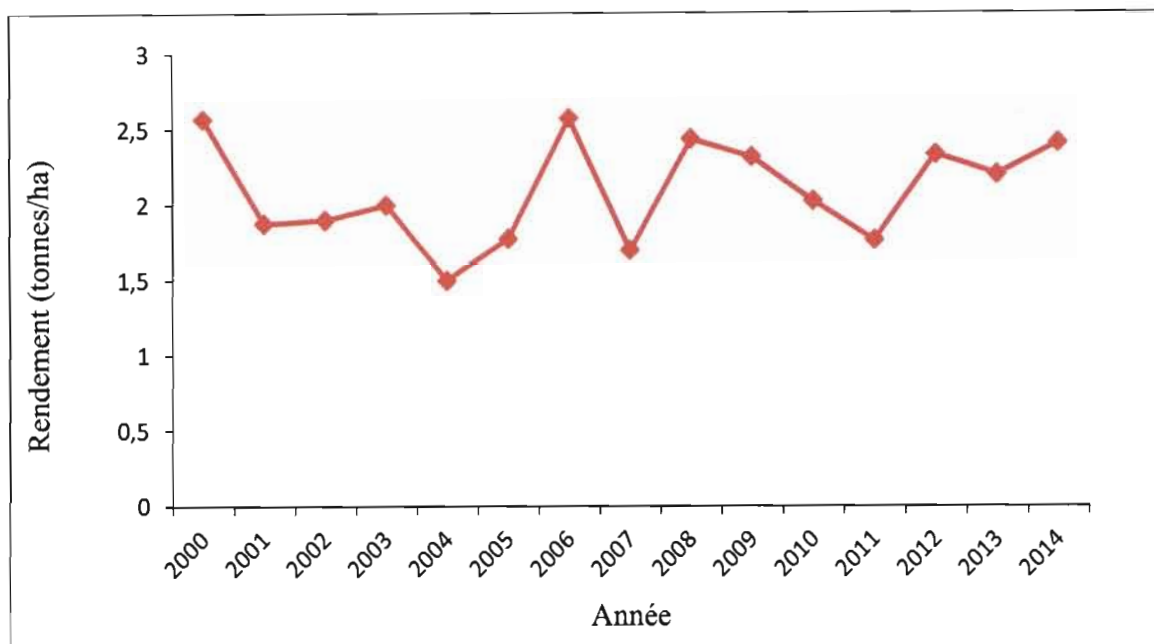


Figure 5 : Evolution des rendements paddy (tonnes/ha) du riz au Burkina Faso de 2000 à 2014.

Source : FAOSTAT (2015)

2.1.2. Importance alimentaire et économique

La production agricole dans notre pays est dominée par les cultures céréalières 4 469 300 tonnes produites en 2014-2015 (DGESS, 2015). Elles constituent l'essentiel de l'alimentation de la population. Le riz est la quatrième céréale après le sorgho, le mil, et le maïs, du point de vue superficie et production soit 347 501 tonnes en campagne 2014-2015. Sur une superficie totale de 3 646 007 hectares emblavée en cultures céréalières en 2014 (DGESS, 2015), le riz a occupé l'avant-dernière place soit seulement 1,5% de cette surface. La hausse de la production céréalière au cours de la période (2003-2013) représente un accroissement annuel moyen de la production céréalière de 3,6 pour cent. Le riz contribue à hauteur de 0,7% à cette croissance (PAM, 2014). Selon la même source, la production céréalière du pays sur la période (2003-2013) est composée essentiellement de sorgho (43%), de mil (28%) et de maïs (24%), le riz et le fonio sont des céréales minoritaires représentant respectivement 4% et moins de 1% de la production céréalière. La production actuel de riz peine à satisfaire les besoins de consommation. La consommation annuelle de riz *per capita* a connu un accroissement rapide. Estimée à 4,5 kg/an en 1960, puis à 14,8 kg/an en 1992, ce chiffre serait de 19 kg/an en 2010 (KAMBOU, 2008). De nos jours, la consommation

annuelle du riz *per capita* dans les grands centres urbains tels que Ouagadougou et Bobo-Dioulasso se rapproche de 50 kg (NADIE, 2008). Elle est marginale mais très variable en zone rurale, soit 4 kg/personne/an dans les Hauts-Bassins et dans les Cascades et 0,60 kg/personne/an au Centre, au Nord et au Sahel (KAMBOU, 2008).

Pour satisfaire les besoins de consommation de la population, le Burkina Faso a recours à des importations de plus en plus massives. Les importations de riz sont passées de 166 579 tonnes en 2000 à 439 080 tonnes en 2014 (figure 6). Ainsi, le pays consacre annuellement d'importantes sorties de devises au titre des importations de riz pour couvrir les besoins de la population. La quantité de riz importée en 2006 était de 190 678 tonnes, représentant 38 milliards de francs CFA (FCFA) de sortie de devises, ce chiffre pourrait atteindre 70 milliards de FCFA soit 495 000 tonnes en 2015.

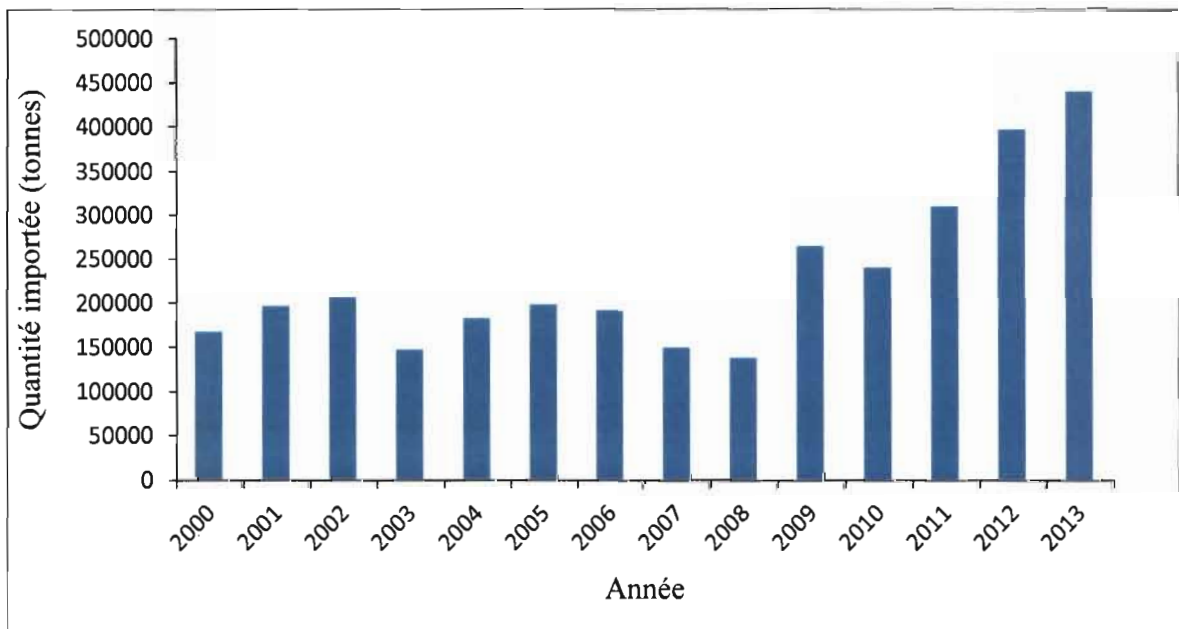


Figure 6: Evolution des importations (tonnes) du riz au Burkina Faso de 2000 à 2013

Source : FAOSTAT (2015)

2.2. Types de riziculture au Burkina Faso

Le système de base de la production du riz au Burkina Faso est la monoculture en une simple campagne annuelle en riziculture pluviale et de bas-fonds et en une double campagne annuelle en riziculture irriguée avec maîtrise totale de l'eau. On note trois types de riziculture en fonction du régime hydrique : la riziculture pluviale stricte, la riziculture de bas-fond et la riziculture irriguée.

2.2.1. Riziculture pluviale stricte

Les expérimentations sur ce type de riziculture ont débuté dans les années 1971 au Burkina Faso. Ensuite, en 1992, la mise en place des actions pilotes par l'INERA a permis de faire connaître aux producteurs ce type de riziculture et favorisé sa diffusion à travers le pays. La riziculture pluviale stricte ou de plateau est la moins répandue. Selon les statistiques de 2008, elle occupe 12000 ha soit 17 % des superficies rizicoles du pays; avec un rendement moyen de 1,1t/ha et contribue pour 6 % de la production nationale (SNDR, 2011). La contrainte majeure de la riziculture pluviale stricte est la péjoration pluviométrique. Elle ne peut être pratiquée qu'à des pluviométries annuelles supérieures ou égales à 800 mm (INERA, 2003) avec utilisation de variétés à cycle court telles que (90-100 jours). De nos jours, il existe des variétés telles que FKR 45N, FKR 47N et FKR 49N à cycle relativement courts (95-100 jours) donnant d'assez bon rendement.

2.2.2. Riziculture irriguée

Introduite dans notre pays depuis les années 1960, elle est alimentée par les eaux d'irrigation à partir des retenues d'eau et par les eaux de pluie. Elle est considérée comme le mode de production rizicole le plus performant (INERA, 2003), en raison de la maîtrise totale de l'eau permettant la double campagne annuelle. Ce système de culture donne un rendement supérieur aux autres types de riziculture existents dans le pays. Occupant des superficies estimées à 12500 ha, soit 17 % des superficies rizicoles du pays en 2008, contre seulement 0,9% en 1970, la riziculture irriguée fournit 44% de la production nationale avec un rendement moyen de 5,5t/ha (SNDR, 2011), contre à peine 6% en 1970. Cet accroissement de la production s'est fait au rythme des aménagements dans le cadre des petits périmètres, mais surtout dans les grands périmètres du Sourou et de Bagré.

2.2.3. Riziculture de bas-fond

2.2.3.1. Définition de bas-fond

Le concept de bas-fond a fait l'objet de définitions diverses du fait de la complexité de cet agroécosystème. Le Comité Inter-Etats d'Etudes Hydrauliques de Ouagadougou (CIEH) et le Consortium bas-fond définissent le bas-fond comme étant « des fonds plats ou concaves des axes d'écoulement temporaires qui sont inondés pendant des périodes d'au moins plusieurs jours et dans lesquels on trouve des sols aux caractères hydro morphes» (PSSA, 1999).

2.2.3.2. Description et caractérisation de bas-fond

Les bas-fonds sont alimentés en eaux par les ruissellements, les écoulements souterrains qui proviennent des bassins versants situés en amont et des nappes phréatiques. La topo séquence permet de définir classiquement trois zones ayant des aptitudes propres : le lit mineur (le niveau le plus bas du bas-fond, avec une durée d'inondation plus longue que les autres parties du bas-fond due en grande partie à la remontée de la nappe phréatique) ; le bas de pente (zone hydro morphe de transition ayant des sols en général sableux ou limono-sableux. La nappe y est généralement sub-affleurante) et le haut de pente (partie du bas-fond où l'on observe la plus grande profondeur de la nappe phréatique).

Selon le degré de l'aménagement, on distingue trois types de bas fond au Burkina Faso. Ce sont les bas-fonds traditionnels, ceux avec aménagements simples et les bas-fonds améliorés (CNRST, 2005). Les bas-fonds traditionnels sont les plus nombreux et ne sont pas aménagés. La riziculture y est caractérisée par des pratiques culturelles sommaires réalisées à la main et par une faible utilisation des intrants. Les bas-fonds simplement aménagés avec des diguettes permettent une meilleure rétention de l'eau, d'étendre la superficie submergée et de prolonger la durée de cette submersion. Le travail du sol y est essentiellement manuel et l'utilisation des intrants demeure relativement faible. Les bas-fonds améliorés comprennent en amont une petite retenue d'eau, avec un déversoir, un canal d'évacuation et une prise d'eau, permettant ainsi de faire des irrigations d'appoint lors des périodes sèches en cours ou en fin d'hivernage.

La riziculture de bas-fond est pratiquée soit dans des sites avec maîtrise partielle de l'eau (bas-fonds aménagés simples ou bas-fonds améliorés) ou dans des sites sans maîtrise de l'eau (bas-fonds traditionnels sans aménagement). Les données sur le potentiel rizicole indiquent une superficie exploitable de 500 000 ha de bas-fonds dont moins de 10% seulement seraient mis en valeur.

Comme nous travaillons dans le cadre du système de riziculture intensive (SRI), une terminologie assez nouvelle, une présentation plus détaillée du système s'avère nécessaire.

2.2.4. Système de Riziculture Intensive (SRI)

2.2.4.1. Historique

Le Système de Riziculture Intensive (SRI) a été découvert de manière accidentelle à Antsirabe à Madagascar en 1983-1984 par un prêtre jésuite, le Père Henri DE LAULANIE installé à Madagascar (de 1961 à 1995). Il fit cette découverte avec ses étudiants et amis producteurs. Il lui a fallu 5 ans pour comprendre en 1988 le mécanisme de la nouvelle

riziculture grâce à la lecture d'une étude sur l'analyse des composantes des rendements du riz réalisée en 1987 par MOREAU (ATS, 2006). Cette étude a cité les travaux des années 1966 du chercheur Japonais KATAYAMA sur le développement du tallage du riz. Le précurseur de la découverte s'exprimait en ces termes : « Ce Système de Riziculture Intensive a été découvert par hasard en 1983-1984 : des contraintes de temps ont obligé à utiliser deux fois, dans l'espace d'un mois, une pépinière trop petite ; c'est à dire qu'on a repiqué des plants de 15 jours à 1500 m d'altitude, près d'Antsirabe [] Le tallage très élevé obtenu (plus de 20 épis par pied) [] a encouragé des repiquages plus jeunes (12 jours, 10 jours, 8 jours) pour obtenir des tallages plus élevés : 60 à 80 talles par pied et plus. Les rendements augmentaient avec le tallage. Rien ne disait pourquoi. Une publication [] "Modèle de tallage de KATAYAMA" (chercheur japonais) en apportait l'explication. La Riziculture Intensive pouvait enfin sortir de l'empirisme pour entrer dans l'analyse rationnelle scientifique » (ATS, 2006). Ainsi naquit le système de riziculture intensive (SRI). Pour DE LAULANIE (1993), c'est une méthode adaptée aux différentes situations auxquelles doivent faire face les paysans : « C'est une riziculture raisonnée, réfléchie, ouverte et dynamique mais non un paquet technique fixe une fois pour toutes ».

Ce nouveau système de production intensive du riz vise à améliorer la technique conventionnelle de la riziculture, en rendant au riz toutes ses potentialités. Fondé sur des techniques innovantes simples, une utilisation rationnelle de l'eau et des semences, le SRI semble se poser comme un système alternatif. Il permettrait d'accroître substantiellement la productivité du riz dans les conditions optimales par rapport aux systèmes traditionnels. Depuis trois décennies, le SRI fait l'objet d'études et d'évaluation de la part des scientifiques et des riziculteurs. Il est actuellement pratiqué dans une cinquantaine de pays à travers le monde.

Au Burkina Faso, le SRI n'est pas totalement bien connu, mais est en train de prendre ses marques. En 2005, une expérience avait été menée par KRUPNIK, jeune chercheur américain de l'Université de Cornell, avec une cinquantaine de paysans (BELEM et OSCAR, 2013). Bien qu'ayant montré des résultats prometteurs, l'expérience était restée limitée. Devant l'appauvrissement des terres, une autre expérience d'initiation des producteurs aux techniques du SRI fut reconduite en 2012 à Bama, dans la vallée du Kou, (BELEM et OSCAR, 2013). Depuis deux (02) ans et dans le cadre de la mise en œuvre de la sous-composante « établissement de la liaison recherche développement » une collaboration INERA/PRP est en cours afin de mettre en place en milieu paysan des parcelles de démonstration SRI. C'est ainsi que pour cette campagne agricole 2015-2016, 26 parcelles de

démonstration ont été mises en place dans les treize (13) régions du pays. L'objectif principal est d'évaluer la performance de cette méthode sous nos conditions climatiques et en bas fond.

2.2.4.2. Fondements scientifiques du système de riziculture intensive

Le soubassement de la riziculture intensive a été le phénomène de tallage découvert par le chercheur japonais KATAYAMA. D'après cette théorie les racines adventives se développent à partir d'un repiquage précoce des plants de riz. Cette théorie n'a pas trouvé une application jusqu'à la découverte du système de riziculture intensive à Madagascar.

Les objectifs du SRI sont orientés d'une part vers l'obtention d'un fort développement du tallage, et d'autre part sur l'obtention d'un maximum de grains remplis par panicule. Ces deux facteurs déterminent fortement le rendement. Ainsi préconise-t-on le repiquage de plants plus jeunes (8 à 12 jours) au stade deux feuilles. A ce stade, l'émission des talles n'est pas perturbée par des blessures des racines lors du repiquage. L'ordre d'apparition des talles est expliqué par le modèle de tallage de KATAYAMA (annexe 4). Il est fonction du « phyllochrone », qui correspond à l'intervalle de temps qui sépare l'apparition de deux feuilles de même rang (feuilles successives) sur le brin principal. La succession des phyllochrones correspond au calendrier cultural du riz. Les dates d'apparition des talles sont impératives. La talle qui n'apparaît pas au point indiqué, à la date indiquée ne se développera jamais. Les talles des trois premiers rangs sont d'importance primordiale, elles représentent à elles seules 80% du total des talles (soit 67 sur les 84), d'où la nécessité de repiquer de jeunes plants pour assurer l'émission des six premières talles. C'est ce qui explique en partie le nombre élevé de talles en SRI, comme indiqué dans le tableau des descendances des talles (annexe 4). Dans certains cas un nombre spectaculaire de talles peut être obtenu, comme cette variété dénommée « Ciherang cv. » et ayant produit 223 talles en SRI à Java en Indonésie (UPHOFF, 2013). Cependant si le repiquage est fait à deux ou trois plants par poquet, la solidarité est remplacée par la concurrence, ce qui limite le tallage (RALIJAONA, 2002).

2.2.4.3. Principes du système de riziculture intensive

Le SRI comporte essentiellement six principes qui sont évoqués dans ce paragraphe.

- **Repiquage de jeunes plants**

Il est préconiser de repiquer les plants à l'âge de 8-12 jours, c'est-à-dire au stade deux (02) feuilles, prélevés avec de la terre autour des racines (photo 2), car le tallage, composante essentielle de rendement, en dépend.



Photo 2 : Prélèvement de plants au stade deux (02) feuilles

Source : BARISON (2013)

- **Repiquage à un pied par poquet**

En SRI, les plants sont repiqués en carré brin par brin (01 plant par poquet et en ligne). L'écartement doit être assez grand afin d'éviter la compétition entre les plants et leur permettre de bien recevoir l'énergie lumineuse. L'écartement 25 cm × 25 cm, soit 16 plants/m², est le plus recommandé. Un repiquage plus large est déconseillé car la production grain dans ce cas n'arrivera plus à compenser l'écartement ;

- **Ecartements larges (en ligne)**

L'écartement préconisé débute à 20 cm × 20 cm et peut aller jusqu'à 50 × 50 cm mais le carré de 25 cm × 25 cm demeure le plus recommandé. Il permet aux plants de riz d'avoir le maximum d'espace vital du fait de la diminution de la concurrence en éléments nutritifs, de recevoir le maximum d'ensoleillement. Cet écartement laisse chaque pied de riz se développer librement même avec un grand nombre de talles ;

- **Utilisation abondante de la fumure organique**

Elle favorise principalement l'aération du sol permettant aux racines de bénéficier du maximum d'oxygène. La fumure organique améliore les propriétés physicochimiques et biologiques du sol et elle est le mieux intégrée aux exploitations paysannes. D'ailleurs, elle constitue aussi une réserve considérable et stable dans les sols de rizières face au phénomène de lessivage et de rétrogradation ;

- **Intermittence d'irrigation et de sécheresse**

L'eau fait partie des moyens efficaces pour maîtriser les adventices. Pourtant, la submersion en permanence asphyxie les racines. Les nœuds inférieurs générateurs des nouvelles talles souffrent davantage de ce milieu anoxique. La gestion de l'eau à un niveau minimal est impérative en SRI : la pratique des assèchements-irrigations est la plus préconisée ;

- **Sarclages mécaniques (manuels et/ou motorisés) périodiques**

En riziculture, la non maîtrise des adventices annule tout effort technique ou apport de fertilisants. Des sarclages plus précoces sont avantageux en SRI. On ne laisse pas de temps aux mauvaises herbes pour se développer et on préconise le premier sarclage dès le 10^{ème} jour après le repiquage. Le développement des mauvaises herbes crée une forte compétition en espace vital, en lumière, en eau et en éléments nutritifs. Deux à quatre sarclages sont préconisés. Le repiquage en carré permet le passage croisé de la sarcleuse, nettoyant les lignes et les interlignes. Le sarclage mécanique favorise à son tour l'aération par son action d'ameublissement du sol.

L'itinéraire technique du SRI est davantage décrit à l'annexe 3

2.3. Contraintes à la production rizicole au Burkina Faso

La production du riz au Burkina Faso est confrontée à de multiples contraintes d'ordre abiotique et biotique qui causent d'importantes baisses de rendements.

2.3.1. Contraintes abiotiques

Les contraintes abiotiques sont principalement d'ordre climatique, édaphique et socio-économique.

2.3.1.1. Contraintes pédoclimatiques

Au Burkina Faso, les conditions pédoclimatiques contrariées contribuent inéluctablement à freiner la production rizicole. La mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie influe sur le rendement et entraîne, l'abandon progressif des périmètres rizicoles au profit des cultures moins exigeantes en eau (TRAORE, 2000). 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. Les fortes insulations et les hautes températures contribuent à intensifier l'évapotranspiration potentielle et à l'assécher les bas-fonds (NADIE, 2008). La

faible fertilité des sols est une contrainte générale (INERA, 2003). Les sols des rizières sont pour la plupart pauvres en matière organique.

2.3.1.2. Contraintes socio-économiques et techniques

La production du riz, se heurte à des contraintes socio-économiques à tous les niveaux. Au nombre de celles-ci, le niveau technique très bas des producteurs, les difficultés d'approvisionnement en équipements agricoles adaptés et en intrants agricoles de qualité, l'insuffisance de crédit agricole, les difficultés d'écoulement du riz local, l'insuffisance des infrastructures routières constituent les principales contraintes socio-économiques à la production rizicole (ADRAO, 1995). Les contraintes techniques, quant à elles, sont diverses et dépendent du type de riziculture. En riziculture de bas-fonds, l'utilisation des engrais est faible et l'application des techniques culturales peu suivie. En 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. Toutefois, les problèmes communs aux trois types demeurent le non-respect du calendrier cultural, la mauvaise préparation des sols, le manque d'entretien des parcelles cultivées.

2.3.2. Contraintes biotiques

Les contraintes biotiques sont composées des insectes, des maladies, des mauvaises herbes, des nématodes, des oiseaux et des rongeurs. Par ordre d'importance économique, on dénombre en Afrique de l'ouest, les insectes, les maladies, les mauvaises herbes, les nématodes, les oiseaux et les rongeurs. Les Lépidoptères foreurs de tige et les Diptères endophytes constituent les principaux insectes nuisibles du riz au Burkina Faso. Ce sont les larves qui sont à l'origine des dégâts du type «panicules blanches» (aspect blanchâtre de la panicule) pendant la phase reproductive et du type « cœur mort» (dessèchement de la feuille centrale) pendant la phase végétative du riz. Selon BACYE (1987), l'ampleur et la nature des dégâts dus à la présence de la larve dans la tige dépendent du stade phénologique de la plante.

2.3.2.1. Insectes déprédateurs du riz

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. Il regorge beaucoup d'insectes de riz stocké ;
- 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. Les principaux insectes ravageurs se recrutent également dans cet ordre (ADRAO, 1995).
- diptères : la mouche diopside, *Diopsis spp* (Diptera ; Diopsidae) et la cécidomyie du riz,

2.3.2.2. Maladies du riz

Les principales maladies fongiques, bactériennes et virales sont respectivement la pyriculariose due à un champignon pathogène (*Pyricularia oryzae*), le flétrissement bactérien et la panachure jaune du riz. Le riz irrigué au Sahel est fortement infesté par des nématodes qui sont des vers microscopiques (NADIE, 2008).

2.3.2.3. Adventices du riz

Les adventices sont des plantes indésirables qui entrent en compétition avec les plantes utiles pour les éléments essentiels à la croissance et au développement, causant ainsi des pertes de rendement plus ou moins importantes (ADRAO, 1995). 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. 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).

2.3.2.4. Nématodes du riz

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

2.3.2.5. Oiseaux granivores et rongeurs

Les oiseaux et les rongeurs constituent un facteur non négligeable de baisse de rendement. Les dégâts dus aux oiseaux interviennent soit au semis, soit à la levée mais c'est pendant la phase de maturation que les dégâts deviennent plus importants par l'absorption du contenu des grains au stade laiteux (GNAMOU, 2004). Le *Quelea quelea* L., communément appelé mange-mil, est le plus connu et le plus dangereux dans une grande partie de l'Afrique sahélienne et soudanienne.

Les principaux rongeurs nuisibles en Afrique de l'Ouest sont l'agouti, l'écureuil et le fousseur à pattes rouges (ADRAO, 1995). L'espèce de rat *Arvicanthis niloticus* (rat rossard) est la plus dévastatrice dans les rizières du Burkina Faso (SAWADOGO, 2008).

DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

3-1.1.2. Caractéristiques climatiques

3.1.1.2.1. Climat

Située dans la zone dite soudano-sahélienne, la Province du Kadiogo se caractérise par un climat tropical possédant deux saisons principales. La saison pluvieuse s'étend de mai à octobre. Elle est marquée par des vents humides de la mousson. Les hauteurs d'eau sont rarement supérieures à 700 mm par an, les mois d'août sont les plus pluvieux (figure 8). La saison sèche est la plus longue. Elle va d'octobre à mai et est dominée par des vents d'harmattan. On a une saison sèche et fraîche de décembre à février avec d'importantes suspensions de poussière dues à l'harmattan. Les mois les plus chauds sont mars, avril et mai, avec une moyenne de 38° C de températures maximales, tandis que les mois les plus frais sont décembre et janvier avec une moyenne de 16,9° C de minima.

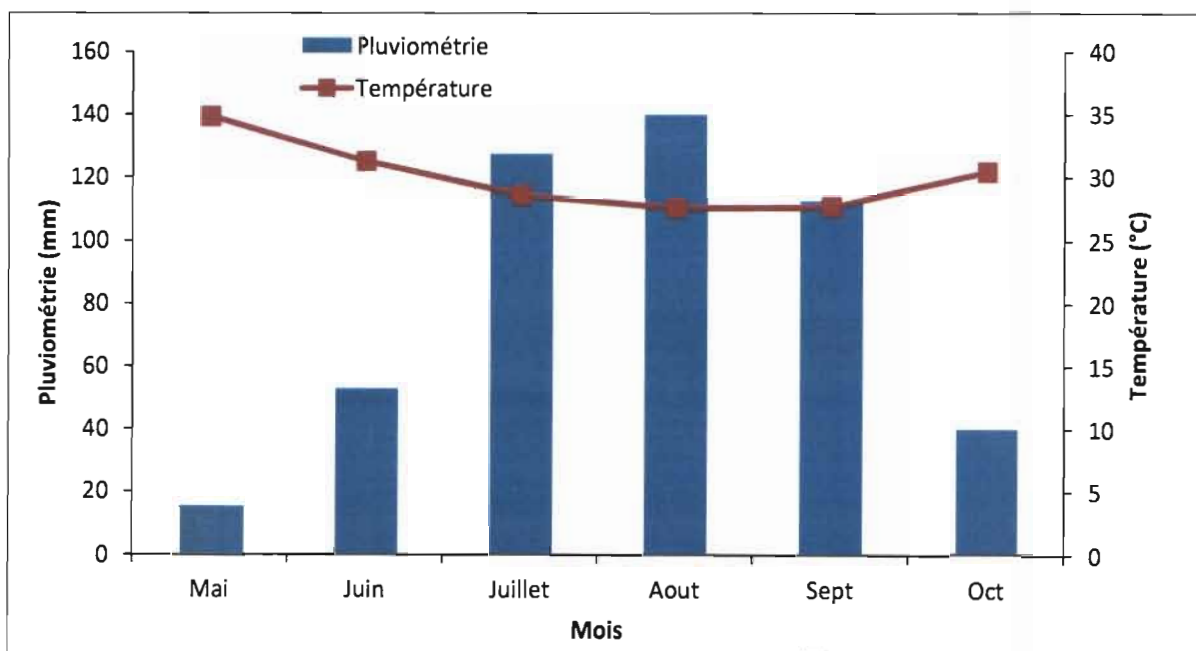


Figure 8: Evolution des conditions climatiques de mai à octobre 2015 dans la zone d'étude

Source : DRARHASA Centre et DGM (2015)

3.1.1.2.2. Sols et végétation

Ce sont des sols essentiellement ferrugineux tropicaux, de type latéritico-argileux reposant sur une grande masse de granités fissurés. Ces sols sont généralement pauvres, fragiles, par conséquent vulnérables à l'érosion. On distingue quatre classes de sols : les sols minéraux bruts ou lithosols caractérisés par une cuirasse ou carapace ferrugineuse ou par une roche brute affleurant ayant subi peu ou pas d'évolution pédogénétique ; les sols peu évolués

de couleur brune en surface et grisâtre ou brun-pâle en profondeur ; les sols ferrugineux tropicaux lessivés et les sols hydro morphes qui sont des sols limoneux ou limono-argileux avec quelques concrétions ferrugineuses.

Le couvert végétal le plus dominant est la savane arbustive claire parsemée de quelques grands arbres et une strate herbacée. Le long des cours d'eau temporaires s'est développée une savane boisée.

3.1.2. Matériel végétal

Le matériel végétal utilisé est la variété de riz FKR 19 (TOX 728-1). Cette variété est issue du croisement *Oriza. Sativa x Oriza. Sativa*. C'est une variété de riz pluvial adaptée à la riziculture de bas-fond, résistante à la sécheresse et tardive. Vulgarisée au Burkina Faso, la FKR 19 a un cycle cultural de 119 jours, sa capacité de tallage est assez faible (ADRAO, 2002 ; KAMBOU, 2008) et peut varier en fonction du milieu et de la date de semis (KAMBOU, 2008). Le poids de 1000 grains de cette variété est d'environ 25,30 g et son rendement moyen est de 3,7 t/ha (ADRAO, 2002).

3.1.3. Fertilisation

La fumure organique (compost) a été utilisée à la dose de 10 000 kg/ha, soit 72 kg par parcelle élémentaire, appliquée avant le semis ou le repiquage. Le NPK a été utilisé à 14 jours après semis ou repiquage (JAS/R) à la dose de 0,96 kg par parcelle élémentaire soit 133,33 kg/ha. Les deux fractions de l'urée (46% N) ont été apportées à 30 JAS/R et à 45 JAS/R aux doses respectives de 0,46 kg et 0,23 kg par parcelle élémentaire, soit au total 95,83 kg/ha.

3.1.4. Matériel technique utilisé au laboratoire

Il comprend :

- la balance de précision 1/10 « SARTORIUS TE2101 » (annexe 1) de portée 2100g, utilisée pour peser les panicules, les produits récoltés et les 1000 grains ;
- le compteur de graine « NUMIGRAL » (annexe 1), nous a servi à compter milles (1000) grains par répétition ;
- la table de pureté (annexe 1), a été utilisée pour trier les impuretés, séparer les grains pleins des grains vides et compter manuellement les grains ;
- l'humidimètre à graine « DRAMINSKI » (annexe 1), a été utilisée pour déterminer le taux d'humidité des grains.

3.2. Méthodes

3.2.1. Dispositif expérimental

Le bas-fond ayant accueilli notre essai, a été simplement aménagé avec des diguettes en terre compactée. Le dispositif du Bloc complètement randomisé (Bloc FISHER) a été utilisé pour l'expérimentation. Le nombre de blocs a été fixé à quatre (04), correspondant à 04 répétitions de chaque traitement. Chaque bloc comporte un nombre de parcelles égal au nombre de traitements, selon le plan présenté par la figure 9. Les traitements dans chaque bloc ont été répartis de manière aléatoire, ce sont SRI_{rq} : Système de Riziculture Intensive avec repiquage ; SRI_{sd} : Système de Riziculture Intensive avec semis direct et enfin PP_{sd} : Parcelle Paysanne avec semis direct (PP_{sd}), utilisée comme témoin. Les parcelles SRI_{rq} et SRI_{sd} ont été conduites selon l'itinéraire technique (annexe 3) et les principes du SRI, en dehors de l'alternance d'irrigation et de sécheresse. Ainsi, pour le SRI_{rq}, la fumure organique a été apportée avant la mise place des cultures. Le repiquage a été effectué avec des plants de 12 jours, en raison d'un plant par poquet, aux écartements de 25 cm entre les lignes et 25 cm entre les poquets. Deux sarclages ont été effectués ; du NPK et de l'urée ont été apportés. Il en est de même pour le SRI_{sd}, hormis le mode de mise en place des cultures qui a été le semis direct suivi du démariage à un plant par poquet, c'est d'ailleurs la différence entre ces deux traitements. Quant à la PP_{sd}, la fumure organique a également été apportée avant le semis effectué à 04 grains par poquet, aux écartements de 20 cm × 20 cm, sans démariage. Deux sarclages ont été effectués en PP_{sd}; du NPK et de l'urée ont également été apportés. L'essai a une superficie totale de 969 m² (51 m × 19 m). La parcelle principale est de 228 m² (12 m × 19 m). Le dispositif comporte au total douze (12) parcelles élémentaires de dimensions 12 m x 6 m chacune, soit une superficie de 72 m² par parcelle élémentaire. Les blocs sont espacés de 1 m et les parcelles élémentaires de 0,5 m. Ces compartiments sont séparés par des petites diguettes. Sur chaque parcelle élémentaire, des carrés et 09 poquets (suivant les diagonales et les médianes) ont été identifiés de manière aléatoire depuis le semis (ou le repiquage), selon les méthodes de KIMA et *al.* (2014b). Ils ont servi à mesurer les paramètres étudiés. Au total 108 poquets ont été identifiés sur l'ensemble du dispositif, soit 36 par traitement.

Notre dispositif expérimental est en bloc Fisher et est présenté selon le plan qui suit.

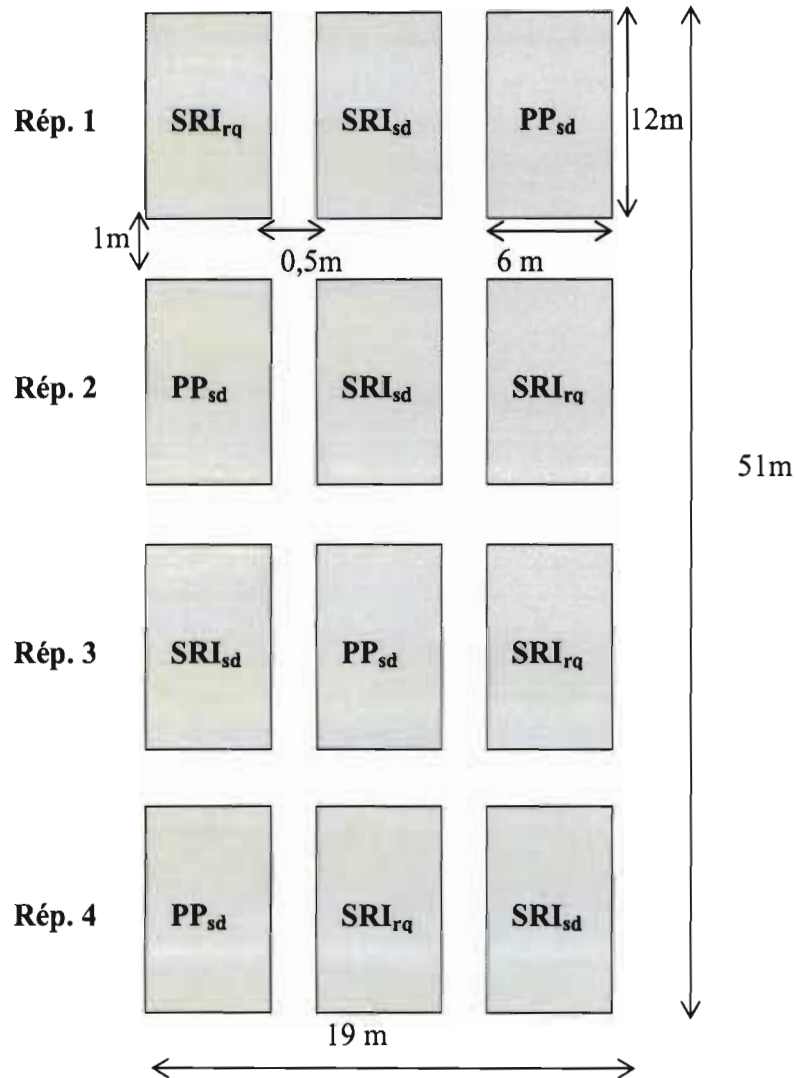


Figure 9 : Dispositif expérimental

3.2.2. Conduite de l'essai

- Le labour: il a été réalisé les 11 et 12 juin 2015 à l'aide d'une charrue à la traction bovine, à une profondeur d'environ 15 à 20 cm. Le labour a été suivi du planage les 12 et 13 juin 2015 afin de niveler les parcelles.
- Nous avons aménagé une pépinière SRI sur un petit rectangle de 1,2 mètre (m) de largeur et de 2,4 m de longueur (2,88 m² de surface). Elle a été mise en place le même jour que celui des semis (15 juin 2015). Après avoir trempé les semences dans l'eau auparavant, pendant 24 heures, elles ont été éparpillées dans la pépinière et recouvertes de sable.

- Le rayonnage: il a servi à la matérialisation des lignes de semis et des écartements.
- Le semis a été effectué le 15 juin 2015 pour le SRI_{sd} et la PP_{sd} en lignes continues. Nous avons utilisé à cet effet 3500g (3,5 kg) de semence.
- Le repiquage a été effectué en lignes continues, le 27 juin 2015 pour le SRI_{rq}. La quantité de semence utilisée était de 500g (0,5 kg).
- Les densités de semis et de repiquage: Elles sont de 25 cm × 25 cm pour les SRI, à raison d'un (01) plant par poquet, notons que le SRI_{sd} a été démarrié à un plant par poquet le 03 juillet 2015 (18 JAS). La densité est de 16 plants/m², soit environ 160000 plants/ha pour ces deux traitements SRI. Les écartements en PP_{sd} sont de 20 cm × 20 cm, avec un semis réalisé en ligne à quatre (04) grains par poquet, sans démarriage.
- Les opérations en termes de fertilisation :
 - Pour le SRI_{sd} et la PP_{sd}, la fumure organique a été apportée le 10 juin 2015 à la dose de 72 kg par parcelle élémentaire de 72 m², soit 10.000 kg/ha. Les fumures minérales ont été apportées en guise de complément. Le NPK a été apporté le 29 juin 2015 soit 14 jours après semis (JAS) à la dose de 0,96 kg par parcelle élémentaire au premier sarclage soit 133,33kg/ha. La première fraction de l'urée (urée 1) a été apportée au deuxième sarclage le 15 juillet 2015 (soit 30 JAS) à la dose de 0,46 kg et la seconde (urée 2) le 29 juillet 2015 (45 JAS) à la dose de 0,23 kg, soit un total de 0,69 kg, équivalent à 95,83kg/ha.
 - Concernant le SRI_{rq}, la pépinière a été obtenue en mélangeant les sols argileux au sable et à la matière organique de 03 kg pour créer une pépinière perméable et friable. Les mêmes doses que celles des autres traitements ont été apportées au niveau des parcelles. La fumure organique a été apportée le 10 juin 2015 à la dose de 72 kg par parcelle élémentaire de 72 m². La fumure minérale a été apportée en guise de complément. Ainsi, le NPK a été apporté le 11 juillet 2015 soit 14 jours après repiquage (JAR) à la dose de 0,96kg au premier sarclage. Les deux fractions d'urée ont été apportées à la dose de 0,46 kg le 25 juillet 2015 (soit 30 JAR) pour la première fraction (urée 1) au deuxième sarclage et 0,23 kg pour l'urée 2 le 09 Aout 2015 (soit 45 JAR) suivit immédiatement du buttage.
- L'entretien: il a consisté à deux sarclages manuels réalisés à la demande. Le premier est intervenu le 11 juillet 2015 et le second le 25 juillet 2015 pour le SRI_{rq}. Ces opérations sont intervenues le 29 juin et le 15 juillet 2015 pour le SRI_{sd} et la PP_{sd}. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué.

- La récolte a été effectuée le 25 octobre 2015 pour le SRI_{rq} et le 07 novembre 2015 pour le SRI_{sd} et la PP_{sd}.

Les différentes dates des opérations sont mentionnées dans le calendrier cultural (annexe 2).

3.2.3. Observations

Les observations effectuées ont porté sur les caractères agro morphologiques et les composantes de rendement. Elles ont concerné les cycles semis épiaison et semis-maturité, la hauteur des plantes, le nombre de talles par poquet et de panicules par plante et au mètre carré, la longueur et le poids des panicules, les taux remplissage et de stérilité des grains, ainsi que le poids de mille (1000) grains. La hauteur des plantes et le nombre de talles ont été enregistrés tous les quinze (15) jours à partir du 45^{ème} jour et à la maturité. Le nombre de panicules a également été compté à maturité. La longueur et le poids des panicules ont été obtenus par mesure et par pesée de chaque panicule récoltée dans chaque parcelle élémentaire. Le taux de remplissage et de stérilité a été déterminé par comptage du nombre de glumes (épillet) pleins, d'épillets vides et le nombre total d'épillets par panicule à la récolte. Le poids de mille grains a été obtenu en pesant un échantillon de 1000 grains par répétition (parcelle élémentaire). Ces observations nous ont renseignés sur la réponse de la variété FKR 19 par rapport aux traitements appliqués. Elles nous ont également permis, à partir des composantes de rendement, de se projeter sur la productivité de chaque traitement.

3.2.4. Collecte des données

Elle a été réalisée à travers un échantillonnage aléatoire et la collecte des données sur le terrain. Elle a par ailleurs consisté à également consulter des documents dans des bibliothèques, à rechercher des informations disponibles sur le net et à s'entretenir avec des responsables des structures ressources comme le PRP, la DGPER, le SNS, et la DGM.

L'échantillonnage aléatoire nous a permis de prendre en compte les blocs ainsi que la totalité des parcelles élémentaires. Les données ont été collectées sur le terrain à travers la pose des carrés de rendement et le choix randomisé des poquets (108 au total dont 09 par parcelle élémentaire) afin d'évaluer les caractères agro morphologiques, les composantes de rendement et la production.

- **Collecte des données au champ**

- ✓ **Sur la phénologie de la plante : les cycles semis-épiaison et semis-maturité**

Il s'agit essentiellement d'observer et de déterminer la durée de ces deux cycles.

Le cycle semis-épiaison correspond au nombre de jours séparant le semis (sur la parcelle ou en pépinière) et l'épiaison à 50%. Le cycle semis-maturité correspond au nombre de jours

séparant le semis et la maturité des grains lorsque les 85 à 90% des panicules ont une couleur paille (3/4 de la panicule est jaune). Ces cycles s'expriment en jours et ont été obtenus en comptant le nombre de jours séparant les dates de semis et les dates d'épiaison ou de maturité.

✓ **Sur les paramètres de croissance et les composantes de rendement**

- **Nombre de talles au mètre carré (m²)**

Le nombre de talles au mètre carré a été évalué à 45, 60 et 85 JAS ou JAR et à la maturité. Ce paramètre indique l'aptitude de la variété à produire des talles. Il est l'un des plus importants indicateurs de bon rendement en paddy. Le nombre de talles au mètre carré a été obtenu en faisant la moyenne du comptage manuel des talles, effectué sur chaque plant dans chaque carré au niveau de chaque parcelle élémentaire (répétition).

- **Nombre de talles par poquet**

Il a été obtenu par comptage manuel des talles de chacun des 09 poquets identifiés par répétition. Le comptage a été effectué sur chaque plant pris individuellement, toutes les deux semaines après semis ou repiquage à partir du 45^{ème} jusqu'au 85^{ème} JAS ou JAR et à la maturité.

- **Hauteur des plantes**

La hauteur a été mesurée en centimètre (cm). Elle a été réalisée de la base de la plante à l'extrémité de la feuille ou de la panicule la plus haute. Elle a porté sur 09 poquets choisis au hasard par parcelle élémentaire à 45, 60 et 85 JAS ou JAR et à la maturité.

- **Nombre de panicules au mètre carré (m²)**

Le nombre de panicules renseigne sur le nombre de talles fertiles et par conséquent sur le rendement. Elle a été déterminée en faisant la moyenne du comptage manuel du nombre de panicules sur des superficies d'un mètre carré dans chaque parcelle élémentaire.

- **Nombre de panicules par poquet**

Il est issu de la moyenne du nombre de panicules (talles fertiles) des 09 poquets de chaque répétition. Le comptage du nombre de panicules a été effectué à la maturité sur chaque talle fertile prise individuellement.

$$\% \text{ talles fertiles} = \frac{\sum \text{talles fertiles de 09 plants/rép pour 04 rép}}{\text{Nombre total talles de 09 plants/rép pour 04 rép}} \times 100$$

% : pourcentage

Rép : répétition

- Rendement paille

Le rendement paille a été obtenu après avoir coupé toutes les panicules. Tous les tas de tous les carrés de chaque parcelle élémentaire a été pesé individuellement. Une moyenne a ensuite été faite et cette quantité a été extrapolée sur 10 000m² afin d'obtenir le rendement à l'hectare. Le rendement paille renseigne sur la capacité de production en biomasse et s'exprime en Kilogramme par hectare (kg/ha).

• Collecte des données au laboratoire

✓ Longueur et poids moyen des panicules

La longueur des panicules a été obtenue en les mesurant à l'aide d'une règle graduée en centimètre (cm) sur une surface plane, chaque panicule prise individuellement. La longueur moyenne est obtenue à partir des mesures réalisées sur neuf (09) panicules choisies au hasard dans chaque parcelle élémentaire. La longueur des panicules témoigne de leur développement, donc de leur capacité productive. Elle est exprimée en centimètre (cm).

Quant au poids moyen des panicules, il renseigne sur le potentiel des panicules en grains, ainsi que le poids de ces grains. Ce poids a été déterminé à partir de la moyenne d'un échantillon de neuf (09) panicules choisies au hasard dans chaque répétition et pesées individuellement. Il s'exprime en gramme (g).

✓ Nombre total de grains (glumes) par panicule, de grains pleins et de grains vides

Il a été obtenu à partir des 09 panicules prélevées dans chaque parcelle élémentaire (répétition). Les grains de chaque panicule sont comptés après le battage. Les grains pleins ont été séparés des grains vides, sur une table de pureté. Ces grains pleins ont ensuite été comptés à la machine et les grains vides comptés manuellement sur la table de pureté. Le nombre total de glumes a été déterminé en faisant la somme des grains pleins et des grains vides.

✓ Pourcentage des grains pleins et taux de stérilité

Le pourcentage des grains pleins renseigne sur le rendement en grains décortiqués. Il a porté sur les grains de 09 panicules choisies au hasard dans chaque répétition. Le comptage de grains pleins a été fait à la machine au laboratoire, celui des grains vides a été effectué manuellement. Le taux de stérilité a été obtenu en divisant le nombre d'épillets (glumes) vides sur le nombre total d'épillets. Quant au pourcentage de grain plein, il a été obtenu en divisant le nombre de grains pleins par le nombre total de grains.

$$\text{Taux de remplissage des grains (\%)} = \frac{NGP}{NGV+NGP} \times 100$$

$$\text{Taux de stérilité des épillets (\%)} = \frac{NGV}{NGV+NGP} \times 100$$

NGV : Nombre de grains vides par panicule; NGP : Nombre de grains pleins par panicule.

✓ Poids de mille (1000) grains

Composante importante du rendement, il a été déterminé au laboratoire à partir du poids d'un échantillon de 1000 grains. Les 1000 grains sont issus d'un prélèvement réalisé sur les grains pleins de chaque répétition, à l'aide du compteur à grain. Ces grains de taux d'humidité de 9% à une température de 23°C mesuré à l'aide d'humidimètre à graine, ont été pesés sur une balance de précision 1/10. Une moyenne a ensuite été faite afin d'obtenir le poids moyen de 1000 grains par traitement. Ce poids est exprimé en gramme (g).

✓ Rendement grain ou poids paddy

Le rendement grain est issu des produits récoltés sur les carrés de rendement à 85-90% de maturité. La superficie et le rendement sont essentiels pour évaluer la production d'une culture. C'est ainsi que chaque carré a été récolté, séché, battu et vanné puis pesé séparément. Le rendement grain (ou poids paddy) est déterminé au taux d'humidité des grains à 9% avec une température de 23°C. Le rendement à l'hectare (ha) a été obtenu en extrapolant le rendement moyen des carrés de chaque traitement. Cette extrapolation a été faite en multipliant le rendement moyen d'un (01) mètre carré (m²) par 10000 m² (soit 01 hectare). Le rendement grain s'exprime en kilogramme par hectare (kg/ha).

$$\text{Rendement (kg par ha)} = \frac{\text{Poids du produit des carrés de rendement (kg)}}{\text{nombre de carrés (m}^2\text{)}} \times 10\,000\,m^2$$

$$\text{accroissement de rendement (\%)} = \frac{\text{rendement traitement} - \text{rendement témoin}}{\text{rendement témoin}} \times 100$$

3.2.5. Récolte

Cette activité nous a permis d'obtenir la production dans tous les carrés observés et d'estimer le rendement à l'hectare. La récolte a été réalisée manuellement à l'aide de faucilles. Le riz de tous les carrés posés a été récolté, séché, battu par nous-mêmes et grâce au soutien de la famille d'un producteur. Les limites des carrés ont été circonscrites à l'aide d'une corde soutenue par des jalons, les pieds de riz concernés ont été fauchés et mis en tas. La paille obtenue a été pesée, carré par carré à l'aide d'une balance sensible « CAMRY » de portée deux (02) kilogrammes (kg). Dans le produit récolté, neuf (09) panicules par carré et

par répétition ont été prélevées pour l'évaluation au champ et au laboratoire de certains paramètres.

3.2.6. Productivité de l'eau de pluie

La productivité de l'eau exprime le rapport de la production grain sur la quantité d'eau (irrigation et pluie) (GRASSI et *al.*, 2009 ; KIMA et *al.*, 2014b). Appliquée au riz, elle permet de connaître la production grain (kg) de riz par volume (m³) d'eau consommée. Elle permet ainsi de savoir la quantité d'eau nécessaire pour produire un (01) kilogramme (kg) de riz.

Notre expérimentation s'est déroulée exclusivement en conditions pluviales (bas-fond). Nous n'avons donc pas utilisé d'eau d'irrigation, elle est par conséquent nulle. La mesure de la quantité d'eau de pluie a alors consisté à enregistrer le volume de pluie tombé durant tout le cycle des cultures, depuis le semis jusqu'à la récolte. De ce fait la méthode (formule) de KIMA et *al.* (2014b) s'avère mieux indiquée pour le calcul de cette productivité. Cette formule est la suivante :

$$RWP = \frac{Y}{RW} \text{ (en kg/m}^3\text{)}$$

RWP (en kg/m³): Rain water productivity (productivité d'eau de pluie)

RW (en kg/m³): Rain water (quantité d'eau de pluie)

Y (en kg/ha) : Grain yield (rendement grain)

3.2.7. Analyse des données

Les données collectées ont d'abord été saisies, vérifiées et codifiées à l'aide du logiciel Excel 2010. Ce logiciel nous a aussi permis de réaliser les calculs, les graphiques et les tableaux. Les données saisies ont ensuite été transférées d'Excel à SPSS16.0 (Statistical Package for the Social Sciences version 16.0). C'est ainsi que les données relatives aux différents paramètres à mesurer (la phénologie, la hauteur, le tallage, les composantes de rendement, les rendements) ont été introduites dans ce logiciel. Ce dernier nous a alors permis de regrouper et codifier de nouveau certaines variables. Il nous a ensuite servis à effectuer les analyses statistiques telles que les comparaisons des moyennes. La séparation des moyennes a été faite après l'analyse de variance, par le test de Tukey lorsque la différence entre les moyennes est significative au seuil de probabilité de 5 %.

CHAPITRE 4 : RESULTATS ET DISCUSSION

4.1. Résultats

4.1.1. Effets des traitements sur les cycles semis épiaison et semis maturité

Le tableau I fait l'état de la durée moyenne des cycles semi-épiaison et semis-maturité. Les résultats indiquent que les traitements ont affecté différemment les cycles des plantes. L'analyse de variance révèle une différence très hautement significative entre les trois traitements ($p < 0,0001$) au seuil de 5%. Le système de riziculture intensive avec repiquage (SRI_{rq}) semble présenter les cycles les plus précoces tandis que les plus tardifs relèvent de la parcelle paysanne avec semis direct (PP_{sd}). Aucune différence n'a par contre été observée entre le SRI_{sd} et la PP_{sd} pour le cycle semis maturité. Le semis direct n'a donc pas d'effet évident sur l'ensemble du cycle cultural du riz, quel que soit le traitement. Le SRI_{rq} donne les récoltes les plus précoces. Les deux cycles successifs y ont été bouclés en 72 et 109 jours, contre 81 et 121 jours en PP_{sd} , soit des écarts respectifs de 09 et 12 jours. Les deux traitements SRI entre eux, présentent également une différence quant à la longueur des cycles. En SRI_{sd} , le cycle semis-épiaison a duré 81 jours et le cycle semis-maturité 119 jours, soit respectivement 09 et 10 jours de plus que le SRI_{rq} .

Tableau I : Effets des traitements sur les cycles semis-épiaison et semis-maturité

Traitements	Cycle semis épiaison (jours)	Cycle semis maturité (jours)
SRI_{rq}	$72 \pm 0,41^a$	$109 \pm 0,41^a$
SRI_{sd}	$81 \pm 0,41^b$	$119 \pm 0,41^b$
PP_{sd}	$83 \pm 0,41^c$	$121 \pm 0,63^b$
Probabilité	$<0,0001$	$<0,0001$
Signification	***	***

Les valeurs affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Tukey). *** : très hautement significative ($p < 0,0001$)

4.1.2. Effets des traitements sur les paramètres de croissance

La hauteur des plantes, le nombre de talles par poquet et par mètre carré sont consignés dans le tableau II. Les résultats montrent que ces paramètres sont affectés par les

différents traitements. En effet, l'analyse de variance révèle une différence très hautement significative entre les traitements ($p < 0,0001$). Les plus grandes valeurs ont été observées au niveau du SRI, tandis que les valeurs les plus faibles sont relevées dans la parcelle paysanne. La hauteur moyenne la plus élevée a été enregistrée en SRI_{rq} (122,82 cm) et la plus faible en PP_{sd}, tandis que le SRI_{sd} a recueilli le tallage moyen le plus abondant par poquet (23,98) et au mètre carré (383,8) contre le plus faible relevé en PP_{sd} respectivement 7,48 et 187 talles. L'analyse de variance ne nous a pas permis d'établir une différence de hauteur entre les deux traitements SRI, la différence est par contre très hautement significative pour ce qui est du nombre moyen de talles par poquet et au mètre carré.

Tableau II : Effets des traitements sur les paramètres de croissance

Traitements	Hauteur des plantes (cm)	Nombre de talles/poquet	Nombre de talles/m ²
SRI _{rq}	122,82±0,94 ^a	19,34±0,88 ^a	309,4±7,57 ^a
SRI _{sd}	121,35±0,87 ^a	23,98±0,77 ^b	383,8±17,08 ^b
PP _{sd}	112,64±1,14 ^b	7,48±0,51 ^c	187±24,03 ^c
Probabilité	<0,0001	<0,0001	<0,0001
signification	***	***	***

Les valeurs affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Tukey). *** : très hautement significative ($p < 0,0001$)

4.1.3. Effets des traitements sur les composantes de rendement

Le tableau III présente les résultats de l'analyse statistique des composantes de rendement à savoir le pourcentage de talles fertiles, le nombre de panicules au mètre carré (m²), la longueur et le poids des panicules, le nombre de grains par panicule et le pourcentage de grains pleins. De ces résultats, il ressort que les traitements ont différemment ces composantes de rendement, en dehors du pourcentage de grains pleins où l'analyse de variance n'a pas permis de déceler une différence significative ($p = 0,888$). Le pourcentage de talles fertiles a varié de 94,12% en PP_{sd} à 98,9% en SRI_{sd}. Le tableau III de l'analyse de variance indique une différence hautement significative au seuil de 5% ($p = 0,003$). Le nombre de panicules/m², la longueur et le poids des panicules, de même que le nombre de grains/panicule ont varié dans le même sens. L'analyse de variance a révélé une différence très hautement significative ($p < 0,0001$). Le nombre de panicule/m² a ainsi varié de 379,6 en

SRI_{sd} à 176 en PP_{sd}, il en est de même pour le nombre de grains par panicule qui va de 210,36 en SRI_{rq} à 137,58 en PP_{sd}. Les meilleures performances sont toujours observées au niveau des traitements SRI, tandis que les plus faibles relèvent de la parcelle paysanne.

Tableau III: Effets des traitements sur les composantes de rendement

Traitements	Pourcentage de talles fertiles (%)	Nombre de panicules/m ²	Longueur de panicule (cm)	Poids de panicule (g)	Nombre de grains/panicule	Pourcentage de grains pleins
SRI _{rq}	98,80±0,11 ^a	305,70±7,62 ^a	25,87±0,32 ^b	5,23±0,15 ^a	210,36±5,16 ^a	91,75±0,68 ^a
SRI _{sd}	98,90±0,33 ^a	379,6±16,51 ^b	23,82±0,28 ^a	4,84±0,11 ^a	181,47±5,15 ^b	92,05±0,43 ^a
PP _{sd}	94,12±1,31 ^b	176±24,03 ^c	22,77±0,37 ^a	3,65±0,13 ^b	137,58±5,40 ^c	91,69±0,52 ^a
Probabilité	0,003	<0001	<0001	<0001	<0001	0,888
Signification	**	***	***	***	***	ns

Les valeurs affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Tukey). *** : très hautement significative (p<0,0001) ** : hautement significative (p<0,01) ns : non significative (p>0,05).

4.1.4. Effets des traitements sur les rendements

Les données relatives aux rendements grain et paille, ainsi qu'au poids de mille (1000) grains sont regroupées dans le tableau IV. L'analyse de variance a permis de déceler une variation suivant les traitements. Les différences sont significatives pour le poids de mille grains (p=0,018), et très hautement significatives pour ce qui concerne les rendements (p<0,0001). Le poids de 1000 milles grains et les rendements grains ont varié de 28,35g et 10 519 kg/ha en SRI_{sd} à 27,37g et 5 301,8 kg/ha en PP_{sd}. L'analyse de variance ne nous a cependant pas permis de déceler une différence entre les deux traitements SRI, sauf pour le rendement grain où la différence est significative au seuil de 5% (p=0,044). Ce rendement est de 8 747,2 kg/ha en SRI_{rq} et 10 519 kg/ha en SRI_{sd}.

Le tableau ci-après présente les résultats des analyses statistiques du poids de 1000 grains ainsi que des rendements grain et paille des différents traitements.

Tableau IV: Effets des traitements sur les rendements

Traitements	Poids 1000 grains (g)	Rendement grain (t/ha)	Rendement paille (t/ha)
SRI _{rq}	28,3±0,37 ^a	8,75±1,53 ^a	6,55±0,99 ^a
SRI _{sd}	28,35±0,54 ^a	10,52±1,52 ^b	6,86±0,98 ^a
PP _{sd}	27,37±0,34 ^b	5,3±1,53 ^c	3,70±0,99 ^c
probabilité	0,018	<0,0001	<0,0001
signification	*	***	***

Les valeurs affectées des mêmes lettres dans la même colonne ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% (test de Tukey). *** : très hautement significative ($p < 0,0001$), * : significative ($p < 0,05$)

4.1.5. Productivité de l'eau dans les différents traitements

La productivité de l'eau décrit le rapport de la production en grain sur le volume d'eau utilisée. Les résultats obtenus à travers la méthode adoptée par KIMA et *al.* (2014b) ont montré que cette productivité a varié en fonction du rendement grain des différents traitements. Elle est passée de 1,87 kg/m³ en SRI_{sd} à 0,94 kg/m³ (figure 10). Affichant le rendement grain le plus élevé, le SRI_{sd} a permis d'obtenir la productivité d'eau la plus importante.

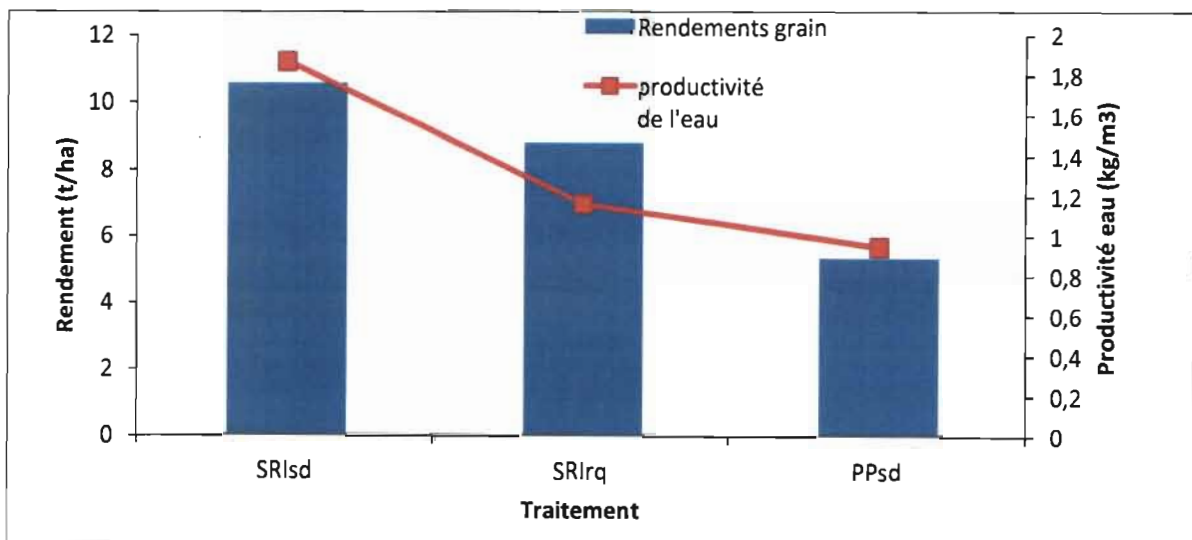


Figure 10: Evolution de la productivité de l'eau dans les différents traitements en fonction des rendements grain.

L'apport d'eau de pluie tout au long du cycle des cultures s'élevait à 560 mm soit 5640 m³/ha. Cet apport a été enregistré décade par décade (figure 11) afin de déterminer la productivité de l'eau suivant les rendements grains de chaque traitement. La saison pluvieuse a connu une installation difficile, au point qu'aucun cumul décadaire du volume d'eau reçu n'a excédé 600 m³/ha avant la première décade du mois d'août. C'est d'ailleurs dans ce mois, notamment dans sa deuxième décade que l'apport d'eau a été le plus conséquent 1400 m³/ha (figure 11).

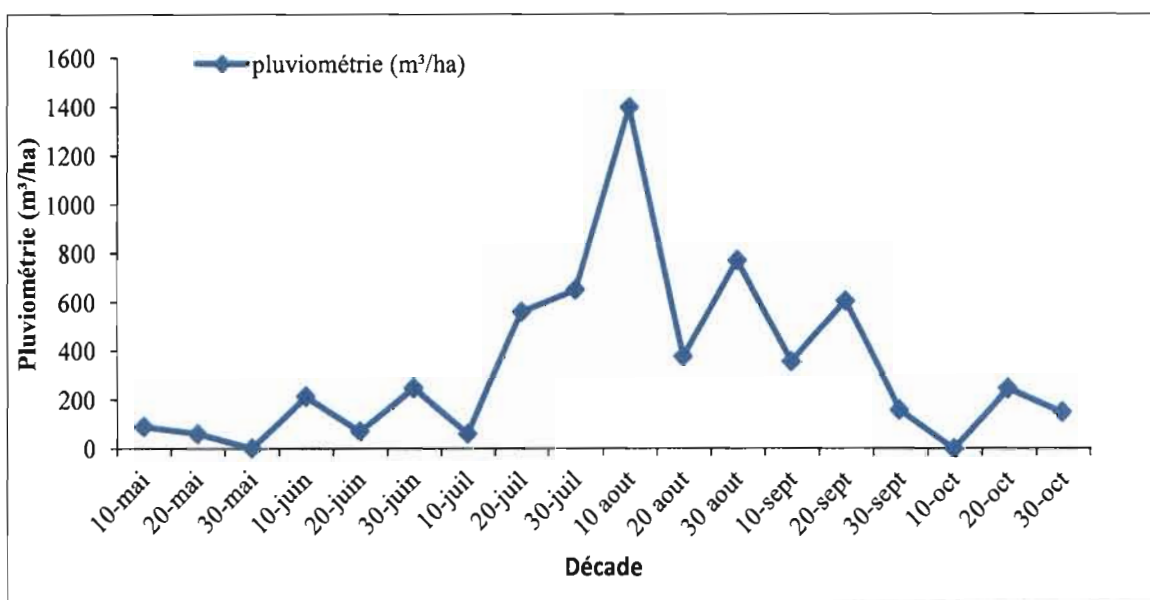


Figure 11: Cumuls décadaires de l'évolution de la pluviométrie au cours de la saison hivernale 2015 dans la zone d'étude.

4.2. Discussion

L'évaluation du système de riziculture intensive en conditions de bas-fond, par rapport aux pratiques paysannes a permis d'obtenir des résultats intéressants. L'examen de ces résultats portant sur les paramètres agro morphologiques et la productivité de l'eau a révélé des variations en fonction des traitements.

4.2.1. Evolution des paramètres agro morphologiques

Les traitements n'ont pas eu les mêmes effets sur les cycles des plantes. En effet, ces cycles ont été plus courts en SRI qu'en parcelle paysanne, avec 12 jours de moins. La variation de la durée du cycle entre les deux pratiques peut atteindre 17 jours (STYGER, 2009). La variété étudiée (FKR 19) a un cycle semis épiaison d'environ 80 jours (KAMBOU, 2008 ; ADRAO, 2002), et 119 jours pour l'ensemble de son cycle (ADRAO, 2002).

jeune âge des plantes leur permet de conserver leur faculté de tallage par un meilleur déploiement des phyllochrones, ce qui se traduit par un développement rapide des talles. Le développement des talles s'accompagne d'un vaste système racinaire en SRI (CHAPAGAIN et *al.*, 2011), tandis qu'une prolifération des racines conduit à un meilleur développement des talles, assuré par une bonne alimentation en éléments nutritifs (LARIJANI and HOSEINI, 2012 ; KAHIMBA et *al.*, 2014). Cela permet aux plantes de supporter une forte productivité (AHMED et *al.*, 2015). Le SRI ne connaît pas de « régression » de tallage, mais une « régulation » par chaque pied, du nombre de panicules à nourrir (DE LAULANIE, 1993). L'utilisation de fertilisants tels que la fumure organique a pu également améliorer les propriétés physico chimiques et biologiques du sol, permettant d'accroître sa productivité (BACYE et BORO, 2011). En effet, le fumier libère son contenu nutritif lentement et progressivement, plus que ne le font les fertilisants chimiques si bien que les plantes tirent un meilleur bénéfice (ATS, 2006).

Les résultats que nous avons obtenus en termes de développement des plantes sont comparables à ceux de THAKUR et *al.* (2009) et KATAMBARA et *al.* (2013), qui ont également trouvé que les techniques du SRI ont une influence positive sur la croissance et le tallage des plantes. Par ailleurs, STYGER (2009) a obtenu 24 talles/poquet au Mali. Des résultats encore meilleurs ont été obtenus par KAHIMBA et *al.* (2014) dans la région de Morogoro (Tanzanie) avec une moyenne de 43,83 talles/poquet. Le nombre de talles en SRI croît avec l'écartement dont l'optimum est de 25 cm × 25 cm (KATAMBARA et *al.*, 2013 ; STOOP et *al.*, 2009). Les faibles performances soulignées en parcelle paysanne (112,64 cm pour la hauteur moyenne et 7,48 talles en moyenne par poquet) pourraient être dues au nombre élevé de plants par poquet, qui a suscité une compétition pour l'espace et les éléments nutritifs. Le développement racinaire et foliaire est ainsi hypothéqué, ce qui influence négativement la croissance des plantes.

Au vu de ces résultats nous pouvons dire qu'en milieu hydrique non contrôlé, le SRI est plus performant en matière de développement (hauteur et tallage) que la parcelle paysanne.

Bien que la hauteur des plantes soit statistiquement identique ($p=0,548$) au niveau des traitements SRI_{rq} et SRI_{sd} respectivement 122,82 et 121,35 cm, ces deux traitements se sont révélés très significativement ($p<0,0001$) différents au niveau du nombre de talles.

Le SRI_{sd} affiche une certaine suprématie que le SRI_{rq}, pour ce paramètre. Cela pourrait être l'œuvre de l'adaptation difficile des plantes après le repiquage. De plus, une poche de sécheresse est intervenue au cours de notre expérimentation, juste après le repiquage, dans la troisième (3^{ème}) décennie du mois de juin (figure 11). A cette étape cruciale, les plantes encore trop jeunes, sont assez fragiles pour supporter un stress hydrique. Il est essentiel que la sortie de la première talle ne coïncide pas avec un traumatisme (DE LAULANIE, 1993). Ce stress a dû perturber l'adaptation des plantes et occasionner un dysfonctionnement dans l'ordre et la fréquence d'apparition des phyllochrones, donc du tallage. A ce sujet, KIMA et al. (2014a) trouvent qu'un stress hydrique au stade végétatif réduit la taille et le tallage du riz. Nous pouvons dire que le tallage obtenu en SRI, surtout en SRI_{rq}, n'est pas faible mais pourrait être améliorée en fonction des conditions pédoclimatiques et de la variété.

Les composantes de rendement ce sont mieux exprimées au niveau des traitements SRI, hormis la similitude des pourcentages de grains pleins qui pourrait s'expliquer par l'utilisation de la même variété, mais également par le fait que tous les traitements ont été conduits dans les mêmes conditions hydriques et édaphiques. Contrairement au remplissage des grains, l'analyse de variance a révélé que les autres composantes ont différemment été affectées par les traitements. La forte fertilité des talles en SRI pourrait s'expliquer par une bonne vitalité qui tend à minimiser la mortalité et à accroître la productivité. Cette vitalité est assurée par un épanouissement spatial nécessaire à une bonne physionomie (ATS, 2006) et une nutrition adéquate à l'étape de la floraison-fécondation où le besoin d'eau augmente (IRRI, 2015). En effet, presque toutes les talles en SRI, ont produit des panicules (98,8% en SRI_{rq} et 98,9% en SRI_{sd}). Ces taux sont presque comparables à ceux de 100% obtenus dans les parcelles SRI au Mali par STYGER (2009). THAKUR et al. (2009) ont obtenu un taux de 94% en SRI contre 89% en parcelles paysannes. Relativement, le faible taux de 94,12% enregistré en parcelle paysanne est liée à une mortalité plus élevée (AHMED et al., 2015), soutenue par une alimentation insuffisante du fait de la compétition. Le pourcentage de talle fertile correspond à l'une des premières composantes du rendement appréciable sur le terrain. Il traduit de prime abord la capacité potentielle de production. Le nombre de panicules au mètre carré suit cette même tendance. Des moyennes de 379,6 ; 305,7 et 176 ont été obtenues respectivement en SRI_{sd}, SRI_{rq} et PP_{sd}. Le rendement va beaucoup dépendre de ce paramètre. La longueur des panicules, leur poids ainsi que le nombre de grains par panicule, confirment la suprématie du SRI. A ce niveau le SRI_{rq} affiche les meilleures performances avec respectivement 25,87 cm, 5,23 grammes (g) et 210,36 grains. Les minima sont toujours

enregistrés au niveau de la parcelle paysanne avec 22,7cm ; 3,65g et 137,58 grains. Ces résultats traduisent un bon développement paniculaire en SRI. Une corrélation positive a été établie entre la longueur de panicule et le nombre de grains. En effet, plus la panicule est longue, plus elle porte des grains. Nos résultats nous ont permis d'établir un rapport de 1,53 entre le nombre de grains par panicule en SRI et en parcelle paysanne. Ces résultats sont en accord avec ceux de THAKUR et *al.* (2009) avec un rapport similaire de 1,7. Selon ces mêmes auteurs chaque augmentation de la longueur de panicule d'un centimètre pourrait potentiellement apporter 12 grains en SRI contre seulement 06 grains avec les pratiques paysannes. La différence de poids paniculaire peut dans ce cas atteindre 15% (SERPANTIE et RAKOTONDRAMANANA, 2013), du fait de la bonne qualité sanitaire des grains formés (KATAMBARA et *al.*, 2013 ; THAKUR et *al.*, 2009). Le nombre de grains pleins correspond au maillon final des composantes du rendement. Etant donné que l'élément principal de la récolte réside dans les grains, les valeurs issues de cette mesure informent sur les capacités réelles de rendement pour chaque traitement.

Dans les mêmes conditions pluviométriques, au regard de nos résultats, nous pouvons affirmer que le SRI s'avère toujours plus productive, donc plus performant.

Les deux traitements SRI sont statistiquement identiques en termes de pourcentages de talles fertiles ($p=0,996$) et de grains pleins ($p=0,922$), de même que pour le poids paniculaire ($p=0,093$). Il n'en est pas pour autant de la longueur des panicules et du nombre de grains par panicule, où l'analyse de variance nous a permis de déceler une différence très hautement significative ($p<0,0001$). Les panicules du SRI_{rq} s'avèrent plus longues (25,87 cm) et portent plus de grains (210,36) que celles du SRI_{sd} dont les moyennes sont respectivement de 23,82 cm et 181,47 grains. Cette variation, assez importante pourrait être mise à l'actif du bon comportement des plantes après le repiquage. Le SRI_{rq} sans perturbation, pourrait potentiellement donner de meilleurs résultats que ce que nous avons obtenus. Le poids moyen de 1000 grains le plus élevé a été obtenu en SRI_{sd}, signe du bon remplissage des grains. L'amélioration des propriétés du sol a favorisé la capacité des plantes à puiser les nutriments grâce au bon développement racinaire (KAHIMBA et *al.*, 2014), ce qui a influé quantitativement la consistance et la qualité des grains formés (THAKUR et *al.*, 2009 ; KATAMBARA et *al.*, 2013).

Les rendements maxima ont été obtenus en SRI_{sd} (10 519 kg/ha de rendement grain et 6 860 kg/ha de rendement paille). Les plus faibles ont été enregistrés en parcelle paysanne (respectivement 5 301,8 kg/ha et 3 700 kg/ha). L'accroissement du rendement grain est de 64,99% en SRI_{rq} et 98,40% en SRI_{sd} par rapport au témoin (PP_{sd}). Cette augmentation serait

l'aboutissement du bon déroulement des processus relatifs aux composantes de rendement, favorisé par les techniques du SRI (KATAMBARA *et al.*, 2013). En effet, les techniques culturales ont une influence décisive sur chacune des composantes de rendement en grain (AHMADI *et al.*, 2002). L'écartement garantit plus de place et plus d'aération pour le développement rapide des talles (STOOP *et al.*, 2009), d'où leur forte fertilité et celle des épillets, l'allongement des panicules ainsi que le nombre et le poids élevés des grains formés. L'apport de la fumure organique permet de minimiser certaines attaques parasitaires et de maladies, contribuant ainsi à avoir des plantes bien portantes et à augmenter les rendements (SEGDA *et al.*, 2001). Selon cette même source, la fumure organique est riche en azote, mélangée à l'urée, elle permet d'accroître le rendement paddy du riz.

Nos résultats en matière d'accroissement de rendement sont corroborés par les conclusions de STYGER (2009) qui a obtenu 9,1t/ha en SRI au Mali, soit 87% de plus que les parcelles avec pratique paysanne. Un rendement grain de 16,83 t/ha a également été relevé par SATAR *et al.* (2014) en utilisant une variété de riz local (tréwé) à Mohéli (Îles Comores). Selon ces derniers, 12 t/ha peuvent être obtenues sans fertilisation chimique. Par ailleurs, ATS (2006) indique un rendement de 24 t/ha à Madagascar. Quant à KAHIMBA *et al.* (2014); THAKUR *et al.* (2009); KARKI (2010); SERPANTIE *et al.* (2013); RAKOTONDRAMANANA (2013); UPHOFF (2013); NDIIRI *et al.* (2013) OXFAM (2014) et ANTHOFER (2004), ils soulignent des hausses de rendement grain de l'ordre de 24 à 118%. CHAMPAGAIN *et al.* (2011) parviennent aux mêmes résultats pour le rendement paille. Les conclusions de LATIF *et al.* (2005) relativisent quelque peu ces résultats. En effet ces derniers ont trouvé que les meilleures pratiques de riziculture conventionnelle (apport conséquent de fertilisants minéraux) donnent de bien meilleurs résultats en termes de rendement grain que le SRI. Cependant SARKER *et al.* (2015) indiquent le contraire sur les mêmes pratiques en se focalisant exclusivement sur les seuls éléments de fertilisation. Le système de riziculture intensive, qu'il soit en semis direct ou en repiquage, nous a permis d'obtenir les meilleurs rendements.

Aucune différence statistique n'a cependant été décelée entre les deux traitements SRI, en dehors du rendement grain, où une différence significative a été observée. Cette variation serait essentiellement due au nombre plus élevé de talles, donc de panicules, obtenu en SRI_{sd}. L'absence de différence statistique au niveau du rendement paille est synonyme d'une production équivalente de biomasse foliaire suite au bon déroulement du processus de la photosynthèse (UPHOFF, 2013).

Nous pouvons alors conclure que l'intérêt étant porté sur le rendement grain, cette expérimentation a révélé que le SRI avec semis direct s'est avéré plus productif, donc plus efficace.

4.2.2. Variation de la productivité de l'eau

Le volume d'eau reçu durant tout le cycle des cultures s'élevait au total à 560 mm soit 5640 m³/ha, relevé de façon décadaire. Cela nous a permis de déterminer les productivités d'eau des différents traitements. Elles sont de 1,16 kg/m³ en SRI_{rq}, 1,87 kg/m³ en SRI_{sd} et 0,94 kg/m³ en PP_{sd}, soit respectivement 1,16kg ; 1,87 kg et 0,94 kg de riz produit par 1 m³ d'eau consommée. Les valeurs les plus intéressantes sont donc obtenues avec les traitements SRI. Ces derniers se sont montrés les plus aptes à fournir les meilleures productions, lorsqu'ils sont soumis aux mêmes conditions hydriques que la parcelle paysanne, c'est-à-dire produire davantage par m³ d'eau consommée. Comparativement à la PP_{sd}, les SRI permettraient donc de produire autant avec une réduction de 23,4 à 98,93% des quantités d'eau reçues au cours de la saison. Autrement dit, une pluviométrie inférieure n'aura pas de répercussion négative sur le rendement grain du SRI (CHAPAGAIN and RISEMAN, 2011). L'étude réalisée dans les zones de Bobo Dioulasso, Banfora, Gaoua, Boromo et Dédougou, au Burkina Faso par KAMBOU (2008) a évalué les besoins totaux d'eau du riz entre 544 mm (5440 m³) et 675 mm (6750 m³). Compte tenu de ces résultats, nous pouvons dire que la quantité d'eau de 5600 m³ reçue par les cultures au cours de notre expérimentation couvre juste leurs besoins. Cependant les rendements obtenus, surtout en SRI, sont pour le moins satisfaisants. On peut alors accroître le rendement tout en réduisant les apports d'eau (ZHAO *et al.*, 2010). En riziculture conventionnelle, 2500 litres (l) soit 2,5 m³ d'eau en moyenne, sont nécessaires pour produire 1 kg de riz (IRRI, 2009). Au regard de nos résultats nous pouvons dire que cette quantité pourrait être revue à la baisse en SRI et on obtiendrait les mêmes productions que celles des parcelles paysannes, car il a fallu seulement 1 m³ d'eau pour produire 1,87 kg de riz en SRI_{sd} et 1,16 kg en SRI_{rq}. Ce qui pourrait faire du SRI, une alternative pour maintenir ou même accroître la production du riz en saison de pluviométrie déficitaire. Cela montre que le riz n'est pas une plante aussi aquatique qu'on le croirait (ATS, 2006). Le principe d'irrigation et d'assèchement préconisé en SRI est ainsi justifié. En effet, le sol a seulement besoin d'être gardé humide durant la période de croissance où la plante émet des tiges et des feuilles, avant qu'il ne commence sa montaison, sa floraison et la production des graines (UPHOFF et ATS, 2006).

La production de riz paddy obtenue par volume d'eau consommée, lors notre étude, est corroboré par les conclusions de KAHIMBA et *al.* (2014) indiquant 0,47 kg/ m³ en SRI, contre 0,136 kg/m³ en méthode conventionnelle, soit une augmentation de 63,72%. NDIIRI et *al.* (2013) affirment que l'application des techniques du SRI est à la base aussi bien de l'augmentation des rendements paddy que de l'accroissement de la productivité de l'eau qui atteindrait selon eux 100 à 140%. Cette productivité est moindre en parcelle paysanne. Cela pourrait être attribuable à une utilisation moins efficace des quantités d'eau disponibles, liée à un faible développement du système racinaire mais aussi à une évapotranspiration plus importante du fait de la densité des plantes.

Dans le contexte actuel marqué par des pluies de moins en moins abondantes, le système de riziculture intensive pourrait être une alternative pour suppléer les systèmes de riziculture longtemps utilisés, mais très souvent exigeants en eau.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Nos travaux ont été conduits en période d'hivernage dans le centre du Burkina Faso, plus précisément dans le bas-fond rizicole de Goghin dans la commune rurale de Koubri. Les objectifs étaient de contribuer à l'accroissement des rendements du riz au Burkina Faso par une évaluation de l'efficacité du système de riziculture intensive par rapport aux pratiques paysannes à travers la variété de riz FKR 19, mais aussi de déterminer la productivité de l'eau dans les différents traitements.

L'étude a révélé des aptitudes très appréciables des traitements SRI à donner des bons résultats en ce qui concerne la phénologie (cycle semis-épiaison, cycle semis-maturité), les paramètres de croissance (Tallage, hauteur), les composantes de rendement, les rendements et la productivité de l'eau. En régime hydrique non contrôlée et avec la variété FKR 19, le système de riziculture intensive a montré une meilleure aptitude par rapport à la parcelle paysanne.

L'évaluation de la phénologie a révélé, une réduction de la durée du cycle cultural de 12 jours en SRI par rapport au témoin. Parallèlement, le SRI a montré une meilleure croissance (hauteur et tallage) des plantes. Quant aux composantes de rendement, les résultats font ressortir une fertilité plus élevée des talles et un nombre plus important et plus productif de panicules. Les meilleurs rendements ont été obtenus en SRI. On a pu enregistrer une augmentation de rendement grain de l'ordre de 64,99% à 98,40% par rapport à la parcelle paysanne. La détermination de la productivité de l'eau a permis d'obtenir des chiffres de 1,16 et 1,87 kg/m³ contre 0,94 kg/m³ pour le témoin, soit un accroissement de 23,4 et 98,93%.

Toutefois, ces traitements présentent les mêmes caractéristiques au niveau des pourcentages des grains pleins, où les taux de remplissage sont quasi similaires.

Cette étude nous a permis d'apprécier l'opportunité que peut offrir cette pratique rizicole qu'elle soit en semis direct ou en repiquage, en termes d'augmentation de la productivité du riz. En ces périodes de variabilité climatique où les pluies sont de plus en plus insuffisantes, ces résultats pourraient donner une nouvelle orientation à la production rizicole. L'étude n'a cependant pas établi un diagnostic sur les attaques d'insectes et de maladies dans ce système (SRI). Aussi, le caractère local (car limitée à une seule et petite zone à l'échelle du pays) de la présente étude confère aux résultats une certaine relativité. Ils ne peuvent donc pas être extrapolés sur toute l'étendue du territoire national du Burkina Faso sans une étude préalable sur l'ensemble des zones agro climatiques du pays. Mais de ces résultats, nous

Cette précocité constatée en SRI_{rq} laisse croire que ce traitement est à l'origine d'une croissance plus active. Elle tiendrait du fait de l'enchaînement rapide et ordonné des talles, donc des phyllochrones, tel que évoqué par le tableau du modèle de tallage de KATAYAMA (annexe 4). Plus le rythme d'apparition des talles est actif, plus la croissance des plantes est rapide. L'application des techniques du SRI telles que le repiquage des jeunes plants à un pied par poquet et le bon espacement (25 cm × 25 cm) aurait joué un rôle essentiel. Elle aura permis aux plantes d'exprimer leur potentiel phénotypique (THAKUR, 2010), synonyme d'un bon fonctionnement physiologique traduit par une croissance soutenue. Cette croissance est garantie par une bonne alimentation en éléments nutritifs et en eau dont un stress sévère au cours du cycle retarde la floraison (KIMA *et al.*, 2014a).

Cependant, KAMBOU (2008) affirmait que le repiquage allonge le cycle semis épiaison du fait de la discontinuée de la croissance des plantes occasionnée par le temps de reprise un peu long. A en croire cette assertion et tenant compte du fait que ces deux traitements SRI ont été soumis aux mêmes principes ; la précocité constatée en SRI_{rq} résiderait essentiellement dans le mode de mise en place à savoir le repiquage de très jeunes plants (stade deux feuilles). Plus la plante est jeune, plus vite il récupère après le repiquage (cicatrisation des plaies, remplacement des éléments racinaires laissés dans le sol, reconstitution des réserves nécessaires à la sortie de la première talle, etc.) (DE LAULANIE, 1993). Nous pouvons ainsi affirmer qu'indépendamment du traitement, le repiquage de très jeunes plants permet d'obtenir des cycles culturaux plus précoces que le semis direct.

Ces résultats sont corroborés par ceux de (BARISON, 2013; CHAPAGAIN *et al.*, 2011) qui, dans une étude au Japon, ont révélé une réduction de 10 et 08 jours des cycles semis épiaison et semis maturité de riz cultivé selon les techniques du SRI, par rapport à la riziculture conventionnelle. Par ailleurs, THAKUR *et al.* (2009) ont affirmé que pendant que les plantes en SRI bouclent leur 10^{ème} phyllochrone, celles cultivées en riziculture conventionnelle en sont au 8^{ème}, soit un retard d'une dizaine de jours.

La croissance des plantes a également été influencée par les traitements. Que ce soit en semis direct ou en repiquage, le SRI a donné les meilleurs résultats en termes de hauteur des plants et du nombre de talles par poquet et au mètre carré. Cette suprématie du SRI pourrait s'expliquer par l'influence positive de certains de ses principes. Le bon écartement (25cm×25cm) et le sarclage périodique, combinés à l'âge et au mode de repiquage ou semis, permettent aux plantes de mieux se développer et d'exprimer leur capacité de tallage. Une bonne densité réduit la compétition pour l'eau, les nutriments, les risques d'attaques parasitaires et de maladies, et même le rythme d'épuisement du sol en éléments nutritifs. Le

proposons l'adoption du SRI par le PRP, dans ladite zone, afin de contribuer à l'atteinte de l'un de ses objectifs spécifiques à savoir « *accroître de 14,3% les rendements de riz (de 3,5 t/ha à 4 t/ha) au terme du projet* ». Par ailleurs, un approfondissement et une extension des recherches à d'autres zones agro climatiques, à d'autres variétés et à la riziculture irriguée est nécessaire afin d'apprécier davantage l'efficacité du système de riziculture intensive. Une intégration de la dimension socio-économique s'avère également nécessaire, dans le but d'adapter le paquet technique aux attentes des producteurs.

- BARISON J., 2013.** Rapport d'intervention sur le test de comportement variétal de quatre nouvelles variétés de riz de l'IRRI dans les zones d'intervention de winner usaid, 36p.
- BELEM P. et OSCAR A., 2013.** Burkina Faso : La formation aux méthodes SRI améliore le quotidien des paysans de Bama. *Agridape*, 29 (1): 6-9.
- CHAPAGAIN T. and RISEMAN A., 2011.** Achieving More with Less Water: Alternate Wet and Dry Irrigation (AWDI) as an Alternative to the Conventional Water Management Practices in Rice Farming. *Journal of Agricultural Science*, 3 (3): 3-13.
- CHAPAGAIN T., RISEMAN A, YAMAJI E, 2011.** Assessment of System of Rice Intensification (SRI) and Conventional Practices under Organic and Inorganic Management in Japan. *Rice Science*, 18(4): 311–320.
- CIRAD, 2010.** Spécificités des filières riz dans le monde. ENITA de Bordeaux, 10 mars 2006, 79p.
- CNRST, 2005.** Le riz au Burkina Faso *in* Eurêka spécial Riz Septembre 2005, 25p.
- DE LAULANIE H., 1993.** Le système de riziculture intensive malgache. *Tropicultura*, 11 (3) : 110-114.
- DGESS, 2015.** Résultats définitifs de la campagne agricole 2014/2015 et perspectives de la situation alimentaire et nutritionnelle. Rapport annuel, 35p.
- EURÊKA, 2005.** Partenariat ADRAO-INERA, Plus de dix ans au service du développement rizicole. Trimestriel du CNRST, Ouagadougou, Burkina Faso, 74 p.
- FAOSTAT, 2015.** Division statistique de la FAO. URL <http://faostat.fao.org/> consultée le 23 février 2016 à 17h45mn.
- GNAMOU A., 2004.** Evaluation des contraintes liées à l'adoption des technologies diffusées par le programme national de gestion intégrée de la production et des déprédateurs des cultures sur la plaine rizicole de la vallée du Kou: proposition de solutions. Mémoire de fin de cycle, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 75p.
- GRASSI C., BOUMAN B.A.M., CASTAÑEDA A.R., MANZELLI M., VECCHIO V., 2009.** Aerobic rice: crop performance and water use efficiency. *Journal of Agriculture and Environment for International Development*, 103 (4): 259-270.
- INERA, 2003.** Riz et riziculture (Document préparatoire du plan stratégique du CNRST). Programme riz et riziculture, station de Farako-bâ, Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 46 p.
- IRRI, 2009.** How much water does rice need? *Rice Today*, 8(1): 28-29.

IRRI, 2015. Rice production manual. Module 6: crop management, 139p.

KAHIMBA, F.C., KOMBE, E.E., and MAHOO, H.F., 2014. The Potential of System of Rice Intensification (SRI) to Increase Rice Water Productivity: a Case of Mkindo Irrigation Scheme in Morogoro Region, Tanzania. Tanzania Journal of Agricultural Sciences, 12 (2) :10-19.

KAMBOU K.K.A., 2008. Evaluation du stress hydrique en riziculture de bas-fond en fonction des variétés et des dates de semis. Mémoire de Diplôme d'études approfondies, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 64p.

KARKI S., 2010. System of rice intensification: an analysis of adoption and potential environmental benefits. Master Thesis, Department of International Environment and Development Studies, University of Life Sciences, Norway, 71p.

KATAMBARA Z., KAHIMBA F.C., MBUNGU W.B., REUBEN P., MAUGO M., MHENGA F. D. and MAHOO H. F., 2013. Optimizing System of Rice Intensification Parameters Using Aquacrop Model for Increasing Water Productivity and Water Use Efficiency on Rice Production in Tanzania. Journal of Agriculture and Sustainability, 4 (2): 235-244.

KIMA A.S., CHUNG W.G. and WANG Y.W., 2014a. Evaluation water depths for high water productivity in irrigated lowland rice field by employing alternate wetting and drying technique under tropical climate conditions, Southern Taiwan. Paddy Water Environ, 11p.

KIMA A.S., CHUNG W.G. and WANG Y.W., 2014b. Improving Irrigated Lowland Rice Water Use Efficiency under Saturated Soil Culture for Adoption in Tropical Climate Conditions. Water, 10 (6): 2830-2846.

LARIJANI A.L. and HOSEINI S.J., 2012. Comparison of integrated chemical and organic fertilizer management on rice growth and yield under system of rice intensification (SRI). International journal of Agronomy and Plant Production, 3 (S):726-731.

LATIF M. A., ISLAM M. R., ALI, M. Y. and SALEQUE, M. A., 2005. Validation of the system of rice intensification (SRI) in Bangladesh. Field Crops Research, 93 (2-3): 281-292.

LOUANT B. P., 1996. Le riz : le tallage. Collection I.S.T.R.A (Images Scientifiques, Techniques et Réalisations audio-visuelles). GENAGRO. Louvain-la neuve. Belgique. www.afd-lv.org/plantch_riz/sexualit/ep-fl-riz.htm. Téléchargé le 22/08/2015, à 15h 20 mn.

MOUKOUMBI Y. D., 2001. Caractérisation des lignées intra spécifiques (*O. sativa x sativa*) et interspécifiques (*O. glaberrima x O. sativa*) pour leur adaptabilité à la riziculture de bas-

fond. Mémoire de fin de cycle, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 72 p.

NADIE G., 2008. Evaluation multi locale de nouvelles variétés de riz en conditions de bas-fonds et irriguées de l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin de cycle, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 65p.

NDIIRI J.A., MATI M.B., HOME P.G. and ODONGO B., 2013. Water Productivity under the System of Rice Intensification from Experimental Plots and Farmer Surveys in Mwea, Kenya. Taiwan Water Conservancy, 61 (4) : 102-112.

OXFAM, 2014. Soutenir l'agro-écologie pour la planète et l'humanité. Rapport thématique, 14p.

PAM, 2014. Analyse Globale de la Vulnérabilité, de la Sécurité Alimentaire et de la Nutrition (AGVSAN), 88p.

PSSA, 1999. Propositions d'actions pour la mise en valeur des bas-fonds de l'Ouest et du Sud-Ouest du Burkina Faso. Projet BKF/97/08112 « Inventaire des bas-fonds aménageables de l'Ouest et Sud-Ouest du Burkina Faso », FAO (Burkina Faso), 19p.

RALIJOANA L. A., 2002. Contribution à l'amélioration de la fixation biologique de l'azote dans le SRI par la détermination de la dose de compost et par inoculation d'*azospirillum sp.* Mémoire de fin de cycle, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Université d'Antananarivo, Madagascar, 91p.

SARKER A.B.S., ISLAM N. and SAMAD M.A., 2015. Identification of the critical factors of System of Rice Intensification (SRI) for maximizing Boro rice yield in Bangladesh. Conference, 20 – 24 September 2015, Hobart, Australia, 4p.

SATAR M.A., KAMALIDDINE A., ANDRIANJAKA R.A., 2014. Amendement de la productivité de la riziculture à Mohéli, Iles Comores. Journal of Animal & Plant Sciences, 21(3): 3356-3367.

SAWADOGO A. et 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, Côte d'Ivoire, 301 – 310.

SAWADOGO W. M., 2008. Criblage de variétés et lignées iso géniques 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 de cycle, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 74p.

- SEGDA Z., LOMPO F., WOPEREIS M.C.S. et SEDOGO M.P., 2001.** Amélioration de la fertilité du sol par l'utilisation du compost en riziculture irriguée dans la vallée du Kou au Burkina Faso. *Agronomie Africaine*, 13(2) : 45-58.
- SERPANTIE G. et RAKOTONDRAMANANA M., 2013.** L'intensification de la riziculture malgache, en pratiques. *Cah Agric*, 22 (5): 401-410.
- SILVIE P. ADDA C., TOGODA A., NWILENE F., MENOZZI P., 2012.** Méthodes non chimiques pour la maîtrise des insectes du riz en Afrique (continent). 1ère Conférence Internationale : Les systèmes de production rizicole biologique. Montpellier, France, 27- 30 août 2012, 26p.
- SNDR, 2011.** Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture, octobre 2011, 26p.
- STOOP, W.A., ADAM, A. and KASSAM, A., 2009.** Comparing rice production systems: A challenge for agronomic research and for the dissemination of knowledge intensive farming practices. *Agricultural Water Management*, 96:1491-1501.
- STYGER E., 2009.** Système de Riziculture Intensive (SRI) - Évaluation communautaire dans les Cercles de Goundam et de Dire, Tombouctou, Mali. *Africare*, 35p.
- THAKUR A. K., 2010.** Critiquing SRI criticism: beyond scepticism with empiricism. *Current science*, 98 (10): 1294-1298.
- THAKUR A.K., UPHOFF N. and ANTONY E., 2009.** An assessment of physiological effects of system of rice intensification (SRI) practices compared with recommended rice cultivation practices in India. *Expl Agric*, 46 (1) : 77-98.
- TRAORE S., 2000.** Mise au point d'un paquet technologique de protection intégrée contre les insectes foreurs de tige, la pyriculariose et les nématodes associés au riz irrigué. Mémoire de fin de cycle, Institut du Développement Rural, Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso, Burkina Faso, 88 p.
- UPHOFF N. et ATS, 2006.** Comment faire pour avoir des plants de riz qui croissent mieux et qui produisent plus, informez-vous et informez les autres. Madagascar, 19p.
- UPHOFF N., 2013.** Rethinking the concept of yield ceiling for rice: implications of the System of Rice Intensification (SRI) for agricultural science and practice. *Journal of Crop and Weed*, 9(1):1-19.
- WOPEREIS M. C. S., DEFOER T., IDINOBA P., DIACK S. et DUGUE M. J., 2009.** Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne. Manuel technique, Centre du riz pour l'Afrique (ADRAO), Cotonou (Benin), 124p.

ZHAO L.M., WU L.H., LI Y.S., ANIMESH S., ZHU D.F. and UPHOFF N., 2010. Comparisons of yield, water use efficiency, and soil microbial biomass as affected by the system of rice intensification. *Commun Soil Sci Plant Anal*, 41:1-12.

ZOTOGLO K. et KOUYATE D., 2011. Manuel de formation : système de riziculture intensive. Usaid Mali, 10p.

ANNEXES

Annexe 1 : Quelques matériels utilisés au laboratoire



Balance de précision 1/10 « **SARTORIUS TE2101** » Compteur de graine « **NUMIGRAL** »



Table de pureté

Humidimètre à graine « **DRAMINSKI** »

Annexe 2 : Calendrier cultural

Opérations		Dates
Application Fumure organique	SRI _{sd} et PP _{sd}	10/06/2015
	SRI _{rq}	10/06/2015
Labour	SRI _{sd} et PP _{sd}	11/06/2015
	SRI _{rq}	12/06/2015
Semis direct	SRI _{sd} et PP _{sd}	15/06/2015
Pépinière	SRI _{rq}	15/06/2015
Repiquage	SRI _{rq}	27/06/2015
Application Fumure minérale	SRI _{sd} et PP _{sd}	NPK 29/06/2015 (14 JAS) Urée 1 15/07/2015 (30 JAS) Urée 2 29/07/2015 (45 JAS)
	SRI _{rq}	NPK 11/07/2015 (14 JAR) Urée 1 25/07/2015 (30 JAR) Urée 2 09/08/2015 (45 JAR)
Sarclage	SRI _{sd} et PP _{sd}	29/06/2015 (14 JAS) 15/07/2015 (30 JAS)
	SRI _{rq}	11/07/2015 (14 JAR) 25/07/2015 (30 JAR)
Récolte	SRI _{rq}	25/10/2015
	SRI _{sd} et PP _{sd}	07/11/2015

SRI_{rq} : système de riziculture intensive avec repiquage

JAS : jours après semis

SRI_{sd} : système de riziculture intensive avec semis direct

JAR : jours après repiquage

PP_{sd} : parcelle paysanne avec semis direct

Annexe 3 : Itinéraire technique du SRI

1. Préparation du sol

Une bonne préparation du sol est souhaitée pour avoir un bon rendement en général, mais dans le cas du SRI cette opération est indispensable à cause du développement spectaculaire des racines. Les premiers 20 cm doivent être bien ameublir. Les différentes opérations à faire sont : le labour, la mise en boue, le planage de la parcelle. Ces différentes opérations débutent un mois à l'avance et doivent finir une semaine avant le repiquage.

- **Labour**

Le labour se fait au minimum 2 à 3 jours après pré-irrigation ou après les premières pluies. Si une bonne pré-irrigation est faite, le producteur peut attendre jusqu'à une semaine avant le labour, ce qui permet une première lutte contre les mauvaises herbes. Après leur germination, elles seront enfouies, en même temps que le fumier épandu.

Le labour peut se faire à la main pour les petites parcelles, à la charrue à bœuf pour les parcelles de tailles moyennes ou avec le tracteur pour les grandes parcelles pré-irriguées et avec un bon réglage de la profondeur de la charrue. Le labour bien fait contribue au nivellement facile de la terre.

- **Mise en boue**

Le SRI recommande une mise en eau mesurée, la mise en boue et le nivelage. La mise en boue (malaxage du sol pendant qu'il est submergé) et le nivelage sont deux pratiques importantes pour la préparation des rizières. L'esprit de créativité et d'innovation selon le type de sol permet de réussir ces opérations.

- **Planage de la parcelle**

Le nivellement de la parcelle doit être bien fait car le système d'irrigation est l'alternance de l'irrigation et le dessèchement de la parcelle. On peut utiliser les équipements ordinaires, la barre de planage ou le motoculteur.

Le nivelage peut se faire avec un bois de 4 à 6 mètres, qui est tiré à travers la boue. On peut aussi utiliser les herses ou les dos de herses. Le bois est tiré à travers la parcelle en grattant les élévations et en remplissant les trous pour obtenir une surface de sol bien nivelée. Dans des petites parcelles, ou des parcelles déjà bien nivelées, on peut procéder au nivelage avec des bêches/daba et râteaux lorsqu'il y a une mise en boue.

- **Application de la fumure organique**

La fertilisation est fondamentalement basée sur l'utilisation en quantité de la fumure organique. On recommande d'appliquer 10-15 tonnes /ha. La fumure minérale est utilisée seulement pour corriger les déficits nutritionnels, à la dose du 1/3 des quantités habituelles. La fumure organique enrichit le sol et améliore sa structure, surtout dans les périmètres irrigués où le lessivage du sol est très important par la quantité d'eau utilisée et mal drainée. La fumure est appliquée avant le labour qui permet son enfouissement dans le sol.

2. Installation de la pépinière

- **Préparation des planches**

La pépinière SRI est exactement conçue comme une planche maraîchère avec une largeur de 1 m et une longueur variable de 4 à 10 m dépendant de la surface de la parcelle à repiquer. On utilisera 100 m² pour repiquer 10 000 m² soit 1 ha.

La planche sera faite de manière à avoir un sol très ameubli, léger, avec une profondeur de 15 cm dépassant la longueur des racines qui se trouve à environ 10cm. Il serait bon de faire un mélange de sable et de fumure en tenant compte des sols des périmètres fortement argileux le plus souvent.

- **Préparation des semences et semis**

Pour semer la planche on utilisera 8,5kg de semence pour faire 10 000 m² soit 1ha. On fera le trempage des graines dans de l'eau tiède pendant 24h. Les graines qui surnagent seront mises de côté car constituées de balles vides. On divise la quantité en trois parties : 1/3 pour semer la première moitié et un autre 1/3 pour semer l'autre moitié. Le dernier 1/3 sera utilisé pour corriger les parties vides sur l'ensemble. Le repiquage se faisant avec de petits plants munis de motte de terre, il est indispensable de clairsemer la pépinière.

A la fin du semis, il faut couvrir les graines par un peu de sable, faire le paillage de toute la pépinière.

- **Arrosage de la pépinière**

L'arrosage se fait avec l'arrosoir utilisé par les maraîchers, ainsi la pépinière doit être située à côté d'un point d'eau. Il est important de savoir que le temps de l'enlèvement du plant au repiquage, ne doit pas dépasser plus de 30 minutes.

Ainsi l'arrosage se fait matin et soir. Avec la germination on enlève progressivement la paille à partir du deuxième jusqu'au cinquième jour.

Au stade de 2 feuilles, la plantule a environ 10 jours et le repiquage commence.

Mesure de la quantité des semences et de la dimension de la pépinière

Quantité de semences	Dimension de la pépinière	Dimension du champ
0,085kg	1 m ²	100 m ² ou 1 are
0,255kg	3 m ²	300m ² ou 3 ares
0,85kg	10 m ²	1000 m ² ou 10 ares
2,25kg	30 m ²	3000m ² ou 30 ares
4,25kg	50 m ²	5000 m ² ou 50 ares
6,375kg	75 m ²	7500 m ² ou 75 ares
8,5kg	100 m ²	10000 m ² ou 100 ares ou 1 hectare

3. Repiquage des plants

- **Approvisionnement en plants**

Pour repiquer il faut prélever les plants dans la pépinière avec une pelle ou une daba et les mettre à la disposition de l'équipe qui fait le repiquage. Cette opération ne doit pas dépasser 30 minutes pour éviter le dessèchement des racines.

- **Repiquage proprement dit**

Cette opération se fait de manière bien soignée contrairement à la pratique conventionnelle. A partir de 10^{ème} jour, la plantule a deux feuilles, le repiquage commence dans le sol boueux et collant sans lame d'eau. Le repiquage se fait en ligne à 25cm x 25cm avec un alignement dans les deux sens à l'aide de corde marquée à 25cm. Cela donne l'avantage de faire le sarclo-binage dans les deux sens.

La plantule sera repiquée avec motte de terre lui permettant de faire la reprise en moins de 24h contrairement à la technique conventionnelle où il faut compter 4 jours avant la reprise. Le plant doit être légèrement glissé dans la boue sous forme de L au lieu de J avec la pratique courante.

Après le repiquage la parcelle doit être irriguée légèrement, l'humidité doit être maintenue pendant les deux premières semaines. La lame d'eau n'est pas toujours conseillée. Pendant ce temps le regarnissage peut se faire.

4. Système d'irrigation

Le principe de l'irrigation dans le SRI est l'alternance de l'irrigation et l'assèchement. La lame d'eau étant principalement utilisée pour contrôler les adventices (mauvaises herbes) n'est pas conseillée. Ce système d'irrigation commence à partir de la deuxième semaine. On envoie de l'eau qui imbibe bien le sol jusqu'à une lame de 2cm. On arrête l'irrigation en laissant le sol se dessécher jusqu'à l'apparition des fissures sur le sol, c'est-à-dire à la demande du sol. Au stade de la floraison on doit maintenir une légère lame de 2-3 cm.

5. Sarclage

Le sarclage fait partie des opérations les plus déterminantes dans le SRI à cause de l'absence de la permanence de lame d'eau dont l'un des rôles est de contrôler les adventices. Avec le repiquage en ligne on pourra désormais utiliser une sarcleuse manuelle ou motorisée pour contrôler les herbes. Après le repiquage, il faut faire le désherbage à la main pendant la première et la deuxième semaine car les plants sont fragiles et souvent collés aux herbes. A partir du 20^{ème} jour de la date du repiquage, on peut utiliser la sarcleuse. La fréquence du sarclage est de 10 jours mais tenir compte de l'enherbement du champ. On compte 4 opérations avant la fermeture du champ par le bon tallage qui caractérise le SRI. Le sarclage se fait dans la lame de 1-2 cm. Le sarclage croisé est nécessaire.

Source : ZOTOGLO et KOUYATE (2011)

Annexe 4 : Tableaux du modèle de tallage de KATAYAMA.

Tableau présentant l'ordre d'apparition des talles pendant les 12 premiers phyllochrones, d'après le modèle de tallage de KATAYAMA

Phyllochrones	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
Brin maître		1												1
Talles de 1 ^{er} rang					1	1	1	1	1	1				6
Talles de 2 ^{ème} rang							1	2	3	4	5	6	5	26
Talles de 3 ^{ème} rang									1	3	6	10	15	35
Talles de 4 ^{ème} rang											1	4	10	15
Talles de 5 ^{ème} rang													1	1
Total		1			1	1	2	3	5	8	12	20	31	84
Totaux par 3 phyllochrones		$1=4^0$			$4=4^1$			$16=4^2$			$63=4^3-1$			
Totaux par 4 phyllochrones		2				11				71				
Total cumulé à chaque phyllochrone		1	1	1	2	3	5	8	13	21	33	53	84	

Tableau des descendance des talles primaires (1^{er} rang) jusqu'au 5^{ème} rang

Niveau de talles							Totaux
Talles de 1 ^{er} rang	1 ^{ère}	2 ^{ème}	3 ^{ème}	4 ^{ème}	5 ^{ème}	6 ^{ème}	6
Talles de 2 ^{ème} rang	6	6	5	4	3	2	26
Talles de 3 ^{ème} rang	15	10	6	3	1		35
Talles de 4 ^{ème} rang	10	4	1				15
Talles de 5 ^{ème} rang	1						1
Total des descendants	33	21	13	8	5	3	83
Totaux par 3 phyllochrones (en %)	39,7	25,3	15,7	9,7	6	3,6	100

Source : RALJAONA (2002)