UNIVERSITÉ DU BURUNDI
GRENIER DU SAVOIR DU BURUNDI
Dépôt institutionnel officiel
https://repository.ub.edu.bi

Détermination de la meilleure date de repiquage de la nouvelle variété du riz IR 77713

Butoyi, Jean Baptiste

2014-04
UB, FABI
https://repository.ub.edu.bi/handle/123456789/200

Document téléchargé depuis le **Grenier du Savoir du Burundi** — https://repository.ub.edu.bi

UNIVERSITE DU BURUNDI

FACULTE DES SCIENCES AGRONOMIQUES

DEPARTEMENT DES PRODUCTIONS VEGETALES

DETERMINATION DE LA MEILLEURE DATE DE REPIQUAGE DE LA NOUVELLE VARIETE DU RIZ IR 77713

Par :

Jean Baptiste BUTOYI

Sous la direction de :

Dr. Ir. Joseph BIGIRIMANA

Mémoire présenté et défendu publiquement en vue de l'obtention du grade d'Ingénieur Agronome

Bujumbura, Avril 2014

DEDICACE

A nos parents,

A nos frères et sœurs,

A tous ceux qui nous sont chers,

Nous dédions ce mémoire.

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce travail n'aurait pas eu lieu n'eut été le concours de plusieurs personnes qui méritent d'être remerciées.

Nos remerciements vont, en premier lieu, à l'endroit du Dr. Ir. Joseph BIGIRIMANA, Professeur à la Faculté des Sciences Agronomiques, Coordinateur de l'IRRI au Burundi, Promoteur et Directeur de ce mémoire qui, en plus de ses engagements habituels, nous a prêté main forte dans nos premiers pas de recherche. Son intervention nous a été d'une grande utilité.

Nous pensons également aux Ingénieurs chercheurs de l'IRRI – Burundi qui, malgré leurs multiples occupations, nous ont aidé à mener les travaux de recherche sur le riz.

Il serait impossible d'énumérer les noms de toutes les personnes qui nous ont aidé de leurs conseils, de leurs encouragements et de leur assistance au cours de ce travail. Que tous ceux, de près ou de loin, ont contribué d'une manière ou d'une autre à l'accomplissement de ce travail trouvent ici le couronnement de leurs efforts.

A nos parents, frères et sœurs, amis et connaissances qui ont contribué à la réussite de nos études, nous garderons un profond attachement.

SIGLES ET ABREVIATIONS

%	: pour cent
*	: significatif
**	: hautement significatif
***	: très hautement significatif
°C	: Degré Celsius
ANOVA I	: Analyse de la variance à un facteur
CM	: Carré moyen
cm	: Centimètre
DDL	: Degré de liberté
FACAGRO	: Faculté des Sciences Agronomiques
FAO	: Food and agriculture organization
ha	: Hectare

HAU : Hauteur moyen des plants

IHL : Incidence de l'helminthosporiose

IPF : Incidence à la pourriture fongique des gaines

IRRI : International Rice Research Institute

ISABU : Institut des sciences agronomiques du Burundi

kg : Kilogramme

L : Line

LP : Longueur moyenne des panicules

MINAGRIE : Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage

mm : Millimètre

NGP : Nombre de grains par panicule

NGV : Nombre de grains vide par panicule

ns : Non significatif

NTG : Nombre total de grains par panicule

Prob : Probabilité

RDTOT : Rendement total

Rés : Résiduel

RGPH : Recensement général de la population et de l'habitat

S : Stend.

SCE : Somme des carrés des écarts

SHL : Sévérité de l'helminthosporiose

SPF : Sévérité de la pourriture fongique des gaines

SPSS : Statistical Package for Social Sciences

SRDI : Société Régionale de Développement de l'Imbo

t : Tonne

t/ha : Tonne par hectare

Test F : Test de Fichier

Tot : Total

Trt : Traitement

TT : Tallage total

TU : Tallage utile

TUC : Tallage utile corrigé

UB : Université du Burundi

UCL : Université Catholique de Louvain

Var : Variation

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Nombre de panicules en fonction de l'âge des plants au repiquage pour la variété d'Ali Combo à Madagascar.....16

Tableau 2 : Classification des rendements en fonction de l'âge des plants au repiquage pour la variété d'Ali Combo aux Philippines.....17

Tableau 3 : Analyse de la variance pour la hauteur des plants de la variété IR 77713 à MUBONE.....25

Tableau 4 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction de la hauteur des plants en centimètre de la variété IR 77713 à MUBONE.....25

Tableau 5 : Analyse de la variance pour la longueur de la panicule de la variété IR 77713 à MUBONE.....26

Tableau 6 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction de la longueur des panicules en cm de la variété IR 77713 à MUBONE.....27

Tableau 7 : Analyse de la variance pour le tallage total de la variété IR77713 à MUBONE.....27

Tableau 8: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du tallage total de la variété IR 77713 à MUBONE.....28

Tableau 9 : Analyse de la variance pour le tallage utile de la variété IR 77713 à MUBONE.....28

Tableau 10 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du tallage utile de la variété IR 77713 à MUBONE.....29

Tableau 11: Analyse de la variance pour le tallage utile corrigé de la variété IR 77713 à MUBONE.....30

Tableau 12 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du tallage utile corrigé de la variété IR 77713 à MUBONE.....30

Tableau 13: Analyse de la variance pour le nombre total de grains par panicule de la variété IR 77713 à MUBONE.....31

Tableau 14: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du nombre total de grains par panicule en gamme de la variété IR 77713 à MUBONE.....31

Tableau 15: Analyse de la variance pour le poids de mille grains pleins de la variété IR 77713 à MUBONE.....32

Tableau 16: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du poids de mille grains pleins de la variété IR 77713 à MUBONE.....32

Tableau 17: Analyse de la variance pour le taux de stérilité des épillets de la variété IR 77713 à MUBONE.....33

Tableau 18: Analyse de la variance pour l'incidence de la pourriture fongique des gaines de la variété IR 77713 à MUBONE.....34

Tableau 19: Analyse de la variance pour la sévérité de la pourriture fongique des gaines de la variété IR 77713 à MUBONE.....34

Tableau 20: Analyse de la variance pour l'incidence de l'helminthosporiose de la variété IR 77713 à MUBONE.....35

Tableau 21: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction de l'incidence de l'helminthosporiose de la variété IR 77713 à MUBONE.....36

Tableau 22: Analyse de la variance pour la sévérité de l'helminthosporiose de la variété IR 77713 à MUBONE.....36

Tableau 23: Analyse de la variance pour le rendement total de la variété IR77713 à MUBONE.....37

Tableau 24 : Classement de dates de repiquage après semis en groupes homogènes selon le rendement total de la variété IR 77713 à MUBONE.....38

TABLE DES MATIERES

DEDICACE.....i

REMERCIEMENTS.....ii

SIGLES ET ABREVIATIONS.....iii

LISTE DES TABLEAUX.....v

TABLE DES MATIERES.....viii

INTRODUCTION GENERALE.....1

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RIZ.....3

I. 1. Origine du riz et son expansion au Burundi.....3

I. 2. Biologie du riz.....4

I. 2. 1. Systématique du riz.....4

I. 2. 2. Morphologie du riz.....5

I. 2. 2. 1. Organes végétatifs.....5

I. 2. 2. 2. Organes de reproduction.....6

I. 2. 3. Cycle de croissance du riz.....6

I. 3. Ecologie du riz.....7

I. 3. 1. Exigences climatiques.....7

I. 3. 1. 1. Température.....7

I. 3. 1. 2. Eau et humidité relative.....8

I. 3. 1. 3. Vent.....9

I. 3. 1. 4. Radiation solaire, lumière et photopériode.....9

I. 3. 2. Exigences édaphiques.....10

I. 3. 3. Exigences en éléments nutritifs.....10

I. 3. 3. 1. Azote.....10

I. 3. 3. 2. Phosphore.....11

I. 3. 3. 3. Potassium.....11

I. 4. Principales contraintes liées à la riziculture.....12

I. 4. 1. Contraintes phytopathologiques.....12

I. 4. 1. 1. Pyriculariose.....12

I. 4. 1. 2. Pourriture fongique des graines.....12

I. 4. 1. 3. Helminthosporiose.....13

I. 4. 1. 4. Pourriture bactérienne de gaines ou la bactériose.....13

I. 4. 1. 5. Insectes ravageurs et autres parasites.....13

I. 4. 2. Contraintes d'excès de salinité.....14

I. 5. Différents types de semis du riz.....14

I. 5. 1. Semis direct.....14

I. 5. 2. Repiquage.....14

I. 6. Influence de la durée de séjour des plants en pépinière et du semis direct sur le tallage et le rendement.....15

I. 6. 1. Tallage.....15

I. 6. 2. Rendement.....16

CHAPITRE II. METHODOLOGIE DE L'EXPERMENTATION.....18

II. 1. But de l'essai.....18

II. 2. Localisation et description du site de l'essai.....18

II. 3. Dispositif expérimental.....18

II. 4. Calendrier culturel et activités y relatives.....19

II. 5. Observations sur terrain.....19

II. 5. 1. Identification des maladies à partir des symptômes.....19
II. 5. 2. Echelle de cotation des maladies.....19
II. 6. Echantillonnage.....20
II. 7. Données collectées.....20
II. 7. 1. Hauteur des plants (HAU).....20
II. 7. 2. Longueur de la panicule (LP).....21
II. 7. 3. Tallage total (TT).....21
II. 7. 4. Tallage utile (TU).....21
II. 7. 5. Tallage utile corrigé (TUC).....21
II. 7. 6. Nombre total de grains par panicule.....22
II. 7. 7. Poids de mille grains pleins (PMGP).....22
II. 7. 8. Taux de stérilité des épillets (STE).....22
II. 7. 9. Incidence des maladies.....23
II. 7. 10. Sévérité des maladies.....23
II. 7. 11. Rendement total (RTOT).....23
II. 8. Traitement statistique.....23
CHAPITRE III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS. 25
III. 1. Hauteur des plants.....25
III. 2. Longueur de la panicule.....26
III. 3. Tallage total.....27
III. 4. Tallage utile.....28
III. 5. Tallage utile corrigé.....30
III. 6. Nombre total de grains par panicule.....31
III. 7. Poids de mille grains pleins.....32

III. 8. Taux de stérilité des épillets.....33

III. 9. Incidence de la pourriture fongique.....34

III. 10. Sévérité de la pourriture fongique des gaines.....34

III. 11. Incidence de l'helminthosporiose.....35

III. 12. Sévérité de l'helminthosporiose.....36

III. 13. Rendement total.....37

CONLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS.....39

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....41

ANNEXES.....45

Annexe 1 : Calendrier cultural et activités y relatives.....45

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour la variété IR 77713 à MUBONE.....48

INTRODUCTION GENERALE

Le Burundi est l'un des pays où la majeure partie de la population vit essentiellement de l'agriculture. Par exemple, 94,3% de la population dépendent de l'agriculture vivrière. Sa population augmente du jour au lendemain. Sa densité est de 340 habitants/km^2 avec plus d'un quart du territoire national dépassant 400 habitants/km^2 (MINAGRIE, 2010).

Selon BIENVENIDO (1994), beaucoup des pays à démographie élevée ont centré leurs recherches particulièrement sur le riz afin de faire face aux problèmes alimentaires. Depuis 1982, il y a eu dans notre pays des recherches remarquables sur la riziculture. Actuellement, le riz constitue l'une des principales cultures vivrières, il est une des sources de revenus et est consommé dans tous les milieux tant des villes que des campagnes. Plusieurs facteurs y ont contribué notamment la sélection des variétés adaptées aux différentes conditions écologiques, suivi du changement du régime alimentaire. Différentes techniques culturales ont été utilisées pour augmenter la production. Ces techniques comprennent l'âge des plants au repiquage, le nombre de plants par poquet, l'écartement des plants aux champs, la maîtrise de l'eau, la fertilisation, etc.

La région de basse altitude IMBO-Centre est l'un des milieux favorables à la culture de riz. Cependant, la riziculture de cette région rencontre beaucoup de contraintes, réduisant le rendement, liées à la méconnaissance des techniques culturales.

La méconnaissance de l'âge des plants au repiquage est l'une des contraintes que rencontre la culture du riz principalement pour les nouvelles variétés. Pour faire face à ce défi, nous comptons apporter une contribution à la recherche sur la meilleure date de repiquage de la nouvelle variété IR 77713 dans cette région.

C’est dans ce cadre qu’au cours de notre travail intitulé « Détermination de la meilleure date de repiquage de la nouvelle variété de riz IR 77713 », nous allons tester six différentes dates de semis (0 jours pour semis en poquet et sillon, 7 jours, 14 jours, 21 jours et 28 jours) pour cette variété afin de déterminer lequel de ces dates donne un meilleur rendement.

Ce travail est subdivisé en deux grandes parties :

- La première comprend un seul chapitre des généralités sur le riz. Il décrit l’origine, la biologie et l’écologie du riz ; il parle aussi de principales contraintes liées à la riziculture, de différents types de semis et de l’influence de la durée de séjour des plants en pépinière et du semis direct sur le tallage et le rendement.

- La deuxième porte sur l’expérimentation réalisée au champ et au laboratoire et est subdivisée en deux chapitres. Le deuxième chapitre décrit le site, la méthodologie de l’expérimentation et les activités y relatives. Le dernier chapitre porte sur la présentation, l’analyse et la discussion des résultats.

Enfin, cette étude se clôture par une conclusion générale et quelques recommandations.

CHAPITRE I : GENERALITES SUR LE RIZ

I. 1. Origine du riz et son expansion au Burundi

Jusqu'à nos jours, l'origine du riz n'est pas précisé mais il existe incontestablement deux centres d'origine du riz cultivé : l'un sur le continent asiatique où prit naissance la culture d'*Oryza sativa L.*, et l'autre, *Oryza glaberrima S.*, originaire du delta de Niger au Sénégal (VAN DEN PUT, 1981).

Le riz asiatique a atteint l'ouest africain et le centre africain au XIX^{ème} siècle (ANGLADETTE, 1966). La riziculture est actuellement pratiquée dans tous les continents sauf dans l'Antarctique. Elle s'étend entre les latitudes 50^{o} Nord et 40^{o} Sud et du niveau de la mer jusqu'à une altitude de 3000 m (BIENVENIDO, 1994).

Le riz cultivé *O. Sativa*, a été introduit au Burundi par les arabes venant de la Tanzanie à partir de la plaine côtière du Lac Tanganyika (NIZIGIYIMANA, 1996). A partir de 1953 au nord immédiat de Bujumbura ont été installé des paysannats riziers. En 1968, le projet de la société régionale de développement de l'Imbo (SRDI) a été mise en place et a développé le riz irrigué sur plus de 1000ha (DEBRABANDERE, 1982).

Jusqu'à nos jours, le riz est cultivé presque dans tout le pays : dans les plaines comme dans les marais d'altitude (NIYONZIMA, 2008).

I. 2. Biologie du riz

I. 2. 1. Systématique du riz

L'espèce *O. Sativa* est une monocotylédone, diploïde (2n=24) et autogame appartenant au genre *Oryza*, tribu des oryzae(ées), famille des Poaceae et de l'ordre des poales.

Elle se distingue d'O. *glaberrima*, d'origine africaine par le fait que cette dernière possède une ligule courte tronquée (Ministère de la coopération et du développement, 1991).

Selon ANGADETTE (1966), les caractères morphologiques et écologiques divisent O. *Sativa* en trois sous espèces suivantes :

- La sous-espèce *indica* qui se caractérise par un tallage abondant, des feuilles fines, une haute taille, des grains longs et minces, les glumelles sont peu pubescentes, leurs poils sont courts et simples ;

- La sous-espèce *japonica* présentant un tallage moyen, des feuilles fines, des plantes de petite taille et des grains généralement arrondis et courts, les glumelles portent des poils longs et assez raides ;

- La sous-espèce *javanica* caractérisé par un faible tallage, des feuilles larges, une haute taille chez les variétés traditionnelles, de grains longs, larges et peu nombreux.

Cette dermière sous-espèce est intermédiaire entre les deux premières (RAEMAEKERS, 2001).

I. 2. 2. Morphologie du riz

I. 2. 2. 1. Organes végétatifs

Les organes végétatifs du riz sont les racines, les chaumes (tiges) et les feuilles. Le système racinaire est fasciculé (DE DATTA, 1981). Il comporte des racines primaires à vie éphémère. Au cours de la croissance de la plante, des racines secondaires apparaissent et prennent naissance sur les premiers bourgeons de la base de la tige, puis peuvent ensuite se développer sur les nœuds supérieurs de la tige et forment ainsi de véritables racines adventives (DOBELMANN, 1976).

Les tiges ou chaumes sont formés d'une succession des nœuds et des entrenoeuds. Leurs hauteurs maximales sont atteintes à la floraison. La longueur des entrenoeuds augmente régulièrement de la base au sommet (JACQUOT et COURTOIS, 1983).

A la partie inférieure de la tige primaire prend naissance une tige secondaire. Celle-ci donne naissance à des talles tertiaires. Le tallage continue jusqu'à la formation d'une touffe. La faculté de tallage est surtout marquée en début de croissance et se réduit par la suite (Ministère de la Coopération française et du développement, 1991).

Les feuilles sont formées de deux parties principales : la gaine et le limbe. La gaine s'insère sur un nœud et entoure complètement l'entre-nœud. Le limbe foliaire comporte des nervures parallèles et est linéaire. La longueur et la largeur du limbe sont fonction de la variété et des conditions d'exploration c'est-à-dire en irrigué ou en pluvial (DOBLELMANN, 1976).

I. 2. 2. 2. Organes de reproduction

L'inflorescence est une panicule à plusieurs épillets, se trouvant à l'extrémité des chaumes. Le nombre d'épillets développés et remplis de matière nutritive est une des composantes du rendement en grains (VAN DEN PUT, 1981). La fleur du riz est autogame, les organes mâles et femelles étant présents sur une même fleur.

I. 2. 3. Cycle de croissance du riz

La vie du plant de riz présente trois principales phases :

- La phase végétative qui va de la germination en passant par le stade plantule, par le tallage et par l'élongation de la tige jusqu'à l'initiation paniculaire dure environ 65 jours mais varie de 14 jours à 73 jours suivant les variétés (ANGLADETTE, 1966) ;

- La phase reproductive débute par l'initiation paniculaire, passe par la montaison et l'épiaison pour se terminer à la floraison à une période d'environ 35 jours ;

- La phase de maturation qui va de la floraison jusqu'à la récolte a une durée d'environ 30 jours.

Selon ARRAUDEAU (1988), la durée du cycle du riz est fonction des variétés. Elle varie à la phase végétative mais la durée de celles reproductive et de maturation ne variant que très peu.

Les variétés à cycle relativement court (90-105 jours) sont dites des variétés précoces et celles à cycle relativement long (150 jours et plus) sont dites des variétés tardives, et si le cycle est intermédiaire (105-150 jours), on parle de variété de cycle moyen (TILQUIN, 1990).

Les conditions climatiques et édaphiques jouent un rôle important sur la durée du cycle du riz. On estime que la germination se déclenche dès que le grain a absorbé l'eau équivalente au quart de son poids à températures moyennes supérieures à 13ºC (DOBELMANN, 1976).

Le développement de l'inflorescence est retardé par des basses températures, la panicule pouvant même ne pas être émergée. Des conditions de culture ou du milieu peuvent provoquer un avortement partiel ou total de la panicule, phénomène connu sous le nom de coulure (ANGLADETTE, 1966).

I. 3. Ecologie du riz

I. 3. 1. Exigences climatiques

I. 3. 1. 1. Température

Le riz est une plante cultivée dans une large gamme de température en climats tropicaux et tempérés et en grande partie entre les tropiques où la température moyenne journalière au cours du cycle est en dessous de 25ºC. Des températures moyennes minimales inférieures à 20ºC et supérieure à 38ºC sont en général admises comme critiques (ARRAUDEAU, 1998).

Une augmentation de la durée du cycle est la conséquence la plus fréquente de basses températures et des températures élevées à la fin du cycle réduisant la fertilité des épillets. Ainsi, le froid entraîne-t-il une mauvaise croissance et une maturation incomplète des grains de pollen ainsi qu'une malformation et une indéhiscence des anthères (RAEMAEKERS, 2001).

I. 3. 1. 2. Eau et humidité relative

Le riz, qu'il soit pluvial ou irrigué, a besoin d'un minimum d'eau pour son développement. Cependant, ce minimum varie avec les conditions édaphiques locales, les pratiques culturales, les possibilités d'irrigation et les conditions environnementales pendant la période de croissance. Les besoins varient également selon que la variété est à cycle court ou à cycle long (TILQUIN, 1988).

Un déficit hydrique provoque un flétrissement chez le riz, la floraison est retardée et le tallage diminue. Certains épillets peuvent devenir stériles et les grains de riz sont mal remplis (YOSHIDA, 1981).

Un excès d'eau au stade de croissance entraîne un mauvais enracinement (DE DATTA, 1981). L'inondation à la floraison induit une diminution de l'excertion paniculaire et une indéhiscence des anthères (NIZIGIYIMANA, 1993). L'excès d'eau et la sécheresse sont des facteurs négatifs au développement du riz ; il existe une relation entre la quantité d'eau à la phase critique et la production (FAO, 1979).

L'humidité relative de l'air a une grande influence sur la végétation: plus elle est élevée, moins la transpiration de la plante et moins l'évaporation sont importantes (ANGLADETTE, 1966). Ss variation influe sur le mécanisme d'ouverture des glumelles et l'incidence des maladies.

Le riz a besoin de 70 à 80 % d'humidité relative durant la floraison. Une humidité relative inférieure à 40% ne permet pas l'ouverture des épillets à l'anthèse tandis qu'une humidité élevée favorise le développement des maladies (Ministère de la coopération française et du développement, 2002).

I. 3. 1. 3. Vent

Un vent fort a un effet néfaste sur la reprise des plantules et favorise l'extension des maladies. Les jeunes plants peuvent être déracinés par un vent violent. Cependant, il est l'un des facteurs importants pour l'évaporation et la transpiration des plantes.

La photosynthèse augmente avec la vitesse du vent mais son effet devient nul quand la vitesse dépasse 0,75 à 2,25 cm/sec. A la floraison, le vent augmente le taux de stérilité et le taux d'avortement de la fleur fécondée (DE DATTA, 1981). Les vents froids et humides favorisent les maladies (ARRAUDEAU, 1998).

I. 3. 1. 4. Radiation solaire, lumière et photopériode

Le riz étant une culture héliophile, il exige une bonne insolation pour son développement. L'ensoleillement joue un rôle important sur la croissance et le rendement du riz en favorisant le tallage et en augmentant le nombre d'épillets par panicule et le poids de grains (RAEMAEKERS, 2001).

Une faible intensité solaire associée à d'importantes pluies donne de faibles rendements. La lumière augmente le nombre de talles et de panicules (ARRAUDEAU, 1998).

La photopériode joue un rôle important chez certaines cultures. Elle influence la durée du cycle et le rendement surtout chez les types *indica* qui préfèrent les jours courts. Les *japonica* acceptent de 14 à 15 heures de luminosité (VERGARA et CHANG, 1985, cité par BARUTWANAYO, 1997).

I. 3. 2. Exigences édaphiques

Le riz est assez plastique en ce qui concerne les sols. Sa préférence se situe sur les sols à texture fines avec 40% d'argiles moins perméables avec les pH de 4,5, l'optimum se situant entre 6 et 7 (GENDRON et AUDE-ANDRE ST. PIERRE, 1982).

Le riz irrigué supporte toutefois des valeurs du pH de 4,5 à 8,5 car après submersion d'une rizière; le pH d'un sol acide augmente et celui d'un sol alcalin diminue environ de deux unités (SCHALBROECK, 2001).

Les sols alluvionnaires, les podzols et les sols argilo-organiques sont préférés par le riz. Il et sensible à la salinité du sol. Au contraire, le riz tolère les sols alcalins et le rendement n'est pas affecté entre 10 et 20% de sodium saturé mais il chute entre 30 et 40% de saturation (SYS, 1985).

Le taux élevé de matière organique provoque la stérilité des épillets chez le riz suite à la diffusion des substances toxiques (phénols, acides humiques, NH_3, H_2S, etc.) provoquant la dégradation de la lignine (YOSHIDA, 1978, cité par HABARUGIRA, 2005).

I. 3. 3. Exigences en éléments nutritifs

Les éléments à fournir dépendent essentiellement des conditions du sol, du climat ainsi que des pratiques culturales (TILQUIN et DETRY, 1991).

I. 3. 3. 1. Azote

L'azote est un élément indispensable à la culture du riz. Il favorise le tallage et la croissance, principalement sous forme ammoniacale (NH_3^+) quand elle est appliquée pendant la période végétative. L'azote nitrique (NO_3^-) détermine les

meilleurs résultats sur l'élongation et la phase de reproduction quand elle est appliquée au moment de l'épiaison.

La carence azotée se manifeste par un jaunissement des feuilles qui deviennent cassantes. De fortes doses augmentent la sensibilité à la pyriculariose et les plantes deviennent plus sensibles à la verse (TILQUIN et DETRY, 1991).

I. 3. 3. 2. Phosphore

Le phosphore est apporté au riz par les phosphates naturels, soit par les engrais phosphatés chimiques. L'efficacité de divers engrais phosphatés dépend de leur finesse de broyage (KABONEKA, 2002).

Le phosphore favorise la croissance et la précocité. Il est abondant dans les feuilles paniculaires et est absorbé à un rythme régulier à la floraison (SIBOMANA, 1993).

La carence du phosphore est perceptible au niveau des feuilles. Celles-ci deviennent sombres avec des taches jaunes sur les nervures.

En marais d'altitude, l'apport se fait en même temps que l'azote sous forme de diammonium et seulement aux stades de semis et de repiquage.

I. 3. 3. 3. Potassium

Le potassium joue plusieurs rôles : en augmentant le tallage et le poids de grains, en accroissant la longueur de la panicule et le nombre des racines et en permettant une économie d'eau dans les tissus et de ce fait en apportant une résistance à la verse et à la pyriculariose.

Une carence de K se traduit par le jaunissement de l'extrémité des feuilles âgées et de nervures centrales. Il est absorbé en grande partie après la montaison et plus de 80% de potassium absorbé est stocké dans les pailles (DE DATTA, 1981).

I. 4. Principales contraintes liées à la riziculture

I. 4. 1. Contraintes phytopathologiques

I. 4. 1. 1. Pyriculariose

La pyriculariose est causée par un champignon du nom du *Pyricularia oryzae* et ce dernier est transmis par la semence et la maladie est liée à un stress hydrique, au type de sols et à la nutrition azotée (BOUHARMONT et TILQUIN, 1990).

La maladie est présente sur tous les continents et dans tous les systèmes de culture. Son importance est fortement dépendante de la présence d'inoculum qui est variable selon les régions, le stade de développement de la plante et le niveau de résistance du riz (NIYONZIMA, 2008).

Au Burundi, l'importance diffère selon le type de riziculture :

- en riziculture irriguée et pluviale, les attaques de pyriculariose surviennent sporadiquement. Elles sont souvent liées à un déficit hydrique passager ou à un surdosage de l'urée en pépinière ;

- par contre, en riziculture de moyenne altitude, la pyriculariose revêt une nature épidémique et entraîne des pertes importantes de rendements (BAHAMA, 1996).

I. 4. 1. 2. Pourriture fongique des graines

Causée par le champignon *Sarocladium oryzae*, cette maladie est présente dans tous les types de riziculture mais elle est plus connue en zones de basses altitudes.

Les symptômes débutent sous forme de petites stries brunâtres, mal définies, se développant le plus fréquemment sur la gaine paniculaire. L'émergence de la panicule peut être partiellement ou totalement bloquée.

Les grains ne se remplissent pas ou pourrissent; les glumes de grains formés sont brunies (AUTRIQUE et PERREAUX, 1989).

Lorsque le champignon se développe dans la gaine, la panicule pourrit et les grains brunissent. Les carences en azote ainsi que les blessures de la plante augmentent la sévérité. Le champignon sévit sur la paille de riz pendant plus d'une année et le mycélium peut subsister dans les tissus infectés pendant six mois (SHAHJAN et *al*, 1973, cités par BAHAMA, 1990).

I. 4. 1. 3. Helminthosporiose

Cette maladie est provoquée par un champignon *Helminthosporium oryzae* et est encore appelée la maladie des taches brunes. Selon AUTRIQUE et PERREAUX (1989), ce champignon est transmis par la semence, survit dans les débris infectés et parfois dans le sol. Les symptômes sont des taches ovales irrégulières, brunes avec un centre gris ou blanchâtre bordé d'un halo jaunâtre diffus. Un déséquilibre nutritionnel des plantes accentue la sévérité de la maladie.

I. 4. 1. 4. Pourriture bactérienne de gaines ou la bactériose

Due à *Pseudomanas fuscavaginae,* la bactérie a été découverte au Burundi en mai 1982 dans les marai de GISHA dans la région naturelle de BUYENZI (NIZIGIYIMANA, 1996). Les symptômes sont observés en particulier sur la gaine paniculaire et provoquent un raccourcissement du dernier entre-nœud et par conséquent une mauvaise sortie paniculaire (TILQUIN, 1996).

I. 4. 1. 5. Insectes ravageurs et autres parasites

Plusieurs insectes, piqueurs, rongeurs et succeurs causent de dégâts aux organes aériens du riz. Les piqûres de larves et adultes occasionnent de petites nécroses aux tissus et entravent le développement normal des plantes.

Parmi les insectes ravageurs du riz, on peut citer :

- la mouche du riz : *Diopsis thoracica* ;
- les chenilles foreuses de tige : *Eldana saccharina, Sesamia calamistis, Busseola fusca*
- les punaises du riz : *Locris rubra*

I. 4. 2. Contraintes d'excès de salinité

Une concentration excessive de sels solubles dans le sol provoque la salinité. L'ion sodium est la principale espèce ionique des sels apparaissant sous forme de chlorure de sodium. La salinité peut être naturelle ou résulter des pratiques agricoles comme l'irrigation. La salinisation prolongée rend les sols stériles.

I. 5. Différents types de semis du riz

I. 5. 1. Semis direct

Le semis direct comprend : le semis à la volée, en poquet et en lignes (sillons). Le semis à la volée, suivant l'habileté du semeur, donne une densité du peuplement plus ou moins homogène. Cependant, son principal inconvénient est de rendre les sarclages manuels difficiles et les sarclages mécaniques sont impossibles. Le dernier recours est l'usage des traitements chimiques avec des herbicides sélectifs.

Selon DOBELMANN (1976), le semis en poquet est plus économique au point de vue consommation des semences. Le semis en lignes (sillons) est le plus facile à réaliser et donne les meilleurs résultats à condition d'avoir un semoir adapté au riz.

I. 5. 2. Repiquage

C'est l'opération par laquelle les jeunes plants arrachés de la pépinière sont transplantés dans la rizière ou plus rarement dans une deuxième pépinière intermédiaire, pour être transplantés définitivement (ANGLADETTE, 1966).

Selon ARRAUDEAU (1998), le repiquage présente des intérêts comme l'obtention des plantes solides et en bonne santé, la réduction du temps de présence du riz dans les champs et l'utilisation au mieux davantage de la mise en boue de la rizière. Cependant, les principaux désavantages sont un retard de croissance, des dégâts causés aux plantes et de la nécessité d'une main d'œuvre abondante et donc coûteuse.

I. 6. Influence de la durée de séjour des plants en pépinière et du semis direct sur le tallage et le rendement

L'âge des plants au moment du repiquage a une influence sur les différentes phases végétatives du riz. En effet, les meilleures dates pour le repiquage, après la date de semis, sont autour de 3 semaines à basse altitude (ARRAUDEAU, 1998). Un bon plant à repiquer ne doit pas porter plus de 4 à 5 feuilles (ANGLADETTE, 1966).

I. 6. 1. Tallage

Une variété semée en direct démarre plus tôt son tallage que lorsqu'elle est repiquée. Le repiquage provoque un choc à la plante et par conséquent, elle aura un cycle total plus long que semée en direct (ARRAUDEAU, 1998).

Pour le repiquage, les plants trop jeunes résistent mal à l'arrachage et donnent des panicules courtes, et n'étant suffisamment hauts, risquent de ne pouvoir être repiqués en rizières basses.

De même, un séjour prolongé en pépinière permet l'apparition des nœuds différenciés à partir duquel commence le tallage. A l'arrachage, le tallage est arrêté et ne recommence, après le repiquage, que sur des nœuds situés plus hauts donnant des talles tardives à épis courts. Le repiquage tardif donne des plants tallant difficilement (ANGLADETTE, 1966).

I. 6. 2. Rendement

L'âge des plants au repiquage joue un rôle important sur le rendement. En effet, des plants âgés tallent peu ce qui affecte les rendements (RAEMAEKERS, 2001). La précocité des plants combinée à des repiquages effectués le plus tôt possible en début de saison sont les éléments de la productivité (DOBELMANN, 1976).

On constate une corrélation négative entre la durée du séjour en pépinière d'une part et le rendement d'autre part. Le nombre de panicules par plants décroît en fonction de la durée du séjour en pépinière pour la variété d'Ali Combo à Madagascar comme le montre le tableau 1.

Tableau 1 : Nombre de panicules en fonction de l'âge des plants au repiquage pour la variété d'Ali Combo à Madagascar

Age des plants (jours)	**Panicules**
40	3,0
45	2,5
50	2,0
55	1,5
60	1,0

Source : ANGLADETTE (1966)

Le tableau 2 classe des rendements en fonction de la durée de séjour sur des essais effectués en Philippines.

Tableau 2 : Classification des rendements en fonction de l'âge des plants au repiquage pour la variété d'Ali Combo aux Philippines.

Age des plants (jours)	**Rendement (kg)**
20	3,669
30	3,409
40	3,32
50	3,304
60	3,046

Source : DOBELMANN (1976)

CHAPITRE II. METHODOLOGIE DE L'EXPERMENTATION

II. 1. But de l'essai

Le but de l'essai est de déterminer la meilleure date de repiquage pour la variété IR 77713 en vue de cibler la date permettant d'avoir un rendement maximal.

II. 2. Localisation et description du site de l'essai

Notre essai a été installé au site de MUBONE situé dans la région naturelle de l'Imbo, plus précisément dans la plaine de la RUSIZI, dans l'Imbo-centre. Ce dernier est localisé à l'Ouest du BURUNDI et est limité par les parallèles 2° 36' et 3° 24'de latitude Sud et par les méridiens 29° 00 et 29° 26' de longitude Est (REEMAERKS, 1980 cité par CONGERA, 2010). Son altitude moyenne varie entre 775 et 1000 m.

Cette localité a un climat du type tropical semi-aride. Les précipitations sont faibles et irrégulières, oscillant en une moyenne de 900 à 1000 mm/an. Les températures varient très peu avec une moyenne se situant entre 23,4°C et 25,9°C. On observe cependant de grands écarts entre les températures minimales et maximales (19,3°C et 30,2°C (IGEBU, 2009).

II. 3. Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilisé est celui des blocs aléatoires complets avec trois répétions. Chaque bloc compte 6 parcelles élémentaires de 6,24 m^2 chacune. Un bloc expérimental était séparé de l'autre par une distance d'un mètre. A l'intérieur d'un bloc, les parcelles étaient séparées par une distance de 0,5 m.

Lors de l'expérimentation, nous avons 6 traitements à savoir:

- 0 jour, semis en poquet ;
- 0 jour, semis en sillon ;

- 7 jours ;
- 14 jours ;
- 21 jours ;
- 28 jours.

Ces traitements étaient disposés aussi de façon aléatoire dans un bloc.

II. 4. Calendrier culturel et activités y relatives

Au cours de l'expérimentation, nous avons effectué différentes activités, opérations et observations comme le montre le tableau de l'annexe 1.

II. 5. Observations sur terrain

Lors des visites sur terrain, les observations ont porté sur les différentes phases de croissance du riz, de la germination à la maturation aux champs. Nous avons observé les symptômes des maladies susceptibles d'attaquer nos plants entre autre l'helminthosporiose, la pourriture fongique des gaines, la cercosporiose et la pourriture bactérienne des gaines.

II. 5. 1. Identification des maladies à partir des symptômes

Des échantillons ont été récoltés et observés dans l'optique d'identifier les maladies. L'observation a été faite sur les feuilles et des gaines foliaires présentant des symptômes de maladies.

II. 5. 2. Echelle de cotation des maladies

Après l'observation de sympômes des maladies, nous avons estimé les cotations dans chaque parcelle élémentaire en tenant compte du nombre de plants attaqués et de l'intensité des dommages. La technique de cotation se réfère à une échelle de 0 – 9 suivant le système standard d'évaluation du riz (IRRI, 1996).

- Echelle pour l'incidence:

0 : Pas de lésions ;

1 : Moins de 1% des plants atteints ;

2 : 1 – 3% des atteints ;

3 : 4 – 5% des plants atteints ;

4 : 6 – 10% des plants atteints ;

5 : 11 – 15% des plants atteints ;

6 : 16 – 25% des plants atteints ;

7 : 26 – 50% des plants atteints ;

8 : 51 – 75% des plants atteints ;

9 : 76 – 100% des plants atteints.

- Echelle pour la sévérité :

0 : Pas de lésions ;

1 : Moins de 1% de la surface affectée ;

3 : 1 – 5% de la surface affectée ;

5 : 6 – 25% de la surface affectée ;

7 : 26 – 50% de la surface affectée ;

9 : 51 – 100% de la surface affectée.

II. 6. Echantillonnage

Avant d'effectuer la récolte proprement dite, les bordures de chaque parcelle ont été éliminées. Le prélèvement d'un échantillon de 10 plants (poquets) a été réalisé aléatoirement avec la méthode d'échantillonnage en W sur chaque parcelle élémentaire afin de déterminer les composantes et les contraintes du rendement.

II. 7. Données collectées

II. 7. 1. Hauteur des plants (HAU)

La hauteur des plants a été mesurée au moyen d'une latte graduée en cm à partir du pied du plant jusqu'au bout du grain de la panicule la plus longue. Nous avons choisi au hasard 10 poquets suivant le W tracé sur chaque parcelle.

II. 7. 2. Longueur de la panicule (LP)

La longueur de la panicule est limitée au sommet par le dernier grain et à la base par le nœud de la feuille paniculaire. Nous avons mesuré la longueur d'une panicule prise au hasard pour chacun des 10 poquets échantillonnés à l'aide d'une latte graduée et avons déterminé la moyenne (en cm).

II. 7. 3. Tallage total (TT)

Le tallage total est le nombre total des talles portant ou non des panicules. Le comptage des talles a été effectué pour chacun de 10 poquets et enfin la moyenne a été calculée.

II. 7. 4. Tallage utile (TU)

Le tallage utile est le nombre total des talles portant des panicules. Le comptage de talles portant une panicule a été effectué pour chacun des 10 poquets et enfin la moyenne a été calculée.

II. 7. 5. Tallage utile corrigé (TUC)

C'est le nombre de talles utiles par mètre carré (m^2). La formule (1) nous a permis de le calculer :

$$TUC = \frac{\sum_{i=1}^{n=10} TU}{10} \times 25 \quad (1)$$

ou :

TUC = Tallage Utile Corrigé

TU = Tallage Utile

25 = nombre de plants / m^2

II. 7. 6. Nombre total de grains par panicule

A la récolte, une panicule pour chacun des 10 poquets échantillonnés a été prise au hasard et a été mise dans une enveloppe. Le comptage des grains de chaque panicule récoltée a été effectué au laboratoire à l'aide d'un compteur à grains. Le nombre de grains total par panicule est donné par la moyenne de grains des 10 panicules récoltées (Formule 2)

$$NGT = NGV + NGP \qquad (2)$$

où :

NGT : nombre de grains total
NGV : nombre de grains vides
NGP : nombre de grains pleins

II. 7. 7. Poids de mille grains pleins (PMGP)

Le poids de mille grains pleins est obtenu par la moyenne du poids de 10 échantillons de mille grains pleins tirés par hasard dans les grains pleins récoltés dans chaque parcelle expérimentale. Les grains sont comptés au moyen d'un compteur à grains et pesés à l'aide d'une balance électronique au laboratoire.

II. 7. 8. Taux de stérilité des épillets (STE)

Le taux de stérilité est égal au rapport entre le nombre de grains vides (NGV) et le nombre de grains total (NGT), exprimé en pourcentage. (Formule 3).

$$STE = \frac{100\ X\ NGV}{NGT} \qquad (3)$$

où STE : taux de stérilité
NGV : nombre de grains vides
NGT : nombre de grains total

II. 7. 9. Incidence des maladies

L'incidence des maladies a été estimée à partir des observations dans chaque parcelle expérimentale. Nous en avons déterminé l'indice correspondant à l'aide du système standard d'évaluation du riz (IRRI, 1996).

II. 7. 10. Sévérité des maladies

La sévérité des maladies a été estimée à partir des observations sur les plants de 10 poquets échantillonnés. L'échelle du système d'évaluation du riz (IRRI, 1996) nous a permis d'estimer la sévérité des maladies. Par la suite, nous avons calculé la moyenne.

II. 7. 11. Rendement total (RTOT)

Le rendement obtenu sur la parcelle expérimentale a été ramené à l'hectare suivant la formule (4).

$$RTOT = \frac{PTP(14)\ X\ NPP}{NPR} = 2000\,(T/ha) \qquad (4)$$

où : RTOT : Rendement total

PTP (14%) : poids total de grains récoltés dans la parcelle mesuré à 14% d'humidité

NPP : nombre total de poquets par parcelle élémentaire

NPR : nombre de plants récoltés par parcelle élémentaire

2000 : coefficient de correction de surface, de la parcelle expérimentale à un hectare.

II. 8. Traitement statistique

Après la collecte des données sur terrain et au laboratoire, le calcul des paramètres a été réalisé avec la machine calculatrice et un traitement statistique a été effectué avec le logiciel SPSS. Afin de mieux analyser et interpréter nos résultats, une analyse à un critère de classification (ANOVA I) a été effectuée.

Cette analyse permet de montrer les différences existant ou non entre les traitements.

Le test de Student-Newman-Keuls au soleil de 5% a été effectué pour mettre en évidence des groupes de traitement homogènes dans le cas où différences significatives ont été observées. Les variables analysées sont au nombre de 13 : hauteur moyenne de plants (HAU), longueur moyenne des panicules (LP), tallage total (TT), tallage utile (TU), tallage utile corrigé (TUC), nombre de grains total par panicule (NGT), poids de mille grains pleins (PMGP), taux de stérilité des épillets (STE), rendement total (RTOT), incidence de l'helminthosporiose (IHL), sévérité de l'helminthosporiose (SHL), incidence de la pourriture fongique des gaines (IPF) et la sévérité de la pourriture fongique des gaines (SPF).

CHAPITRE III. PRESENTATION ET DISCUSSION DES RESULTATS

III. 1. Hauteur des plants

Le tableau 3 donne les résultats de l'analyse de la variance pour la hauteur des plants.

Tableau 3 : Analyse de la variance pour la hauteur des plants de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var.en Trt	5	395,876	79,175	83,245***	0,000
Var.Rés	12	11,413	0,951		
Var.Tot	17	407,289			

Ce tableau montre des différences très hautement significatives entre les différents traitements. Le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% permet de distinguer 5 groupes de moyennes homogènes pour la hauteur des plants des différents traitements d'après le tableau 4.

Tableau 4 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction de la hauteur des plants en centimètre de la variété IR 77713 à MUBONE

Nbre de jrs après semis	HAU moyenne (cm)	Groupes homogènes
0jour, semis en poquet	106,1	A
0jour, semis en sillon	99,4	B
7jours	98,9	B
21jours	95,8	C
14jours	92,6	D
28jours	87,7	E

La hauteur moyenne des plants pour le semis direct est plus élevée que pour celle des plants repiqués. Une variété semée en direct démarre plus tôt son tallage que lorsqu'elle est repiquée.

Le repiquage provoque un choc à la plante (ARRAUDEAU, 1998). La hauteur moyenne des plants en poquet est supérieure à celle des plants en sillon car quand on sème en sillon il existe plusieurs plants sur une même surface que celle du semis en poquet. L'apport des éléments nutritifs étant le même, la croissance des plants en poquet est normale par rapport aux plants en sillon.

III. 2. Longueur de la panicule

Le tableau 5 présente l'analyse de la variance des données obtenues pour la longueur de la panicule.

Tableau 5 : Analyse de la variance pour la longueur de la panicule de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	12,236	2,047	31,767***	0,000
Var Rés	12	0,773	0,064		
Var Tot	17	13,009			

L'analyse de la variance pour la longueur de la panicule extériorise les différences très hautement significatives entre les différents traitements. Le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% permet de distinguer deux groupes de moyennes homogènes pour la longueur des panicules comme l'illustre le tableau suivant.

Tableau 6 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction de la longueur des panicules en cm de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	LP moyenne (cm)	Groupes homogènes
21 jours	25	A
28 jours	24,9	A
14 jours	24,8	A
0 jour, semis en sillon	24,7	A
0 jour, semis en poquet	24,3	A
7 jours	22,8	B

La longueur moyenne des panicules se situe entre 22,8 cm et 25 cm, la plus élevée étant pour la durée de séjour de 21 jours alors que la plus basse est pour celle de 7 jours.

En effet, d'après ANGLADETTE (1966), les plants trop jeunes au repiquage donnent des panicules courtes. La longueur moyenne de la panicule se situe entre 20-40 cm. Elle varie en fonction de la variété et des conditions du milieu.

III. 3. Tallage total

Le tableau 7 présente l'analyse de la variance pour le tallage total.

Tableau 7 : Analyse de la variance pour le tallage total de la variété IR77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	27009,591	5401,918	77,550***	0,000
Var rés	12	835,887	69,657		
Var tot	17	27845,478			

L'analyse de la variance illustre qu'il existe des différences hautement significatives entre les traitements. Le test de Student-Newman-Keuks au seuil de 5% permet de distinguer deux groupes de moyennes homogènes pour le TT des différents traitements d'après le tableau 8.

Tableau 8: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du tallage total de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	TT moyen	Groupes homogènes
0 jour, semis en sillon	117	A
0 jour, semis en poquet	15	B
14 jours	14	B
21 jours	13	B
7 jours	13	B
28 jours	12	B

D'après ces résultats, nous constatons que le semis en sillon présente un tallage total le plus élevé que les autres traitements. Ces derniers sont classés en un seul groupe de moyennes homogènes.

III. 4. Tallage utile

Le tableau 9 présente l'analyse de la variance pour le tallage utile.

Tableau 9 : Analyse de la variance pour le tallage utile de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	23513,062	4702,61	111,464***	0,000
Var rés	12	506,275	42,190		
Var Tot		24019,337			

L'analyse de variance nous montre qu'il existe des différences hautement significatives entre les traitements. Par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%, le tableau 10 nous montre deux groupes de moyennes homogènes pour le tallage utile.

Tableau 10 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du tallage utile de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	TU moyen	Groupes homogènes
0 jour, semis en sillon	110	A
0 jour, semis en poquet	15	B
14 jours	13	B
7 jours	12	B
21 jours	12	B
28 jours	11	B

Les résultats montrent que le semis en sillon donne un tallage utile moyen le plus élevé que les autres. Les autres traitements sont dans un même groupe de moyenne homogène.

III. 5. Tallage utile corrigé

Le tableau 11 présente l'analyse de la variance pour le tallage utile corrigé.

Tableau 11: Analyse de la variance pour le tallage utile corrigé de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	143498,94	28699,788	17,148	0,000
Var Rés	12	20083,333	1673,611		
Var Tot	17	163582,273			

L'analyse de variance nous montre qu'il existe des différences hautement significatives entre les traitements. Le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5% permet de distinguer deux groupes de moyennes homogènes pour le TUC des différents traitements d'après le tableau 12.

Tableau 12 : Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du tallage utile corrigé de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	TUC moyen	Groupes homogènes
0 jour, semis en sillon	548	A
0 jour, semis en poquet	363	B
14 jours	333	B
7 jours	307	B
21 jours	303	B
28 jours	285	B

D’après ces résultats, nous constatons que le semis en sillon donne le tallage utile corrigé le plus élevé que les autres traitements car il possède une forte densité de plants. Les autres traitements sont dans un même groupe de moyennes homogènes.

III. 6. Nombre total de grains par panicule

Le tableau 13 présente l’analyse de la variance pour le nombre de grains total par panicule.

Tableau 13: Analyse de la variance pour le nombre total de grains par panicule de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var et Trt	5	8141,138	1628,228	5,518***	0,007
Var Rés	12	3540,947	295,079		
Var Tot	17	11682,085			

L’analyse de la variance en rapport avec le nombre de grains total par panicule met en exergue des différences très hautement significatives entre les traitements. Par le test de Students-Newman-Keuls au seuil de 5%, le tableau 14 nous montre deux groupes de moyennes homogènes pour le nombre total de grains par panicules.

Tableau 14: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du nombre total de grains par panicule en gamme de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	NTG moyen	Groupes homogènes
28 jours	190	A
21 jours	171	A
14 jours	163	A
0 jour, semis en poquet	157	A
7 jours	155	A
0 jour, semis en sillon	120	B

Nos résultats nous montrent que le NTG ne varie pas en fonction de la date de repiquage. Selon YOSHIDA (1981), le nombre d'épillets par panicule constitue un caractère variétal difficilement influencé par les techniques culturales.

III. 7. Poids de mille grains pleins

Le tableau 15 donne les résultats de l'analyse de la variance pour le poids de mille grains pleins.

Tableau 15: Analyse de la variance pour le poids de mille grains pleins de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	7,987	1,597	6,912	0,003
Var Rés	12	2,773	0,231		
Var Tot	17	10,760			

L'analyse de la variance nous montre qu'il existe des différences hautement significativement entre les traitements. Par le test de Student-Newman-Keuls de 5%, nous dinguons deux groupes de moyennes homogènes d'après le tableau suivant.

Tableau 16: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction du poids de mille grains pleins de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	PMGP moyen (g)	Groupes homogènes
0 jour, semis en sillon	28	A
0 jour, semis en poquet	27	A
7 jours	27	A
14 jours	27	A
21 jours	27	A
28 jours	26	B

D’après les résultats, les plants repiqués à 28 jours après semis donnent le PMGP inférieur aux autres dates de repiquage. En effet, d’après ANGLADETTE (1966), l’âge du plant intervient sur l’épiaison, par conséquent sur le rendement, les dernières talles épiant tardivement ne donnant que des grains mal nourris.

III. 8. Taux de stérilité des épillets

Les résultats de l’analyse de la variance pour le taux de stérilité des épillets figurent au tableau 17.

Tableau 17: Analyse de la variance pour le taux de stérilité des épillets de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	415,748	83,150	$2,328^{ns}$	0,107
Var Rés	12	428,592	35,716		
Var Tot	17	844,340			

L’analyse de la variance pour le taux de stérilité des épillets ne montre pas de différences significatives entre les différents traitements. Ces résultats montrent que le taux de stérilité des épillets ne varie pas en fonction de la date de repiquage. En effet, la stérilité des épillets est un caractère quantitatif de la variété mais elle dépend aussi des conditions édapho-climatiques du site.

III. 9. Incidence de la pourriture fongique

Le tableau 18 présente l'ANOVA I pour l'incidence de la pourriture fongique des gaines.

Tableau 18: Analyse de la variance pour l'incidence de la pourriture fongique des gaines de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	6,667	1,333	$0,545^{ns}$	0,739
Var Rés	12	29,333	2,444		
Var Tot	17	36,000			

L'analyse de la variance pour l'IPF ne donne pas de différences significatives entre les différents traitements. Ces résultats montrent que l'incidence de la pourriture fongique de gaines ne varie pas en fonction de la date de semis.

Elle oscille entre 5 et 6 sur l'échelle 0-9. Elle est faible et la plus élevée se trouve chez les plants de 28 jours. L'origine de cette faible incidence est à rechercher du côté de la résistance variétale car les conditions du milieu (températures 20^{o} à 25^{o}C) sont favorables à la maladie (BAHAMA, 1988).

III. 10. Sévérité de la pourriture fongique des gaines

Le tableau 19 présente l'analyse de la variance pour la sévérité de la pourriture fongique des gaines.

Tableau 19: Analyse de la variance pour la sévérité de la pourriture fongique des gaines de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	3,369	0,674	$0,490^{ns}$	0,778
Var Rés	12	16,520	1,377		
Var Tot	17	19,889			

L’analyse de la variance pour la SPF ne met pas en évidence des différences significatives entre les différents traitements.

L’incidence de la sévérité de la pourriture fongique des gaines ne varie pas en fonction du séjour des plants en pépinière ou le mode de semis. Elle oscille entre 3 et 4 sur une échelle de 0-9. Elle est relativement élevée. En effet, BAHAMA (1988) dans ses résultats de recherche a considéré comme résistantes les variétés dont l’indice de sévérité est supérieur à 3 sur une échelle de 0-9.

III. 11. Incidence de l’helminthosporiose

Le tableau 20 présente les résultats de l’analyse de la variance pour l’incidence de l’helminthosporiose.

Tableau 20: Analyse de la variance pour l’incidence de l’helminthosporiose de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	10,444	2,089	3,418*	0,038
Var Rés	12	7,333	0,611		
Var Tot	17	17,777			

L’analyse de la variance pour l’IHL montre des différences simplement significatives entre les différents traitements.

Le test de Student-Newman-Keuls au seuil 5% permet de distinguer 2 groupes de moyennes homogènes pour l’IHL des différents traitements comme le montre le tableau 21.

Tableau 21: Classement de 6 dates de repiquage après semis en groupes de moyennes homogènes en fonction de l'incidence de l'helminthosporiose de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	IHT moyenne	Groupes homogènes
21 jours	9	A
7 jours	8	AB
0 jour, semis en sillon	8	AB
28 jours	8	AB
0 jour, semis en poquet	8	AB
14 jours	6	B

Nos résultats sur l'incidence de l'helminthosporiose oscillent entre 6 et 9 sur une échelle de 0-9.

En effet, les recherches sur les maladies des tâches brunes du riz ont conclu que l'infection de l'helminthosporiose est observée à des températures de 20-25°C et l'incidence avoisine 90%.

III. 12. Sévérité de l'helminthosporiose

Le tableau 22 présente l'analyse de la variance pour la sévérité de l'helminthosporiose.

Tableau 22: Analyse de la variance pour la sévérité de l'helminthosporiose de la variété IR 77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	1,332	0,266	$0,724^{ns}$	0,618
Var Rés	12	4,413	0,368		
Var Tot	17	5,745			

L’analyse de la variance pour la SHL ne montre pas de différence significative entre les différents traitements. La sévérité de l’helminthosporiose avoisine 3 sur une échelle de 0-9 pour toutes les dates de repiquage ou mode de semis. La faible sévérité de l’helminthosporiose est probablement liée à la résistance variétale. En effet, les variétés CR 1009, L9, 88-v96, 88-v96 dont la sévérité de l’helminthosporiose était inférieure à 55% ont été considérées par NDUWIMANA (1991) comme résistantes.

III. 13. Rendement total

Le tableau 23 présente l’analyse de la variance pour le rendement total.

Tableau 23: Analyse de la variance pour le rendement total de la variété IR77713 à MUBONE

Source de variation	DDL	SCE	CM	Test F	Prob
Var entre Trt	5	6,097	1,219	2,964	0,057
Var Rés	12	4,937	0,411		
Var Tot	17	11,034			

L’analyse de la variance montre une différence significative limite entre les traitements. Par test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%, le tableau 24 nous montre deux groupes de moyennes homogènes et qui se chevauchent pour le rendement total.

Tableau 24 : Classement de dates de repiquage après semis en groupes homogènes selon le rendement total de la variété IR 77713 à MUBONE

Nombre de jours après semis	Rendement moyen (t/ha)	Groupes homogènes
0 jour, semis en sillon	7,8	A
0 jour, semis en poquet	7,2	AB
7 jours	6,7	AB
14 jours	6,6	AB
21 jours	6,5	AB
28 jours	5,9	B

D'après ces résultats, le rendement décroit graduellement en fonction de la durée de séjour des plants en pépinière. De même, certaines variables du rendement comme le poids de mille grains pleins diminuent avec la date au repiquage. Mais, le tallage utile corrigé, la longueur des panicules, le nombre total de grains par panicule et le taux de stérilité connaissent une légère augmentation en fonction de la date de semis. Ainsi, les traitements à 0 jour en poquets, o jour en sillon, 7 jours, 14 jours et 21 jours donnent des rendements proches à celui reconnu pour la variété IR 77713 ($\geq$ 6,5t/ha) en conditions de basse altitude. Pour l'autre traitement (28jours), on observe un rendement inférieur aux autres traitements.

CONLUSION GENERALE ET RECOMMANDATIONS

Le riz est l'un des principales céréales les plus cultivées dans le monde. Sa remarquable plasticité lui a permis de s'adapter dans de nombreuses régions du monde. La riziculture peut résoudre les besoins alimentaires de la population burundaise en croissance quand les recherches agronomiques sont orientées vers la maîtrise des technologies ou des pratiques en vue de produire plus sur de petites surfaces.

De ce fait, notre travail avait pour objet la détermination de la meilleure date de repiquage pour le riz. L'objet poursuivi dans cette notion de date est d'obtenir un rendement maximal par unité de surface. Au cours de ce travail, nous nous sommes intéressé à faire une comparaison des paramètres liés aux composantes et aux contraintes du rendement en fonction des dates de repiquage.

A la lumière des résultats de l'analyse statistique des données obtenues, il apparaît que :

- les différents traitements ont une influence très hautement significative sur la hauteur des plants, la longueur des panicules, le tallage total, le tallage utile, le tallage utile corrigé et le nombre de grains par panicule ;

- les différents traitements ont une influence très significative sur le poids de mille grains pleins ;

- les différents traitements n'ont pas d'influence sur le taux de stérilité des épillets, l'incidence et la sévérité de la pourriture fongique des gaines et la sévérité de l'helminthosporiose ;

- les différents traitements ont une influence simplement significative sur l'incidence de l'helminthosporiose ;

- les différents traitements montrent une différence significative limite sur le rendement.

Le rendement a diminué en fonction de la date au repiquage. En tenant compte des contraintes liées au repiquage et rendement (coût de la main-d'œuvre, difficulté d'irrigation, etc.), il faudrait repiquer la variété IR 77713, en conditions de basse altitude, à l'âge de 21 jours. Si on a assez des plants et main-d'œuvre moins chère, le repiquage à 14 jours produirait aussi un très bon rendement. Le repiquage à 0 jour et à 7 jours exige une main-d'œuvre abondante et il demande deux ou trois sarclages encore très tôt.

Avant de clôturer notre travail, nous aimerions émettre quelques recommandations :

- **Aux chercheurs :** de continuer les mêmes recherches dans les autres zones rizicoles du pays et d'étudier l'impact sur le coût de production en vue de s'assurer de la rentabilité ;
- **A l'IRRI et à l'Etat :** de financer les recherches rizicoles en vue de mettre en place une série de technologies culturales permettant d'avoir un meilleur rendement.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ANGLADETTE, A. (1966) : Le riz, Collections techniques Agricoles et Productions tropicales, Editions Maisonneuve et Larousse, Paris, 930p.

2. ARRAUDEAU, M. (1988) : Le riz irrigué, Paris, Editions Maisonneuve et Larose, vol.2659p.

3. AUTRIQUE, A. et PERREAUX, D. (1989) : Maladies et Ravageurs des cultures dans les régions des Grands-Lacs, Administration Générale de la coopération et du Développement, Bruxelles, Belgique, 232p.

4. BAHAMA, J.B. (1988) : Contribution à la connaissance de *Sarocladium* sp. agent de la pourriture fongique de la gaine foliaire du riz, Mémoire, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 64p.

5. BAHAMA, J.B. (1996) : Etude des interactions riz – *Pyricularia Oryzae*, Acte du séminaire sur la riziculture d'altitude, 29 Mars – 5 Avril, IRAD, Antananarivo, Madagascar, 48-55p.

6. BARUTWANAYO, B. (1997) : Etude des composantes et des contraintes de 16 variétés de riz modernes dans les marais de MBARAGA (MISHIHA), Mémoire, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 67p.

7. BIENVENIDO, O.J. (1994) : Le riz dans la nutrition humaine, IRRI, FAO, Rome, 181p.

8. BOUHARMONT, J. et TILQUIN, J.P. (1990) : Etude des contraintes liées à la riziculture d'altitude et l'amélioration variétale. Communication présentée au cours d'un séminaire organisé par la FACAGRO à BUJUMBURA du 18 au 23 avril 1990, C.T.A Hollande, 213p.

9. CONGERA, M. (2010) : Etude comparative de l'efficience économique du riz et celle de la tomate dans la plaine de l'Imbo : cas de la commune MUTIMBUZI, Mémoire, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 74p.

10. DE DATTA, S. (1981) : Principles and practices of rice production, IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines, 318p.

11. DEBRABANDERE, J. (1982) : Synthèse des premiers essais de la riziculture dans le plateau central du Burundi : Rapport annuel de l'ISABU, Bujumbura, 32p.

12. DOBELMANN, J.P. (1976) : Riziculture pratique, Riz irrigué, Presses universitaires de France, Paris, 220p.

13. FAO (1979) : Rapport de la huitième session du comité des politiques et des programmes d'aide alimentaire. Rome, 22-30 Octobre 1979, 51p.

14. GENDRON, G. et AUDE-ANDRE ST.PIERRE (1982) : Les céréales et le maïs, Les Presses de l'Université Laval, Québec, Canada, 219p.

15. HABARUGIRA, H. (2005) : Caractérisation de 8 variétés de riz à la FACAGRO en tenant compte de leur comportement pendant 10 ans, Mémoire, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 58p.

16. IGEEBU (2009) : Rapport météorologique (Rapport interne), 35p.

17. IRRI (1996): Standard evaluation system of rice. International Network for Genetic Evaluation of rice (INGER), 4th edition, Navule, Philippines, 52p.

18. JACQUOT, M. et COURTOIS, B. (1983) : Le riz pluvial, édition Maisonneuve et Larose, Paris, 134p.

19. KABONEKA, S. (2002) : Cours de fertilisation de 2ème Ingénieur, FACAGRO, Université du Burundi.

20. MAYER, J. et BONNEFOND, R. (1973) : Les rizicultures paysannes : améliorations possibles, Presse de Muray-Print, Paris-France, 215p.

21. MINAGRIE (2010) : Situation de la sécurité de juin à décembre 2010, Bujumbura, 20p.

22. Ministère de la coopération Française et du développement (1991) : Mémento de l'agronome, 4ème édition, Collections techniques rurales en Afrique centrale, Documentation du BDFA-SC ETAGRI, Montpellier, 1635p.

23. Ministère de la coopération Française et du développement (2002) : Mémento de l'agronome, 5ème édition, Collections techniques rurales en Afrique, Paris, 1236p.

24. NDUWIMANA, D. (1991) : Contribution à l'étude de la maladie des taches zonées et criblage variétal pour la résistance à la maladie des taches brunes du riz, Mémoire, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 46p.

25. NIYONZIMA, P. (2008) : Contribution à l'étude comparative de nouvelles variétés de riz dans les conditions de basse altitude, Mémoire, FACAGRO, U.B., 2008, 79P.

26. NIZIGIYIMANA, A. (1993) : Détermination des phases de sensibilité aux basses températures chez le riz (*O. sativa L.*), Thèse de Doctorat, UCL, Louvain-La-Neuve, Belgique, 124p.

27. NIZIGIYIMANA, A. (1996) : Evolution de la riziculture des marais d'altitude au Burundi : Contraintes et méthodologies utilisées. Communication présentée au cours du séminaire international sur la riziculture d'altitude, Antananarivo, Madagascar, 28p.

28. NKURUNZIZA, J.M.V. (2010) : Etude de l'efficience économique du riz par rapport aux principales cultures dans la province Kirundo. Mémoire, FACAGRO, Bujumbura, 71p.

29. RAEMAEKERS, H. (2001) : Agriculture en Afrique Tropicale, Bruxelles 163p.

30. SCHALBROECK, J.J. (2011) : Le riz en Agriculture en Afrique tropocalle, Bruxelles, pp 85-105p.

31. SIBOMANA, C. (1993) : Comparaison de 2 variétés de riz dans deux écologies contrastées et essai de modélisation, Mémoire, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 117p.

32. SYS, J. (1985): Evaluation of the physical environment rice cultivator in physics and rice, p30-34.

33. TILQUIN, J.P. (1988): Amélioration variétale en riziculture des marais d'altitude : rapport final. ISABU, Bujumbura, 27p.

34. TILQUIN, J.P. et NJINGINYA, P. (1988): Upland rice varieties released in Burundi. International Rise Research Newsletter 13, IRRI, Los Banos, Philippines, 3p.

35. TILQUIN, J.P. (1990): Contraintes liées à la riziculture d'altitude et amélioration variétale. U.C.L, Louvain-La-Neuve, 213p.

36. TILQUIN, J.P. et DETRY, J.F. (1991) : Guide de la riziculture en marais d'altitude, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 32p.

37. TILQUIN, J.P., DETRY, J.F. et CHAPEAU, J.P. (1990) : Les contraintes de la riziculture d'altitude liées à l'amélioration variétale, U.B., FACAGRO, Bujumbura, 61p.

38. VAN DEN PUT, R. (1981) : Les principales cultures en Afrique centrale, Bruxelles, 1252P.

39. YOSHIDA, S. (1981) : Fundamentals of rice crop science, IRRI, Los Banos, Laguna, Philippines, 267p.

ANNEXES

Annexe 1 : Calendrier cultural et activités y relatives

Nº	**Activités**	**Date**	**Opérations et observations**
1.	Préparation des plates bandes et des parcelles élémentaires pour le semis direct ; en sillon et en poquet	08/02/2011	Surélever les plates bandes et les parcelles élémentaires pour le semis en sillon et en poquets afin d'éviter que l'eau d'irrigation les envahisse.
2.	Semis direct en sillon, en poquet et en pépinière + Fertilisation	09/02/2011	- Semis de 3 grains par poquet aux écartements de 20cm x 20cm ; - Semis en sillon avec une distance de 20 cm entre les lignes - la fertilisation en pépinière, en sillon et en poquet avec le NPK (17-17-17) à raison de 200kg/ha - la quantité de la semence utilisée en pépinière est de l'ordre de 60kg/ha. La plate-bande a été couverte de la paille.
3.	Visite 1	14/02/2011	Appréciation de l'état de levé
4.	Nivellement + repiquage	16/02/2011	Repiquage de jeunes plantules âgées de 7 jours.
5.	Irrigation	19/02/2011	Irrigation
6.	Nivellement + repiquage	23/02/2011	- Un drainage est effectué la veille du repiquage - Repiquage de jeunes plantules âgées de 14 jours
7.	Irrigation	26/02/2011	Irrigation

8.	Visite 2	01/03/2011	- Appréciation de l'état de reprise - Un drainage
9.	Nivellement + repiquage	02/03/2011	Repiquage de plantules âgées de 21 jours
10.	Irrigation	05/03/2011	Irrigation
11.	Visite 3	08/03/2011	- appréciation de l'état de reprise - un drainage
12.	Nivellement + repiquage	09/03/2011	Repiquage de plantules âgées de 28 jours
13.	Visite 4	12/03/2011	- arrachage de mauvaises herbes à la main - démariage pour les parcelles semées en poquet pour qu'il y reste une seule plantule - irrigation de tout le casier
14.	Fertilisation	16/03/2011	Un drainage est effectué la veille de l'épandage de l'engrais de fond NPK (17-17-17) à raison de 100kg/ha
15.	Visite 5	22/03/2011	Appréciation de reprise
16.	Visite 6	31/03/2011	Arrachage de mauvaises herbes à la main
17.	Fertilisation top dressing	12/4/2011	- Pulvérisation du dursban pour lutter contre *Locris sp* et *Diopsis thoracica* - arrachage de mauvaises

			herbes à la main - l'eau est retirée du casier la veille de l'épandage de l'urée (46-0-0) à raison de 45kg/ha
18.	Irrigation	14/4/2011	Irrigation
19.	Visite 7	26/4/2011	- Elimination des hors types 1 - Le riz est au stade gonflement
20.	Visite 8	10/5/2011	Elimination des hors types 2
21.	Visite 9	17/5/2011	Elimination des hors types 3
22.	Visite 10	28/5/2011	Stade de maturation
23.	Visite 11	1er /6/2011	Drainage définitif
24.	Récolte	07/6/2011	- Elimination des lignes externes des parcelles - Les grains de chaque parcelle sont conservés dans un sac étiqueté

SOURCE : BUTOYI, 2011

Annexe 2 : Tableau récapitulatif des résultats obtenus pour la variété IR 77713 à MUBONE

Trt	Rdt (T/ha)	HAU En cm	Le rendement et ses composantes						Principales contraintes du rendement				
			TT	TU	TUC	PMGP	NGT	LP en Cm	STE	PF		HL	
										IPF	SPF	IHL	SHL
Poquet	7,180	101,57	15	15	363	27,06	157,16	24,33	19,57	5,00	3,66	7,66	2,80
Sillon	7,813	99,40	117	110	548	27,50	119,60	24,70	29,09	6,00	3,66	8,33	3,16
7 jours	6,66	98,93	13	12	307	26,96	154,70	22,76	25,29	5,60	2,70	8,33	2,56
14jours	6,64	92,63	14	13	333	26,56	163,03	24,73	33,19	6,30	3,76	6,33	3,36
21jours	6,47	95,83	13	12	303	26,53	167,40	24,96	27,69	6,00	2,86	8,66	3,16
28jours	5,98	87,66	12	11	286	25,36	190,26	24,86	32,87	7,00	4,03	8,00	2,83

(Rdt) : rendement, **(HAU)** : hauteur moyenne des plants, **(TT)** : Tallage total moyen, **(TU)** : Tallage utile, **(TUC)** : tallage utile corrigé, **(PMGP)** : poids de mille grains pleins, **(NGT)** : nombre de grains total par panicule, **(LP)** : longueur moyenne des panicules, **(STE)** : taux de stérilité des épillets, **(IPF)** : incidence de la pourriture fongique des gaines, **(IHL)** : Incidence de l'helminthosporiose, et **(SHL)** : sévérité de l'helminthosporiose.