



**Université d'Etat d'Haïti  
(UEH)**

**Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire  
(FAMV)**

**Département de Phytotechnie  
(DPHY)**

**Effet de la distance de repiquage sur le contrôle des mauvaises herbes et les performances agronomiques du riz (*Oryza sativa* L.), var. Shéla en SRI à Petite Rivière de l'Artibonite**

**Mémoire de fin d'études  
Présenté par BENJAMIN John  
Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-Agronome  
Option: Phytotechnie**

**Octobre 2015**

## DÉDICACE

Ce travail est dédié à :

- la mémoire de ma très regrettée mère, Ella LOUIS qui a sacrifié sa vie pour mon éducation et ma formation;
- mon père, Enold BENJAMIN, pour son soutien immuable;
- mes frères, Peterson, Weinberger et ma petite sœur, Sherley.

## REMERCIEMENTS

Mes remerciements vont d'abord à Dieu qui m'a protégé tout au long de ce cycle d'études.

Ensuite, je tiens à remercier de manière particulière:

- Mes conseillers scientifiques, Docteur Predner DUVIVIER et Professeur Robers-Pierre TESCAR pour leurs justes remarques;
- Oxfam America pour son soutien financier;
- Le technicien de terrain, Isna LOUIS pour son appui et son accompagnement durant l'expérimentation;
- Le corps professoral de la FAMV pour leurs contributions à ma formation;
- Mes camarades de la promotion Jean-Arsène CONSTANT (2008-2013), spécialement: Ernest MONFISTON, Kettly JEAN, Guy LAINÉ, Wedner GILLES, Rockendy RENÉ, Ivens ISAAC, Fritz JOSEPH, Mackenson DESROSIERS, Midley BRUTUS, Sonel DALUSMAR et Paul Hessen SAINT-LOUIS;
- Enfin, Guyson FÉLISMÉ pour sa contribution à la conception de carte, Wislande MÉNARD pour ses mots d'encouragements et son support affectif, et tous ceux et celles qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce travail.

## RÉSUMÉ

Au cours de la saison sèche, novembre 2013-février 2014, trois essais ont été réalisés dans trois zones différentes de la commune de Petite Rivière de l'Artibonite pour tester les effets de quatre distances de repiquage (25cm×25cm, 25cm×20cm, 25cm×15cm et 25cm×10cm) sur le rendement et la biomasse du riz (*Oriza sativa* L., var Shéla) et l'invasion des mauvaises herbes en Système de riziculture Intensif (SRI). Un dispositif en blocs complets aléatoires (DBCA) a été utilisé dans lequel une distance de repiquage a été assignée à chaque unité expérimentale (UE). Un carré d'échantillonnage (1 m<sup>2</sup>) a été délimité au centre de chaque UE où toutes les touffes de riz y incluant ont été utilisées dans les mesures de rendement et de ses paramètres. Cinq touffes proches du carré d'échantillonnage ont été prises au hasard pour les mesures de biomasse. La décision de sarcler a été prise en fonction du niveau de salissement des UE. Le rendement et ses paramètres ont été mesurés à maturité complète, les graines ont été pesées après séchage au soleil à 12 % d'humidité. Les échantillons de feuilles, de tiges, de racines et de graines ont été nettoyés, séchés à l'étuve jusqu'à poids constants et pesés. Les données brutes ont été soumises à une analyse de variance et les moyennes comparées par la méthode de Duncan.

Les rendements moyen obtenus dans les parcelles repiquées à 25cm×20cm (3.06 t/ha), 25cm×15cm (3.45 t/ha) et 25cm×10cm (3.30 t/ha) ont été significativement supérieurs à celui obtenu dans les parcelles repiquées à 25cm×25cm (2.56 t/ha). De même, la biomasse moyenne obtenue dans les parcelles repiquées à 25cm×20cm (7.46 t/ha), 25cm×15cm (8.55 t/ha) et 25cm×10cm (7.92 t/ha) ont été significativement supérieurs à celui obtenu dans les parcelles repiquées à 25cm×25cm (5.62 t/ha). De plus, le nombre de sarclages réalisé pour les parcelles repiquées à 25cm×15cm (1) et 25cm×10cm (1) ont été significativement inférieur à celui réalisé dans les parcelles repiquées à 25cm×25cm (1.67) et 25cm×20cm (1.67). Ces résultats ont montrés que la réduction de la distance de repiquage jusqu'à 25cm×15cm entraine une augmentation du rendement et de la biomasse du riz Shéla et une diminution du nombre de sarclages. Ainsi, il est recommandé aux agriculteurs de repiquer le riz Shéla a une distance de 25cm×15cm. Il est recommandé aux chercheurs de répéter l'expérience en saison pluvieuse pour évaluer les effets de la saison et son interaction avec la distance de repiquage sur les paramètres étudiés.

## TABLE DES MATIERES

<b>LISTE DES TABLEAUX.....</b>	<b>VII</b>
<b>LISTE DES FIGURES .....</b>	<b>VIII</b>
<b>LISTE DES ANNEXES.....</b>	<b>IX</b>
<b>LISTE DES ABREVIATIONS.....</b>	<b>X</b>
<b>I- INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
1.1-PROBLEMATIQUE ET JUSTIFICATIONS.....	1
1.2-OBJECTIFS .....	2
1.2.1-Objectif général.....	2
1.2.2-Objectifs spécifiques.....	2
1.3- QUESTIONS DE RECHERCHE .....	3
1.4-HYPOTHESES .....	3
<b>II-REVUE DE LITTÉRATURE .....</b>	<b>4</b>
2.1-GENERALITES SUR LE RIZ.....	4
2.2- LA RIZICULTURE EN HAÏTI.....	4
2.3- LES VARIETES DE RIZ CULTIVEES DANS LA VALLEE DE L'ARTIBONITE (VA).....	5
2.4- CARACTERISTIQUES DE LA VARIETE SHELA .....	6
2.5- CONDUITE DES RIZIERES IRRIGUEES DANS LA VALLEE ARTIBONITE.....	6
2.5.1- Etablissement de la rizière .....	6
2.5.2- Fertilisation.....	7
2.5.3- Entretien .....	7
2.6-LE SRI A LA VALLEE DE L'ARTIBONITE (VA) .....	8
2.7-DESCRIPTION DU SRI.....	9
2.7.1-L'âge de transplantation .....	9
2.7.2-L'écartement et le nombre de plantes par touffe.....	10
2.7.3-Le sarclage .....	10
2.7.4-Maîtrise de l'eau.....	11
2.7.5-Fumure organique: compost .....	11
2.8.-LES MAUVAISES HERBES LES PLUS COURANTES DES RIZIERES.....	12
2.8.1-Les Poaceae.....	12
2.8.2-Les Cyperaceae .....	13
2.8.3-Autres familles .....	14
2.8-QUELQUES TECHNIQUES AGRONOMIQUES (NON-CHIMIQUES) DE GESTION DES MAUVAISES HERBES EN RIZICULTURE.....	15
2.8.1-Bonne préparation de sol .....	15
2.8.2-Le choix variétal .....	16
2.8.3-Le repiquage.....	16
2.8.4-La gestion de l'irrigation.....	16
2.8.5-La densité de plantation .....	16
<b>III- MÉTHODOLOGIE .....</b>	<b>18</b>

3.1-CADRE PHYSIQUE DE L'ETUDE.....	18
3.2-CONDITIONS CLIMATIQUES .....	19
3.2.1-Pluviométrie .....	19
3.2.2-Température .....	19
3.3-PEDOLOGIE .....	20
3.4-MATERIELS UTILISES .....	21
3.5- PRODUCTION DES PLANTULES .....	21
3.6- DESCRIPTION DES ESSAIS ET DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL .....	22
3.7- CONDUITE DES ESSAIS .....	24
3.7.1-Transplantation des plantules .....	24
3.7.2-Entretien du champ expérimental.....	24
3.8-VARIABLES CONSIDEREES .....	25
3.8.1-Variables de performances techniques.....	25
3.8.2-Nombre de sarclages .....	26
3.9- METHODE DE COLLECTE DES DONNEES.....	27
3.10- TRAITEMENT ET ANALYSE DES DONNEES .....	29
<b>IV- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS.....</b>	<b>30</b>
4.1- Nombre de sarclages .....	30
4.2- CROISSANCE .....	31
4.3- PRECOCITE.....	32
4.3.1- Nombre de jours à la floraison.....	32
4.3.2- Nombre de jours à la maturité de récolte.....	33
4.4- LES COMPOSANTES DU RENDEMENT .....	33
4.4.1- Nombre de talles fertiles par touffes .....	34
4.4.2- Nombre de talles fertiles par mètre carré (m <sup>2</sup> ) .....	35
4.4.2- Nombre de grains remplis par panicules .....	36
4.4.3- Poids moyen de mille grains.....	37
4.5- RENDEMENT ESTIME A PARTIR DE SES COMPOSANTES.....	37
4.6- RENDEMENT ESTIME A PARTIR DU CARRE DE RENDEMENT.....	39
4.7- BIOMASSE.....	40
4.7.1- Biomasse graines.....	40
4.6.2- Biomasse feuilles .....	41
4.6.3- Biomasse tige.....	42
4.6.4- Biomasse racine.....	43
4.6.5- Biomasse totale.....	44
4.6.6- Répartition de la biomasse .....	45
<b>V- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS.....</b>	<b>47</b>
<b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES.....</b>	<b>48</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Rendement, talles totales et densité racinaire en fonction de la densité .....	17
Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques moyennes des terres rizicoles de la VA ....	21
Tableau 3. Variation du nombre de sarclage en fonction des distances de repiquage dans les trois zones .....	30
Tableau 4. Variation de la croissance des plantes (en cm) en fonction des distances de repiquage dans les trois zones.....	31
Tableau 5. Variation du nombre de jours à la floraison des plantes en fonction des distances de repiquage dans les trois zones .....	32
Tableau 6. Variation du nombre de jours à la maturité de récolte des plantes en fonction des distances de repiquage dans les trois zones .....	33
Tableau 7. Variation du nombre de talles fertiles des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones .....	34
Tableau 8. Variation du nombre de talles fertiles par m <sup>2</sup> en fonction des distances de repiquage dans les deux zones .....	35
Tableau 9. Variation du nombre de grains remplis par panicule des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones.....	36
Tableau 10. Variation du poids moyen de 1000 grains (en g) des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones.....	37
Tableau 11. Variation du rendement estimé à partir de ses composantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones.....	38
Tableau 12. Variation du rendement estimé à partir du carré de rendement en fonction des distances de repiquage dans les deux zones.....	39
Tableau 13. Variation de la biomasse des graines des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones .....	40
Tableau 14. Variation de la Biomasse des feuilles des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones .....	41
Tableau 15. Variation de la biomasse des tiges des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones .....	42
Tableau 16. Variation de la biomasse des racines des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones .....	43
Tableau 17. Variation de la biomasse totale des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones .....	44

**LISTE DES FIGURES**

Figure 1. Localisation géographique de la commune de Petite Riviere de l'Artibonite et des essais .....	18
Figure 2. Précipitations moyennes mensuelles (mm) sur dix ans (2000-2010).....	19
Figure 3. Croquis du dispositif expérimental pour les deux essais.....	23
Figure 4. Photo du dispositif expérimental à Bois-Lahot .....	23
Figure 5. Illustration de parcelles propres (en A et B) et de parcelles sales (en C et D) .....	27
Figure 6. Répartition de la biomasse entre les organes.....	46

## **LISTE DES ANNEXES**

Annexe A. Matrice des données

Annexe B. Matrice des données (suite)

Annexe C. Données analysées sur le logiciel R 2.13.1

Annexe D. Coordonnées géographiques des essais

Annexe E. Quelques vues de parcelles enherbées

## **LISTE DES ABREVIATIONS**

ANOVA:	Analysis Of Variance
ATS:	Association Tefy-Saina
BUF:	Better U Fondation
CIIFAD:	Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development
CNIGS:	Centre National de l'Information Géo-Spatiale
CNSA:	Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire
DID:	Développement International Desjardins
FADQDI:	Financement Agricole du Québec-Développement International
FAMV:	Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire
FAO:	Food and Agriculture Organization
FAOSTAT:	Food and Agriculture Organization Statistics
IHSI:	Institut Haïtienne de Statistique et d'Informatique
IICA:	Institut Interaméricaine de Coopération pour l'Agriculture
MARNDR:	Ministère d'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural
OA:	Oxfam America
ODVA:	Organisation de Développement de la Vallée de l'Artibonite
RACPABA:	Réseau des Associations Coopératives pour la Production Agricole du Bas Artibonite
SRI:	Système de Riziculture Intensif
SRT:	Système de Riziculture Traditionnel

## **I- INTRODUCTION**

### **1.1-Problématique et justifications**

Le riz (*Oryza sp*) est une céréale de la famille des poacées, cultivée dans les régions tropicales et subtropicales. Il représente la base alimentaire pour environ la moitié de la population mondiale. Selon la FAO (2013), le riz a une consommation annuelle de 56.9 kg/habitant. En Haïti, le riz consommé mensuellement représente en valeur monétaire 28.4 % du coût du panier alimentaire, soit la plus grande part, devançant l'huile de cuisine et le sucre qui représentent respectivement 24 et 19 % (CNSA, Juin 2012). Toujours selon la CNSA (2012), la production nationale de riz était en 2011 de 81 179.69 TM de riz décortiqué, alors que les besoins de la population en riz sont estimés à environ 450 000 TM (DID-FADQDI-IICA, 2012). Pour faire face au déséquilibre entre les besoins de la population en riz et la production nationale le pays importe du riz sur le marché international. Ainsi, Haïti a importé 397 654 TM de riz décortiqué en 2011 pour une valeur de 212 967 000 USD (FAOSTAT, 2015). D'où une fuite de devise vers l'Étranger.

Pour pallier cette situation, un ensemble de travaux sont effectués dans le but d'augmenter la production nationale de riz et par conséquent, de réduire les importations. En effet, 38 000 hectares de terre à l'échelle nationale sont consacrés à la production du riz, mais, avec une forte concentration des surfaces dans le département de l'Artibonite, soit 28 000 ha (DID-FADQDI-IICA, 2012). Vu l'importance de la Vallée de l'Artibonite (VA) dans la production nationale de riz, tout un ensemble de travaux y sont réalisés pendant ces dernières années dans le but d'augmenter les rendements jusqu'ici jugé faibles; ils varient de 2 à 3,5 tonne de paddy/ha (CNSA, Septembre 2012). De ce fait, des travaux sur la fertilisation y ont été menés par Louissaint et Duvivier (2005), de nouvelles variétés y ont été introduites et aussi de nouvelles techniques de production y ont été expérimentées. Dans cette démarche, des projets menés par Oxfam Amérique (OA) conjointement avec le Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural (MARNDR), apparaissent avec le Système de Riziculture Intensif (SRI) comme une alternative au Système de Riziculture Traditionnel (SRT). Selon une étude menée à la VA par la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) avec l'aide de Oxfam

America, avec la variété de riz TCS10, le SRI a généré un profit de 20385.93 gourdes pour un rendement de 5.18 t/ha, alors que le SRT a généré 4546.93 gourdes comme profit pour un rendement de 3.76 t/ha (Joseph, 2013). Avec la variété de riz Shéla, le SRI a généré un profit 36 620 gourdes pour un rendement de 2.82 t/ha et le SRT a généré un profit de 20 284.75 gourdes pour un rendement de 2.02 t/ha (Rousseau, 2014).

Cependant, l'adoption de cette nouvelle technique fait face à certaines limitations comme: l'âge à la transplantation, la gestion de l'eau et notamment, la gestion des mauvaises herbes liée aux distances de plantations. En effet, avec la distance de plantation classique du SRI: 25 cm×25 cm, le nombre de sarclages sur une parcelle est en général de trois à quatre durant le cycle de production alors que dans le SRT, on ne pratique qu'un à deux sarclages (Tescar *et al.*, 2012). Ce qui implique, une augmentation des charges de production, puisque le sarclage consomme à lui seul 39 % selon Toussaint (2013), 57 % selon Joseph (2013) des coûts de main-d'œuvre pour les opérations en plein champs dans la conduite d'une rizière en SRI. L'augmentation du nombre de sarclage serait influencée par le temps plus long qu'exige la densité de plantation pratiquée dans le SRI pour que les plantes couvrent l'espace et inhibant ainsi la croissance des mauvaises herbes. De ce fait, cette étude sur plusieurs distances de repiquage a été réalisée afin d'en déterminer une qui réduit le nombre de sarclage sans diminuer le rendement.

## **1.2-Objectifs**

### **1.2.1-Objectif général**

L'objectif général de cette étude est de déterminer une distance de repiquage qui limite la croissance des mauvaises herbes tout en maintenant un bon niveau de performances agronomiques en vue de réduire les charges de production du riz cultivé en SRI.

### **1.2.2-Objectifs spécifiques**

L'étude a pour objectifs spécifiques:

- De déterminer une distance de repiquage qui réduit l'invasion des mauvaises herbes en SRI;

- D'étudier l'influence de la distance de repiquage sur la croissance et les paramètres de rendement du riz cultivé en SRI;
- D'étudier l'influence de la distance de repiquage sur le rendement et la biomasse du riz en SRI.

### **1.3- Questions de recherche**

La réduction de la distance de repiquage, contribue-t-elle à limiter l'invasion des mauvaises herbes en SRI?

La réduction de la distance de repiquage, a-t-elle une influence sur la croissance et les paramètres de rendement du riz en SRI?

Le rendement et la biomasse du riz en SRI, sont-ils influencés par la densité de repiquage?

### **1.4-Hypothèses**

Avec un écartement 25cm×25cm, le nombre de sarclages est de trois à quatre (Tescar *et al.* 2012) dans le SRI. D'après Joelibarison (1998), un écartement de 10cm×10cm limite la croissance des mauvaises herbes en SRI. Armand (2006), a obtenu une augmentation du rendement du riz Shéla de 1.54 t/ha (25cm×25cm) à 3.77 t/ha (15cm×15cm) en diminuant les distances de plantations. Vu que la densité de plantation a un effet direct sur l'invasion des mauvaises herbes et le rendement, une augmentation de celle-ci contribuera à faire passer le nombre de sarclages dans le SRI pratiqué dans la Vallée de l'Artibonite de l'ordre de 1 à 2, tout en augmentant le rendement.

Les résultats trouvés au cours d'une étude réalisée sur le mil (*Pennisetum glaucum* L.) ont montré qu'en passant de 5 917 plants/ha à 40 000 plants/ha la biomasse aérienne a augmenté. (Siéné *et al.*, 2010). Compte tenu de ce constat, la biomasse à l'hectare chez le riz sera plus élevée avec l'augmentation de la densité.

## II-REVUE DE LITTÉRATURE

### 2.1-Généralités sur le riz

Le riz, plante herbacée annuelle est une monocotylédone appartenant au genre *Oryza*, L., de la tribu des *Oryzea*, de la famille des *Poaceae*. Il est cultivé pour sa graine qui est la base alimentaire de près de 40 % de la population mondiale (Lacharme, 2001). C'est une plante pubescente, à chaumes dressés, disposés par touffe, à racines fibreuses et touffues (Joelibarison, 1998). Deux (2) espèces sont cultivées à travers le monde :

- *Oryza glaberrima*, Steud., originaire de l'Afrique
- *Oryza sativa* L., originaire de l'Inde.

Les variétés cultivées en Haïti appartiennent généralement à l'espèce *Oryza sativa* L. (Tescar, 2001) qui est subdivisée en deux sous-espèces : *Japonica* et *Indica*.

La température optimale pour le développement du riz se situe entre 30 et 35° C et le zéro de germination entre 14 et 16° C (Lacharme, 2001). Selon Arraudeau (1998), la germination est inhibée au-delà de 45°C. De basses températures sont la cause la plus fréquente de l'augmentation de la durée du cycle, affectent le tallage et plus tard le nombre d'épillets par panicule ainsi que le pourcentage de fertilité des épillets. Les températures élevées en fin de cycle peuvent également réduire la fertilité des épillets (Arraudeau, 2005, cité par Lamy 2011). Le riz est par essence une plante de jours courts, initiant les primordia floraux en réponse à des jours courts. Le riz croît sur des sols argileux ou argilo-limoneux à sous-sol argileux ou argilo-limoneux imperméables ou des sols limoneux à sous-sol plus ou moins imperméable. Le pH du sol peut varier de 3.5 à plus de 8. Cependant, une légère acidité est plus souhaitable (Tescar, 2001).

### 2.2- La riziculture en Haïti

La superficie totale emblavée en riz en Haïti est de 38 000 ha. Cependant, la superficie réellement cultivée chaque année totalise 62 000 ha en tenant compte des aires de production où l'on réalise deux récoltes l'an (CNSA, 2012). Le riz est cultivé dans diverses zones du pays. La Vallée Artibonite avec ses 28 000 ha, représente 78 % de la production nationale de riz en termes de superficie. Elle est suivie par le département du Sud (Plaine de Torbeck, Saint Louis de Sud, les Anglais) qui compte 3 500 ha (9.2 % des superficies

rizicoles), le département du Nord (St Raphaël, Grison Garde, Plaine du Nord, Limbé) comptant 3 000 ha (7.9 % des superficies rizicoles) et le département du Nord-Est (Plaine Maribaroux, Sainte Suzanne, etc.) avec ses 1 500 ha (4 % des superficies rizicoles). Enfin, les autres aires de productions du pays (Nord-Ouest, Centre et Nippes) totalisent 1 500 ha, soit, 4 % des terres rizicoles (Paul, 2005).

La culture du riz se rencontre en Haïti dans trois types d'écosystèmes : les plaines alluviales, les zones marécageuses et les montagnes humides. En fonction des conditions hydriques on distingue, le riz irrigué et le riz pluvial. Le riz pluvial ou encore appelé riz de montagne est couramment pratiqué, comme son nom l'indique, dans les régions montagneuses et dépend du régime pluvial de la zone. Toutefois, il est aussi pratiqué dans le Plateau Central. C'est ainsi qu'il est souvent rencontré à Cerca-la-Source, Cerca Carvajal mais aussi, dans les montagnes du Nord et du Nord-Est. Quant au riz irrigué, il est pratiqué dans les zones marécageuses et les plaines irriguées du pays. Par conséquent, il est rencontré dans la plaine de Maribaroux, la plaine de Torbeck et la Vallée de l'Artibonite: principale zone de production du riz en Haïti (Jean Baptiste, 2005).

### **2.3- Les variétés de riz cultivées dans la Vallée de l'Artibonite (VA)**

Plusieurs variétés de riz se sont succédé à la VA depuis la pratique de la culture du riz. Ainsi, la VA a connu des variétés de riz qui ont disparues comme la variété « madame gougousse (MGG) » et la variété « la crête-a-pierrot ». Actuellement, on cultive principalement cinq variétés de riz dans la Vallée, ce sont: Shéla, qui serait issu de la variété MGG, c'est peut être un mutant ou un croisement naturel qu'un agriculteur à découvert dans une parcelle de MGG pour sa tolérance à la maladie de la Paille Noire. Le TCS10, qui a été introduite par les Taïwanais et a été homologuée sous le nom de La Réforme. La Prosequisa, le Malaïka et Tididi (DID-FADQDI-IICA, 2012). Cependant, la variété TCS10 prédomine grâce à son rendement supérieur par rapport aux autres mais aussi, en raison de la disponibilité de ses semences puisqu'elles sont produites par l'ODEVA. Ensuite, vient la variété Shéla qui est très appréciée pour sa qualité culinaire (Gédéon, 2009 cité par Jean Joseph, 2012).

## **2.4- Caractéristiques de la variété Shéla**

Le riz *Shéla* est une variété à hauteur moyenne, portant des tiges mesurant 134 cm de haut qui supportent des feuilles ayant une longueur de 43.9 cm et une largeur de 0.96 cm. Elles soutiennent des feuilles paniculaires de 30 cm de long et 1,2 cm de large. Ses panicules mesurent 25 cm de long et contiennent des grains atteignant 9.2 mm de long, 2,5 mm de large et 2 mm d'épaisseur. Elle réclame 82 jours pour entrer en floraison, un intervalle de 7 jours pour la terminer et 117 jours pour boucler son cycle cultural. La masse de 1000 grains s'élève à 23.915 g et donne un rendement moyen de 2.2 t/ha (Tescar, 2001).

## **2.5- Conduite des rizières irriguées dans la vallée Artibonite**

### **2.5.1- Etablissement de la rizière**

Les calendriers culturaux dans la vallée de l'Artibonite sont fonction de la répartition des pluies qui détermine la disponibilité de l'eau dans les canaux d'irrigation. C'est ainsi, dans les zones où la disponibilité en eau le permet on réalise deux campagnes de riz par année. La première s'étend de mai à septembre ce qui coïncide avec la saison pluvieuse et la seconde de novembre à avril coïncidant avec la saison sèche. Dans les zones où la faible disponibilité en eau ne le permet, on réalise une seule campagne de riz l'an, ce qui est fait au cours de la saison pluvieuse. L'établissement de la rizière comprend principalement, les opérations réalisées dès la mise en place de la pépinière à la plantation du riz (Lamy, 2011).

#### **➤ Pépinière**

La pépinière se fait généralement sur plates-bandes d'une largeur de 1 à 1.5 m par 5 à 10 m de longueur. Le semis se fait à la volée et indépendamment des saisons et des variétés, on utilise en moyenne 32 marmites (63.5 kg) de semences à l'hectare (MARNDR, 2005). En général, on fait une seule application d'engrais (urée ou sulfate d'ammonium) en pépinière, ce qui est réalisée entre 8 à 15 jours après le semis. La quantité appliquée pour une pépinière de 900 m<sup>2</sup> n'est pas raisonnée mais, est en moyenne de 3,5 marmites (7 kg). En pépinière, les plantules font face essentiellement à des ravageurs (rarement de maladies cryptogamiques). Au besoin, on utilise du Sevin, du Curacron, du Malathion et de l'huile Karaté. L'arrachage des plantules se fait entre 22 à 45 jours d'âge pour être repiquées sur un terrain préalablement préparé (MARNDR, 2005).

### ➤ **Plantation de la rizière**

La plantation du riz est précédée d'une bonne préparation de sol. Le terrain inondé est labouré le plus souvent à l'aide d'un motoculteur ou à la houe en cas de rareté de main d'œuvre ou le faible moyen économique du planteur. Un hersage est réalisé 8 à 10 jours après le labourage. Juste avant le repiquage des plantules, des digues sont érigées servant à délimiter des carreaux et permettant aussi de faire entrer et sortir de l'eau dans la rizière quand le besoin l'exige. Le terrain est ensuite nivelé à la houe ou à l'aide d'un rabet. Sous une mince lame d'eau de 2 à 4cm, les plantules sont repiquées en mode pied-mouton plutôt qu'en ligne à raison de 5-6 plantules par poquets (Prospère, 2004). La distance entre 2 poquets est d'environ 10 cm pour les variétés TCS-10 et Ti Didji, 10 à 15 pour la variété Shéla et 12 à 20 pour la variété Prosequisa (MARNDR, 2005)

#### **2.5.2- Fertilisation**

En général, une à deux applications sont réalisées. La première se fait, 15 à 22 jours après le repiquage et la seconde, 22 à 30 jours après la première. L'application d'engrais chimique se fait le plus souvent dans une proportion de 1 «urée (46-0-0)» pour 1 «complet (20-20-10)». Les quantités appliquées varient de 2 à 12 sacs au total à l'hectare, ce qui correspondrait à 90 à 545 kg/ha. Cette dose est inadaptée aux sols de la vallée de l'Artibonite car, une étude menée par Louissaint et Duvuvier (2005) conclut clairement « que le niveau actuel de fertilité des sols de la Vallée de l'Artibonite est élevé, ce qui est en contradiction avec l'utilisation à outrance de fertilisants pour la production du riz dans la région » (MARNDR, 2005).

#### **2.5.3- Entretien**

L'entretien d'une rizière à la Vallée de l'Artibonite consiste le plus souvent à un à deux sarclages ou nettoyage et des arrosages. Le sarclage est réalisé à la main, il s'agit d'arracher les mauvaises herbes dans la rizière (Lamy, 2011). Les rizières sont gardées presque constamment inondés jusqu'à ce que le remplissage des graines soit effectif. L'eau est par la suite évacuée et la rizière est maintenue sèche jusqu'à la récolte.

Les maladies cryptogamiques ne constituent pas un problème majeur, mise à part la paille noire qui peut être contrôlée au moyen de l'usage de variétés résistantes comme le TCS-10. Les ravageurs les plus courants sont: la chenille défoliante du riz (*Spodoptera*

*exempta*), les pucerons (*Rhopalosiphum padi*) et la punaise verte (*Oebalus sp*). Pour lutter contre ceux-là, on utilise des pesticides comme le Curacron, le Nuvacron, le Diazinon et le Malathion (MARNDR, 2005).

## **2.6-Le SRI à la Vallée de l'Artibonite (VA)**

Le SRI a été introduite à la VA, plus précisément à Verrettes, en décembre 2010 sous l'initiative de BUF (Better U Foundation) et de la CIIFAD (Cornell International Institute for Food, Agriculture and Development) dans le cadre du développement post-séisme en Haïti (Styger et Joelibarison, 2010). Depuis, tout un ensemble de travaux sont réalisés au sein de plusieurs commune de la VA en vue de promouvoir la vulgarisation de cette nouvelle technique prometteuse.

Au cours d'une étude comparative du SRI au SRT menée en 2011 dans la VA par la FAMV en collaboration avec OA, il est observé que dans les conditions de riziculture de la VA, Les rendements de la variété « Shéla » ont varié de 2.02 t/ha pour le SRT à 2.82 t/ha pour le SRI (Rousseau, 2014). Dans le cas de la variété « TCS 10 » les rendements ont varié d'une commune à une autre. A Marchand et à Petite Rivière de l'Artibonite les rendements ont varié significativement de 3.76 t/ha pour les parcelles SRT à 5.18 t/ha pour les parcelles SRI (Joseph, 2013). Selon Jean-Louis (2013), il a varié de 3.87 t/ha pour le SRT à 4.17 t/ha pour le SRI à Petite Rivière de l'Artibonite. A Verrettes, les différences observées n'ont pas été significatives. Les rendements ont varié de 4.15 t/ha pour les parcelles SRT à 4.95 t/ha pour les parcelles SRI à Verrettes (Toussaint, 2013).

Pour la variété de riz Shéla, le SRI s'est révélé supérieur au SRT en termes de rendement et de profit à l'hectare. Le profit généré a été de 20 284.75 gourdes pour le SRT et 36 620 gourdes pour le SRI. Les charges provenant des différentes opérations de mise en place et entretien des pépinières, de mise en place et d'entretien des rizières, de récoltes et de postes récoltes ont été supérieurs en SRI. Il a été de 42673.25 gourdes pour le SRT et 48303.75 pour le SRI. Le SRI a exigé un surplus de travail et de temps généré par les opérations de désherbage et de repiquage. Le désherbage en SRI a consommé un surplus de temps. La parcelle SRT constamment inondé a été moins envahie par les mauvaises herbes que le SRI (Rousseau 2014). Pour la variété TCS10, elle a généré un profit à l'hectare de: 16301.07 gourdes pour le SRT et 25166.22 gourdes pour le SRI (Toussaint, 2013), 4546.93

gourdes pour le SRT et 20385.93 gourdes pour le SRI (Joseph, 2013), 19292 gourdes pour le SRT et un déficit de 13125 gourdes pour le SRI (Jean-Louis, 2013).

Ces résultats obtenus au cours de cette étude expérimentale n'ont pas permis de conclure de manière nette sur la meilleure productivité des parcelles conduites en SRI comparée à celle conduite en SRT. Il a été remarqué toutefois, que dans les zones où un suivi des parcelles et un accompagnement des agriculteurs ont été plus ou moins soutenus, la supériorité du rendement des parcelles SRI a été manifeste. En somme, les parcelles conduites en SRI sont arrivées à fournir les meilleures valeurs de produits d'exploitation (Tescar *et al.* 2013).

## **2.7-Description du SRI**

Le SRI est une nouvelle technique qui a pris naissance à Madagascar et qui permet d'améliorer le rendement sans recourir à l'utilisation massive des intrants importés. La base de ce système consiste à optimiser le pouvoir de tallage du riz dans l'environnement où il est cultivé. Ainsi, il fournit aux paysans un éventail de décision pour accroître leurs productions. Toutefois, des techniques spéciales peuvent être adoptées en fonction des observations et des expériences vécues. Il suffit de mieux comprendre le riz, sa physiologie et le sol (Dobermann, 2004). En observant attentivement les mécanismes physiologiques du riz, Le Père H. de LAULANIE, le père du SRI, a noté les facteurs inhibant le développement de la plante. C'est ainsi qu'il aboutit à la systématisation des 5 variables suivant: l'âge de transplantation, l'écartement et le nombre de plants par touffe, le sarclage, la maîtrise de l'eau et la fumure organique (Joelibarison, 1998).

### **2.7.1-L'âge de transplantation**

Dans la plupart des pratiques rizicoles, les plants de riz sont souvent repiqués à l'âge de 30 à 45 jours. Dans le SRI, le repiquage se fait à un très jeune âge soit, 8 à 12 jours. Ainsi, on arrive à obtenir 60 à 80 talles par pied alors qu'avec le repiquage à 45 jours on obtient que 20 talles au maximum (ATS, 2006). Ce phénomène s'explique par le *phyllochrone* qui se définit comme la période d'apparition de deux feuilles de même rang sur la tige principale. La durée moyenne varie suivant l'altitude: 5 jours au niveau de la mer, 6 jours à 750 mètres et 7 jours à 1500 mètres (Joelibarison, 1998).

Donc, avec un repiquage de 45 jours, la plante arrive au sixième phyllochrone. On a perdu les 3 talles du premier rang et leur descendance. Seules les quatrièmes, cinquièmes et sixièmes talles en fournissent de nouvelles. La possibilité de tallage est ainsi réduite de 80%. Pour que la plante puisse montrer sa capacité en matière de tallage, il faudrait lui donner l'opportunité de former les six talles de premier rang et donc faire le repiquage avant le troisième phyllochrone (Joelibarison, 1998).

### **2.7.2-L'écartement et le nombre de plantes par touffe**

L'écartement a pour rôles principales d'éviter la compétition entre les pieds et de permettre une bonne réception de la lumière. En effet, lorsque le nombre de plants par touffe est très élevés ou encore des plants trop rapprochés, la quantité de talles formées est réduite considérablement. En fait, les plants de riz vont subir une série de concurrence pour l'espace, pour les éléments nutritifs et pour la lumière (Dobermann, 2004). Il arrive dans certains cas à influencer le poids moyen d'un grain et le nombre de grains par panicule bien que ces deux paramètres sont plus souvent liés à la variété. Puisque, le poids d'un grain est tributaire à la taille des enveloppes qui est une caractéristique variétale, et de leur degré de remplissage. De ce fait, un bon rendement sera fortement dépendant du nombre de talles fertiles émises par  $m^2$  (Barbier et Dangé, 2002). Avec le faible écartement, le riz cherche à terminer rapidement son cycle impliquant un arrêt précoce de tallage et une formation immédiate des panicules. C'est d'ailleurs le même cas avec le nombre de plants par touffe élevé (Dobermann, 2004).

Ainsi, un repiquage avec un large espacement et un seul plant par touffe est le facteur d'amélioration du rendement en SRI. Pourtant, il n'arrive pas toujours qu'on obtienne plus de rendement avec le plus d'écartement. Il existe une certaine limite à partir de laquelle la quantité des graines par pied ne peut plus compenser l'espacement laissé entre les plants. Cette limite sera l'espacement optimal pour le riz. Généralement, il est de  $20 \times 20 \text{cm}^2$  ou  $25 \times 25 \text{cm}^2$  (Joelibarison, 1998).

### **2.7.3-Le sarclage**

Les mauvaises herbes constituent l'un des principaux ennemis du riz. Elles entrent en concurrence avec le plant de riz, non seulement pour l'espace et pour les éléments

nutritifs, mais aussi pour la lumière. De ce fait, l'obtention d'un bon rendement passe par une bonne gestion des mauvaises herbes (Lacharme, 2001).

Un peu partout où l'on pratique le SRI le sarclage s'effectue avec un outil mécanique: la sarceuse. Généralement, trois sarclages précoces sont réalisés au cours d'une campagne. Le premier se fait 10 à 12 jours après le repiquage et les autres sont exécutés avec un intervalle de 20 à 30 jours. Ainsi, on arrive à limiter les actions néfastes des mauvaises herbes sur les plants de riz. En plus de l'avantage tiré de l'élimination des mauvaises herbes, le sarclage mécanique assure également une meilleure oxygénation du terrain en remuant la terre (Joelibarson, 1998).

#### **2.7.4-Maîtrise de l'eau**

La gestion de l'eau se diffère dans le SRI aux systèmes traditionnels. Cela est réalisé en fonction du fait que le riz n'est pas une plante aquatique mais une plante qui supporte la submersion. En effet, la submersion pousse le riz à creuser des lacunes aérifères afin de pouvoir utiliser l'oxygène de l'air. La submersion entraîne le phénomène d'hypoxie racinaire. L'irrigation intermittente est pratiquée dans le SRI durant la phase de croissance de manière à juste maintenir le sol saturé au du moins juste au point d'éviter un stress hydrique ce qui amène à éviter un gaspillage d'eau comparativement la submersion continue (Dobermann, 2004). Ensuite, 3 à 4 cm de lame d'eau est appliquée à partir de la fin de tallage jusqu'à la maturité pour assurer la formation des panicules et la montée des sèves vers les graines. Il faut éviter tout stress hydrique pendant cette période, du fait qu'un à sec, surtout pendant les stades de grains laitieux et pâteux, limiteront le remplissage du grain (Lacharme, 2001). À environs 25 jours avant la récolte, toute la rizière sera asséchée pour homogénéiser la maturation du riz (Joelibarison, 1998).

#### **2.7.5-Fumure organique: compost**

En général, l'utilisation des fumures organiques se fait dans l'objectif d'améliorer les propriétés physiques du sol. Les fumures organiques améliorent la porosité du sol en augmentant la capillarité des sols, augmente la capacité de rétention en eau du sol, favorise une meilleure aération du sol et améliore la structure du sol en provoquant la formation d'agrégats. Outre ces avantages, le compost fournit également des éléments majeurs N, P et K et beaucoup d'autres micro-éléments Mg, Cu, Zn, Mn... Il accroît la capacité d'échange

du sol par l'intermédiaire de l'humus et procure des sites préférentiels favorables pour la prolifération des flores microbiennes (Joelibarison, 1998).

Entre autres, le compost possède un arrière effet. Les éléments fertilisants contenus dans le compost ne craignent pas le risque de lessivage ou de rétrogradation. La libération de ces éléments ne se fait que progressivement suivant l'activité microbienne du sol et la culture peut en bénéficier continuellement. Un autre intérêt du compost est la production de régulateurs de croissance par les bactéries, qui augmentent l'absorption des éléments nutritifs. De haut rendement peut être obtenu en appliquant les principes du SRI sans un amendement en fertilisant chimique (Dobermann, 2004).

## **2.8.-Les mauvaises herbes les plus courantes des rizières**

Près de 200 espèces de mauvaises herbes infeste les champs en riziculture pluviale (Marnotte *et al.*, 2006). Elles sont multiples et adaptées aux conditions écologiques du riz. Certaines sont communes à presque toutes les régions de culture et appartiennent essentiellement à deux familles principales: Les *Poaceae* et les *Cyperaceae*. Les espèces qui infestent les rizières irriguées de l'Amérique du Sud et de la Caraïbe sont généralement retrouvées en Haiti (Alphonse, 2015,comm. pers.).

### **2.8.1-Les *Poaceae***

La famille des *Poaceae* contient les espèces les plus dangereuses et les plus difficiles à contrôler. Elle constitue une trentaine d'espèces colonisant les rizières de la Caraïbe (Cirad, 2007). Les plus fréquentes sont les suivants:

#### ➤ ***Panicum repens* L.**

C'est une herbe pérenne qui forme généralement des colonies denses. Elle croit en milieu humide et souvent dans de sols sableux et ses longs rhizomes rampants pénètrent souvent à plus de 50 cm de profondeur dans le sol inondé. Elle est très fréquente dans les zones côtières, les lacs, dans les canaux d'irrigations, les fosses de drainage et dans les rizières. Sa tige florale est dressée et fait plus de 0.80 m de haut. Elle se reproduit principalement par extension et fragmentation de rhizome et est très difficile à contrôler lorsqu'elle est déjà bien établie (Cirad, 2007).

➤ ***Panicum maximum* Jacq.**

Très grande herbes des zones exondées au bord des chemins, des routes ou des canaux. Plante annuelle en touffe, dressé, pouvant atteindre 2 m de hauteur. C'est une espèce annuelle, fréquent dans les rizières. Elle se reproduit par graine. (Cirad, 2007).

➤ ***Echinochloa crus-galli* (H.B.K.) Schult.**

Espèce annuelle robuste, pouvant atteindre 2 m de haut. Elle est très fréquente dans les zones inondées des rizières; elle peut constituer des populations importantes dans les jachères. Elle est répartie en taches à l'intérieur des rizières, près des bordures, ou peut même recouvrir toute la parcelle. Elle semble avoir une préférence pour les rizières douces à peu salées et les sols riches en azote et humides, voire inondés comme les rizières (Cirad, 2007).

➤ ***Echinochloa colona* (L.) Link.**

Espèce annuelle très fréquente dans les rizières. Plante de 80 cm de haut, en touffes dressés, à fort tallage. C'est une mauvaise herbe très fréquente dans les rizières des régions tropicales (Cirad, 2007).

➤ ***Oryza sativa* L.**

Appelé riz adventice, riz égrenant, riz rouge, c'est une mauvaises herbes majeures, très fréquente des rizières. C'est une graminée annuelle pouvant atteindre 1,5 m de haut, hygrophile, appartenant à la même espèce que le riz cultivé. Il se confond avec le riz cultivé jusqu'à la montaison. Il égrène dès la maturité, avant la récolte et réinfeste donc les parcelles d'un cycle sur l'autre. Il est très proche morphologiquement du riz cultivé et très polymorphe (Cirad, 2007).

### 2.8.2-Les *Cyperaceae*

Les *Cyperaceae* sont relativement moins dangereuse que les *Poaceae*. Cependant, leurs tubercules causent beaucoup de problèmes dans les rizières. Une vingtaine d'espèces colonisent les rizières de la Caraïbe (Cirad, 2007).

➤ ***Cyperus rotundus* L.**

Espèce vivace à multiplication végétative par tubercules, considéré comme la plus importante adventice mondiale. C'est l'une des espèces végétales les plus nuisibles. Elle

porte des racines en rhizome ramifié formant de nombreux tubercules. Elle se reproduit par extension et fragmentation de rhizomes et aussi par graine (Cirad, 2007).

➤ ***Cyperus articulatus* L.**

Grande herbe grégaire des marécages, elle peut avoir un développement important dans les rizières. Plante dressée, glabre, pouvant atteindre 1,5 m de hauteur. Comme la majorité des *Cyperaceae*, elle se reproduit par ses tubercules et aussi par graines (Cirad, 2007).

➤ ***Cyperus esculentus* L.**

C'est une espèce vivace qui se développe en petite touffe. Elle mesure 30 à 80 cm de haut. Elle se reproduit par extension et fragmentation de rhizomes. Elle se reproduit aussi par graine. Elle est généralement abondante sur les sols alluviaux limono-sableux en bordure des fleuves. Elle est très tolérante à une forte humidité des sols. Très commune dans toutes les régions chaude de la terre (Cirad, 2007).

➤ ***Cyperus iria* L.**

C'est une laiche en touffe et lisse qui croit jusqu'à 60 cm de haut. Elle se propage par graine. Ses prolifique graines produit et se propage rapidement. Elle croit bien en sol humide dans les plantations annuelles. Elle se trouve partout où il y a un champ de riz irrigué (FAO, 2015).

➤ ***Eleocharis filiculmis* Kunth**

Mauvaise herbes importante des rizières. Elle est très fréquente et de type biologique annuelle. Elle porte des feuilles filiformes. Elle peut constituer un enherbement très important et recouvrir l'intégralité de la parcelle. Petite plante en touffes très ramifiées, pouvant atteindre 30 cm de hauteur. Elle se reproduit par graines (Cirad, 2007).

### **2.8.3-Autres familles**

En plus de ces deux importantes familles, il y a d'autres mauvaises herbes latifoliées qui envahissent généralement les canaux d'irrigation et les zones mal drainées (Marnotte *et al.*, 2006). Les plus courants à la Vallée de l'Artibonite sont:

➤ ***Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav.**

Monocotylédone de la famille des *Pontederiaceae*, c'est une espèce d'origine américaine. C'est une plante aquatique annuelle à feuilles réniformes, qui se reproduit essentiellement par graines qui se propagent grâce à des stolons flottants ou des rhizomes. Elle a une forte capacité d'infestation des parcelles de riz du fait de sa taille et de son port étalé. Ses graines, pouvant conserver leur pouvoir germinatif pendant plusieurs années se propagent facilement par voies de circulation d'eau (Marnotte *et al.*, 2006).

➤ ***Eichhornia crassipes* (Mart.) Solms**

Plante aquatique très fréquente, qui colonise les canaux d'irrigation ainsi que les parcelles cultivées; communément appelée jacinthe d'eau. C'est une plante aquatique flottante, vivace reproduisant par graine (Cirad, 2007).

➤ ***Marsilea minuta* L.**

C'est une fougère aquatique rampante. Elle porte des folioles disposées en croix dans un plan horizontal. Les folioles sont portées par un long pétiole partant d'une tige ou d'un rhizome rampant sur l'eau. Elle peut se multiplier par fragmentation des rhizomes ou par voies sexuées (par spore). C'est une espèce très répandue dans les rizières de basse altitude. Elle constitue rapidement un peuplement dense formant un tapis plus ou moins continu à la surface de l'eau (Cirad, 2007).

## **2.8-Quelques techniques agronomiques (non-chimiques) de gestion des mauvaises herbes en riziculture**

### **2.8.1-Bonne préparation de sol**

Le labourage et le déchaumage permettent l'élimination et l'enfouissement des graines de certaines populations de mauvaises herbes (Jaunard, 2013). Une bonne préparation du terrain, suivie d'une inondation de la parcelle durant au moins deux semaines, élimine les semences de la culture précédente et contribue à réduire la population des mauvaises herbes, dont la plupart ne supporte pas une submersion prolongée. Un bon planage est également important car si le sol est bien nivelé, la parcelle peut être facilement inondée avec une lame d'eau uniforme (Lacharme, 2001).

### **2.8.2-Le choix variétal**

Une variété qui talle bien sera en général plus compétitive face aux mauvaises herbes. Certaines de ces variétés sont dotées de bonnes dispositions pour lutter contre les mauvaises herbes comme une croissance rapide, une capacité de tallage élevée et une position foliaire appropriée (Wopereis, 2008).

### **2.8.3-Le repiquage**

Le repiquage comme mode d'implantation permet de donner au riz une « avance » du point de vue croissance et développement sur les adventices, réduisant ainsi l'effet de la compétition des mauvaises herbes. Le riz peut être repiqué dans le champ inondé ou le champ peut être inondé immédiatement après le repiquage afin de réduire le nombre de mauvaises herbes en germination (Lacharme, 2001).

### **2.8.4-La gestion de l'irrigation**

Une bonne gestion de l'eau dans la parcelle contribue à réduire la population des adventices dont la plupart germent difficilement en condition submergée. Par exemple, il a été montré que *Echinochloa* spp. peut être contrôlé si une lame d'eau d'au moins 2 cm peut être maintenue dans la parcelle (Wopereis, 2008). Cependant, des périodes prolongées d'à sec ont pour incidence un développement très important des adventices (Lacharme, 2001).

### **2.8.5-La densité de plantation**

Une culture semée à forte densité aura un pouvoir de compétition vis-à-vis des mauvaises herbes plus important et limitera donc leurs proliférations (Lacharme, 2001). Selon l'« International Rice Research Institute » (IRRI, 1983), en Philippines, les pertes de rendement causées par les mauvaises herbes atteignent 52 % pour le riz transplanté à 25×25 cm<sup>2</sup>, 29 % pour celui transplanté à 20×20 cm<sup>2</sup>, et 19 % pour celui transplanté à 15×15 cm<sup>2</sup>. Une étude menée par Joelibarison (1998) à Madagascar avec la variété de riz Mailaka, a fait varier cinq distances de plantation (30×30 cm<sup>2</sup>, 25×25 cm<sup>2</sup>, 20×20 cm<sup>2</sup>, 15×15 cm<sup>2</sup> et 10×10 cm<sup>2</sup>) dans la culture du riz, il a affirmé dans les conclusions de l'étude, qu'il ne pourra pas nier l'avantage incomparable de l'écartement 10×10 cm<sup>2</sup> qui arrive à limiter considérablement l'envahissement des mauvaises herbes.

Outre cet avantage, l'écartement  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  raccourci le cycle du riz Mailaka à 136 jours alors qu'il est de 148 jours pour les distances  $25 \times 25 \text{ cm}^2$ ,  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ ,  $15 \times 15 \text{ cm}^2$  et de 155 jours pour le  $30 \times 30 \text{ cm}^2$  (Joelibarison, 1998). Toujours au cours de cette même étude, des mesures de rendement, du nombre de talles totales et de densité racinaire ont été effectués. Le rendement le plus élevé sur terrain Limono-Argilo-Sableux a été obtenu avec la distance de plantation  $25 \times 25 \text{ cm}^2$  (7.99 t/ha) et le plus faible (6.67 t/ha) avec le  $10 \times 10 \text{ cm}^2$  (Tableau 1). Le rendement a donc augmenté jusqu'à la limite de  $25 \times 25 \text{ cm}^2$ . De son côté, Armand (2006), a obtenu avec la variété de riz Shéla à la Vallée de l'Artibonite, une augmentation continue du rendement en diminuant la distance de plantation. Ainsi, avec les six distances de plantation qu'il a testé, à savoir  $25 \times 20 \text{ cm}^2$ ,  $25 \times 25 \text{ cm}^2$ ,  $25 \times 15 \text{ cm}^2$ ,  $20 \times 20 \text{ cm}^2$ ,  $20 \times 15 \text{ cm}^2$  et  $15 \times 15 \text{ cm}^2$  il a obtenu respectivement: 1.52 t/ha, 1.54 t/ha, 2.34 t/ha, 2.73 t/ha, 3.63 t/ha et 3.77 t/ha. Pour revenir à Joelibarison (1998), le nombre de talles totales par touffe a varié de 74.33 à 12.33 et a diminué avec l'augmentation de la densité de plantation (Tableau 1). La densité racinaire, exprimé en Kilogramme de force (Kgf) nécessaire pour arracher une touffe de riz au sol, a varié de 57.00 Kgf à 36.33 Kgf. Similairement au nombre de talles totales par touffe, elle diminue avec l'augmentation de la densité de plantation (Joelibarison, 1998).

**Tableau 1. Rendement, talles totales et densité racinaire en fonction de la densité**

<b>Distance de plantation</b>	<b>Rendement (t/ha)</b>	<b>Talles totales par touffe</b>	<b>Densité racinaire (Kgf) par</b>
$30 \times 30 \text{ cm}^2$	6.82	74.33	57.00
$25 \times 25 \text{ cm}^2$	7.99	64.33	47.33
$20 \times 20 \text{ cm}^2$	7.12	45.67	42.67
$15 \times 15 \text{ cm}^2$	6.90	32.33	38.67
$10 \times 10 \text{ cm}^2$	6.67	12.33	36.33
<b>Coefficient de variation</b>	3.1 %	7.5 %	11.9 %

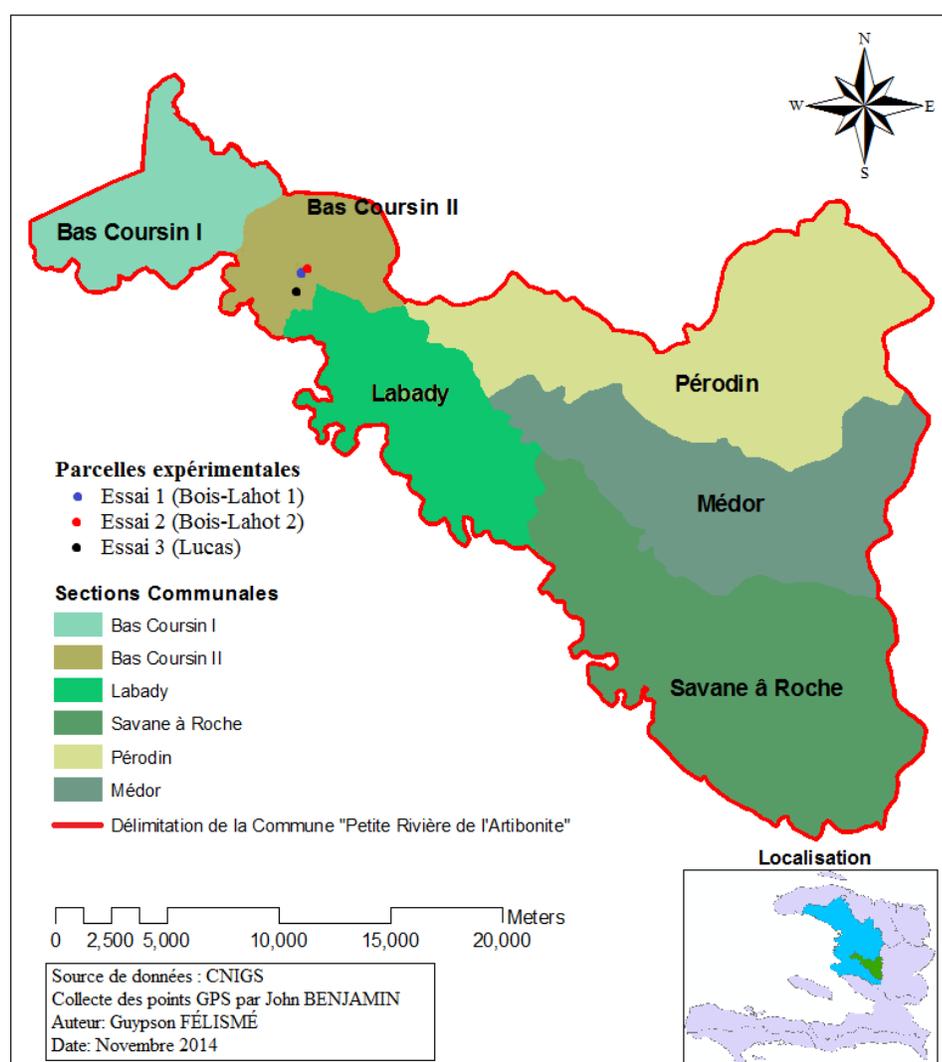
Source : Joelibarison, 1998

La densité de plantation a également effet sur la biomasse des plantes. Il a été prouvé que l'accumulation de matière sèche aérienne chez le mil (*Pennisetum glaucum* L.), à travers la production de talles est tributaire de la densité de plantation. Ainsi, pour les densités 5 917 plants/ha, 12 346 plants/ha et 40 000 plants/ha la biomasse aérienne du mil a varié respectivement autour de  $1100 \text{ g/m}^2$ ,  $1600 \text{ g/m}^2$  et  $2100 \text{ g/m}^2$  (Siéné *et al.*, 2010).

### III- MÉTHODOLOGIE

#### 3.1-Cadre physique de l'étude

L'étude a été menée à la commune de Petite Rivière de l'Artibonite. Elle se trouve entre 19° de latitude Nord et 72° de longitude Ouest. Elle est subdivisée en six sections communales qui sont: 1<sup>ère</sup> Bas Coursin I, 2<sup>ème</sup> Bas Coursin II, 3<sup>ème</sup> Labady, 4<sup>ème</sup> Savane à Roche, 5<sup>ème</sup> Pérodin et 6<sup>ème</sup> Médor (IHSI, 2007). Les trois essais ont été situés à la 2<sup>ème</sup> section communale Bas Coursin II, dans deux localités voisines (Deux essais à Bois-Lahot et une à Lucas) où le riz (*Oryza sativa* var. Shéla L.) est cultivé (Figure 1).

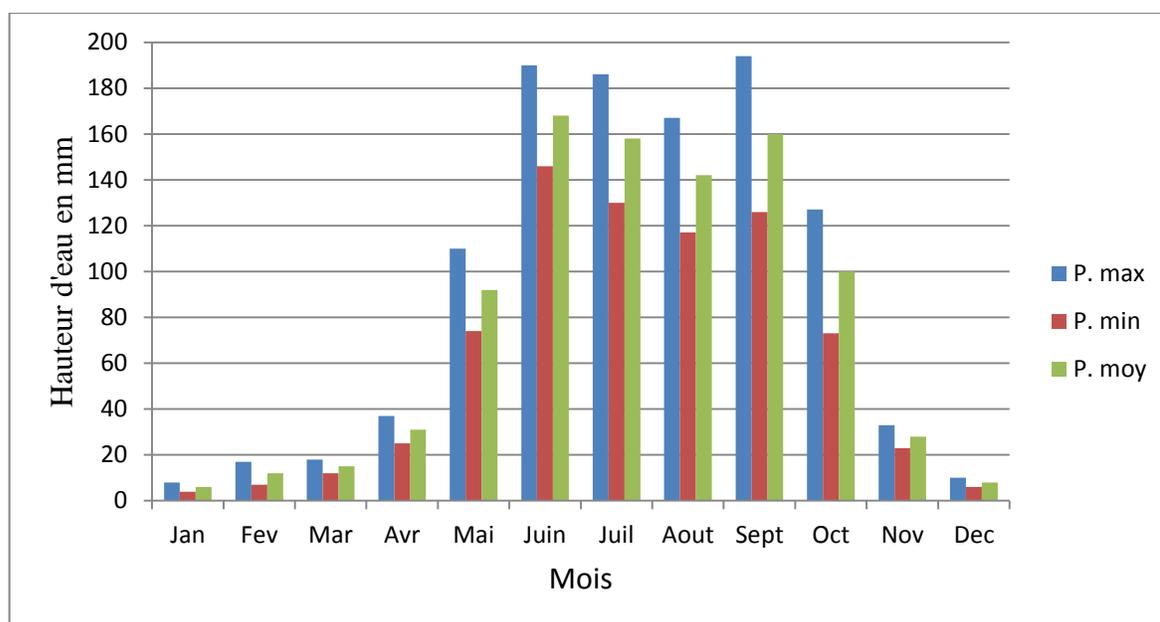


**Figure 1. Localisation géographique de la commune de Petite Rivière de l'Artibonite et des essais**

## 3.2-Conditions climatiques

### 3.2.1-Pluviométrie

Suivant les données recueillies sur la Ferme expérimentale Mauger la pluviométrie moyenne mensuelle dans la commune de Petite Rivière de l'Artibonite est irrégulièrement répartie entre les mois et les années. Au cours des années 2000 à 2010 elle varie de 6 à 168 mm avec une pluviométrie minimale de 4mm et un maximum de 194 mm. Ces données permettent de diviser l'année en deux grandes saisons : une saison pluvieuse qui s'étend de Mai à Octobre et une saison sèche qui s'étend de Novembre à Avril. A noter que l'étude a été réalisée au cours de la saison sèche.



**Figure 2. Précipitations moyennes mensuelles (mm) sur dix ans (2000-2010)**

Source: Ferme Mauger, 2012.

### 3.2.2-Température

Selon les données recueillies sur la ferme expérimentale de Mauger, la température moyenne annuelle de la commune de Petite Rivière de l'Artibonite est de 27° C. Les températures maximales varient entre 29.0° C en décembre et 34.3° C en juillet. Les températures minimales varient entre 17.8° C en janvier et 19.9° C en juillet (Dortilus, 2003 cité par Lamy, 2011).

### 3.3-Pédologie

Les sols de la Vallée de l'Artibonite (VA) sont à prédominance calcaire ce qui les rend légèrement alcalins avec des pH de 7.3 entre 0 et 30 cm de profondeur et de 7.7 entre 30 et 60 cm de profondeur (Tableau 2). Ce sont des sols alluviaux très profonds (1,50 m) à profils pédogénétiques peu évolués. Ils sont, pour la plupart imparfaitement drainés à cause du relief qui est très plat. Ces sols fortement argileux sont favorables à la riziculture (Louissaint et Duvivier, 2005).

Une étude pédologique menée dans différents points de sondage de la VA a démontré que la vallée est assez homogène et est constituée de sols généralement limono-sableux avec en moyenne 27 % de sable, 29 % de limon et 44 % d'argile entre 0 et 30 cm de profondeur. Entre 30 et 60 cm de profondeur, les sols contiennent en moyenne 28 % de sable, 33 % de limon et 39 % d'argile. Le taux de matière organique est en moyenne de 2.02 % dans la couche 0 et 30cm et 1.17 % dans la couche 30 et 60 cm de profondeur. Les teneurs en éléments majeurs sont relativement élevées. Au niveau de l'horizon supérieur (0-30 cm), la teneur en azote est en moyenne 6.75 t/ha. La teneur en phosphore assimilable est en moyenne 0.042 t/ha. Celle du potassium est en moyenne de 0.468 t/ha. Les résultats entre 30 et 60 cm de profondeur ne sont pas très différents. La teneur en azote est en moyenne 4.5 t/ha. La quantité de phosphore assimilable est en moyenne 0.065 t/ha et tandis que la potasse a une teneur moyenne égale à 0.439 t/ha (Tableau 2).

En fonction de ces résultats les terres rizicoles de la VA sont non hétérogènes en termes de teneurs en éléments majeurs, et dénotent un niveau élevé de fertilité (Louissaint et Duvivier, 2005).

**Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques moyennes des terres rizicoles de la VA**

Élément / teneur	Profondeur sol	
	0 – 30 cm	30 -60 cm
CE à 25 <sup>0</sup> C (mmhos/ cm)	0.44	0.40
Matière organique (%)	2.02	1.17
pH	7.3	7.7
N (t/ha)	6.75	4.5
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (t/ha)	0.042	0.065
K <sub>2</sub> O (t/ha)	0.468	0.439
Sable (%)	27	28
Limon (%)	29	33
Argile (%)	44	39
C/N	6.31	5.82

Source: Louissaint et Duvivier, Juin 2005

### 3.4-Matériels utilisés

L'expérience a été réalisée avec la variété de riz Shéla qui est une variété cultivée à la Vallée de l'Artibonite, principalement à la commune de Petite Rivière de l'Artibonite. La variété Shéla donne un rendement moyen de 2.2 t/ha (Tescar, 2001).

Pour la collecte des données, les matériels suivants ont été utilisés: une balance (marque OHAUSS, model Scout pro SPE2001, de capacité maximale 2000 g et de sensibilité 0.1 g), étuve (marque LAB-LINE, Model IMPERIAL III) et un ruban métrique.

### 3.5- Production des plantules

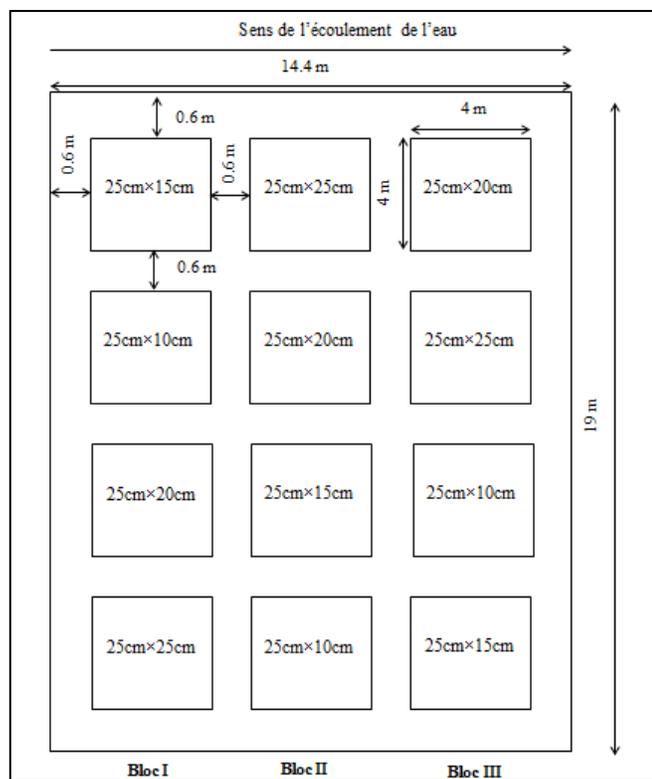
La pépinière été établie dans des plateaux en bois de 1 m ×1.5 m. Elle a été placée sur un terrain plat, bien drainé et proche d'un point d'eau. Le lit de semis a été préparé en utilisant 6 kg de fumier sur plate-bande de 1.5 m<sup>2</sup>, ce qui a donné une utilisation de 40 t/ha de fumier en pépinière. Pour éliminer les graines vides ou mal formées, les semences ont été immergées dans un sceau de saumure à la concentration de 600 grammes de NaCl par

litre d'eau pendant 3 minutes. Toutes les graines flottantes ont été éliminées. Les bonnes graines ont été par la suite rincées à 3 reprises dans de l'eau et trempées pendant 24 heures.

La germination des graines a été réalisée en plaçant les semences dans un sac en coton suspendu afin qu'elles soient exposées à de l'air libre. Cette phase a duré également 24 heures. Le trempage suivi de l'exposition à de l'air libre a déclenché le gonflement des graines par une forte absorption d'eau. Les graines germées ont été semées dans les plateaux préalablement préparés. La pépinière a été arrosée régulièrement tous les matins et soirs afin de maintenir le lit de semis suffisamment humide. L'arrosage a été effectué continuellement dès le semis jusqu'au huitième jour: le jour du repiquage.

### **3.6- Description des essais et du dispositif expérimental**

Trois essais ont été réalisés à Petite Rivière de l'Artibonite sur trois parcelles conduites en SRI, dans deux localités: Deux essais à Bois-Lahot et un essai à Lucas. L'étude a été réalisée selon un Dispositif en Blocs Complets Aléatoires (DBCA). Tous les traitements ont été figurés une seule fois dans chaque bloc, il y a eu autant de répétition que de blocs. Le nombre d'unités expérimentales a été de douze: 4 traitements  $\times$  3 blocs. Dans chaque essai, quatre (4) distances de plantation ont été testées:  $T_0 = 25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ ,  $T_1 = 25 \text{ cm} \times 20 \text{ cm}$ ,  $T_2 = 25 \text{ cm} \times 15 \text{ cm}$  et  $T_3 = 25 \text{ cm} \times 10 \text{ cm}$ , avec  $T_0$  pris comme témoin. L'espacement 25 cm a été maintenu dans les quatre distances testées afin de permettre la réalisation du sarclage à l'aide d'une sarceuse calibrée pour des interlignes de 25 cm. Les distances de plantation ont été distribuées dans des unités expérimentales (UE) mesurant chacune 4 m  $\times$  4 m, ce qui a donné une superficie de 16 m<sup>2</sup>. De ce fait, dans chaque unité expérimentale où ont été affectés les traitements  $T_0$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  et  $T_3$  il y a eu respectivement 256 pieds, 320 pieds, 427 pieds et 640 pieds. Les unités expérimentales ont été séparées par des digues de 0.6 m de largeur. Ainsi, chaque parcelle a mesuré 19 m de long et 14.4 m de large. Donc, chaque parcelle a eu une superficie de 273.6 m<sup>2</sup> (Figure 3 et 4). Ce dispositif a été mis en place sur les trois parcelles, par conséquent le dispositif a été répété trois fois. Le repiquage a été fait avec des plantules de 8 jours d'âge.



**Figure 3. Croquis du dispositif expérimental pour les deux essais**



**Figure 4. Photo du dispositif expérimental à Bois-Lahot**

### 3.7- Conduite des essais

#### 3.7.1-Transplantation des plantules

Les plantules ont été transplantées selon les distances prédéfinies dans le dispositif expérimental sur la parcelle en SRI bien préparée. La préparation du sol a été effectuée suivant les exigences de la méthode SRI. Les opérations de labourage, hersage, nivellement, rayonnage et drainage ont été effectuées. Deux sacs (15,87 Kg) de fumier de cheval ont été appliqués sur chaque parcelle soit la dose de 1.66 t/ha.

#### 3.7.2-Entretien du champ expérimental

Les opérations d'arrosage et de drainage ont été réalisées en fonction du paquet technique du SRI. Pendant la phase de croissance, le terrain a été maintenu humide. Lors de l'épiaison le terrain a été continuellement immergé d'une mince couche d'eau de 4 cm d'épaisseur. La parcelle a été asséchée deux semaines avant la récolte de façon à homogénéiser la maturation des graines (Faire migrer les réserves de la plante vers les graines). Il faut signaler que dans les deux parcelles à Bois-Lahot, au cours de la phase de croissance du riz, l'eau a été toujours disponible dans les canaux d'irrigation. Cependant, au cours de la phase de reproduction, plus précisément au stade de remplissage de grain, l'eau n'a été plus disponible pendant trois semaines. Pour faire face à cette situation alarmante, deux séances d'irrigation par pompe hydraulique ont été réalisées à une semaine d'intervalle. Contrairement à Bois-Lahot, à Lucas des raretés d'eau s'étalant sur une période d'un mois et demi ont été enregistrés au cours de la phase de croissance du riz mais, pendant la phase de reproduction l'eau a été continuellement disponible.

Les opérations de sarclage ont été réalisées en fonction de la pression des mauvaises herbes sur chaque unité expérimentale séparément. Trois espèces de mauvaises herbes ont dominés dans les deux essais: *Heteranthera reniformis* Ruiz & Pav appelé « zèb kreson » par les agriculteurs, *Eleocharis filiculmis* Kunth appelé « Zèb fin », et *Marsilea minuta* L. appelé « Zèb Kanpèch ». Toutefois, des *Echinochloa* et le riz adventice (*Oriza sativa* L.) ont été observés. À Bois-Lahot<sub>1</sub>, les deux espèces de mauvaises herbes dominantes ont été l'*Heteranthera reniformis* et le *Marsilea minuta*. Mais, à Bois-Lahot<sub>2</sub> et à Lucas, elles ont été l'*Eleocharis filiculmis* et le *Marsilea minuta*. Trois applications d'engrais ont été faites. L'équivalent de 90.90 Kg/ha d'urée (46-0-0) mélangé également à l'équivalent de 90.90

Kg/ha d'engrais ternaire (20-20-10) a été appliqué à chaque unité expérimentale. Ainsi, la dose de 60 kg d'N/ha, 18.18 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha et 9.09 Kg de K<sub>2</sub>O/ha a été appliquée. À chaque application le 1/3 de la dose totale a été appliqué. Les applications ont été effectuées à 33, 41 et 59 jours après le repiquage à Bois-Lahot<sub>1</sub>, à 31, 39 et 57 jours après le repiquage à Bois-Lahot<sub>2</sub> et enfin, à 22, 29 et 50 jours après le repiquage à Lucas. Aucun traitement phytosanitaire n'a été effectué du fait qu'aucun symptôme de maladies n'a été observé. Par contre, à la fin du stade de remplissage des grains, quelques punaises vertes (*Oebalus sp*) ont été observées à l'essai de Bois-Lahot. Aucune aspersion n'a été réalisée en raison du stade avancé de remplissage des grains.

### **3.8-Variables considérées**

#### **3.8.1-Variables de performances techniques**

Au cours de l'expérimentation, trois catégories d'indicateurs ont été prises en compte. Un indicateur de croissance, deux indicateurs de précocités, des indicateurs de rendement agronomique (rendement en grain) et des indicateurs de rendement biologique (biomasse totale).

##### **✓ Indicateur de croissance**

L'indicateur de croissance qui a été retenu est la hauteur moyenne du brin maître à partir du collet. Elle a été mesurée à la floraison à chaque unité expérimentale.

##### **✓ Indicateurs de précocité**

Les indicateurs de précocité sont:

- Le nombre de jours écoulé entre le repiquage et la floraison
- Le nombre de jours écoulé entre le repiquage et la maturité de récolte

##### **✓ Indicateurs de rendement agronomiques**

Les indicateurs de rendement agronomique qui ont été mesurées pour chaque unité expérimentale sont les suivantes:

- Le nombre de touffes par mètre carré (m<sup>2</sup>) (a)
- Le nombre de panicules par touffe ou nombre de talles fertiles par touffes (b)
- Le nombre de grains remplis par panicule (c)

- Le poids moyen de 1000 grains en gramme (d)

Ces paramètres ont été pris en compte dans la détermination du rendement à partir de ses composantes et l'équation suivante met en relief le rendement exprimé en tonne par hectare et ses composantes.

$$\text{Rendement (t/ha)} = a \times 10^4 \times b \times c \times (d/10^3) \times 10^{-6} \times 10^4 \text{ha}^{-1}$$

Un rendement à partir du carré d'échantillonnage (1 m<sup>2</sup>) a été mesuré par pesée à l'aide d'une balance des grains provenant du carré d'échantillonnage de chaque unité expérimentale. Ce rendement mesuré en g/m<sup>2</sup> a été extrapolé et exprimé en t/ha. Il a été calculé ainsi: Rendement (t/ha) = Rendement (g/m<sup>2</sup>) × 10<sup>-6</sup> × 10<sup>4</sup> ha<sup>-1</sup>.

#### ✓ Indicateurs de rendement biologiques ou biomasse

Les indicateurs de rendement biologique ou biomasse graines, feuilles, tiges et racines ont été mesurés. Pour cela, des échantillons de plante entière ont été prélevés. Ces indicateurs ont été ainsi mesurés dans chaque unité expérimentale:

- Le nombre de touffe par mètre carré (a)
- Le poids moyen des graines de 5 touffes en gramme (b)
- Le poids moyen des feuilles de 5 touffes en gramme (c)
- Le poids moyen des tiges de 5 touffes en gramme (d)
- Le poids moyen des racines de 5 touffes en gramme (e)

Le rendement biologique sera ainsi exprimé en tonne par hectare pour chaque organe séparément:

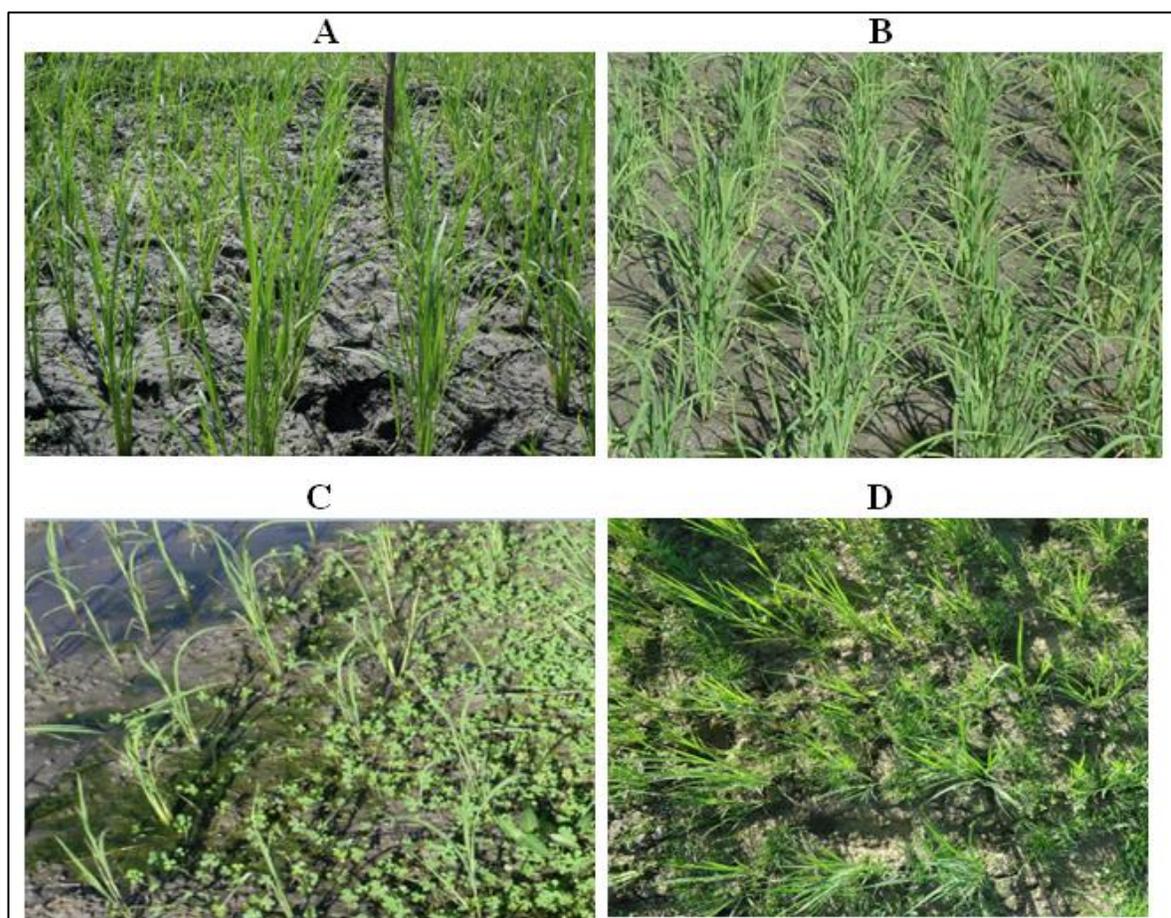
- Biomasse graines (t/ha) = a × (b/5) × 10<sup>-6</sup> × 10<sup>4</sup> ha<sup>-1</sup> (A)
- Biomasse feuilles (t/ha) = a × (c/5) × 10<sup>-6</sup> × 10<sup>4</sup> ha<sup>-1</sup> (B)
- Biomasse tiges (t/ha) = a × (d/5) × 10<sup>-6</sup> × 10<sup>4</sup> ha<sup>-1</sup> (C)
- Biomasse racine (t/ha) = a × (e/5) × 10<sup>-6</sup> × 10<sup>4</sup> ha<sup>-1</sup> (D)

D'où la biomasse totale (t/ha): A+B+C+D

### 3.8.2-Nombre de sarclages

Le nombre de sarclages effectué à chaque unité expérimentale a été noté ainsi que sa date de réalisation. Le niveau d'envahissement des mauvaises herbes qui nécessite le sarclage est une appréciation visuelle permettant de déterminer les parcelles propres (figure

5 en A et B) et les parcelles sales (figure 5 en C et D). Cela a été établi suite à un entretien avec des riziculteurs de Bois-Lahot et de Lucas. La pression des mauvaises herbes qui poussent à sarcler varie en fonction du niveau de couverture du sol par les mauvaises herbes à feuilles larges de type rampant ou dressé. Il varie également, en fonction du niveau d'invasion des mauvaises herbes de la famille des *poaceae* et des *cyperaceae*. Toutefois, une fois que la couverture de l'espace entre les touffes de riz est effective, il n'y plus lieu de sarcler. La décision de sarcler a été prise de concert avec le technicien de terrain et l'agriculteur qui travaille la parcelle, après avoir évalué la nécessité.



**Figure 5. Illustration de parcelles propres (en A et B) et de parcelles sales (en C et D)**

### **3.9- Méthode de collecte des données**

A l'intérieur de chaque unité expérimentale, un carré d'échantillonnage d'un (1) mètre carré ayant en fonction des traitements [ $T_0$  (25 cm×25 cm),  $T_1$  (25 cm×20 cm),  $T_2$  (25 cm×15 cm), ou  $T_3$  (25 cm×10 cm)] 16, 20, 27 et 40 touffes a été délimité. Pour éviter l'effet

bordure, les carrés ont été délimités au centre de chaque unité expérimentale. Pour les mesures de biomasse, 5 parmi les touffes bornant le carré d'échantillonnage ont été prélevées au hasard. Ainsi, il a été tiré en fonction des distances de repiquage, 5 touffes sur 16, 5 touffes sur 18, 5 touffes sur 22 et 5 touffes sur 28 respectivement pour les traitements T<sub>0</sub>, T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, et T<sub>3</sub>.

Les mesures ont été réalisées après avoir mis en place les carrés d'échantillonnages. A noter que:

- La hauteur des plantes à chaque unité expérimentale a été effectuée à la floraison. La hauteur de toutes les plantes à l'intérieur du carré d'échantillonnage a été mesurée sur la talle brin-maitre à partir du collet jusqu'à l'apex de la panicule à l'aide d'un ruban métrique.
- Le nombre de jours entre le repiquage et la floraison a été déterminé par le comptage du nombre de jours écoulés depuis la mise en terre jusqu'à ce qu'une panicule soit visible dans au moins 90% des touffes.
- Le nombre de jours entre le repiquage et la maturité de récolte a été déterminé par le comptage du nombre de jours écoulés depuis le repiquage jusqu'à ce que les grains dans 90% des panicules soient dépourvus de traces de couleur verte.
- Le comptage du nombre de panicules/touffe a été réalisé à la floraison.
- Le calcul du nombre de grains remplis par panicule a été effectué sur toutes les panicules du carré d'échantillonnage ou carré de rendement.
- Le poids de mille grains a été relevé à 13% d'humidité. Ce dernier a été mesuré à l'aide d'un humidimètre et les grains pesés à l'aide d'une balance. Le poids de mille grains a été calculé en faisant la moyenne arithmétique des poids en grammes de 10 lots de 1000 grains secs complètement remplis.
- Les mesures de biomasse ont été faites par pesée à l'aide d'une balance après séchage à l'étuve des échantillons pendant 24 heures à 120 °C.

Des formulaires de collecte de données ont été conçus de façon à enregistrer toutes les données et observation faite au cours de l'expérimentation.

### 3.10- Traitement et analyse des données

Les informations collectées ont été séparées par variable suivant une grille de dépouillement élaborée à cet effet. Pour chaque essai séparément, les données ont été d'abord soumises à des analyses statistiques descriptives (calcul des valeurs de tendance centrale [moyenne] et de variation [écart-type]). Elles ont été soumises à des analyses de variance (ANOVA) pour tester la significativité des différences observées quand celles-là existent. Pour tester la significativité des traitements le modèle mathématique  $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$  a été utilisé où:

Y: est la variable de réponse

$\mu$ : moyenne générale des traitements

$\alpha_i$ : les effets du traitement « i »

$\beta_j$ : les effets du bloc « j »

$\varepsilon_{ij}$ : l'erreur expérimentale du  $i^{\text{eme}}$  traitement au  $j^{\text{eme}}$  bloc

Par la suite, le rapport du carré moyen erreur (CME) le plus élevé sur celui le plus faible a été réalisé ( $\frac{CME_{\text{Max}}}{CME_{\text{Min}}} = F_{\text{Max}}$ ). Si  $F_{\text{Max}} \leq 6$ , l'analyse de l'ensemble des deux essais a été réalisée. Dans ce cas, pour tester la significativité des traitements, le modèle mathématique  $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \gamma_k/\beta_j + \varepsilon_{ijk}$  a été utilisé où :

Y: est la variable de réponse

$\mu$ : la moyenne générale des traitements

$\alpha_i$ : les effets du traitement « i »

$\beta_j$ : les effets de la zone « j »

$(\alpha\beta)_{ij}$ : interactions des effets du  $i^{\text{eme}}$  traitement au  $j^{\text{eme}}$  zone

$\gamma_k/\beta_j$ : les effets des blocs « k » dans les zones « j »

$\varepsilon_{ijk}$ : l'erreur expérimentale du  $i^{\text{eme}}$  traitement à la  $j^{\text{eme}}$  zone au  $k^{\text{eme}}$  bloc

**N.B.** Le test de F a été utilisé au seuil de signification 5% et le logiciel R 2.13.1 a été utilisé pour les analyses statistiques.

## IV- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

### 4.1- Nombre de sarclages

À Bois-Lahot<sub>1</sub>, un seul sarclage a été réalisé dans toutes les distances de plantation. Il a été réalisé à 48 jours après repiquage. Cependant à Bois-Lahot<sub>2</sub> et à Lucas, deux sarclages a été pour les distances de plantations 25cm×25cm et 25cm×20cm, un seul pour les distances de plantations 25cm×15cm et 25cm×10cm (Tableau 3). Respectivement à Bois-Lahot<sub>2</sub> et à Lucas, le premier été réalisé à 26 et 28 jours après repiquage et le second à 53 et 57 jours après repiquage. A noter que, le premier sarclage a été un sarclage général donc, a été réalisé le même jour dans toutes les distances de repiquage testées.

**Tableau 3. Variation du nombre de sarclage en fonction des distances de repiquage dans les trois zones**

Distance de repiquage	Zone			Moyenne
	Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bois-Lahot <sub>2</sub>	Lucas	
25cm×25cm	1.00	2.00	2.00	1.67
25cm×20cm	1.00	2.00	2.00	1.67
25cm×15cm	1.00	1.00	1.00	1.00
25cm×10cm	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>Moyenne</b>	1.00	1.50	1.50	1.33

Ces résultats ont montré qu'un deuxième sarclage peut être évité en faisant diminuer la densité de repiquage des plants de riz. Ce qui a été conforme à une affirmation de Lacharme (2001) qui stipule que: les densités de repiquage élevés donnent au riz un pouvoir de compétition vis-à-vis des mauvaises herbes plus importante et limitent leurs proliférations. Il faut toutefois signaler, qu'à Bois-Lahot<sub>1</sub>, le labour a été profond (entre 30 et 40 cm), contrairement à Bois-Lahot<sub>1</sub> et à Lucas où il a été entre 15 à 20 cm. Cette situation limiterait l'apparition des mauvaises herbes ce qui a amené à réaliser le premier et seul sarclage à 48 jours après le repiquage à Bois-Lahot<sub>1</sub>.

## 4.2- Croissance

La hauteur moyenne des plantes a variée significativement entre les distances de plantation testées de 108.50 cm (25cm×25cm) à 122.87 cm (25cm×10cm). À Bois-Lahot<sub>1</sub>, elle a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×10cm (122.87 cm) et 25cm×20cm (119.27 cm), 25cm×10cm et 25cm×25cm (117.73 cm), 25cm×15cm (121.67 cm) et 25cm×25cm. Cependant, aucune différence significative n'a été observé entre: 25cm×10cm et 25cm×15cm, 25cm×15cm et 25cm×20cm, 25cm×20cm et 25cm×25cm. À Bois-Lahot<sub>2</sub>, elle a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×10cm (119.07 cm) et 25cm×20cm (114.50 cm), 25cm×10cm et 25cm×25cm (110.33 cm), 25cm×15cm (116.47 cm) et 25cm×25cm, 25cm×20cm et 25cm×25cm. Aucune différence significative n'a été observé entre: 25cm×10cm et 25cm×15cm, 25cm×15cm et 25cm×20cm. À Lucas, elle a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×10cm (120.87 cm) et 25cm×20cm (111.57 cm), 25cm×10cm et 25cm×25cm (108.50 cm), 25cm×15cm (116.73 cm) et 25cm×25cm. Cependant, aucune différence significative n'a été observé entre: 25cm×10cm et 25cm×15cm, 25cm×15cm et 25cm×20cm, 25cm×20cm et 25cm×25cm (Tableau 4).

**Tableau 4. Variation de la croissance des plantes (en cm) en fonction des distances de repiquage dans les trois zones**

Distance de repiquage	Zone		
	Bois-Lahot <sub>1</sub> ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Bois-Lahot <sub>2</sub> ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)
25cm×25cm	117.73 ± 5.11 c	110.33 ± 1.80 c	108.50 ± 5.12 c
25cm×20cm	119.27 ± 4.41 bc	114.50 ± 1.57 b	111.57 ± 3.20 bc
25cm×15cm	121.67 ± 3.36 ab	116.47 ± 0.76 ab	116.73 ± 1.68 ab
25cm×10cm	122.87 ± 3.88 a	119.07 ± 1.53 a	120.87 ± 3.41 a
<b>Moyenne</b> ( $\bar{x} \pm SD$ , n=12)	120.38 ± 4.18	115.09 ± 3.56	114.42 ± 5.82

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Ces résultats ont montré que la croissance en hauteur a été plus importante avec la diminution de l'écartement entre les touffes. Des résultats similaires ont été obtenus par

Joelibarisson (1998), qui croit que cela est dû à la compétition pour la lumière qui est plus importante dans les densités de repiquage plus élevées. La différence de croissance entre Bois-Lahot et Lucas serait causée à la rareté de l'eau d'irrigation enregistré à Lucas au cours de la phase de croissance du riz.

### 4.3- Précocité

#### 4.3.1- Nombre de jours à la floraison

Le nombre de jours à la floraison a varié de 77.33 pour la distance de repiquage 25cm×10cm à Bois-Lahot<sub>1</sub> à 83.33 pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Lucas, avec une moyenne de 79.69. Il a varié de 77.33 (25cm×10cm) à 81.33 (25cm×25cm) à Bois-Lahot<sub>1</sub>, de 77.67 (25cm×10cm) à 80.33 (25cm×25cm) à Bois-Lahot<sub>2</sub> et de 78.33 (25cm×10cm) à 83.33 (25cm×25cm) à Lucas. En moyenne, il a varié dans les trois zones de 77.78 (25cm×10cm) à 81.67 (25cm×25cm) (Tableau 5).

**Tableau 5. Variation du nombre de jours à la floraison des plantes en fonction des distances de repiquage dans les trois zones**

Distance de repiquage	Zone			Moyenne ( $\bar{y} \pm SD$ , n=6)
	Bois-Lahot <sub>1</sub> ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Bois-Lahot <sub>2</sub> ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	
25cm×25cm	81.33 ± 1.15	80.33 ± 0.58	83.33 ± 0.58	81.67 ± 1.50
25cm×20cm	80.33 ± 0.58	80.33 ± 1.15	81.66 ± 0.58	80.78 ± 0.97
25cm×15cm	78.00 ± 1.00	78.33 ± 1.15	79.33 ± 0.58	78.56 ± 1.01
25cm×10cm	77.33 ± 0.58	77.67 ± 1.15	78.33 ± 0.58	77.78 ± 0.83
<b>Moyenne</b> <b>(<math>\bar{x} \pm SD</math>, n=12)</b>	79.25 ± 1.86	79.17 ± 1.53	80.67 ± 2.10	79.69

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Il a été observé que le nombre de jours à la floraison diminue au fur et à mesure que la distance de repiquage augmente. Ce qui a été également observé par Joelibarisson (1998). La rareté d'eau enregistrée à Lucas au cours de la phase de croissance serait à la base de la différence significative du nombre de jours à la floraison avec Bois-Lahot.

#### 4.3.2- Nombre de jours à la maturité de récolte

Des trois essais mises en place, deux seulement ont été arrivés à maturité de récolte. Puisque, l'un parmi les deux essais de Bois-Lahot, celui qui a été dénommé: Bois-Lahot<sub>2</sub>, a été complètement détruit par des rats avant qu'il eût atteint la maturité de récolte. De ce fait, à partir de ce variable, les résultats sont présentés pour l'essai Bois-Lahot<sub>1</sub>, désormais dénommé par Bois-Lahot, et l'essai de Lucas. Le nombre de jours à la maturité de récolte a varié de 96.67 pour la distance de repiquage 25cm×10cm à Bois-Lahot à 100.67 pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Lucas, avec une moyenne de 98.20. Il a varié de 96.67 (25cm×10cm) à 98.67 (25cm×25cm) à Bois-Lahot, de 97.33 (25cm×10cm) à 100.67 (25cm×25cm) à Lucas. En moyenne, il a varié dans les deux zones de 97.00 (25cm×10cm) à 99.67 (25cm×25cm) (Tableau 6).

**Tableau 6. Variation du nombre de jours à la maturité de récolte des plantes en fonction des distances de repiquage dans les trois zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm \text{SD}$ , n=6)
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm \text{SD}$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm \text{SD}$ , n=3)	
25cm×25cm	98.67 ± 0.58	100.67 ± 0.58	99.67 ± 0.63
25cm×20cm	98.00 ± 0.00	99.33 ± 1.00	98.67 ± 0.82
25cm×15cm	97.00 ± 0.00	98.00 ± 0.58	97.50 ± 0.84
25cm×10cm	96.67 ± 0.58	97.33 ± 0.58	97.00 ± 0.63
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm \text{SD}</math>, n=12)</b>	97.58 ± 0.90	98.83 ± 1.47	98.20

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Également, Il a été observé que le nombre de jours à la maturité de récolte diminue au fur et à mesure que la distance de repiquage augmente. Ainsi, la différence entre Bois-Lahot et Lucas serait dû à la même raison avancée pour le nombre de jours à la floraison.

#### 4.4- Les composantes du rendement

Parmi les composantes du rendement, le nombre de touffe par m<sup>2</sup> n'a pas fait l'objet des analyses et des comparaisons puisqu'il a été fixé en fonction des distances de repiquages testées. A noter que, pour les distances de repiquages 25cm×25cm, 25cm×20cm, 25cm×15cm et 25cm×10cm, il a été respectivement 16, 20, 27 et 40 touffes.

#### 4.4.1- Nombre de talles fertiles par touffes

Le nombre de talles fertiles par touffe a varié de 4.12 pour la distance de repiquage 25cm×10cm à Lucas à 8.53 pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Bois-Lahot, avec une moyenne de  $6.58 \pm 0.70$ . À Bois-Lahot, il a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×25cm (8.53) et 25cm×15cm (6.61), 25cm×25cm et 25cm×10cm (4.39), 25cm×20cm (7.37) et 25cm×10cm. Aucune différence significative n'a été observée entre: 25cm×25cm et 25cm×20cm, 25cm×20cm et 25cm×15cm. Cependant, à Lucas, il a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×25cm (7.68) et 25cm×15cm (6.14), 25cm×25cm et 25cm×10cm (4.12), 25cm×20cm (7.78) et 25cm×15cm, 25cm×20cm et 25cm×10cm, 25cm×15cm et 25cm×10cm. Aucune différence significative n'a été observée entre 25cm×25cm et 25cm×20cm (Tableau 7).

**Tableau 7. Variation du nombre de talles fertiles des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD, n=6$ )
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	Lucas ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	
25cm×25cm	8.53 ± 1.26 aA	7.68 ± 0.97 aA	8.10 ± 1.11 a
25cm×20cm	7.37 ± 1.06 abA	7.78 ± 0.65 aA	7.57 ± 0.82 a
25cm×15cm	6.61 ± 0.20 bA	6.14 ± 0.62 bA	6.38 ± 0.49 b
25cm×10cm	4.39 ± 0.13 cA	4.12 ± 0.38 cA	4.26 ± 0.29 c
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD, n=12</math>)</b>	6.72 ± 1.73 A	6.43 ± 1.66 A	6.58 ± 0.70

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Ces résultats ont montré que les densités de plantation plus faibles ont permis un meilleur tallage puisque les plantes ont tallé moins tant que la densité augmente. Ce qu'une étude de Dobermann (2004) peut expliquer par le fait que le riz exprime de façon optimale son potentiel de tallage quand la compétition pour l'espace est moins importante: l'un des éléments de clé du SRI.

#### 4.4.2- Nombre de talles fertiles par mètre carré (m<sup>2</sup>)

Le nombre de talles fertiles par mètre carré (m<sup>2</sup>) a varié de 122.83 pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Lucas à 178.55 pour la distance de repiquage 25cm×15cm à Bois-Lahot, avec une moyenne de  $155.90 \pm 13.89$ . À Bois-Lahot, il a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×10cm (175.60) et 25cm×20cm (147.33), 25cm×10cm et 25cm×25cm (136.43), 25cm×15cm (179.55) et 25cm×20cm, 25cm×15cm et 25cm×25cm. Aucune différence significative n'a été observée entre: 25cm×25cm et 25cm×20cm, 25cm×15cm et 25cm×10cm. Toutefois, à Lucas, les distances de repiquage 25cm×20cm (155.67), 25cm×15cm (165.85) et 25cm×10cm (164.93) ont été significativement supérieures à la distance de repiquage 25cm×25cm (122.83). Alors qu'aucune différence significative n'a été observée entre 25cm×20cm, 25cm×15cm et 25cm×10cm (Tableau 8).

**Tableau 8. Variation du nombre de talles fertiles par m<sup>2</sup> en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD, n=6$ )
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	Lucas ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	
25cm×25cm	136.43 ± 20.13 bA	122.83 ± 15.60 bA	129.63 ± 17.75 c
25cm×20cm	147.33 ± 21.20 bA	155.67 ± 13.05 aA	151.50 ± 16.39 b
25cm×15cm	178.55 ± 5.43 aA	165.85 ± 16.90 aA	172.20 ± 13.20 a
25cm×10cm	175.60 ± 5.11 aA	164.93 ± 15.40 aA	170.27 ± 11.81 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD, n=12</math>)</b>	159.48 ± 22.82 A	152.32 ± 22.45 A	155.90 ± 13.89

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Le nombre de talles fertiles par unité de surface a augmenté avec la densité de repiquage. Le plus élevé a été obtenu avec la distance 25cm×15cm (27 touffes/m<sup>2</sup>) ce qui est comparable au nombre de talles par m<sup>2</sup> le plus élevé obtenu avec le 20×20cm<sup>2</sup> (25 touffes/ m<sup>2</sup>) par Joelibarisson (1998).

#### 4.4.2- Nombre de grains remplis par panicules

Le nombre moyen de grains remplis par panicule a varié de 88.96 pour la distance de repiquage 25cm×10cm à Bois-Lahot à 105.93 pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Lucas, avec une moyenne de  $95.93 \pm 7.79$ . Il a varié non-significativement entre les distances de repiquage de 92.38 pour la distance de repiquage 25cm×10cm à 97.76 pour la distance de repiquage 25cm×25cm. L'interaction entre zone et distance de repiquage n'a pas été significative. Toutefois, la moyenne de Lucas (101.98) a été significativement supérieure à celle de Bois-Lahot (89.89) (Tableau 8).

**Tableau 9. Variation du nombre de grains remplis par panicule des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD, n=6$ )
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	Lucas ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	
25cm×25cm	89.59 ± 17.88 aA	105.93 ± 7.19 aA	97.76 ± 15.12 a
25cm×20cm	90.45 ± 19.71 aA	103.13 ± 14.05 aA	96.79 ± 16.81 a
25cm×15cm	90.55 ± 3.84 aA	103.07 ± 12.48 aA	96.81 ± 10.73 a
25cm×10cm	88.96 ± 4.20 aA	95.80 ± 5.70 aA	92.38 ± 5.84 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD, n=12</math>)</b>	89.89 ± 11.62 B	101.98 ± 9.74 A	95.93 ± 7.79

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Ce situation s'explique par le fait que le nombre de grain par panicule est une caractéristique variétale qui varie très peu avec les conditions du milieu sinon, en cas de stress hydrique, d'attaque d'insectes suceurs de graines ou de maladies cryptogamiques, comme Barbier et Dangé (2002) l'a fait remarquer dans leur étude. La rareté d'eau enregistrée au cours de la phase de reproduction à Bois-Lahot serait à la base de la différence avec Lucas puisque l'expérience a été réalisée au cours de la saison sèche.

#### 4.4.3- Poids moyen de mille grains

Le poids moyen de mille grains a varié de 21.51 g pour la distance de repiquage 25cm×15cm à Bois-Lahot à 22.62 g pour la distance de repiquage 25cm×10cm à Lucas, avec une moyenne de  $22.08 \pm 0.19$ . Entre les distances de repiquage, il a varié non-significativement de 22.00 g pour 25cm×15cm à 22.19 g pour 25cm×25cm. L'interaction entre zone et distance de repiquage n'a pas été significative. Toutefois, à Lucas (22.49 g) a été significativement supérieure à celui de Bois-Lahot (21.68 g) (Tableau 9).

**Tableau 10. Variation du poids moyen de 1000 grains (en g) des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD, n=6$ )
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	Lucas ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	
25cm×25cm	21.98 ± 0.34 aA	22.40 ± 0.45 aA	22.19 ± 0.42 a
25cm×20cm	21.68 ± 0.29 aA	22.45 ± 0.07 aA	22.07 ± 0.46 a
25cm×15cm	21.51 ± 0.37 aA	22.49 ± 0.30 aA	22.00 ± 0.62 a
25cm×10cm	21.55 ± 0.39 aB	22.62 ± 0.25 aA	22.08 ± 0.65 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD, n=12</math>)</b>	21.68 ± 0.36 B	22.49 ± 0.27 A	22.08 ± 0.19

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Selon Lacharme (2001), le poids moyen de mille grains est une caractéristique variétale qui varie très peu avec les conditions du milieu. Cependant, un stress hydrique pendant les phases de grains laiteux et pâteux limiteront le remplissage des grains. Cela a expliqué le cas de figure qui a été observé. De ce fait, la rareté d'eau enregistrée à Bois-Lahot pendant la phase de reproduction serait à la base de leurs poids moyen significativement plus faible.

#### 4.5- Rendement estimé à partir de ses composantes

Le rendement estimé à partir de ses composantes a varié de 2.67 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Bois-Lahot à 3.68 t/ha pour la distance de repiquage

25cm×15cm à Lucas, avec une moyenne de  $3.26 \pm 0.28$  t/ha. À Bois-Lahot, il a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×10cm ( $3.37$  t/ha) et 25cm×25cm ( $2.67$  t/ha), 25cm×15cm ( $3.48$  t/ha) et 25cm×25cm. Aucune différence n'a été observée entre: 25cm×20cm ( $2.86$  t/ha); 25cm×15cm; 25cm×10cm, 25cm×25cm et 25cm×20cm. Cependant, à Lucas, elle n'a pas varié significativement entre 25cm×20cm ( $3.58$  t/ha), 25cm×15cm ( $3.68$  t/ha) et 25cm×10cm ( $3.57$  t/ha) toutefois, ces trois distances de repiquage ont été significativement supérieures à la distance de repiquage 25cm×25cm ( $2.91$  t/ha). Il faut signaler que la moyenne à Lucas ( $3.43$  t/ha) a été significativement supérieure à celle de Bois-Lahot ( $3.09$  t/ha) (Tableau 11).

**Tableau 11. Variation du rendement estimé à partir de ses composantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD$ , n=6)
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	
25cm×25cm	$2.67 \pm 0.50$ bA	$2.91 \pm 0.37$ bA	$2.79 \pm 0.41$ b
25cm×20cm	$2.86 \pm 0.59$ abA	$3.58 \pm 0.28$ aA	$3.22 \pm 0.57$ a
25cm×15cm	$3.48 \pm 0.25$ aA	$3.68 \pm 0.05$ aA	$3.58 \pm 0.19$ a
25cm×10cm	$3.37 \pm 0.27$ aA	$3.57 \pm 0.24$ aA	$3.47 \pm 0.25$ a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD</math>, n=12)</b>	$3.09 \pm 0.51$ B	$3.43 \pm 0.39$ A	$3.26 \pm 0.28$

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Le rendement estimé à partir de ses composantes a augmenté avec la diminution de l'écartement entre les plants de riz. Comme avancé par Barbier et Dangé (2002), il a suivi la tendance du nombre de talles fertiles par unité de surface. La supériorité du rendement obtenu à Lucas par rapport à Bois-Lahot serait influencée par les conditions hydriques critiques à Bois-Lahot pendant la phase de reproduction.

#### 4.6- Rendement estimé à partir du carré de rendement

Le rendement estimé à partir du carré de rendement ( $1 \text{ m}^2$ ) a varié de 2.36 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Bois-Lahot à 3.56 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×15cm à Lucas, avec une moyenne de  $3.09 \pm 0.35$  t/ha. À Bois-Lahot, il a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×10cm (3.21 t/ha) et 25cm×25cm (2.36 t/ha), 25cm×15cm (3.35 t/ha) et 25cm×25cm. Aucune différence n'a été observée entre: 25cm×20cm (2.63 t/ha); 25cm×15cm; 25cm×10cm, 25cm×25cm et 25cm×20cm. Cependant, à Lucas, les distance de repiquage: 25cm×20cm (3.50 t/ha), 25cm×15cm (3.56 t/ha), 25cm×10cm (3.40 t/ha) ont été significativement supérieures à la 25cm×25cm (2.76 t/ha). Alors qu'aucune différence significative n'a été observé entre 25cm×20cm, 25cm×15cm, 25cm×10cm. Il faut signaler que la moyenne à Lucas (3.30 t/ha) a été significativement supérieure à celle de Bois-Lahot (2.88 t/ha) (Tableau 12).

**Tableau 12. Variation du rendement estimé à partir du carré de rendement en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm \text{SD}$ , n=6)
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm \text{SD}$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm \text{SD}$ , n=3)	
25cm×25cm	2.36 ± 0.48 bA	2.76 ± 0.48 bA	2.56 ± 0.49 b
25cm×20cm	2.63 ± 0.68 abA	3.50 ± 0.18 aA	3.06 ± 0.65 a
25cm×15cm	3.35 ± 0.35 aA	3.56 ± 0.07 aA	3.45 ± 0.25 a
25cm×10cm	3.21 ± 0.36 aA	3.40 ± 0.25 aA	3.30 ± 0.30 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm \text{SD}</math>, n=12)</b>	<b>2.88 ± 0.59 B</b>	<b>3.30 ± 0.41 A</b>	<b>3.09 ± 0.35</b>

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Le rendement estimé à partir du carré de rendement a également augmenté avec la diminution de l'écartement entre les plants de riz. Armand (2006), a obtenu également une augmentation de rendement jusqu'à  $15 \times 15 \text{ cm}^2$ , des résultats qui ont allé dans le même sens de ceux qui ont été observés au cours de l'étude.

## 4.7- Biomasse

### 4.7.1- Biomasse graines

La biomasse graine a varié de 2.09 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Bois-Lahot à 3.21 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×20cm à Lucas, avec une moyenne de  $2.74 \pm 0.34$  t/ha. À Bois-Lahot, elle a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×15cm (3.00 t/ha) et 25cm×25cm (2.09 t/ha), alors qu'aucune différence significative n'a été observée entre: 25cm×10cm (2.82 t/ha); 25cm×15cm; 25cm×20cm (2.32 t/ha), 25cm×10cm; 25cm×20cm; 25cm×25cm. Cependant, à Lucas, elle n'a pas varié significativement entre 25cm×20cm (3.21 t/ha), 25cm×15cm (3.10 t/ha) et 25cm×10cm (3.03 t/ha) toutefois, ces trois distances de repiquage ont été significativement supérieures à la distance de repiquage 25cm×25cm (2.36 t/ha). La moyenne de Bois-Lahot (2.56 t/ha) et de Lucas (2.93 t/ha) ont varié significativement entre-elles (Tableau 13).

**Tableau 13. Variation de la biomasse des graines des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD, n=6$ )
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	Lucas ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	
25cm×25cm	2.09 ± 0.47 bA	2.36 ± 0.33 bA	2.23 ± 0.39 b
25cm×20cm	2.32 ± 0.64 abA	3.21 ± 0.15 aA	2.77 ± 0.64 a
25cm×15cm	3.00 ± 0.32 aA	3.10 ± 0.20 aA	3.05 ± 0.25 a
25cm×10cm	2.82 ± 0.42 abA	3.03 ± 0.18 aA	2.93 ± 0.31 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD, n=12</math>)</b>	2.56 ± 0.56 B	2.93 ± 0.40 A	2.74 ± 0.34

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p>0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

Comme il a été le cas pour les rendements, la biomasse graine a également augmenté au fur et à mesure que la distance de repiquage augmente jusqu'à la limite du 25cm×15cm. Des résultats qui ont suivi logiquement la même tendance.

#### 4.6.2- Biomasse feuilles

La biomasse feuille a varié à de 1.59 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×25cm à 2.58 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×15cm à Lucas, avec une moyenne de  $2.17 \pm 0.29$  t/ha. À Bois-Lahot, elle a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×15cm (2.41 t/ha) et 25cm×25cm (1.66 t/ha), alors qu'aucune différence significative n'a été observée entre: 25cm×10cm (2.10 t/ha); 25cm×15cm; 25cm×20cm (2.07 t/ha), 25cm×10cm; 25cm×20cm; 25cm×25cm. Cependant, à Lucas, les distances de plantation: 25cm×20cm (2.51 t/ha), 25cm×15cm (2.58 t/ha), 25cm×10cm (2.50 t/ha) ont été significativement supérieures à la 25cm×25cm (1.59 t/ha). Toutefois, aucune différence significative n'a été observée entre: 25cm×20cm, 25cm×15cm et 25cm×10cm. Il faut signaler que, la moyenne de Bois-Lahot (2.06 t/ha) et de Lucas (2.29 t/ha) ont varié significativement entre-elles (Tableau 14).

**Tableau 14. Variation de la Biomasse des feuilles des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD, n=6$ )
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	Lucas ( $\bar{y} \pm SD, n=3$ )	
25cm×25cm	1.66 ± 0.26 bA	1.59 ± 0.23 bA	1.62 ± 0.22 b
25cm×20cm	2.07 ± 0.47 abA	2.51 ± 0.40 aA	2.29 ± 0.46 a
25cm×15cm	2.41 ± 0.40 aA	2.58 ± 0.42 aA	2.50 ± 0.38 a
25cm×10cm	2.10 ± 0.09 abA	2.50 ± 0.18 aA	2.30 ± 0.25 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD, n=12</math>)</b>	2.06 ± 0.40 A	2.29 ± 0.51 A	2.17 ± 0.29

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

La biomasse des feuilles, étant tributaire du nombre de talles émis par  $m^2$  selon Siéné *et al.* (2010), elle a suivi la tendance du nombre de talles fertiles par unité de surface puisque la biomasse aérienne des plantes est tributaire du nombre. La biomasse foliaire et caulinaires ont constituées après la graine, la plus grande proportion de la biomasse totale du riz.

#### 4.6.3- Biomasse tige

La biomasse tige a varié de 1.22 t/ha (25cm×25cm) à 2.32 t/ha (25cm×15cm) à Lucas, avec une moyenne de  $1.81 \pm 0.33$  t/ha. À Bois-Lahot, elle a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×15cm (2.15 t/ha) et 25cm×25cm (1.34 t/ha), alors qu'aucune différence significative n'a été observée entre: 25cm×10cm (1.88 t/ha); 25cm×15cm; 25cm×20cm (1.56 t/ha), 25cm×10cm; 25cm×20cm; 25cm×25cm. Cependant, à Lucas, elle n'a pas varié significativement entre 25cm×20cm (2.08 t/ha), 25cm×15cm (2.32 t/ha) et 25cm×10cm (1.94 t/ha) toutefois, ces trois distances de repiquage ont été significativement supérieures à la distance de repiquage 25cm×25cm (1.22 t/ha). Il faut signaler que, la moyenne de Bois-Lahot (2.06 t/ha) a été significativement supérieure à celle de Lucas (2.29 t/ha) (Tableau 15).

**Tableau 15. Variation de la biomasse des tiges des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD$ , n=6)
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	
25cm×25cm	1.34 ± 0.14 bA	1.22 ± 0.21 bA	1.28 ± 0.17 b
25cm×20cm	1.56 ± 0.31 abA	2.08 ± 0.41 aA	1.81 ± 0.43 a
25cm×15cm	2.15 ± 0.42 aA	2.32 ± 0.41 aA	2.23 ± 0.38 a
25cm×10cm	1.88 ± 0.05 abA	1.94 ± 0.34 aA	1.91 ± 0.22 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD</math>, n=12)</b>	1.73 ± 0.40 A	1.89 ± 0.52 A	1.81 ± 0.33

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

La biomasse tiges n'a pas varié différemment de la biomasse feuilles puisqu'elles sont fortement liées. Les mêmes considérations faites pour la biomasse feuille, sont aussi valable pour les tiges.

#### 4.6.4- Biomasse racine

La biomasse racine a varié de 0.48 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×25cm à 0.80 t/ha pour les distances de repiquage 25cm×15cm et 25cm×10cm à Lucas, avec une moyenne de  $0.65 \pm 0.03$  t/ha. À Bois-Lahot, elle a varié significativement entre toutes les distances de repiquage. Cependant, à Lucas, elle n'a pas varié significativement entre les distances 25cm×15cm (0.80 t/ha) et 25cm×10cm (0.80 t/ha) mais, a varié significativement entre les distances: 25cm×10cm; 25cm×20cm (0.63 t/ha) et 25cm×25cm (0.48 t/ha). En moyenne, à Lucas, elle a été significativement supérieur (0.68 t/ha) à celle de Bois-Lahot (0.63 t/ha) (Tableau 15).

**Tableau 16. Variation de la biomasse des racines des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD$ , n=6)
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	
25cm×25cm	0.49 ± 0.03 dA	0.48 ± 0.02 cA	0.48 ± 0.02 c
25cm×20cm	0.55 ± 0.03 cA	0.63 ± 0.02 bA	0.59 ± 0.05 b
25cm×15cm	0.72 ± 0.02 bA	0.80 ± 0.08 aA	0.76 ± 0.07 a
25cm×10cm	0.75 ± 0.04 aA	0.80 ± 0.04 aA	0.78 ± 0.05 a
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD</math>, n=12)</b>	<b>0.63 ± 0.12 B</b>	<b>0.68 ± 0.15 A</b>	<b>0.65 ± 0.03</b>

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

La biomasse racinaire a augmenté avec l'augmentation densité de repiquage pour distances testées. La densité racinaire par unité de surface a été plus importante dans les densités les plus faibles comme cela a été observé par Joélibarisson (1998) bien que le cas inverse a été observé pour la densité racinaire par touffe. Donc, l'augmentation de la densité de plantation a permis une meilleure densité racinaire par unité de surface.

#### 4.6.5- Biomasse totale

La biomasse totale a varié de 5.59 t/ha pour la distance de plantation 25cm×25cm à Bois-Lahot à 8.81 t/ha pour la distance de plantation 25cm×15cm à Lucas, avec une moyenne de  $7.38 \pm 0.33$  t/ha. À Bois-Lahot, elle a varié significativement entre les distances de repiquage: 25cm×15cm (8.29 t/ha) et 25cm×20cm (6.50 t/ha), 25cm×15cm et 25cm×25cm (5.59 t/ha), 25cm×10cm (7.56 t/ha) et 25cm×25cm. Aucune différence significative n'a été observée entre: 25cm×15cm et 25cm×10cm, 25cm×10cm et 25cm×20cm, 25cm×20cm et 25cm×25cm. Alors qu'à Lucas, elle n'a pas varié significativement entre 25cm×20cm (8.42 t/ha), 25cm×15cm (8.81 t/ha) et 25cm×10cm (8.29 t/ha) toutefois, ces trois distances de repiquage ont été significativement supérieures à la distance de repiquage 25cm×25cm (5.66 t/ha). En moyenne, celle obtenue à Lucas (7.79 t/ha) a été significativement supérieure à celle de Bois-Lahot (6.98 t/ha) (Tableau 17).

**Tableau 17. Variation de la biomasse totale des plantes en fonction des distances de repiquage dans les deux zones**

Distance de repiquage	Zone		Moyenne ( $\bar{y} \pm SD$ , n=6)
	Bois-Lahot ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	Lucas ( $\bar{y} \pm SD$ , n=3)	
25cm×25cm	5.59 ± 0.70 cA	5.66 ± 0.72 bA	5.62 ± 0.64 c
25cm×20cm	6.50 ± 1.24 bcA	8.42 ± 0.84 aA	7.46 ± 1.41 b
25cm×15cm	8.29 ± 1.11 aA	8.81 ± 0.96 aA	8.55 ± 0.97 a
25cm×10cm	7.56 ± 0.46 abA	8.29 ± 0.61 aA	7.92 ± 0.63 ab
<b>Moyenne (<math>\bar{x} \pm SD</math>, n=12)</b>	<b>6.98 ± 1.33 B</b>	<b>7.79 ± 1.47 A</b>	<b>7.38 ± 0.78</b>

Les moyennes des zones accompagnées d'une même lettre minuscule dans une colonne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan. Les moyennes des distances de plantation d'une même lettre majuscule dans une ligne ne sont pas significativement différentes à 5 % de probabilité ( $p > 0.05$ ) selon le test de Duncan.

**SD:** Déviation standard ou Ecart-type

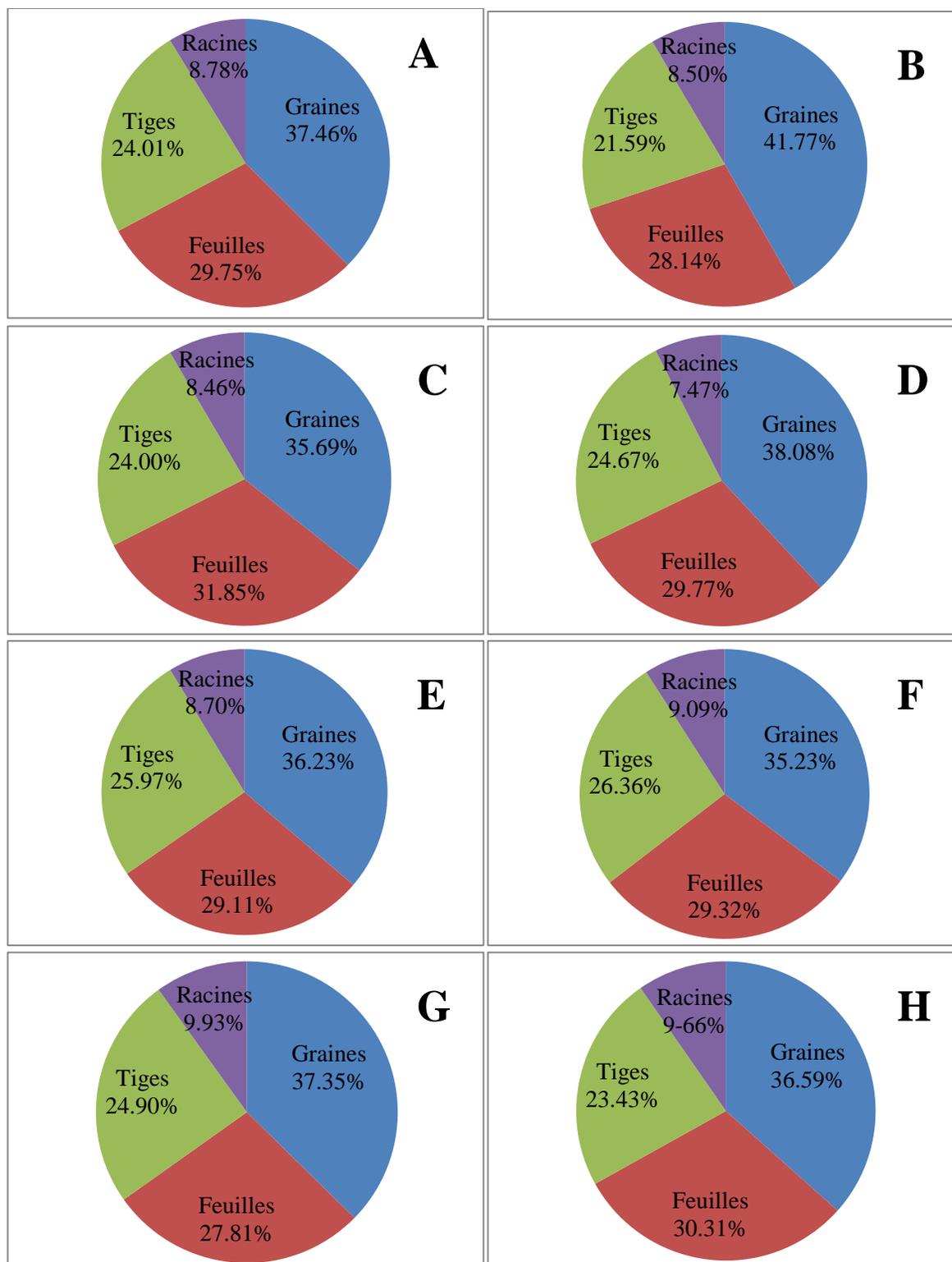
La biomasse totale la plus élevée a été obtenue avec la distance de repiquage 25cm×15cm. Cela s'explique par le fait que de meilleures performances ont été obtenues pour la majorité des paramètres avec cette distance. La biomasse totale a été donc tributaire du nombre de talles par unité de surface comme énoncé par Siéné *et al.* (2010).

#### 4.6.6- Répartition de la biomasse

Par rapport à la biomasse totale, les graines ont représenté 35.23 % pour la distance de repiquage 25cm×15cm à 41.77 % pour la distance de repiquage 25cm×25cm à Lucas. Les feuilles ont représenté 27.81% pour la distance de repiquage 25cm×10cm à 31.85 % pour la distance de repiquage 25cm×20cm à Bois-Lahot. Pour les tiges, ils ont représenté 21.59 % pour la distance de repiquage 25cm×25cm à 26.36 % pour la distance de repiquage 25cm×15cm à Lucas. Les racines quant à elles, ont représentés seulement 7.47 % pour la distance de repiquage 25cm×20cm à Lucas à 9.93 % pour la distance de repiquage 25cm×10cm à Bois-Lahot (Figure 6).

En fonction de ces résultats, il a été observé que les plus grandes part de biomasse graines ont été obtenue avec la distance de repiquage 25cm×25cm à Bois-Lahot (37.46 %) et à Lucas (41.77 %) (Figure 6). Cependant, cette distance de repiquage a eu les biomasses graines les plus faibles soit, 2.09 t/ha à Bois-Lahot et 2.36 t/ha à Lucas (Tableau 11). Toutefois, les plus faibles proportions de biomasse graines ont été obtenues avec la distance de repiquage 25cm×15cm soit, 35.23 % à Bois-Lahot et 36.23 % à Lucas. Néanmoins, cette distance a eu les plus fortes biomasses graines soit, 3.00 t/ha à Bois-Lahot et 3.10 t/ha à Lucas (Tableau 11). De ce fait, malgré le faible rendement à l'hectare en biomasse graines, l'écartement 25cm×25cm a permis la plus grande proportion des graines dans la biomasse totale du riz. Ce que Dobermann (2004) pourrait expliquer par le fait que l'écartement des plants a permis au riz d'exprimer mieux son potentiel.

Il a été constaté que les feuilles et les tiges ont représenté en moyenne 53.87 % de la biomasse totale, des résultats proches des 50.76 % qu'ont obtenu Duvivier *et al.* (2014) dans une étude réalisée sur le riz à la Vallée de l'Artibonite. D'où, une source importante de matières organique qui serait très utile à la pratique du SRI. En plus, toujours selon Duvivier *et al.* (2014), la quantité d'azote absorbée par le riz et qui est assimilée dans les feuilles et les tiges a représenté 37.49 % de l'azote totale, après celle des graines qui a représenté 56.27%. Malheureusement, les feuilles et les tiges sont généralement brûlées dans la Vallée de l'Artibonite (Duvivier *et al.* (2014). C'est donc, une perte énorme de matières organiques et d'azote qui pourrait être très utile à l'amélioration de la fertilité et de la qualité des sols.



**Figure 6. Répartition de la biomasse entre les organes**

**A:** 25cm×25cm à Bois-Lahot; **B:** 25cm×25cm à Lucas; **C:** 25cm×20cm à Bois-Lahot; **D:** 25cm×20cm à Lucas; **E:** 25cm×15cm à Bois-Lahot; **F:** 25cm×15cm à Lucas; **G:** 25cm×10cm à Bois-Lahot; **H:** 25cm×10cm à Lucas.

## V- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

La diminution de la distance de repiquage a entraîné une diminution du nombre de sarclage qui a passé de 1.67 pour les distances 25cm×25cm et 25cm×20cm à 1 pour les distances 25cm×15cm et 25cm×10cm. Inversement, la diminution de la distance de repiquage jusqu'à 25cm×15cm a entraîné une augmentation du rendement qui a passé de 2.56 t/ha pour l'écartement 25cm×25cm à 3.45 t/ha pour l'écartement 25cm×15cm. Similairement, la diminution de la distance de repiquage jusqu'à 25cm×15cm a entraîné une augmentation de la biomasse totale du riz de 5.62 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×25cm à 8.55 t/ha pour la distance de repiquage 25cm×15cm. Tenant compte des résultats trouvés au cours de cette étude, il est recommandé:

- Aux agriculteurs de repiquer le riz Shéla à la distance de repiquage 25cm×15cm pour un meilleur rendement et une meilleure contrôle des mauvaises herbes;
- Aux chercheurs de répéter l'expérience en saison pluvieuse pour évaluer les effets de la saison et de son interaction avec la distance de repiquage sur les paramètres de rendement.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES ET WEBOGRAPHIQUES

**ANGLADETTE A. 1996.** Techniques agricoles tropicales. Le riz. Maisonneuve et la rose, Paris. 930 p.

**Armand H. 2006.** Evaluation de six distances de plantation sur la croissance et le rendement de la variété de riz Shéla (*Oryza sativa* L. var. Shéla) à Coupon dans la Vallée de l'Artibonite. Mémoire de fin d'études agronomiques. FAMV/UEH, Damien, Haïti. 33 p.

**ATS (ASSOCIATION TEFY-SAINA). 2006.** Système de Riziculture Intensive. Antananarivo, 36 p.

**Cirad. 2007.** Plante des rizières de Guyane. Consulter le 24-09-2015. Disponible sur internet: <http://plantes-rizières-guyane.cirad.fr/>

**CNSA. 2010.** Bilan alimentaire. Port-au-Prince, Haïti. 15 p.

**CNSA. Juin 2012.** Bulletin # 1: Le panier alimentaire en Haïti. 5 p.

**CNSA. Septembre 2012.** Evaluation de la campagne agricole de Printemps 2012. 78 p.

**DID-FADQDI-IICA. 2012:** Étude de la filière riz. Rapport de consultation. 47 p.

**Dobermann A. 2004.** A critical assessment of the system of rice intensification (SRI). Department of Agronomy and Horticulture, University of Nebraska-Lincoln, PO Box 830915 Lincoln, NE 68583-0915, USA. 261-281 p.

**Duvivier P., Antoine J. S., Joseph D. et Alphonse M. E. 2014.** Mesure de rendement et de la biomasse de trois phénotypes de riz (*Oryza sativa* L.) en réponse à quatre doses d'azote sur la ferme de Mauger, Vallée de l'Artibonite. Recherche, Etudes, Développement (RED)/FAMV. Vol. 6, No 1, Février 2014. 10-15 p.

**FAO. 2009.** Situation des marchés des produits agricoles. Rapport annuel. 64 p.

**FAO. Janvier 2013.** Suivi du marché du riz. 4 p.

**FAO. 2015.** Liste d'adventices. Consulter le 24-09-2015. Disponible sur le net: <http://www.fao.org/agriculture/crops/thematic-sitemap/theme/biodiversity/weeds/listweeds/>

**FAOSTAT. 2015.** Les produits d'importations d'Haïti en 2011. Consulter le 17-02-2015. Disponible sur internet:

[http://faostat3.fao.org/browse/ranking/commodities\\_by\\_country\\_imports/F](http://faostat3.fao.org/browse/ranking/commodities_by_country_imports/F)

**IHSI. 2007.** Inventaire des ressources et potentialités d'Haïti (2005) [Disque]. Version 2007

**IRRI. 1983.** Weed control in rice. Los Baños, Laguna, Philippines. P.O. Box 933, Manila, Philippines. ISBN 971-104-074-3. 433 p.

**Jaunard D., Monty A., Mahy G., Henriot F., Anseau F., Roisin C., De Proft M., Bodson B. 2013.** Livre blanc « céréales » Contrôle des populations des mauvaises herbes. Page 3/1 à 3/31

**Jean-Baptiste B. 2005.** Libéralisation commerciale et production agricole: le cas du riz en Haïti. Université d'Anvers. Prinsesstraat # 23, 2000 Anvers 1, Belgique. 25 p.

**Jean-Louis E. 2012.** Comparaison de deux (2) systèmes de riziculture : le système de riziculture intensif SRI et le système de riziculture traditionnelle SRT dans les localités de Deguêpe, Delonye, Kasol et Nan poste, Petite-Rivière de l'Artibonite. Mémoire. FAMV/UEH, Damien Haïti. 41 p.

**Jean-Marc Barbier et Guillaume Dangé. 2002.** Conduite des champs de riz pluvial chez les agriculteurs d'un village de République de Côte d'Ivoire (Régions Ouest). Les Editions Gret. Paris. N° ISBN : 2868441238. 120 p.

**Joelibarison. 1998.** Perspective de développement de la région de Ranomafana: les mécanismes physiologiques du riz sur sols de bas-fonds, cas du système de riziculture intensive. 89 p.

**Joseph E. 2013.** Etude comparative entre le Système de Riziculture Traditionnel (SRT) et le Système de Riziculture Intensif (SRI) dans la vallée de l'Artibonite. Étude de cas : Marchand Dessalines. Mémoire. FAMV/UEH, Damien Haïti. 52 p.

**Lacharme M. 2001 (a).** Le plant de riz: Données morphologiques et cycle de la plante. Fascicule 2. Memento technique de riziculture. 22 p.

**Lacharme M. 2001 (b).** Le Désherbage des rizières. Fascicule 7. Memento technique de riziculture. 39 p.

**Lamy J. D. 2011.** Effet de la fertilisation phosphatée et potassique sur le rendement de la variété de riz (*Oryza sativa*, L.) TCS10 à la vallée de l'Artibonite. Etude de cas : Préval. Mémoire de fin d'études agronomiques. FAMV /UEH, Damien, Haïti, 67 p.

**Louissaint J. et Duvivier P. 2005.** Rapport d'élaboration d'un référentiel technique fiable pour la fertilisation rationnelle et économique des terres rizicoles de la vallée de l'Artibonite. 2 (1): 41-45 p.

**MARNDR. 2005.** Appui à l'intensification agricole de la Vallée de l'Artibonite. Rapport de Diagnostic par filière. 172 p.

**Marnotte P., Carrara A., Dominati E. et Girardot F. 2006.** Plantes des rizières de Camargue. Éditions Quaé. ISBN 2-87614-621-5. 261 p.

**Paul G. 2005.** Identification des créneaux porteurs potentiels dans les filières rurales haïtiennes. Filière céréales, légumineuses et bananes. MARNDR/BID. 76 p.

**Rousseau W. 2013.** Performance comparative de la variété de riz Shela en Système de Riziculture Traditionnel et en Système de Riziculture Intensif à Petite Rivière de L'Artibonite. Mémoire de fin d'études agronomiques. FAMV/UEH, Damien, Haïti. 38 p.

**Siéné L. A. C., Muller B. et Ake S. 2010.** Etude du développement et de la répartition de la biomasse chez deux variétés de mil de longueur de cycle différente sous trois densités de semis. 2260-2278 p. Consulter le 12-03-2014. Disponible sur internet:

[http://www.m.elewa.org\\_JABS\\_5.pdf](http://www.m.elewa.org_JABS_5.pdf)

**Styger E. et Joelibarisson. 2010.** Introducing the System of Rice Intensification (SRI) to Haiti. Training programs with farmers in three regions of Haiti. Rapport CIIFAD et BUF. 18 p.

**Tescar R.-P., 2001.** Caractérisation de neuf (9) variétés de riz (*Oryza sativa* L.) cultivées dans la Vallée de l'Artibonite. Mémoire de fin d'études agronomiques. FAMV/UEH, Damien, Haïti. 46 p.

**Tescar R.-P., Duvivier P., Gaspard L. 2012.** Appui systématique au renforcement de la filière du riz national. Projet de soutien du développement du Système Riziculture Intensif (SRI). Appui de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) au suivi des parcelles d'essai. Rapport final. 23 p.

**Toussaint E. 2013.** Etude comparative des performances techniques et économiques du Système de Riziculture Traditionnelle (SRT) et du Système de Riziculture Intensive (SRI) à Verrettes, Vallée de l'Artibonite. Mémoire de fin d'études agronomiques. FAMV/UEH, Damien, Haïti. 46 p.

**Wopereis J. 2008.** La gestion intégrée des mauvaises herbes. Manuel technique. 81-83p.

## ANNEXE A: Matrice des données

Zone	B	T	D	HM	NJF	Ns
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×25cm	16.00	123.00	82.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×20cm	20.00	122.20	80.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×15cm	27.00	124.60	79.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×10cm	40.00	124.80	78.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×25cm	16.00	117.40	80.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×20cm	20.00	121.40	80.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×15cm	27.00	122.40	77.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×10cm	40.00	125.40	77.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×25cm	16.00	112.80	82.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×20cm	20.00	114.20	81.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×15cm	27.00	118.00	78.00	1.00
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×10cm	40.00	118.40	77.00	1.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 1	25cm×25cm	16.00	112,20	80,00	2.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 1	25cm×20cm	20.00	113,40	81,00	2.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 1	25cm×15cm	27.00	115,60	77,00	1.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 1	25cm×10cm	40.00	117,40	77,00	1.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 2	25cm×25cm	16.00	108,60	81,00	2.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 2	25cm×20cm	20.00	116,30	81,00	2.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 2	25cm×15cm	27.00	116,80	79,00	1.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 2	25cm×10cm	40.00	120,40	79,00	1.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 3	25cm×25cm	16.00	110,20	80,00	2.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 3	25cm×20cm	20.00	113,80	79,00	2.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 3	25cm×15cm	27.00	117,00	79,00	1.00
Bois-Lahot <sub>2</sub>	Bloc 3	25cm×10cm	40.00	119,40	77,00	1.00
Lucas	Bloc 1	25cm×25cm	16.00	102.60	83.00	2.00
Lucas	Bloc 1	25cm×20cm	20.00	108.00	81.00	2.00
Lucas	Bloc 1	25cm×15cm	27.00	117.80	79.00	1.00
Lucas	Bloc 1	25cm×10cm	40.00	124.80	78.00	1.00
Lucas	Bloc 2	25cm×25cm	16.00	111.70	83.00	2.00
Lucas	Bloc 2	25cm×20cm	20.00	114.20	82.00	2.00
Lucas	Bloc 2	25cm×15cm	27.00	114.80	79.00	1.00
Lucas	Bloc 2	25cm×10cm	40.00	119.00	78.00	1.00
Lucas	Bloc 3	25cm×25cm	16.00	111.20	84.00	2.00
Lucas	Bloc 3	25cm×20cm	20.00	112.50	82.00	2.00
Lucas	Bloc 3	25cm×15cm	27.00	117.60	80.00	1.00
Lucas	Bloc 3	25cm×10cm	40.00	118.80	79.00	1.00

**B:** Bloc; **D:** Densité de plantation (touffe/m<sup>2</sup>); **T:** Traitement; **HM:** Hauteur moyenne (m); **NJF:** Nombre de jours à la floraison; **Ns:** Nombre de sarclages

## ANNEXE B. Matrice des données (suite)

Zone	B	T	D	NJMR	NTF/T	NTF/m <sup>2</sup>	NGR/P	PMM	Rep	Rec	Bf	Bt	Br	Bg	BT
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×25cm	16.00	99.00	7.43	118,88	108.87	22.02	2.85	2.64	1.96	1.42	0.53	2.42	6.33
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×20cm	20.00	98.00	6.40	128,00	110.08	22.00	3.10	2.93	2.13	1.92	0.59	2.69	7.33
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×15cm	27.00	97.00	6.51	175,84	91.28	21.93	3.52	3.42	2.40	1.98	0.75	3.10	8.24
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 1	25cm×10cm	40.00	97.00	4.50	180,00	93.39	21.83	3.67	3.53	2.16	1.84	0.79	3.06	7.85
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×25cm	16.00	98.00	9.90	158,40	86.34	22.30	3.05	2.63	1.52	1.18	0.49	2.30	5.49
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×20cm	20.00	98.00	8.50	170,00	90.62	21.42	3.30	3.12	2.51	1.36	0.54	2.69	7.10
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×15cm	27.00	97.00	6.84	184,80	93.98	21.36	3.71	3.65	2.82	2.63	0.71	3.26	9.42
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 2	25cm×10cm	40.00	96.00	4.25	170,00	85.03	21.72	3.14	2.81	2.00	1.94	0.74	2.33	7.02
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×25cm	16.00	99.00	8.25	132,00	73.55	21.63	2.10	1.80	1.49	1.43	0.47	1.55	4.94
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×20cm	20.00	98.00	7.20	144,00	70.66	21.62	2.20	1.85	1.57	1.40	0.53	1.58	5.08
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×15cm	27.00	97.00	6.48	175,00	86.40	21.23	3.21	2.97	2.02	1.84	0.71	2.64	7.21
Bois-Lahot <sub>1</sub>	Bloc 3	25cm×10cm	40.00	97.00	4.42	176,80	88.46	21.10	3.30	3.28	2.14	1.87	0.72	3.07	7.80
Lucas	Bloc 1	25cm×25cm	16.00	101.00	7.93	126,88	97.69	22.83	2.83	2.53	1.42	1.00	0.46	2.28	5.17
Lucas	Bloc 1	25cm×20cm	20.00	100.00	8.30	166,00	87.98	22.40	3.27	3.30	2.27	2.20	0.62	3.05	8.13
Lucas	Bloc 1	25cm×15cm	27.00	99.00	6.70	180,88	92.85	22.35	3.62	3.54	2.22	1.96	0.76	3.09	8.03
Lucas	Bloc 1	25cm×10cm	40.00	98.00	4.12	164,80	90.80	22.90	3.43	3.51	2.34	1.68	0.76	3.12	7.90
Lucas	Bloc 2	25cm×25cm	16.00	100.00	8.50	136,00	110.94	21.93	3.31	3.32	1.85	1.41	0.50	2.73	6.49
Lucas	Bloc 2	25cm×20cm	20.00	99.00	7.05	141,00	115.72	22.43	3.66	3.55	2.28	1.62	0.61	3.25	7.76
Lucas	Bloc 2	25cm×15cm	27.00	98.00	5.47	147,56	116.98	22.28	3.71	3.63	3.04	2.77	0.76	3.31	9.88
Lucas	Bloc 2	25cm×10cm	40.00	97.00	3.74	149,60	102.01	22.45	3.43	3.11	2.48	1.82	0.84	2.83	7.98
Lucas	Bloc 3	25cm×25cm	16.00	101.00	6.60	105,60	109.17	22.45	2.59	2.44	1.50	1.26	0.48	2.08	5.32
Lucas	Bloc 3	25cm×20cm	20.00	99.00	8.00	160,00	105.69	22.53	3.81	3.64	2.97	2.41	0.65	3.34	9.37
Lucas	Bloc 3	25cm×15cm	27.00	97.00	6.26	169,12	99.37	22.83	3.70	3.50	2.49	2.23	0.90	2.91	8.52
Lucas	Bloc 3	25cm×10cm	40.00	97.00	4.51	180,40	94.58	22.50	3.84	3.58	2.69	2.33	0.82	3.15	8.99

**B:** Bloc; **D:** Densité de plantation (touffe/m<sup>2</sup>); **T:** Traitement; **NJMR:** Nombre de jours à la maturité de récolte; **NTF/T:** Nombre de talles fertiles/touffe; **NGR/P:** Nombre de grain rempli/panicule; **PMM:** Poids moyen de mille grains (g); **Rep:** Rendement estimé à partir de ses paramètres (t/ha); **Rec:** Rendement estimé à partir du carré de rendement (t/ha); **Bf:** Biomasse feuilles (t/ha); **Bt:** Biomasse tiges (t/ha); **Br:** Biomasse racines (t/ha); **Bg:** Biomasse graines (t/ha); **BT:** Biomasse totales(t/ha)

## ANNEXE C. Données analysées sur le logiciel R 2.13.1

### Hauteur moyenne à Bois-Lahot<sub>1</sub>

```
> LinearModel.1 <- lm(Hauteur.moyenne..cm. ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Hauteur.moyenne..cm.
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	48.25	16.083	7.7823	0.0171972 *
Bloc	2	131.31	65.653	31.7677	0.0006424 ***
Residuals	6	12.40	2.067		

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.1, "Traitement", "Bloc")
```

```
Means with the same letter are not significantly different.
```

```
Groups, Treatments and means
```

a	25cm*10cm	122.8667
ab	25cm*15cm	121.6667
bc	25cm*20cm	119.2667
c	25cm*25cm	117.7333

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Hauteur.moyenne..cm., list(Traitement=Dataset$Traitement), + sd, na.rm=TRUE)
```

```
Traitement
```

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
3.879863	3.360556	4.406056	5.108163

### Hauteur moyenne à Bois-Lahot<sub>2</sub>

```
> LinearModel.1 <- lm(Hauteur.moyenne..cm. ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Hauteur.moyenne..cm.
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	122.049	40.683	15.5197	0.003112 **
Bloc	2	1.532	0.766	0.2921	0.756703
Residuals	6	15.728	2.621		

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.1, "Traitement", "Bloc")
```

```
Means with the same letter are not significantly different.
```

```
Groups, Treatments and means
```

a	25cm*10cm	119.0667
ab	25cm*15cm	116.4667
b	25cm*20cm	114.5
c	25cm*25cm	110.3333

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Hauteur.moyenne..cm., list(Traitement=Dataset$Traitement), + sd, na.rm=TRUE)
```

```
Traitement
```

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
1.5275252	0.7571878	1.5716234	1.8036999

### Hauteur moyenne à Lucas

```
> LinearModel.2 <- lm(Hauteur.moyenne..cm. ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

Response: Hauteur.moyenne..cm.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	270.297	90.099	5.7377	0.0339 *
Bloc	2	7.502	3.751	0.2389	0.7947
Residuals	6	94.218	15.703		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.2, "Traitement", "Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*10cm	120.8667
ab	25cm*15cm	116.7333
bc	25cm*20cm	111.5667
c	25cm*25cm	108.5

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Hauteur.moyenne..cm., list(Traitement=Dataset$Traitement), + sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
3.407834	1.677299	3.203644	5.115662

### Moyenne Zone

```
> tapply(Dataset$Hauteur.moyenne..cm., list(Zone=Dataset$Zone), mean, + na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot1	Bois-Lahot2	Lucas
120.3833	115.0917	114.4167

### Ecart-type Zone

```
> tapply(Dataset$Hauteur.moyenne..cm., list(Zone=Dataset$Zone), sd, + na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot1	Bois-Lahot2	Lucas
4.177392	3.558717	5.815470

### Nombre de jours à la floraison à Bois-Lahot<sub>1</sub>

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison,+list(Traitement=Dataset$Traitement), mean, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
77.33333	78.00000	80.33333	81.33333

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.5773503	1.0000000	0.5773503	1.1547005

### Nombre de jours à la floraison à Bois-Lahot<sub>2</sub>

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison,+ list(Traitement=Dataset$Traitement), mean, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
77.66667	78.33333	80.33333	80.33333

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement  
25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
1.1547005 1.1547005 1.1547005 0.5773503

#### **Nombre de jours à la floraison à Lucas**

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison,+ list(Traitement=Dataset$Traitement), mean, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
78.33333 79.33333 81.66667 83.33333
```

#### **Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.5773503 0.5773503 0.5773503 0.5773503
```

#### **Nombre de jours à la floraison de l'ensemble**

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison,+ list(Traitement=Dataset$Traitement), mean, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
77.77778 78.55556 80.77778 81.66667
```

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison, list(Zone=Dataset$Zone), + mean, na.rm=TRUE)
Zone
Bois-Lahot1 Bois-Lahot2 Lucas
79.25000 79.16667 80.66667
```

#### **Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.8333333 1.0137938 0.9718253 1.5000000
```

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.floraison, list(Zone=Dataset$Zone), sd, + na.rm=TRUE)
Zone
Bois-Lahot1 Bois-Lahot2 Lucas
1.864745 1.527525 2.103388
```

#### **Nombre de jours à la maturité de récolte à Bois-Lahot**

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte,+list(Traitement=Dataset$Traitement),mean,
na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
96.66667 97.00000 98.00000 98.66667
```

#### **Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte,+list(Traitement=Dataset$Traitement), sd,
na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.5773503 0.0000000 0.0000000 0.5773503
```

#### **Nombre de jours à la maturité de récolte à Lucas**

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte, + list(Traitement=Dataset$Traitement), mean,
na.rm=TRUE)
Traitement
```

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
97.33333 98.00000 99.33333 100.66667

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte,+list(Traitement=Dataset$Traitement), sd,  
na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
0.5773503 1.0000000 0.5773503 0.5773503

#### Nombre de jours à la maturité de récolte de l'ensemble

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte,+ list(Traitement=Dataset$Traitement), mean,  
na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
97.00000 97.50000 98.66667 99.66667

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte,+ list(Zone=Dataset$Zone), mean, na.rm=TRUE)  
Zone
```

Bois-Lahot Lucas

97.58333 98.83333

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte,+ list(Traitement=Dataset$Traitement), sd,  
na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
0.6324555 0.8366600 0.8164966 1.2110601

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.jours.a.la.maturite.de.recolte,+ list(Zone=Dataset$Zone), sd, na.rm=TRUE)  
Zone
```

Bois-Lahot Lucas

0.9003366 1.4668044

#### Nombre de talles fertiles par plante à Bois-Lahot

```
> LinearModel.11 <- lm(Nombre.de.panicule.touffe ~ Traitement + Bloc,+ data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

Response: Nombre.de.panicule.touffe

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	27.3695	9.1232	20.1928	0.001546 **
Bloc	2	2.8135	1.4068	3.1137	0.118157
Residuals	6	2.7108	0.4518		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.11,"Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*25cm	8.526667
ab	25cm*20cm	7.366667
b	25cm*15cm	6.61
c	25cm*10cm	4.39

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.panicule.touffe,+ list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement  
25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
0.1276715 0.1997498 1.0598742 1.2580276

### Nombre de talles fertiles par plante à Lucas

```
> LinearModel.12 <- lm(Nombre.de.panicule.touffe ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Nombre.de.panicule.touffe
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 26.3657  8.7886 16.8846 0.002493 **
Bloc       2  0.7032  0.3516  0.6755 0.543765
Residuals 6  3.1231  0.5205
```

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.12,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

a	25cm*20cm	7.783333
a	25cm*25cm	7.676667
b	25cm*15cm	6.143333
c	25cm*10cm	4.123333

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.panicule.touffe, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement  
25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
0.3850108 0.6232442 0.6525591 0.9750043

### Nombre de talles fertile par plante de l'ensemble

```
> LinearModel.13 <- lm(Nombre.de.panicule.touffe ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc
%in%Zone), data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Nombre.de.panicule.touffe
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 52.468 17.4894 35.9749 2.815e-06 ***
Zone       1  0.510  0.5104  1.0499  0.3257
Traitement:Zone 3  1.267  0.4224  0.8688  0.4840
Zone:Bloc    4  3.517  0.8792  1.8084  0.1921
Residuals  12  5.834  0.4862
```

---  
Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.13,"Traitement","Zone","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

a	25cm*25cm	8.101667
a	25cm*20cm	7.575
b	25cm*15cm	6.376667
c	25cm*10cm	4.256667

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.panicule.touffe, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
0.2952061 0.4864840 0.8196036 1.1090792

```
> duncan.test(LinearModel.13,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Bois-Lahot	6.723333
a	Lucas	6.431667

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.panicule.touffe, list(Zone=Dataset$Zone), sd, + na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot	Lucas
1.729263	1.656721

### Nombre de talles fertiles par plante entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.9,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Bois-Lahot	8.526667
a	Lucas	7.676667

### Nombre de talles fertiles par plante entre 25cm×20cm

```
> duncan.test(LinearModel.10,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	7.783333
a	Bois-Lahot	7.366667

### Nombre de talles fertiles par plante entre 25cm×15cm

```
> duncan.test(LinearModel.2,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Bois-Lahot	6.61
a	Lucas	6.143333

### Nombre de talles fertiles par plante entre 25cm×10cm

```
> duncan.test(LinearModel.3,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Bois-Lahot	4.39
a	Lucas	4.123333

### Nombre de talles fertiles par m<sup>2</sup> à Bois-Lahot

```
> LinearModel.5 <- lm(Nombre.de.talles.fertiles.m2 ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

Response: Nombre.de.talles.fertiles.m<sup>2</sup>

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	3907.2	1302.39	8.0377	0.01595 *
Bloc	2	847.9	423.97	2.6165	0.15239
Residuals	6	972.2	162.04		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	178.5467
a	25cm*10cm	175.6
b	25cm*20cm	147.3333
b	25cm*25cm	136.4267

**Calculé d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$Nonbre.de.talles.fertiles.m², + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
5.106858 5.431808 21.197484 20.128441
```

**Nombre de talles fertiles par m² à Lucas**

```
> LinearModel.1 <- lm(Nonbre.de.talles.fertiles.m² ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

**Analysis of Variance Table**

```
Response: Nonbre.de.talles.fertiles.m²
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 3669.9 1223.30  5.4708 0.0375 *
Bloc       2  531.2  265.60  1.1878 0.3676
Residuals 6 1341.6  223.61
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	165.8533
a	25cm*10cm	164.9333
a	25cm*20cm	155.6667
b	25cm*25cm	122.8267

**Calculé d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$Nonbre.de.talles.fertiles.m², + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
15.40043 16.89849 13.05118 15.60007
```

**Nombre de talles fertiles par m² de l'ensemble**

```
> LinearModel.1 <- lm(Nonbre.de.talles.fertiles.m² ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc
%in%Zone), data=Dataset)
```

**Analysis of Variance Table**

```
Response: Nonbre.de.talles.fertiles.m²
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 7090.4 2363.48 12.2573 0.0005778 ***
Zone       1  307.3  307.31  1.5937 0.2307752
Traitement:Zone 3  486.6  162.22  0.8413 0.4971150
Zone:Bloc   4 1379.1  344.79  1.7881 0.1960562
Residuals 12 2313.9  192.82
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.1,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means		
a	25cm*15cm	172.2
a	25cm*10cm	170.2667
b	25cm*20cm	151.5
c	25cm*25cm	129.6267

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means		
a	Bois-Lahot	159.4767
a	Lucas	152.32

#### Calculé d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nonbre.de.talles.fertiles.m², + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

```
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
11.80825 13.20461 16.39207 17.74527
```

```
> tapply(Dataset$Nonbre.de.talles.fertiles.m², list(Zone=Dataset$Zone), sd, + na.rm=TRUE)
```

Zone

```
Bois-Lahot Lucas
22.81808 22.44745
```

#### Nombre de grains remplis par panicule à Bois-Lahot

```
> LinearModel.14 <- lm(Nombre.de.grain.rempli.panicule ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Nombre.de.grain.rempli.panicule
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3  5.14   1.71  0.0176 0.99646
Bloc      2 898.40 449.20 4.6229 0.06095 .
Residuals 6 583.01 97.17
```

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.14, "Traitement", "Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means		
a	25cm*15cm	90.55333
a	25cm*20cm	90.45333
a	25cm*25cm	89.58667
a	25cm*10cm	88.96

#### Calculé d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.grain.rempli.panicule, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

```
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
4.202368 3.841892 19.710528 17.882428
```

#### Nombre de grains remplis par panicule à Lucas

```
> LinearModel.15 <- lm(Nombre.de.grain.rempli.panicule ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Nombre.de.grain.rempli.panicule
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 169.10  56.37  2.3135 0.175698
```

```
Bloc      2 728.58 364.29 14.9521 0.004667 **
Residuals 6 146.18 24.36
```

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.15,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

```
a      25cm*25cm      105.9333
a      25cm*20cm      103.13
a      25cm*15cm      103.0667
a      25cm*10cm      95.79667
```

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.grain.rempli.panicule, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd,
na.rm=TRUE)
```

Traitement

```
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
5.703177 12.482517 14.046071 7.193583
```

#### Nombre de grains remplis par panicule de l'ensemble

```
> LinearModel.16 <- lm(Nombre.de.grain.rempli.panicule ~ Traitement + Zone + (Traitement*Zone) + (Bloc
%in%Zone), data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

Response: Nombre.de.grain.rempli.panicule

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3  104.88   34.96  0.5753 0.642105
Zone        1  877.49   877.49 14.4405 0.002529 **
Traitement:Zone  3   69.36    23.12  0.3805 0.768889
Zone:Bloc     4 1626.98   406.74  6.6936 0.004519 **
Residuals   12  729.19    60.77
```

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.16,"Traitement","Zone","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

```
a      25cm*25cm      97.76
a      25cm*15cm      96.81
a      25cm*20cm      96.79167
a      25cm*10cm      92.37833
```

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.grain.rempli.panicule, + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd,
na.rm=TRUE)
```

Traitement

```
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
5.839217 10.733331 16.808574 15.125330
```

```
> duncan.test(LinearModel.16,"Zone","Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

```
a      Lucas      101.9817
b      Bois-Lahot  89.88833
```

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Nombre.de.grain.rempli.panicule, list(Zone=Dataset$Zone), sd,+ na.rm=TRUE)
Zone
Bois-Lahot Lucas
11.625032 9.741457
```

### Nombre de grains remplis par panicules entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.3,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a Lucas 105.9333
a Bois-Lahot 89.58667
```

### Nombre de grains remplis par panicules entre 25cm×20cm

```
> duncan.test(LinearModel.4,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a Lucas 103.13
a Bois-Lahot 90.45333
```

### Nombre de grains remplis par panicules entre 25cm×15cm

```
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a Lucas 103.0667
a Bois-Lahot 90.55333
```

### Nombre de grains remplis par panicules à 25cm×10cm

```
> duncan.test(LinearModel.6,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a Lucas 95.79667
a Bois-Lahot 88.96
```

### Poids moyen de mille grains à Bois-Lahot

```
> LinearModel.17 <- lm(Poids.moyen.de.1000.grains.g. ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

```
Response: Poids.moyen.de.1000.grains.g.
Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 0.41687 0.138956 2.1956 0.18946
Bloc 2 0.60740 0.303700 4.7986 0.05693 .
Residuals 6 0.37973 0.063289
```

---

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.17,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a 25cm*25cm 21.98333
a 25cm*20cm 21.68
a 25cm*10cm 21.55
a 25cm*15cm 21.50667
```

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Poids.moyen.de.1000.grains.g., + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
```

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
0.3935734 0.3723350 0.2946184 0.3365016

### Poids moyen de mille grains à Lucas

```
> LinearModel.19 <- lm(Poids.moyen.de.1000.grains.g. ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Poids.moyen.de.1000.grains.g.
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3 0.07473 0.024911  0.3468 0.7932
Bloc       2 0.28745 0.143725  2.0007 0.2159
Residuals  6 0.43102 0.071836
```

```
> duncan.test(LinearModel.19,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

a	25cm*10cm	22.61667
a	25cm*15cm	22.48667
a	25cm*20cm	22.45333
a	25cm*25cm	22.40333

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Poids.moyen.de.1000.grains.g., + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.24664414 0.29938827 0.06806859 0.45181117
```

### Poids moyen de mille grains de l'ensemble

```
> LinearModel.20 <- lm(Poids.moyen.de.1000.grains.g. ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc
%in%Zone), data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: Poids.moyen.de.1000.grains.g.
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3 0.1193 0.0398 0.5884 0.63417
Zone       1 3.9366 3.9366 58.2660 6.059e-06 ***
Traitement:Zone  3 0.3723 0.1241 1.8370 0.19416
Zone:Bloc     4 0.8948 0.2237 3.3112 0.04785 *
Residuals    12 0.8107 0.0676
```

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.20,"Traitement","Zone","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*25cm	22.19333
a	25cm*10cm	22.08333
a	25cm*20cm	22.06667
a	25cm*15cm	21.99667

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Poids.moyen.de.1000.grains.g., + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.6539317 0.6159762 0.4647437 0.4241069
```

```
> duncan.test(LinearModel.20,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	22.49
b	Bois-Lahot	21.68

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Poids.moyen.de.1000.grains.g., list(Zone=Dataset$Zone), sd, + na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot	Lucas
0.3572623	0.2685314

#### Poids moyen de mille grains entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.7,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	22.40333
a	Bois-Lahot	21.98333

#### Poids moyen de mille grains entre 25cm×20cm

```
> duncan.test(LinearModel.8,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	22.45333
a	Bois-Lahot	21.68

#### Poids moyen de mille grains entre 25cm×15cm

```
> duncan.test(LinearModel.9,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	22.48667
a	Bois-Lahot	21.50667

#### Poids moyen de mille grains entre 25cm×10cm

```
> duncan.test(LinearModel.11,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	22.61667
b	Bois-Lahot	21.55

#### Rendement estimé à partir de ses composantes à Bois-Lahot

```
> LinearModel.21 <- lm(Rendement.calculé..t.ha. ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

Response: Rendement.calculé..t.ha.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	1.37836	0.45945	5.1545	0.04246 *
Bloc	2	0.92872	0.46436	5.2095	0.04880 *
Residuals	6	0.53482	0.08914		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.21,"Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	3.48
---	-----------	------

a	25cm*10cm	3.37
ab	25cm*20cm	2.866667
b	25cm*25cm	2.666667

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Rendement.calcule..t.ha., + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.2718455 0.2523886 0.5859465 0.5008326
```

### Rendement estimé à partir de ses composantes à Lucas

```
> LinearModel.22 <- lm(Rendement.calcule..t.ha. ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

```
Response: Rendement.calcule..t.ha.
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3 1.11713 0.37238  5.4505 0.0378 *
Bloc        2 0.13122 0.06561  0.9603 0.4347
Residuals   6 0.40992 0.06832
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.22,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

```
Groups, Treatments and means
a      25cm*15cm      3.676667
a      25cm*20cm      3.58
a      25cm*10cm      3.566667
b      25cm*25cm      2.91
```

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Rendement.calcule..t.ha., + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.23671361 0.04932883 0.27874720 0.36660606
```

### Rendement estimé à partir de ses composantes de l'ensemble

```
> LinearModel.23 <- lm(Rendement.calcule..t.ha. ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc
%in%Zone), data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

```
Response: Rendement.calcule..t.ha.
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3 2.21081 0.73694  9.3606 0.00182 **
Zone        1 0.68344 0.68344  8.6810 0.01223 *
Traitement:Zone  3 0.28468 0.09489  1.2053 0.34972
Zone:Bloc     4 1.05993 0.26498  3.3658 0.04571 *
Residuals   12 0.94473 0.07873
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.23,"Traitement","Zone","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

```
Groups, Treatments and means
a      25cm*15cm      3.578333
a      25cm*10cm      3.468333
```

a	25cm*20cm	3.223333
b	25cm*25cm	2.788333

**Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$Rendement.calcule..t.ha., + list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.2521441 0.1950812 0.5666274 0.4145560
```

```
> duncan.test(LinearModel.23,"Zone","Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      3.433333
b      Bois-Lahot 3.095833
```

**Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$Rendement.calcule..t.ha., list(Zone=Dataset$Zone), sd, + na.rm=TRUE)
Zone
Bois-Lahot Lucas
0.5082851 0.3882673
```

**Rendement estimé à partir de ses composantes entre 25cm×25cm**

```
> duncan.test(LinearModel.12,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      2.91
a      Bois-Lahot 2.666667
```

**Rendement estimé à partir de ses composantes entre 25cm×20cm**

```
> duncan.test(LinearModel.14,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      3.58
a      Bois-Lahot 2.866667
```

**Rendement estimé à partir de ses composantes entre 25cm×15cm**

```
> duncan.test(LinearModel.15,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      3.676667
a      Bois-Lahot 3.48
```

**Rendement estimé à partir de ses composantes entre 25cm×10cm**

```
> duncan.test(LinearModel.16,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      3.566667
a      Bois-Lahot 3.37
```

**Rendement estimé à partir du carré de rendement à Bois-Lahot**

```
> LinearModel.1 <- lm(Rendement.mesure..t.ha. ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

**Analysis of Variance Table**

```
Response: Rendement.mesure..t.ha.
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 1.97723 0.65908 4.4675 0.05665 .
```

```
Bloc      2 1.02472 0.51236 3.4730 0.09955 .
Residuals 6 0.88515 0.14752
```

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.1,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	3.346667
a	25cm*10cm	3.206667
ab	25cm*20cm	2.633333
b	25cm*25cm	2.356667

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Rendement.mesure..t.ha., list(Traitement=Dataset$Traitement),+ sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm

0.3655589 0.3458805 0.6850061 0.4821134

### Rendement estimé à partir du carré de rendement à Lucas

```
> LinearModel.2 <- lm(Rendement.mesure..t.ha. ~ Traitement + Bloc, + data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

Response: Rendement.mesure..t.ha.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	1.20749	0.40250	4.0211	0.06941 .
Bloc	2	0.06782	0.03391	0.3388	0.72546
Residuals	6	0.60058	0.10010		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.2,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	3.556667
a	25cm*20cm	3.496667
a	25cm*10cm	3.4
b	25cm*25cm	2.763333

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Rendement.mesure..t.ha., list(Traitement=Dataset$Traitement),+ sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm

0.25357445 0.06658328 0.17616280 0.48418316

### Rendement estimé à partir du carré de rendement de l'ensemble

```
> LinearModel.3 <- lm(Rendement.mesure..t.ha. ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc
%in%Zone), data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

Response: Rendement.mesure..t.ha.

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	2.74643	0.91548	7.3941	0.004588 **
Zone	1	1.05002	1.05002	8.4808	0.013028 *
Traitement:Zone	3	0.43828	0.14609	1.1800	0.358325
Zone:Bloc	4	1.09253	0.27313	2.2060	0.129714

Residuals 12 1.48573 0.12381

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.3,"Traitement","Zone","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	3.451667
a	25cm*10cm	3.303333
a	25cm*20cm	3.065
b	25cm*25cm	2.56

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Rendement.mesure..t.ha., list(Traitement=Dataset$Traitement),+ sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.3006438	0.2507123	0.6509301	0.4861687

```
> duncan.test(LinearModel.3,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	3.304167
b	Bois-Lahot	2.885833

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$Rendement.mesure..t.ha., list(Zone=Dataset$Zone), sd, + na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot	Lucas
0.5944510	0.4129596

#### Rendement estimé à partir du carré de rendement entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.16,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	2.763333
a	Bois-Lahot	2.356667

#### Rendement estimé à partir du carré de rendement 25cm×20cm

```
> duncan.test(LinearModel.17,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	3.556667
a	Bois-Lahot	3.346667

#### Rendement estimé à partir du carré de rendement 25cm×10cm

```
> duncan.test(LinearModel.19,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	3.4
a	Bois-Lahot	3.206667

#### Biomasse graines à Bois-Lahot

```
> LinearModel.4 <- lm(MS.Graines ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

Response: MS.Graines

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	1.61903	0.53968	3.0858	0.1116
Bloc	2	0.78405	0.39202	2.2415	0.1875
Residuals	6	1.04935	0.17489		

```
> duncan.test(LinearModel.4,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

```
Groups, Treatments and means
a      25cm*15cm      3
ab     25cm*10cm     2.82
ab     25cm*20cm     2.32
b      25cm*25cm     2.09
```

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Graines, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.4243819 0.3218695 0.6408588 0.4714870
```

#### Biomasse graines à Lucas

```
> LinearModel.5 <- lm(MS.Graines ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: MS.Graines
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3 1.32630 0.44210  7.6665 0.0178 *
Bloc        2  0.06247 0.03123  0.5416 0.6078
Residuals   6  0.34600 0.05767
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.5,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
```

```
Groups, Treatments and means
a      25cm*20cm     3.213333
a      25cm*15cm     3.103333
a      25cm*10cm     3.033333
b      25cm*25cm     2.363333
```

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Graines, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.1767295 0.2003331 0.1484363 0.3329164
```

#### Biomasse graines de l'ensemble

```
> LinearModel.6 <- lm(MS.Graines ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc %in%Zone),
data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: MS.Graines
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3 2.37701 0.79234  6.8141 0.006203 **
Zone        1  0.82510 0.82510  7.0959 0.020646 *
Traitement:Zone  3 0.56831 0.18944  1.6292 0.234694
Zone:Bloc     4  0.84652 0.21163  1.8200 0.189845
```

Residuals 12 1.39535 0.11628

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.6,"Traitement","Zone","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	3.051667
a	25cm*10cm	2.926667
a	25cm*20cm	2.766667
b	25cm*25cm	2.226667

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Graines, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm\*10cm 25cm\*15cm 25cm\*20cm 25cm\*25cm  
0.3133475 0.2463669 0.6422668 0.3945462

```
> duncan.test(LinearModel.6,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	2.928333
b	Bois-Lahot	2.5575

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Graines, list(Zone=Dataset$Zone), sd, na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot Lucas  
0.5602293 0.3971222

#### Biomasse graines entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.24,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	2.363333
a	Bois-Lahot	2.09

#### Biomasse graines entre 25cm×20cm

```
> duncan.test(LinearModel.25,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	3.213333
a	Bois-Lahot	2.32

#### Biomasse graines entre 25cm×15cm

```
> duncan.test(LinearModel.26,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	3.103333
a	Bois-Lahot	3

#### Biomasse graines entre 25cm×10cm

```
> duncan.test(LinearModel.27,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	3.033333
---	-------	----------

a Bois-Lahot 2.82

### Biomasse feuilles à Bois-Lahot

```
> LinearModel.7 <- lm(MS.Feuilles ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

Response: MS.Feuilles

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	0.86767	0.289222	3.2992	0.09945 .
Bloc	2	0.39515	0.197575	2.2538	0.18619
Residuals	6	0.52598	0.087664		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.7,"Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	2.413333
ab	25cm*10cm	2.1
ab	25cm*20cm	2.07
b	25cm*25cm	1.656667

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Feuilles, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.08717798	0.40016663	0.47286362	0.26312228

### Biomasse feuilles à Lucas

```
> LinearModel.8 <- lm(MS.Feuilles ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

Response: MS.Feuilles

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	2.00509	0.66836	7.8426	0.01689 *
Bloc	2	0.32667	0.16333	1.9166	0.22719
Residuals	6	0.51133	0.08522		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.8,"Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	2.583333
a	25cm*20cm	2.506667
a	25cm*10cm	2.503333
b	25cm*25cm	1.59

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Feuilles, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.1761628	0.4178915	0.4012896	0.2286919

### Biomasse feuilles de l'ensemble

```
> LinearModel.9 <- lm(MS.Feuilles ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc %in%Zone),
data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

Response: MS.Feuilles

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	2.62641	0.87547	10.1277	0.001314 **
Zone	1	0.33370	0.33370	3.8604	0.073020 .
Traitement:Zone	3	0.24635	0.08212	0.9499	0.447400
Zone:Bloc	4	0.72182	0.18045	2.0875	0.145545
Residuals	12	1.03732	0.08644		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.9,"Traitement","Zone","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	2.498333
a	25cm*10cm	2.301667
a	25cm*20cm	2.288333
b	25cm*25cm	1.623333

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Feuilles, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.2534890	0.3775933	0.4594090	0.2234875

```
> duncan.test(LinearModel.9,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	2.295833
a	Bois-Lahot	2.06

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Feuilles, list(Zone=Dataset$Zone), sd, na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot	Lucas
0.4032594	0.5083924

### Biomasse feuilles entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.20,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Bois-Lahot	1.656667
a	Lucas	1.59

### Biomasse feuilles entre 25cm×20cm

```
> duncan.test(LinearModel.21,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	2.506667
a	Bois-Lahot	2.07

### Biomasse feuilles entre 25cm×15cm

```
> duncan.test(LinearModel.22,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	2.583333
a	Bois-Lahot	2.413333

### **Biomasse feuilles 25cm×10cm**

```
> duncan.test(LinearModel.23,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	2.503333
a	Bois-Lahot	2.1

### **Biomasse tiges à Bois-Lahot**

```
> LinearModel.10 <- lm(MS.tige ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

### **Analysis of Variance Table**

Response: MS.tige

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	1.13476	0.37825	4.2293	0.06303 .
Bloc	2	0.05932	0.02966	0.3316	0.73013
Residuals	6	0.53662	0.08944		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.10,"Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	2.15
ab	25cm*10cm	1.883333
ab	25cm*20cm	1.56
b	25cm*25cm	1.343333

### **Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$MS.tige, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.05131601	0.42154478	0.31240999	0.14153916

### **Biomasse tiges à Lucas**

```
> LinearModel.11 <- lm(MS.tige ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

### **Analysis of Variance Table**

Response: MS.tige

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	2.00109	0.66703	5.3186	0.03978 *
Bloc	2	0.24272	0.12136	0.9677	0.43227
Residuals	6	0.75248	0.12541		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.11,"Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	2.32
a	25cm*20cm	2.076667
a	25cm*10cm	1.943333

b 25cm\*25cm 1.223333

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.tige, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.3421013 0.4124318 0.4091862 0.2074448
```

#### Biomasse tiges de l'ensemble

```
> LinearModel.12 <- lm(MS.tige ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc + %in%Zone),
data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

Response: MS.tige

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	2.81235	0.93745	8.7266	0.002416 **
Zone	1	0.14727	0.14727	1.3709	0.264387
Traitement:Zone	3	0.32350	0.10783	1.0038	0.424656
Zone:Bloc	4	0.30203	0.07551	0.7029	0.604892
Residuals	12	1.28910	0.10742		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.12,"Traitement","Zone","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	2.235
a	25cm*10cm	1.913333
a	25cm*20cm	1.818333
b	25cm*25cm	1.283333

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.tige, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.2212389 0.3844346 0.4313892 0.1718914
```

```
> duncan.test(LinearModel.12,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	1.890833
a	Bois-Lahot	1.734167

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.tige, list(Zone=Dataset$Zone), sd, na.rm=TRUE)
Zone
Bois-Lahot Lucas
0.3966555 0.5219101
```

#### Biomasse tiges entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.39,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Bois-Lahot	1.343333
a	Lucas	1.223333

### **Biomasse tiges entre 25cm×20cm**

```
> duncan.test(LinearModel.40,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      2.076667
a      Bois-Lahot  1.56
```

### **Biomasse tiges entre 25cm×15cm**

```
> duncan.test(LinearModel.41,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      2.32
a      Bois-Lahot  2.15
```

### **Biomasse tiges 25cm×10cm**

```
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas      1.943333
a      Bois-Lahot  1.883333
```

### **Biomasse racines à Bois-Lahot**

```
> LinearModel.13 <- lm(MS.Racine ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

### **Analysis of Variance Table**

```
Response: MS.Racine
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 0.140292 0.046764 990.294 1.790e-08 ***
Bloc       2 0.007317 0.003658  77.471 5.181e-05 ***
Residuals 6 0.000283 0.000047
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.13,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      25cm*10cm      0.75
b      25cm*15cm      0.7233333
c      25cm*20cm      0.5533333
d      25cm*25cm      0.4966667
```

### **Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$MS.Racine, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.03605551 0.02309401 0.03214550 0.03055050
```

### **Biomasse racines à Lucas**

```
> LinearModel.14 <- lm(MS.Racine ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

### **Analysis of Variance Table**

```
Response: MS.Racine
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 0.22480 0.074933 43.4396 0.0001834 ***
Bloc       2 0.00785 0.003925  2.2754 0.1839107
Residuals 6 0.01035 0.001725
---
```

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.14,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      25cm*10cm      0.8066667
a      25cm*15cm      0.8066667
b      25cm*20cm      0.6266667
c      25cm*25cm      0.48
```

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Racine, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.04163332 0.08082904 0.02081666 0.02000000
```

#### Biomasse racines de l'ensemble

```
> LinearModel.15 <- lm(MS.Racine ~ Traitement + Zone +(Traitement*Zone) +(Bloc %in% Zone),
data=Dataset)
```

#### Analysis of Variance Table

```
Response: MS.Racine
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement  3 0.35588 0.118626 133.8730 1.727e-09 ***
Zone        1 0.01450 0.014504  16.3683 0.001623 **
Traitement:Zone 3 0.00921 0.003071  3.4655 0.050931 .
Zone:Bloc    4 0.01517 0.003792  4.2790 0.022188 *
Residuals   12 0.01063 0.000886
---
```

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.15,"Traitement","Zone","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      25cm*10cm      0.7783333
a      25cm*15cm      0.765
b      25cm*20cm      0.59
c      25cm*25cm      0.4883333
```

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Racine, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.04665476 0.07007139 0.04690416 0.02483277
```

```
> duncan.test(LinearModel.15,"Zone","Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas          0.68
b      Bois-Lahot     0.6308333
```

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.Racine, list(Zone=Dataset$Zone), sd, na.rm=TRUE)
Zone
Bois-Lahot Lucas
0.1159513 0.1486301
```

### **Biomasse racines entre 25cm×25cm**

```
> duncan.test(LinearModel.28,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Bois-Lahot      0.4966667
a      Lucas           0.48
```

### **Biomasse racines entre 25cm×20cm**

```
> duncan.test(LinearModel.29,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas           0.6266667
a      Bois-Lahot     0.5533333
```

### **Biomasse racines entre 25cm×15cm**

```
> duncan.test(LinearModel.30,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas           0.8066667
a      Bois-Lahot     0.7233333
```

### **Biomasse racines 25cm×10cm**

```
> duncan.test(LinearModel.31,"Localite","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      Lucas           0.8066667
a      Bois-Lahot     0.75
```

### **Biomasse totale à Bois-Lahot**

```
> LinearModel.16 <- lm(MS.totale ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

### **Analysis of Variance Table**

```
Response: MS.totale
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
Traitement 3 12.6515  4.2172  6.8547 0.02296 *
Bloc       2  3.2331  1.6165  2.6276 0.15150
Residuals  6  3.6913  0.6152
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> duncan.test(LinearModel.16,"Traitement","Bloc")
Means with the same letter are not significantly different.
Groups, Treatments and means
a      25cm*15cm      8.29
ab     25cm*10cm     7.556667
bc     25cm*20cm     6.503333
c      25cm*25cm     5.586667
```

### **Calcul d'écart-type**

```
> tapply(Dataset$MS.totale, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
Traitement
25cm*10cm 25cm*15cm 25cm*20cm 25cm*25cm
0.4654389 1.1058481 1.2379957 0.7000238
```

### **Biomasse totale à Lucas**

```
> LinearModel.17 <- lm(MS.totale ~ Traitement + Bloc, data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

Response: MS.totale

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	18.6723	6.2241	10.329	0.00875 **
Bloc	2	1.4270	0.7135	1.184	0.36862
Residuals	6	3.6155	0.6026		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.17,"Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	8.81
a	25cm*20cm	8.42
a	25cm*10cm	8.29
b	25cm*25cm	5.66

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.totale, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.6075360	0.9584884	0.8432675	0.7227033

### Biomasse totale de l'ensemble

```
> LinearModel.18 <- lm(MS.totale ~ Traitement + Traitement +(Traitement*Zone) +(Bloc %in%Zone), data=Dataset)
```

### Analysis of Variance Table

Response: MS.totale

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
Traitement	3	28.5658	9.5219	15.6157	0.0001915 ***
Zone	1	3.9612	3.9612	6.4963	0.0255231 *
Traitement:Zone	3	2.7915	0.9305	1.5260	0.2582511
Zone:Bloc	4	4.6636	1.1659	1.9121	0.1731060
Residuals	12	7.3172	0.6098		

---

Signif. codes: 0 '\*\*\*' 0.001 '\*\*' 0.01 '\*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> duncan.test(LinearModel.18,"Traitement","Zone","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	25cm*15cm	8.549267
ab	25cm*10cm	7.921947
b	25cm*20cm	7.460667
c	25cm*25cm	5.621067

### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.totale, list(Traitement=Dataset$Traitement), sd, + na.rm=TRUE)
```

Traitement

25cm*10cm	25cm*15cm	25cm*20cm	25cm*25cm
0.6310163	0.9699618	1.4150351	0.6366924

```
> duncan.test(LinearModel.18,"Zone","Traitement","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	7.7945
b	Bois-Lahot	6.981973

#### Calcul d'écart-type

```
> tapply(Dataset$MS.totale, list(Zone=Dataset$Zone), sd, na.rm=TRUE)
```

Zone

Bois-Lahot	Lucas
1.334629	1.469217

#### Biomasse totale entre 25cm×25cm

```
> duncan.test(LinearModel.32,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	5.66
a	Bois-Lahot	5.586667

#### Biomasse totale entre 25cm×20cm

```
> duncan.test(LinearModel.33,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	8.42
a	Bois-Lahot	6.503333

#### Biomasse totale entre 25cm×15cm

```
> duncan.test(LinearModel.37,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	8.81
a	Bois-Lahot	8.29

#### Biomasse totale 25cm×10cm

```
> duncan.test(LinearModel.38,"Localite","Bloc")
```

Means with the same letter are not significantly different.

Groups, Treatments and means

a	Lucas	8.29
a	Bois-Lahot	7.556667

## ANNEXE D. Coordonnées géographiques des essais

Nom	Date de repiquage	Localisation			
		Localité	Latitude (N)	Longitude (W)	Altitude (m)
Essai 1 (E1)	02-11-2013	Bois-Lahot	19°08'43.8''	72°29'11.3''	34
Essai 2 (E2)	04-11-2013	Bois-Lahot	19°08'47.1''	72°29'12.5''	34
Essai 3 (E3)	14-11-2013	Lucas	19°08'16.2''	72°29'18.7''	36

## ANNEXE E. Quelques vues de parcelles enherbées

A



B



Figure 7. Vue d'une parcelle à Bois-Lahot<sub>1</sub> à 30 jours après repiquage en A et à 48 jours en B



Figure 8. Vue Lucas à 27 jours après repiquage



Figure 9. *Heteranthera reniformis* à Bois-Lahot<sub>1</sub>



Figure 10. *Marsilea minuta* à Lucas



Figure 11. *Eleocharis filiculmis* a Bois-Lahot<sub>2</sub>