



Université d'Etat d'Haïti

UEH

Campus Henry Christophe de Limonade

CHCL

Faculté des Sciences Agronomiques, Halieutiques et Agro-alimentaires

FSAHA

Option : Agro-Économie et Développement Durable

AEDD

Essai d'adaptation de trois variétés de riz (*Oryza sativa*) sous l'effet de trois densités de plantation dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA

Travail de Fin d'Etudes

Réalisé par l'étudiant Baselais **SAINT-LOUIS**

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur-Agronome

Promotion : 2017-2023

Conseillers scientifiques : Nixon **PIERRE** Ing.-Agr., M.Sc. & Emmanuel **JEAN-LOUIS** Ing.-Agr., M.Sc.

Novembre 2025

Ce mémoire intitulé :

Essai d'adaptation de trois variétés de riz (*Oryza sativa*) sous l'effet de trois densités de plantation dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA

a été vu et approuvé par le jury composé de :

Prénom et Nom	Fonction	Signature	Date
Weldenson DORVIL Ing.-Agr., PhD	Président	_____	_____
Andrus Maurice LOUISSAINT Ing.-Agr., M.Sc	Membre	_____	_____
Nixon PIERRE Ing.-Agr., M.Sc	Conseiller scientifique	_____	_____
Emmanuel JEAN-LOUIS Ing.-Agr., M.Sc	Conseiller scientifique	_____	_____

DEDICACES

Je dédie ce mémoire à :

- ✓ mes sœurs et frères : Milouse **SAINT-LOUIS**, Cherlourde **SAINT-LOUIS**, Saint-Martin **SAINT-LOUIS**, Fisnel **SAINT-LOUIS** ;
- ✓ mes cousines et cousins : Sylmise **SAINT-JUSTE**, Annette **SAINT-JUSTE**, Ysemène **JOSEPH**, Paulna **DAVILMAR**, Claudien **SAINT-JUSTE**, Misson **SAINT-JUSTE**, Anderstand **DAVILMAR**, Bricely **DAVILMAR** ;
- ✓ mon amie Jose-Mane Marcelin **JOSEPH** ;
- ✓ tous mes camarades de la promotion Davidson **DEZIUS** (2017-2022).

Remerciements

Je suis reconnaissant envers l'architecte de l'univers pour l'amour, la force et la santé qu'il m'a accordés tout au long de ce travail de fin d'étude.

Je remercie bien particulièrement mes conseillers scientifiques, professeur Nixon **PIERRE** et professeur Emmanuel **JEAN-LOUIS** pour leurs appuis et conseils dans la réalisation de ce mémoire.

Je remercie l'agronome Geffrard **SEANCE** pour ses conseils lors de la mise en place du dispositif expérimental sur le terrain.

D'une façon très spéciale, je remercie les agronomes de ma promotion plus particulièrement : Ronaldo **JEAN**; Rolinx **CELESTIN**; Imlin **RENAUD**, Chednelson **DESIR**; Jessica **BIEN-AIME** et Djefsson **CELESTIN** pour leurs supports dans les travaux de terrain et la collecte de données.

Je remercie le corps professoral de la Faculté des Sciences Agronomiques Halieutiques et Agro-alimentaires pour leur contribution dans ma formation, tout spécialement ceux de l'Agroéconomie et Développement Durable.

Je tiens à remercier les institutions donatrices, KANSAS UNIVERSITY, USAID d'avoir financé mon stage de mémoire de fin d'étude et j'en profite tout particulièrement pour remercier l'Etat Haïtien d'avoir financé mes études universitaires.

Mes remerciements vont aussi aux responsables du projet HAUP-CEMARCH au Campus Henry Christophe de Limonade : Président Hérissé **GUIRAND**, Vice-président Claudel **NOEL** et Doyen Weldenson **DORVIL**, pour leurs appuis techniques et le sens des responsabilités qu'ils manifestent tout au long de ce travail.

Enfin, je remercie toutes les personnes qui m'ont accordés leur temps et leurs énergies dans le cadre de la réalisation de ce travail de fin d'étude.

RESUME

En Haïti, le manque de production de riz pour répondre aux besoins des consommateurs reste un défi. De ce fait, ce travail a pour objectif de contribuer à l'amélioration de la production de riz dans le pays en étudiant le comportement de trois variétés de riz dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA. C'est dans cet objectif que durant la période allant de février à août 2024, un essai a été réalisé à Limonade plus précisément au Parc technologique du CHCL, en vue d'étudier le comportement de trois variétés de riz sous l'effet de trois densités de repiquage dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA. L'expérience, conduite selon un dispositif en blocs factoriels, a pris en compte deux facteurs : la variété et la densité. Trois variétés de riz ont été utilisées comme premier facteur, et trois densités d'espacement (25 cm × 25 cm, 15cm × 25 cm et 10 cm × 25 cm) comme second facteur, avec trois répétitions par traitement. Donc l'ensemble des unités expérimentales est de 27. Les données collectées pour l'ensemble des 27 parcelles étudiées comme la hauteur, la précocité, les bioagresseurs, les maladies et les composantes du rendement ont fait l'objet de mesure au cours de cette étude. Les résultats ont montré que les variétés TCS10 et Jaragua ont atteint de manière significative une hauteur plus élevée par rapport la variété M8 soient respectivement une hauteur moyenne de 95,66 cm, 90,46cm et 81,18 cm. Dans ce cas, l'analyse de la variance n'a montré aucun effet significatif des densités sur la hauteur. En ce qui concerne la précocité, les meilleures performances ont été obtenues avec la variété TCS10 (soit 110,97±0,34 jours à la floraison et 132,95±0,30 jours à la récolte) et les densités 15cmX25cm et 10cmX25cm (soit 127±40 jours à la floraison et 149,33±0,35 jours à la récolte). Pour l'incidence des maladies(Helminthosporiose), elle a été plus élevée pour les variétés Jaragua (9.22% pour 40 jours après repiquage et 98.67% pour 80 jours après repiquage) et M8 (16.68% pour 40 jours après repiquage et 99.60% pour 80 jours après repiquage). Par contre, l'incidence des bioagresseurs (punaises) a été plus élevée pour les variétés Jaragua et M8, avec 100% et 100% respectivement. En revanche, elle n'était que de 3.83% pour la variété TCS10. En terme de rendement, les meilleures performances ont été trouvées avec la variété TCS10 (soit 3.35 T/ha pour le rendement réel) et la densité 15cmX25cm (soit 8,46 T/ha pour le rendement calculé).

Mots clés : système rizicole intensif, système rizicole amélioré, ravageurs, maladie, rendement.

ABSTRACT

In Haiti, the insufficient domestic rice production to meet consumer demand remains a major challenge. Therefore, this study aims to contribute to improving rice production in the country by assessing the performance of three rice varieties under the soil and climatic conditions of the FSAHA farm. To achieve this objective, from February to August 2024, an experiment was conducted in Limonade, specifically at the CHCL Technological Park, to study the behavior of three rice varieties under the effect of three transplanting densities in the pedoclimatic conditions of the FSAHA farm.

The experiment was conducted using a factorial block design, considering two factors: variety and planting density. Three rice varieties were used as the first factor, and three spacing densities (25 cm × 25 cm, 15 cm × 25 cm, and 10 cm × 25 cm) as the second factor, with three replications per treatment, resulting in a total of 27 experimental units. Data collected from all 27 plots—including plant height, earliness, pest and disease incidence, and yield components—were measured throughout the study.

The results showed that the varieties **TCS10** and **Jaragua** reached significantly greater heights compared to the **M8** variety, with average heights of 95.66 cm, 90.46 cm, and 81.18 cm, respectively. The analysis of variance revealed no significant effect of planting density on plant height. Regarding earliness, the best performance was observed with the **TCS10** variety (110.97 ± 0.34 days to flowering and 132.95 ± 0.30 days to harvest) and with the 15 cm × 25 cm and 10 cm × 25 cm densities (127 ± 0.40 days to flowering and 149.33 ± 0.35 days to harvest).

For disease incidence (*Helminthosporium*), the highest rates were recorded for **Jaragua** (9.22% at 40 days after transplanting and 98.67% at 80 days) and **M8** (16.68% at 40 days and 99.60% at 80 days). In contrast, pest incidence (rice bugs) was higher in **Jaragua** and **M8** (100% for both) and much lower in **TCS10** (3.83%).

In terms of yield, the best performances were obtained with the **TCS10** variety (3.35 t/ha for actual yield) and the 15 cm × 25 cm density (8.46 t/ha for calculated yield).

Keywords: System of Rice Intensification, improved rice system, pests, disease, yield.

TABLE DES MATIERES

Dédicaces	ii
Remerciements	iii
Résumé	iv
TABLE DES MATIERES.....	vi
Liste des tableaux	xi
Liste des annexes	xii
Sigles et abréviations	xiii
1 Introduction générale.....	1
1.1 Généralité	1
1.2 Problématique et justification.....	2
1.3 Question de recherche	4
1.4 Objectifs	4
1.4.1 Objectif général	4
1.4.2 Objectifs spécifiques	4
1.5 Hypothèse de travail.....	5
1.6 L'intérêt de l'étude.....	5
1.7 Limites de l'étude	5
2 Revue de littérature	6
2.1 Historique et généralité de la culture de riz	6
2.2 Situation de la production de riz en Haiti.....	6
2.3 Niveau de rendement et Volumes de production atteints en riziculture en Haïti.....	7
2.4 Principales zones de production de riz en Haïti	7
2.5 Quelques travaux de recherche menés sur le riz en Haiti	7
2.6 Biologie du riz.....	8
2.7 Description botanique	9

2.7.1	Organes végétatifs	9
2.7.2	Les organes reproducteurs	9
2.8	Le cycle végétatif	9
2.9	Ecologie du riz	10
2.9.1	Température	10
2.9.2	Radiation solaire.....	10
2.9.3	Vent	10
2.9.4	L'humidité	11
2.9.5	Le sol	11
2.10	Besoin du riz en éléments fertilisants.....	11
2.11	Système de riziculture	11
2.11.1	Système de riziculture traditionnel(SRT)	12
2.11.2	Système de riziculture intensif	12
2.11.3	Système de riziculture amélioré (SRA)	13
2.12	Rendement du riz et volume de production	13
2.13	Les principaux ravageurs du riz et leur incidence	13
2.13.1	Grillon Taupe ou Courtilière du riz	14
2.13.2	Cicadelle brune et cicadelle à dos blanc	14
2.13.3	Punaise du paddy/Punaise du riz	14
2.14	Les principales maladies du riz.....	15
2.14.1	Maladies fongiques du riz.....	15
2.14.2	Maladies bactériennes du riz.....	15
2.14.3	Maladies virales	15
3	Matériels et méthodes	16
3.1	Situation géographique du site d'étude	16
3.1.1	Climat	17
3.1.2	Relief	18

3.1.3	Végétation.....	18
3.1.4	Sol.....	19
3.1.5	Hydrographie	19
3.2	Matériel biologique	19
3.3	Matériel chimique	20
3.4	Autres matériels	20
3.5	Description du dispositif expérimental	21
3.6	Description de l'essai.....	24
3.6.1	Préparation de semence, pépinière et son entretien	24
3.6.2	Préparation du sol.....	24
3.6.3	Repiquage	24
3.6.4	Entretien des parcelles	25
3.6.5	Récolte	25
3.7	Variables mesurées au cours de l'expérience	26
3.7.1	Collecte des données	26
3.7.2	Traitement et analyse des données	28
4	RÉSULTATS ET DISCUSSION	29
4.1	resultats	29
4.1.1	Présentation de la variable de croissance(Hauteur)	29
4.1.2	Précocité	30
4.1.3	Incidence de l'Helminthosporiose.....	32
4.1.4	Incidence des punaises(<i>Leptocorisa acuta</i>) et oiseaux	34
4.1.5	Nombre de talle par touffe	35
4.1.6	Nombre de panicules par touffe	35
4.1.7	Nombre de grains par panicule.....	36
4.1.8	Nombre de grains vides par panicule.....	37
4.1.9	Poids moyen de 1000 grains	37

4.1.10	Rendement réel.....	38
4.1.11	Rendement calculé	39
4.2	Discussion	40
5	Conclusion et recommandation	43
5.1	Conclusion	43
5.2	Recommandations	43
6	Reference bibliographique.....	45
7	Reference webographique	48
Annexes.....		A

Liste des figures

Figure 1: Localisation du site d'étude	16
Figure 2: Pluviométrie moyenne de la commune de Limonade	17
Figure 3: Température moyenne de la commune de Limonade	18
Figure 4: Croquis du dispositif expérimental	23

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:Caractéristiques des variétés	20
Tableau 2:matériels et outils utilisés lors de l'expérimentation	21
Tableau 3:Hauteur des plantes de riz	29
Tableau 4: Nombre de Jours a la Floraison (NJF) des variétés	30
Tableau 5: Nombre de Jours a la Floraison des densités.....	31
Tableau 6: Nombre de Jours à la Maturité (NJM) des variétés	31
Tableau 7: Nombre de Jours à la maturité des densités	32
Tableau 8: Incidence maladie au 40 et 80 jours après repiquage(JAR)	33
Tableau 9: Incidence des punaises(P.) et des oiseaux (O.).....	34
Tableau 10: Nombre de talles par touffe	35
Tableau 11: Nombre de panicules par touffe.....	36
Tableau 12: Nombre de grains par panicule	36
Tableau 13: Nombre de grains vides par panicule(NGV)	37
Tableau 14: Poids moyen 1000 grains	38
Tableau 15: Rendement réel	38
Tableau 16: Rendement calculé	39

LISTE DES ANNEXES

Annexe 1: Photo prise lors du trempage du riz.....	A
Annexe 2: Photo prise lors de la mise en serviette pour la prégermination	A
Annexe 3: Photo prise après la mise au trou pour la prégermination	A
Annexe 4: préparation de sol pour la pépinière	B
Annexe 5: Paillage	B
Annexe 6: Pépinière 12 jours après la levée.....	B
Annexe 7: Photo prise au repiquage du riz.....	C
Annexe 8: Photo prise 5 jours après repiquage	C
Annexe 9: Photo prise au labo du CHCL lors de la mesure de la quantité d’engrais à appliquer..	C
Annexe 10: Photo prise lors d'un desherbage manuel.....	D
Annexe 11: Photo d'une prise de données sur le terrain.....	D
Annexe 12: Photo d'une punaise en pleine action.....	E
Annexe 13: Photo de la maladie fongique.....	E
Annexe 14: Photo prise lors du séchage.....	F
Annexe 15: Photo prise lors d'une pesée	F

SIGLES ET ABREVIATIONS

ATS : Association Tefy-Saina

CEMARCH: Center for Mitigation, Adaptation, and Resilience to Climate-change in Haiti

CIC: Conseil International des Céréales

CNGIS: Centre Nationale d'Informations Géo spatiales

CNSA: Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire

CTA: Centre Technique Agricole

ENEPA: Enquête Nationale d'Estimation de la Production Agricole

FAO: Organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture

FAOSTAT: Food and Agriculture Organization Statistics

FEWS NET: Système d'Alerte Précoce contre la Famine

GOPR: Gestion pour l'Organisation des Productivités Rizicoles

IHSI: Institut haïtien de statistique et d'informatique

IICA: Institut Interaméricain de Coopération pour l'Agriculture

JICA: Japan International Cooperation Agency

MARNDR: Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural

MESE: Mission d'Expertise et de Suivi des Épandages

PAS: Programme d'Ajustement Structurel

PDC: Plan de Développement Communal

PIB: Produit Intérieur Brut

SOCODEVI: Société de Coopération pour le Développement International

SRA: Système Rizicole Amélioré

SRI: Système Rizicole Intensif

SRT: Système Rizicole Traditionnel

T/ha : Tonne à l'hectare

TM: Tonne Métrique

URER: Unité Régionale d'Expansion Rurale

1 INTRODUCTION GENERALE

1.1 Généralité

Le riz constitue un aliment essentiel pour l'humanité et que la survie d'une grande partie de la population mondiale repose sur cette céréale. C'est l'une des céréales les plus appréciées pour ses caractéristiques organoleptiques (Bolivar, 2000). La production en grain ainsi que les surfaces consacrées à sa culture place le riz au 2ème rang mondial des céréales avec 654.1 MT après le blé avec 750.6MT (FAOSTAT, 2015).

Le riz (*Oryza sativa*) constitue un aliment essentiel pour l'humanité et que la survie d'une grande partie de la population mondiale repose sur cette céréale. Il entre dans l'alimentation de plus de 2.7 milliards de personnes et constitue, après le Blé (*Triticum aestivum L. subsps. aestivum*), la deuxième céréale la plus cultivée dans le monde (FAO, 2004).

La culture de riz est particulièrement répandue dans les pays asiatiques, dont l'Inde, la Chine, le Bangladesh, le Vietnam et le Sri Lanka (Dabal, 2014). Le rendement moyen mondial se situe autour de 4.4 t/ha (Ibid.). Le riz est aussi cultivé dans de nombreux pays du continent américain incluant les Etats-Unis d'Amérique, le Brésil, l'Argentine, le Chili, Cuba, la République Dominicaine, Haïti, etc. La Chine constitue le plus grand producteur mondial de cette denrée avec un rendement moyen équivalant à près du double de celui de l'Inde, soit 6.5 t/ha contre 3.4 t/ha pour cette dernière (Karki, 2010).

En Haïti, le riz s'est progressivement substitué aux autres céréales (maïs, sorgho) et aux racines, tubercules et plantain dans la diète alimentaire. Ce phénomène a commencé à la fin des années 1990, époque où le pays, en vertu de ses accords avec le Fonds Monétaire International en 1994, fut contraint d'adhérer aux principes de la libéralisation du commerce international. Cette libéralisation, condition expresse d'octroi de l'aide économique, s'est exprimée à travers la réduction, voire dans certains cas la suppression des tarifs douaniers. Appliquée sans aucune mesure d'accompagnement, elle eut pour effet pervers de contribuer à l'enrichissement d'une micro-élite commerciale, qui avec l'appui des banques, exerce sur le secteur un monopole indiscuté. Suite à cette politique d'ouverture des marchés, Haïti est aujourd'hui après le Mexique et le Japon, le troisième importateur du riz américain (CNSA, 2010). Donc, les prix des principales marques importées sur le marché haïtien (Tchaco, Mega, lucky) fluctuent au rythme du marché

américain tout en maintenant généralement, le taux de change aidant, une tendance à la hausse. Une étude de la Coordination Nationale de la Sécurité Alimentaire a indiqué en 2010, une corrélation de 91% entre les prix des deux pays, de sorte que toute variation des prix aux USA est transmise presque intégralement au marché haïtien (Ibid.). Du coup, l'urbanisation, l'aide alimentaire consécutive aux catastrophes naturelles, les préjugés nourris contre des produits comme le maïs (*Zea mays*), la patate douce (*Ipomoea batatas*), l'arbre véritable (*Artocarpus altilis*), considérés comme nourriture des pauvres, ont contribué à changer les habitudes de consommation des haïtiens. Le riz est donc devenu, par la force des choses, le plat principal de l'haïtien.

1.2 Problématique et justification

En raison de la croissance continue de la population, particulièrement entre 1983 et 2003, période durant laquelle la population urbaine a augmenté à un rythme de 4,7% contre 1% en zone rural, la production rizicole s'impose aujourd'hui comme l'une des principales préoccupations des acteurs du secteur agricole en Haïti (IHSI, 2006). En effet, la riziculture nationale fait face à plusieurs difficultés, notamment : la faiblesse des rendements, qui décourage les producteurs ; la faible compétitivité face au riz importé ; et l'absence de programmes incitatifs visant à améliorer facteurs de productivité, tant dans la riziculture en particulier que dans le secteur agricole en général (Bayard, 2007).

L'agriculture haïtienne fait face à des problèmes multiples, à la fois internes et externes. En interne, la faiblesse de l'organisation sociale, l'absence d'épargne paysanne et le manque de technologies freinent la productivité (Beaucejour, 2016). À cela s'ajoutent en externe les effets de la mondialisation, notamment le néolibéralisme, les Programmes d'Ajustement Structurel et l'aide alimentaire, qui fragilisent encore davantage le secteur (Ibid.). Le faible investissement en infrastructures rurales et la mauvaise gestion des ressources naturelles accentuent la dépendance du pays aux importations de céréales.

Autrefois, les rizières en Haïti couvraient une superficie estimée à 38 000 hectares (CJ-Consultants, 2012). La vallée de l'Artibonite, avec ses 28 000 hectares irrigués, en représentait à elle seule près de 80 % (FAO, 2005). Outre cette région rizicole, le pays dispose de plusieurs périmètres irrigués secondaires répartis à travers le territoire, notamment dans la plaine de Maribahoux et Ferrier (Nord-Est), à Grison-Garde, à Saint-Raphaël (Nord), ainsi que dans la plaine

d'Abraham (Nippes) (MARNDR, 2015). Mais avec la conjoncture d'insécurité galopante où les gangs armés contrôlent certaines zones de production rizicole depuis quelques années, il est évident que les données précitées sur la superficie totale des rizières soient modifiées à la baisse.

En effet, la production de riz dans le pays ne cesse de diminuer. Elle est passée de 129 000 tonnes métriques en 1990 à 102 000 tonnes métriques en 2005 avec des pics de 160 000 tonnes métriques en 1997 et 130 000 tonnes métrique en 2000 (Bayard, 2007). En considérant la période de 1991-1995, l'estimation du niveau moyen de la production a été de 112 000 tonnes métriques (Ibid.). Une progression a été constatée entre 1996-2000 avec une moyenne annuelle de 127 264 tonnes métriques (Bayard, 2007). Une diminution a été observée entre 2001 et 2004 soit une moyenne annuelle de 105 100 tonnes métriques (Ibid.). Les raisons de cette diminution incluent le manque de semences de qualité et de fertilisants, le manque d'entretien des infrastructures agricoles, des précipitations en dessous de la moyenne, sans oublier l'insécurité et la hausse du prix des engrais qui empêchent les agriculteurs de cultiver leurs terres normalement (MESE, 2018 ; FAO, 2008).

Cependant la consommation nationale en riz s'est progressivement substituée aux autres céréales (maïs, sorgho) et aux racines, tubercules et plantain dans la diète alimentaire. Il représente aujourd'hui environ 20% des aliments de base consommés (production locale et importations confondues) contre moins de 10% il y a une vingtaine d'années (CJ-Consultants, 2012). Selon Dimanche(2018), la consommation en riz de 1986 à 2012 a plus que multiplié par 2. Elle est estimée à environ de 24 kg/an par personne en 1986, à 42 kg/an en 2000 et à 50 kg en 2012. Selon Chalmers(2014) cité par Dimanche(2018), la demande totale pour sa part est estimée à 520 660 TM. Le reste des besoins est assuré en grande partie par le riz importé des États-Unis qui couvre près de 90 pour cent du marché des importations de riz en Haïti (Reuters, 2024).

L'importation est souvent envisagée comme une solution pour répondre à l'insuffisance de riz disponible pour la consommation, car la production nationale ne couvre qu'environ 16% des besoins il y a un bon nombre d'année (Bayard, 2007). Etant donné que depuis 1995, la taxe sur le riz s'est passée de 50 % à 3 %, alors qu'elle est de 38 % dans toute la Caraïbe (Gilbert, 2012), l'importation paraît la plus simple comme solution. Cependant, la baisse continue de la production de riz du pays ne fait qu'augmenter la cherté de la vie.

La riziculture occupe une place stratégique dans l'alimentation et l'économie haïtiennes, mais elle fait face à de multiples contraintes liées à la faible productivité, au manque de variétés adaptées et à la dégradation des sols. Dans ce contexte, l'introduction et l'évaluation de nouvelles variétés constituent une piste importante pour améliorer les rendements et réduire la dépendance vis-à-vis des importations. C'est dans cette perspective qu'il est envisagé de réaliser un essai d'adaptation de trois variétés de riz (*Oryza sativa*) dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA, afin d'observer et de comparer le comportement des variétés TCS10, Jaragua et M8. Cet essai permettra de fournir des données scientifiques utiles pour orienter les choix variétaux et soutenir les producteurs dans leurs pratiques culturales.

1.3 Question de recherche

À partir des éléments susmentionnés, survient la question suivante :

Quel est effet de la densité de repiquage sur la croissance et le rendement des différentes variétés dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA ?

1.4 Objectifs

Les objectifs de ce travail se subdivisent en un objectif général et des objectifs spécifiques.

1.4.1 Objectif général

Ce travail a pour objectif général de contribuer à l'amélioration de la production de riz dans le pays en étudiant le comportement de trois variétés de riz dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA.

1.4.2 Objectifs spécifiques

Plus spécifiquement, il vise à:

- ✓ étudier le comportement de trois variétés de riz dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA ;
- ✓ sélectionner les meilleures combinaisons de variétés et de densités de repiquages favorables à l'amélioration de la production de riz ;
- ✓ étudier l'influence de la distance de repiquage sur la croissance et les composantes de rendement
- ✓ observer l'incidence des maladies et des ravageurs

1.5 Hypothèse de travail

La variété TCS10, comme étant la plus cultivée dans le Nord (MARNDR, 2015), ses performances techniques sont meilleures avec la densité de repiquage 25cmX25cm comparativement aux autres variétés et densités testées dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA.

1.6 L'intérêt de l'étude

Cette étude vise à contribuer à l'élargissement de la littérature scientifique sur la riziculture haïtienne notamment dans la commune de Limonade. A notre connaissance c'est la première expérimentation sur le riz dans la commune, car aucun document sur le riz n'a été trouvé. Donc l'étude serait la première à étudier l'adaptation de plusieurs variétés de riz les conditions pédoclimatiques de la commune notamment dans la ferme de la FSAHA. En outre, les résultats de l'étude vont être utiles pour les institutions privées ainsi que celles de l'Etat ou tout autre acteur voulant œuvrer sur la culture de riz dans la zone. Enfin, les meilleures combinaisons peuvent aider les agriculteurs à améliorer leur production via la vulgarisation dans la zone.

1.7 Limites de l'étude

Au regard des objectifs visés, cette étude peut être considérée comme parfaitement aboutie. Parmi les limites les plus pertinentes, on peut citer l'absence d'analyse, ce qui aurait permis de connaître les éléments déjà disponible afin de mieux orienter. De plus, en ce qui concerne l'irrigation, il n'a pas été possible de mesurer la pluviométrie.

2 REVUE DE LITTÉRATURE

La revue de littérature présente et évalue la documentation sur un sujet dans le but de le situer par rapport aux recherches antérieures ou à l'information existante.

2.1 Historique et généralité de la culture de riz

Les premières traces de la culture du riz remontent à environ 6000 à 3000 ans avant J.-C. sur le continent asiatique (Gourou, 1984 cité par Lorre, 2017). La culture du riz a débuté avec la domestication de plusieurs espèces principalement *Zizania latifolia*. Cependant, *Oryza sativa* est rapidement devenue l'espèce la plus cultivée en raison de ses caractéristiques culturelles plus accommodantes. Bien que le continent asiatique soit celui où l'on trouve les traces de culture les plus anciennes, la culture du riz se développe simultanément en Afrique et en Amérique du Nord au cours du Néolithique. Parmi ces trois continents agricoles, seule *Oryza sativa* (le riz asiatique) s'est répandue grâce au commerce, aux modifications géopolitiques, mais aussi à sa relative facilité de culture. En effet, cette espèce offre des rendements plus élevés et permet plus facilement des croisements, ce qui peut la rendre d'autant plus productive (Ibid.)

Le riz *Oryza sativa* arriva en Europe au VIIe siècle après J.-C. avec les Arabes. Quant à l'Afrique, où le riz *Oryza glaberrima* était cultivé, il fallut attendre le VIIe siècle pour que les Arabes y introduisent le riz *Oryza sativa*. Cependant, concernant son introduction sur le continent américain, l'histoire raconte qu'à la suite d'une tempête, un bateau en provenance de Madagascar, chargé de semences de Golden Seed Rice (du type *Oryza sativa*), fit naufrage dans la baie de Charleston, aux États-Unis. Lorsque les habitants accueillirent les naufragés, le capitaine, en partant, jugea bon de partager la semence avec eux (Lorre, 2017). Ainsi, dit-on, le riz asiatique arriva en Amérique en 1694 (Lorre, 2017).

2.2 Situation de la production de riz en Haïti

La production de riz en Haïti remonte à environ 200 ans, durant la conquête européenne, notamment sous l'influence des pratiques du commerce triangulaire entre l'Afrique, l'Europe et l'Amérique vers la fin du 16e siècle (Joseph, 2013 cité par Jacquelin, 2023). Cependant, avant les années 1980, le riz était principalement consommé comme plat du dimanche et lors d'occasions spéciales, car le maïs et le millet constituaient des sources de glucides moins chères que le riz (Tim Josling, Wesny Chaperon, Joel Le Turioner, 2017). Il est important de rappeler qu'à cette époque, Haïti était autosuffisante en riz, un aliment de base (Ibid.). Actuellement, le riz est devenu l'aliment

de base de la population haïtienne et représente 20 % des aliments consommés (SOCODEVI, 2010).

2.3 Niveau de rendement et Volumes de production atteints en riziculture en Haïti

En Haïti, la production de riz s'étend généralement sur toute l'année, notamment dans le département de l'Artibonite, où il existe trois campagnes agricoles (ENEPA, 2014). Cependant, dans les zones au climat de mousson (six mois de pluie et six mois de sécheresse), la production du riz se fait durant une seule saison (Ibid.). Selon le rapport du Famine Early Warning Systems Network, la demande de riz était de 662 648 tonnes métriques, tandis que la production nationale atteignait 148 352 tonnes, ce qui représentait un faible pourcentage de la consommation annuelle. Ainsi, avec une superficie totale de production évaluée à 38 000 ha au niveau national (MARNDP, 2016), c'est l'importation qui permet de combler le manque de riz afin de satisfaire une demande en constante augmentation.

Les producteurs utilisent plusieurs variétés de riz dans les zones de production haïtienne. On trouve généralement des variétés telles que : TCS-10, M8, Malaika, Sheila, Prosequisa, Prosequisa 4, Boga, 1861, Leonard et Juma (CJ-Consultants, 2012). En ce qui concerne le rendement, il est varié de 3,54 tonnes pour le SRT à 4,86 tonnes pour le SRI (Joseph, 2013).

2.4 Principales zones de production de riz en Haïti

Selon Dimanche(2018), les principales zones de production offrent deux grandes saisons culturales. Dans le département de l'Artibonite, la saison pluvieuse s'étend du mois de mai à octobre et la saison sèche s'étale de décembre à avril. Dans les autres départements, les saisons culturales diffèrent quelque peu. Par exemple, dans le département des Nippes, la première saison va de février à juillet, la deuxième d'août à décembre alors que dans celui du Nord, le riz est cultivé respectivement sur les périodes de mars à juin et de juillet à novembre. Dans le département du Sud la première saison va de juillet à novembre et la seconde de janvier à juin.

2.5 Quelques travaux de recherche menés sur le riz en Haïti

L'Oxfam America (OA) à travers son « Projet de soutien au développement du Système de Riziculture Intensif (SRI) » en collaboration avec le Centre de Formation Lévêque (CFL) et le Rezo Asosyasyon Koperativ pou Komès ak Pwodiksyon Agrikòl Ba Atibonit (RAKPABA) sous la supervision de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire (FAMV) a établi des parcelles d'expérimentation du SRI dans diverses communes de la vallée de l'Artibonite

notamment Marchand Dessalines et Petite rivière de l'Artibonite (Cirilus, 2021). Le travail visait à comparer les deux systèmes tant sur le point agronomique qu'économique en vue de faire une description des principaux aspects techniques de la culture du riz dans les zones. En conséquence les résultats de l'étude prouvent qu'il existe des différences significatives pour le rendement entre les deux systèmes de culture. Pour le Système Riziculture Traditionnel (SRT) un rendement de 3,54 TM/ha était trouvé tandis que pour le Système Riziculture Intensif (SRI) un rendement de 4,86TM/ha était trouvé (Joseph, 2013). Il y a également l'étude réalisée par Emmanuel Jean-Louis comparant le SRT et SRI dans les localités de Deguêpe, Delonye, Kasol et Nan Pos, commune de Petite Rivière de l'Artibonite. Il a obtenu un rendement moyen de 4.17 t/ha pour le SRI et 3.87 t/ha pour le SRT. En outre, selon Rousseau (2014), dans une étude comparative du SRI au SRT menée en 2011 dans la Vallée de l'Artibonite par la FAMV en collaboration avec OA, il est observé que dans les conditions de riziculture de la Vallée, les rendements de la variété « Shéla » ont varié de 2.02 t/ha pour le SRT à 2.82 t/ha pour le SRI. 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). 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). Enfin, il y a l'essai mené par Benjamin sur l'effet de la distance de repiquage sur le contrôle des mauvaises herbes et les performances agronomiques du riz à Petite Rivière de l'Artibonite.

2.6 Biologie du riz

Le riz est une céréale appartenant au genre *Oryza*, à la tribu des *Oryzeae* et à la famille des Poaceae. On rencontre généralement deux espèces de riz :

- ***Oryza glaberrima***, qui trouve son origine sur le continent africain ;
- ***Oryza sativa***, d'origine asiatique, qui se subdivise en sous-espèces Japonica et Indica.

Le riz est l'une des cultures pouvant être cultivées dans un climat tropical ou tempéré. Lorsqu'il se trouve dans des conditions favorables, la semence de riz se gonfle dès qu'elle a absorbé environ 20 % de son poids en eau, et l'apparition des racines adventives se produit 5 à 6 jours après

(Angladette, 1996 cité par Joseph, 2013). Selon Lacharme (2001) cité par Benjamin (2015), le riz se développe avec une température optimale située entre 30 et 35 degrés Celsius, tandis que le zéro de germination se situe entre 14 et 16 degrés Celsius. Le riz fait partie des cultures de jour court. Il se développe sur des sols ayant un pH allant de 3,5 à plus de 8, mais une légère acidité est plus favorable (Tescar, 2001 cité par Benjamin, 2015). Il peut être cultivé dans différents types de sols, tels que : « sols argileux ou argilo-limoneux à sous-sol argileux ou argilo-limoneux imperméables, ou des sols limoneux à sous-sol plus ou moins imperméable » (Ibid.)

2.7 Description botanique

La plante comprend plusieurs parties bien distinctes qui assurent son existence en tant que véritable organisme. Pour le riz, on distingue plusieurs organes que l'on peut regrouper en organes végétatifs et organes reproducteurs.

2.7.1 Organes végétatifs

Les organes végétatifs qui servent à l'entretien vital de la plante comprennent l'ensemble des racines, des tiges, des talles et des feuilles. Les racines, qui sont près de deux mille (2 000) par touffe, fixent la plante au sol et représentent le principal organe d'absorption. Les talles, qui sont des tiges secondaires, tertiaires ou autres, dérivent directement de la tige principale au niveau des nœuds (ATS, 2006, cité par Joseph, 2013). Selon Angladette (1996, cité par Joseph, 2016), le SRI engendre un rendement plus élevé que le SRT, car le SRI favorise le développement d'un plus grand nombre de talles au niveau de la plante, ce qui pourrait entraîner un rendement supérieur à celui du système traditionnel.

2.7.2 Les organes reproducteurs

Ce sont des organes destinés à assurer la reproduction et la descendance de la plante. Parmi ces organes, on trouve la panicule, l'épillet, la fleur et le grain (ou paddy). La panicule est un élément primordial pour la description et la reconnaissance d'une variété. La présence de ces organes constitue une phase critique de la plante qui peut influencer considérablement le rendement.

2.8 Le cycle végétatif

Du point de vue agronomique, le cycle végétatif du riz comprend trois phases : la phase végétative, la phase reproductive et la phase de maturation.

Phase végétative : C'est la période allant de la germination, en passant par l'émergence, jusqu'à l'initiation paniculaire (formation de l'ébauche de panicule). À ce moment, le tallage est vigoureux et le nombre de tiges augmente (JICA, 2021).

Phase reproductive : C'est la période allant de l'initiation paniculaire, en passant par la floraison, jusqu'à l'épiaison. Cette période comprend la phase de différenciation paniculaire, la phase d'initiation paniculaire, la méiose, le gonflement et la phase d'épiaison/floraison (Ibid.).

Phase de maturation : C'est la période allant de l'épiaison, en passant par la floraison, jusqu'à la maturation. La floraison, la pollinisation et la maturation font partie de cette phase (Ibid.).

2.9 Ecologie du riz

Tout au long de son cycle de vie, plusieurs facteurs complexes conditionnent le développement du riz. Parmi ces facteurs, on trouve le climat et les conditions édaphiques, tels que la température, l'humidité, la radiation solaire, la photopériode, les vents et le sol, qui contrôlent le développement de la plante (LAMY, 2011 cité par Joseph, 2013). Cependant, ces conditions peuvent varier en fonction de l'espèce (ANGLADETTE, 1996 cité par Joseph, 2013).

2.9.1 Température

La température de l'air nécessaire à la culture du riz dépend des étapes de développement de cette dernière. Au moment de la germination, la plante a besoin d'une température optimale comprise entre 30 °C à 35 °C. Pour le tallage et la floraison, la plante a besoin d'une température comprise entre 27 °C à 30 °C. Arrivée à maturité, la plante a besoin d'une température optimale de 25 °C (Ahmadi et *al.*, 2012).

2.9.2 Radiation solaire

La lumière joue un rôle important dans la culture du riz car cette dernière est une plante exigeante en lumière (Ahmadi et *al.*, 2012). Elle augmente le nombre de talles et de panicules (Arraudeau, 1998). Pour les variétés de cycle cultural compris entre 120-130 jours, 1000 à 1200 heures de radiations solaires sont considérées comme standard pour avoir un rendement maximum, le minimum est de 400 heures de soleil (Ahmadi et *al.*, 2012).

2.9.3 Vent

Les effets du vent sont plutôt mécaniques et peuvent avoir des impacts positifs ou négatifs sur la plante dépendamment de son intensité. Léger, il a un effet favorable en accélérant la transpiration

de la plante (Ahmadi et *al.*, 2012). Cependant, si son intensité est élevée, il peut causer d'importants dégâts surtout au cours de la floraison. Il peut aussi arracher les jeunes plants, provoquer la verse, baisser la fertilité et réduire le rendement (Arraudeau, 1998).

2.9.4 L'humidité

Il y a deux sources d'eau dans les champs de riz. Elles proviennent soit de la pluie soit de l'eau apportée par les irrigations (Arraudeau, 1998). Les besoins en eau de la culture du riz dépendent de l'écosystème dans lequel elle est cultivée. En culture sèche, il faut 160 à 300 mm par mois pendant toute la durée du cycle soit 1000 à 1800 mm pour tout le cycle. En culture irriguée, il faut 12000 à 20000 m³/ha pour maintenir le sol submergé durant le cycle cultural (Ahmadi et *al.*, 2012). Il est à noter que les phases d'initiation paniculaire, de floraison et de récolte sont sensibles à l'eau.

2.9.5 Le sol

Le riz est une culture adaptable qui peut être cultivée sur une large gamme de sols, allant des sols sableux aux sols fortement argileux. Il tolère également une large amplitude de pH, variant de moins 4 à plus 8 (Arraudeau, 1998).

2.10 Besoin du riz en éléments fertilisants

La fertilisation n'est autre qu'une opération qui consiste à incorporer des engrais inorganiques et biologiques dans le sol afin d'optimiser la productivité des cultures. Généralement, les sols en culture pluviale stricte présentent des carences en éléments tels que l'azote, le phosphore et le potassium, car ceux-ci ne sont souvent pas disponibles (FAO, 2013, cité par DOUZE, 2021). En effet, pour répondre aux besoins en éléments nutritifs des plantes, il est nécessaire de les apporter si l'on veut obtenir de bons rendements. Toutefois, pour que les plantes puissent utiliser ces éléments nutritifs, ceux-ci doivent être sous forme ionique, comme les ions nitrates (NO₃⁻), les ions phosphates (P₂O₄⁻), et les ions potassium (K₂O⁻).

2.11 Système de riziculture

En fonction du régime hydrique, on distingue cinq systèmes de production de riz : le riz bas-fond pluvial, le riz d'eau profonde, le riz lagunaire, le riz pluvial strict et le riz irrigué. Cependant, le système dominant en Haïti, notamment dans la vallée de l'Artibonite, est le riz irrigué. En outre, selon la méthode de culture du riz dans une rizière, on distingue le système de riziculture traditionnel (SRT), le système de riziculture intensive (SRI) et le système de riziculture améliorée (SRA).

2.11.1 Système de riziculture traditionnel(SRT)

D'après Gédéon (2008), la culture du riz a commencé dans la Vallée de l'Artibonite avec l'époque coloniale mais cela a pris une extension vers les années 1954 avec l'intégration de nouvelles variétés et la création l'Organisme de Développement de la Vallée de l'Artibonite (ODVA). La production rizicole traditionnelle si longtemps que cela date, se pratique à travers la riziculture irriguée retrouvée dans toutes les zones de la vallée et la riziculture inondée qui se fait dans les bas-fonds, des dépressions où il y a présence du marécage tel Maribahoux. Selon Sapeur (2008) cité par Joseph (2013), pour obtenir un rendement de 3,5 T/ha, les agriculteurs utilisent une quantité d'engrais de manière inappropriée, ce qui les empêche d'atteindre le potentiel de rendement du riz. C'est pourquoi les chercheurs ont cherché des alternatives au système traditionnel pratiqué dans le pays depuis longtemps. Dans cette perspective, l'expérimentation d'un nouveau système, appelé Système Rizicole Intensif, a été réalisée dans la vallée de l'Artibonite pour remédier aux faibles productivités du riz dans le pays.

2.11.2 Système de riziculture intensif

Le Système de Riziculture Intensif (SRI), développé à Madagascar en 1983 par le père Henry de Laulanié, fait partie de ces méthodes culturelles innovantes permettant d'améliorer considérablement les rendements sans recourir à l'achat d'intrants souvent onéreux et difficilement accessibles aux petits paysans. Avec un bon entretien des plants et quelques aménagements du terrain et de l'eau, les rendements peuvent s'élever jusqu'à quatre (4), six (6), huit (8), et même jusqu'à dix (10) tonnes à l'hectare (Jean-Louis, 2013). Par le SRI on arrive à démontrer le succès d'une méthode importante qui peut aider les plants de riz à réaliser leur pleine potentialité. Si les plants de riz sont étalés et ne sont pas serrés ensemble, ils ont beaucoup plus d'espace pour grandir. Il se distingue du système rizicole traditionnel par un repiquage des plants beaucoup plus jeunes (10-15 jours), du nombre de pied par poquet (1pied par poquet), de l'écartement entre les pieds (25 cm X 25 cm) (USAID E-ATP et IICEM, 2007). Lorsque le riz a plus d'espace pour se développer, leurs racines deviennent plus fortes et aptes à puiser les nutriments du sol ce qui favorise une augmentation du potentiel de production de la plante ce qui constitue l'objectif mère de la riziculture. Par le biais de la méthode SRI, on peut avoir de 50 à 100 talles au moyen d'un seul plant. Donc, il est important de respecter au moins une distance de 25cmX25cm entre les

plants (Uphoff et ATS, s.d.). Des paysans, Malgaches, ont obtenu des grains aussi nombreux que 400 avec un seul plant fertile (ATS, 2006).

2.11.3 Système de riziculture amélioré (SRA)

Le système de riziculture amélioré, mis au point à Madagascar en 1962 par des agronomes et des techniciens des structures telles que la Gestion pour l'Organisation des Productivités Rizicoles (GOPR) et l'Unité Régionale d'Expansion Rurale (URER), fait partie des solutions adoptées par le ministre de l'agriculture malgache pour résoudre l'insuffisance alimentaire et réduire l'importation de riz, en réponse à la baisse de tonnage de la production rizicole et à la démographie galopante à cette époque (RAZAFIMAHEFA, 2003). Ce système repose sur les principes suivants: maîtrise de l'eau dans la parcelle ; fertilisation de la pépinière avec des engrais minéraux ; fertilisation organique (20 t/ha) et minérale (NPK 11-22-16 à raison de 300 kg/ha et urée ou sulfate d'ammonium à 60 kg/ha) ; repiquage de 2 à 3 brins de jeunes plants ; repiquage en ligne avec un écartement de 20 x 20 cm sur les lignes ; sarclage fréquent de 2 à 3 fois jusqu'à la montaison avec une houe rotative (Ibid.). Cependant, quelque fois un écartement plus petit produit beaucoup plus de riz quoique les plants soient probablement plus proches de 20 cm X 20 cm ou 25 cm X 14 cm (Uphoff et ATS, s.d.).

2.12 Rendement du riz et volume de production

Selon GEDUR S.A (2009), le rendement moyen du riz dans le monde est de 3,90 tonnes/ha. Cependant, ce rendement peut atteindre jusqu'à 9,50 tonnes/ha avec un bon système d'irrigation, comme c'est le cas en Australie, où le rendement atteint 9,5 tonnes/ha sans mécanisation poussée. Selon Jean-Louis (2013), le rendement obtenu à l'Artibonite est de 4,17 tonnes/ha en système rizicole intensif et de 3,87 tonnes/ha en système rizicole traditionnel.

2.13 Les principaux ravageurs du riz et leur incidence

Les ravageurs sont des insectes, des arachnides, des mollusques et d'autres organismes qui nuisent à la culture du riz en attaquant les plants, les tiges, les racines ou les graines. (Wopereis et *al.*, 2008 cité par Joseph, 2013). Les attaques causées par ces organismes favorisent l'émergence de certaines maladies sur les plantes, entraînant ainsi des pertes importantes en termes de rendement. Voici quelques-uns des ravageurs les plus courants du riz : Grillon Taupe ou Courtilière Orientale,

Papillon Pilote(Lépidoptère), Pyrale Jaune du Riz, Cicadelle Brune et Cicadelle à dos blanc, Punaise du Paddy.

2.13.1 Grillon Taupe ou Courtilière du riz

Les grillons taupes scientifiquement appelés *Gryllotalpa orientalis* sont présents dans tous les ou le riz est cultivé. Ils sont trouvés habituellement dans des terriers le long des diguettes ou bien ils s'abritent dans les plates-bandes des pépinières pendant le jour (AVANSE, 2019). Dans les parcelles de riz irrigué, ils peuvent être observés en nageant dans l'eau (Ibid.). Les grillons causent les dommages suivants dans les champs : perte de végétation, plantules coupées à la base, mauvaise croissance des plantules et racines endommagées (AVANSE, 2019). Cependant pour prévenir et gérer l'attaque du Grillon taupe, il faut : utiliser des variétés modernes dotées de systèmes racinaires fibreux longs et denses, inonder les champs de riz pendant 3 à 4 jours, niveler les pour un meilleur contrôle de l'eau ce qui permettra de limiter les invasions, pulvériser avec du neem et utiliser des ennemis naturels tels les guêpes, les scarabéidés(Ibid.).

2.13.2 Cicadelle brune et cicadelle à dos blanc

La cicadelle brune et celle à dos blanc respectivement de nom scientifique *Nilaparvatar lugens* et *Sogatella furcifera* préfèrent les environnements de riz pluvial et de riz irrigué. Mais elles sont rares en montagne (AVANSE, 2019). Le riz à semis direct est plus sujet aux dégâts que le riz repiqué. Les symptômes de leurs dommages aux champs sont : une infestation massive fait que les feuilles deviennent initialement jaune orangé avant de devenir brunes et sèches, leur alimentation produit du miellat et une moisissure noire à la base des plantes. Pour prévenir et gérer leur attaque, il est important de : planter des variétés résistantes ou tolérantes dans les zones exposées aux cicadelles, éviter de planter les plants de riz trop près les uns des autres soit avec un espacement de 20cmx20cm et pratiquer alternativement l'inondation et le ressuyage de la parcelle de riz dans les rizières (AVANSE, 2019).

2.13.3 Punaise du paddy/Punaise du riz

Ces punaises (*Leptocorisa oratorius* et *Leptocorisa acuta*) sont communes sur le riz pluvial des hautes terres et le riz irrigué des basses terres. Les infestations sont les plus marquées au début de la saison des pluies (AVANSE, 2019). Elles sont diurne (s'alimentent pendant le jour) mais surtout actives tôt le matin et tard dans l'après-midi et se nourrissent surtout de grains laitieux. Elles se

manifestent par: les nymphes et les adultes suçant la sève de grains individuels qui sont au stade laiteux, taches noires sur les grains au site de ponction alimentaire, de panicules dépourvues de grains murs en cas de forte infestation, l'aspiration de la sève laiteuse provoquant des grains mal remplis ou partiellement remplis et constitués de paille. Pour prévenir et gérer leur attaque, il faut: garder les champs et les diguettes exempts de mauvaises herbes et de graminées, pulvériser une solution de savon aromatique pour expulser les punaises etc...

2.14 Les principales maladies du riz

Les maladies affectant le riz sont nombreuses et peuvent être causées par des bactéries, des champignons ou des virus.

2.14.1 Maladies fongiques du riz

Les maladies fongiques du riz au niveau mondial sont nombreuses. Cependant, en Haïti, elles comprennent surtout la pyriculariose, l'helminthosporiose, le curvulariose et la pourriture des gaines (MARNDR, 2017).

2.14.2 Maladies bactériennes du riz

Le riz peut être attaqué par des bactéries. Les maladies bactériennes sont nombreuses, mais celles des stries bactériennes encore appelées Bactérioses des stries translucide en sont l'exemple typique. Elles est causées par une bactérie appelée *Xanthomonas oryzae* (Ahmadi et al., 2012 cité par Joseph, 2013). Elles provoquent des rayures inter veineuses étroites, verdâtre foncé, imbibées d'eau, de différentes longueurs, sur les limbes des feuilles. Les lésions s'agrandissent et virent au jaune orangé (AVANSE, 2019).

2.14.3 Maladies virales

Plusieurs maladies virales peuvent provoquer la perte de riz. Les principales maladies virales du riz incluent le virus « tungro », la hoja blanca et le nanisme herbacé (Page et Grume, 2014 cité par Joseph). Mais la plus rencontrée en Haïti est le Tungro. C'est une maladie virale du riz transmise d'une plante à une autre par les cicadelles qui se nourrissent de plantes infectées (AVANSE, 2019).

3 MATERIELS ET METHODES

La méthodologie est l'ensemble structuré des étapes, techniques et moyens utilisés pour concevoir, conduire, observer et analyser une expérimentation scientifique. Cette partie prend en compte également l'ensemble des matériels utilisés pour réaliser les travaux.

3.1 Situation géographique du site d'étude

Cette étude est réalisée sur la ferme de la Faculté des Sciences Agronomiques, Halieutiques et Agroalimentaires (FSAHA) de l'Université D'Etat d'Haïti située dans la région de Limonade plus précisément dans la troisième section communale Roucou. Les coordonnées du site expérimental sont les suivantes : N 19°37'22.40616'' LAT et W 72°1'3.190683'' LON et 35 m a.s.l. La commune de Limonade est subdivisée en trois sections communales, Basse plaine, Bois de Lance et Roucou. Également, elle possède un quartier, Bord de mer de Limonade qui relève de la section communale de Basse plaine. Du point de vue géographique cette ville côtière est bornée au Nord par l'océan atlantique, au sud par les communes de Sainte-Suzanne et de Trou-du-Nord et à l'Ouest par les communes de la grande rivière du Nord et de Quartier Morin (IHSI, 2012). La figure 1 illustre la localisation du site d'étude.

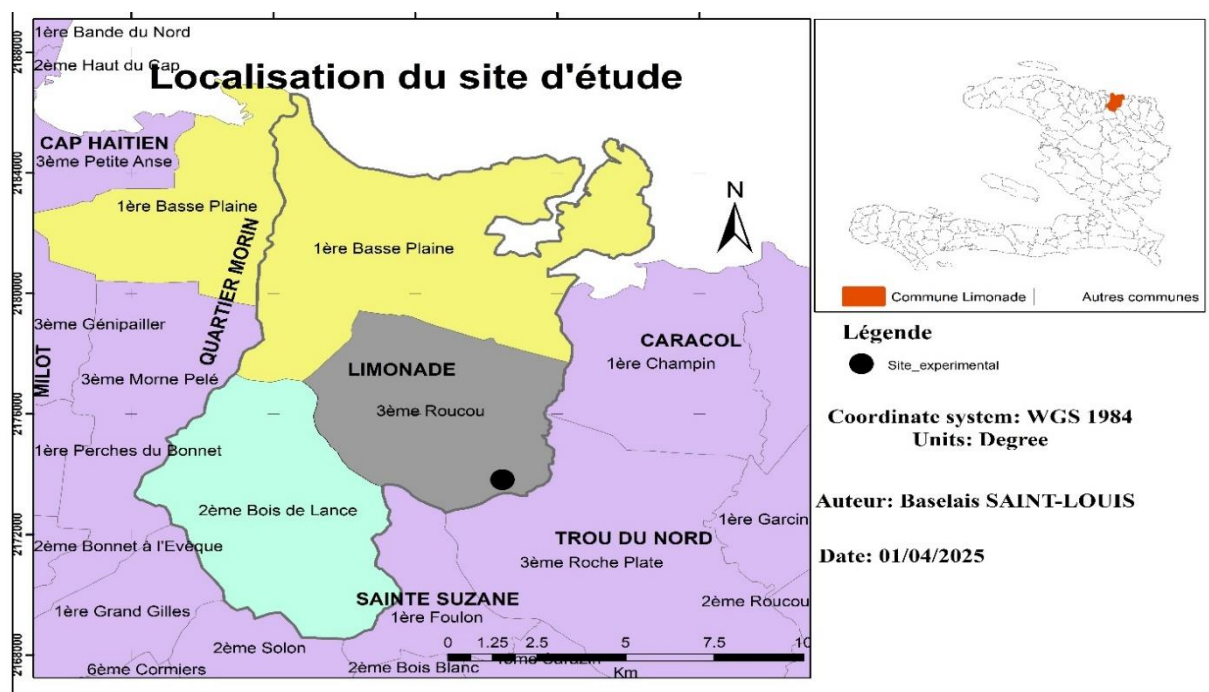


Figure 1: Localisation du site d'étude

3.1.1 Climat

Le climat de la commune de Limonade est de type tropical sec. La pluviométrie annuelle oscille entre 500 et 1500 mm chaque année, avec des variations importantes d'une année à l'autre en termes de régime et d'intensité (voir la figure 2). On note deux saisons de pluies : la première entre mars et mai (période des Alizés), la seconde plus marquée entre août et novembre comme le montre la figure ci-après. La période sèche a généralement lieu au mois de décembre avec une pluviométrie de 22.2 mm. C'est donc le mois le plus sec de l'année. Alors que le mois novembre est le mois le plus pluvieux avec des précipitations de 95.3 mm. La figure 2 illustre la pluviométrie annuelle de la commune de Limonade.

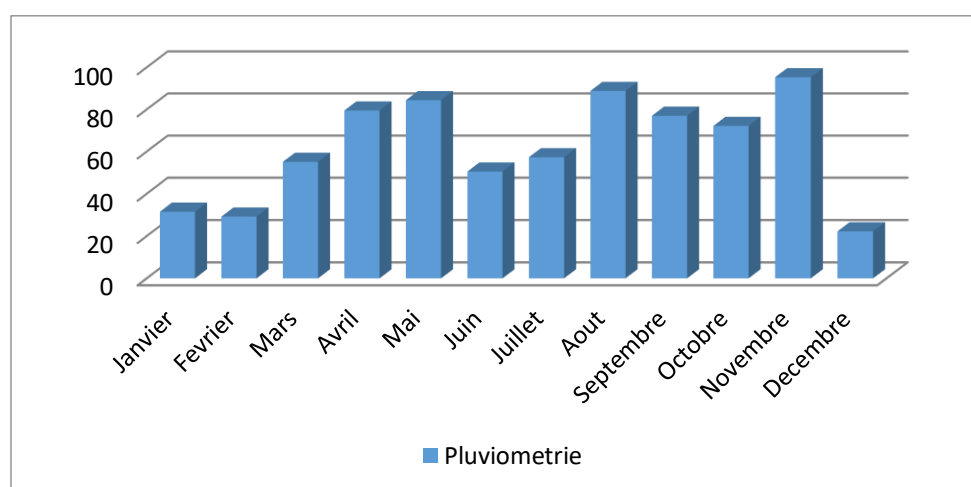


Figure 2: Pluviométrie moyenne de la commune de Limonade

Sources : [http : // https://www.google.com/search?client=opera&q=Planificateur.a-contresens.net](https://www.google.com/search?client=opera&q=Planificateur.a-contresens.net)

La température moyenne annuelle de Limonade est de 29.1°C. Le maximum de température est de 30.7 °C et est observé au mois de juillet. La plus faible température de la zone est de 27.5°C et est observée au mois de janvier. La figure 3 présente la température moyenne annuelle de la commune de Limonade.

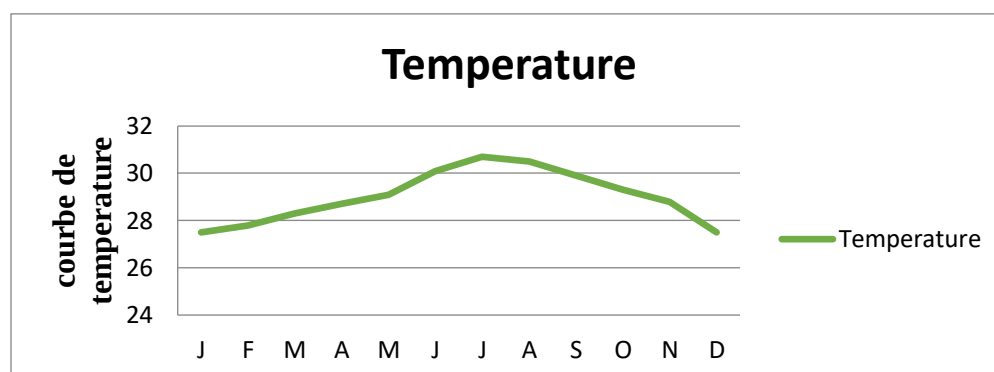


Figure 3: Température moyenne de la commune de Limonade

Sources : <https://www.google.com/search?client=opera&q=Planificateur.a-contresens.net>

3.1.2 Relief

Le relief de la commune de Limonade est peu accidenté. Commune côtière, elle s'enfonce profondément dans les terres et son relief dominant est la plaine (plus de 80% de sa superficie totale). En effet, le quartier de Bord de Mer de Limonade, le centre-ville et la 1ère section présentent totalement une géomorphologie de plaine, avec seulement 3% de pentes faibles. La 2ème section et la 3ème section sont constituées elles aussi majoritairement de plaines agricoles sèches. Cependant des montagnes humides s'élèvent à la limite des communes adjacentes de Grande Rivière du Nord, de Trou du Nord et de Sainte Suzanne. On peut citer notamment les mornes Garata, Ganganzine, Punaise et Bellevue (PDC, 2019) .

3.1.3 Végétation

La végétation est différente dans les trois systèmes .D'une part, dans le système intensif ce sont les herbacées qui sont dominantes puis viennent les cultures mises en place comme : le maïs, le vigna et l'arachide. Cependant dans le système agroforestier on observe différents strates : les herbacées, les arbustes et les arbres. D'abord, les herbacées principalement l'herbe éléphant fut cultivé par le projet Chemonics ces dernières années pour l'alimentation des animaux durant les périodes de soudure, ils représentent approximativement 30 % de la végétation,... Ensuite, les arbustes essentiellement représentés par de plantes xérophiiles telles que le campêche (*Haematoxylon campechianum*) et le bayahonde (*Prosopis Juliflora*), ils représentent quant à eux environ 20 % de la végétation. Enfin, les arbres principalement de type feuillu (*Mangifera indica*,

acajou, *Delonix regia*), occupent environ 50 %. D'autre part, le système jachère permanent est dominé jusqu'à environ 80% par le bayahonde (*Prosopis Juliflora*).

Etant donné que les sols de la ferme sont majoritairement couverts, cette couverture ralentit effectivement les facteurs pouvant entraîner la dégradation des sols.

3.1.4 Sol

Dans la plaine de la commune de limonade les sols sont pratiquement de grande plasticité qui nécessite des méthodes d'exploitation bien soutenues afin de trouver de meilleurs résultats dans les cultures. La bande frontalière à la mangrove est hydro morphe ; ces sols s'y prêtent à la riziculture et des cultures des saisonnées à forte productivité. Les sols du bord de mer de Limonade sont constitués par les alluvions déposées par la Grande Rivière du nord. Des incursions marines ont remanié les alluvions, étant par endroit des sédiments argileux qui s'imbriquent de façon complexe entre les dépôts sableux. La zone est globalement sableuse et à des aptitudes à la culture des bananiers. Au Nord, les sols reçoivent une avance des eaux de mer. (PDC, 2019)

Les sols de la ferme de la Faculté d'Agronomie de Limonade sont profonds, avec une pente faible ou négligeable. Visiblement, et à partir des tests sur le terrain, ils présentent une dominance en argile donc une infiltration moins importante par rapport au sable, ce qui empêche l'infiltration des eaux de pluie en profondeur.

3.1.5 Hydrographie

Avec des précipitations annuelles variant en moyenne autour de 1385 mm, la commune de Limonade possède un potentiel hydrographique très riche. Ce réseau est composé principalement de deux rivières qui affichent un débit continu pendant presque toute l'année : celle de grande rivière du Nord et celle de la petite rivière de Limonade. Il comprend aussi une dizaine de puits (ordinaires et artésiens), une quarantaine de pompes à bras et une station de pompage d'eau potable au centre-ville. Il est complété par environ quatorze (14) sources et treize (13) lagons. Par ailleurs, les ressources en eau souterraine sont considérables (PDC, 2019).

3.2 Matériel biologique

Le matériel végétal est constitué de trois variétés de riz dont les caractéristiques se trouvent dans le tableau 1. Les variétés qui ont été utilisées au cours de l'expérience sont la TCS10 qui est une variété très cultivée dans le nord, Jaragua et M8. Les semences de ces variétés ont été procurées à la Faculté des Sciences Agronomiques, Halieutiques et Agro-alimentaires(FSAHA). Par contre la boutique où les semences ont été procurées préalablement par les responsables de la FSAHA n'a

pas été révélée. Le tableau 1 présente les caractéristiques des différentes variétés de riz mise en essai.

Tableau 1:Caractéristiques des variétés

Caractéristiques	Variétés		
	TCS10	Jaragua	M8
Origine	Taiwan	République Dominicaine	Colombie
Cycle en jours	120-130	115	120
Hauteur en cm	106-120	80	
Couleur grain		Jaune pale	
Nombre de grains	188	95	
Poids moyen 1000 grains	26.77	21.2	
Rendement en t/ha	6.7-7.5	3-6	7.5

Sources : MARNDR, 2012

3.3 Matériel chimique

Dans l'expérience, des engrais chimiques de formule 20-20-10 et 46-0-0 ont été utilisés. L'utilisation de 0,015Kg d'Urée a été faite pour les 27 unités expérimentales à la phase de végétative. Alors qu'une quantité de 0,015 Kg d'engrais ternaire a été utilisée à la phase reproductive.

3.4 Autres matériels

L'ensemble des matériels et outils utilisés pour la réalisation du travail depuis la conception jusqu'à la fin de l'expérimentation se trouve dans le tableau 2.

Tableau 2:matériels et outils utilisés lors de l'expérimentation

Machettes	Pour le dessouchage et la préparation des piquets
Ruban métrique, piquets, ficelles	Pour mesurer et délimiter la parcelle, les unités expérimentales et prendre la hauteur des plantes
Houes	Pour le labourage, le binage et la canalisation
Râteau	Pour le nivelage
Entonnoirs, roses	Pour l'arrosage
Plaquettes	Pour la numérotation des blocs et l'identification des unités expérimentales
Couteau chinois	Pour la récolte
Balance électronique de marque OHAUS de précision 0.1g et de capacité de 500g	Pour peser les échantillons
Samsung Galaxy, Camera arrière (triple) : 50 MP+5 MP+ 2 MP	Pour la prise des photos au cours de l'expérience
Plume, cahier	Pour la prise des données
Ordinateur	Pour le traitement des données et la rédaction du document
Humidimètre de marque Farmex MT-16	Pour la mesure du taux d'humidité
Serviette	Pour la pré-germination

3.5 Description du dispositif expérimental

Pour la réalisation de cette expérimentation, le dispositif en factoriel bloc s'est réalisé. . Les deux (2) facteurs considérés sont : le facteur densité et le facteur variétal (variétés). . Pour les variétés, on a considéré trois (3) densités telles 160 000 plants/ha, 266 666 plants/ha et 400 000 plants/ha avec respectivement les distances de repiquage suivantes : 25cmX25cm (d1), 15cmX25cm (d2), 10cmX25cm (d3).Trois blocs contenant chacun neuf parcelles élémentaires se sont constitués. Donc un total de 27 unités expérimentales (UE) étaient mises en place.

Chaque UE avait une longueur de 1 m et une largeur de 1,5 m espacé de 0.5 m de chaque côté, soit une superficie de 1,5 m²/UE. En tenant compte des bordures et des espaces inter-parcellaires,

le dispositif a pour dimensions 14 m de longueur et 8.50 m de largeur, soit une superficie totale de 119m². D'où les traitements T1 : V1d1 ; T2 : V1d2 ; T3 : V1d3 ; T4 : V2d1 ; T5 : V2d2 ; T6 : V2d3 ; T7 : V3d1 ; T8 : V3d2 ; T9 : V3d3. Dans la figure 4 se présente le croquis du dispositif expérimental.

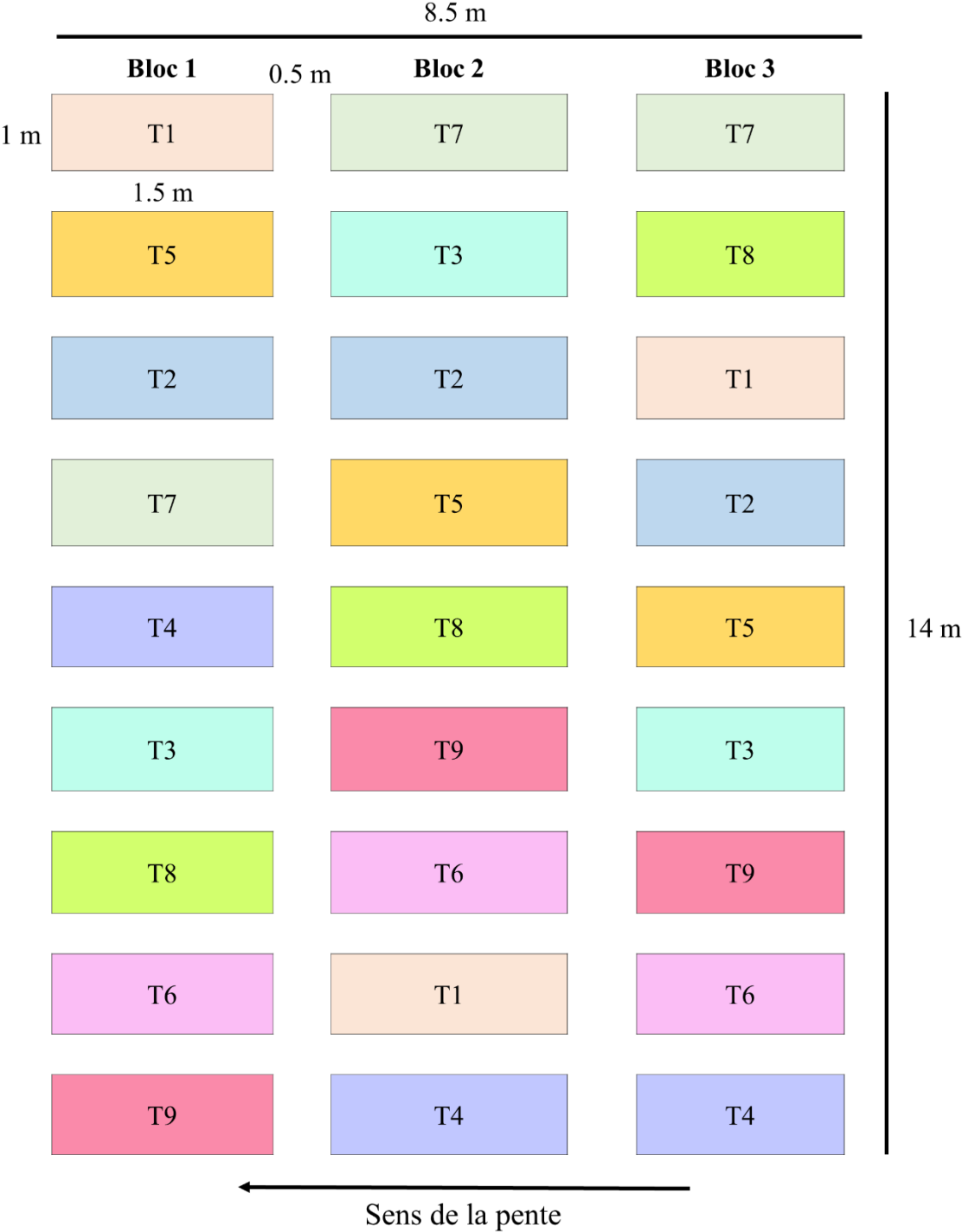


Figure 4: Croquis du dispositif experimental

3.6 Description de l'essai

Dans le cadre de cette expérience un certain nombre d'activités a été mis en place. Ci- dessous, les démarches entreprises pour réaliser ces activités sont les suivantes.

3.6.1 Préparation de semence, pépinière et son entretien

Dans le cadre de cette expérience, la pépinière a été mise en place le 21 mars 2024, soit environ 19 jours avant le repiquage. Elle a été réalisée en plusieurs étapes. La sélection des semences a consisté à séparer les graines remplies des fausses par vannage, suivie du trempage des lots de semences. Pour le trempage, les semences ont été immergées dans l'eau pendant 24 heures, puis placées dans une serviette vers les 4 heures de l'après-midi afin d'accélérer la germination. Ensuite, une pré-germination des graines a été effectuée à l'ombre, dans une serviette placée à l'intérieur d'un trou. Chaque variété a été placée dans un trou spécifique pendant 48 heures pour favoriser la germination.

La superficie totale des pépinières était de 1,50 m² (1 m de largeur et 1,50 m de longueur), divisée en trois (3) planches. Avec une houe, le labourage et la séparation des planches ont été réalisés. En outre, un râteau a été utilisé pour le nivelage. Chaque variété occupait une superficie de 0,33 m², avec un espacement de 0,25 m entre les différentes variétés. Chaque planche mesurait 0,67 m de longueur et 0,67 m de largeur, et des piquettes ont été installées pour séparer les différentes variétés. Le semis en ligne a été réalisé sur les planches conçues à cet effet.

Pour l'entretien de la pépinière, l'arrosage des planches a été réalisé deux fois par jour. Aucun problème phytosanitaire n'a été observé en pépinière.

3.6.2 Préparation du sol

Avant le repiquage des plantules, plusieurs opérations ont été réalisées. Ces dernières ont eu lieu en même temps que la pépinière, à l'aide d'un ensemble d'outils aratoires. Elles consistaient en une délimitation du terrain à l'aide d'un ruban métrique afin de respecter la surface d'expérimentation souhaitée, au labourage de la parcelle, aux hersages, au nivelage pour rendre le sol meuble, ainsi qu'à la mise en place des digues et des canaux d'irrigation et de drainage.

3.6.3 Repiquage

Le repiquage a été effectuée selon les trois densités prévues dans l'étude au 19^e jour après la mise en pépinière des plantules. La première densité était de 16 plants/m², soit 160 000 plants/ha pour une distance de plantation de 25 cm × 25 cm ; la deuxième, de 27 plants/m², soit 266 666 plants/ha pour une distance de 25 cm × 15 cm ; et la dernière, de 40 plants/m², soit 400 000 plants/ha pour

une distance de 25 cm × 10 cm. Afin de respecter ces distances de plantation, une ficelle graduée a été utilisée lors du repiquage de chaque unité expérimentale.

3.6.4 Entretien des parcelles

L'entretien des parcelles dans ce travail concerne l'ensemble des opérations de fertilisation, d'arrosage et de désherbage après le repiquage jusqu'à la récolte, afin d'assurer une bonne croissance des plants de riz et un bon rendement.

3.6.4.1 Fertilisation

La fertilisation a été fractionnée en trois applications. Elle a été réalisée selon une dose de 100 kg/ha de 46-00-00 appliquée 30 et 59 jours après transplantation, suivie d'une dose de 100 kg/ha de 20-20-10 appliquée 82 jours après transplantation, au stade de reproduction. La quantité d'engrais appliquée dans chaque sous-unité expérimentale a été obtenue en multipliant la superficie de l'unité expérimentale par 100, puis en divisant le résultat par la superficie correspondant à la quantité d'engrais en l'élément nécessaire. Cette opération a permis de déterminer la dose d'engrais nécessaire en kg/ha. La superficie d'une unité expérimentale étant de 1,5 m², il a fallu ramener cette valeur à cette superficie. Pour ce faire, la dose en kg/ha a été multipliée par 1,5 m², puis divisée par 10 000 m², ce qui a permis de trouver la quantité d'engrais en kg/1,5 m² qui est de 0,015

3.6.4.2 Arrosage

Le principe de l'irrigation dans cette étude a été basé sur l'alternance entre l'apport d'eau et l'assèchement selon les conditions du moment. Mais l'objectif c'était de que le sol garde toujours une certaine quantité d'humidité. Cependant, quand il pleut beaucoup on ne fait pas d'arrosage jusqu'à ce qu'on remarque que le sol commence à s'assécher.

3.6.4.3 Désherbage

Dans le cadre de cette étude, le désherbage a été réalisé manuellement chaque fois que la présence de mauvaises herbes le nécessitait. En effet, quatre désherbages ont été réalisés après le repiquage. Le premier désherbage a été réalisé au 10^e jours après le repiquage, le deuxième au 25^e jours après le repiquage, le troisième au 43^e jours après le repiquage et la dernière au 70^e jours après le repiquage.

3.6.5 Récolte

La récolte a été effectuée en deux temps, car il y avait une variété beaucoup plus précoce que les autres (TCS10). Elle a été réalisée manuellement, en tenant compte de chaque unité expérimentale séparément. Un couteau chinois a été utilisé pour couper les panicules; ensuite, une bâche a été

utilisée pour le battage et l'égrenage des panicules. Les récoltes de chaque parcelle ont été mises dans des sacs pour être ensuite séchées au soleil.

3.7 Variables mesurées au cours de l'expérience

Au cours de cette expérience, certains paramètres ont été pris en compte lors de la collecte, traitement et analyses des données dans le système de riziculture améliorée. Ces paramètres comprennent des mesures de croissance, précocité, d'incidence de maladies et de ravageurs ainsi que des paramètres de rendement.

3.7.1 Collecte des données

Pour collecter les données sur les variables de croissance et de rendement dans chaque parcelle, on a considéré 12 touffes dans chaque unité expérimentale. Le choix de cet échantillon a été fait de manière aléatoire.

En vue d'atteindre les objectifs fixés, un ensemble de variables a été mesuré, puis analysé. Les principales variables de cet essai pour lesquels des tests statistiques sont réalisés sont : hauteur moyenne, précocité, nombre de talles/touffe, nombre de panicules/touffe, nombre de grains/panicule, nombre de grains vides/panicule, poids moyen de 1000 grains et l'incidence des maladies et ravageurs.

3.7.1.1 Hauteur moyenne de la plante de riz

La hauteur de la plante au cours du stade de floraison, mesurée en centimètres depuis le collet jusqu'à l'apex de la panicule, donne une idée de la croissance de la plante. Elle est la moyenne des mesures de douze touffes.

3.7.1.2 Nombre de jours à la floraison

Comptage du nombre de jours écoulés depuis le semis jusqu'à l'apparition de panicules sur plus de 50 % des touffes.

3.7.1.3 Nombre de jours à la maturité

C'est le comptage du nombre de jours écoulés depuis le semis jusqu'à ce que plus de 50 % des grains remplis dans les panicules soient dépourvus de trace de couleur verte.

3.7.1.4 Nombre de talles/touffe

C'est la détermination de la quantité de talles émises au niveau d'un échantillon de touffe au moment de la maturation des graines. Il est le résultat de la moyenne de talle compté en 12 touffes à travers le carré d'échantillonnage.

3.7.1.5 Nombre de panicules/touffe

C'est la détermination du nombre de panicules émises dans un échantillon de 12 touffes au moment de la maturation.

3.7.1.6 Nombre de grains/panicule

C'est la détermination du nombre de grains dans un échantillon de panicule au moment de la récolte.

3.7.1.7 Nombre de grains vides/panicule

C'est la détermination du nombre de grains vides dans des échantillons de panicule au moment de la récolte. Il est le résultat du comptage des grains vides dans cinq panicules dans chaque touffe pour un échantillon de 12 touffes de manière aléatoire.

3.7.1.8 Poids moyen de 1000 grains

Il est déterminé en faisant la moyenne arithmétique des poids en grammes de 3 lots de 1000 grains secs et complètement remplis, à l'aide d'une balance appropriée après la récolte et le séchage à 13 % d'humidité.

3.7.1.9 Caractérisation et identification de la maladie fongique

La caractérisation et l'identification de la maladie fongique ont été réalisées grâce à un long travail d'inspection. Les observations visuelles ont commencé tout de suite après le repiquage, depuis la période du tallage des plantes jusqu'au remplissage des grains. Des photos ont été prises sur les taches des feuilles pour identifier non seulement la maladie rencontrée grâce à Google Lens, mais aussi pour comparer l'aspect géométrique et la couleur des taches à la littérature scientifique sur les maladies foliaires des feuilles de riz.

3.7.1.10 Incidence des maladies

Il a été évalué en faisant le rapport du nombre de touffes malades sur l'ensemble des touffes au sein de l'unité expérimentale puis le tout à multiplier par cent (100). Ensuite, une échelle de correspondance de 1 à 3 selon que le niveau d'attaque des plantes par des maladies soit faible, moyen, sévère a été choisie. Selon cette échelle, 1 correspond à un faible niveau d'infestation, 2 correspond à un niveau d'infestation moyen et 3 à un niveau d'infestation élevé.

3.7.1.11 Incidence des ravageurs

L'incidence des ravageurs a été évaluée en faisant le rapport du nombre de plantes attaquées sur l'ensemble des plantes présentes au sein de l'unité expérimentale puis le tout à multiplier par cent (100). Ensuite, une échelle de correspondance de 1 à 3 selon que le niveau d'attaque des plantes

par des maladies soit faible, moyen, sévère a été choisie. Selon cette échelle, 1 correspond à un faible niveau d'infestation, 2 correspond à un niveau d'infestation moyen et 3 à un niveau d'infestation sévère.

3.7.1.12 Rendement calculé

il est égal au nombre de panicule par mètre carré multiplier par le nombre de grains remplis par panicule multiplier par le poids moyen de mille grains et diviser par mille. Le rendement en gramme par mètre carré a été également exprimé en tonne à l'hectare (T/ha).

3.7.1.13 Rendement réel

Il a été obtenu en pesant la totalité des grains remplis obtenus dans l'unité expérimentale après récolte, égrenage et vannage. Les grains ont été pesés dans une balance de marque OHAUS de précision 0.1g et de capacité de 500g puis le rendement mesuré a été trouvé en pesant tous les grains obtenus dans l'unité expérimentale, ensuite le poids moyen total en gramme par mètre carré a été ramené en tonne à l'hectare.

3.7.2 Traitement et analyse des données

Les données collectées ont été saisies dans des tableaux Excel. Les logiciels Info Stat et Microsoft Excel et Word ont été utilisés pour toutes les analyses de variance(ANOVA). Ces logiciels ont également servi à réaliser certains graphiques. Le test de Fisher a été utilisé pour comparer les blocs, les variétés, les traitements et enfin pour rejeter ou accepter l'hypothèse préalablement formulée avec un seuil de significativité de 0,05. En outre, pour tester la significativité des traitements, ce modèle mathématique $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \gamma_k + \epsilon_{ijk}$ a été utilisé où :

Y: est la variable de réponse

μ : est la moyenne générale des traitements

α_i : les effets du niveau « i » de la variété

β_j : les effets du niveau « j » de la densité

$\alpha\beta_{ij}$: interactions des effets du niveau i de la variété et du niveau j de la densité

γ_k : les effets des blocs« k »

ϵ_{ijk} : effet résiduel entre les parcelles

4 RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 resultats

Les résultats obtenus des différentes analyses effectuées dans le cadre de cette étude sont présentés. Ils ont permis de confirmer ou d'infirmer l'hypothèse émise, ainsi de répondre aux différentes interrogations préalablement posées. Les résultats sur les paramètres de croissance, de maladie et de rendement ont été évalués. Quelques figures et tableaux illustrent ces différents résultats.

4.1.1 Présentation de la variable de croissance(Hauteur)

Dans cette expérience, la hauteur des plantes était l'un des paramètres de croissance mesurés. Cette mesure a été effectuée au cours du stade de floraison, mesurée en centimètre depuis le collet jusqu'à l'apex de la panicule du brin-maitre.

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous (Tableau 3) ont permis d'observer la variation de hauteur au sein des variétés mises en essai. En quelque sorte, la variété TCS10 s'est présentée parmi les autres comme une variété de plus grande taille (95,66cm en moyenne) alors que la variété M8 s'est présentée comme celle de plus petite taille (81,18cm en moyenne). Le tableau 3 présente la variation de la hauteur des différentes variétés de riz.

Tableau 3:Hauteur des plantes de riz

Variétés	Hauteur moyenne des variétés
M8	81.18±5.07b
Jaragua	90.42±5.50a
TCS10	95.66±8.23a

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

Les résultats de l'analyse statistique de variance réalisée au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Cependant, selon le test de Fisher, la variété M8 a présenté une différence significative par rapport aux autres variétés. Concernant les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative.

4.1.2 Précocité

4.1.2.1 Précocité à la floraison en fonction des variétés

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous ont permis d'observer la variation du nombre de jour à la floraison au sein des variétés mises en essai (Tableau 4). En effet, la variété TCS10 s'est présentée parmi les autres comme la variété la plus précoce ($110,97 \pm 0,34$ jours en moyenne) alors que la variété M8 s'est présentée comme celle la plus tardive ($138,72 \pm 0,34$ jours en moyenne). Le tableau 4 illustre la variation du nombre de jours à la floraison pour les différentes variétés de riz.

Tableau 4: Nombre de Jours a la Floraison (NJF) des variétés

Variétés	NJF des variétés
M8	$138,72 \pm 0,34$ a
Jaragua	$133,97 \pm 0,34$ b
TCS10	$110,97 \pm 0,34$ c

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

Les résultats de l'analyse statistique de variance réalisée au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Cependant, selon le test de Fisher, les trois variétés (M8, Jaragua et TCS10) ont présenté de différence significative entre-elles.

4.1.2.2 Précocité à la floraison en fonction des densités de repiquage

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous ont permis d'observer la variation du nombre de jour à la floraison au sein des densités mises en essai (Tableau 5). En effet, les densités de repiquage 266666P/ha (15cmX25cm) et 400000P/ha (10cmX25cm) se sont présentées comme celles favorisant une floraison plus précoce ($127 \pm 0,40$ et $127 \pm 0,40$ jours en moyenne) alors que la densité de repiquage 160000P/ha (25cmX25cm) s'est présentée comme celle favorisant une floraison plus tardive ($129,07 \pm 0,28$ jours en moyenne). Le tableau 5 illustre la variation du nombre de jours à la floraison dans les différentes densités de repiquage.

Tableau 5: Nombre de Jours a la Floraison des densités

Densités	NJF des densités
D1	129,07±0,28 a
D2	127±0,40 b
D3	127±0,40 b

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p>0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

Les résultats de l'analyse statistique de variance réalisée au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Cependant, selon le test de Fisher, les densités de repiquage 266666P/ha et 400000P/ha ont présenté de différence significative par rapport à la densité de repiquage 160000P/ha.

4.1.2.3 Precocite a la récolte en fonction des variétés

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous ont permis d'observer la variation du nombre de jour à la maturité au sein des variétés mises en essai. En effet, la variété TCS10 s'est présentée parmi les autres comme la variété la plus précoce (132,95±0,30 jours en moyenne) alors que la variété M8 s'est présentée comme celle la plus tardive (160,69±0,30 jours en moyenne). Le tableau 6 présente le nombre de jours à la maturité pour les différentes variétés de riz.

Tableau 6: Nombre de Jours à la Maturité (NJM) des variétés

Variétés	NJM des variétés
M8	160,69±0,34 a
Jaragua	156.69±0,34 b
TCS10	132,95±0,30 c

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p>0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

Les résultats de l'analyse statistique de variance réalisée au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons

(variété*densité). Cependant, selon le test de Fisher, les trois variétés (M8, Jaragua et TCS10) ont présenté de différence significative entre-elles.

4.1.2.4 Précocité a la récolte en fonction des densités de repiquage

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessous ont permis d'observer la variation du nombre de jour à la maturité au sein des densités mises en essai (Tableau 7). En effet, les densités de repiquage 266666P/ha (15cmX25cm) et 400000P/ha (10cmX25cm) se sont présentées comme celles favorisant une maturité plus précoce ($149,33 \pm 0,35$ et $149,33 \pm 0,35$ jours en moyenne) alors que la densité de repiquage 160000P/ha (25cmX25cm) s'est présentée comme celle favorisant une maturité plus tardive ($151,15 \pm 0,25$ jours en moyenne). Le tableau 7 présente le nombre de jours à la maturité pour les différentes densités de repiquage.

Tableau 7: Nombre de Jours à la maturité des densités

Densités	NJM en fonction des densités
D1	$151,15 \pm 0,25$ a
D2	$149,33 \pm 0,35$ b
D3	$149,33 \pm 0,35$ b

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

Les résultats de l'analyse statistique de variance réalisée au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Cependant, selon le test de Fisher, les densités de repiquage 266666P/ha et 400000P/ha ont présenté de différence significative par rapport à la densité de repiquage 160000P/ha.

4.1.3 Incidence de l'Helminthosporiose

Au cours de l'expérience nous avons observé l'attaque de maladies dans les parcelles. Pour présenter les résultats, nous avons utilisé des outils permettant de caractériser et d'identifier les maladies.

L'agent pathogène est apparu sur les plantes de toutes les variétés mais à des vitesses différentes. Elle a donc causé la mort de certaines feuilles et diminué ainsi la capacité photosynthétique de la

plante. Lors des observations au 40^e et 80^e jour après le repiquage, des symptômes de la maladie fongique (helminthosporiose) ont été observés. Les plantes étaient en plein stade de croissance et de tallage. Les symptômes se présentent d'abord sous forme de minuscules points bruns, devenant ensuite cylindriques ou ovales à circulaires. Ensuite, plusieurs taches se rejoignent et la feuille se dessèche. Les graines sont également infectées. Des taches brunes apparaissent également sur les glumes.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variétés*densité). En fait, l'infestation par la maladie fongique au 40^e jour après repiquage a été faible pour les trois variétés. Cependant 40 jours après la première observation, on remarque que la variété TCS10 ne réagit pas de la même manière face à la maladie contrairement aux autres variétés (Voir le tableau ci-dessous). Le tableau 8 illustre le pourcentage d'attaque de maladie au 40 et 80 jours après le repiquage.

Tableau 8: Incidence maladie au 40 et 80 jours après repiquage(JAR)

Variétés	% d'attaque 40JAR	Echelle	% d'attaque 80 JAR	Echelle
M8	16.38±9.01a	1	99.60±11.11a	3
Jaragua	9.22±7.92a	1	98.67±5.06a	3
TCS10	0.76±1.13b	1	24.44±4.29b	1

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

1 : incidence faible ; **2** : incidence moyenne ; **3** : incidence sévère

L'incidence de la maladie fongique a varié de 16.68 à 99.60%, 9.22 à 98.67% pour les variétés M8 et Jaragua respectivement. Ce qui correspond à une infestation très sévères des parcelles où se trouvent les variétés M8 et Jaragua. Cependant, selon le test de Fisher, on recèle de la différence très significative entre la variété TCS10 et les deux autres variétés. Tout cela s'explique par le fait que l'incidence de la maladie fongique a varié de 0.76 à 24.44%. Donc l'échelle correspondant est 1 car, l'infestation est faible. Concernant les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont

pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative.

4.1.4 Incidence des punaises(*Leptocorisa acuta*) et oiseaux

Une évaluation du niveau d'attaque des ravageurs rencontrés dans les parcelles présentées au stade de reproduction (stade laiteux des grains) a été effectuée (Tableau 9). Les dégâts sont dus principalement aux attaques de punaise de champ suçant les sèves des grains en formation des variétés M8 et Jaragua. Cependant, la variété TCS10, quant à elle, a été principalement attaquée par des oiseaux (timel) mangeant les grains à maturité. Pour pallier cet obstacle on a dû faire une récolte prématurée.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Cependant, selon le test de Fisher, la variété TCS10 a présenté une incidence de 3.83% qui est significativement différente à celles d'autres variétés pour l'attaque des punaises (*Leptocorisa acuta*). Etant donné qu'aucune mesure n'a été prise pour lutter contre les ravageurs, l'attaque des punaises a été tellement sévère, seule la variété TCS10 arrive à atteindre le stade de maturité pour être attaquée par les oiseaux. Tout cela s'explique par le fait que la majorité des grains des variétés M8 et Jaragua a été piquée et sucée par les punaises (Tableau 9). Concernant les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative. Le tableau 9 explique la variation de l'incidence des punaises et des oiseaux.

Tableau 9: Incidence des punaises(P.) et des oiseaux (O.)

Variétés	Incidence P.	Echelle	Incidence O.	Echelle
M8	100.±0.00a	3	0.00±0.00b	1
Jaragua	100.00±0.00a	3	0.00±0.00b	1
TCS10	3.83±3.61b	1	14.70±16.63a	1

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p>0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

1 : incidence faible ; 2 : incidence moyenne ; 3 : incidence élevée ; P. : punaise ; O. : oiseau

4.1.5 Nombre de talle par touffe

Le décompte du nombre de talles par touffe a été effectué au moment de la maturation des graines. Ainsi, les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence de différences significatives entre les combinaisons (variété*densité). Cependant, selon le test de Fisher, la variété M8 à un nombre de talles moyens (19.29) significativement différent à celles d'autres variétés. Selon ce résultat, il a été observé que la variété ayant émis plus de talles est la variété M8 (Tableau 10). Concernant les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative. Le tableau 10 illustre la variation du nombre de talles par touffe.

Tableau 10: Nombre de talles par touffe

Variétés	NT/TF
M8	19.29±1.14a
Jaragua	14.20±2.96b
TCS10	12.46±3.13b

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

NT/TF : nombre de talles par touffe

4.1.6 Nombre de panicules par touffe

Calculé séparément pour chaque unité expérimentale, le nombre moyen de panicule par touffe a varié de 8.04 pour la variété TCS10 à 17.56 pour la variété M8 avec une moyenne de 12.20. En ce qui concerne les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). En outre, ces mêmes analyses ont montré également qu'il n'existe aucune différence significative entre les variétés. Le tableau 11 présente la variation du nombre de panicules par touffe.

Tableau 11: Nombre de panicules par touffe

Variétés	NP/TF et Ecart-type
M8	17.56±25.16a
Jaragua	11.02±2.05a
TCS10	8.04±2.62a

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p>0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

NP/TF : nombre de panicules par touffe

4.1.7 Nombre de grains par panicule

Le nombre de grains par panicule a varié de 83.84 pour la variété M8 à 163.64 pour la variété TCS10 avec une moyenne de 119.36. Concernant les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Par contre, selon le test de Fisher, ils ont prouvé qu'il existe de différence significative entre les différentes variétés. Le plus petit nombre de grains par panicule 83.84 est enregistré pour la variété M8 contre 163.64 pour la variété TCS10 (Tableau 12). Donc, le tableau 12 illustre la variation du nombre de grains par panicule.

Tableau 12: Nombre de grains par panicule

Variétés	NG/P
M8	83.84±35.86c
Jaragua	119.36±16.88b
TCS10	163.64±15.02a

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p>0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

NG/P : nombre de grains par panicule

4.1.8 Nombre de grains vides par panicule

Le nombre moyen de grains vides par panicule des différentes variétés a varié de 18.49 pour la variété TCS10, à 83.84 pour la variété M8 et a 119.36 pour celle de Jaragua. Cependant pour les variétés Jaragua et M8 tous les grains sont vides.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Alors qu'on remarque qu'il existe une différence significative entre les variétés (Tableau 13). Le niveau inférieur de grains vides de la variété TCS10 pourrait s'expliquer par le fait que c'est la seule des variétés n'ayant subi une attaque sévère des ravageurs notamment par les punaises.

Tableau 13: Nombre de grains vides par panicule(NGV)

Variétés	NGV/P
M8	83.84±0.00
Jaragua	119.36±0.00
TCS10	18.49±5.40c

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p>0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

NGV/P : nombre de grains vides par panicule

4.1.9 Poids moyen de 1000 grains

Le poids des grains est l'un des paramètres déterminant du rendement de riz. De ce fait, après séchage, un échantillon de 1000 grains sur chaque unité a été pris pour pouvoir déterminer leur poids. Ainsi, le poids moyen de 1000 grains obtenu est 23.43 pour la variété TCS10. Concernant les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différence significative entre les différentes combinaisons (variété*densité). Cependant, ils ont prouvé qu'il existe une différence significative entre la variété TCS10 et les deux autres. Cela est dû normalement par le fait que la variété TCS10 est la seule

variété dont le poids moyen a été déterminé. Donc le poids pour la variété M8 et Jaragua est nul. Car, apparemment l'attaque des punaises et la maladie d'helminthosporiose a été tellement sévère qu'on n'arrive pas trouver de grains complètement remplis pour la variété M8 et Jaragua (Tableau 14).

Tableau 14: Poids moyen 1000 grains

Variétés	PMMG
M8	0.00b
Jaragua	0.00b
TCS10	23.43a

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

PMMG : poids moyen de 1000 grains

4.1.10 Rendement réel

Le rendement réel à partir de la récolte est de 3.44t/ha pour la variété TCS10. Pour les autres variétés, on n'en a pas eu car, on n'a pas trouvé assez de grains complètement remplis pour pouvoir déterminer leur poids de 1000 grains. Concernant les densités, les résultats de l'analyse statistique n'ont pas été retenus, les seuils de probabilité étant supérieurs à 5%, indiquant une absence de différence significative.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité n'ont pas mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité) (Annexe L). Mais, selon le test de Fisher, les résultats ont mis en évidence l'existence de différence significative entre la variété TCS10 et celles des autres (Tableau 15).

Tableau 15: Rendement réel

Variétés	RER
M8	0.00b
Jaragua	0.00b
TCS10	3.44a

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

RER: rendement réel

4.1.11 Rendement calculé

Le rendement calculé à partir des composantes du rendement a varié de 6.90t/ha pour le traitement V1d1 à 8.46t/ha avec une moyenne de 7.94t/ha.

Les résultats des analyses statistiques de variance réalisées au seuil de 5% de probabilité ont mis en évidence l'existence de différences significatives entre les différentes combinaisons (variété*densité). Selon le test de Fisher, le traitement V1d1 (6.90t/ha) est différent des traitements V1d2 et V1d3. Le plus fort rendement (8.46t/ha) est obtenu avec la distance de repiquage d2 (25cmX15cm) pour la variété TCS10 (Tableau 16). Tandis que le plus faible (6.90t/ha) est enregistré pour la distance de repiquage d1 (25cmX25cm).

Tableau 16: Rendement calculé

DR	Variétés
	V1
	$\bar{y} \pm SD$
d1	6.90 $\pm$ 1.02b
d2	8.46 $\pm$ 0.26a
d3	8.38 $\pm$ 0.42a
Mo	7.91 $\pm$ 0.57b

Les moyennes avec une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes à 5% de probabilité ($p > 0.05$) selon le test de Fisher. Celles avec des lettres différentes sont significativement différentes.

—

DR : distance de repiquage ; **V1** : variété TCS10 (témoin) ; **V2** : variété Jaragua ; **V3** : variété M8 ; **y** : moyenne ; **SD** : déviation standard ou écart-type ; **Mo** : Moyenne ; **d1** : 160000 brins/ha (25cmX25cm) ; **d2** : 266666 (15cmX25cm) ; **d3** : 400000 (10cmX25cm).

4.2 Discussion

Les résultats trouvés pour la hauteur des plants n'ont montré aucune différence significative pour les trois densités de plantations. Les résultats trouvés dans cette étude pour les variétés ne sont pourtant pas différents de ceux trouvés par Yuan et *al.* (2007) dans leur étude sur la hauteur des plants de riz en fonction des variétés. Ils ont montré que certaines variétés (dites modernes) ont tendance à être plus compactes et moins sensibles à la densité de plantation. Cependant, l'étude menée par Khush et *al.* (1994) sur l'effet de la densité de plantation sur la hauteur des plants de riz ont prouvé qu'à faible densité de plantation les plants de riz ont tendance à une croissance beaucoup plus importante en hauteur, car ils bénéficient de plus d'espace pour croître verticalement. Bien que les différences entre les densités n'aient pas été statistiquement significatives, les valeurs moyennes laissent entrevoir une légère tendance à de meilleures performances à la densité intermédiaire. Cela pourrait indiquer un équilibre entre compétition interplante et disponibilité des ressources. Benjamin(2015) note que trop faible ou trop forte densité peut nuire à la croissance et au rendement final.

L'incidence des maladies phytosanitaires (helminthosporiose) observée durant l'expérimentation a été relativement élevée. En effet, des taches foliaires ont été observées, principalement sur les plants des variétés M8 et Jaragua. Ces attaques ont pu affecter négativement la vigueur des plants et par conséquent influencer leur rendement. Selon Paul et *al.* (2018), certaines variétés de riz présentent une sensibilité accrue à des agents pathogènes. Ce constat semble en partie corroborée dans cette étude, notamment pour les variétés Jaragua et M8, dont les performances ont été très faibles. Par ailleurs, l'absence de traitement préventif ou curatif dans le protocole pourrait expliquer la propagation de la maladie. Une surveillance plus vigoureuse et l'adoption de mesures de lutte intégrée seraient recommandées pour améliorer la santé des cultures et garantir un meilleur rendement.

L'attaque des ravageurs (punaises et oiseaux) observée au moment de l'expérimentation a été relativement faible pour les oiseaux et élevée pour les punaises. En fait, des punaises ont envahi les parcelles au moment de la floraison tandis que les oiseaux apparaissaient à la phase de maturation des grains. La variété TCS10 a subi la plus forte attaque par les oiseaux par rapport aux autres variétés. Cirilus (2021), dans son étude sur le diagnostic agronomique de la culture du riz sur le périmètre irrigué de Maury dans la commune des Verettes a obtenu des résultats similaires.

Ses résultats ont montré que pour l'attaque des punaises, en comparaison avec la variété Tiyan, la variété TCS10 a été majoritairement attaquée.

Les résultats montrent que la variété TCS10 a obtenu le rendement moyen le plus élevé avec 3,44 t/ha, tandis que les variétés M8 et Jaragua n'ont donné aucun rendement. L'absence de rendement des variétés M8 et Jaragua pourrait être liée à leur faible tolérance à certaines contraintes du milieu telles que les carences en éléments nutritifs, les maladies et/ou ravageurs. Cette différence significative peut être attribuée à la capacité d'adaptation de TCS10 aux conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA. MARNDR (2012), dans son essai sur la réponse de trois variétés de riz (Cap, TCS10, L1) à différentes doses d'azote en termes de rendement-grain et de production de biomasse sur la ferme Mauger (vallée de l'Artibonite) a obtenu un rendement-grain (rendement réel) de 4.26T/ha pour la variété TCS10 en utilisant 100kg/ha de N. Cependant, en appliquant cette même dose dans cette étude on a obtenu un rendement différent qui est égal à 3.44 T/ha pour cette même variété. Cette différence pourrait être due aux conditions environnementales et pratiques culturales qui sont différentes. Car, selon Zang et *al.* (2009), le rendement réel est un paramètre qui peut être influencé par plusieurs facteurs environnementaux, tels que la température, l'humidité, la lumière, les précipitations, la fertilité du sol et la gestion de l'irrigation. Concernant les densités pour le rendement réel, les résultats de l'analyse statistique de variance n'ont pas mis en évidence de différence significative au seuil de 5% de probabilité.

Cependant l'analyse statistique pour le rendement calculé a montré l'effet significatif des différentes densités de repiquage. Cela pourrait être expliqué par la façon dont la compétition se déroule entre les plantes pour les éléments nutritifs dans les différentes densités de repiquage. Dans ce travail de recherche, le meilleur rendement calculé est obtenu avec la densité de repiquage 25 cm X 15 cm. Benjamin (2015), a obtenu également un rendement plus élevé pour la densité de repiquage 25 cm X 25 cm par rapport aux autres densités (25 cm X 25 cm, 25 cm X 20 cm et 25 cm X 10 cm) comparées dans son travail. Donc ses résultats ont montré que le rendement a tendance à augmenter avec la diminution de l'écartement entre les plants de riz. Cependant, à l'image des résultats obtenus dans ce travail de recherche réalisé à la ferme de la FSAHA, il a démontré que le rendement peut effectivement augmenter avec la réduction de l'écartement entre les plants de riz, mais seulement jusqu'à un certain seuil, afin d'éviter une concurrence trop forte entre les plants.

In fine, ce travail de recherche n'a pas pris en compte certains facteurs pouvant influencer les résultats, tels que la mesure de la pluviométrie au moment de l'étude, les traitements phytosanitaires, l'analyse du sol, ainsi que les analyses en laboratoire permettant d'identifier les maladies de la culture de riz depuis la pépinière jusqu'à la récolte. Ainsi, une étude similaire réalisée au niveau du parc technologique du CHCL, intégrant ces facteurs, aboutirait-elle au même résultat ?

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATION

5.1 Conclusion

Le problème de la production du riz en Haïti concerne tous les acteurs, notamment les professionnels de l'agriculture. Ce travail est réalisé dans le souci de contribuer à l'amélioration de la production de riz dans le pays en étudiant le comportement de trois variétés de riz dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA.

Etant réalisé selon un dispositif en bloc factoriel, pour pouvoir atteindre l'objectif, un ensemble de variable a été mesuré pour les trois variétés (TCS10, Jaragua, M8) sous l'effet de trois densités de repiquage (d1 : 160000 brins/ha (25cmx25cm) ; d2: 266666 brins/ha (15cmx25cm) ; d3 : 400000 brins/ha (10cmx25cm) pour l'itinéraire technique appliqué(ITK) dans cette étude.

Les résultats obtenus ont montré qu'en ce qui concerne les paramètres de croissance et de rendement, l'incidence des maladies et ravageurs, la variation de la densité de repiquage n'a affecté de manière significative que le rendement calculé. Ils ont montré que la diminution de la distance de repiquage jusqu'à 10cmx25cm a entraîné une augmentation de 6,90 T/ha pour la distance 25cmx25cm à 8,38 T/ha pour la distance 25cmx10cm. La présence de la maladie fongique et de certains ravageurs comme les punaises et les oiseaux a été observée tout au long de l'expérimentation. A cet effet, les variétés Jaragua et M8 ne sont pas résistantes face à la maladie fongique comparativement à la variété TCS10 qui est plus résistante. Les variétés Jaragua et M8 sont plus appréciées par les punaises. Cependant, on ne peut en dire autant pour les oiseaux car, ils n'ont pas eu l'opportunité de savourer les trois variétés. Donc, en se référant aux résultats obtenus tout au long de l'expérience, l'hypothèse stipulant que : «La variété TCS10, comme étant la plus cultivée dans le Nord (MARNDP, 2015), ses performances techniques sont meilleures avec la densité de repiquage 25cmX25cm comparativement aux autres variétés et densités testées dans les conditions pédoclimatiques de la ferme de la FSAHA» n'a pas été vérifiée. Ainsi, la variété TCS10, très prometteuse, pourrait être retenue pour multiplication au niveau de la FSAHA et diffusion éventuelle auprès des agriculteurs de la commune de Limonade.

5.2 Recommandations

En guise de recommandation, il est conseillé de :

- ✓ reconduire l'expérience en condition inondée afin d'observer le comportement de ces mêmes variétés face à l'attaque des maladies et ravageurs pour voir si la réponse sera la même ;

- ✓ refaire l'expérience au cours d'une autre saison afin de vérifier si la saison a une forte influence sur leurs niveaux d'adaptabilité.
- ✓ organiser des séances de formation sur les meilleures pratiques agricoles pour les agriculteurs voulant investir dans la riziculture au niveau de la commune.

6 REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

1. ATS. (2006). Système de riziculture intensive. Antanarivo, 36p.
2. Banque, m. (2023). *Un secteur agricole plus fort améliore l'accès de tous les Haïtiens à la nourriture.*
3. Bayard, B. (2007). La filière riz en Haïti : diagnostic global et perspectives
4. Beaucejour, P. J. (2016). *L'agriculture en Haiti.*
5. Belony, E. (2022). La crise de la production de riz en Haïti, comment pallier à cet effet : cas de la vallée de l'Artibonite, 4-8p.
6. BOLIVAR, J. G. (2000). *Étude comparée de la viabilité de système de production.*
7. Célestin, G. (2016). Essai d'adaptation de cinq variétés de pois inconnu dans les conditions de sol alcalin à Saint-Marc (quatrième section, Lalueve), 45p.
8. CIC. (2009). . *Rapport sur le marché* .
9. CIRAD. (2018). *Rapport sur leriz.*
10. Cirilus, K. (2021). Diagnostic agronomique de la culture de riz (*Oriza sativa*) sur le périmètre irrigué de Maury, 3e section dans la commune des Verrettes, 12p.
11. CJ-Consultants. (2012). Haiti: Etude de la filière de riz, 10-17p.
12. CNSA. Janvier 2024. Bulletin # 7: Le panier alimentaire et conditions de sécurité alimentaire en Haïti. 4 p.
13. DABAL K. (2014). System of Rice intensification (SRI): A Potential approach to enhance rice productivity and food security. Journal of Forest and Livelihood.
14. Dimanche, J. (2018). Diagnostic de la filière rizicole haïtienne.
15. DOUZE, M. (2021). *Etude sur les résidus des fertilisants chimiques de quelques nutriments utilisés dans la riziculture au niveau de la vallée de l'Artibonite, Haïti.*
16. Dufumier, M. (1988). Pénurie alimentaire, agriculture paysanne et politique agricole en Haïti. 26-27p.
17. FAO, (2004). Année internationale du riz 2004 : le riz, c'est la vie, 2p.
18. FAO. (2004). *Annee internationale du riz 2004: le riz c'est la vie*, 2p.
19. FAO. (2005). . *Amélioration de la culture irrigue du riz des petits fermiers de la vallee de l'Artibonite.*
20. FAO. (2015). Présentation du rendement du riz.

21. FAO. (n.d.). *Amélioration de la culture irriguée du riz des petits fermiers de la vallée de l'Artibonite*.
22. FEWS NET, (2023). Perspectives de l'offre du marché des céréales en Haïti, 2p.
23. FEWS NET. (2021). *Haiti, Perspectives de l'offre et du marché de céréales*.
24. Gilbert, M. 2012. Les zones rizicoles d'Haïti. Le Nouvelliste. (38838) :28
25. IHSI (2006). Résultat définitif du recensement de 2003. CD paru en 2006
26. IHSI. (2012). *Estimations réalisées par la direction des statistiques démographiques et sociale*.
27. IICA, (2012). Haïti : étude de la filière riz.
28. Jacquelin, P. (2023). Vulnérabilité de la population haïtienne face aux changements climatiques Cas des producteurs de riz de la commune de Fort-Liberté de 2010 à 2020, 79-82p.
29. JOSEPH, E. (2013). Etude comparative entre le Système de Riziculture Traditionnel (SRT) et le Système de Riziculture Intensif (SRI) dans les communes de Marchand Dessalines et de Petite Rivière de l'Artibonite. Université d'Etat d'Haïti, Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire, Damien, 101p.
30. Joseph, E. (2020). Etude du comportement de quatre (4) variétés de riz (*Oryza sativa* L.) face aux attaques des maladies foliaires et de la pourriture des gaines en Système de Riziculture Intensif (SRI) et en Système de Riziculture Traditionnel (SRT) à Bocozelle 5ème section communale de Saint-Marc, 47-50p.
31. Karki S. (2010). System of Rice Intensification: An Analysis of Adoption and Potential Environmental Benefits, A Thesis submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the Degree of Master of Science in International Environmental Studies. Department of International Environment and Development Studies NORAGRIC Norwegian University of Life Sciences.
32. Khush, G.S., & Virmani, S.S. (1994). "Rice improvement : The role of breeding in increasing productivity ". IRRI Research Paper Series.
33. Levesque, A. (2014). *Le sorgho sucré, une plante aux multiples valorisations sources d'innovation en Haïti*.
34. Lorre, G. (2017). *Variation du prix et comportement productif des riziculteurs*, 45-50p.

35. MAEE. (2011). *Crise rizicole, evolution des marches et securite alimentaire en Afrique de l'Ouest*.
36. MARNDR, (2015). Situation de la filière de riz 2014-2015.
37. MARNDR, (2016). Inventaire des innovations agricoles en Haïti.
38. MARNDR, (2016). PLAN NATIONAL D'INVESTISSEMENT AGRICOLE, 16p.
39. MARNDR. (2012). Essai réalisé sur la ferme de Maugé (vallée de l'Artibonite) de janvier 2012 à juin 2012, 18p
40. MESSE, (2018). Modalité de raisonnement des doses prévisionnelles en N, P₂O₅, K₂O pour les boues et composts de boues urbaines.
41. MESSE. (2018). *Modalite de raisonnement des doses previsionnelles en N, P2O5, K2O*, 9p.
42. Patricio, M. (2008). Situation du marché mondiale du riz, les nouvelles tendances et les perspectives. Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (Cirad).
43. PAUL, B. (2021). *Innovations agricoles et agroalimentaires en Haiti*, 4p.
44. PDC. (2019). *PLAN COMMUNAL DE DEVELOPPEMENT DE LIMONADE. Département du nord . Limonade, Nord, Haïti*.
45. Quiedeville, S. (2013). *Durabilite systemique de la filiere du riz Camarguais: comparatif et interaction entre la sous filiere bio et conventionnelle*, 32-33p.
46. RAZAFIMAHEFA, H. T. (2003). *Etude agronomique en vue de comparer les systemes de riziculture adopte par typologie des producteurs de la region de Bongatsara*.
47. RAZAFIMANANTSOA, R. (2008). *Analyse de l'échec et de la diffusion du système de riziculture intensive à Madagascar*.
48. Reuters, T. (2024). U.S. rice exports to Haiti have unhealthy levels of arsenic, study finds.
49. Screehari, P., Sundararajan, M., & Sriram, S. (2015). "Impact of leaf-feeding pests on rice grain quality and yield", *Journal of Agriculture Entomology*, 187p.
50. Sylvain, Q. (2013). Durabilité de la filière du riz camarguais : comparatif et interaction entre la sous filière bio et conventionnelle, 32p.
51. Tahir, M., Rashid, M., & Hassan, F. (2010). "Effect of planting density on the yield and quality of different rice varieties". *Agriculture Sciences*, 239p.

52. Tim Josling, Wesny Chaperon, Joel Le Turioner. (2017). *Trois interventions sur le marché du riz en Haïti*, Haïti Priorise, Copenhagen Consensus Center, 2017. Licence : Creative Commons Attribution CC BY 4.0.
53. Yuan, L. P., Peng, S., & Zhu, Y. (2007)'' Impact of pests and diseases on rice yield and grain quality''. Field Crops Research, 119-125p.

7 REFERENCE WEBOGRAPHIQUE

<https://www.banquemonddiale.org/fr/results/2023/04/11/a-stronger-agriculture-sector-makes-food-more-accessible-to-all-haitians>[consulte le 21/09/2024]

<https://lb.fews.net/sites/default/files/documents/reports/HT-SMO-202112.pdf.pdf>[consulté le 21/09/2024]

ANNEXES



Annexe 1: Photo prise lors du trempage du riz



Annexe 2: Photo prise lors de la mise en serviette pour la prégermination



Annexe 3: Photo prise après la mise au trou pour la prégermination



Annexe 4: préparation de sol pour la pépinière



Annexe 5: Paillage



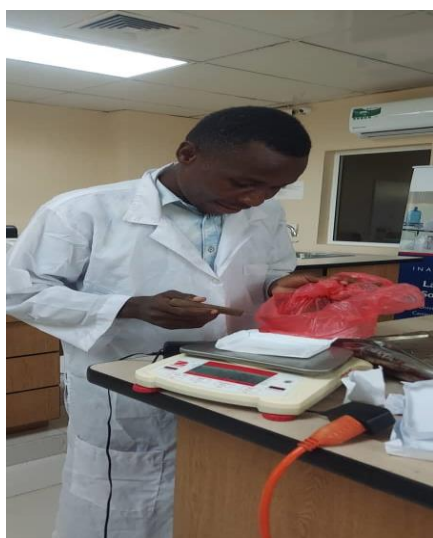
Annexe 6: Pépinière 12 jours après la levée



Annexe 7: Photo prise au repiquage du riz



Annexe 8: Photo prise 5 jours après repiquage



Annexe 9: Photo prise au labo du CHCL lors de la mesure de la quantité d'engrais à appliquer



Annexe 10: Photo prise lors d'un desherbage manuel



Annexe 11: Photo d'une prise de données sur le terrain



Annexe 13: Photo de la maladie fongique



Annexe 12: Photo d'une punaise en pleine action



Annexe 14: Photo prise lors du séchage



Annexe 15: Photo prise lors d'une pesée

Analysis of variance

HP

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
HP	27	0.71	0.53	6.50

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	1297.71	10	129.77	3.93	0.0075
Variété	836.31	2	418.15	12.67	0.0005
Densité	253.57	2	126.78	3.84	0.0434
Blocs	123.14	2	61.57	1.87	0.1870
Variété*Densité	84.69	4	21.17	0.64	0.6408
Error	528.21	16	33.01		
Total	1825.91	26			

NJF

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
NJF	27	1.00	0.99	0.76

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	3977.64	10	397.76	423.65	<0.0001
Variété	3948.67	2	1974.33	2102.84	<0.0001
Densité	17.07	2	8.53	9.09	0.0023
Blocs	11.38	2	5.69	6.06	0.0110
Variété*Densité	0.53	4	0.13	0.14	0.9640
Error	15.02	16	0.94		
<u>Total</u>	<u>3992.67</u>	<u>26</u>			

NJM

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>Adj R²</u>	<u>CV</u>
<u>NJM</u>	<u>27</u>	<u>1.00</u>	<u>1.00</u>	<u>0.57</u>

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	4046.98	10	404.70	553.96	<0.0001
Variété	4024.67	2	2012.33	2754.52	<0.0001
Densité	13.07	2	6.53	8.94	0.0025
Blocs	8.71	2	4.36	5.96	0.0116
Variété*Densité	0.53	4	0.13	0.18	0.9441
Error	11.69	16	0.73		
<u>Total</u>	<u>4058.67</u>	<u>26</u>			

Inc.M 40JAR

Variable N R² Adj R² CV
Inc.M 40JAR 27 0.58 0.31 90.96

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	1246.64	10	124.66	2.17	0.0807
Variété	1003.56	2	501.78	8.73	0.0027
Densité	66.90	2	33.45	0.58	0.5701
Blocs	2.54	2	1.27	0.02	0.9781
Variété*Densité	173.64	4	43.41	0.76	0.5690
Error	919.36	16	57.46		
<u>Total</u>	<u>2166.00</u>	<u>26</u>			

Inc.M80JAR

Variable N R² Adj R² CV
Inc.M80JAR 27 0.95 0.92 14.39

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
-------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------------

Model.	33700.09	10	3370.01	31.21	<0.0001
Variété	32913.45	2	16456.72	152.38	<0.0001
Densité	102.26	2	51.13	0.47	0.6313
Blocs	640.09	2	320.04	2.96	0.0804
Variété*Densité	44.29	4	11.07	0.10	0.9800
Error	1727.93	16	108.00		
Total	35428.02	26			

Inc.P

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
Inc.P	27	1.00	1.00	3.11

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	55842.07	10	5584.21	1252.53	<0.0001
Variété	55809.19	2	27904.59	6258.97	<0.0001
Densité	5.24	2	2.62	0.59	0.5671
Blocs	17.17	2	8.58	1.93	0.1782
Variété*Densité	10.48	4	2.62	0.59	0.6762
Error	71.33	16	4.46		
Total	55913.41	26			

Inc.O

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
----------	---	----------------	--------------------	----

Inc.O 27 0.58 0.31 189.13

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	2123.87	10	212.39	2.18	0.0798
Variété	1472.67	2	736.33	7.55	0.0049
Densité	24.10	2	12.05	0.12	0.8846
Blocs	578.90	2	289.45	2.97	0.0802
Variété*Densité	48.20	4	12.05	0.12	0.9719
Error	1560.80	16	97.55		
<u>Total</u>	<u>3684.67</u>	<u>26</u>			

NT/TF

Variable N R² Adj R² CV

NT/TF 27 0.60 0.35 29.34

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	490.04	10	49.00	2.39	0.0585
Variété	262.89	2	131.44	6.40	0.0091
Densité	86.10	2	43.05	2.10	0.1554
Blocs	90.68	2	45.34	2.21	0.1424

Variété*Densité	50.38	4	12.59	0.61	0.6592
Error	328.62	16	20.54		
Total	818.67	26			

NP/TF

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
NP/TF	27	0.33	0.00	112.17

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

S.V.	SS	df	MS	F	p-value
Model.	1928.23	10	192.82	0.79	0.6426
Variété	700.52	2	350.26	1.43	0.2688
Densité	458.40	2	229.20	0.93	0.4132
Blocs	171.57	2	85.78	0.35	0.7101
Variété*Densité	597.75	4	149.44	0.61	0.6619
Error	3924.73	16	245.30		
Total	5852.96	26			

NG/P

Variable	N	R ²	Adj R ²	CV
NG/P	27	0.76	0.61	21.39

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	32483.51	10	3248.35	5.14	0.0020
Variété	28232.67	2	14116.33	22.32	<0.0001
Densité	1928.10	2	964.05	1.52	0.2478
Blocs	1361.34	2	680.67	1.08	0.3644
Variété*Densité	961.40	4	240.35	0.38	0.8197
Error	10121.16	16	632.57		
<u>Total</u>	<u>42604.67</u>	<u>26</u>			

NGV/P

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>Adj R²</u>	<u>CV</u>
NGV/P	27	0.83	0.73	33.60

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	43123.65	10	4312.37	8.07	0.0001
Variété	39902.74	2	19951.37	37.33	<0.0001
Densité	1551.51	2	775.75	1.45	0.2635
Blocs	1116.68	2	558.34	1.04	0.3746
Variété*Densité	552.73	4	138.18	0.26	0.9002
Error	8552.42	16	534.53		
<u>Total</u>	<u>51676.07</u>	<u>26</u>			

PMMG

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>Adj R²</u>	<u>CV</u>
PMMG	27	1.00	1.00	5.54

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	3294.86	10	329.49	1757.38	<0.0001
Variété	3293.79	2	1646.89	8784.02	<0.0001
Densité	0.14	2	0.07	0.39	0.6864
Blocs	0.64	2	0.32	1.70	0.2133
Variété*Densité	0.29	4	0.07	0.39	0.8160
Error	3.00	16	0.19		
Total	3297.86	26			

RER

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>Adj R²</u>	<u>CV</u>
RER	27	0.98	0.96	28.77

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
-------------	-----------	-----------	-----------	----------	----------------

Model.	67.23	10	6.72	66.48	<0.0001
Variété	66.00	2	33.00	326.31	<0.0001
Densité	0.22	2	0.11	1.11	0.3537
Blocs	0.55	2	0.28	2.74	0.0946
Variété*Densité	0.45	4	0.11	1.11	0.3860
Error	1.62	16	0.10		
<u>Total</u>	<u>68.85</u>	<u>26</u>			

REC

<u>Variable</u>	<u>N</u>	<u>R²</u>	<u>Adj R²</u>	<u>CV</u>
REC	27	0.99	0.98	17.96

Cell-unbalanced data

To get another SS decomposition

define appropriate contrasts

Analysis of variance table (Sequential SS)

<u>S.V.</u>	<u>SS</u>	<u>df</u>	<u>MS</u>	<u>F</u>	<u>p-value</u>
Model.	350.30	10	35.03	170.41	<0.0001
Variété	344.03	2	172.02	836.82	<0.0001
Densité	1.72	2	0.86	4.18	0.0347
Blocs	1.11	2	0.56	2.71	0.0969
Variété*Densité	3.43	4	0.86	4.18	0.0167
Error	3.29	16	0.21		
<u>Total</u>	<u>353.58</u>	<u>26</u>			