



Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche

Université de Thiès



Ecole Nationale Supérieure D'Agriculture (ENSA)-Thiès

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Thème

Évaluation agronomique de 8 nouvelles variétés de riz en fonction des modes de semis dans les conditions de culture de la vallée du fleuve Sénégal

Présenté et soutenu par :

M. Mamadou SAKHO

Pour l'obtention du diplôme d'ingénieur agronome

Option : Productions Végétales

Devant le jury composé de :

Pr. Saliou Ndiaye	Maitre de Conférences ENSA/UT	Président
Pr. Tala Guèye	Maitre de Conférences ENSA/UT	Encadreur
Dr. Khadidiatou Ndoye Ndir	Maître-Assistant ENSA/UT	Membre
Dr. Omar Ndaw Faye	Chercheur CRA/Saint-Louis	Rapporteur
M. Magatte Wade	Enseignant chercheur ENSA/UT	Membre

Le 12 juin 2018

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail :

- *A ma mère, qui a toujours œuvré pour ma réussite, de par son amour exceptionnel, son soutien unique et tous les sacrifices consentis.*
- *A mon père qui m'a beaucoup aidé à avancer dans la vie à travers de longues années de sacrifices et de privation de sa personne.*
- *A mes sœurs (Gnima, Jacqueline et Mariama Sakho) pour leur soutien, rien qu'à penser à elles me renforce de courage et de persévérance.*
- *A mes tantes et oncles maternels et paternels*
- *A toute la 32^{ème} promotion de l'ENSA*
- *A toute la 36^{ème} promotion de l'ENSA*
- *A tous les élèves ingénieurs agronomes de l'ENSA*
- *A mes amis du lycée.*

REMERCIEMENTS

Je rends grâce à Allah, Seigneur de l'univers, et lui remercie infiniment, de m'avoir donné la santé me permettant d'accomplir ce travail. Que la paix soit sur le prophète Mouhamed, le dernier des messagers, sur sa famille et ses compagnons.

Je remercie :

- Le Directeur de l'ENSA, Pr Abdoulaye Dieng, pour tout le travail fourni pour que l'ENSA reste une école d'excellence et réputée pour les qualités de ses produits ;
- Le Directeur des études Dr Mamadou Thiam Diop et à travers lui tout le corps professoral, pour leur engagement, leur encadrement et leur enseignement ;
- Le chef du département Productions Végétales, Pr Samba Arona Ndiaye Samba, pour sa disponibilité, son enseignement et son encadrement ;
- Mon directeur de mémoire, Pr Tala Guèye, pour sa disponibilité, son ouverture, son engagement et son encadrement ;
- Mon maître de stage, Dr Omar Ndaw Faye, pour la qualité de son encadrement ; ses critiques, conseils et suggestions ont donné ce document toute sa qualité scientifique ;
- M. Abdou Aziz Diop et les ouvriers de la station expérimentale de Fanaye qui m'ont aidé lors du travail de terrain ;
- Toute la famille Diack de Fanaye et plus particulièrement Bocar Diack, Ndéye Sow, pour leur parfaite assistance et leur hospitalité ;
- Babacar Wade et Ndiankou Sall de Fanaye pour leur hospitalité ;
- Toute la famille Ndiaye de Saint Louis de mon ami et camarade de promotion Soulèye Ndiaye, pour leur hospitalité et leur assistance, à travers elle j'ai découvert la téranga saint-louisienne ;
- Tous les membres du jury qui ont bien voulu juger ce travail malgré leurs occupations ;
- Pr Saliou Ndiaye, pour son enseignement, sa générosité et son ouverture.

Je ne saurais terminer sans remercier Dr Khadidiatou Ndoye Ndir pour son soutien inconditionné pendant tout notre cursus à l'ENSA, elle est comme une maman pour tous les élèves ingénieurs de l'ENSA ; ses conseils et son assistance traduisent le souci qu'elle éprouve pour notre réussite.

Je remercie également Dr Ibrahima Diédhiou pour son enseignement et son accompagnement dans nos activités estudiantines.

RESUME

La présente étude a pour objectif d'évaluer de nouvelles variétés de riz en fonction des modes de semis afin d'identifier des variétés de riz adaptées à un mode de semis de l'hivernage et avec de bons potentiels de rendement dans les conditions agro-météorologiques de la vallée du Fleuve Sénégal et en conditions irriguées. Elle a été conduite sur le site expérimental de la station de Fanaye du CRA/Saint-Louis. Le dispositif utilisé est en split-plot avec deux (2) facteurs : le mode de semis (semis direct et pépinière repiquage) étant le facteur principal et la variété le facteur secondaire avec douze (12) modalités (huit variétés nouvelles et quatre variétés locales comme témoins). L'analyse de variance a montré un effet significatif de l'interaction mode de semis et variétés sur le cycle à la maturité. Le nombre de jours à la maturité moyen des variétés est aussi significativement différent entre les deux modes de semis. La technique pépinière repiquage a en moyenne un retard de neuf (9) jours sur son cycle par rapport au semis direct. Les nouvelles variétés sont globalement plus hâtives que les variétés locales et présentent de meilleurs rendements. La précocité des variétés est négativement liée au rendement en paille. Les variétés les plus précoces ont des rendements en grain et en paille intermédiaires, celles à précocité intermédiaire présentent un rendement en grain plus élevé et un rendement en paille plus faible et les variétés les plus tardives ont un rendement en grain plus faible et un rendement en paille plus élevé. Pour le semis direct les variétés conseillées pour le rendement en grain sont : ISRIZ 05 et ISRIZ 06 et pour le repiquage ISRIZ 01, ISRIZ 04 et ISRIZ 07 s'adaptent le plus. Quant aux variétés ISRIZ 02, ISRIZ 03 et ISRIZ 12, elles ne sont pas influencées par le mode de semis en rendement grains.

Mots-clés : Station de Fanaye, variétés, riz, mode de semis, précocité, rendement, vallée du fleuve Sénégal, conditions irriguées.

ABSTRACT

The objective of this study is to evaluate new rice varieties according to seeding modes in order to find rice varieties adapted to a winter seeding mode and with good yield potential under agro-meteorological conditions in the Senegal River valley and under irrigated conditions. It was conducted at the experimental site of the CRA/Saint-Louis Fanaye station. The experimental design used is split-plot with two (2) factors: the seeding mode (direct sowing and transplanting nursery) being the main factor and the variety the secondary factor with twelve (12) modalities (eight new varieties and four local varieties as controls). The analysis of variance showed a significant effect of the seeding mode and variety interaction on the cycle at maturity. The average number of days maturity of the varieties is also significantly different between the two seeding modes. The transplanting nursery technique is on the average nine (9) days late in its cycle compared to direct seeding. New varieties are generally more precocious than local varieties and yield better. The precocity of the varieties is negatively linked to the straw yield. The most precocious varieties have intermediate grain and straw yields, those with intermediate precocity have higher grain yields and lower straw yields, and the later varieties have lower grain yields and higher straw yields. For direct seeding the recommended varieties for grain yield are ISRIZ 05 and ISRIZ 06 and for transplanting ISRIZ 01, ISRIZ 04 and ISRIZ 07 are the most suitable. The varieties ISRIZ 02, ISRIZ 03 and ISRIZ 12 are not influenced by the grain yield sowing method.

Key-words : Fanaye station, varieties, rice, seedling modes, precocity, yield, Senegal River Valley, irrigated conditions.

SIGLES ET ABBREVIATIONS

AfricaRice : Centre du riz pour l'Afrique

ANSD : Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie

ANOVA : Analyse de la variance

CGOT : Compagnie Générale des Oléagineux Tropicaux en Casamance

CILSS : Comité Inter-États de lutte contre la Sécheresse au Sahel

CIRAD : Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement

CRA : Centre de Recherches Agricoles

ENSA : Ecole Nationale Supérieure d'Agriculture

FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture

FEWS NET : Famine Early Warning Systems Network

IRAT : Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et des Cultures Vivrières

IRRI : Institut International de Recherche sur le Riz

ISE : Institut des Sciences de l'Environnement

ISRA : Institut Sénégalais de Recherches Agricoles

MAS : Mission d'Aménagement du Sénégal

NERICA : New Rice for Africa

PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement

PRACAS : Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture

SAED : Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta du fleuve Sénégal et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé

VFS : Vallée du Fleuve Sénégal

WFP : World Food Programme

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 : Plant de riz.....	4
Figure 2-1 : zone d'étude	13
Figure 2-2 : Plan de l'essai.....	14
Figure 2-3 : pluviométrie moyenne mensuelle de la station de Fanaye	16
Figure 2-4 : variation de la température journalière de la station de Fanaye	17
Figure 2-5 : températures moyennes mensuelles de la station de Fanaye.....	17
Figure 2-6 : humidité relative de la station de Fanaye	18
Figure 2-7 : humidité relative moyenne mensuelle de la station de Fanaye	18
Figure 2-8 : balance et compteur de grain.....	19
Figure 2-9 : humidimètre.....	20
Figure 3-1 : Variation du cycle semis maturité des interactions mode de semis*variété	22
Figure 3-2 : Hauteurs des talles des variétés suivant l'interaction variété*mode de semis	24
Figure 3-3 : Longueurs moyennes des panicules des variétés.....	25
<i>Figure 3-4 : Rendement en paille des variétés en fonction des modes de semis.....</i>	<i>26</i>
Figure 3-5 : Nombre de panicules des variétés en fonction des modes de semis.....	26
<i>Figure 3-6 : Poids des panicules des variétés en fonction des modes de semis</i>	<i>27</i>
Figure 3-7 : Nombre de grains par panicule des variétés en fonction des modes de semis	28
Figure 3-8 : Poids de mille des variétés	29
Figure 3-9 : Rendement en grain des variétés en fonction des modes de semis	29
Figure 3-10 : Corrélation entre les variables	30
Figure 3-11: dendrogramme des variétés suivant les paramètres rendements et cycle végétatif	32

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1-1 : Températures de l'air nécessaires à la culture du riz	8
Tableau 2-1 : matériel végétal	13
Tableau 3-1 : Tableau de l'ANOVA.....	21
Tableau 3-2 : différents groupes des variétés en fonction de leur cycle végétatif	22
Tableau 3-3 : écart de cycle entre les deux modes de semis	23
Tableau 3-4 : Coefficients de corrélation	31

LISTE DES ANNEXES

annexes	43
annexe 1 : Modes de semis des emblavures de la VFS durant l'hivernage 2016	43
annexe 2 : carte variétale des emblavures de la saison hivernale 2016-2017	43
annexe 3 : Carte variétale des emblavures de la saison sèche chaude 2016	44
annexe 4 : Cycle semis maturité et variation du cycle entre les deux modes de semis en fonction des variétés.....	44
annexe 5 : Variation du cycle semis maturité des variétés.....	45
annexe 6 : Hauteurs des variétés	45
annexe 7 : Longueurs moyennes des panicules des variétés	46
annexe 8 : Rendement en paille des différentes variétés.....	46
annexe 9 : Nombres de panicules des différentes variétés	47
annexe 10 : Poids moyen paniculaire des variétés	47
annexe 11 : Nombre de grains par panicule des variétés	48
annexe 12 : Poids de mille des variétés.....	48
annexe 13 : Rendement en grain des variétés	49
annexe 14 : Répartition des variétés selon les paramètres cycle semis maturité et rendements	49
annexe 15 : Analyse de composantes principales – corrélation entre les paramètres cycle et rendements	50

TABLE DES MATIERES

dédicaces	I
remerciements	II
Résumé	III
abstract	IV
sigles et abréviations	V
liste des figures.....	VI
liste des tableaux	VII
liste des annexes	VIII
introduction	1
Chapitre 1: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE	4
1.1. LE RIZ.....	4
1.1.1. Origine et taxonomie.....	4
1.1.2. Description morphologique.....	5
1.1.3. Stades de croissance et de développement.....	6
1.1.4. Ecologie.....	8
1.2. QUELQUES ACQUIS DE LA RECHERCHE.....	10
1.3. Comparaison entre repiquage et semis direct.....	11
Chapitre 2: Matériels et méthode	12
2.1. Présentation du site.....	12
2.2. Matériel végétal	13
2.3. Dispositif expérimental.....	14
2.4. Conduite de la culture.....	15
2.5. Méthode d'observation, de mesure et d'analyse des données.....	15
2.5.1. Conditions climatiques de la période d'essai	15
2.5.2. Mesures des variables agronomiques.....	19
2.5.3. Méthode d'analyse des données	20
Chapitre 3: Résultats et discussion.....	21
3.1. Résultats.....	21
3.1.1. Maturité	21
3.1.2. Mesures morphologiques	23
3.1.3. Rendement et composantes de rendement	25
3.1.4. Analyses multivariées	30
3.2. Discussion.....	33

Conclusion et recommandations	36
Références bibliographiques	39
annexes	43

INTRODUCTION

L'agriculture du XXI^e siècle est confrontée à de multiples défis. Elle doit :

- produire plus de denrées alimentaires et de fibres pour une population sans cesse croissante avec une main d'oeuvre rurale réduite et utiliser davantage de matières premières pour un marché des bioénergies potentiellement considérable,
- contribuer à l'essor global des nombreux pays en développement,
- adopter des méthodes de production plus efficaces et plus viables et s'adapter au changement climatique (FAO, 2009).

Parmi les plantes cultivées, les céréales occupent une place très importante et représentent l'essentiel de l'alimentation de la population mondiale avec le maïs, le blé et le riz qui sont les trois principales céréales cultivées dans le monde. Le riz, deuxième céréale mondiale après le maïs par rapport à la surface cultivée et de production, est l'aliment de base de plus de la moitié de la population mondiale (GraphAgri, 2013). Pour l'alimentation humaine, il est classé première céréale au monde (Courtois, 2007). Sa production et sa consommation mondiales se concentrent à plus de 90% dans le continent asiatique, avec la Chine, l'Inde et l'Indonésie qui à eux seuls représentent plus de la moitié de la production mondiale. Cependant, seulement 7% de cette dernière sont échangés dans le monde, le riz est surtout consommé sur place dans les zones de production. Les trois pays exportateurs tels la Thaïlande, le Vietnam et le Pakistan assurent les deux tiers des exportations mondiales et près de 80% du commerce global sont contrôlés par 5 principaux exportateurs mondiaux (Mendez del Villar & *al.*, 2011). Pendant ce temps l'Afrique et plus particulièrement l'Afrique de l'Ouest, reste le plus grand pôle d'importation de riz. En effet ce continent qui a connu une très longue histoire de production rizicole, aux environs de 1500 ans avant Jesus Christ (Tourtre, 2005), réalise des productions insuffisantes à la demande de consommation. Ce besoin de consommation de riz ne cesse de croître à cause du taux d'accroissement démographique dans la région qui est l'un des plus élevés au monde, l'urbanisation croissante des villes et les modifications de régime alimentaire qu'elle induit (Seck & *al.*, 2013b). La zone connaît une forte croissance démographique estimée à 2,5% contre 1,2% pour le reste du monde, et une urbanisation évaluée à 38% avec une augmentation à 48 % d'ici 2030 (Mendez del Villar & *al.*, 2011). Dès lors le taux annuel

d'augmentation de la consommation de riz en Afrique de l'Ouest était de 5,4 % entre 2000 et 2012. Il est passé de 4,2 avant la crise de 2007 à 9,7 % entre 2007 et 2012. Entre 2010 et 2012 le rythme de consommation annuel était de 13,6 % (Seck & *al.*, 2013b). Tout cela fait de cette région du monde l'un des principaux pôles d'importation avec l'Asie orientale et le Moyen Orient.

Au Sénégal, un bel exemple de l'Afrique de l'Ouest, la culture du riz est une vieille tradition surtout dans la zone de la Basse Casamance durant la période coloniale. A l'époque, du fait du développement fulgurant de la culture de l'arachide au détriment des cultures vivrières, le gouvernement colonial faisait recours à des importations de plus en plus importantes de brisures de riz d'Asie pour satisfaire les besoins de consommation du pays (ISE, 2003). Au fil des ans, les populations sénégalaises se sont accommodées à la consommation du riz comme cela était le cas pour la plupart des pays africains, de telle manière que le Sénégal est devenu un des plus gros importateurs de brisure de riz en Afrique de l'Ouest après le Nigéria (Guèye, 2004). Afin d'atténuer ces effets négatifs sur l'économie sénégalaise, les autorités du pays et des partenaires au développement ont mis en oeuvre ces dernières décennies des programmes visant à réduire la dépendance du pays vis-à-vis du riz importé et même à être autosuffisant en riz. Aujourd'hui l'objectif de production est d'arriver à une totale satisfaction de la demande nationale en riz blanc de bonne qualité estimée à 1 080 000 tonnes, soit 1 600 000 tonnes de paddy à partir de la production locale et avec une contribution plus équilibrée de la VFS et dans les zones pluviales du sud, du centre et de l'est du pays (PRACAS, 2014). Actuellement le rendement moyen de la riziculture pluviale est de 2,3 t/ha (LAVOIXDELAVALLEE, 2017) alors qu'en riziculture irriguée le rendement moyen est de 6 t/ha avec des pics de 9 t/ha (SAED, 2016b). Concernant la culture du riz irrigué dans la région du Fleuve Sénégal, les variétés à cycle court (90-110 jours) sont utilisées à la fois en hivernage et en contre saison chaude (ex. la variété Sahel 108), et les variétés à cycle moyen (110 à 120 jours) telles que Sahel 201, Sahel 202, IR 1529 et Jaya sont essentiellement utilisées en hivernage. Actuellement, la variété à cycle court Sahel 108 est la principale variété utilisée dans la VFS avec près de 70% des emblavures pour les deux saisons (SAED, 2016) en considération de sa précocité et de son rendement potentiel. Ce choix s'impose dans un contexte de changement climatique avec les perturbations des températures en contre saison. Les basses températures durant cette saison rallonge le cycle

végétatif des variétés avec comme conséquent le démarrage tardif des activités en hivernage et obligeant les producteurs à faire recours aux variétés de cycle court. Cependant le binôme variétal cycle court - cycle moyen reste la meilleure pratique pour réussir la double culture mais plus difficile à réaliser dans ce nouveau contexte car il nécessite une parfaite organisation du travail en juillet et une utilisation de variétés tolérantes aux basses températures (Lacharme, 2001) ce qui fait que près de la moitié des producteurs de la vallée se contentent plus d'une bonne réussite d'une campagne de contre saison sèche qu'à risquer une campagne d'hivernage tardive contribuant à la baisse de la production dans la zone.

La recherche de variétés de riz tolérantes au froid, initiée depuis 2009 au centre de recherches agricoles de Saint Louis (CRA/Saint Louis) à l'ISRA de Saint Louis, a permis d'avoir des variétés prometteuses en phase de caractérisation finale (Faye, 2016). L'évaluation d'une partie de ces variétés suivant des modes de semis (pépinière repiquage et semis direct) entamée dans la station de recherche de Fanaye, permettra d'avoir des informations propices sur les performances de ces variétés pour une meilleure adaptation de la culture du riz durant chaque campagne.

Cette étude qui se veut une contribution sur la recherche de binôme de variétés de riz suivant le mode de semis et sur les deux saisons, s'inscrit dans la lancée des travaux réalisés par l'équipe de sélection, depuis 2009, afin d'améliorer la productivité du riz dans la vallée du Fleuve Sénégal. L'objectif global est de contribuer à l'amélioration des rendements du riz dans la vallée du Fleuve Sénégal. De manière spécifique il s'agit d'identifier des variétés de riz adaptées à un mode de semis durant l'hivernage et avec de bons rendements dans les conditions agrométéorologiques de la vallée du Fleuve Sénégal.

Ce présent document est structuré en trois chapitres : le chapitre 1 concerne la synthèse bibliographique sur la riziculture, le chapitre 2 s'intéresse aux matériels et à la méthode pour la réalisation de l'expérimentation et le chapitre 3 se rapporte aux résultats et leur discussion.

CHAPITRE 1: SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

1.1. LE RIZ

1.1.1. Origine et taxonomie

Le riz cultivé appartient au genre *Oryza* qui comporte vingt trois espèces. Ces espèces sont aujourd'hui distribuées sur tous les continents, mais l'origine du genre *Oryza* est eurasiatique. Deux espèces sont cultivées. L'une d'origine africaine, *O. glaberrima*, est utilisée presque uniquement en Afrique de l'Ouest ; l'autre d'origine asiatique, *O. sativa*, est présente aujourd'hui sur les cinq continents (Ahmadi & al., 2002).

O. glaberrima est issue de la domestication, dans le delta intérieur du Niger, de l'espèce *O. breviligulata* (Wopereis & al., 2008). La domestication d'*O. sativa* à partir d'*O. rufipogon*, remonterait quant à elle à plus de 8 000 ans en Inde et en Chine.

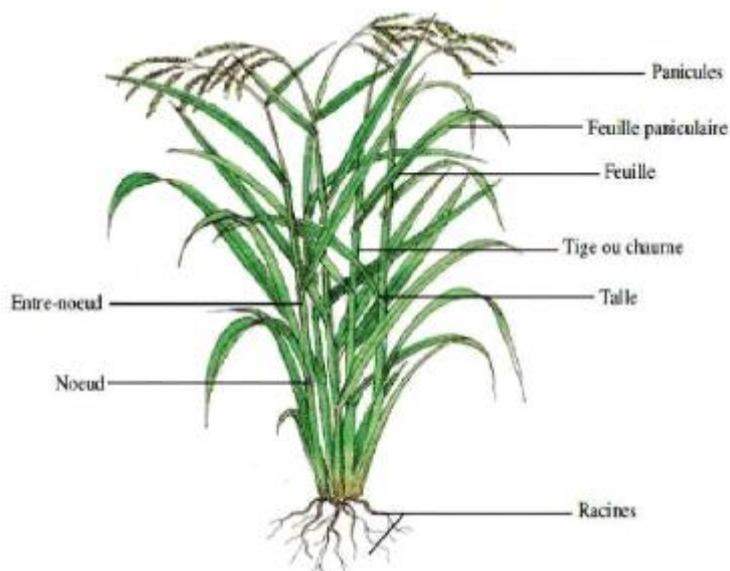


Figure 1-1 : Plant de riz

Source : (ADRAO)

Le riz africain est reconnu par quelques caractéristiques comme son excellent développement végétatif et sa faible densité de ramifications (Arraudeau, 1998a).

O. sativa présente deux sous-espèces *indica* et *japonica* (Ahmadi & al., 2002). La sous-espèce *indica* regroupe des variétés de culture aquatique tropicale et celle *japonica* rassemble à la fois les variétés pour la culture irriguée (*japonica* tempéré) et celles de culture essentiellement pluviale (*japonica* tropical).

Les variétés aquatiques peuvent être cultivées en conditions pluviales et réciproquement mais les exigences spécifiques des milieux nécessitent une spécialisation (Jacquot & Courtois, 1983).

1.1.2. Description morphologique

Le riz est une plante herbacée annuelle avec une tige ronde recouverte, des feuilles sessiles plates en forme de lame et une panicule terminale (Lacharme, 2001). Elle comprend naturellement des organes végétatifs (racine, tige, feuille) et des organes reproducteurs à savoir la panicule constituée d'un ensemble d'épillets.

A. Les organes végétatifs

a. Les racines

Le système racinaire de la plante de riz, comme la plupart des graminées, est peu profond. Il est très abondant, ramifié et superficiel chez les variétés aquatiques, moins ramifié, de plus grand diamètre et plus profond chez les variétés pluviales (Ahmadi & al., 2002).

b. La tige

La tige est composée d'une série de noeuds et d'entre-noeuds (Yoshida, 1981). Chaque noeud porte une feuille et un bourgeon qui peut se transformer en talle. À partir des noeuds de la tige principale naissent de façon alternative d'autres tiges appelées talles secondaires qui peuvent à leur tour porter des talles tertiaires. L'ensemble des talles produit par un seul plant constitue la touffe de riz pouvant compter jusqu'à trente talles au stade végétatif. L'importance du tallage est fonction de la variété mais elle est influencée par les conditions et pratiques culturales (Wopereis & al., 2008). Un nombre limité de ces talles, jusqu'à une quinzaine, produit des panicules (Ahmadi & al., 2002).

c. Les feuilles

La première feuille appelée encore prophyllé ou feuille incomplète, sort de la partie latérale du coléoptile qui est le premier organe aérien de la plante qui émerge du sol (Arraudeau, 1998a).

Elle n'a pas de limbe ou seulement un limbe très court et sa longueur ne dépasse pas 3 cm. La dernière feuille qui enveloppe la panicule est appelée la feuille paniculaire ou feuille drapeau.

B. Les organes floraux

a. La panicule

La panicule constitue l'inflorescence du riz mesurant 20 à 40 cm (Ahmadi & *al.*, 2002). C'est la partie terminale de la plante de riz portée par le dernier entre-noeud. Elle peut porter entre 50 et 500 épillets, cependant pour la plupart des variétés utilisées, le nombre d'épillets se situe entre 150 et 350 (Wopereis & *al.*, 2008).

b. La fleur

La fleur a 6 étamines et 1 pistil. Les étamines sont constituées de deux anthères soudées au bout d'un filament fin. Le pistil est constitué de l'ovaire, du style et du stigmate de structure plumeuse (Lacharme, 2001). Le riz est une plante autogame : la fécondation est assurée par le pollen de la fleur elle-même à la différence des plantes allogames.

c. Le grain ou paddy

Le grain de riz est constitué des parties essentielles :

- l'enveloppe du riz comprenant : les glumes et les deux glumelles appelées paléa (glumelle supérieure avec trois nervures) et lemma (glumelle inférieure avec cinq nervures). Les glumelles qui enveloppent le grain du riz constituent la balle de riz au décorticage ;
- l'endosperme qui sert de source alimentaire à l'embryon ; l'embryon situé sur la partie ventrale de l'épillet.

1.1.3. Stades de croissance et de développement

Le cycle du riz, quelles que soit la variété, l'écologie, est bouclé après avoir traversé dix (10) stades de développements répartis en trois grandes phases: la phase végétative, la phase reproductive et la phase de maturité (Wopereis & *al.*, 2008). Il dépend de la variété et de l'environnement (Arraudeau, 1998a).

A. Phase végétative

Durant la phase végétative, la plante traverse les stades de développement suivants : germination-émergence, plantule, tallage et élongation des entre-nœuds (selon le type de variétés).

Le stade germination correspond à la période comprise entre l'apparition du coléoptile ou de la radicule et l'émergence de la première feuille. L'embryon, en état de vie latente au cours du stockage, germe dès qu'il rencontre une humidité suffisante (l'équivalent du quart du poids de la graine) et une température favorable (optimum : 20 à 35 °C) (Wopereis & *al.*, 2008).

Le stade plantule correspond à la période comprise entre l'émergence de la première feuille et l'apparition de la cinquième feuille. Il dure environ 14 jours où la jeune pousse se nourrit essentiellement des réserves de la graine et poursuit sa production de feuilles au rythme d'une feuille tous les 3 ou 4 jours. Durant ce stade la plantule produit également des racines. C'est un stade critique au cours duquel la plante est très fragile (Wopereis & *al.*, 2008).

Le stade tallage démarre avec l'apparition de la cinquième feuille. L'accroissement numérique des talles se poursuit jusqu'au tallage maximum. On assiste ensuite à une dégénérescence de certaines talles et à une stabilisation du nombre de talles.

La durée de la phase végétative est variable et est fonction des variétés. Cette phase est influencée par les températures basses et la photopériode (longueur du jour), qui peuvent, lorsque que la variété est sensible, allonger sa durée (Wopereis & *al.*, 2008).

B. Phase reproductive

Cette phase comporte les stades d'initiation paniculaire, de montaison et d'épiaison. Elle est caractérisée par la naissance de la panicule et le développement des épillets et des organes reproducteurs. Elle a une durée relativement fixe comprise entre 30 et 35 jours, quelles que soient la variété et la saison. L'élongation de la tige ou montaison correspond à l'élongation des entre-nœuds et se termine à l'épiaison (Arraudeau, 1998a). La phase reproductive n'est pas affectée par la photopériode, cependant elle est très sensible aux températures basses, à la sécheresse (déficit hydrique) et à la salinité, qui peuvent occasionner la stérilité des organes reproducteurs des épillets, ce qui se traduit par des grains vides (Wopereis & *al.*, 2008).

C. Phase de maturation

Elle comporte les stades floraison, laiteux, pâteux et de maturité. Elle a également une durée relativement fixe d'environ 30 jours, quelles que soient la variété et la saison (Wopereis & *al.*, 2008). Elle est sensible aux aléas climatiques tels que les températures élevées, les vents violents et la sécheresse (déficit hydrique) durant les 15 premiers jours qui suivent la floraison (stade pâteux). Cependant le drainage des parcelles ou arrêt de l'irrigation au stade pâteux n'a pas d'influence négative sur la production, il est même bénéfique pour le riz ; il homogénéise la maturation et facilite la récolte.

1.1.4. Ecologie

Grâce à la très grande diversité morpho-physiologique de ses écotypes, le riz est cultivé dans des conditions écologiques très variées allant du pluvial strict à des situations inondées où la lame d'eau peut atteindre 5 m (Ahmadi & *al.*, 2002).

A. Climats

a. Latitude et altitude

Les deux paramètres agissent sur le riz par l'intermédiaire des températures. La latitude agit de plus par l'intermédiaire de la photopériode. Le riz est cultivé depuis le 40° Sud, en Argentine, jusqu'à 53° Nord, en Chine. Cependant sa principale zone de culture est l'Asie intertropicale. La plus haute altitude de culture se situe au Népal à plus de 3000 m, mais la plus grande partie des surfaces cultivées se trouve au-dessous de 300 m (Ahmadi & *al.*, 2002).

b. Température

Tableau 1-1 : Températures de l'air nécessaires à la culture du riz

Étape de développement	Température de l'air (°C)		
	Minimum	Optimum	Maximum
Germination	14-16	30-35	42
Tallage	16-18	28-30	40
Floraison	22	27-29	40
Maturation		25	40

Source : (Ahmadi & *al.*, 2002).

En culture aquatique, la température de l'eau est également importante. Le minimum est de 13-14°C, l'optimum de 30-34°C et le maximum de 38-40°C. À 50°C la plante meurt.

c. Hygrométrie

Les rendements très élevés sont obtenus en culture irriguée sous des climats très secs comme en Egypte et en Californie (Arrauveau, 1998a). La floraison, phase la plus sensible, nécessite une humidité de 70 à 80 %. Une humidité élevée favorise le développement des maladies QS (Ahmadi & al., 2002).

d. Vent

Léger, le vent a un effet favorable car il accélère la transpiration, fort, il peut arracher les jeunes plants ou provoquer la verse et l'échaudage à maturité (Ahmadi & al., 2002).

e. Lumière

Le riz est une plante exigeante en lumière. Pour un cycle de culture de 120-130 jours, la somme des radiations solaires nécessaires correspond à 1 000 à 1 200 heures d'ensoleillement, le minimum étant de 400 heures (Arrauveau, 1998a). Les rendements les plus élevés sont obtenus sous forte luminosité : 400 cal/jour/cm² (Ahmadi & al., 2002). En zone équatoriale où le ciel est souvent couvert, la faible luminosité constitue un facteur limitant de la production.

f. Les besoins en eau

À chaque stade de développement du riz correspond un besoin spécifique en eau. Le non-respect de ces besoins peut entraîner des chutes très importantes en rendement (Wopereis M. C., Defoer, Idinoba, Diack, & Dugué, 2008). Le riz a besoin de peu d'eau durant la phase végétative, de beaucoup d'eau durant toute la phase reproductive et la première moitié de la phase de maturation et n'a plus besoin d'eau durant la dernière moitié de la phase de maturation. La phase d'initiation paniculaire est particulièrement sensible (Ahmadi & al., 2002). Durant cette phase et jusqu'au stade pâteux, la lame d'eau doit être maintenue à 10 cm pour assurer le besoin du riz et pendant la phase végétative, la lame d'eau doit être égale à 5 cm.

Les pluviosités élevées sont nuisibles par leurs effets mécaniques, notamment en période de floraison et de récolte, et par la nébulosité qui les accompagne.

B. Sol

En culture aquatique, les sols les plus adaptés sont ceux à texture argilo-limoneuse (70% d'éléments fins), riches en matière organique avec un pH de 6 à 7 (Arraudeau, 1998a). Les sols alluvionnaires ou colluvionnaires des bas-fonds, des plaines inondables et des deltas des grands fleuves sont particulièrement adaptés. Mais le riz est aussi cultivé sur des sols très organiques (anciennes tourbières), sur des sols salés (jusqu'à 1% de salinité) ou en présence d'ion sulfure ou d'ion sulfate dans certaines zones de mangrove. Le riz supporte des pH de 4 à 8.

En culture sèche, le riz nécessite un sol riche et meuble, avec une bonne capacité au champ car le riz est particulièrement sensible à la sécheresse. Le pH optimum est de 6 à 7 (Ahmadi et al., 2002).

1.2. QUELQUES ACQUIS DE LA RECHERCHE

Au Sénégal, les premières recherches sur l'amélioration variétale commencent dès 1955 (Sène & al., 1970). À l'époque les principales zones de culture du riz au Sénégal sont la vallée du fleuve Sénégal et la Casamance. C'est la région du fleuve qui a connu les premiers essais en 1955 avec une expérimentation sur le riz submergé dans le casier de Guédé. La sélection variétale s'oriente d'abord vers des cultivars rustiques, adaptés aux conditions de faible maîtrise de l'eau (P. Boivin, 1993), la recherche de variétés productives, la recherche de variétés à croissance rapide, capables de suivre la montée de l'inondation plus importante dans la vallée, la recherche de variétés réunissant des qualités de résistance à la verse, ayant un rendement élevé à l'usinage et une bonne qualité culinaire. Cela a abouti à la sélection et à la vulgarisation de plusieurs variétés (Sène & al., 1970). Vers les années 1960, des recherches ont été effectuées sur l'intensification de la culture qui ont permises de définir des binômes de variétés pour la double culture annuelle et même pour la triple culture. Ces travaux sont essentiellement conduits par l'IRAT puis par la FAO et enfin par l'ADRAO (ex AfricaRice). Par la suite les travaux de l'ISRA et de l'AfricaRice, dans les années 70, ont également beaucoup renforcé le catalogue des variétés du pays avec l'adoption des variétés améliorées de riz SAHEL et NERICA. À partir des périodes 1994-1995, les variétés SAHEL 108, SAHEL 201 et SAHEL 202 provenant de l'IRRI (Philippines), du Bangladesh et du Nigeria sont homologuées au Sénégal par l'ADRAO (ex AfricaRice) et l'ISRA (ISRA, 2012). L'objectif était de trouver des variétés à haut rendement et à cycle court permettant la double culture. Aux alentours des

années 80 un model nommé Ridev a été conçu par l’AfricaRice pour le choix des variétés et l’élaboration de calendriers culturaux afin de pouvoir faire face à la problématique de la double culture (Dingkulm, Le Gai, & Poussin). En 2007, les variétés Sahel 134, Sahel 159, Sahel 208, Sahel 209 et Sahel 210 ont été homologuées et utilisées par les paysans de la Vallée du Fleuve. Actuellement les taux d’adoption des variétés SAHEL pour la production sont évalués au Sénégal et dans la Vallée du Fleuve à 50,76% et 92,67% (Basse, 2014) . Les variétés de riz NERICA sont vulgarisées quant à elles en 2009 de même que les autres variétés SAHEL comme SAHEL 177, SAHEL 217.

1.3. COMPARAISON ENTRE REPIQUAGE ET SEMIS DIRECT

Beaucoup d’études visant à trouver la technique de plantation la plus appropriée ont été effectuées (Diouf, 1996). Malgré tous les résultats obtenus, le mode de semis permettant aux agriculteurs de pratiquer la double culture et d’augmenter sensiblement leur revenu reste à définir.

Par rapport au repiquage, le semis direct présente l’avantage d’être plus économique en main-d’oeuvre en début de cycle, de ne pas faire subir aux jeunes plants un choc physiologique qui allonge le cycle, et de mieux se prêter à la culture mécanisée (Ahmadi & al, 2002). Ses inconvénients majeurs sont une plus grande consommation en semence et, surtout, une plus grande pression des adventices nécessitant plus de désherbage mécanique ou chimique. Par ailleurs les rendements des deux modes de semis ont fait l’objet de nombreux essais. A condition d’utiliser pour le semis direct souvent des doses d’engrais supérieures et des techniques de désherbage bien au point à base d’herbicides, les deux modes techniques donnent des rendements équivalents (Arraudeau, 1998b). Mais le semis direct coûterait plus cher à l’unité de riz produite, sans doute en raison des doses supérieures d’intrants, herbicides et engrais, qui surpassent le coût du semis en pépinière et du repiquage dans les régions où la main d’oeuvre reste une charge relativement peu élevée.

CHAPITRE 2: MATERIELS ET METHODE

2.1. PRESENTATION DU SITE

La station de Fanaye est une station d'essai du CRA de Saint Louis localisée dans le village de Fanaye. Ce dernier est un village du nord du Sénégal situé dans le département de Podor (à la porte du Fouta-Toro) et dans la région de Saint-Louis. La station de recherche de Fanaye est située à 16°32' Nord et 15° 12' Ouest dans la moyenne vallée du fleuve Sénégal le long d'un marigot appelé Ngalanka à environ 160 km de l'embouchure du fleuve Sénégal. Elle est limitée au Nord par le Ngalenka, défluent du fleuve Sénégal, et au Sud par la route asphaltée de Saint-Louis à Matam. Elle couvre une superficie de 117 ha dont 60 ha sont clôturés et 12 ha seuls sont aménagés (CRA/Saint Louis, 2016). C'est une station principale où on trouve tous les types de sol de la vallée ce qui constitue une condition principale de sa création. Elle est divisée en 2 grandes sections : 33 ha de Diéri ou sols sableux, et 30 ha de cuvette argileuse (Samba, 1998). Le sol de la station présente des horizons argileux d'épaisseur comprise entre 1,5 et 2 m, qui reposent sur une terrasse de sables marins fins. Le site dispose d'une station de pompage formée d'un groupe motopompe sur flotteurs installés sur le Ngalenka et, qui refoule l'eau à travers la cuvette par une conduite principale sur laquelle sont branchées des conduites secondaires alimentant les blocs d'arrosage disposés de part et d'autre.

Le climat est de type sahélien avec une saison sèche froide de mi-novembre à mi-février, une saison sèche chaude de mi-février à fin juin et une saison des pluies (hivernage) de début juillet jusqu'à mi-novembre.

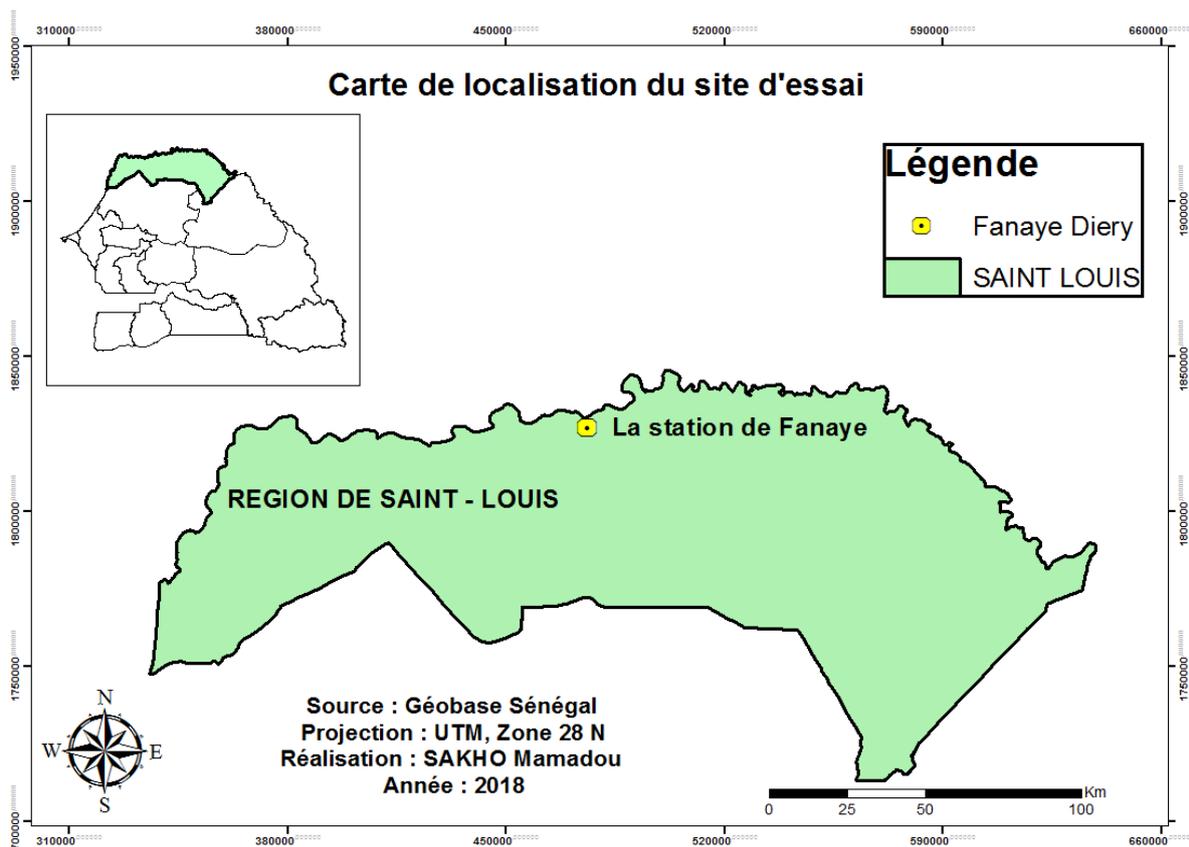


Figure 2-1 : zone d'étude

2.2. MATERIEL VEGETAL

Le matériel végétal est constitué de douze (12) variétés de riz dont huit (8) nouvelles variétés et quatre (4) variétés locales. Ces nouvelles variétés ont été sélectionnées par le CRA/Saint Louis et homologuées le 26 décembre 2017 (Faye, et al., 2017).

Tableau 2-1 : matériel végétal

Nom des variétés	Origine	Cycle (jours) SCC-HIV	Rendement potentiel (t/ha)
ISRIZ 01	ISRA	100-88	12,5 (8,5 mp*)
ISRIZ 02	ISRA	110-90	12 (8,5 mp)
ISRIZ 03	ISRA	120-90	13,5 (8,6 mp)
ISRIZ 04	RDA South Korea	125-105	13,5 (8,5 mp)
ISRIZ 05	RDA South Korea	125-104	13,5 (8,725 mp)

PR : pépinière repiquage ; SD : semis direct

2.4. CONDUITE DE LA CULTURE

Les opérations culturales ont débuté par une préparation du sol avec des passages de pulvérisateur « offset », une mise en boue suivie d'un planage humide des parcelles. La date de semis pour le semis direct ainsi que la pépinière est le 08 août 2017. Le repiquage est effectué 21 jours après semis dans une lame d'eau d'environ 5 cm à raison de trois brins par poquet avec un écartement de 20 cm sur 20 cm. Le semis direct s'est fait également dans une lame d'environ 5 cm.

Le DAP a été utilisé comme engrais de fond pour le semis direct et pour la technique pépinière repiquage à la dose de 100 Kg à l'hectare. L'urée a été épandue à la dose de 250 Kg à l'hectare en deux apports : 125 Kg à l'hectare au début de tallage et la même dose à l'initiation paniculaire.

Un traitement herbicide a été effectué au 31^{ème} jour après semis avec le mélange Propanil (8 litre à l'hectare) plus Weedone (1 litre à l'hectare). Des opérations de désherbage manuel sont également réalisées fréquemment.

Des traitements insecticides ont été appliqués au 77^{ème} jour après semis avec le Decis à la dose de 0,5 l/ha.

Les parcelles sont irriguées à la demande et en moyenne deux fois par semaine de façon à maintenir la lame d'eau à une hauteur de 5-10 cm.

Un gardiennage est assuré pour la protection des parcelles contre l'invasion des oiseaux granivores.

2.5. METHODE D'OBSERVATION, DE MESURE ET D'ANALYSE DES DONNEES

2.5.1. Conditions climatiques de la période d'essai

Au cours de la période de l'expérimentation, les paramètres climatiques tels que la pluviométrie, la température, l'humidité relative de l'air etc. ont été régulièrement suivies. Ces données ont été recueillies au niveau de la station météo de Fanaye.

A. Pluviométrie

La période de l'expérimentation coïncide avec une baisse de la pluviométrie de la zone d'étude qui a débuté au mois de juin et s'est achevée au mois d'octobre. Elle est caractérisée par une irrégularité des pluies et une faiblesse des hauteurs d'eau tombée avec 56,1 mm en juin et 61,6 mm en juillet. La figure 2-3 présente la répartition mensuelle de cette pluviosité. Les mois d'août et septembre ont enregistré à eux seul 59 % de la pluviométrie cumulée.

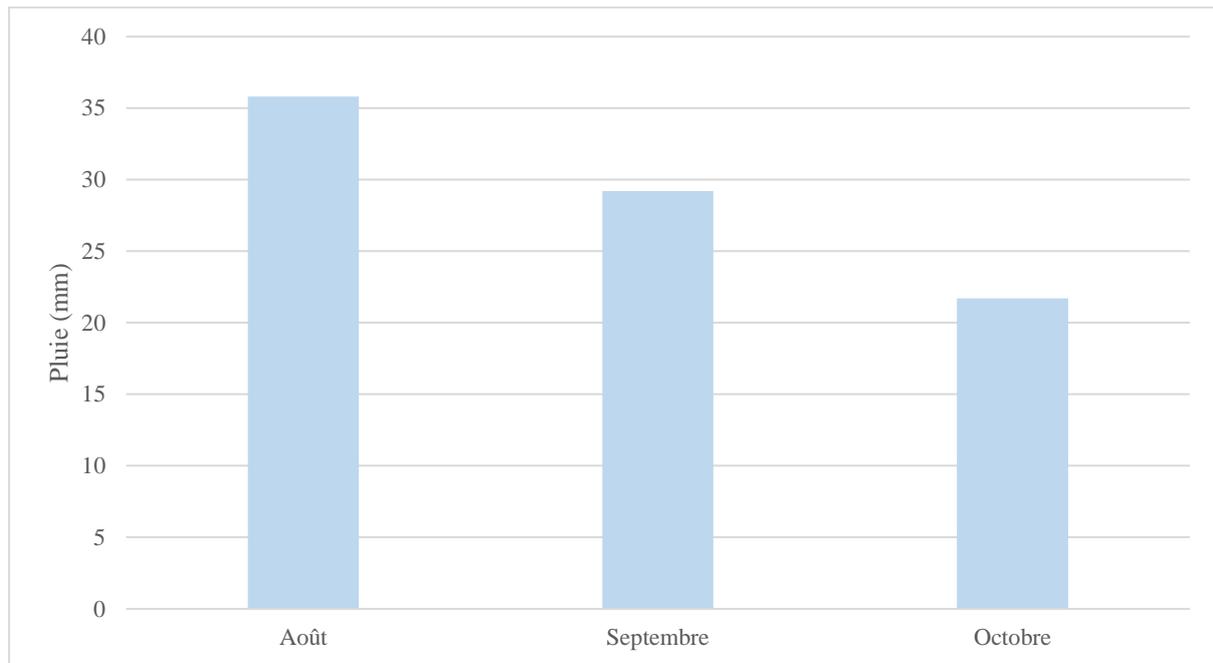


Figure 2-3 : pluviométrie moyenne mensuelle de la station de Fanaye

B. Température et humidité relative

Au cours du cycle de développement, les températures maximales et minimales ont accusé de légère variation. Les températures minimales ($T^{\circ}\text{Min}$) ont évolué entre 11 et 27°C avec une moyenne de 22,33°C tandis que les températures maximales ($T^{\circ}\text{Max}$) ont varié entre 31 et 43°C avec une moyenne de 37,6°C.

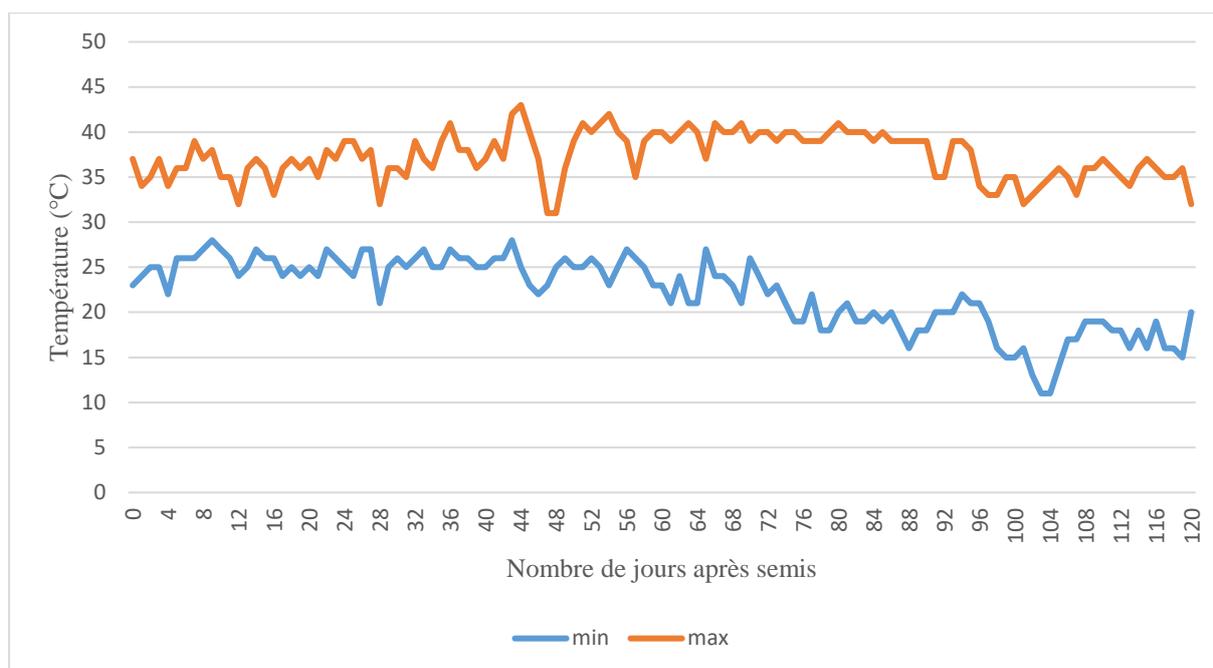


Figure 2-4 : variation de la température journalière de la station de Fanaye

Les données climatiques ont permis également de présenter les températures journalières moyennes de chaque mois de la période d'essai. Il est aisé ainsi de constater que durant toute la période d'essai le froid s'est un peu manifesté au mois de novembre concordant à la maturation des cultures.

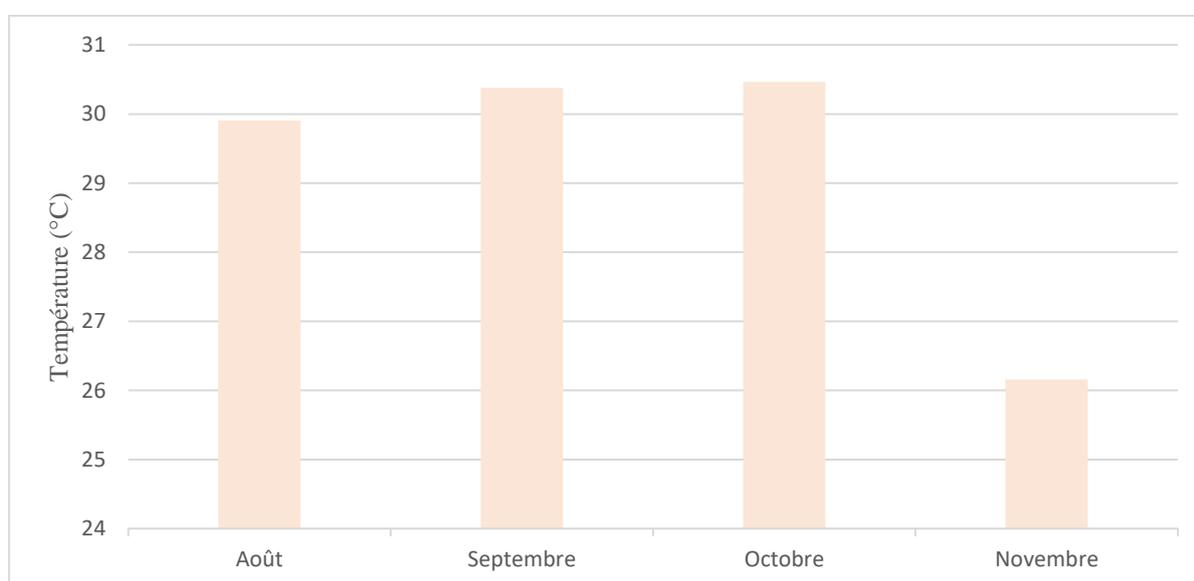


Figure 2-5 : températures moyennes mensuelles de la station de Fanaye

Les humidités relatives maximales (HR Max) ont varié de 54 à 100% avec une moyenne de 81,05% tandis que celles minimales (HR Min) ont fluctué entre de 4 et 63% avec une moyenne de 23,19%. Elles ont beaucoup varié et tendent à baisser vers la fin du cycle des cultures (fig. 9).

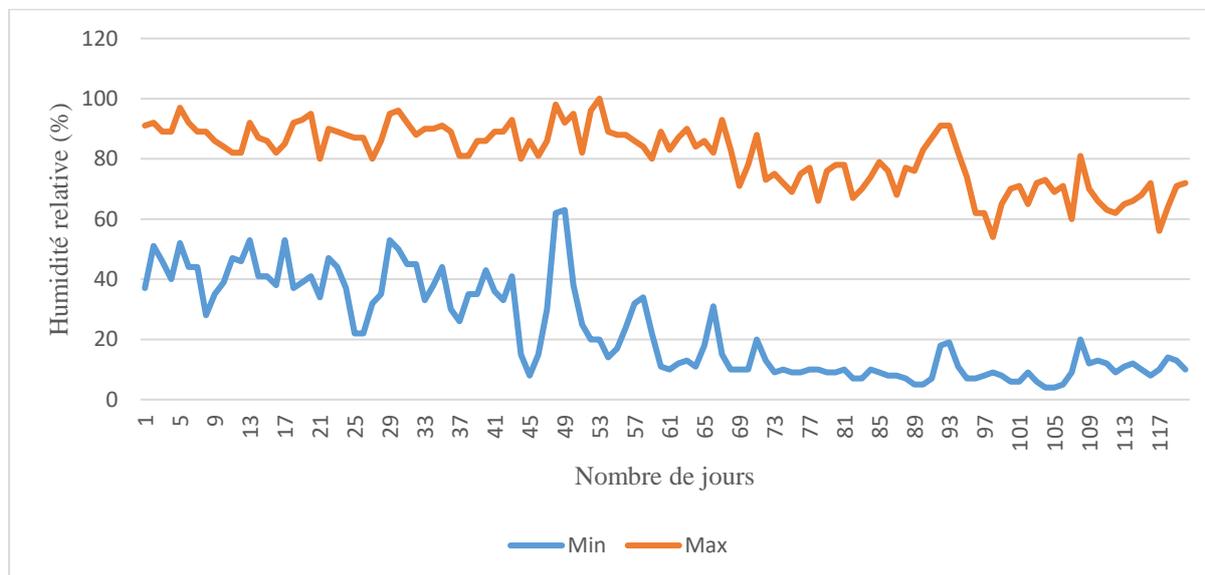


Figure 2-6 : humidité relative journalière de la station de Fanaye

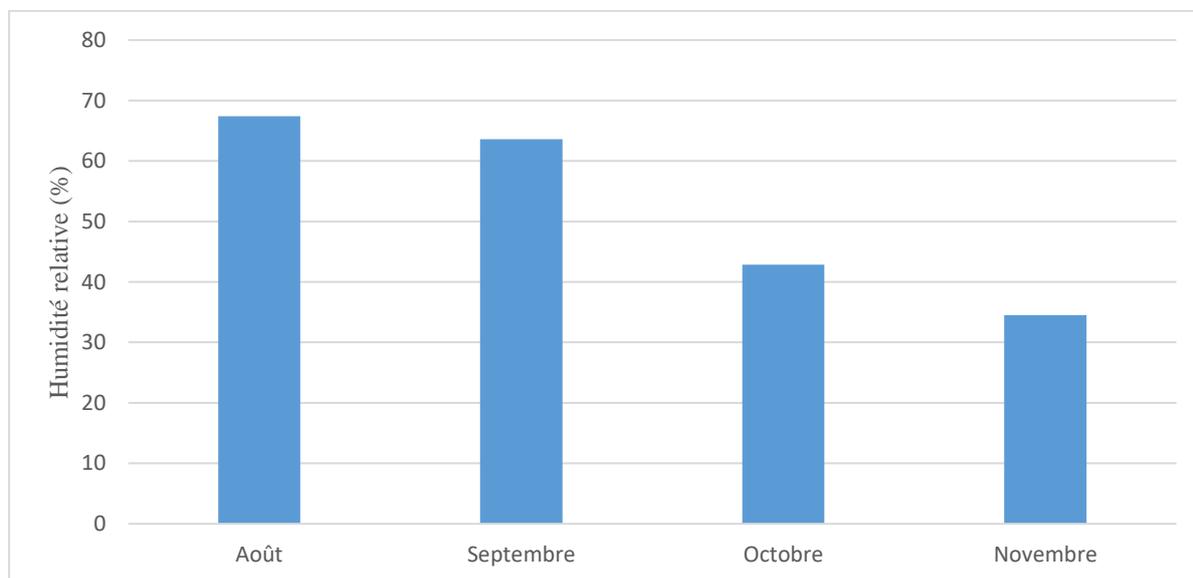


Figure 2-7 : humidité relative moyenne mensuelle de la station de Fanaye

2.5.2. Mesures des variables agronomiques

Les variables agronomiques mesurées au courant de cet essai sont le cycle semis maturité (CM), la hauteur des talles (HT), la longueur des panicules (LP) des variétés, les rendements en paille (RDTp) et en grain (RDT), les composantes de rendement telles que le poids paniculaire (PP), le nombre de panicule par m² (NPM²) le nombre de grain par panicule (NGP), le poids de mille grains (PMG) et le taux de fécondité (TF).

Les observations sur la maturité ont porté sur l'ensemble des pieds de chaque parcelle. Cette phase est considérée comme atteinte lorsque 80% des pieds de chaque parcelle sont à ce stade.

La hauteur des talles à la récolte est mesurée sur 10 pieds au milieu de chaque parcelle. Elle est mesurée grâce à une règle de 1 m de longueur.

A la récolte, deux placettes de 0,25 m² de superficie ont été prises comme échantillon au niveau du carré utile. De cet échantillon, le RDT, le RDTp et le NPM² sont estimés. Les composantes de rendement telles que la LP, le PP, le NGP, le PMG ainsi que le TF sont déterminées à travers un échantillon de 10 panicules choisis au niveau de notre échantillon initial.

Une règle (triple décimètre) a permis la mesure de la LP, une balance électronique pour la détermination du PP et du PMG et un compteur de grain pour le comptage des grains des échantillons.

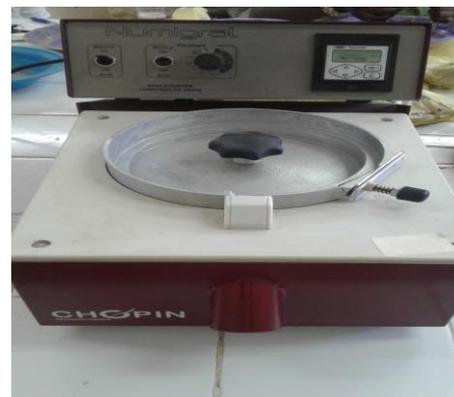


Figure 2-8 : balance et compteur de grain

Pour chaque traitement, le rendement d'une superficie de 1 m² a été déterminé selon la formule ci-dessous :

Rendement en grain en t/ha = Nombre de panicule par m² * Nombre de grain par panicule *
Pourcentage de grain plein * Poids de 1000 grains* 10⁻⁵.

Le rendement est obtenu avec le taux d'humidité des grains au moment de la pesée, il faudra donc le réajuster à 14%, taux d'humidité standard, reconnu et accepté de façon consensuelle. Le taux d'humidité des grains est obtenu en prélevant un échantillon de grains remplis dans chaque parcelle en le mesurant avec un humidimètre.



Figure 2-9 : humidimètre

2.5.3. Méthode d'analyse des données

Les données brutes obtenues ont été traitées à l'aide du logiciel tableur Excel, pour la réalisation des graphiques. Elles sont par la suite soumises aux analyses statistiques telles que les analyses de variance (ANOVA) et multivariées (ACP, cluster, corrélation) à l'aide du logiciel nommé ARiS.

CHAPITRE 3: RESULTATS ET DISCUSSION

3.1. RESULTATS

L'analyse de variance montre que l'interaction Variété x Mode de semis a un effet hautement significatif sur l'évolution des paramètres suivis à l'exception du poids de mille grain, de la longueur moyenne des panicules et le taux de fertilité des grains. Concernant le facteur variété, une différence très significative ($P < 0,01$) à significative ($P < 0,05$) est obtenue entre les variétés pour tous les caractères à l'exception du taux de remplissage des grains ou taux de fertilité. Le facteur mode de semis affiche en revanche un effet significatif ($P < 0,05$) uniquement pour le caractère cycle semis maturité.

Tableau 3-1 : Tableau de l'ANOVA

Source de variation	Ddl	p-valeur				
		PMG	RDTp	NPM ²	PP	LP
Mode de semis	1	0,727	0,094	0,072	0,229	0,979
Variété	11	0,001**	0***	0,000***	0,000***	0,003**
Interaction	11	0,066	0,000***	0,000***	0,023*	0,665

Source de variation	ddl	p-valeur				
		RDTg	TGR	CM	HT	NGP
Mode de semis	1	0,109	0,284	0,016*	0,06	0,244
Variété	11	0,000***	0,069	0***	0,000***	0,000***
Interaction	11	0,000***	0,212	0,000***	0,000***	0,000***

PMG : poids de mille grains, RDTp : rendement paille (t/ha), NPM² : nombre de panicule par m², PP : poids moyenne d'une panicule, TGR : taux de grains remplis par panicule, CM : cycle semis maturité, HT : hauteur moyenne d'une talle à la récolte, LP : longueur moyenne d'une panicule, NGP : nombre de grain par panicule, *, **, *** : différence statistiquement significative à $P=0,05$, $P=0,01$ et $P=0,001$ respectivement

3.1.1. Maturité

L'interaction mode de semis et variété montre une différence hautement significative du cycle semis maturité qui varie entre 92 et 119 jours. La figure 3-1 représente la variation du cycle semis maturité en fonction des variétés et du mode de semis.

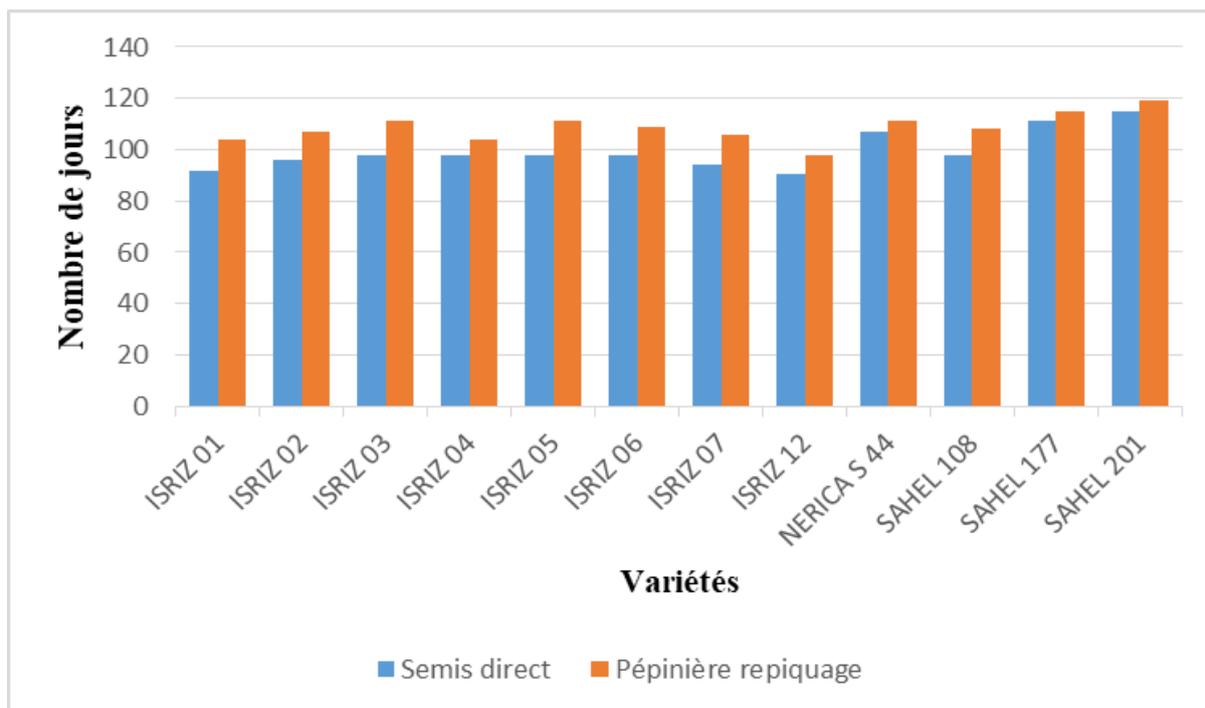


Figure 3-1 : Variation du cycle semis maturité des interactions mode de semis*variété

La moyenne du nombre de jours à la maturité des variétés est significativement plus élevée ($P=0,016$) en repiquage (108) qu'en semis direct (99 jours). Entre les variétés, le cycle à la maturité évolue aussi très significativement. La variété SAHEL 108, plus précoce des témoins, a le même comportement en cycle végétatif que ISRIZ 03, ISRIZ 04, ISRIZ 05 et ISRIZ 06. Elle est par contre moins précoce que les variétés ISRIZ 01, ISRIZ 02, ISRIZ 07 et ISRIZ 12. Trois (3) groupes de variétés peuvent être formés suivant leur cycle semis maturité :

Tableau 3-2 : différents groupes des variétés en fonction de leur cycle végétatifs

Variétés	Cycle (jours)	
	Semis direct	Repiquage
Groupe 1 : ISRIZ 01, ISRIZ 02, ISRIZ 07 et ISRIZ 12	Entre 92 et 96	Entre 98 et 107
Groupe 2 : ISRIZ 03, ISRIZ 04, ISRIZ 05, ISRIZ 06 et SAHEL 108	98	Entre 107 et 111
Groupe 3 : SAHEL 177, NERICA S 44 et SAHEL 201	Entre 107 et 115	Entre 111 et 119

ISRIZ 12 représente la variété la plus précoce et SAHEL 201 la plus tardive quelque soit le mode de semis. La comparaison des cycles végétatifs entre le semis direct et le repiquage montre que les variétés les plus tardives (NERICA S 44, SAHEL 177 et SAHEL 201) ont un écart de nombre de jours plus petit que les autres. Le tableau 3-3 reproduit les résultats de cette comparaison.

Tableau 3-3 : écart de cycle entre les deux modes de semis

Variétés	Cycle (jours)	Ecart de cycle entre semis direct et repiquage (jours)
ISRIZ 01	98	12
ISRIZ 02	101,5	11
ISRIZ 03	104,5	13
ISRIZ 04	102,5	9
ISRIZ 05	104,5	13
ISRIZ 06	103,5	11
ISRIZ 07	100	12
ISRIZ 12	94,25	7,5
NERICA S 44	109	4
SAHEL 108	103,25	10,5
SAHEL 177	113	4
SAHEL 201	117	4

L'étude de la corrélation du cycle végétatif des variétés et l'écart entre les deux modes de semis a donné significativement ($P = 0,02644 < 0,05$) une corrélation négative ($r = -0,63527$). Cela montre que, plus le cycle des variétés est court, plus l'écart entre les modes de semis est grand.

3.1.2. Mesures morphologiques

A. Hauteur moyenne des talles à la récolte

L'analyse de la variance montre un effet hautement significatif de l'interaction mode semis x variété sur la hauteur moyenne des différents traitements. La figure 3-2 illustre l'évolution des hauteurs des variétés en fonction des modes de semis.

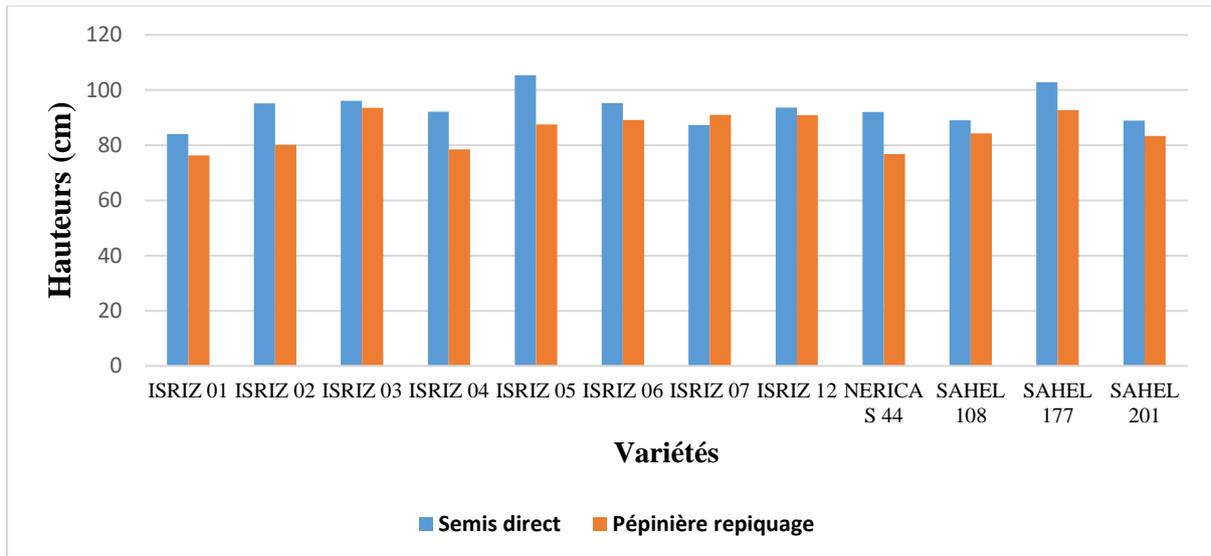


Figure 3-2 : Hauteurs des talles des variétés suivant l'interaction variété*mode de semis

Les hauteurs moyennes des variétés dans les deux modes de semis sont similaires ($P=0,06$). Entre les variétés, les hauteurs moyennes sont significativement différentes. Le témoin SAHEL 177 est la plus grande variété en hauteur avec la variété ISRIZ 05. Les autres variétés locales ont pratiquement le même comportement que toutes les variétés.

B. Longueur moyenne des panicules

L'analyse de la variance montre que la variation de la longueur moyenne des panicules des variétés suivant leur mode de semis n'est pas significative ($P=0,979$).

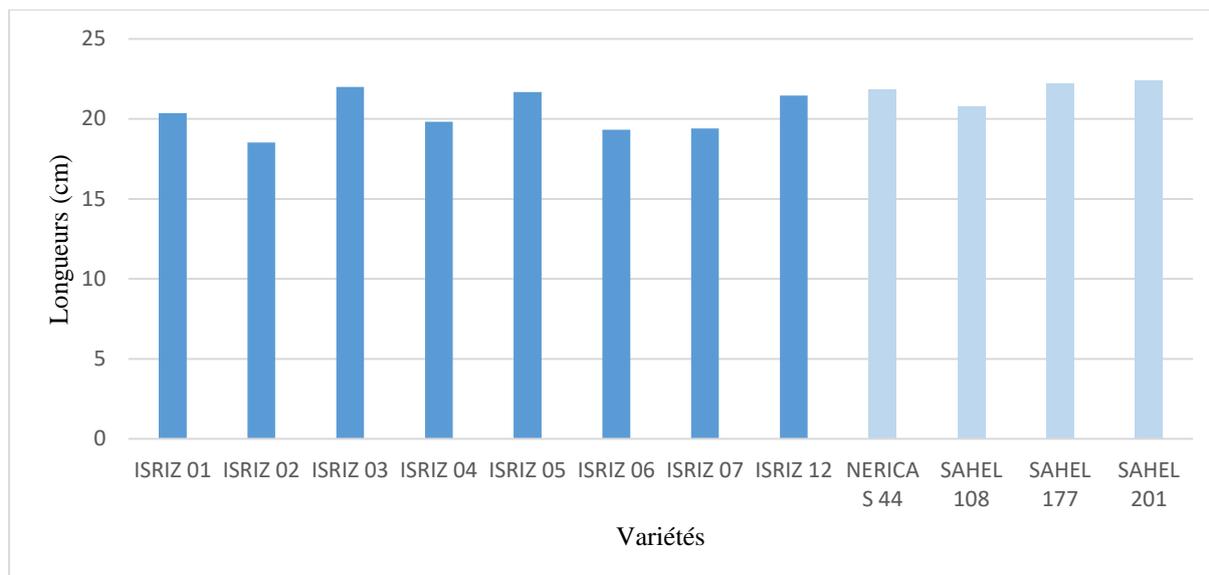


Figure 3-3 : Longueurs moyennes des panicules des variétés

Entre les variétés, les moyennes des hauteurs sont significativement différentes. Les variétés ISRIZ 02, ISRIZ 04, ISRIZ 06 et ISRIZ 07 ont une longueur paniculaire moyenne inférieure à 20 cm. Tandis que les autres variétés ont des longueurs de panicules situant entre 22 et 23 cm. Les variétés locales (témoins) ont globalement des longueurs de panicules se situant dans cette dernière gamme avec la Sahel 108 ayant la plus faible longueur de panicule. Les variétés ISRIZ 01 et ISRIZ 02 se sont comportées comme ce dernier témoin.

3.1.3. Rendement et composantes de rendement

A. Rendement en paille

L'analyse de la variance a montré que l'interaction mode de semis et variété a un effet fortement significatif sur le rendement en paille (Figure 3-4). Entre les deux modes de semis, les rendements moyens en paille des variétés sont similaires ($P=0,094$). Cependant entre variétés, les rendements en paille sont significativement différents.

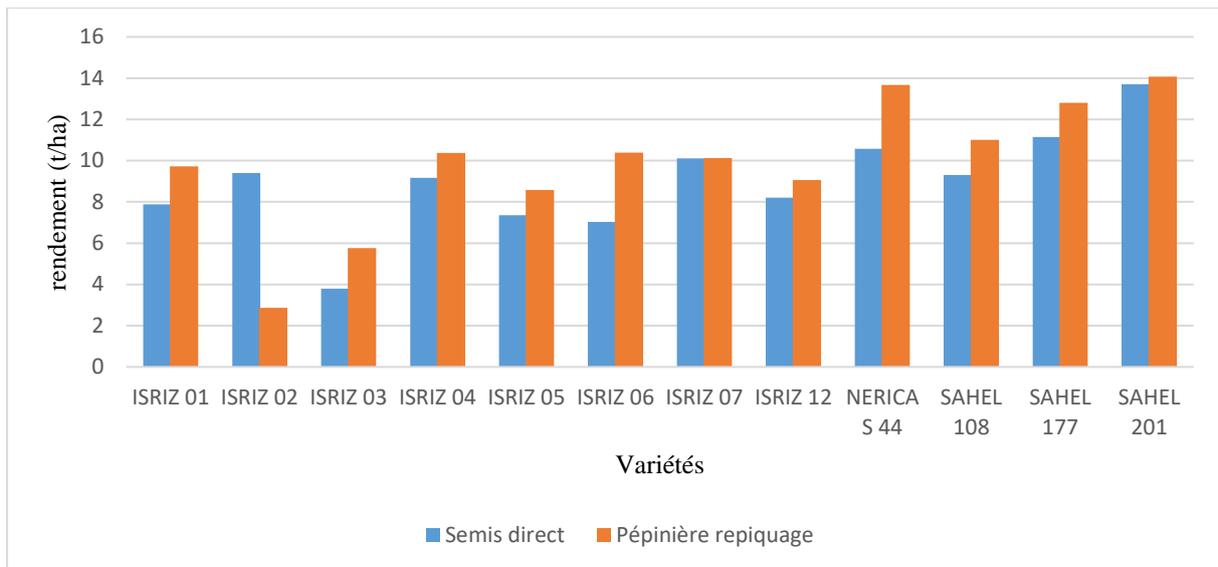


Figure 3-4 : Rendement en paille des variétés en fonction des modes de semis

B. Nombre de panicules par m²

La variation du nombre de panicule par mètre carré des variétés en fonction du mode de semis est significativement importante. Les variétés ISRIZ 01, ISRIZ 04 et ISRIZ 07 se sont comportées comme le NERICA S 44, meilleur témoin en repiquage (voir figure 05). Les nombres de panicules par mètre carré dans les deux modes de semis sont en moyenne similaires.

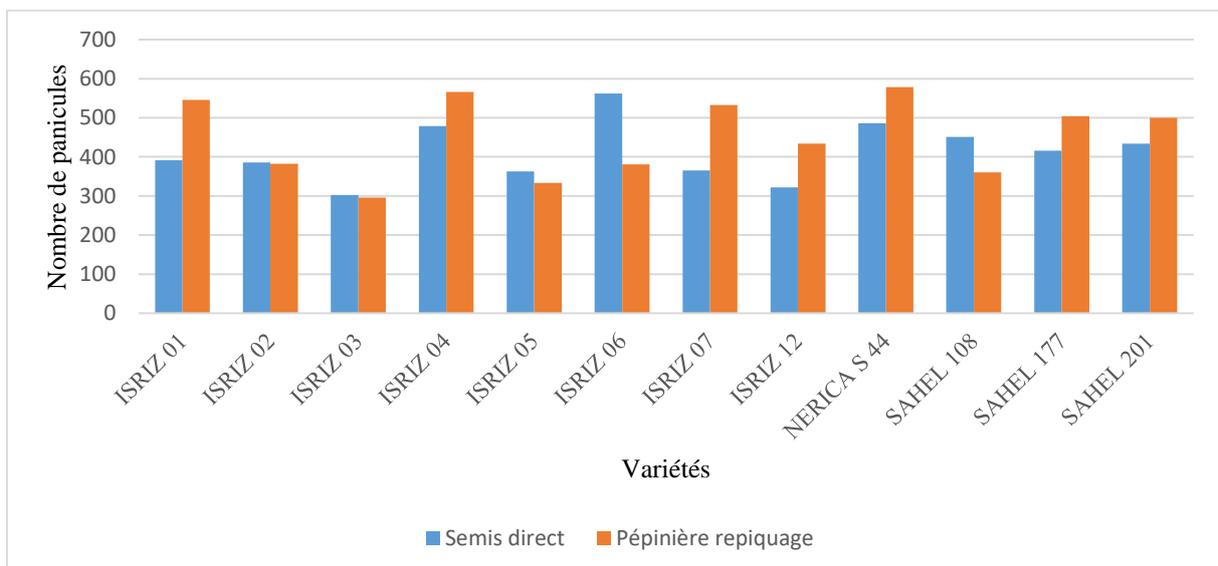


Figure 3-5 : Nombre de panicules des variétés en fonction des modes de semis

La variation du nombre de panicules par mètre carré entre variétés est significative.

C. Poids paniculaire

L'interaction des facteurs étudiés montre une différence significative sur la variation du poids paniculaire entre les différents traitements (variété x mode de semis). ISRIZ 05 a donné le meilleur poids panicule aussi bien en semis direct qu'en repiquage (Figure 06). Les moyennes de poids panicules suivant les modes de semis sont similaires.

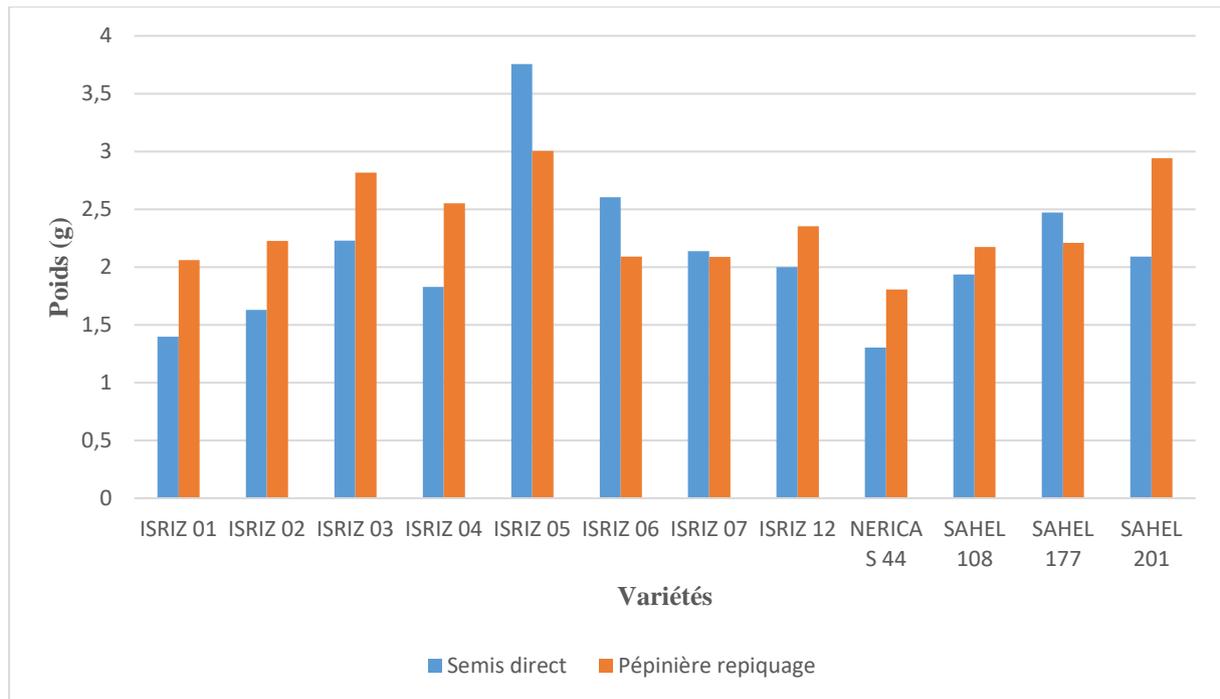


Figure 3-6 : Poids des panicules des variétés en fonction des modes de semis

Entre les variétés, le poids moyen des panicules évolue différemment. La variété ISRIZ 05 a la meilleure performance. Les variétés ISRIZ 06 et ISRIZ 07 se sont comportées comme les témoins NERICA S 44 et SAHEL 177.

D. Nombre de grains par panicule

Une variation très significative est observée du nombre de grain par panicule suivant l'interaction variété et mode de semis. Les meilleures charges en grains sont obtenues avec les variétés ISRIZ 03, ISRIZ 12 et ISRIZ 05 en semis direct (Voir figure 3-7). Entre les modes de semis, il n'y a pas de différence significative du nombre de grains par panicule. Cependant entre

variétés ; ISRIZ 03, ISRIZ 05, ISRIZ 12, ISRIZ 02 et ISRIZ 06 ont développé de meilleures performances comparées aux témoins.

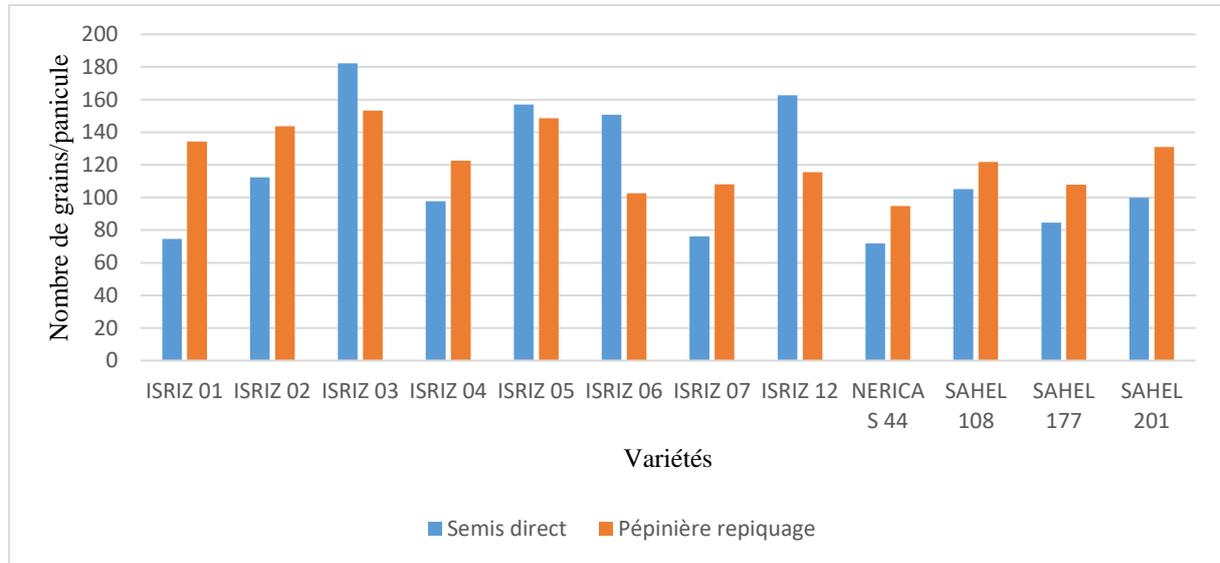


Figure 3-7 : Nombre de grains par panicule des variétés en fonction des modes de semis

E. Taux de fertilité des panicules

Il représente le pourcentage du nombre de grains plein par panicule. L'analyse de la variance ne donne pas une différence significative.

F. Poids de mille grains

Aucune différence significative n'est observée sur l'interaction mode semis et variétés sur l'évolution du poids de mille grains (PMG). Les traitements ont donné un résultat similaire (voir Figure 3-8)

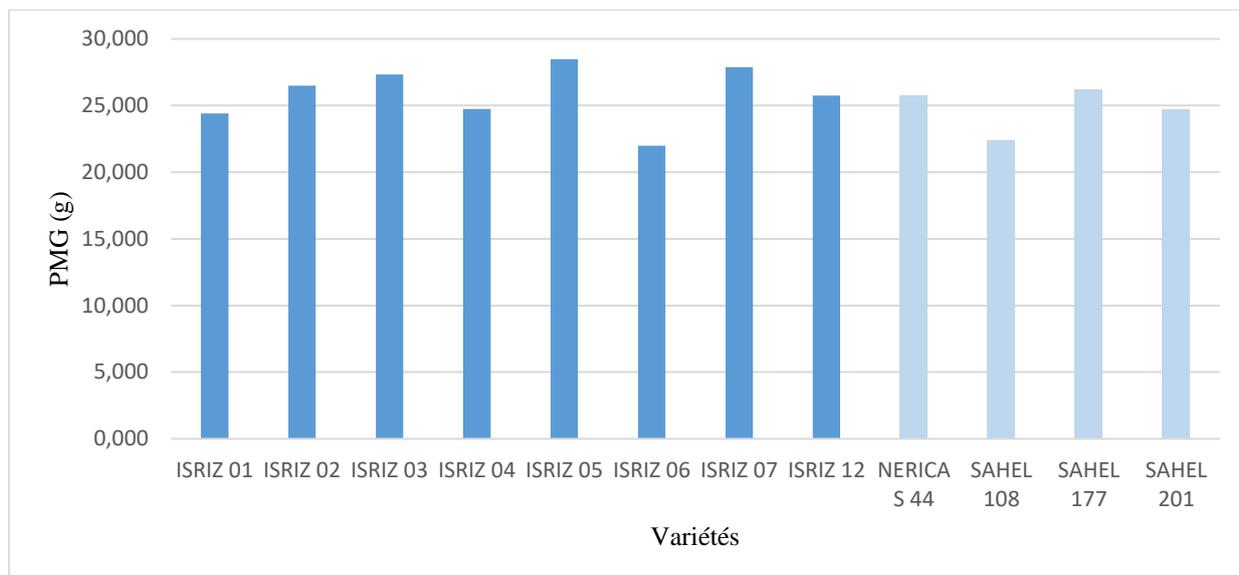


Figure 3-8 : Poids de mille des variétés

G. Rendement en grain

Les résultats indiquent une différence très significative du rendement en fonction de l'interaction mode de semis et variété et des variétés.

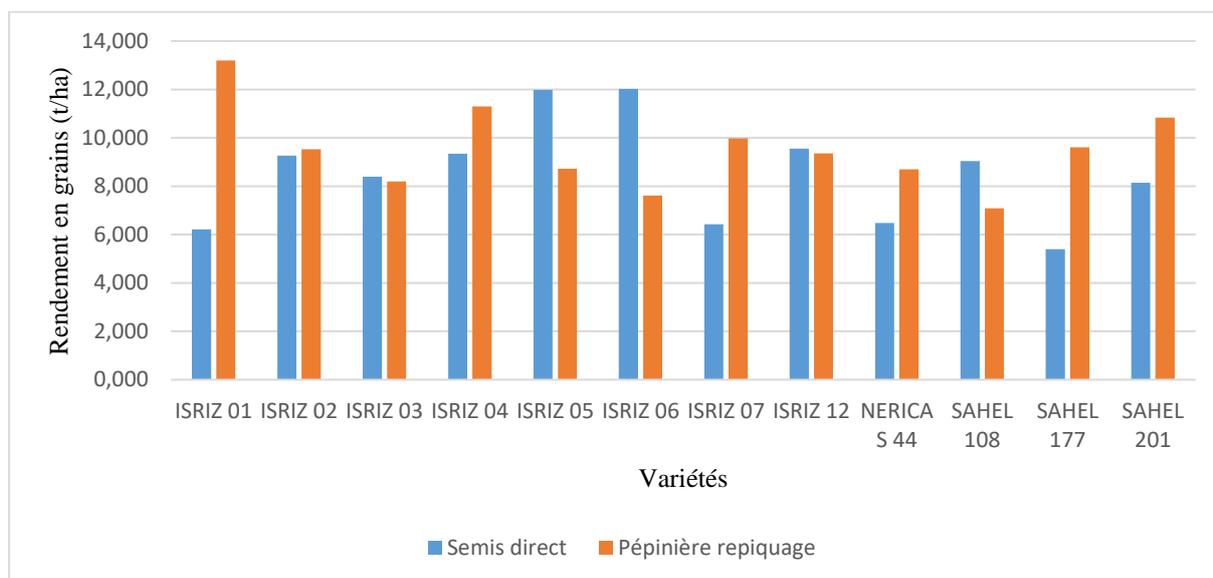


Figure 3-9 : Rendement en grain des variétés en fonction des modes de semis

La variété ISRIZ 01 est la meilleure variété en termes de rendement mais seulement en repiquage. Elle est suivie des variétés ISRIZ 06 et ISRIZ 05 qui se sont mieux comportées en semis direct. Les rendements moyens des modes de semis sont similaires. Au niveau variétal,

SAHEL 201, meilleure variété en rendement que tous les autres témoins, est devancé significativement en termes de rendement par ISRIZ 01, ISRIZ 04, ISRIZ 05 et ISRIZ 06.

3.1.4. Analyses multivariées

Après la caractérisation des variétés par les paramètres phénologique (cycle maturité), de croissance et du rendement et ses composantes, des analyses en composantes principales (ACP) sont réalisées pour appréhender la dépendance des variables considérées d'une part, mais aussi la répartition des variétés d'autre part.

Les analyses multivariées ont porté sur les moyennes des paramètres susmentionnées pour chaque variété, mais en prenant en compte le mode de de semis.

A. Relation entre les variables

L'analyse en composante principale nous a permis d'établir la corrélation entre les variables étudiées matérialisée par la figure ci-dessous :

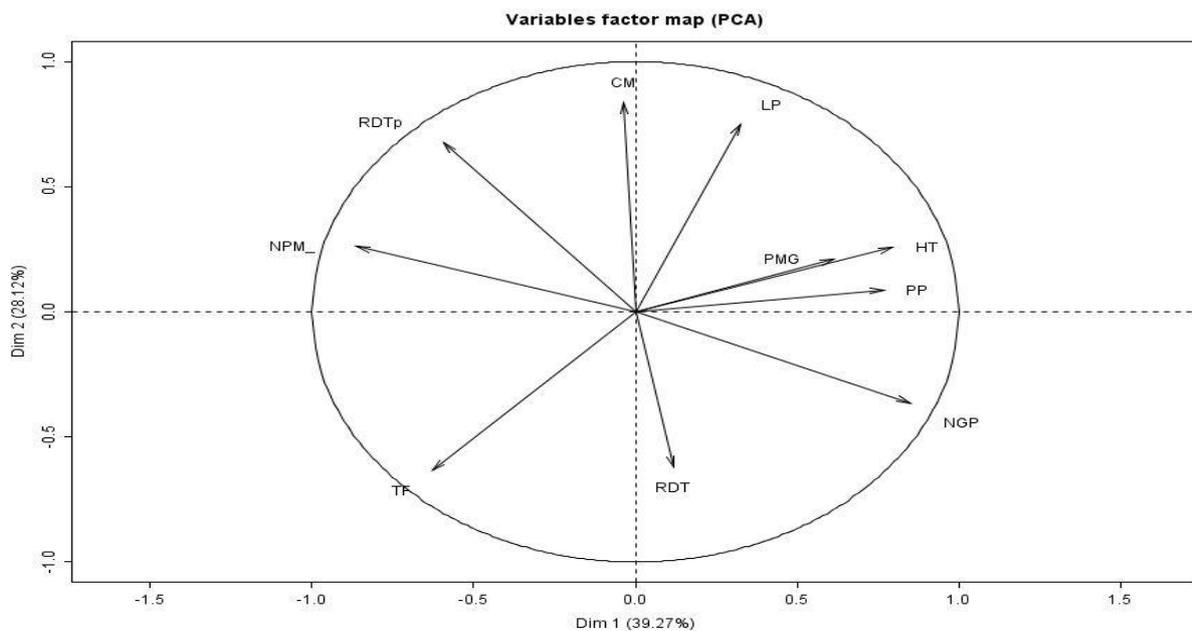


Figure 3-10 : Corrélation entre les variables

Cette figure donne un aperçu de la liaison qui existe entre les variables. Toutefois elle peut être complétée par le tableau de corrélation ci-dessous qui donne les coefficients de corrélation entre les variables.

Tableau 3-4 : Coefficients de corrélation

	CM	HT	LP	PP	NPM ²	NGP	TF	PMG	RDTp
HT	0,146								
LP	0,553	0,314							
PP	0,217	0,701*	0,327						
NPM ²	0,274	-0,556	-0,144	-0,524					
NGP	-0,232	0,514	0,13	0,646*	-0,855**				
TF	-0,44	-0,615*	-0,586*	-0,338	0,317	-0,279			
PMG	-0,015	0,412	0,2	0,368	-0,426	0,234	-0,665*		
RDTp	0,615*	-0,258	0,378	-0,175	0,721**	-0,735**	0,086	-0,264	
RDTg	-0,312	-0,126	-0,321	0,396	-0,05	0,415	0,416	-0,1	-0,265

* et ** : coefficient au seuil de 5 et 1% respectivement : r5%=0,586, r1%=0,721.

Le tableau de corrélation indique que le cycle semis maturité est significativement corrélé avec le rendement en paille qui est positivement corrélé au nombre de panicule par m² et négativement lié au nombre de grain par panicule. Le rendement en grain ne présente pas de liaison significative avec les autres paramètres. Il est cependant mieux corrélé au nombre de grains par panicule, au taux de fertilité.

B. Classification des variétés

Les analyses multivariées ont permis de représenter les variétés et de pouvoir les classer en plusieurs groupes suivant les paramètres cycle semis maturité et rendement. La figure 3-11 est une reproduction des résultats de ces analyses.

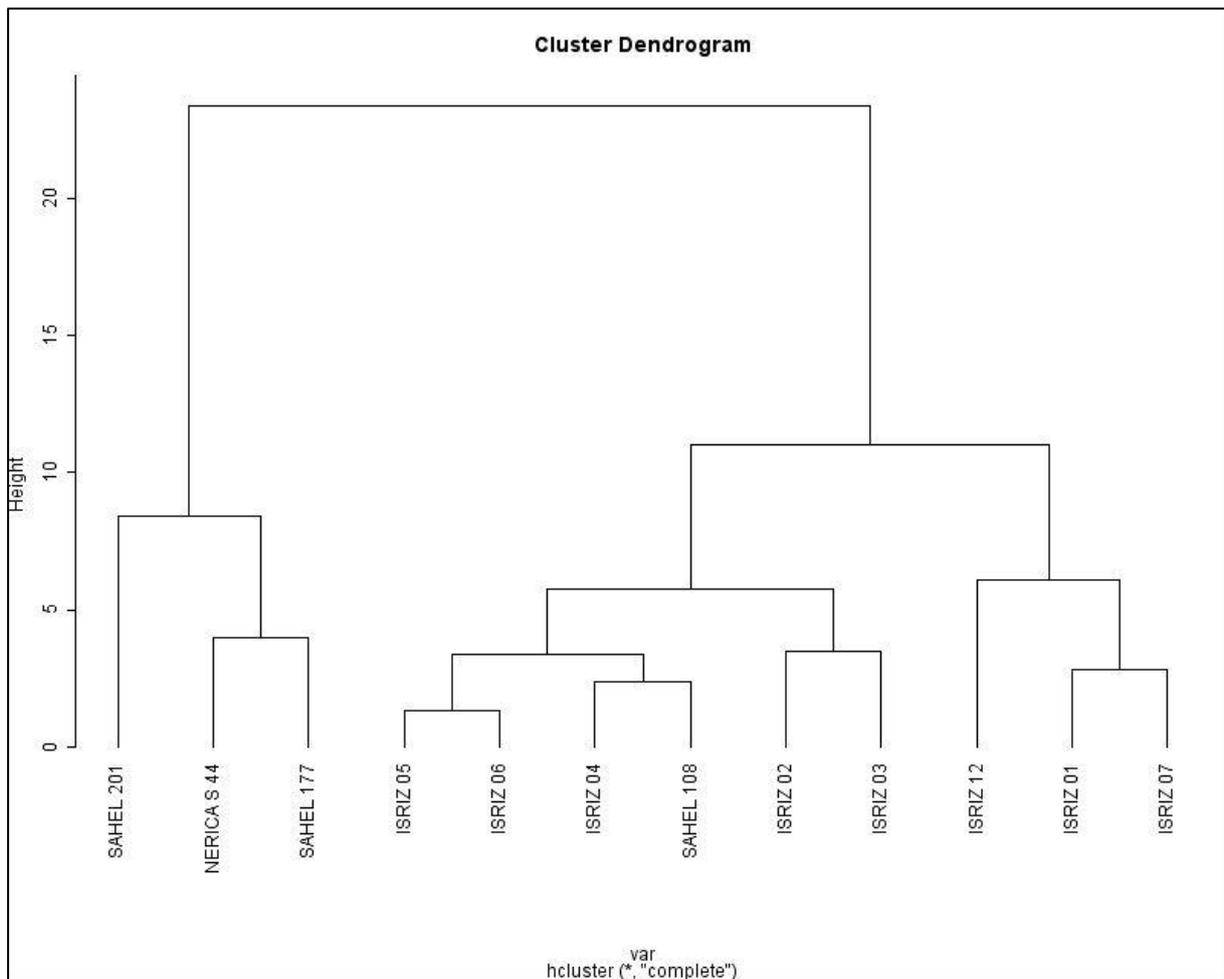


Figure 3-11: dendrogramme des variétés suivant les paramètres rendements et cycle végétatif

Ce diagramme est un regroupement hiérarchique des variétés suivant les paramètres rendements et cycle semis maturité. Il permet de voir les différents groupes de variétés qu'il est possible de former suivant leur comportement. Ainsi il est aisé de constater à travers cette figure que les variétés peuvent être regroupées en groupe de deux vu leurs comportements très proches à l'exception des variétés ISRIZ 12 et SAHEL 201. La variété SAHEL 108 a un comportement en termes de rendements et cycle semis maturité, plus proche aux nouvelles variétés qu'aux variétés locales.

Un effort de partitionnement des variétés grâce au dendrogramme laisse constater que les variétés les plus tardives comme NERICA S 44 et SAHEL 177 ont généralement les meilleurs rendements en paille et les plus faibles rendements en grain. Elle révèle aussi que les variétés les plus précoces ont globalement des rendements en grain et en paille intermédiaires.

Concernant les variétés à précocité intermédiaire, le classement montre qu'elles ont les meilleurs rendements en grain et les plus faibles rendements en pailles.

3.2. DISCUSSION

Les températures, comprises dans la fourchette 22 à 38°C, ont certainement favorisé un bon développement des cultures. A l'exception du taux de fertilité des grains, l'analyse de variance a révélé un effet significatif des variétés sur l'ensemble des caractères étudiés. Les modes de semis n'ont eu un effet significatif que sur le cycle semis maturité. L'influence de l'interaction mode de semis x variété est quant à elle significative sur toutes les variables excepté les paramètres poids de mille grains, longueurs moyennes des panicules et taux de fertilité.

L'effet significatif de l'interaction sur la maturité des cultures montre que le repiquage a un cycle plus long que le semis direct. L'écart du nombre de jours de maturité entre les deux modes de semis des cultivars varie entre quatre et treize jours, mais la moyenne s'étend à plus de neuf (9) jours environ ce qui est en conformité avec plusieurs auteurs (Lacharme 2001 ; Ahmadi et al. 2002). Cette lenteur du cycle des plants repiqués est probablement due au temps de reprise des plants qui varie suivant l'âge des plants au repiquage (Ahmadi & al., 2002). L'allongement du cycle de maturité est provoqué par un choc physiologique des jeunes plantes lors du repiquage. Les variétés locales à l'exception de la variété SAHEL 108 ont un écart de cycle entre semis direct et le repiquage plus petit (4 jours). Alors que pour les autres, l'écart varie entre 7 et 13 jours. L'analyse des résultats permet d'affirmer que les variétés les plus précoces ont généralement un grand écart de cycle entre semis direct et repiquage contrairement aux variétés plus tardives. Cela permet de considérer que l'écart de cycle végétatif entre le repiquage et le semis direct est lié au cycle végétatif de la variété. L'analyse de la corrélation a donné une forte liaison entre les deux variables. Suivant ce résultat, les cycles végétatifs des variétés à cycle moyen en semis direct et en repiquage sont sensiblement égaux. La variété ISRIZ 12 est la variété la plus précoce et la SAHEL 201 la plus tardive. Les variétés testées sont plus précoces que les témoins. Les variétés ISRIZ 03, ISRIZ 04, ISRIZ 05 et ISRIZ 06 ont les mêmes comportements que la SAHEL 108 qui est la plus précoce des témoins et moins hâtive face aux variétés ISRIZ 01, ISRIZ 2, ISRIZ 07 et ISRIZ 12.

L'analyse des rendements en pailles indique que la variété ISRIZ 02 a eu un meilleur résultat en semis direct. Cette variété a également la plus grande variation de poids en paille entre le semis direct et le repiquage (environ 6 tonnes à l'hectare). La végétation de cette variété est fortement influencée par la densité ressemblant au comportement de certaines variétés japonica (JICA, 1991). Le rendement en paille faible en semis direct pour toutes les variétés étudiées excepté ISRIZ 02 peut s'expliquer par le dépérissement important des feuilles inférieures suivi par la suite d'une diminution rapide de l'indice de surface foliaire. Ce phénomène survient avant et après le stade d'épiaison et est causé principalement par la densité élevée des parcelles de semis direct qui provoque une concurrence sur la lumière en faveur des feuilles supérieures (JICA, 1991). Pour le rendement en grain, les variétés ISRIZ 01, ISRIZ 04 et ISRIZ 07 se sont mieux exprimées en repiquage et se comportant comme les témoins SAHEL 177 et SAHEL 201. Tandis que pour le semis direct les variétés ISRIZ 05 et ISRIZ 06 se sont distinguées par leur rendement en grains avec le témoin SAHEL 108. Ces résultats sont en phase avec les essais de comparaison des rendements de trois variétés de riz suivant les modes de semis au Japon qui ont montré deux variétés plus productives en rendement grain en repiquage qu'en semis directe (JICA, 1991). Le comportement de la SAHEL 108 se conforme aux travaux de recherches sur les modes de semis à Fanaye de la SAHEL 108 qui ont montré une différence significative du rendement en grain et du poids de mille grains au profit du semis direct et une différence non significative du rendement en paille (Diouf, 1996).

L'étude de corrélation des variables montre que le cycle végétatif est positivement corrélé au rendement en paille qui a une corrélation positive avec le nombre de panicule par m² et une corrélation négative au nombre de grain par panicule. Ce résultat confirme que les variétés à cycle court produisent peu de paille. En effet le tallage qui détermine le rendement en paille et le nombre de panicule par m², dépend de la variété et des conditions climatiques (Lacharme, 2001) et pratiques culturales (Wopereis & al., 2008). En règle générale, une variété de cycle long aura une aptitude au tallage supérieure à une variété de cycle court. La liaison entre rendement en paille et nombre de panicule par m² est en concordance avec plusieurs études (Vancutsem & al., 2005). Le test de comparaison du comportement des variétés grâce à la classification k-moyennes a permis de regrouper les variétés en s'intéressant uniquement aux

rendements en grain et en paille et au cycle semis maturité. Dès lors, dans les conditions de notre étude, les groupes de variétés se présentent ainsi :

- Les variétés les plus précoces telles que ISRIZ 01, ISRIZ 07 et ISRIZ 12, ont des rendements en grain et en paille moyens ;
- Les variétés à précocité intermédiaire comme ISRIZ 02, ISRIZ 03, ISRIZ 04, ISRIZ 05 et ISRIZ, donnent des rendements en grain plus élevés (supérieurs à 10 t/ha) et des rendements en paille faibles ;
- Les variétés les plus tardives, constituées que des variétés témoins, présentent généralement des rendements en grains faibles et de meilleurs rendements en paille.

La variété SAHEL 108 fait partie des variétés à précocité intermédiaire mais elle a un rendement en grain plus faible et un rendement en paille plus élevé que les variétés précoces. Tout ceci montre que la SAHEL 108 manifeste une réponse qui ressemble plus aux variétés nouvelles que les variétés locales par son cycle court surtout. Cela explique le fait qu'elle soit largement plus appréciée dans la vallée du fleuve Sénégal.

Cette catégorisation des variétés semble bien adapter aux résultats observés sur le terrain. Elle présente dès lors un intérêt remarquable. Elle révèle que les nouvelles variétés sont les plus précoces et ont de meilleurs rendements en grain.

CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Cette étude a permis l'évaluation agronomique suivant deux modes de semis de huit (8) nouvelles variétés de riz et quatre variétés locales comme témoin au niveau de la station de Fanaye dans des conditions irriguées. Les témoins constitués des variétés à cycle courts (SAHEL 108 plus précoce, SAHEL 177 aromatique et NERICA S 44 interspécifique) et une variété à cycle moyen avec un bon potentiel de rendement, trouvent leurs homologues chez les variétés testées.

Les conditions climatiques notamment la température ont été favorables vu le cycle semis maturité obtenu pour chaque variété qui est sensiblement égal à celui décrit dans le catalogue variétal. L'essai a pu confirmer que la technique pépinière repiquage a un cycle plus long par rapport au semis direct. L'écart de nombre de jours de maturité entre les deux modes de semis chez une variété augmente en fonction de la précocité de la variété. Concernant le poids paille le semis direct est globalement moins productif bien que la différence de rendement entre les modes de semis soit très faible. Pour le semis direct les variétés conseillées sont : ISRIZ 05 et ISRIZ 06 et pour le repiquage ISRIZ 01, ISRIZ 04 et ISRIZ 07 s'adaptent le plus. Quant aux variétés ISRIZ 02, ISRIZ 03 et ISRIZ 12, elles ne sont pas influencées par le mode de semis en rendement grains.

L'expression d'une précocité variétale est liée négativement au rendement en paille. Les témoins produisant des rendements en paille plus élevés que les nouvelles variétés, sont globalement moins hâtifs. Les nouvelles variétés présentent aussi en gros les meilleurs rendements en grain.

Ces variétés testées sont aussi caractérisées par leur qualité de grain : teneur en arôme et critères organoleptiques appréciés par les producteurs.

- Comparées au témoin SAHEL 177 (aromatique), les variétés testées ont en plus de la qualité de grain des comportements agronomiques meilleurs.
- La SAHEL 201 et NERICA S44 sont des témoins qui se distinguent par leur fort potentiel de rendement en grain. Quatre variétés testées ISRIZ 05, ISRIZ 04, ISRIZ 06 et ISRIZ 01 ont pu développer des rendements meilleurs en plus de leur précocité.

- La SAHEL 108 est la variété la plus cultivée dans la vallée près de 70 % des emblavures à cause de sa précocité, son rendement et sa qualité de grain. Les variétés testées ont un meilleur rendement et 5 variétés ont un cycle à la maturité plus précoce.

Tout ceci montre alors l'intérêt de ces nouvelles variétés. Elles se présentent comme des alternatives aux variétés locales pour la culture du riz irrigué dans la vallée.

Cette expérimentation vient renforcer les études entreprises depuis 2009 sur ces variétés qui ont conduit aujourd'hui à l'homologation de 15 nouvelles variétés de riz nommées ISRIZ (ISRIZ 01 à ISRIZ 15). Vu les caractéristiques intéressantes que présentent ces variétés, il est distingué voire nécessaire de les vulgariser pour les faire connaître et rendre l'accès possible aux producteurs.

En termes d'expérimentations complémentaires par rapport à cette étude, des recommandations peuvent être formulées comme :

- la comparaison du repiquage des plants en motte et de celui à racine nue,
- la comparaison du semis direct en ligne et le comparer au semis à la volée, au repiquage,
- d'expérimenter la triple culture pour les variétés tolérantes au froid,
- d'expérimenter le semis à sec.

Il serait également recommandable de reproduire l'essai :

- en mettant l'accent sur la densité de semis en semis direct pour un objectif de réduction de la concurrence (de la lumière par exemple),
- en mettant le mode de semis comme facteur principal du dispositif en split-plot,
- en contre saison chaude et comparer les résultats obtenus avec ceux en HIV,
- en système pluvial pour les variétés adaptées à la sécheresse,
- au niveau des zones salées pour les variétés tolérantes à la salinité.

Il est enfin utile de suggérer aux producteurs de :

- continuer à pratiquer le semis direct surtout pour les nouvelles variétés afin de réduire le cycle végétatif assez grand en repiquage dans un objectif de double culture par exemple,

- utiliser les variétés ISRIZ 01, ISRIZ 02, ISRIZ 07 et ISRIZ 12 à la place de la SAHEL 108 en contre saison chaude notamment grâce à leur précocité et leur rendement plus intéressants,
- remplacer la variété SAHEL 201 par les variétés ISRIZ 01, ISRIZ 04, ISRIZ 05 et ISRIZ 06 en hivernage particulièrement du fait de leur rendement plus important et leur cycle précoce.
- utiliser les variétés locales plus particulièrement en repiquage pour les éleveurs vu leur important rendement en paille.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. ADRAO. (s.d.). Module 8 : Observations de terrain selon les stades phénologiques du riz (phases végétative, reproductive, maturation). *Curriculum d'apprentissage production et post production du riz*, 18. Saint Louis, Sénégal.
2. Ahmadi, N., Chantreau, J., Lethève, C., Marchand, J., & Ouendeba, B. (2002). Les céréales. Dans F. M. coopération, *Memento de l'agronome* (pp. 799-811). Versailles, France: Quae.
3. Anonyme. (s.d.). Module 13 : Récolte et post-récolte du riz. Dans *CURRICULUM D'APPRENTISSAGE PRODUCTION ET POST PRODUCTION DU RIZ*.
4. ANSD. (2015). *Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie/Service Régional de la Statistique et de la Démographie de Saint-Louis : Situation Economique et Sociale régionale - 2013*. ANSD, Dakar.
5. Arraudeau, M. (1998). *Le riz irrigué* (Vol. 1). Paris, France: Maisonneuve et Larose.
6. Arraudeau, M. (1998). *Le riz irrigué* (Vol. 2). Paris: Maisonneuve et Larose.
7. Aubin, J. P., & Dagallier, J. C. (1997). *Mécanisation de la riziculture*. Montpellier, France: Cirad.
8. Basse, B. W. (2014). Impact de l'adoption des variétés améliorées de riz SAHEL sur la pauvreté au Sénégal : approche de l'effet marginal du traitement (EMT). *Association d'Economie Théorique et Appliquée*, 20.
9. Békyoye, B. M. (2014). Caractérisation physico-chimique et technologique des variétés de mil Pennisetum Glaucum (L.) R. BR.) OUEST AFRICAINES. *European Scientific Journal*, 10.
10. CRA/Saint Louis. (2016, juillet 28). *Station de Fanaye*. Récupéré sur israsaintlouis: http://www.israsaintlouis.sn/index.php?option=com_content&view=article&id=145&Itemid=618
11. Dingkulm, M., Le Gai, P., & Poussin, J. (s.d.). RIDEV : un modèle de développement du riz pour le choix des variétés et decs alendriers. 18.
12. Diouf, T. (1996). Phytotechnie du riz : synthèse des travaux de 1992 à 1995. 32.
13. FAO. (2009). *L'agriculture mondiale à l'horizon 2050*. FAO, Rome.
14. Faye, O. N. (2016). *Le riz face aux changements climatiques : Criblage de nouvelles lignées. Protocole de recherche*. Saint-Louis, Sénégal: CRA/Saint-Louis.

15. Faye, O. N., Fall, A., Mbaye, A., Sarr, F., Thiam, A., Baldé, H., . . . Dièye, F. (2017). FICHES TECHNIQUES DES 15 NOUVELLES VARIETES DE RIZ ISRIZ. *Fiche technique*, 30.
16. GraphAgri. (2013). Produits agroalimentaires : Céréales. *agreste*, 6.
17. Guèye, A. A. (2004). *Etude bibliographique sur la filière riz au Sénégal*. OBSERVATOIRE NATIONAL DU RIZ AU SENEGAL (ONRS), Bamako.
18. Hathie, I., & Ndiaye, O. S. (2015). *Etat des lieux des impacts des importations de riz sur la commercialisation du riz local*. Initiative Prospective Agricole et Rurale (IPAR).
19. ISE. (2003). *Evaluation intégrée des impacts de la libéralisation du commerce sur la filière riz au Sénégal*. (PNUE, Éd.)
20. ISRA. (2012). *Catalogue officiel des espèces et des variétés utilisées au Sénégal*. Dakar, Sénégal: Bureau de la Propriété Intélectuelle et des Ressources Génétiques.
21. Jacquot, M., & Courtois, B. (1983). *Le riz pluvial*. Paris: Maisonneuve et Larose.
22. JICA. (1991). *Etude expérimentale du développement agricole*. Rapport final, Agence japonaise de coopération internationale, Saint-Louis.
23. Lacharme, M. (2001, juin). La mise en place des cultures (variétés, dates de semis, modes de semis). *Mémento technique de riziculture pour la vallée du fleuve Sénégal*, p. 28.
24. Lacharme, M. (2001, Juin). Le plant de riz : Données morphologiques et cycle de la plante. *Mémento technique de riziculture pour la vallée du fleuve Sénégal*(2), p. 22.
25. LAVOIXDELAVALLEE. (2017, Juin 11). *Autosuffisance en riz au Sénégal : riz pluvial vs riz irrigué*. Récupéré sur La VOIX de la Vallée: <https://lavoixdelavallee.wordpress.com/2017/06/11/autosuffisance-en-riz-au-senegal-riz-pluvial-vs-riz-irrigue/>
26. Matsuo, T., Kumazawa, K., Ishii, R., Ishihara, K., & Hirata, H. (1995). Science of the rice plant. (Vol. 2). Bunkyo, Tokyo 113, Japan: Food and Agriculture Policy Research Center.
27. Mendez del Villar, P., Bauer, J. M., Maiga, A., & Ibrahim, L. (2011). *Crise rizicole, évolution des marchés et sécurité alimentaire en Afrique de l'Ouest*. WFP, CILSS, FAO, CIRAD, FEWS NET. Paris: MAEE.
28. P. Boivin, I. D. (1993). *Nianga, Laboratoire de l'agriculture irriguée en moyenne vallée du Sénégal*. Ateliers, ORSTOM - ISRA, Saint-Louis, Sénégal.
29. PRACAS. (2014). *Programme d'Accélération de la Cadence de l'Agriculture Sénégalaise*. (M. d. rural, Éd.) Dakar.

30. SAED. (2016). *Résultats du sondage par carré de rendement de la saison sèche chaude 2016*. SAED, Saint-Louis.
31. SAED. (2016). *Résultats du sondage par carré de rendement de l'hivernage 2016*. Saint Louis: SAED.
32. SAED. (2016b). *Résultats du sondage par carré de rendement de l'hivernage 2016*. Saint-Louis: SAED.
33. Samba, R. (1998). *Riziculture et dégradation des sols en vallée du fleuve Sénégal: analyse comparée des fonctionnements hydro-salins des sols du delta et de la moyenne vallée en simple et double riziculture*. Dakar: UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR, Faculté des Sciences et Techniques.
34. Seck, P. A., Togola, A., Touré, A., & Diagne, A. (2013). Propositions pour une optimisation des performances de la riziculture en Afrique de l'Ouest. (C. d. (AfricaRice), Éd.) *Cah Agric*, 22(5), 8.
35. Seck, P. A., Touré, A., Coulibaly, J., Diagne, A., & Wopereis, M. (2013). Africa's Rice Economy Before and After the 2008 Rice Crisis. Dans M. C. Wopereis, & AfricaRice (Éd.), *Realizing Africa's Rice Promise* (p. 11). Cotonou, Bénin: CABI.
36. Sène, D., Deleuse, P., & Birie-Habas, J. (1970). *Le riz au Sénégal : Production et recherche, situation actuelle et perspectives*. (ORSTOM, Éd.) Dakar.
37. Song, W.-Y., Wang, G.-L., Chen, L.-L., Kim, H.-S., Pi, L.-Y., Holsten, T., . . . Zhai , W.-X. (1995). A Receptor Kinase-Like Protein Encoded by the Rice Disease Resistance Gene, Xa21. *Science*, 270(5243).
38. Statista, ©. (2018). *Principaux pays producteurs de riz dans le monde 2016-2017*. Récupéré sur Statista: <https://fr.statista.com/statistiques/564280/principaux-pays-producteurs-riz-monde/>
39. Tourtre, R. (2005). Aux sources de l'agriculture sénégalaise : de la préhistoire au moyen âge. Dans FAO, & FAO (Éd.), *Histoire de la recherche agricole* (Vol. 1, p. 148). Rome.
40. Wopereis, M. C., Defoer, T., Idinoba, P., Diack, S., & Dugué, M.-J. (2008). Référence 7 La gestion de l'eau au niveau de la parcelle. Dans M. C. Wopereis, T. Defoer, P. Idinoba, S. Diack, M.-J. Dugué, & C. d. AfricaRice (Éd.), *Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne : Manuel technique* (p. 3). Cotonou, Bénin.
41. Wopereis, M., Defoer, T., Idinoba, P., Diack, S., & Dugué, M.-J. (2008). Référence 24 Les principales maladies du riz. Dans M. C. Wopereis, T. Defoer, P. Idinoba, S. Diack, M.-J. Dugué, & C. d. (ADRAO) (Éd.), *Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne* (p. 3). Cotonou, Bénin.

42. Wopereis, M., Defoer, T., Idinoba, P., Diack, S., & Dugué, M.-J. (2008). Référence 8 : Connaissance de la plante de riz. *Curriculum d'apprentissage participatif et recherche action (APRA) pour la gestion intégrée de la culture de riz de bas-fonds (GIR) en Afrique subsaharienne : Manuel technique*, p. 9.
43. Yoshida, S. (1981). *Fundamentals of rice crop science*. Manila, Philippines: International Rice Research Institute.

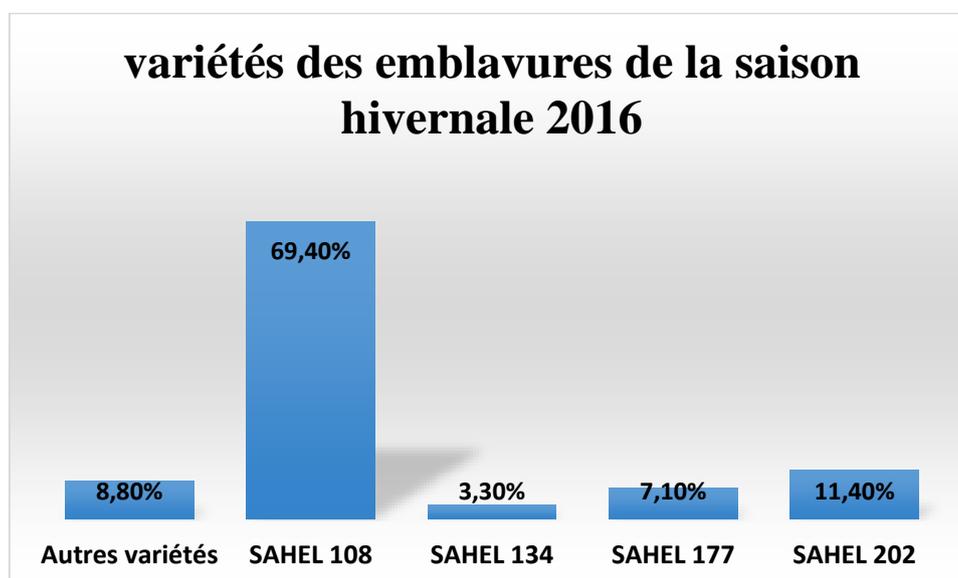
ANNEXES

ANNEXE 1 : MODES DE SEMIS DES EMBLAVURES DE LA VFS DURANT L'HIVERNAGE 2016

Mode de semis	Pourcentage dans les régions de la VFS		
	Bakel	Podor	Dagana
Semis direct	100%	26%	99,9%
Pépinière repiquage	-	74%	-
Culture de repousses	-	-	0,1%

Source : (SAED, 2016b)

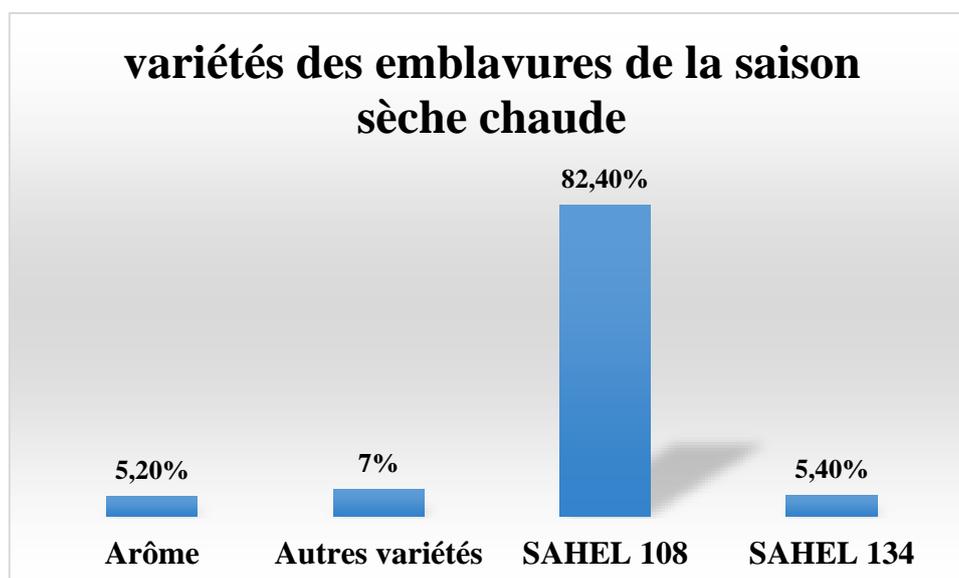
ANNEXE 2 : CARTE VARIETALE DES EMBLAVURES DE LA SAISON HIVERNALE 2016-2017



Autres variétés : SAHEL 201, SAHEL 159, SAHEL 217, SAHEL 2010, mélange...

Source : (SAED, 2016b)

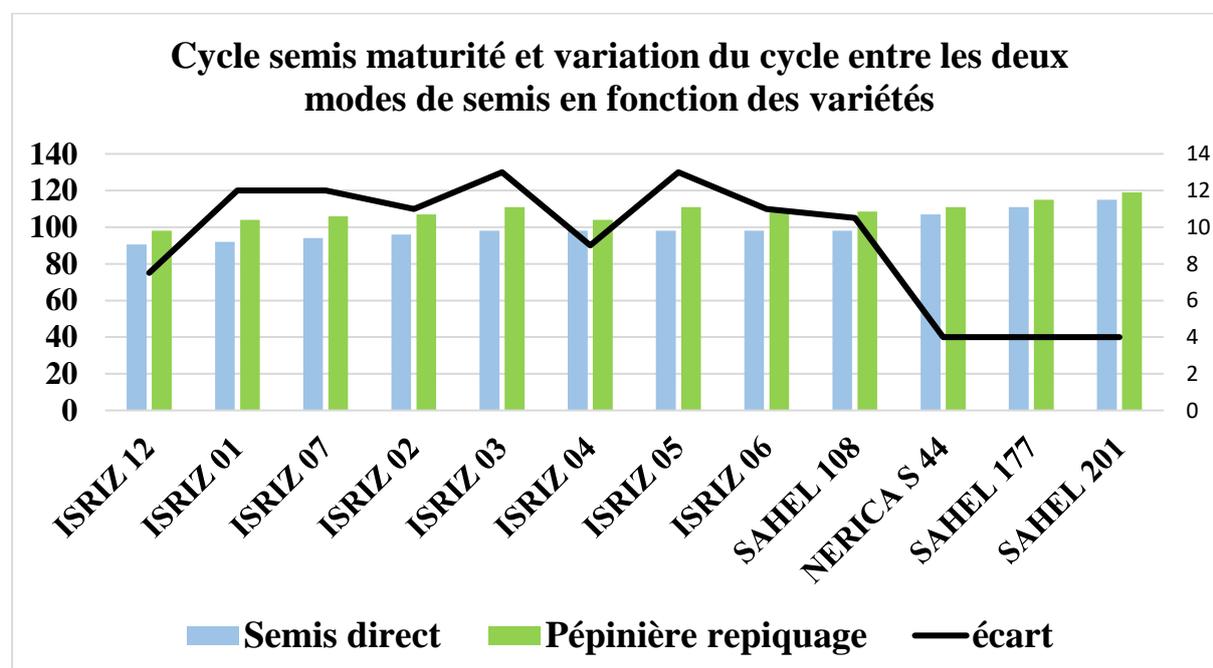
ANNEXE 3 : CARTE VARIETALE DES EMBLAVURES DE LA SAISON SECHE CHAUDE 2016



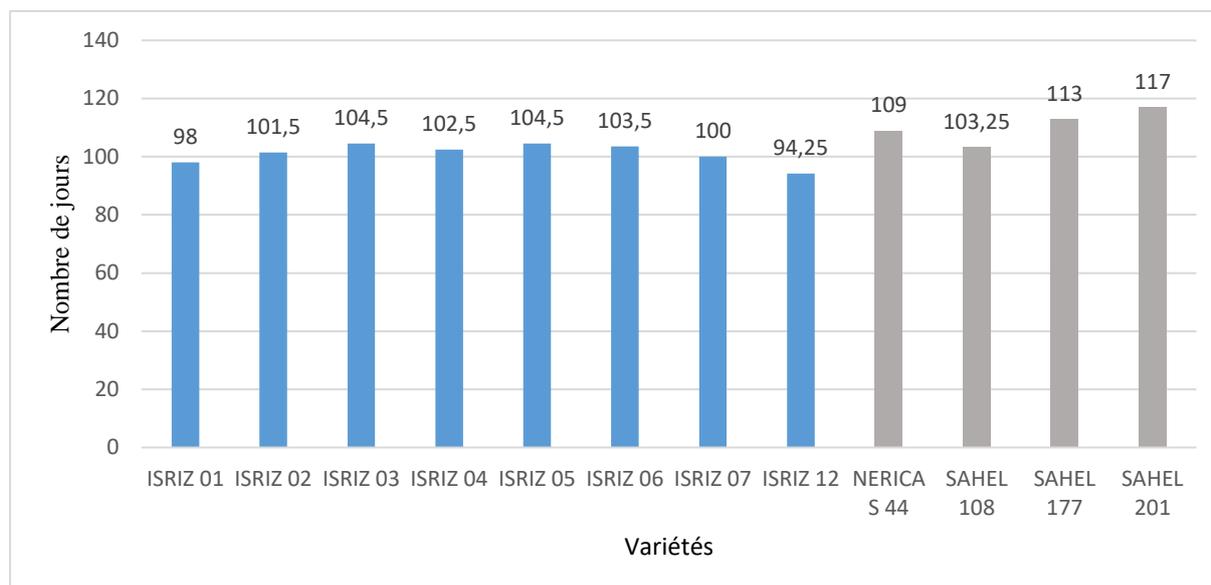
Autres variétés: SAHEL 201, 202, 209, 217, 159, BASTAMIC, JAYA, IR 1529, autres.

Source : (SAED, 2016a)

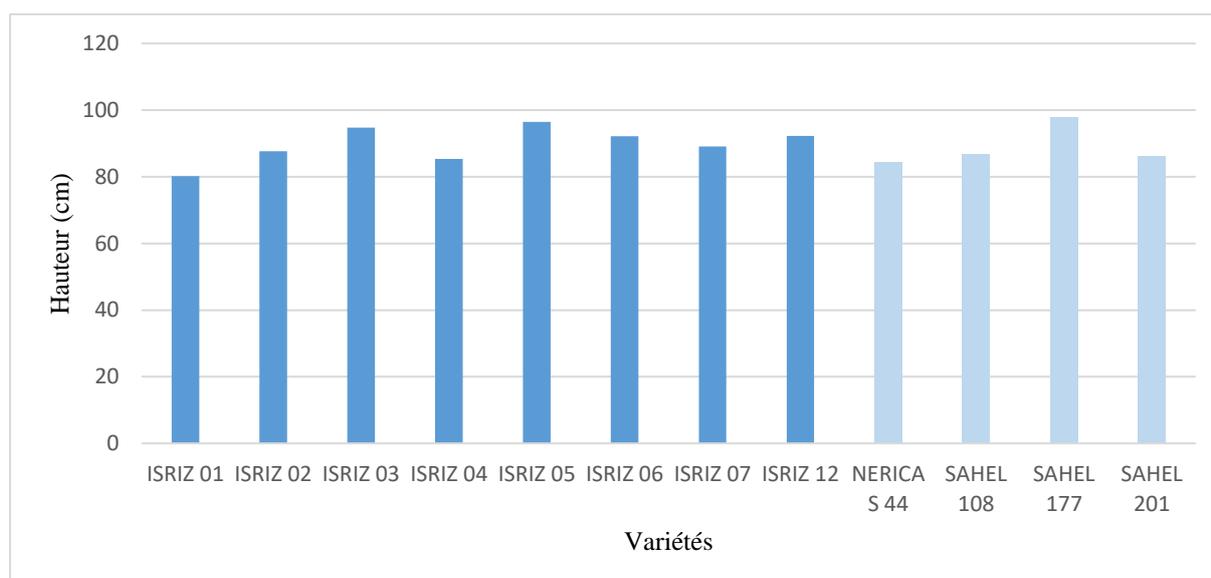
ANNEXE 4 : CYCLE SEMIS MATURITE ET VARIATION DU CYCLE ENTRE LES DEUX MODES DE SEMIS EN FONCTION DES VARIETES



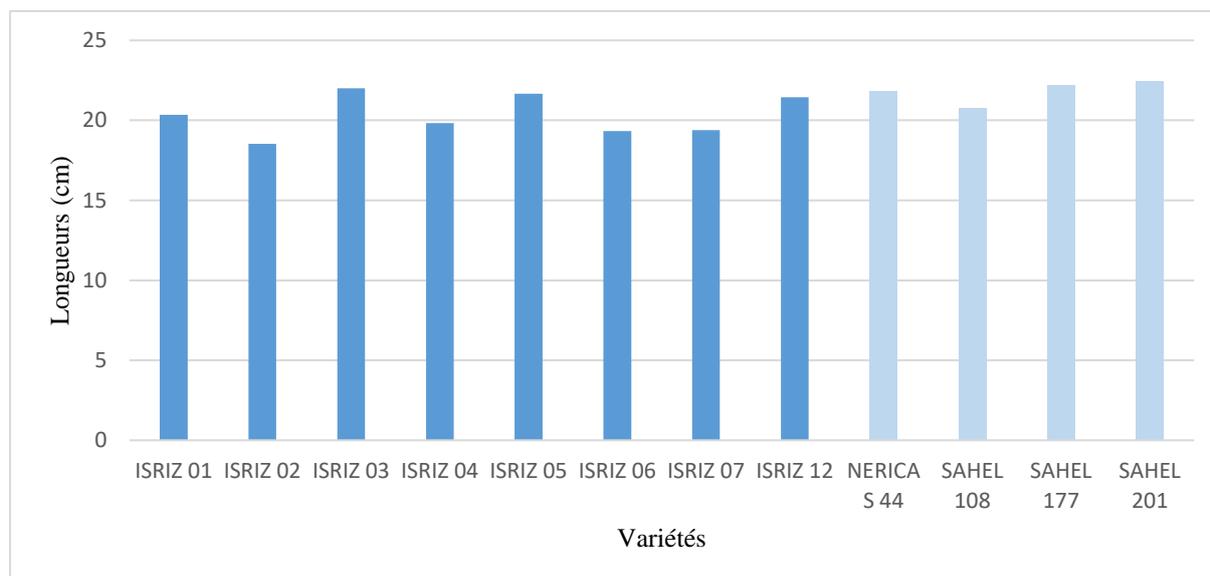
ANNEXE 5 : VARIATION DU CYCLE SEMIS MATURITE DES VARIETES



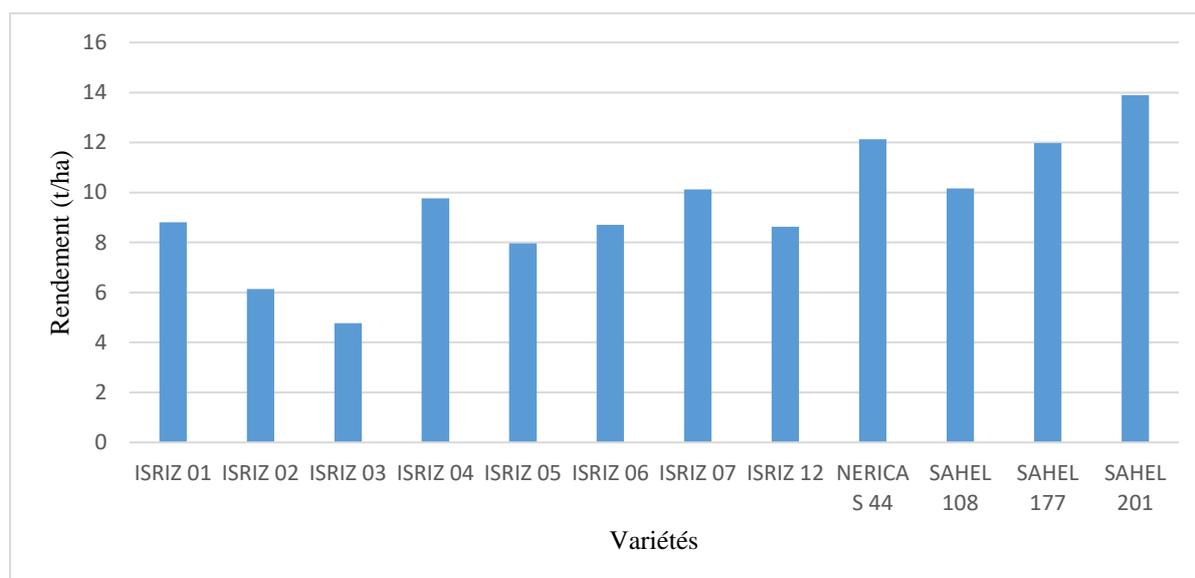
ANNEXE 6 : HAUTEURS DES VARIETES



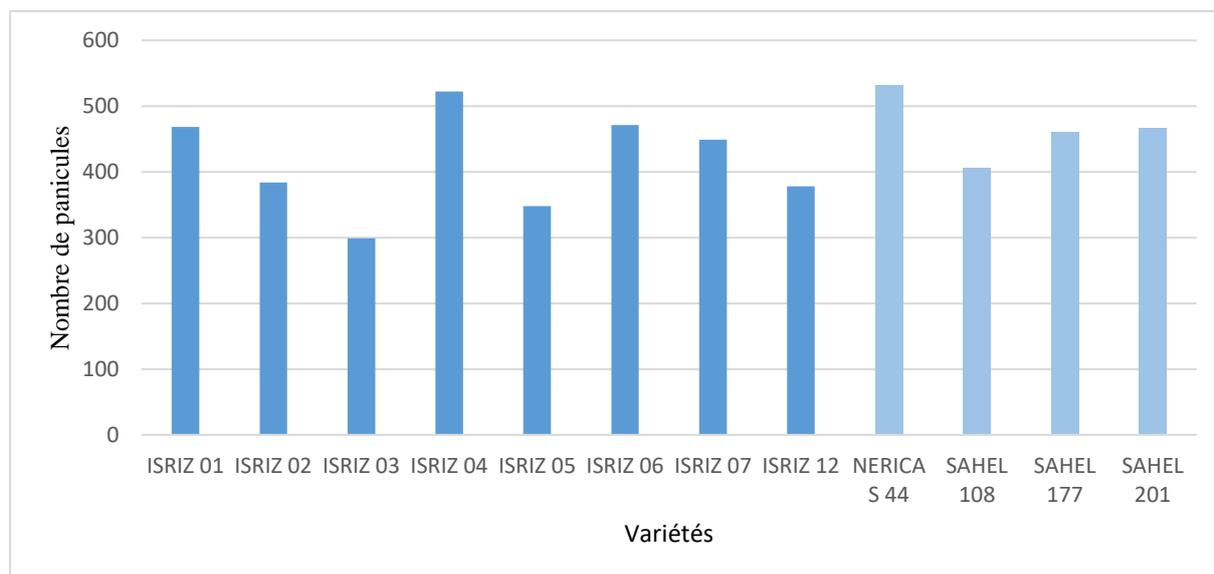
ANNEXE 7 : LONGUEURS MOYENNES DES PANICULES DES VARIETES



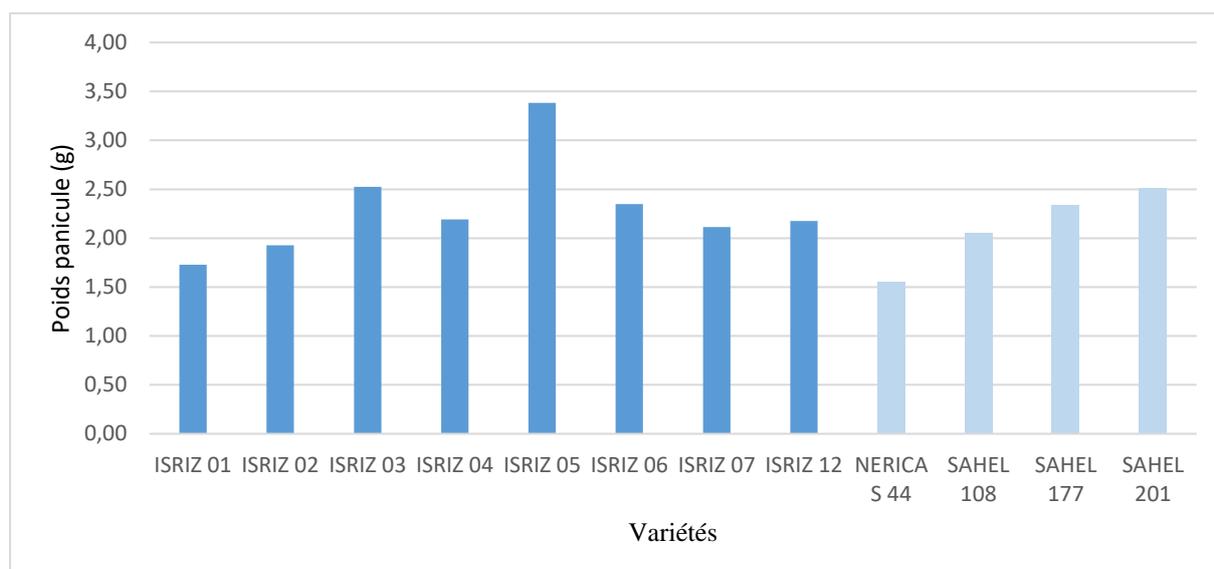
ANNEXE 8 : RENDEMENT EN PAILLE DES DIFFERENTES VARIETES



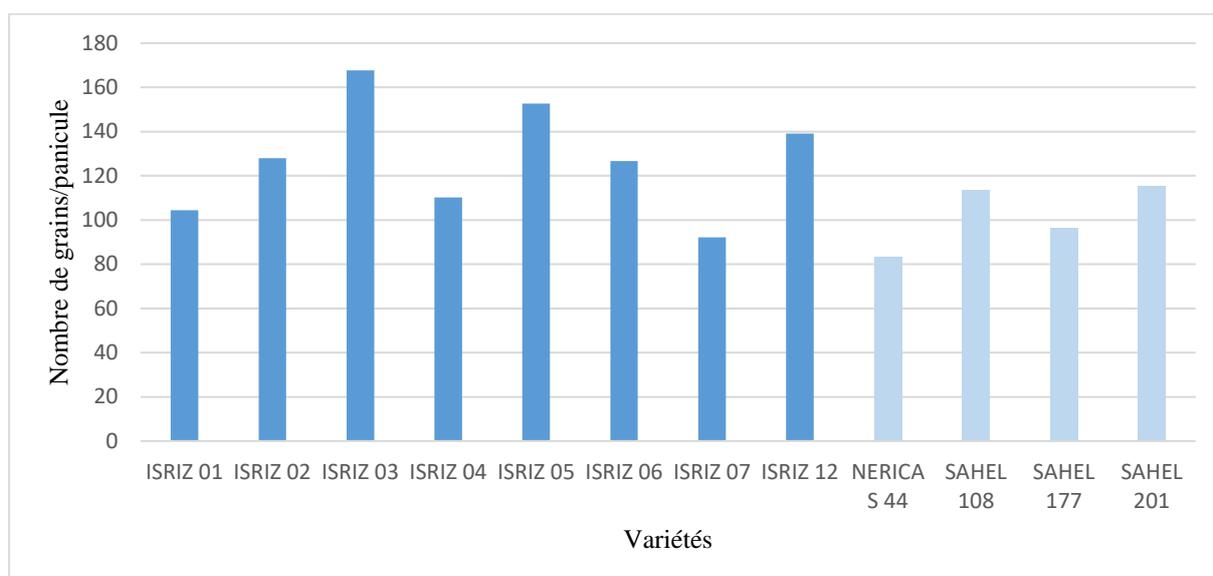
ANNEXE 9 : NOMBRES DE PANICULES DES DIFFERENTES VARIETES



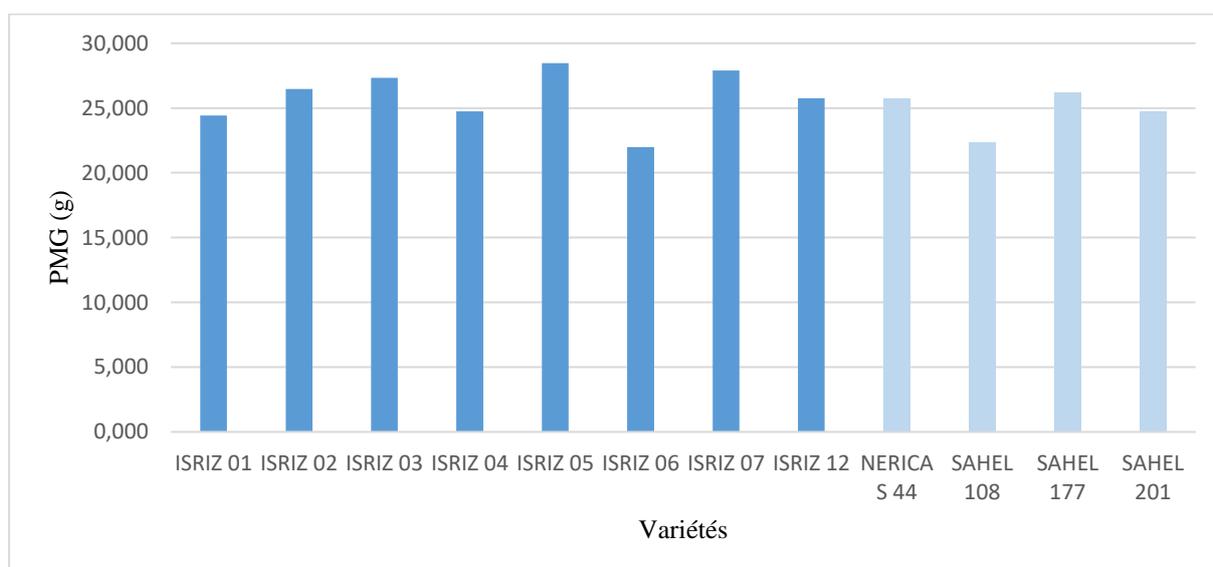
ANNEXE 10 : POIDS MOYEN PANICULAIRE DES VARIETES



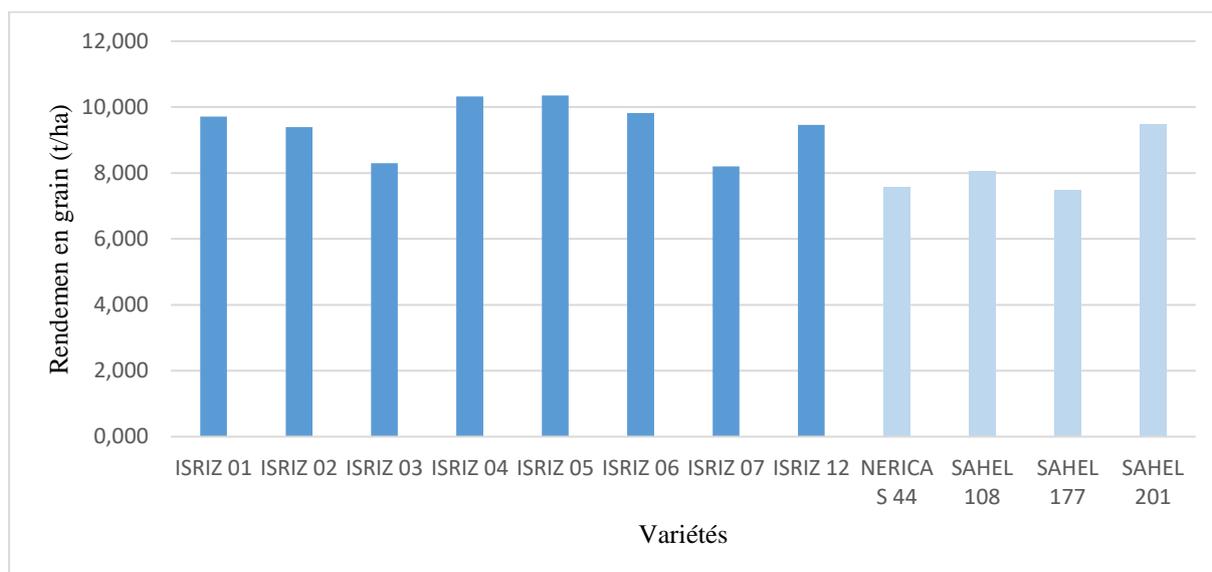
ANNEXE 11 : NOMBRE DE GRAINS PAR PANICULE DES VARIETES



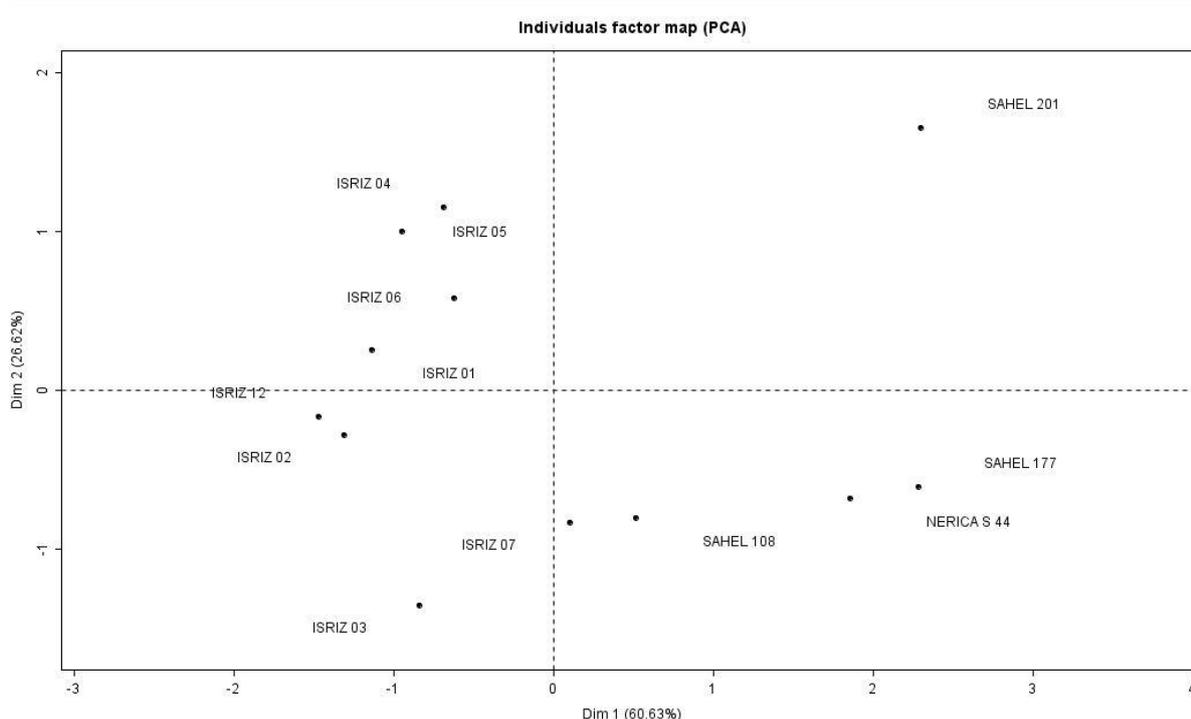
ANNEXE 12 : POIDS DE MILLE DES VARIETES



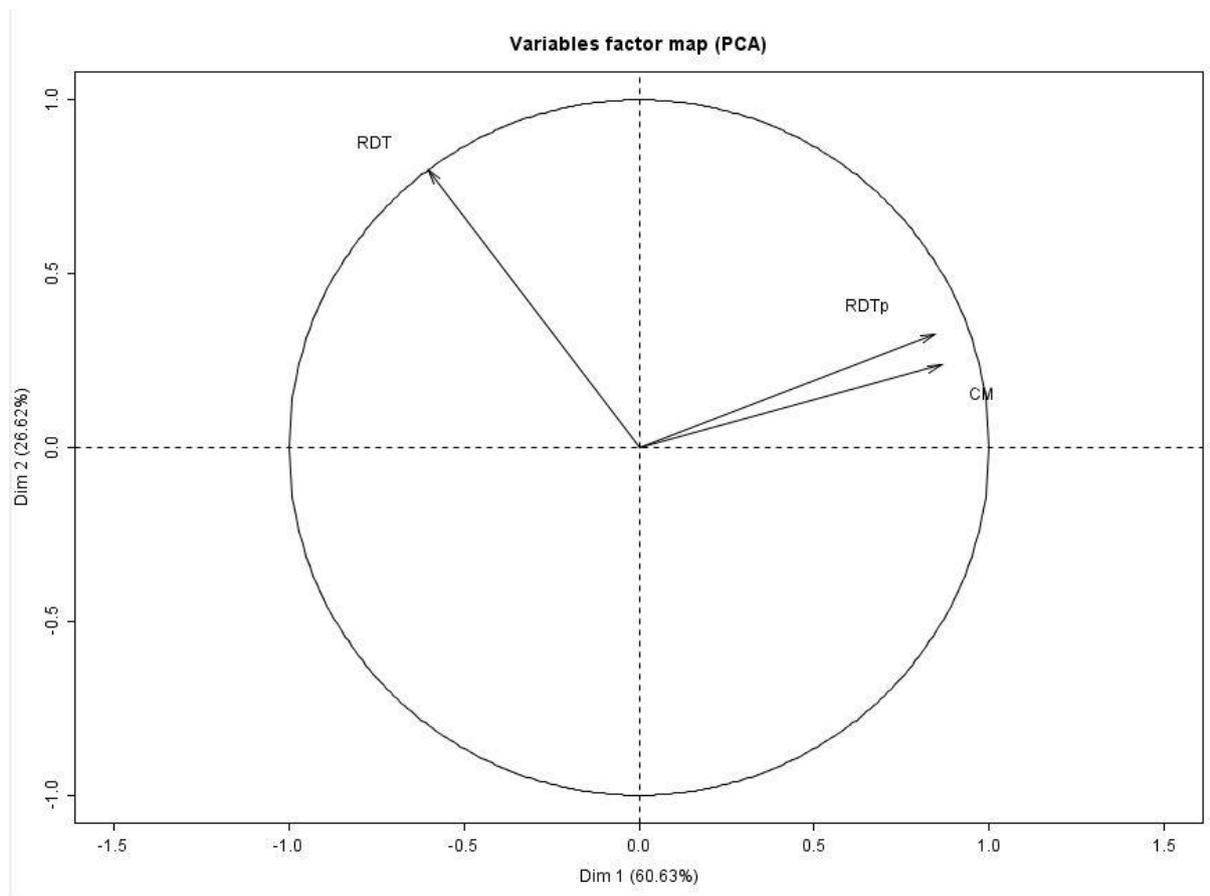
ANNEXE 13 : RENDEMENT EN GRAIN DES VARIETES



ANNEXE 14 : REPARTITION DES VARIETES SELON LES PARAMETRES CYCLE SEMIS MATUREITE ET RENDEMENTS



ANNEXE 15 : ANALYSE DE COMPOSANTES PRINCIPALES – CORRELATION ENTRE LES PARAMETRES CYCLE ET RENDEMENTS



ANNEXE 16 : CLASSIFICATION K- MEANS DES VARIETES SELON LEURS RENDEMENTS ET LEURS CYCLES

Moyennes des variables dans les différentes classes

Classe	Cycle	Rendement en grain (t/ha)	Rendement en paille (t/ha)
1	113	8,193	12,661
2	97,42	9,120	9,185
3	103,29	9,374	7,92

Classes des variétés

Classe 1	Classe 2	Classe 3
NERICA S 44, SAHEL 177, SAHEL 201	ISRIZ 01, ISRIZ 07, ISRIZ 12, SAHEL 108	ISRIZ 02, ISRIZ 03, ISRIZ 04, ISRIZ 05, ISRIZ 12