



**UNIVERSITE D'ETAT D'HAÏTI
(UEH)**

**FACULTE D'AGRONOMIE ET DE MEDCINE VETERINAIRE
(FAMV)**

**DEPARTEMENT DE PHYTOTECNIE
(DPHY)**

Réponse du riz (*Oryza sativa* L., variété : TCS-10) à la fertilisation azotée et phosphatée sur la ferme de Mauger, Petite-Rivière de l'Artibonite.

MÉMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté Par : Micodème ESTERLIN

**Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur- Agronome
Option : Phytotechnie**

Novembre 2015

Ce mémoire intitulé :

« Réponse du riz (*Oryza sativa* L., variété : TCS-10) à la fertilisation azotée et phosphatée sur la ferme de Mauger, Petite-Rivière de l'Artibonite.»

Etude de cas Mauger

a été vu et approuvé par le jury d'évaluation composé de :

Nom et Prénom	Signature	Date
Robers-Pierre TESCAR Ing.-Agr. M. Sc. Président
Predner DUVIVIER Ing.-Agr. Ph. D. Membre, Conseiller scientifique
Hans GUILLAUME Ing.-Agr. M. Sc. Membre
Jocelyn LOUISSAINT Ing Agr. M. Sc. Membre,

Réponse du riz (*Oryza sativa* L., variété : TCS-10) à la fertilisation azotée et phosphatée sur la ferme de Mauger, Petite-Rivière de l'Artibonite.

DEDICACE

Ce mémoire est dédié à :

- Mes parents, Mme Sainte-Elise **ESTERLIN** et M. Clément **ESTERLIN**, qui se sont sacrifiés pour me donner une éducation soignée.
- Mes frères, mes cousins, mes cousines et mes amis qui m'ont toujours encouragé dans mes travaux.
- Toute la Promotion FIAT LUX qui a su donner l'exemple d'unité et d'innovation.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier d'une manière spéciale le GRAND DIEU de l'univers pour sa miséricorde et son amour infini manifestés envers moi.

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères à l'Etat Haïtien qui m'a donné cette grande opportunité de réaliser cette étude.

Je veux remercier d'une manière spéciale mon conseiller scientifique, Dr. Predner **DUVIVIER**, pour son encadrement et le temps qu'il a consacré à mon égard pour une réussite de ce mémoire.

Mes remerciements les plus sincères s'adressent à tout le personnel enseignant de la Faculté d'Agronomie et de Médecine Vétérinaire.

Je tiens à adresser mes remerciements les plus sincères aux responsables du Ministère de l'Agriculture, des Ressources Naturelles et du Développement Rural (**MARNDR**) qui m'ont beaucoup aidé dans la réalisation de ce mémoire, spécialement : Agr. Donald **JOSEPH**, Agr. Jean Serge **ANTOINE**, Agr. Paul-Emile **HILAIRE**, Agr. Jean Christin **HENRY**, Agr. Mirdouin **LIDELIAS** et Agr. Michelange **VILNER**.

Je remercie mes parents et mes amis pour leur attention spéciale manifestée envers moi.

En dernier lieu, j'envoie un grand remerciement à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à mes études et à la réalisation de ce travail.

RESUME

Le riz fait parti des céréales les plus cultivées et consommées dans le monde. En Haïti, la consommation annuelle de riz a atteint un niveau record de 450.000 tonnes de riz décortiqué. Cependant, la plus grande partie du riz consommé dans le pays provient de l'extérieur (soit 80% de la demande locale). Pour augmenter la production de riz dans le pays, plusieurs travaux ont été réalisés sur la fertilisation des terres rizicoles dans la vallée de l'Artibonite. Certains d'entre eux ont montrés qu'il était possible de tripler la productivité de terres rizicoles via l'utilisation rationnelle des fertilisants.

Malgré cela, le niveau de production rizicole nationale reste presque constant et avec ces mêmes doses on obtient des résultats différents d'une région à une autre au niveau même de la vallée. C'est ainsi qu'une expérience a été réalisée sur la ferme de Mauger, vallée de l'Artibonite pour évaluer la réponse du riz (*Oryza sativa*, L., variété : TCS-10), à 4 doses d'azote et 3 doses de phosphore. Les doses de phosphore et d'azote ont été arrangées en parcelles divisées, avec l'azote comme facteur principal et le phosphore comme facteur secondaire. Un Dispositif de base en Blocs Complètement Aléatoire (DBCA) avec 3 répétitions a été utilisé. La collecte des données a porté sur des indicateurs de croissance (nombre de talles par plante, diamètre des plantes et hauteur des plantes) et des indicateurs de rendement (Nombre de panicules par touffe, Nombre de grains remplis par panicule, Poids moyen de mille grains et Rendement). Les résultats obtenus ont montré que le rendement a varié de 3.81 t/ha (obtenu avec : 30 kg/ha d'azote + 45 kg/ha de phosphore + 30 kg/ha de potassium) à 5.7 t/ha (obtenu avec : 120 kg/ha d'azote + 60 kg/ha de phosphore + 30 kg/ha de potassium). L'interaction entre les deux facteurs n'a pas été significative. Entre les doses d'azote, le rendement a varié significativement de 4.22 à 5.35 t/ha. Le plus faible rendement a été obtenu avec la dose de 30 kg/ha d'azote tandis que le plus fort rendement a été obtenu avec la dose de 120 kg/ha d'azote. Entre les doses de phosphore, le rendement a varié non significativement de 4.59 à 4.85 t/ha. Toutefois, aucune différence significative a été observée lorsque la dose d'azote est passée de 90 à 120 kg/ha. De ce fait, en se basant sur les résultats de ce travail expérimental, il est souhaitable que les riziculteurs de la vallée de l'Artibonite fertilisent leurs parcelles à des doses inférieures ou égales à 90 kg/ha de d'azote, 30 kg/ha de phosphore et 30 kg/ha de potassium. Toutefois, il s'avère nécessaire de faire d'autres essais afin de tester la validité de ces résultats.

Table des matières

DEDICACE	iii
REMERCIEMENTS	iv
RESUME	v
LISTE DES SIGLES	viii
LISTE DES TABLEAUX	ix
LISTE DES FIGURES	x
LISTE DES ANNEXES	xi
1 INTRODUCTION	1
1.1 Problématique.....	1
1.2 Objectifs	2
1.2.1 Objectif général.....	2
1.2.2 Objectifs spécifiques	3
1.2.4 Question de recherche.....	3
1.2.3 Hypothèses	3
2 REVUE DE LITTÉRATURE	4
2.1- Généralités	4
2.2 Les caractéristiques écologiques de la culture.....	4
2.3 Exportations d'éléments fertilisants par le riz	6
2.3.1 Les éléments fertilisants et les différents formes d'engrais	6
2.3.2 Azote	7
2.3.3 Phosphore.....	7
2.3.4 Potassium	8
2.3.5 Engrais composés.....	8
2.3.6 Les éléments fertilisants secondaires et les oligo-éléments	9
2.4 Réponse du riz à la fertilisation.....	9
3 Matériels et Méthodes	11
3.1 Cadre physique de l'étude	11
3.1.1 Localisation.....	11
3.1.2 Les conditions climatiques	11
3.1.3 Conditions édaphiques.	12

3.1.4	Réseau hydrographique.....	13
3.2	Matériels.....	14
3.3	Méthode.....	16
3.3.1	Facteurs et traitements étudiés	16
3.3.2	Fertilisants utilisés et calcul des quantités correspondants aux traitements.....	17
3.4	Description de la parcelle expérimentale et du dispositif expérimental.....	18
3.5	Procédure expérimentale	21
3.5.1	Préparation de sol.....	21
3.5.2	Production de plantules.....	21
3.5.3	Repiquage du riz	21
3.5.4	Entretien du champ expérimental.....	22
3.5.5	Variables Mesurées	22
3.5.6	Méthode de collectes des données	23
3.5.7	Analyse des données	24
4	RESULTATS ET DISCUSSIONS	26
4.1	Indicateurs de croissance.....	26
4.1.1	Nombre de talles	26
4.1.2	Diamètre du brin maitre	29
4.1.3	Hauteur du brin maitre	34
4.2	Indicateurs de rendement.....	39
4.2.1	Nombre de panicules par touffe (NPT).....	39
4.2.2	Nombre moyen de grains rempli par panicules (NGRP).....	40
4.2.3	Poids moyen de mille (1000) grains (PM1000G).....	42
4.2.4	Rendement calculé (t/ha).....	42
4.2.5	Rendement mesuré (t/ha)	44
5	CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS	46
6	BIBLIOGRAPHIE	47

LISTE DES SIGLES

CNSA	Conseil National pour la sécurité alimentaire
FAMV	Faculté d’Agronomie et de Médecine Vétérinaire
FAO	Food Agricultural Organisation (Organisation des Nations Unies pour l’Alimentation et l’Agriculture)
IHSI	Institut Haïtien de Statistique et d’Informatique
IICA	Institut Interaméricain de Coopération pour l’Agriculture
MARNDR	Ministère d’Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural
PIA	Programme Intensification Agricole
UNICEF	United Nations International Children's Emergency Fund (Fonds des Nations unies pour l'enfance).
USDA	United States Department of Agriculture (Département d’Agriculture des Etats-Unis)

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Classification des eaux d'irrigation et tolérance du riz à la salinité.....	5
Tableau 2. Exportations d'éléments nutritifs en kg/tonne de riz paddy.....	6
Tableau 3. Variation du nombre de talles par touffe en fonction des doses d'azote et de phosphore (45 JAR)	28
Tableau 4. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (23 JAR) (en mm)	30
Tableau 5. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (38 JAR) (en mm)	31
Tableau 6. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (53 JAR) (en mm)	32
Tableau 7. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (95 JAR) (en mm).....	33
Tableau 8. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (30 JAR) (en cm)	35
Tableau 9. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (45 JAR) (en cm)	36
Tableau 10. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (60 JAR) (en cm).....	37
Tableau 11. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (95 JAR) (en cm).....	38
Tableau 12. Variation du nombre de panicules par touffes en fonction des doses d'azote et de phosphore.....	40
Tableau 13. Variation du nombre moyen de grains rempli par panicules en fonction des doses d'azote et de phosphore.....	41
Tableau 14. Variation du poids moyen de mille (1000) grains (en grammes) en fonction des doses d'azote et de phosphore.....	42
Tableau 15. Variation du rendement moyen (en t/ha) en fonction des doses d'azote et de phosphore.....	43

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Evolution de la production rizicole nationale de 2007-2011 (Source : IICA 2012).....	1
Figure 2. Localisation de la commune dans le département de l'Artibonite (IHSI, 2009).	11
Figure 3. Variation de la température	12
Figure 4. Variation de la pluviométrie	12
Figure 5. Croquis du dispositif expérimental.....	20
Figure 6. Organisation des espaces inter parcellaires	21
Figure 7. Croquis montrant deux carrés de mesure au centre d'une parcelle élémentaire.	24
Figure 8. Evolution du nombre de talles par touffe entre le 23 ^{ième} et le 45 ^{ième} JAR	29
Figure 9. Evolution du diamètre de la plante entre le 23 ^{ième} et le 95 ^{ième} JAR.....	34
Figure 10. Evolution de la hauteur de la plante entre le 30 ^{ième} et le 95 ^{ième} JAR	39

LISTE DES ANNEXES

ANNEXES A- Présentation de la structure de l'analyse de variance pour les variables de
croissances et de rendements

ANNEXES B- Données Brutes sur les indicateurs de croissance et de rendement

1 INTRODUCTION

1.1 Problématique

Avec une production mondiale de 460 millions de tonnes de riz paddy en 2011 (sur une superficie de 148,366 millions d'hectares), le riz fait parti des céréales les plus cultivées et consommées dans le monde (juste après le maïs avec 808 millions de tonnes et le blé soit 649 millions de tonnes) (USDA, 2012).

Selon certaines estimations fournies par la CNSA, la consommation nationale annuelle serait aujourd'hui d'environ 450.000 tonnes de riz décortiqué. Par rapport à ce qu'elle fut en 1985 (171.000 tonnes) (IICA, 2012).

Cependant, La production nationale couvre moins de 20% de la demande (soit 86000 tonnes de riz décortiqué) et le reste est comblé par les importations et les dons (soit 80% de la consommation locale). La figure ci-dessous montre l'évolution de la production nationale de riz de 2007 à 2011.

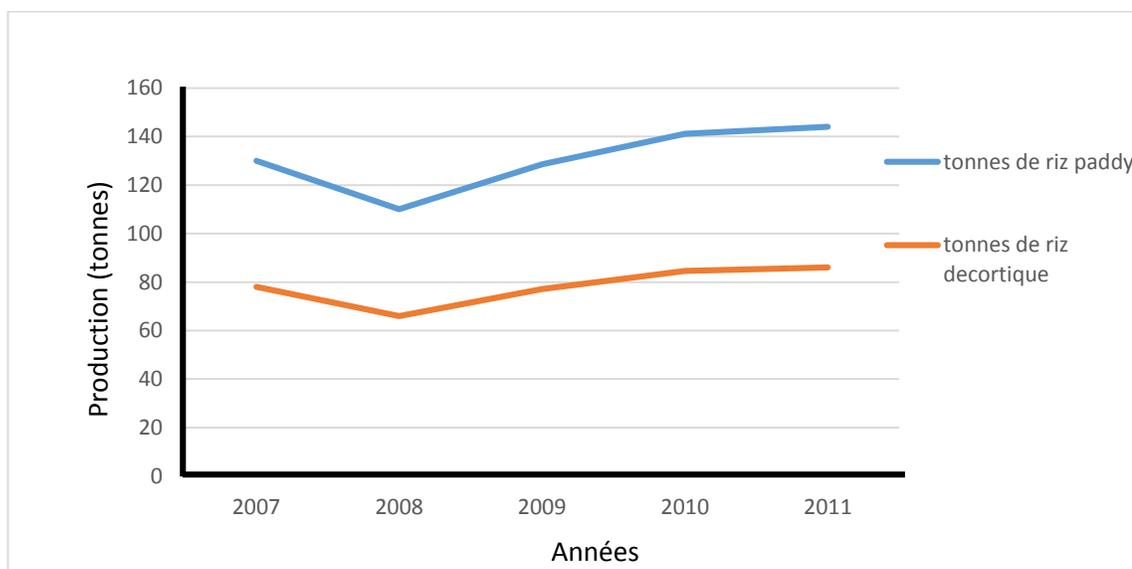


Figure 1. Evolution de la production rizicole nationale de 2007-2011 (Source : IICA 2012).

La faible productivité des exploitations agricoles haïtiennes, qui est la principale cause de ce faible niveau de production locale, résulte fondamentalement des mauvaises

pratiques culturales dans les rizières. Par exemple : les riziculteurs ne tiennent pas toujours compte de la quantité et de la qualité des fertilisants à appliquer, ni même de la période convenable d'application des fertilisants.

Pour apporter des solutions à ces types de problèmes, plusieurs expériences ont été menées principalement dans la vallée de l'Artibonite. Ces expériences consistaient principalement à évaluer la réponse du riz à différentes doses d'engrais azoté, phosphaté et potassique. Plusieurs d'entre eux ont démontré qu'il est possible de tripler la productivité des terres agricoles via la rationalisation de la fertilisation minérale des rizières (Exilien, 2007; Lapomarel, 2007). Des résultats spectaculaires ont été obtenus dans la vallée de l'Artibonite avec trois variétés de riz (TSC-10, Bogapoté, Malaïka) lorsqu'elles sont soumises à des doses de 100 kg/ha d'azote, 30 kg/ha de phosphore et 0 kg/ha de Potassium (Exatul, 2007).

Malgré cela, le niveau de production de riz dans le pays reste presque constant et pendant que la croissance démographique s'accélère davantage (estimé à 8 763 588 habitants en 2005 et 10 173 800 habitants en 2012) (UNICEF, 2012). De plus, l'application de ces mêmes doses d'engrais donne des résultats différents d'une région à une autre au niveau de la vallée de l'Artibonite. Cette situation est due par le fait que les conditions édaphiques ne sont pas les mêmes dans toute la Vallée et varient dans le temps.

Face à ces problèmes, le présent travail a été mené dans le but d'actualiser les données sur la fertilisation des terres rizicoles à Mauger en vue d'atteindre un meilleur niveau de performance agronomique.

1.2 Objectifs

1.2.1 Objectif général

Ce travail cherche à déterminer une dose optimale d'azote et de phosphore à apporter au niveau des parcelles à (Mauger) en vue d'atteindre un meilleur niveau de performance agronomique.

1.2.2 Objectifs spécifiques

- Evaluer la réponse de la variété de riz (TCS-10) à 4 doses d'azote (30, 60, 90 et 120 kg/ha).
- Evaluer la réponse de la variété de riz (TCS-10) à 3 doses de phosphore (30, 45 et 60 kg/ha).
- Identifier le niveau d'azote qui permet d'obtenir le meilleur rendement.
- Identifier le niveau de phosphore qui permet d'obtenir le meilleur rendement

1.2.4 Question de recherche

- Quelle est la dose qui va permettre d'obtenir le plus haut rendement ?
- De combien de tonnes cet expérience va permettre d'augmenter le rendement ?

1.2.3 Hypothèses

Dans la vallée de l'Artibonite, les riziculteurs fertilisent les parcelles avec des doses de : 118.15 kg/ha d'azote, 59.5 kg/ha de P_2O_5 et 29.75 kg/ha de K_2O (Duvivier et al, 2005) et ils obtiennent un rendement de 2.4 t/ha (PIA, 2009). Pour obtenir 2 tonnes de riz paddy à l'hectare, normalement, les riziculteurs devraient apporter au sol en moyenne 25 kg/ha d'azote, 12 kg/ha de P_2O_5 et 6 kg/ha de K_2O (Angladette, 1996). De ce fait, dans de la Vallée de l'Artibonite, les riziculteurs pratiquent une sur-fertilisation des parcelles.

2 REVUE DE LITTÉRATURE

2.1- Généralités

Avec une production mondiale de 460 millions de tonnes de riz paddy en 2011, le riz fait parti des céréales les plus cultivées et consommées dans le monde (juste après le maïs avec 808 millions de tonnes et le blé soit 649 millions de tonnes) (USDA, 2012). Le riz contribue à plus de 20% à la fourniture mondiale en calorie consommée. Plus de deux milliards d'habitants en Asie y tirent 80% de leur calorie (FAO, 2010).

En raison de sa valence écologique, le riz peut être cultivé de l'équateur jusqu'à plus de 45° de latitude nord, du niveau de la mer jusqu'à plus de 1500 mètre d'altitude et il est cultivé dans les sols les plus divers, les plus argileux ou encore les plus limoneux, en culture aquatique comme en culture sèche, on dit que le riz est une plante plastique. Toutefois, il est à noter que la productivité du riz est fonction des facteurs climatiques, pédologiques et hydrauliques (Angladette, 1966).

La riziculture se présente comme l'une des cultures céréalières les plus complexes, sur le plan de ses variétés et caractéristiques morphologiques. D'où la nécessité d'avoir même une connaissance liminaire sur la morphologie du riz, et surtout des différentes étapes de sa croissance pour mieux comprendre son comportement et les exigences culturales qui en découlent. Car une juste appréciation de l'importance des facteurs qui concourent à la vie de la plante est le seul remède qui pourra corriger certaines pratiques aberrantes et mettre en œuvre les techniques rationnelles qui permettent d'assurer la rentabilité optimale des aménagements et du travail (BOTSOE, 2001).

2.2 Les caractéristiques écologiques de la culture

Le riz, (*Oryza sativa*) est une céréale de la famille des graminées, cultivée dans les régions tropicales, subtropicales et tempérées chaudes pour son caryopse, riche en amidon. Il est cultivé de diverses manières : On distingue classiquement la riziculture pluviale sans inondation du champ, la riziculture inondée avec inondation de champ mais le niveau d'eau n'est pas contrôlé et la riziculture irriguée ou la présence d'eau et son niveau sont contrôlés par le cultivateur (Angladette, 1996 cité par JÉRÔME, 2009).

Le riz a une certaine préférence pour les sols à texture fine relativement riche en matière organique avec un pH compris entre 6 et 7, même s'il peut être cultivé dans divers types de sols (Angladette, 1996). Les sols des zones irriguées de la vallée de l'Artibonite pour la culture du riz sont typiquement des sols alluviaux, profonds et fortement calcaires jusqu'à 1,50 mètre de profondeur.

Dans les rizières on peut rencontrer certaines fois des terres ayant une teneur élevée en sel toxiques. Cette accumulation de sels peut être imputable par suite d'un mauvais drainage du sol, l'utilisation d'eau de mauvaise qualité telle que les eaux de drainage ayant traversées des sols salés et réutilisées pour l'irrigation. L'effet des taux de sel sur le riz est décrit dans le tableau 1.

Tableau 1. Classification des eaux d'irrigation et tolérance du riz à la salinité

Classes	Conductivité électrique en mmhos/ cm à 25 ⁰ C	Qualité et utilisation
I	< 0.250	Eaux douces.
II	0.250 - 0.750	Salinité moyenne, tolérable par le riz.
III	0.750 – 2.250	Forte salinité, critique pour le riz.
IV	2.250 – 5	Très forte salinité, critique pour le riz Inutilisable.
V	5 – 20	Inutilisables.

Source : Dobelmann, 1976

Analyses et commentaires.

- Pour l'eau de la première et de la deuxième classe, si on utilise cette eau il serait intéressant de faire un drainage surtout si le sol est peu perméable et ou affecté de sel.
- Si on utilise l'eau de la troisième classe, il faut prendre une très bonne mesure de drainage et du contrôle de la salinité. Cette eau ne peut être utilisée que pour les cultures qui sont très tolérantes aux sels.
- Pour la quatrième et la cinquième classe cette eau ne convient pas à l'irrigation en condition ordinaire. On peut l'utiliser dans des conditions très spéciales (Sol très perméable suivi d'un paillage pour limiter l'évaporation) (JEAN JOSEPH, 2012).

2.3 Exportations d'éléments fertilisants par le riz

L'apport d'éléments minéraux au sol doit compenser les besoins minéraux de la plante. Ainsi, pour produire une tonne de riz paddy, le sol doit apporter à la plante en moyenne 12,5 kg d'azote, 6 kg de phosphore et 3 kg de potassium (Angladette, 1996). Le tableau 2 montre la relation entre la quantité d'éléments fertilisants exportée par la plante pour chaque tonne de riz paddy fabriqué.

Tableau 2. Exportations d'éléments nutritifs en kg/tonne de riz paddy

Rendement t/ha de paddy	Eléments exportés en kg/ha				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	10-15	4-8	2-4	0.2-0.6	1-3
2	20-30	8-16	4-8	0.4-1.2	2-6
3	30-45	12-24	6-12	0.6-1.8	3-9
4	40-60	16-32	8-16	0.8-2.4	4-12
5	50-75	20-40	10-20	1.0-3.0	5-15
6	60-90	24-48	12-24	1.2-3.6	6-18

Source : André Angladette. 1996.

En général, les meilleurs rendements sont obtenus quand on fractionne :

- la dose d'azote en 2 ou 3 applications, au début de tallage et à l'initiation florale qu'une seule application de toute la dose ou deux applications au moment du tallage et une application au moment de l'initiation florale.
- les doses de phosphore et de potassium en 2 applications, la première application se fait après le repiquage (soit $\frac{1}{2}$ ou $\frac{2}{3}$) et la deuxième application se fait au moment de la montaison (soit $\frac{1}{2}$ ou $\frac{1}{3}$).

Ce type de fractionnement est souhaitable vu qu'il peut y avoir des pertes (par exemple : perte par lessivage dans les sols grossiers) (Dobelmann, 1976).

2.3.1 Les éléments fertilisants et les différents formes d'engrais

Un apport d'azote à la bonne période a un effet maximal pendant la phase végétative du riz (du semis jusqu'à l'initiation paniculaire). La totalité des apports d'engrais azotés doit se faire à cette période pour obtenir une efficacité maximale. Des apports entre initiation paniculaire et épiaison auront une efficacité plus réduite surtout si l'engrais azoté utilisé comme dans le cas de l'urée nécessite une période de latence avant d'être assimilable

par la plante. Des apports après la floraison sont pratiquement inefficaces. Pour le phosphore et le potassium, les apports sont réalisés avant semis ou juste après. Il convient de s'assurer, que ces éléments soient disponibles pour la plante dès la phase de tallage.

Il a été montré que l'efficacité d'une fertilisation azotée était d'autant plus élevée que la plante disposait de suffisamment de phosphate et de potasse. Si un de ces deux éléments devient limitant, l'efficacité de la fertilisation azotée chute fortement. Cette remarque est d'autant plus valable que la fertilisation azotée est importante (> à 150 kg d'urée par ha). La même observation pourrait être faite pour P et K. Rappelons aussi qu'une forte fumure azotée sans apport de P et de K rendra la culture plus sensible à la verse et à l'attaque d'insectes et maladies.

2.3.2 Azote

Le riz a besoin de l'azote durant tout son cycle végétatif. Cependant, l'époque la plus efficace pour l'application varie avec la quantité apportée. Car, le fractionnement de la dose en trois (3) applications dont la première et la deuxième se font au cours des stades jeunes (stade végétatif) et le dernier avant l'épiaison, permet d'éviter les pertes d'azote par lessivage. A noter qu'un excès d'azote entre le tallage maximal et avant l'initiation florale engendre des talles infertiles. Tandis que l'azote disponible entre l'apparition de la panicule et la floraison est en corrélation positive avec le nombre de grains remplis par panicule.

Les engrais azotés les plus couramment utilisés dans les rizières sont :

- Le sulfate d'ammonium contenant 20 à 21% d'azote ammoniacal
- L'urée qui renferme 46% d'azote

Les apports d'azote avant le semis ou repiquage, sont en général de l'ordre de 50 à 80 kg/ha, soit 250 à 400 kg/ha de sulfate ou 110 à 174 kg/ha d'urée (Dobelman, 1976).

2.3.3 Phosphore

La quantité de phosphore à apporter au riz dépend des conditions de cultures traditionnelles ou améliorées. Le phosphore est considéré, avec l'azote (N) et le potassium (K), comme un constituant fondamental de la vie des plantes et des animaux. Le phosphore est absorbé rapidement au cours de la croissance du riz. Cette absorption atteint sa valeur

maximale au stade de la floraison. Elle est très basse durant la maturation. Le phosphore s'applique tôt, en général au moment même de la transplantation. Les principaux types d'engrais phosphatés sont :

- Les superphosphates (solubles) dosant 15 à 20% de P_2O_5
- Les superphosphates (concentrés) contenant 45 à 50% de P_2O_5
- Phosphate bicalcique, contenant au minimum 40% de P_2O_5
- Phosphate d'ammonium contenant 20% d'azote et 50 % d'acide phosphorique

Les doses d'engrais phosphatés les plus utilisés varient, en général, entre 80 à 200 unités d'acide phosphorique à l'hectare (Dobelman, 1976). Le phosphore permet une meilleure croissance racinaire, favorise un tallage plus actif avec des talles fertiles et agit sur le bon développement des grains en élevant leur valeur alimentaire

2.3.4 Potassium

Le riz a besoin d'une quantité relative de potassium car il joue un rôle important dans la production, le transport et le stockage des sucres dans la plante. C'est pourquoi les plantes cultivées pour leurs réserves de glucides sont sensibles à la fertilisation potassique. Le potassium favorise la photosynthèse et intervient dans l'équilibre acido-basique des cellules. Il régularise les échanges intercellulaires et renforce la plante dans ces résistances à la sécheresse et aux maladies notamment les maladies cryptogamiques.

L'engrais potassique le plus couramment utilisé est le chlorure de potassium contenant 60% de potasse (Dobelman, 1976).

2.3.5 Engrais composés

Les engrais composés apportent en même temps plusieurs éléments à la parcelle et les plus couramment utilisés sont :

- 10-10-20 : avec une dose de 100 kg/ha on apporte au sol 10 kg d'azote et de phosphore et 20 kg de potassium
- 15-15-10 : avec une dose de 100 kg/ha on apporte au sol 15 kg d'azote et de phosphore et 10 kg de potassium

- 20-20-10 : avec une dose de 100 kg/ha on apporte au sol 20 kg d'azote et de phosphore et 10 kg de potassium

NB : la formule 20-20-10 est beaucoup plus utilisée dans la vallée de l'Artibonite.

2.3.6 Les éléments fertilisants secondaires et les oligo-éléments

L'intensification de la riziculture fait que des carences en éléments fertilisants secondaires et en oligo-éléments, il importe de les identifier et de les corriger dès qu'il y a lieu. Les cultures ont besoin d'oligo-éléments qu'en quantité très faibles de l'ordre de quelques grammes par hectare, mais ces quelques grammes peuvent faire toute la différence entre l'obtention de rendements élevés et l'échec. Les quantités totales d'oligo-éléments nécessaires, sont toutefois très variables, selon les conditions de culture et le niveau des rendements recherché (FAO, 1987).

2.4 Réponse du riz à la fertilisation

Les doses d'engrais généralement appliquées par les riziculteurs dans la Vallée sont 118.15 Kg d'azote à l'hectare, 59.5 Kg de P_2O_5 et 29.75 Kg de K_2O (Duvivier et al, 2005). Il est à noter qu'au niveau de la Vallée de l'Artibonite la grande majorité des riziculteurs (90%) obtiennent des rendements très faibles de l'ordre de 2.4 t/ha de paddy (PIA, 2009).

Plusieurs travaux réalisés dans la Vallée de l'Artibonite ont prouvé qu'on peut augmenter les rendements dans les rizières avec des doses beaucoup plus faibles que celles utilisées par les riziculteurs. Par exemple :

SAMPEUR (2005) a réalisé une étude sur la ferme de l'ODVA à Mauger où il a testé la réponse de trois variétés de riz (TCS-10, Malaïka et Bogapoté) soumises à cinq doses d'éléments fertilisants. Les résultats ont montré qu'il y a possibilité d'obtenir des rendements proche de 6 t/ha (soit 6.018 t/ha pour TCS-10 ; 5.659 t/ha pour Malaïka et 5.563 t/ha pour Bogapoté) lorsqu'on utilise des doses de l'ordre de 115 kg/ha de N + 27 kg/ha de P_2O_5 + 13 kg/ha de K_2O (soit la plus faible dose testée au cours de cette expérience).

EXALTUL (2007) de son côté, a réalisé une étude en plein champs à Bocozele où il a testé la réponse des mêmes variétés de riz précitées (TCS-10, Malaïka et Bogapoté) soumises à doses différentes d'éléments fertilisants. Les résultats ont été très spectaculaires pour cette expérience (soit 5,171 t/ha pour TCS-10 ; 4,933 t/ha pour Malaïka et 10,090 t/ha pour Bogapoté). Il est à noter que ces rendements ont été obtenus avec les doses 75 kg/ha de N + 30 kg/ha de P₂O₅ sans apport de potassium.

Le travail réalisé par LOUIS (2009) à Haute-feuille, en condition de culture irriguée et en plein champs prouve qu'avec une application de 75 kg/ha de N + 30 kg/ha de P₂O₅ + 14 kg/ha de K₂O on peut obtenir un rendement allant jusqu'à 7 t/ha (soit 7,121 t/ha pour TCS-10 ; 5,768 t/ha pour Malaïka et 6,283 t/ha pour Bogapoté).

3 Matériels et Méthodes

3.1 Cadre physique de l'étude

3.1.1 Localisation

Cette étude a été réalisée dans la Vallée de l'Artibonite plus précisément à Petite Rivière de l'Artibonite (Mauger) durant la période d'Aout 2012 à Janvier 2013, en plein champ et en condition de culture pure et irriguée. La ferme de Mauger a une superficie de 13,5 ha et a une altitude de 24 mètres (JEAN JOSEPH, 2012). La figure suivante ci-dessous fournit des informations sur la localisation de la zone d'étude.

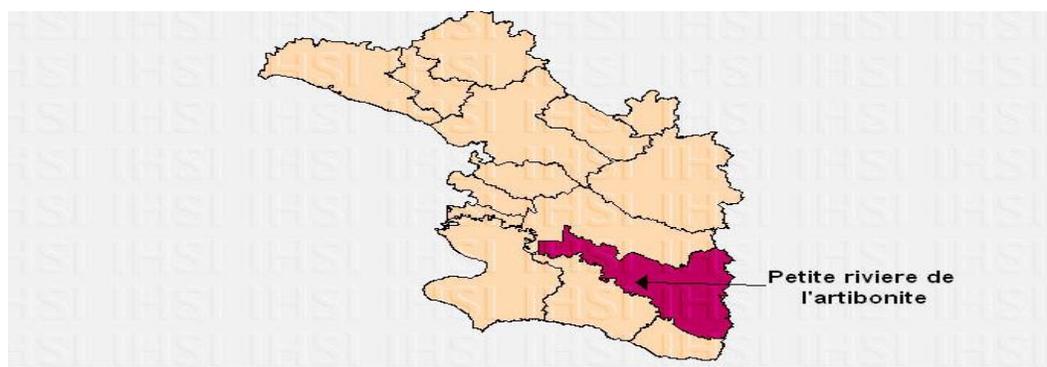


Figure 2. Localisation de la commune dans le département de l'Artibonite (IHSI, 2009)

3.1.2 Les conditions climatiques

La température moyenne annuelle repérée à Mauger est de 27⁰C. Cependant :

- Les températures minimales sont de l'ordre de 16.8⁰C en Janvier à 22.5⁰C en Juin
- Les températures maximales sont de l'ordre de 30.5⁰C en Décembre à 34.3⁰C en Juillet

Quant à la distribution pluviométrique dans la vallée, deux saisons sont à distinguer : une saison pluvieuse allant de Mai à octobre et recevant 500 à 1000 mm de pluie et une saison sèche allant de Novembre à Avril, recevant 50 à 100 mm de pluie par année (Louissaint, 2006, cité par JEAN JOSEPH, 2012).

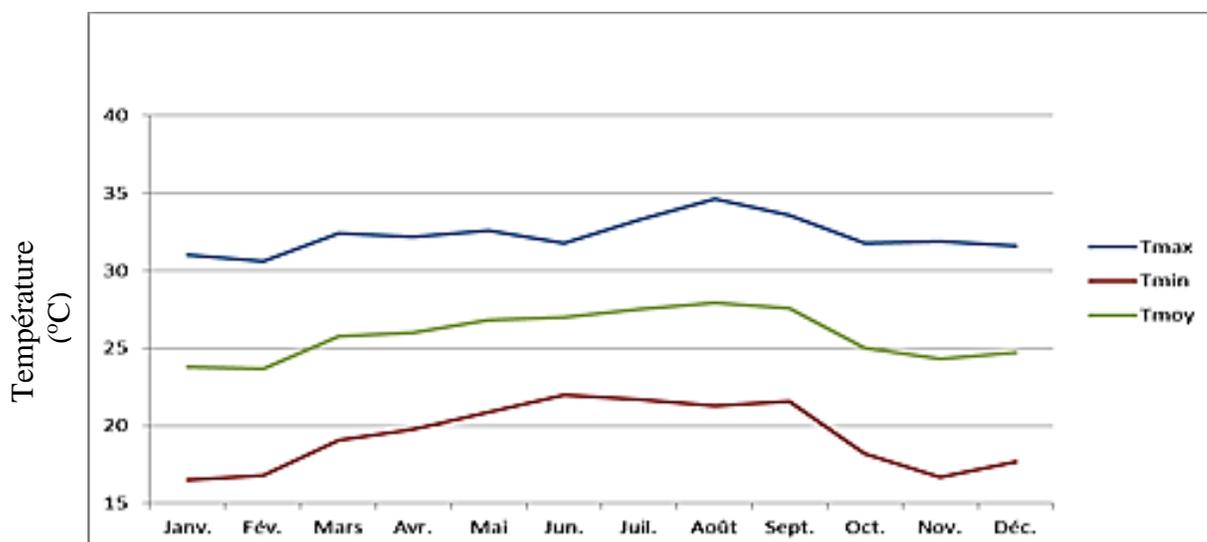


Figure 3. Variation de la température

Source: www.levoyageur.net; cité par Joseph (2013)

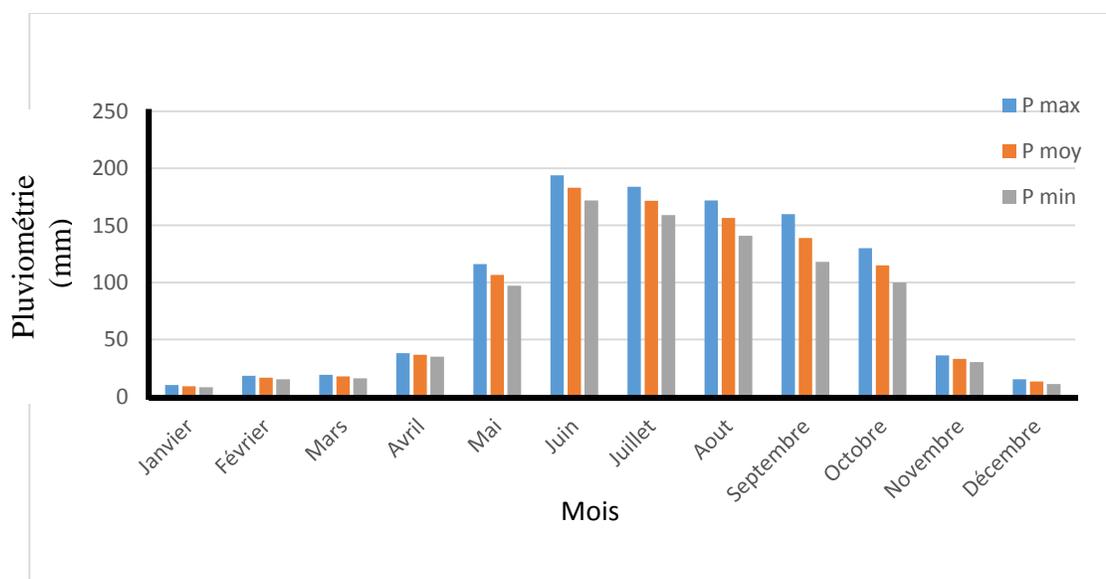


Figure 4. Variation de la pluviométrie

Source: Ferme de Mauger

3.1.3 Conditions édaphiques.

Les sols de la vallée de l'Artibonite sont à prédominance calcaire, ils sont de texture fine à moyenne et sont pauvrement ou imparfaitement drainés. Au point de vue texturale, le sol du site expérimental est argilo-limoneux avec l'occurrence de 41% d'argile. Compte tenu de l'importance de la fraction argileuse, le niveau de la perméabilité du sol est faible et tend à permettre la pratique de la riziculture. Quant à la conductivité

électrique, elle varie de 0,408 à 0.346 mmohs/cm suivant la profondeur du sol. Ces valeurs mesurées démontrent qu'il n'y a pas de risque de salinisation du sol par l'irrigation avec un système de drainage adéquat et une eau de bonne qualité. Le pH varie de 7.91 à 8.20, montrant ainsi que le sol se révèle neutre à légèrement alcalin. Cette gamme de valeur exclut toute possibilité d'immobilisation d'éléments fertilisants dans ce sol. Le pourcentage en matière organique oscille entre 2.94 et 1.49 % que l'on peut considérer comme un niveau moyen pour ce paramètre. Quant au rapport C/N, indice de décomposition de la matière organique, il demeure faible variant 3,4 à 9,43 et dénote un rythme réduit de décomposition de la matière organique.

Entre 0-30 cm de profondeur la teneur en azote est de 0.14%, 5.20 ppm pour le phosphore et 0.20 meq/ 100gr pour le potassium. Entre 30-60 cm de profondeur la teneur en azote est de 0.12% celle du phosphore est de 5.12 ppm et 0,16 méq/100 gr pour le potassium. Ces valeurs démontrent que les profils 0-30 cm et 30- 60 cm de profondeur sont similaires en terme de teneurs en éléments majeurs, et enfin, elles dénotent un niveau élevé de fertilité (JEAN JOSEPH, 2012).

3.1.4 Réseau hydrographique

La plus importante plaine irriguée d'Haïti, la vallée de l'Artibonite, est traversée par le plus grand cours d'eau du pays qui est le fleuve de l'Artibonite. Des rivières affluentes, des sources et des lagons constituent ces principales sources d'approvisionnement en eau d'irrigation (Prosper, 2004). De ce fait, cet ensemble de ressource hydrique constitue un atout pour le développement de la riziculture de la vallée. Mais, malgré cette atout, la vallée subit certaines contraintes en périodes de sécheresse telles, la diminution du débit de ces sources d'approvisionnements ; ce qui constitue un facteur limitant pour la mise en valeur de toute la superficie irrigable de la vallée (Prosper, 2004).

Au niveau de la commune de Petite-Rivière de l'Artibonite, pour que l'eau soit disponible au niveau des parcelles rizicoles c'est ainsi que l'eau en provenance du fleuve de l'Artibonite est captée à partir du barrage canneau (qui a été mise en place par les responsables du MARNDR) et l'eau provenant de la rive droite du barrage est utilisée

pour irriguer les parcelles rizicoles qui se trouvent dans ladite commune y comprise la ferme de Mauger.

3.2 Matériels

Pour la réalisation de cette expérience, le matériel biologique qui a été utilisé des plantes de la variété de riz « TCS-10 », qui est l'une des variétés de riz les plus cultivées dans la vallée de l'Artibonite. Les caractéristiques agronomiques de la variété « TCS-10 » sont figurées dans le tableau suivant.

Tableau 3. Caractéristiques agronomiques de la variété TCS-10

Caractéristiques	Variété « TCS-10 »
Cycle en jour	120-130
Hauteur (cm)	115
Nombre de talles fertiles	29
Longueur feuilles paniculaires (cm)	28.5
Port	Dressé
Texture des grains	Pubescent
Couleur des grains	Jaune pale
Poids 1000 grains(g)	26
Résistance à la verse	Bonne
Résistance à la salinité	Bonne
Rendement en TM/ha	4.5-6.5
Longueur des panicules (cm)	26.5
Grains développés (%)	88
Longueur des grains (mm)	9
Origine	Taiwan

Source Prosper, 2004 ; cité par Exalien, 2007

Les matériels physiques, qui ont été utilisés pour la préparation de sol et l'entretien des parcelles, étaient : houes, machette, râteau, ruban métrique, rayonneur, piqueur, cordeau etc. Par ailleurs, les matériels chimiques étaient: sulfate d'ammonium (21% d'azote), le superphosphate triple (46%) ainsi que le 12-12-20 ont été utilisés pour l'application des douze (12) traitements expérimentés de l'étude et également une pesticide (trichel) a été utilisée à raison de quatre (4) bouchons pour un pulvérisateur de quatre (4) gallons (soit de 6.73 ml par bouchon ou 26.93 ml au total pour le pulverisateur).

3.3 Méthode

3.3.1 Facteurs et traitements étudiés

Sur la ferme de Mauger, l'essai a été réalisé avec 4 niveaux d'azote (30, 60, 90 et 120 kg d'azote à l'hectare) et 3 niveaux de phosphore (30, 45 et 60 kg de P₂O₅ à l'hectare). Le niveau de potassium était resté fixe au cours de l'expérience à raison de (30 kg de K₂O à l'hectare). Ainsi, on a testé douze traitements constitués des combinaisons des niveaux des facteurs d'azote et de phosphore. Les doses de phosphore et d'azote ont été arrangées en parcelles divisées, avec l'azote comme facteur principal et le phosphore comme facteur secondaire.

Tableau 4. Formulation des traitements.

Azote	Phosphore		
	30	45	60
30	T 1	T 2	T 3
60	T 4	T 5	T 6
90	T 7	T 8	T 9
120	T 10	T 11	T 12

Tableau 5. Formulation des doses

Traitement	Azote (kg/ha)	Phosphore (kg/ha)	Potassium (kg/ha)	Dose (kg / ha)
T 1	30	30	30	D 30-30-30
T 2	30	45	30	D 30-45-30
T 3	30	60	30	D 30-60-30
T 4	60	30	30	D 60-30-30
T 5	60	45	30	D 60-45-30
T 6	60	60	30	D 60-60-30
T 7	90	30	30	D 90-30-30
T 8	90	45	30	D 90-45-30
T 9	90	60	30	D 90-60-30
T 10	120	30	30	D 120-30-30
T 11	120	45	30	D 120-45-30
T 12	120	60	30	D 120-60-30

3.3.2 Fertilisants utilisés et calcul des quantités correspondants aux traitements

Le sulfates d'ammonium (21%), le superphosphate triple et le 12-12-20 étaient utilisés comme fertilisants chimiques au cours de l'expérience. Les quantités d'engrais équivalentes aux doses de N, P₂O₅, et de K₂O testées sont précisées dans le tableau suivant. Ces calculs ont été faits en divisant la dose d'élément fertilisant testé par la teneur de l'engrais en l'élément en question.

Tableau 6. Description des équivalents de quantités d'engrais utilisé par traitement

Traitements	Doses de sulfates d'ammonium (kg/ha)	Doses de superphosphate triple (kg/ha)	Doses de 12- 12- 20 (kg/ha)
T 1	57.14	26,08	150
T 2	57.14	58.69	150
T 3	57.14	91.30	150
T 4	200	26,08	150
T 5	200	58.69	150
T 6	200	91.30	150
T 7	342.85	26,08	150
T 8	342.85	58.69	150
T 9	342.85	91.30	150
T 10	485.71	26,08	150
T 11	485.71	58.69	150
T12	485.71	91.30	150

NB : Quand un engrais apporte plusieurs éléments fertilisants, les calculs étaient faits sur la base de l'élément pour lequel l'engrais en question est la seule source. Les différences d'apport liées aux autres éléments qu'il contient étaient fournies par d'autres engrais simples. Par exemple, c'est le cas du 12-12-20 qui est la seule de potassium pour l'expérience.

Étant donné que la superficie d'une unité expérimentale est de 11.2 m² les doses en kg à l'hectare ont été ramenées en g/11.2 m². Cette opération a été effectuée en utilisant la relation suivante :

$$\text{dose d'éléments fertilisants (g/11.2 m}^2\text{)} = \text{doses en } \left(\frac{\text{kg}}{\text{ha}}\right) * \frac{11.2 \times 1000}{10.000} = 1.12$$

(JEAN JOSEPH, 2012).

Ce qui nous a poussé à multiplier les valeurs obtenues dans le tableau précédent par 1.12 juste pour déterminer les quantités d'engrais nécessaire pour chaque parcelle expérimentale de 11.2 m². Les données sont figurées dans le tableau suivant.

Tableau 7. Doses d'engrais à appliquer en g/11.2m²

Traitements	Doses de sulfates d'ammonium (g/11.2m ²)	Doses de superphosphate triple (g/11.2m ²)	Doses de 12- 12- 20 (g/11.2m ²)
T 1	63.9968	29.2096	168
T 2	63.9968	65.7328	168
T 3	63.9968	102.256	168
T 4	224	29.2096	168
T 5	224	65.7328	168
T 6	224	102.256	168
T 7	383.992	29.2096	168
T 8	383.992	65.7328	168
T 9	383.992	102.256	168
T 10	543.9952	29.2096	168
T 11	543.9952	65.7328	168
T 12	543.9952	102.256	168

3.4 Description de la parcelle expérimentale et du dispositif expérimental

Une superficie de 1045.5 m² était utilisée pour la mise en place de ce dispositif, soit 51 m de long et 20,5 m de large. Chaque parcelle élémentaire avait une superficie de 11.2 m² (3.5 m de long sur 3.2 m de large), deux blocs limitrophes étaient distants de deux mètres et deux grandes parcelles à l'intérieur d'un même bloc étaient séparés de deux mètres. Les deux mètres de séparation entre deux grandes parcelles ou deux blocs ont servi à ériger trois diguettes. Les deux sillons de séparation des diguettes ont servi l'un de canal d'irrigation et l'autre de drain. Le canal utilisé pour l'irrigation des parcelles a été dans ce cas le canal qui entoure la parcelle et qui est trempé par l'eau d'irrigation le premier. Entre deux petites parcelles, des digues ont été érigées. L'aménagement des espaces inter parcellaires a été envisagé en vue de permettre l'arrosage et le drainage de chaque parcelle élémentaire séparément et afin d'éviter que l'eau sortant d'une parcelle entre dans une autre parcelle.

Pour la réalisation de l'étude, les facteurs et les traitements (qui résultent de la combinaison des différents niveaux des facteurs) ont été déterminés. Le dispositif de base était un Dispositif en Blocs Complètement Aléatoire (DBCA), l'expérience a été menée à travers trois blocs avec les douze (12) traitements distribués à l'intérieur de chaque bloc. Ainsi, un total de 36 parcelles élémentaires a été conçu. Le croquis du dispositif expérimental est présenté par la figure ci-dessous :

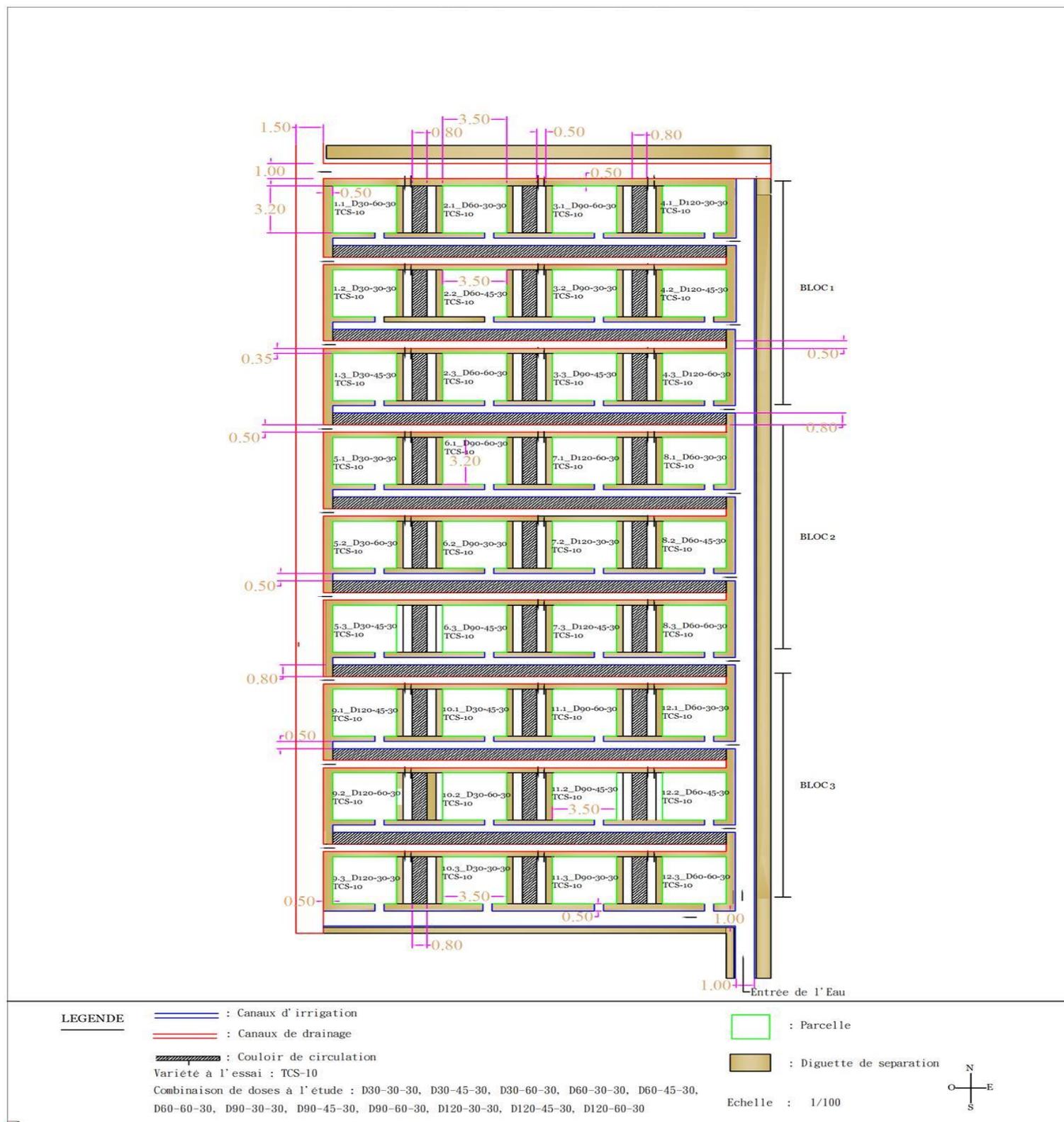


Figure 5. Croquis du dispositif expérimental.

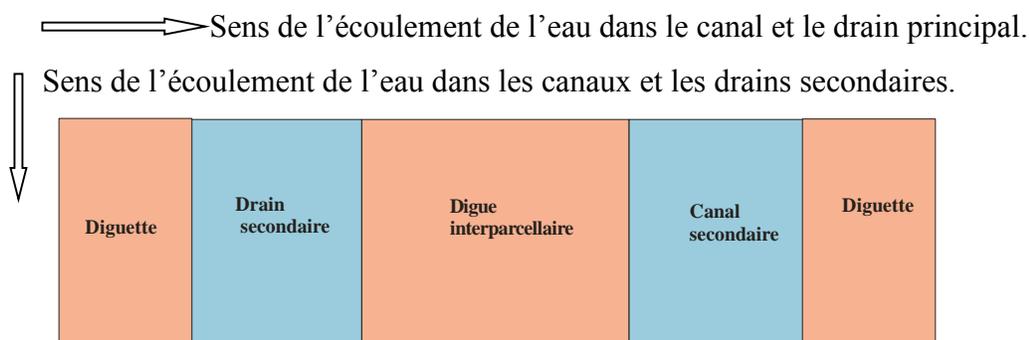


Figure 6. Organisation des espaces inter parcellaires

3.5 Procédure expérimentale

3.5.1 Préparation de sol

Pour préparer le sol plusieurs opérations ont été réalisées, telles que : le labourage puis le hersage à l'aide des motoculteurs. Ce choix est adopté dans le souci d'utiliser au maximum les moyens dont disposent les agriculteurs de la zone pour la conduite de leurs parcelles. Les parcelles élémentaires ont été séparées et endiguées en respectant les mesures stipulées dans la description du dispositif expérimental.

3.5.2 Production de plantules

A proximité de la parcelle expérimentale, une pépinière de production de plantules était installée. La préparation des plantules a été faite sur une plate-bande de 24 mètres de longueur et de 1.2 mètre de largeur. La durée des plantules en pépinière était de 28 jours.

3.5.3 Repiquage du riz

Sur la base d'une trace effectuée à l'aide d'un rayonneur, le repiquage de plantules produites en pépinière, âgées de 28 jours a été fait à la main dans les parcelles avec environ trois (3) plantules par poquets. Les poquets distancés de 25 centimètres sur des lignes espacées de 25 cm, de manière à conduire à l'homogénéité de la toute la parcelle expérimentale.

3.5.4 Entretien du champ expérimental

L'irrigation de la parcelle se faisait à volonté et en quantité contrôlée. Une lame d'eau de 3 à 5 cm était maintenue jusqu'au tallage maximum soit 43 jours après repiquage (JAR) avec des drainages réalisés 2 jours avant les apports de fertilisant. Cette couche d'eau a été augmentée à son niveau maximal (5 à 8 cm) à partir de l'initiation paniculaire (49 JAR) jusqu'au stade pâteux des graines.

La fertilisation a été réalisée à la volée comme suit : à des difficultés à gérer l'azote (volatilité et possibilité d'être perdu par lessivage), il a été apporté en 3 applications soit $\frac{1}{3}$ de la dose d'azote a été apportée à chaque application, et le phosphore et le potassium ont été apportés en deux (2) applications soit $\frac{1}{2}$ à chaque application. Les apports étaient faits à des dates précises soit :

- ✓ 15 JAR pour la première application. On a apporté, ici, de l'azote, du phosphore et du potassium.
- ✓ 30 JAR pour la deuxième application. On a apporté encore de l'azote et les restant du phosphore et du potassium qui ont été calculés.
- ✓ 51 JAR pour la troisième application, on a apporté seulement le reste de l'azote.

3.5.5 Variables Mesurées

On a noté la croissance observée (hauteur, diamètre et nombre de talles par touffe) et les variables composantes de rendement ont été mesurées. Et le rendement a été déterminé. Des mesures ont été faites sur des plantes choisies à l'intérieur d'un carré d'échantillonnage d'un m² de superficie, soit environ 16 plantules par m². Les variables mesurées, la période de mesure ainsi que la procédure de mesure sont présentées dans le tableau ci-dessous:

Tableau 8. Les variables de mesures

Caractères mesurés	Procédés de mesures	Périodes	Instrument utilisé
Nombre de talles / plante	Comptage de toutes les tiges qui sont vertes au moment de la floraison.	23, 38, et 45 JAR	manuellement
Diamètre du Brain maitre	Mesurée en millimètre du diamètre de la tige la mieux développée	23, 38, 53 et 95 JAR	Pied à coulisse, précision 1/10 de millimètre
Hauteur de la plante	Mesurée en centimètres depuis le sol jusqu'à l'apex de la panicule.	30, 45, 60 et 95 JAR	Règle graduée, précision 1/10 de millimètre
Nombre de panicules / touffe	Comptage de toutes les talles qui possèdent une panicule.	101 et 102 JAR	manuellement
Nombre de grains remplis / panicules	Comptage de grains rempli v/s vides par panicule	103 et 113 JAR	manuellement
Poids moyen de 1000	Recherché en faisant la moyenne arithmétique des poids en grammes de 10 lots de 1000 grains secs et complètement remplis.	Après récolte et séchage à 13 % d'humidité	Balance

3.5.6 Méthode de collectes des données

Pour chaque parcelle secondaire à l'intérieur du dispositif expérimental, des observations et des mesures ont été effectuées sur les plantes dans un carré central d'un mètre carré de superficie choisi comme unité d'échantillonnage, comptant notamment 16 plantes par carré. Au cours de cette expérience, deux types de rendements nous ont intéressés : un rendement mesuré en gramme par m² qu'on a obtenu en prenant le poids de tous les grains rempli à l'intérieur du carré de mesure et le rendement calculé en gramme par m² qu'on a obtenu à partir de la formule ci-dessous.

« Rendement (g/m²) = Nombre de touffe à l'intérieur du carré * nombre de talles fertiles par touffe * nombre de grain remplis par panicule * poids de 1000 grains » (JEAN JOSEPH, 2012).

Pour obtenir les rendements en t/ha, le rendement mesuré et le rendement calculé qui étaient en g/m^2 ont été multipliés par 10 000 puis divisé par 1 000 000 ce qui est identique à multiplier les rendements en g/m^2 par 0.01.

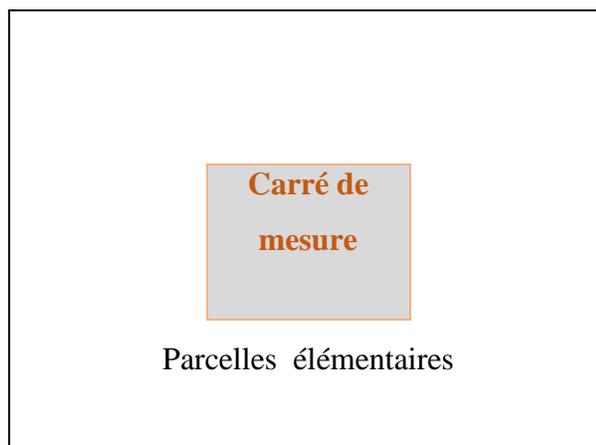


Figure 7. Croquis montrant deux carrés de mesure au centre d'une parcelle élémentaire.

3.5.7 Analyse des données

Après la collecte des données, elles ont été séparées par variable et par traitement suivant une grille de dépouillement. Une analyse de variance (ANOVA) à trois facteurs (Blocs, azote et phosphore) avec 3 répétitions avec l'hypothèse que les lois de la normalité sont respectées. Un risque d'erreur de première espèce de 5% est admissible pour effectuer l'analyse de variance. Le logiciel R version 2.13.2 a été utilisé pour l'analyse des données collectées. Le test de Duncan ($\alpha=5\%$) a été adopté pour comparer les effets significatifs de chacune des variables.

Tableau 9. ANOVA

Sv	DI	Sc	Cm	F	Fcrit
Blocs	2				
Azote	3				
Erreur (a)	6				
Parcelle	11				
Phosphore	2				
Azote*Phosphore	6				
Traitement	11				
Erreur (b)	16				
Total	35				

Modèle mathématique

Pour tester la significativité des traitements, le modèle suivant a été testé :

$$Y_{ijk} = \mu + \lambda_k + \alpha_i + \beta_j + \alpha\lambda_{ik} + \alpha\beta_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Avec

Y_{ijk} : l'observation Y de la parcelle soumise aux effets de l'azote i et du phosphore j et placée au bloc k.

μ : moyenne des observations

α_i : effet de l'azote i (facteur principal)

β_j : effet du phosphore j (facteur secondaire)

λ_k : effet des blocs k

$\alpha\lambda_{ik}$: effet de l'interaction de l'azote i et des blocs k (erreur de type de a)

$\alpha\beta_{ij}$: effet de l'interaction des facteurs azote*phosphore ij

ϵ_{ijk} : effet de l'erreur expérimentale (erreur de type b) ijk

4 RESULTATS ET DISCUSSIONS

4.1 Indicateurs de croissance

4.1.1 Nombre de talles

A l'âge de 23 jours après repiquage (JAR), le nombre de talles par touffe a varié en moyenne de 9 pour les parcelles ayant reçu 90 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore à 13 pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore (tableau 11). Entre les doses d'azote, il a varié de 9.88 quand la dose appliquée a été de 90 kg/ha à 11.66 quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 9.58 quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 11.42 quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 10. Variation du nombre de talles par touffe en fonction des doses d'azote et de phosphore (23 JAR)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	9.33 ± 1.53 aA	13.00 ± 2.65 aA	12.67 ± 4.16 aA	11.67 ± 2.03 a
60	9.67 ± 3.05 aA	12.33 ± 3.21 aA	11.67 ± 2.52 aA	11.22 ± 1.39 a
90	9.00 ± 1.00 aA	10.67 ± 2.31 aA	10.00 ± 0.00 aA	9.89 ± 0.84 a
120	10.33 ± 3.21 aA	9.67 ± 4.04 aA	10.67 ± 0.57 aA	10.22 ± 0.51 a
Moyenne (P)	9.58 ± 0.57 A	11.42 ± 1.52 A	11.25 ± 1.17 A	10.75 ± 1.36

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2 = 2.315135, D3 = 2.426886 et D4 = 2.496334.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2 = 2.004045 et D3 = 2.100780.

Au 38^{ième} JAR, le nombre de talles par touffe a été augmenté et il a varié de 13.67 pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 18.33 pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore (tableau 12). Entre les doses d'azote, il a varié de 14.89 quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha à 16.22 quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 14.75 quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 16 quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Tout comme au 23^{ième} JAR, Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 11. Variation du nombre de talles par touffe en fonction des doses d'azote et de phosphore (38 JAR)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	15.00 ± 2.65 aA	15.67 ± 3.51 aA	16.00 ± 2.00 aA	15.56 ± 0.51 a
60	14.00 ± 3.46 aA	18.33 ± 3.06 aA	16.33 ± 0.58 aA	16.22 ± 2.17 a
90	15.33 ± 2.52 aA	15.33 ± 3.51 aA	15.33 ± 0.58 aA	15.33 ± 2.18 a
120	14.67 ± 2.52 aA	13.67 ± 4.04 aA	16.33 ± 1.53 aA	14.89 ± 1.35 a
Moyenne (P)	14.75 ± 0.57 A	15.75 ± 1.93 A	16.00 ± 0.47 A	15.5 ± 1.22

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=2.473223, D3=2.593505 et D4 =2.668693.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2= 2.141874 et D3=2.246041.

Le nombre de talles par touffe au 45^{ième} JAR a varié en moyenne de 13.33 pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 18.33 pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore et avec une moyenne générale de 15.39 talles par touffe (tableau 13). Entre les doses d'azote, il a varié de 14.78 quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 16.11 quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 15 quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 15.67 quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 3. Variation du nombre de talles par touffe en fonction des doses d'azote et de phosphore (45 JAR)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	14.67±2.08 aA	15.33±3.06 aA	14.33±2.08 aA	14.78± 0.51 a
60	14.33±3.06 aA	18.33±3.06 aA	15.67 ±0.58 aA	16.11 ± 2.04 a
90	15.00±2.65 aA	14.67±3.06 aA	16.33±1.53 aA	15.33 ±0.88 a
120	16.00±1.73 aA	13.67 ± 2.88 aA	16.33 ± 1.53 aA	15.33 ± 1.64 a
Moyenne (P)	15.00 ± 0.72 A	15.5 ± 2.11 A	15.67±0.94 A	15.39 ±1.29

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=2.361332, D3=2.476172 et D4 =2.547959.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2= 2.044973 et D3=2.144428.

Le nombre de talles par touffe a atteint son niveau maximal dès le 38^{ième} JAR (15.5 talles par touffe en moyenne pour toutes les doses confondues) (figure 8). En 2008, HILAIRE a obtenu 15.36 talles par touffe en moyenne avec une dose de 157.3 kg/ha d'azote, 63.7 kg/ha de phosphore et 31.85 kg/ha de potassium. Au cours de cette expérience, le nombre de talles par touffe obtenu a été (15.39 talles en moyenne pour toutes les doses confondues). De tels résultats correspondent typiquement aux caractéristiques de l'espèce en question.

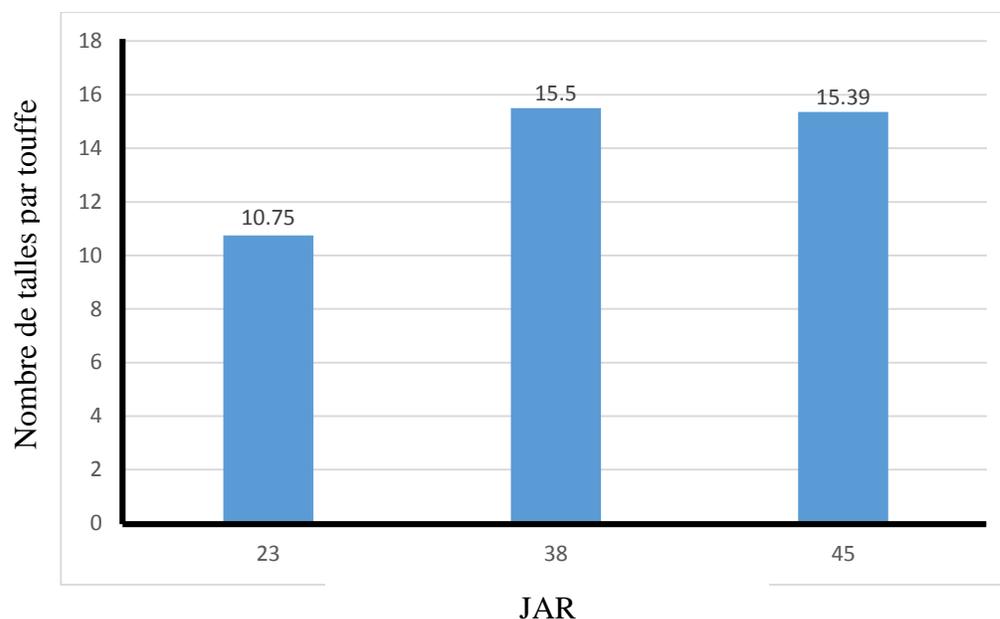


Figure 8. Evolution du nombre de talles par touffe entre le 23^{ième} et le 45^{ième} JAR

4.1.2 Diamètre du brin maitre

A l'âge de 23 JAR, une première mesure a été faite sur le diamètre des plantes et il a varié de 1.65 mm pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 60 kg/ha de phosphore à 2.14 mm pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 60 kg/ha de phosphore (tableau 14). Entre les doses d'azote, il a varié de 1.79 mm quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha à 2.01 mm quand la dose appliquée a été de 90 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 1.91 mm quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha ou 60 kg/ha à 1.97 mm quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 4. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (23 JAR) (en mm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	1.99 ± 0.29 aA	1.8 ± 0.05 aA	2.04 ± 0.47 aA	1.94 ± 0.12 a
60	1.92 ± 0.29 aA	1.96 ± 0.08 aA	2.14 ± 0.68 aA	2.00 ± 0.12 a
90	2.09 ± 0.43 aA	2.10 ± 0.52 aA	1.82 ± 0.12 aA	2.01 ± 0.16 a
120	1.66 ± 0.58 aA	2.043 ± 0.42 aA	1.65 ± 0.29 aA	1.79 ± 0.22 a
Moyenne (P)	1.91 ± 0.18 A	1.97 ± 0.13 A	1.91 ± 0.22 A	1.93 ± 0.17

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=0.3298198, D3=0.3458602 et D4 =0.3558870.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2=0.2856323 et D3=0.2995237.

Une deuxième mesure sur les diamètres a été faite à l'âge de 38 JAR. Le diamètre des plantes a varié en moyenne de 4.36 mm pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore à 5.53 mm pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore (tableau 15). Entre les doses d'azote, il a varié de 4.75 mm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha à 5.24 mm quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 4.91 mm quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 5.03 mm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 5. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (38 JAR) (en mm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	4.79 ± 0.80 aA	4.62 ± 0.69 aA	5.25 ± 0.52 aA	4.89 ± 0.33 a
60	4.36 ± 0.61 bB	5.16 ± 1.20 aA	4.73 ± 0.90 aA	4.75 ± 0.4 a
90	4.98 ± 0.14 aA	4.85 ± 0.91 aA	4.97 ± 0.72 aA	4.94 ± 0.07 a
120	5.53 ± 0.74 aA	5.04 ± 0.89 aA	5.14 ± 0.29 aA	5.24 ± 0.26 a
Moyenne (P)	4.91 ± 0.49 A	4.92 ± 0.24 A	5.03 ± 0.23 A	4.95 ± 0.31

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont : $D2=0.4854857$, $D3=0.5090966$ et $D4=0.5238559$.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : $D2=0.4204429$ et $D3=0.4408906$.

Le diamètre des plantes au 53^{ième} JAR a varié en moyenne de 8.06 mm pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 9.23 mm pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore (tableau 16). Entre les doses d'azote, le diamètre a varié de 8.50 mm quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 8.98 mm quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 8.32 mm quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha à 8.78 mm quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha ou 60 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 6. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (53 JAR) (en mm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	8.73 ± 0.55 aA	8.06 ± 0.35 aA	8.73 ± 0.29 aA	8.50 ± 0.72 a
60	8.98 ± 0.64 aA	8.25 ± 0.75 aA	8.33 ± 1.13 aA	8.52 ± 0.40 a
90	8.15 ± 0.23 aA	8.37 ± 0.50 aA	9.00 ± 0.52 aA	8.51 ± 0.44 a
120	9.23 ± 0.91 aA	8.63 ± 0.38 aA	9.07 ± 0.45 aA	8.98 ± 0.31 a
Moyenne (P)	8.78 ± 0.46 A	8.32 ± 0.49 A	8.78 ± 0.33 A	8.62 ± 0.49

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont : $D_2 = 0.5599151$, $D_3 = 0.5871458$ et $D_4 = 0.6041678$.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : $D_2 = 0.4849007$ et $D_3 = 0.5084832$.

Une dernière mesure sur les diamètres a été faite à l'âge de 95 JAR. Et la variation a été en moyenne de 7.32 mm pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore à 8.24 mm pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore (tableau 17). Entre les doses d'azote, il a varié de 7.52 mm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha à 7.88 mm quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 7.58 mm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha à 7.75 mm quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 7. Variation du diamètre de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (95 JAR) (en mm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	7.68 ± 0.38 aA	7.55± 0.29 aA	7.64 ±1.19 aA	7.62 ± 0.07 a
60	7.32 ± 0.58 aA	7.80± 0.39 aA	7.45± 0.23 aA	7.52 ± 0.25 a
90	7.42±0.45 aA	7.94 ± 0.55 aA	7.56 ± 0.28 aA	7.64 ± 0.27 a
120	8.24± 1.30 aA	7.72± 0.25 aA	7.68± 0.54 aA	7.88 ± 0.31 a
Moyenne (P)	7.67± 0.41 A	7.75 ± 0.16 A	7.58 ± 0.10 A	7.667 ± 0.25

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=0.6280732, D3= 0.6586187et D4 =0.6777128.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2= 0.5439274 et D3=0.5703805.

Les résultats ont montré une augmentation du diamètre de la plante jusqu'au 53^{ième} JAR (figure 9). Cela peut s'expliquer par le fait qu'au 95^{ième} JAR on assiste une diminution de la turgescence de la plante ce qui provoque une réduction la croissance en épaisseur au profit de la production des grains et de même certaines talles trop âgées commencent à se faner (Prosper, 2004). Comme cela a été pour le nombre de talles par touffe, le diamètre obtenu au 95^{ième} JAR (soit 7.67 mm) a été très proche de celui qu'avait trouvé HILAIRE en 2008 (soit 8.8 mm).

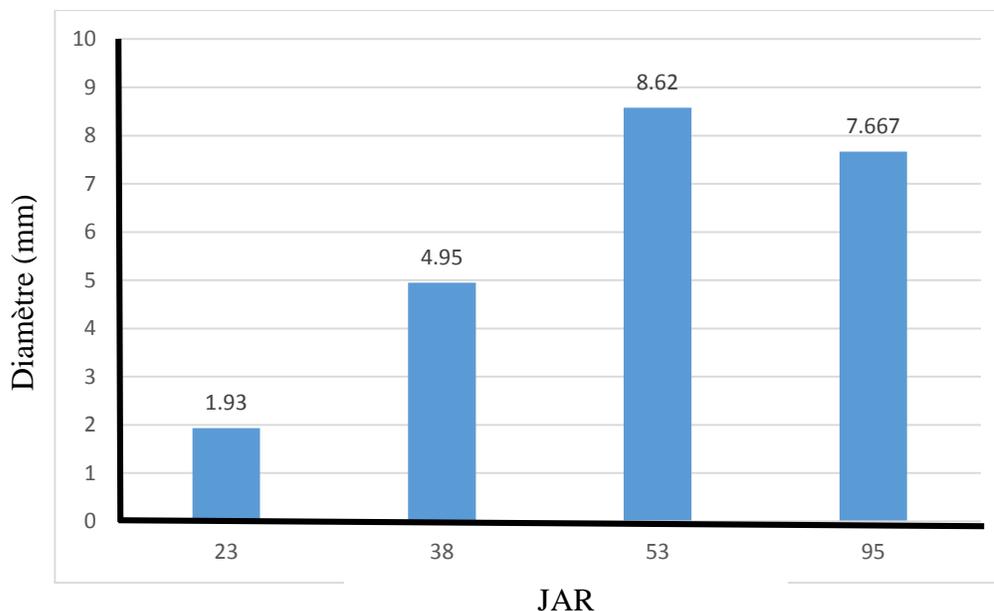


Figure 9. Evolution du diamètre de la plante entre le 23^{ième} et le 95^{ième} JAR

4.1.3 Hauteur du brin maitre

La première mesure des hauteurs a été faite à 30 JAR et la variation moyenne a été 14.08 cm pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore à 16.3 cm pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 60 kg/ha de phosphore. Il a eu une différence significative entre les doses de phosphore quand la dose d'azote appliquée a été 60 kg/ha et également une différence significative a été observée entre les doses d'azote quand la dose de phosphore appliquée a été 30 kg/ha (tableau 18). Entre les doses d'azote, elle a variée de 15.11 cm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha à 15.99 cm quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, elle a variée de 15.13 cm quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 15.69 cm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 8. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (30 JAR) (en cm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	14.93 ± 1.65 aA	14.77 ± 1.43 aA	16.30 ± 1.65 aA	15.33 ± 0.84 a
60	14.08 ± 0.69 bB	16.07 ± 0.95 aA	15.19 ± 0.9 aA	15.11 ± 1.00 a
90	15.37 ± 1.54 aA	15.21 ± 1.43 aA	15.61 ± 0.19 aA	15.39 ± 0.20 a
120	16.14 ± 1.65 aA	16.15 ± 1.49 aA	15.66 ± 0.18 aA	15.99 ± 0.28 a
Moyenne (P)	15.13 ± 0.86 A	15.55 ± 0.68 A	15.69 ± 0.46 A	15.46 ± 0.67

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=1.039795, D3= 1.090364 et D4 =1.121975.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2= 0.9004891 et D3=0.9442832.

Une deuxième mesure sur les hauteurs a été faite à l'âge 45 JAR et la variation moyenne a été 21.02 cm pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 23.74 cm pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore. Il a eu une différence significative entre les doses de phosphore quand la dose d'azote appliquée a été 120 kg/ha et également des différences significatives ont été observées entre les doses d'azote pour n'importe quelle dose de phosphore appliquée (tableau 19). Une différence significative a été observée lorsque la dose d'azote est passée de 90 kg/ha à 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, la hauteur a variée de 21.68 cm quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha à 22.09 cm quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha. Les différences observées entre les doses de phosphore n'ont pas été significatives.

Tableau 9. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (45 JAR) (en cm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	21.64 ± 1.30 bA	21.02 ± 2.02 bA	21.64 ± 2.09 bA	21.44 ± 0.36 b
60	21.13 ± 1.15 bA	22.61 ± 0.71 aA	21.2 ± 0.26 bA	21.65 ± 0.84 b
90	21.86 ± 1.33 bA	21.50 ± 0.53 aA	21.89 ± 0.34 bA	21.75 ± 0.21 b
120	23.74 ± 0.63 aA	21.57 ± 2.22 aB	23.6 ± 1.22 aA	22.97 ± 1.21 a
Moyenne (P)	22.09 ± 1.14 A	21.68 ± 0.67 A	22.08 ± 1.05 A	21.95 ± 0.91

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

$D2=0.7779300$, $D3=0.8157636$ et $D4=0.8394135$.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : $D2=0.6737072$ et $D3=0.7064720$.

La hauteur des plante au 60^{ième} JAR a varié en moyenne de 40.08 cm pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 50.99 cm pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore. Des différences significatives ont été observées entre les doses d'azote quand la dose de phosphore appliquée a été 30 kg/ha (tableau 20). Entre les doses d'azote, une différence significative a été observée lorsque la dose d'azote est passée de 30 kg/ha à 60 kg/ha. Entre les doses de phosphore, elle a variée de 43.54 cm quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha à 45.56 cm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Les différences observées entre les doses de phosphore n'ont pas été significatives.

Tableau 10. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (60 JAR) (en cm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	43.09 ± 7.02 bA	40.08 ± 8.03 aA	44.13 ± 9.29 aA	42.43 ± 2.11 b
60	42.84 ± 7.36 bA	47.02 ± 5.79 aA	42.17 ± 5.29 aA	44.01 ± 2.63 ab
90	42.49 ± 1.68 bA	44.41 ± 4.01 aA	46.79 ± 2.34 aA	44.57 ± 2.15 ab
120	50.99 ± 4.55 aA	42.65 ± 10.19 aA	49.16 ± 0.56 aA	47.60 ± 4.39 a
Moyenne (P)	44.86 ± 4.1 A	43.54 ± 2.93 A	45.56 ± 3.05 A	44.65 ± 3.19

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=3.872687, D3= 4.061030 et D4 =4.178764.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2= 3.353846 et D3=3.516956.

Une dernière mesure sur les hauteurs a été faite à l'âge 95 JAR et la variation a été en moyenne de 91.58 cm pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 100.65 cm pour les parcelles ayant reçu 90 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore (tableau 21). Comme cela a été au 60^{ième} JAR, une différence significative a été observée lorsque la dose d'azote est passée de 30 kg/ha à 60 kg/ha. Entre les doses de phosphore, elle a variée de 94.99 cm quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 96.84 cm quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Les différences observées entre les doses de phosphore n'ont pas été significatives.

Tableau 11. Variation de la hauteur de la plante en fonction des doses d'azote et de phosphore (95 JAR) (en cm)

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	91.95 ± 4.77 aA	91.58 ± 2.98 aA	93.28 ± 3.45 aA	92.27 ± 0.89 b
60	95.34 ± 5.44 aA	96.66 ± 3.69 aA	96.33 ± 3.52 aA	96.11 ± 0.69 a
90	94.59 ± 3.62 aA	100.65 ± 2.38 aA	98.3 ± 1.45 aA	97.85 ± 3.05 a
120	98.01 ± 2.09 aA	98.57 ± 7.30 aA	99.47 ± 1.35 aA	98.69 ± 0.71 a
Moyenne (P)	94.99 ± 2.51 A	96.87 ± 3.88 A	96.84 ± 2.71 A	96.23 ± 2.94

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont : $D_2 = 3.236903$, $D_3 = 3.394325$ et $D_4 = 3.492730$.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : $D_2 = 2.803240$ et $D_3 = 2.939572$.

Dès le 30^{ème} JAR, il a été observé une augmentation de la hauteur de la plante avec le niveau d'azote appliqué, la même tendance a été observée jusqu'au 95^{ème} JAR (figure 10, tableaux 18, 19, 20 et 21). Comme pour le nombre de talles et le diamètre, les données collectées sur la hauteur ont été très proche de celles des études antérieures. En effet, au 95^{ème} JAR la hauteur moyenne a été 96.23 cm (pour toutes les doses confondues) alors qu'en 2008, HILAIRE avait obtenu 96.04 cm.

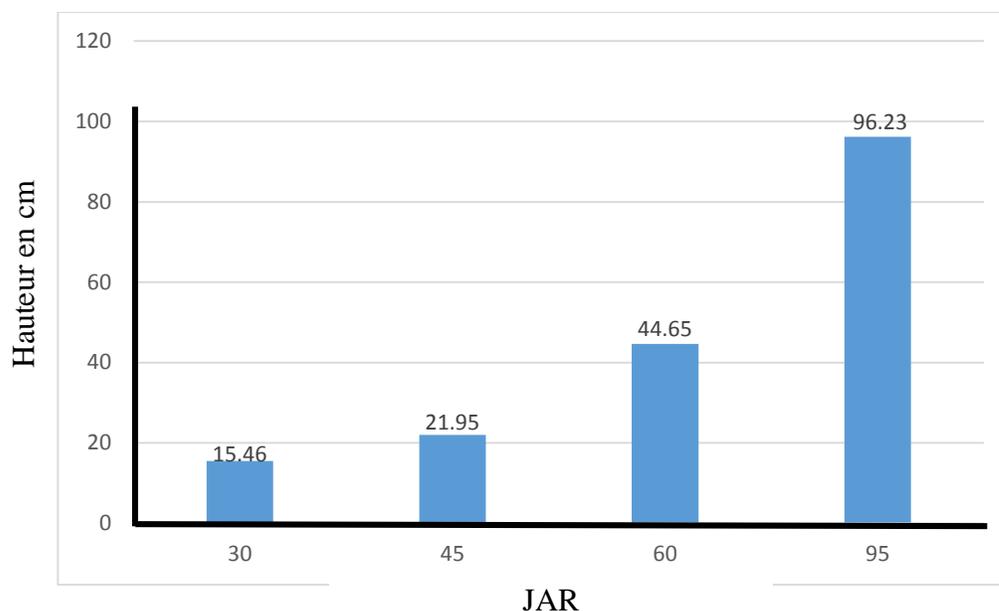


Figure 10. Evolution de la hauteur de la plante entre le 30^{ième} et le 95^{ième} JAR

4.2 Indicateurs de rendement

4.2.1 Nombre de panicules par touffe (NPT)

A l'âge de 101 et 102 JAR, des mesures ont été sur le nombre de panicules par touffes. Il a varié en moyenne de 11 pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore, 90 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore et 120 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 13 pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 60 kg/ha de phosphore (tableau 22). La moyenne générale a été 11.64. Considérant que le nombre moyen de talles par touffe a été 15.39, le taux de fertilité a été 75.63. Entre les doses d'azote, il a varié en moyenne de 11.22 quand la dose appliquée a été de 90 kg/ha à 11.78 quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha et 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a variée de 11.33 quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha à 12.17 quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 12. Variation du nombre de panicules par touffes en fonction des doses d'azote et de phosphore.

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	12.00 ± 2.00 aA	11.33 ± 1.16 aA	12.00 ± 1.73 aA	11.78 ± 1.48 a
60	11.00 ± 2.00 aA	12.00 ± 1.00 aA	11.33 ± 0.58 aA	11.44 ± 1.24 a
90	11.33 ± 1.53 aA	11.00 ± 2.00 aA	11.33 ± 0.58 aA	11.22 ± 1.30 a
120	11.33 ± 0.58 aA	11.00 ± 1.00 aA	13.00 ± 0.00 aA	11.78 ± 1.09 a
Moyenne (P)	11.42 ± 1.44 A	11.33 ± 1.23 A	12.17 ± 1.09 A	11.64 ± 1.25

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont : $D_2 = 1.494366$, $D_3 = 1.567042$ et $D_4 = 1.612472$.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : $D_2 = 1.294159$ et $D_3 = 1.357098$.

4.2.2 Nombre moyen de grains rempli par panicules (NGRP)

A l'âge de 103 et 113 JAR, des mesures ont été sur le nombre de grains rempli par panicule et la variation moyenne a été de 80.33 grains pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore à 112 grains pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore. Des différences significatives ont été observées entre les doses d'azote lorsque la dose de phosphore appliquée a été 30 kg/ha et 45 kg/ha (tableau 23). Des différences significatives ont été observées lorsque la dose d'azote est passé de 30 à 60 kg/ha et également lorsque la dose d'azote est passée de 60 à 90 kg/ha. Entre les doses d'azote, le nombre de grains rempli par panicule a varié en moyenne de 86.33 grains quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 107.67 grains quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a variée de 96.67 grains quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha à 99.33 grains quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha. Les différences observées entre les doses de phosphore n'ont pas été significatives.

Tableau 13. Variation du nombre moyen de grains rempli par panicules en fonction des doses d'azote et de phosphore.

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	88.33 ± 1.15 bA	80.33 ± 15.04 bA	90.33±4.62 aA	86.33 ± 9.12 c
60	93.00 ± 3.46 bA	98.00 ± 9.64 aA	94.00±8.89 aA	95.00 ± 7.16 b
90	96.33 ± 15.37 bA	111.33± 7.09 aA	99.00 ±7.00 aA	102.22 ±11.49 a
120	112.00 ± 7.81 aA	107.67 ±9.24 aA	103.33±7.51 aA	107.67± 8.05 a
Moyenne (P)	97.42 ± 11.94 A	99.33 ± 15.49 A	96.67 ±7.99 A	97.80 ± 11.9

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=6.955561, D3= 7.293836 et D4 =7.505292.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2= 6.023693 et D3=6.316647.

Au cours de cette expérience, les données collectées ont permis de déceler une tendance à l'augmentation du nombre de grains rempli par panicule en fonction de la dose d'azote appliquée et ce qui a été le cas des résultats qu'avaient obtenu par LOUIS en 2009. Lorsque l'azote est disponible entre l'apparition de la panicule et la floraison cela conduit à une corrélation positive avec le nombre de grains remplis par panicule. En effet, la dernière application a été faite au stade où la plante va émettre les panicules et de plus les calculs ont révélés un « $r_{cal} = 0.99$ supérieur au $r_{0.05(2)} = 0.95$ » ce qui prouve que les doses d'azote appliquées et le nombre de grains rempli par panicule sont en étroite corrélation positive.

Toutefois, il faut noter que les doses 30 et 60 kg/ha d'azote se sont révélées comme étant celles qui ont fourni les plus faibles quantités de grains rempli et il est nécessaire de noter qu'entre les doses 90 et 120 kg/ha d'azote les différences observées n'ont pas été significatives.

4.2.3 Poids moyen de mille (1000) grains (PM1000G)

Le poids moyen de 1000 grains a varié en moyenne de 25.5 grammes pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 30 kg/ha de phosphore à 26.83 grammes pour les parcelles ayant reçu 60 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore (tableau 24). Entre les doses d'azote, il a varié en moyenne de 26 grammes quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 26.55 grammes quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 25.92 grammes quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 26.54 grammes quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha. Les différences observées n'ont pas été significatives.

Tableau 14. Variation du poids moyen de mille (1000) grains (en grammes) en fonction des doses d'azote et de phosphore.

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	25.50±1.32 aA	26.50 ± 0.87 aA	26.00 ±0.50 aA	26 ±0.94 a
60	26.16± 1.53 aA	26.83 ±0.29 aA	26.67 ± 0.58 aA	26.55 ± 0.88 a
90	25.67 ± 1.89 aA	26.50 ± 0.50 aA	26.00 ±1.80 aA	26.06 ±1.38 a
120	26.33 ± 0.29 aA	26.33 ±1.61 aA	26.50 ±0.87 aA	26.39 ±0.93 a
Moyenne (P)	25.92 ± 1.24 A	26.54 ± 0.84 A	26.29 ± 0.96 A	26.25 ±1.03

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont :

D2=1.286095, D3=1.348643 et D4 =1.387741.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : D2=1.113791 et D3=1.167959.

Le poids moyen de mille grains obtenu (26.25 grammes pour toutes les doses confondues) a été très proche de ceux obtenu par les études antérieures (26.15 grammes par EXATUL en 2007 et 24.36 grammes par HILAIRE en 2008).

4.2.4 Rendement calculé (t/ha)

Le rendement calculé moyen a varié en moyenne de 3.81 t/ha pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha à 5.7 t/ha pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 60 kg/ha de phosphore (tableau 25). Entre les doses d'azote, des différences significatives

ont été observées et le rendement a varié en moyenne de 4.22 t/ha quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 5.35 t/ha quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié de 4.59 t/ha quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 4.85 t/ha quand la dose appliquée a été de 60 kg/ha. Les différences observées entre les doses de phosphore n'ont pas été significatives.

Tableau 15. Variation du rendement moyen (en t/ha) en fonction des doses d'azote et de phosphore.

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	4.33± 0.68 aA	3.81± 0.35 aA	4.53 ± 0.87 aA	4.22 ±0.71 b
60	4.29±0.94 aA	5.04 ±0.54 aA	4.53± 0.31 aA	4.62 ±0.65 b
90	4.42±0.46 aA	5.20 ±1.05 aA	4.65 ±0.19 aA	4.76 ±0.68 ab
120	5.34±0.30 aA	5.01 ±0.89 aA	5.7 ± 0.53 aA	5.35 ±0.62 a
Moyenne (P)	4.59 ± 0.74 A	4.77 ± 0.87 A	4.85 ±0.69 A	4.74 ±0.76

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont : $D2=0.6251979$, $D3=0.6556036$ et $D4 =0.6746102$.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : $D2= 0.5414373$ et $D3=0.5677694$.

Le rendement moyen obtenu, toutes doses et tous facteurs confondus a été 4.74 t /ha. Comme pour le nombre de grains remplis par panicule, le rendement moyen a augmenté significativement en fonction de la dose d'azote et de la dose de phosphore appliquées. Lorsqu'on a un haut niveau de grains rempli par panicule c'est un bon indicateur qui conduit à de bons rendements, le rendement moyen calculé a augmenté significativement en fonction de la dose d'azote appliquée et non significativement en fonction de la dose de phosphore. Toutefois, Il faut noter qu'aucune différence significative n'a été observée lorsque la dose d'azote est passée de 90 kg/ha à 120 kg/ha. Ces résultats sont similaires à ceux d'EXATUL (2007), EXILIEN (2007) et LOUIS (2009). Tout comme fait, pour avoir un bon rendement pour le riz il faut avoir au départ un haut niveau de grains rempli par panicule.

4.2.5 Rendement mesuré (t/ha)

Le rendement mesuré moyen a varié en moyenne de 3.24 t/ha pour les parcelles ayant reçu 30 kg/ha d'azote et 45 kg/ha à 4.94 t/ha pour les parcelles ayant reçu 120 kg/ha d'azote et 45 kg/ha de phosphore (tableau 16). Entre les doses d'azote, des différences significatives ont été observées et le rendement a varié en moyenne de 3.37 t/ha quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha à 4.71 t/ha quand la dose appliquée a été de 120 kg/ha. Entre les doses de phosphore, il a varié non significativement de 3.95 t/ha quand la dose appliquée a été de 45 kg/ha à 4.16 t/ha quand la dose appliquée a été de 30 kg/ha.

Tableau 16. Variation du rendement moyen (en t/ha) en fonction des doses d'azote et de phosphore.

Doses d'Azote (Kg/ha)	Doses de Phosphore (Kg/ha)			Moyenne (N)
	30	45	60	
30	3.54±0.46 bB	3.24± 0.57 bB	3.32±0.61 bB	3.37 ±0.15 c
60	4.40± 0.60 bA	3.58±0.12 bB	3.98± 0.19 bB	3.98 ± 0.41 b
90	4.12± 0.41 aA	4.07± 0.33 aA	4.50±0.23 aA	4.23 ±0.23 b
120	4.59± 0.67 aA	4.94±0.98 aA	4.60±0.54 aA	4.71 ±0.20 a
Moyenne (P)	4.16 ± 0.46 A	3.95 ± 0.73 A	4.1 ± 0.58 A	4.07 ±0.55

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

Les valeurs critiques de Duncan pour la comparaison des doses d'azote sont : $D2=0.2698289$, $D3=0.2829517$ et $D4 =0.2911547$.

Pour la comparaison des doses de phosphore, elles sont : $D2= 0.2336787$ et $D3=0.2450433$.

Le rendement mesuré moyen obtenu, toutes doses et tous facteurs confondus a été 4.07 t /ha. Tout comme cela a été pour le rendement calculé, le rendement moyen mesuré a augmenté significativement en fonction de la dose d'azote appliquée. Toutefois, Il faut noter que cette différence significative a été observée lorsque la dose d'azote est passée de 90 kg/ha à 120 kg/ha.

Les doses d'engrais généralement appliquées par les riziculteurs dans la Vallée sont 118.15 Kg d'azote à l'hectare, 59.5 Kg de P_2O_5 et 29.75 Kg de K_2O (Duvivier et al, 2005). Il est à noter qu'au niveau de la Vallée de l'Artibonite la grande majorité des riziculteurs (90%) obtiennent des rendements très faibles de l'ordre de 2.4 t/ha de paddy (PIA, 2009). En 2006, Sur la ferme de Mauger SAMPEUR a obtenu des rendements proche de 6 t/ha (soit 5,973 t/ha pour TCS-10 ; 5,698 t/ha pour Malaïka et 5,387 t/ha pour Bogapoté) lorsqu'il a utilisé des doses de l'ordre de 115 kg/ha de N + 27 kg/ha de P_2O_5 + 13 kg/ha de K_2O (soit la plus faible dose testée au cours de son expérience). Et de plus, d'autres expériences réalisées dans la Vallée de l'Artibonite ont permis de voir qu'en pratiquant une fertilisation rationnelle des doses d'engrais au niveau des rizières cela peut faire augmenter considérablement le rendement.

Au cours de cette expérimentation, les rendements obtenus ont été presque 2 fois plus élevés que ceux obtenus habituellement par les riziculteurs dans la vallée de l'Artibonite (4.74 t/ha pour toutes les doses confondues pour le rendement calculé et 4.07 t/ha pour toutes les doses confondues pour le rendement mesuré). Les plus faibles rendements obtenu au cours de cette expérimentation (soit 3.81 t/ha de paddy pour le rendement calculé ou 3.24 t/ha de paddy pour le rendement calculé obtenu avec la dose de 30 kg/ha d'azote + 45 kg/ha de phosphore et 30 kg/ha de potassium) ont été supérieurs à celui qu'obtient d'habitude par les riziculteurs de la vallée de l'Artibonite.

5 CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les résultats de l'étude ont montrés une tendance à l'augmentation du rendement du riz TCS-10 (entre 4.22 t/ha et 5.35 t/ha pour le rendement calculé ou entre 3.37 t/ha et 4.71 t/ha pour le rendement mesuré) avec l'augmentation de la dose d'azote entre 30 à 120 kg/ha. Toutefois, La différence entre les doses 90 et 120 kg/ha d'azote n'a pas été significative lorsqu'il s'agit du rendement calculé. Il n'a pas eu de différence significative entre les doses de phosphore.

Le rendement calculé moyen gobtenu pour toutes les doses confondues était 4.74 t/ha de paddy. Le plus faible rendement calculé obtenu au cours de cette expérience (3.81 t/ha de paddy avec la dose de 30 kg/ha d'azote, 45 kg/ha de phosphore et 30 kg/ha de potassium) a été supérieur à celui que les riziculteurs (90%) obtiennent d'habitude dans la Vallée de l'Artibonite (2.4 t/ha de paddy avec la dose de 118.15 kg/ha d'azote, 59.5 Kg/ha de phosphore et 29.75 Kg/ha de potassium). Ces résultats montrent qu'il y a sur-fertilisation phosphatée dans les rizières et la fertilisation azotée n'est pas le facteur limitant du rendement.

En se basant sur les résultats obtenus:

- 1- Il est recommandé aux riziculteurs de la Vallée de l'Artibonite de fertiliser leurs parcelles à des doses non supérieures à 90 kg/ha d'azote, 30 kg/ha de phosphore et 30 kg/ha de potassium.
- 2- Il est conseillé aux chercheurs de faire d'autres études sur le TCS-10 en utilisant des doses d'azote plus espacées les unes des autres pour établir clairement la dose optimale.

6 BIBLIOGRAPHIE

ANGLADETTE A. 1996. Techniques agricoles tropicales et productions tropicales. Le riz G.p. Maisonneuve et la rose, paris.

BOTSOE K. 2001. Economie de la culture du riz : Cas du périmètre irrigué de Kovie
Mémoire Lomé/Togo, Afrique.

CNSA. 1996. La production du riz dans la vallée de l'Artibonite. Port-au-Prince, Haïti.
Octobre 1996.

Dobelmann J. P. 1976. Riziculture pratique, Riz irrigué. Agence de coopération
culturelle et technique. Paris. France.

DUVIVIER P., LOUISSAINT J et SAMPEUR U. 2005. Réponse de trois variétés de
riz (*Oryza sativa*, L) <Bogapoté, Malaïka et TCS10> à la fertilisation phosphatée et
potassique dans la Vallée de l'Artibonite. RED/FAMV, 2(1); p22-25.

EXATUL E. 2007. Réponse des variétés de riz (*Oryza sativa* L.) : TCS-10, Malaika,
Bogapote à la fertilisation potassique et azotée dans la vallée de l'Artibonite.
Mémoire de fin d'étude. FAMV/UEH, Damien, Haïti.

EXILIEEN R. 2007. Réponse des variétés de riz (*Oryza sativa* L.) : TCS-10, Malaika,
Bogapote à la fertilisation potassique et azotée dans la vallée de l'Artibonite.
Mémoire de fin d'étude. FAMV/UEH, Damien, Haïti.

FAO. 1987. Guide sur les engrais et la nutrition de la plante.

FAO. 2005. Données statistiques de production mondiale [Ressources en ligne 2009,],
adresse :(http : www.fao.org).

FAO. 2011. Perspectives de récolte et situation alimentaire Le Système mondial
d'information et d'alerte rapide sur l'alimentation et l'agriculture (SMIAR).
<http://www.fao.org/giews/>.

- HILAIRE P. E. 2008.** Caractérisation de sept (7) variétés de riz (*Oryza sativa* L) dans la Vallée de l'Artibonite (ferme de Mauger) en vue de leur utilisation agronomique. Mémoire de fin d'étude. FAMV/UEH, Damien, Haïti.
- IHSI. 2009.** Inventaire des ressources et des potentialités des communes d'Haïti. Version département Artibonite. Port-au-Prince, Haïti.
- IICA. 2012.** Etude de la filière du riz. Rapport de consultation réalisé par le groupe : CJ-CONSULTATION
- JEAN JOSEPH J. 2012.** Effet de la fertilisation phosphatée et potassique sur le rendement de la variété de riz (*Oryza sativa*, L.) Schella à la vallée de l'Artibonite. Mémoire, FAMV, Damien, Port-au-Prince, Haïti.
- JÉRÔME M. J. 2009.** Etude de la prévalence des pesticides dans le riz (*Oryza sativa*) cultivé dans la Commune de Torbeck. Mémoire, FAMV, Damien, Port-au-Prince, Haïti.
- JOSEPH E. 2013.** Etude comparative entre le Système de Riziculture Traditionnel (SRT) et le Système de Riziculture Intensif (SRI) dans les communes de Dessalines (Marchand) et de Petite Rivière de l'Artibonite. Mémoire de fin d'étude. FAMV/UEH, Damien, Haïti.
- LAPOMARELLE J. 2007.** Effets de différentes doses d'azote et de Phosphore sur le rendement de trois variétés de riz TCS10, Malaika et bogapoté dans la vallée de l'Artibonite. Mémoire de fin d'étude. FAMV/UEH, Damien, Haïti.
- LOUIS M. J. 2009.** Effets de différentes doses d'azote et de potassium sur le rendement de trois variétés de riz (*Oryza sativa*, L.) TCS10, Malaika et Bogapoté dans la vallée de l'Artibonite. Etude de cas : Haute-Feuille. Mémoire de fin d'étude. FAMV/UEH, Damien, Haïti.

MASCHNER H. 1993. Mineral nutrition of higher plants. London, Academic Press Ltd,
Harcourt Brace & Co. Publishers.

PIA. 2009. Étude de préfaisabilité d'une unité industrielle de décorticage du paddy

PROSPER J. C. 2004. Document de cours culture céréalière.

UNICEF. 2012. Haïti_ Statistique.

USDA. 2012. WASDE (World Agriculture Supply and Estimates Report).

ANNEXES

ANNEXES A- Présentation de la structure de l'analyse de variance pour les variables de croissances et de Rendements

Tableau 26 A. Nombre de talles par plante (23 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	60.500	30.2500	6.2586	0.00982
Dose N	3	18.750	6.2500	1.2931	0.31087
Dose P	2	24.667	12.3333	2.5517	0.10918
Blocs*N	6	34.167	5.6944	1.1782	0.36582
N*P	6	17.333	2.8889	0.5977	0.72815
Erreur	16	77.333	4.8333		

Tableau 27 A. Nombre de talles par plante (38 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	33.167	16.5833	2.7075	0.0971
Dose N	3	8.333	2.7778	0.4535	0.7184
Dose P	2	10.500	5.2500	0.8571	0.4430
Blocs*N	6	46.833	7.8056	1.2744	0.3230
N*P	6	30.167	5.0278	0.8209	0.5699
Erreur	16	98.000	6.1250		

Tableau 28 A. Nombre de talles par plante (45 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	30.389	15.1944	2.7214	0.0961
Dose N	3	8.306	2.7685	0.4959	0.6903
Dose P	2	2.722	1.3611	0.2438	0.7865
Blocs*N	6	22.944	3.8241	0.6849	0.6646
N*P	6	44.611	7.4352	1.3317	0.2998
Erreur	16	89.333	5.5833		

Tableau 29 A. Diamètre de la plante (23 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	0.87669	0.43834	4.0242	0.03839
Dose N	3	0.27959	0.09320	0.8556	0.48401
Dose P	2	0.03042	0.01521	0.1396	0.87071
Blocs*N	6	1.22429	0.20405	1.8733	0.14779
N*P	6	0.58956	0.09826	0.9021	0.51729
Erreur	16	1.74282	0.10893		

Tableau 30 A. Diamètre de la plante (38 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	7.5725	3.7863	16.0428	0.0001503
Dose N	3	1.1358	0.3786	1.6041	0.2277161
Dose P	2	0.0940	0.0470	0.1992	0.8213670
Blocs*N	6	2.2496	0.3749	1.5886	0.2141655
N*P	6	1.9544	0.3257	1.3801	0.2814015
Erreur	16	3.7762	0.2360		

Tableau 31 A. Diamètre de la plante (53 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	0.9579	0.47896	1.5257	0.2475
Dose N	3	1.4597	0.48655	1.5499	0.2403
Dose P	2	1.6204	0.81021	2.5809	0.1068
Blocs*N	6	3.0393	0.50655	1.6136	0.2073
N*P	6	1.9818	0.33030	1.0522	0.4296
Erreur	16	5.0228	0.31392		

Tableau 32 A. Diamètre de la plante (95 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	2.0246	1.01230	2.5628	0.1083
Dose N	3	0.6077	0.20257	0.5128	0.6792
Dose P	2	0.1717	0.08585	0.2173	0.8070
Blocs*N	6	1.2662	0.21103	0.5342	0.7746
N*P	6	1.2475	0.20791	0.5263	0.7803
Erreur	16	6.3200	0.39500		

Tableau 33 A. Hauteur de la plante (30 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	5.9802	2.9901	2.7619	0.09324
Dose N	3	3.7576	1.2525	1.1570	0.35674
Dose P	2	2.0693	1.0347	0.9557	0.40544
Blocs*N	6	14.8534	2.4756	2.2867	0.08725
N*P	6	8.9230	1.4872	1.3737	0.28379
Erreur	16	17.3219	1.0826		

Tableau 34 A. Hauteur de la plante (45 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	10.6351	5.3176	8.7751	0.002675
Dose N	3	12.9620	4.3207	7.1300	0.002953
Dose P	2	1.3428	0.6714	1.1079	0.354293
Blocs*N	6	21.6339	3.6057	5.9501	0.001993
N*P	6	12.7382	2.1230	3.5035	0.020876
Erreur	16	9.6957	0.6060		

Tableau 35 A. Hauteur de la plante (60 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	364.10	182.050	12.1223	0.0006242
Dose N	3	126.36	42.118	2.8046	0.0732016
Dose P	2	25.30	12.652	0.8425	0.4488888
Blocs*N	6	326.13	54.356	3.6194	0.0183974
N*P	6	185.96	30.994	2.0638	0.1156657
Erreur	16	240.28	15.018		

Tableau 36 A. Hauteur de la plante (95 JAR)

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	72.632	36.316	3.4615	0.056338
Dose N	3	219.579	73.193	6.9764	0.003249
Dose P	2	27.916	13.958	1.3304	0.292090
Blocs*N	6	118.476	19.746	1.8821	0.146113
N*P	6	38.695	6.449	0.6147	0.715698
Erreur	16	167.865	10.492		

Tableau 37 A. Nombre de panicules par touffes

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	9.389	4.6944	2.0994	0.1550
Dose N	3	2.000	0.6667	0.2981	0.8262
Dose P	2	5.056	2.5278	1.1304	0.3474
Blocs*N	6	6.833	1.1389	0.5093	0.7926
N*P	6	3.833	0.6389	0.2857	0.9353
Erreur	16	35.778	2.2361		

Tableau 38 A. Nombre de grains remplis par panicules

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	34.72	17.36	0.3584	0.70428
Dose N	3	2306.08	768.69	15.8675	4.717
Dose P	2	45.39	22.69	0.4685	0.63428
Blocs*N	6	1132.83	188.81	3.8974	0.01368
N*P	6	661.50	110.25	2.2758	0.08845
Erreur	16	775.11	48.44		

Tableau 39 A. Poids moyen 1000 grains

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	1.1250	0.56250	0.3396	0.7170
Dose N	3	1.9167	0.63889	0.3857	0.7647
Dose P	2	2.3750	1.18750	0.7170	0.5033
Blocs*N	6	4.3750	0.72917	0.4403	0.8413
N*P	6	0.9583	0.15972	0.0964	0.9958
Erreur	16	26.5000	1.65625		

Tableau 40 A. Rendement calculé

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	1.4058	0.70292	1.7960	0.1979
Dose N	3	5.8649	1.95495	4.9948	0.0124
Dose P	2	0.4030	0.20148	0.5148	0.6072
Blocs*N	6	3.1164	0.51940	1.3270	0.3016
N*P	6	2.9623	0.49372	1.2614	0.3285
Erreur	16	6.2623	0.39139		

Tableau 41 A. Rendement mesuré

Sv	Dl	Sc	Cm	F Cal	Pr > F
Blocs	2	3.7606	1.88030	25.7912	9.870e-06
Dose N	3	8.4433	2.81445	38.6044	1.486e-07
Dose P	2	1.8576	0.30960	4.2466	0.009556
Blocs*N	6	0.2733	0.13667	1.8747	0.185586
N*P	6	1.4588	0.24313	3.3349	0.025162
Erreur	16	1.1665	0.07290		

ANNEXE B: Données Brutes sur les indicateurs de croissance et de rendement

Tableau 42 B. Présentation du nombre de talles par touffe (23 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Nbre de talles
1	1	1.1	1	30	60	14
2	1	1.2	1	30	30	9
3	1	1.3	1	30	45	15
4	2	2.1	1	60	30	13
5	2	2.2	1	60	45	16
6	2	2.3	1	30	60	14
7	3	3.1	1	90	60	10
8	3	3.2	1	90	30	9
9	3	3.3	1	90	45	12
10	4	4.1	1	120	30	14
11	4	4.2	1	120	45	14
12	4	4.3	1	120	60	11
13	5	5.1	2	30	30	11
14	5	5.2	2	30	60	14
15	5	5.3	2	30	45	15
16	6	6.1	2	90	60	10
17	6	6.2	2	90	30	10
18	6	6.3	2	90	45	8
19	7	7.1	2	120	60	11
20	7	7.2	2	120	30	8
21	7	7.3	2	120	45	6
22	8	8.1	2	60	30	7
23	8	8.2	2	60	45	11
24	8	8.3	2	30	60	12
25	9	9.1	3	120	45	9
26	9	9.2	3	120	60	10
27	9	9.3	3	120	30	9
28	10	10.1	3	30	45	14
29	10	10.2	3	30	60	8
30	10	10.3	3	30	30	8
31	11	11.1	3	90	60	10
32	11	11.2	3	90	45	12
33	11	11.3	3	90	30	8
34	12	12.1	3	60	30	7
35	12	12.2	3	60	45	11
36	12	12.3	3	60	60	12

Tableau 43 B. Présentation du nombre de talles par touffe (38 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Nbre de talles
1	1	1.1	1	30	60	16
2	1	1.2	1	30	30	14
3	1	1.3	1	30	45	19
4	2	2.1	1	60	30	16
5	2	2.2	1	60	45	19
6	2	2.3	1	30	60	17
7	3	3.1	1	90	60	15
8	3	3.2	1	90	30	13
9	3	3.3	1	90	45	19
10	4	4.1	1	120	30	17
11	4	4.2	1	120	45	18
12	4	4.3	1	120	60	18
13	5	5.1	2	30	30	18
14	5	5.2	2	30	60	18
15	5	5.3	2	30	45	12
16	6	6.1	2	90	60	16
17	6	6.2	2	90	30	18
18	6	6.3	2	90	45	12
19	7	7.1	2	120	60	15
20	7	7.2	2	120	30	12
21	7	7.3	2	120	45	10
22	8	8.1	2	60	30	16
23	8	8.2	2	60	45	21
24	8	8.3	2	30	60	16
25	9	9.1	3	120	45	13
26	9	9.2	3	120	60	16
27	9	9.3	3	120	30	15
28	10	10.1	3	30	45	16
29	10	10.2	3	30	60	14
30	10	10.3	3	30	30	13
31	11	11.1	3	90	60	15
32	11	11.2	3	90	45	15
33	11	11.3	3	90	30	15
34	12	12.1	3	60	30	10
35	12	12.2	3	60	45	15
36	12	12.3	3	60	60	16

Tableau 44 B. Présentation du nombre de talles par touffe (45 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Nbre de talles
1	1	1.1	1	30	60	16
2	1	1.2	1	30	30	13
3	1	1.3	1	30	45	18
4	2	2.1	1	60	30	15
5	2	2.2	1	60	45	19
6	2	2.3	1	30	60	16
7	3	3.1	1	90	60	18
8	3	3.2	1	90	30	13
9	3	3.3	1	90	45	18
10	4	4.1	1	120	30	17
11	4	4.2	1	120	45	17
12	4	4.3	1	120	60	18
13	5	5.1	2	30	30	17
14	5	5.2	2	30	60	15
15	5	5.3	2	30	45	12
16	6	6.1	2	90	60	16
17	6	6.2	2	90	30	18
18	6	6.3	2	90	45	12
19	7	7.1	2	120	60	16
20	7	7.2	2	120	30	14
21	7	7.3	2	120	45	12
22	8	8.1	2	60	30	17
23	8	8.2	2	60	45	21
24	8	8.3	2	30	60	15
25	9	9.1	3	120	45	12
26	9	9.2	3	120	60	15
27	9	9.3	3	120	30	17
28	10	10.1	3	30	45	16
29	10	10.2	3	30	60	12
30	10	10.3	3	30	30	14
31	11	11.1	3	90	60	15
32	11	11.2	3	90	45	14
33	11	11.3	3	90	30	14
34	12	12.1	3	60	30	11
35	12	12.2	3	60	45	15
36	12	12.3	3	60	60	16

Tableau 45 B. Présentation du diamètre du brain mètre (23 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Diamètre (mm)
1	1	1.1	1	30	60	2.36
2	1	1.2	1	30	30	2.31
3	1	1.3	1	30	45	1.77
4	2	2.1	1	60	30	1.71
5	2	2.2	1	60	45	1.86
6	2	2.3	1	30	60	2.19
7	3	3.1	1	90	60	1.72
8	3	3.2	1	90	30	1.87
9	3	3.3	1	90	45	1.58
10	4	4.1	1	120	30	1.85
11	4	4.2	1	120	45	2.51
12	4	4.3	1	120	60	1.98
13	5	5.1	2	30	30	1.88
14	5	5.2	2	30	60	1.5
15	5	5.3	2	30	45	1.77
16	6	6.1	2	90	60	1.78
17	6	6.2	2	90	30	1.81
18	6	6.3	2	90	45	2.61
19	7	7.1	2	120	60	1.4
20	7	7.2	2	120	30	1.01
21	7	7.3	2	120	45	1.7
22	8	8.1	2	60	30	1.79
23	8	8.2	2	60	45	2.01
24	8	8.3	2	30	60	1.43
25	9	9.1	3	120	45	1.92
26	9	9.2	3	120	60	1.59
27	9	9.3	3	120	30	2.12
28	10	10.1	3	30	45	1.86
29	10	10.2	3	30	60	2.25
30	10	10.3	3	30	30	1.77
31	11	11.1	3	90	60	1.96
32	11	11.2	3	90	45	2.1
33	11	11.3	3	90	30	2.58
34	12	12.1	3	60	30	2.25
35	12	12.2	3	60	45	2
36	12	12.3	3	60	60	2.79

Tableau 46 B. Présentation du diamètre du brain mètre (38 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Diamètre (mm)
1	1	1.1	1	30	60	5.2
2	1	1.2	1	30	30	5.67
3	1	1.3	1	30	45	5.22
4	2	2.1	1	60	30	4.47
5	2	2.2	1	60	45	6.02
6	2	2.3	1	30	60	5.2
7	3	3.1	1	90	60	5.8
8	3	3.2	1	90	30	4.97
9	3	3.3	1	90	45	4.57
10	4	4.1	1	120	30	6.33
11	4	4.2	1	120	45	6.05
12	4	4.3	1	120	60	5.45
13	5	5.1	2	30	30	4.6
14	5	5.2	2	30	60	5.8
15	5	5.3	2	30	45	4.77
16	6	6.1	2	90	60	4.56
17	6	6.2	2	90	30	5.13
18	6	6.3	2	90	45	5.87
19	7	7.1	2	120	60	5.1
20	7	7.2	2	120	30	5.37
21	7	7.3	2	120	45	4.35
22	8	8.1	2	60	30	4.9
23	8	8.2	2	60	45	5.68
24	8	8.3	2	30	60	5.3
25	9	9.1	3	120	45	4.72
26	9	9.2	3	120	60	4.88
27	9	9.3	3	120	30	4.88
28	10	10.1	3	30	45	3.87
29	10	10.2	3	30	60	4.76
30	10	10.3	3	30	30	4.1
31	11	11.1	3	90	60	4.56
32	11	11.2	3	90	45	4.12
33	11	11.3	3	90	30	4.85
34	12	12.1	3	60	30	3.7
35	12	12.2	3	60	45	3.79
36	12	12.3	3	60	60	3.69

Tableau 47 B. Présentation du diamètre du brain mètre (53 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Diamètre (mm)
1	1	1.1	1	30	60	8.89
2	1	1.2	1	30	30	9.36
3	1	1.3	1	30	45	8.4
4	2	2.1	1	60	30	8.23
5	2	2.2	1	60	45	7.96
6	2	2.3	1	30	60	8.72
7	3	3.1	1	90	60	8.75
8	3	3.2	1	90	30	8.35
9	3	3.3	1	90	45	7.87
10	4	4.1	1	120	30	8.96
11	4	4.2	1	120	45	8.2
12	4	4.3	1	120	60	8.62
13	5	5.1	2	30	30	8.33
14	5	5.2	2	30	60	8.89
15	5	5.3	2	30	45	7.7
16	6	6.1	2	90	60	8.62
17	6	6.2	2	90	30	8.08
18	6	6.3	2	90	45	8.89
19	7	7.1	2	120	60	9.37
20	7	7.2	2	120	30	10.23
21	7	7.3	2	120	45	8.76
22	8	8.1	2	60	30	9.37
23	8	8.2	2	60	45	9.11
24	8	8.3	2	30	60	9.19
25	9	9.1	3	120	45	8.89
26	9	9.2	3	120	60	9.56
27	9	9.3	3	120	30	8.47
28	10	10.1	3	30	45	8.1
29	10	10.2	3	30	60	8.4
30	10	10.3	3	30	30	8.55
31	11	11.1	3	90	60	9.55
32	11	11.2	3	90	45	8.32
33	11	11.3	3	90	30	7.95
34	12	12.1	3	60	30	9.3
35	12	12.2	3	60	45	7.69
36	12	12.3	3	60	60	7.05

Tableau 48 B. Présentation du diamètre du brain mètre (95 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Diamètre (mm)
1	1	1.1	1	30	60	6.27
2	1	1.2	1	30	30	7.34
3	1	1.3	1	30	45	7.55
4	2	2.1	1	60	30	6.65
5	2	2.2	1	60	45	7.37
6	2	2.3	1	30	60	7.21
7	3	3.1	1	90	60	7.44
8	3	3.2	1	90	30	7.57
9	3	3.3	1	90	45	7.31
10	4	4.1	1	120	30	7.66
11	4	4.2	1	120	45	8
12	4	4.3	1	120	60	7.6
13	5	5.1	2	30	30	7.61
14	5	5.2	2	30	60	8.23
15	5	5.3	2	30	45	7.83
16	6	6.1	2	90	60	7.37
17	6	6.2	2	90	30	6.91
18	6	6.3	2	90	45	8.21
19	7	7.1	2	120	60	7.18
20	7	7.2	2	120	30	9.73
21	7	7.3	2	120	45	7.58
22	8	8.1	2	60	30	7.64
23	8	8.2	2	60	45	8.13
24	8	8.3	2	30	60	7.67
25	9	9.1	3	120	45	7.57
26	9	9.2	3	120	60	8.25
27	9	9.3	3	120	30	7.33
28	10	10.1	3	30	45	7.26
29	10	10.2	3	30	60	8.41
30	10	10.3	3	30	30	8.09
31	11	11.1	3	90	60	7.88
32	11	11.2	3	90	45	8.3
33	11	11.3	3	90	30	7.78
34	12	12.1	3	60	30	7.68
35	12	12.2	3	60	45	7.9
36	12	12.3	3	60	60	7.47

Tableau 49 B. Présentation de la hauteur (30 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Hauteur (cm)
1	1	1.1	1	30	60	17.73
2	1	1.2	1	30	30	16.72
3	1	1.3	1	30	45	16.25
4	2	2.1	1	60	30	13.6
5	2	2.2	1	60	45	15.35
6	2	2.3	1	30	60	15.19
7	3	3.1	1	90	60	15.56
8	3	3.2	1	90	30	14.45
9	3	3.3	1	90	45	15.51
10	4	4.1	1	120	30	17.94
11	4	4.2	1	120	45	17.62
12	4	4.3	1	120	60	15.56
13	5	5.1	2	30	30	14.56
14	5	5.2	2	30	60	16.67
15	5	5.3	2	30	45	13.39
16	6	6.1	2	90	60	15.45
17	6	6.2	2	90	30	14.5
18	6	6.3	2	90	45	16.46
19	7	7.1	2	120	60	15.87
20	7	7.2	2	120	30	15.77
21	7	7.3	2	120	45	14.65
22	8	8.1	2	60	30	14.87
23	8	8.2	2	60	45	17.15
24	8	8.3	2	30	60	16.09
25	9	9.1	3	120	45	16.19
26	9	9.2	3	120	60	15.56
27	9	9.3	3	120	30	14.71
28	10	10.1	3	30	45	14.66
29	10	10.2	3	30	60	14.5
30	10	10.3	3	30	30	13.49
31	11	11.1	3	90	60	15.82
32	11	11.2	3	90	45	13.65
33	11	11.3	3	90	30	17.15
34	12	12.1	3	60	30	13.76
35	12	12.2	3	60	45	15.72
36	12	12.3	3	60	60	14.29

Tableau 50 B. Présentation de la hauteur (45 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Hauteur (cm)
1	1	1.1	1	30	60	23.49
2	1	1.2	1	30	30	22.86
3	1	1.3	1	30	45	23.12
4	2	2.1	1	60	30	21.32
5	2	2.2	1	60	45	22.01
6	2	2.3	1	30	60	21.32
7	3	3.1	1	90	60	21.74
8	3	3.2	1	90	30	21.96
9	3	3.3	1	90	45	20.9
10	4	4.1	1	120	30	24.39
11	4	4.2	1	120	45	24.13
12	4	4.3	1	120	60	24.76
13	5	5.1	2	30	30	21.8
14	5	5.2	2	30	60	22.07
15	5	5.3	2	30	45	20.85
16	6	6.1	2	90	60	21.64
17	6	6.2	2	90	30	20.48
18	6	6.3	2	90	45	21.75
19	7	7.1	2	120	60	23.71
20	7	7.2	2	120	30	23.13
21	7	7.3	2	120	45	20.16
22	8	8.1	2	60	30	22.17
23	8	8.2	2	60	45	23.39
24	8	8.3	2	30	60	20.9
25	9	9.1	3	120	45	20.43
26	9	9.2	3	120	60	22.33
27	9	9.3	3	120	30	23.71
28	10	10.1	3	30	45	19.1
29	10	10.2	3	30	60	19.37
30	10	10.3	3	30	30	20.27
31	11	11.1	3	90	60	22.28
32	11	11.2	3	90	45	21.86
33	11	11.3	3	90	30	23.13
34	12	12.1	3	60	30	19.9
35	12	12.2	3	60	45	22.44
36	12	12.3	3	60	60	21.38

Tableau 51 B. Présentation de la hauteur (60 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Hauteur (cm)
1	1	1.1	1	30	60	50.32
2	1	1.2	1	30	30	46.04
3	1	1.3	1	30	45	48.74
4	2	2.1	1	60	30	44.77
5	2	2.2	1	60	45	48.31
6	2	2.3	1	30	60	48.15
7	3	3.1	1	90	60	44.71
8	3	3.2	1	90	30	40.7
9	3	3.3	1	90	45	41.59
10	4	4.1	1	120	30	55.78
11	4	4.2	1	120	45	54.4
12	4	4.3	1	120	60	49.37
13	5	5.1	2	30	30	48.15
14	5	5.2	2	30	60	48.63
15	5	5.3	2	30	45	38.63
16	6	6.1	2	90	60	46.36
17	6	6.2	2	90	30	42.76
18	6	6.3	2	90	45	49
19	7	7.1	2	120	60	49.58
20	7	7.2	2	120	30	50.48
21	7	7.3	2	120	45	36.3
22	8	8.1	2	60	30	49.05
23	8	8.2	2	60	45	52.07
24	8	8.3	2	30	60	40.32
25	9	9.1	3	120	45	37.25
26	9	9.2	3	120	60	48.52
27	9	9.3	3	120	30	46.73
28	10	10.1	3	30	45	32.86
29	10	10.2	3	30	60	33.44
30	10	10.3	3	30	30	35.08
31	11	11.1	3	90	60	49.32
32	11	11.2	3	90	45	42.65
33	11	11.3	3	90	30	44.03
34	12	12.1	3	60	30	34.71
35	12	12.2	3	60	45	40.69
36	12	12.3	3	60	60	38.05

Tableau 52 B. Présentation de la hauteur (95 JAR)

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Hauteur (cm)
1	1	1.1	1	30	60	96.1
2	1	1.2	1	30	30	95.09
3	1	1.3	1	30	45	90.59
4	2	2.1	1	60	30	90.86
5	2	2.2	1	60	45	93.19
6	2	2.3	1	30	60	99.01
7	3	3.1	1	90	60	99.96
8	3	3.2	1	90	30	96.94
9	3	3.3	1	90	45	103.4
10	4	4.1	1	120	30	98.21
11	4	4.2	1	120	45	106.89
12	4	4.3	1	120	60	98.16
13	5	5.1	2	30	30	94.3
14	5	5.2	2	30	60	94.3
15	5	5.3	2	30	45	94.93
16	6	6.1	2	90	60	97.26
17	6	6.2	2	90	30	90.43
18	6	6.3	2	90	45	99.38
19	7	7.1	2	120	60	99.38
20	7	7.2	2	120	30	100.07
21	7	7.3	2	120	45	95.57
22	8	8.1	2	60	30	101.39
23	8	8.2	2	60	45	100.54
24	8	8.3	2	30	60	97.63
25	9	9.1	3	120	45	93.24
26	9	9.2	3	120	60	100.86
27	9	9.3	3	120	30	95.89
28	10	10.1	3	30	45	89.22
29	10	10.2	3	30	60	89.43
30	10	10.3	3	30	30	86.47
31	11	11.1	3	90	60	97.68
32	11	11.2	3	90	45	99.17
33	11	11.3	3	90	30	96.41
34	12	12.1	3	60	30	93.77
35	12	12.2	3	60	45	96.26
36	12	12.3	3	60	60	92.34

Tableau 53 B. Présentation des données sur le nombre de panicules par touffes

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	N Pan./T
1	1	1.1	1	30	60	13
2	1	1.2	1	30	30	12
3	1	1.3	1	30	45	12
4	2	2.1	1	60	30	13
5	2	2.2	1	60	45	13
6	2	2.3	1	30	60	12
7	3	3.1	1	90	60	11
8	3	3.2	1	90	30	11
9	3	3.3	1	90	45	13
10	4	4.1	1	120	30	11
11	4	4.2	1	120	45	12
12	4	4.3	1	120	60	13
13	5	5.1	2	30	30	14
14	5	5.2	2	30	60	13
15	5	5.3	2	30	45	10
16	6	6.1	2	90	60	12
17	6	6.2	2	90	30	13
18	6	6.3	2	90	45	9
19	7	7.1	2	120	60	13
20	7	7.2	2	120	30	11
21	7	7.3	2	120	45	10
22	8	8.1	2	60	30	11
23	8	8.2	2	60	45	12
24	8	8.3	2	30	60	11
25	9	9.1	3	120	45	11
26	9	9.2	3	120	60	13
27	9	9.3	3	120	30	12
28	10	10.1	3	30	45	12
29	10	10.2	3	30	60	10
30	10	10.3	3	30	30	10
31	11	11.1	3	90	60	11
32	11	11.2	3	90	45	11
33	11	11.3	3	90	30	10
34	12	12.1	3	60	30	9
35	12	12.2	3	60	45	11
36	12	12.3	3	60	60	11

Tableau 54 B. Présentation des données sur le nombre de grains remplis par panicules

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	NGR/P
1	1	1.1	1	30	60	93
2	1	1.2	1	30	30	87
3	1	1.3	1	30	45	66
4	2	2.1	1	60	30	95
5	2	2.2	1	60	45	91
6	2	2.3	1	30	60	84
7	3	3.1	1	90	60	99
8	3	3.2	1	90	30	86
9	3	3.3	1	90	45	110
10	4	4.1	1	120	30	121
11	4	4.2	1	120	45	113
12	4	4.3	1	120	60	112
13	5	5.1	2	30	30	89
14	5	5.2	2	30	60	93
15	5	5.3	2	30	45	96
16	6	6.1	2	90	60	92
17	6	6.2	2	90	30	89
18	6	6.3	2	90	45	105
19	7	7.1	2	120	60	99
20	7	7.2	2	120	30	107
21	7	7.3	2	120	45	113
22	8	8.1	2	60	30	89
23	8	8.2	2	60	45	109
24	8	8.3	2	30	60	101
25	9	9.1	3	120	45	97
26	9	9.2	3	120	60	99
27	9	9.3	3	120	30	108
28	10	10.1	3	30	45	79
29	10	10.2	3	30	60	85
30	10	10.3	3	30	30	89
31	11	11.1	3	90	60	106
32	11	11.2	3	90	45	119
33	11	11.3	3	90	30	114
34	12	12.1	3	60	30	95
35	12	12.2	3	60	45	94
36	12	12.3	3	60	60	97

Tableau 55 B. Présentation des données sur le poids de 1000 grains

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	Phosphore	Poids 1000G (gramme)
1	1	1.1	1	30	60	26.5
2	1	1.2	1	30	30	24
3	1	1.3	1	30	45	27
4	2	2.1	1	60	30	26.5
5	2	2.2	1	60	45	27
6	2	2.3	1	30	60	26
7	3	3.1	1	90	60	26.5
8	3	3.2	1	90	30	26.5
9	3	3.3	1	90	45	26
10	4	4.1	1	120	30	26
11	4	4.2	1	120	45	27.5
12	4	4.3	1	120	60	27
13	5	5.1	2	30	30	26.5
14	5	5.2	2	30	60	25.5
15	5	5.3	2	30	45	25.5
16	6	6.1	2	90	60	27.5
17	6	6.2	2	90	30	23.5
18	6	6.3	2	90	45	26.5
19	7	7.1	2	120	60	27
20	7	7.2	2	120	30	26.5
21	7	7.3	2	120	45	27
22	8	8.1	2	60	30	27.5
23	8	8.2	2	60	45	26.5
24	8	8.3	2	30	60	27
25	9	9.1	3	120	45	24.5
26	9	9.2	3	120	60	25.5
27	9	9.3	3	120	30	26.5
28	10	10.1	3	30	45	27
29	10	10.2	3	30	60	26
30	10	10.3	3	30	30	26
31	11	11.1	3	90	60	24
32	11	11.2	3	90	45	27
33	11	11.3	3	90	30	27
34	12	12.1	3	60	30	24.5
35	12	12.2	3	60	45	27
36	12	12.3	3	60	60	27

Tableau 56 B. Présentation des données sur le rendement calculé

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	P	Rdt calculé (T/ha)
1	1	1.1	1	30	60	5.13
2	1	1.2	1	30	30	4.01
3	1	1.3	1	30	45	3.42
4	2	2.1	1	60	30	5.24
5	2	2.2	1	60	45	5.11
6	2	2.3	1	30	60	4.19
7	3	3.1	1	90	60	4.62
8	3	3.2	1	90	30	4.01
9	3	3.3	1	90	45	5.95
10	4	4.1	1	120	30	5.54
11	4	4.2	1	120	45	5.97
12	4	4.3	1	120	60	6.29
13	5	5.1	2	30	30	5.28
14	5	5.2	2	30	60	4.93
15	5	5.3	2	30	45	3.92
16	6	6.1	2	90	60	4.86
17	6	6.2	2	90	30	4.35
18	6	6.3	2	90	45	4.01
19	7	7.1	2	120	60	5.56
20	7	7.2	2	120	30	4.99
21	7	7.3	2	120	45	4.88
22	8	8.1	2	60	30	4.31
23	8	8.2	2	60	45	5.55
24	8	8.3	2	30	60	4.8
25	9	9.1	3	120	45	4.18
26	9	9.2	3	120	60	5.25
27	9	9.3	3	120	30	5.5
28	10	10.1	3	30	45	4.1
29	10	10.2	3	30	60	3.54
30	10	10.3	3	30	30	3.7
31	11	11.1	3	90	60	4.48
32	11	11.2	3	90	45	5.65
33	11	11.3	3	90	30	4.92
34	12	12.1	3	60	30	3.35
35	12	12.2	3	60	45	4.47
36	12	12.3	3	60	60	4.61

Tableau 56 B. Présentation des données sur le rendement mesuré

# Entrée	Parcelle	Sous Parcelle	Blocs	Azote	P	Rdt mesuré (T/ha)
1	1	1.1	1	30	60	4.005
2	1	1.2	1	30	30	4.07
3	1	1.3	1	30	45	3.9
4	2	2.1	1	60	30	4.865
5	2	2.2	1	60	45	3.615
6	2	2.3	1	30	60	3.825
7	3	3.1	1	90	60	4.76
8	3	3.2	1	90	30	4.03
9	3	3.3	1	90	45	4.275
10	4	4.1	1	120	30	5.27
11	4	4.2	1	120	45	6.07
12	4	4.3	1	120	60	5.225
13	5	5.1	2	30	30	3.365
14	5	5.2	2	30	60	3.125
15	5	5.3	2	30	45	2.955
16	6	6.1	2	90	60	4.42
17	6	6.2	2	90	30	4.58
18	6	6.3	2	90	45	4.255
19	7	7.1	2	120	60	4.245
20	7	7.2	2	120	30	4.845
21	7	7.3	2	120	45	4.04
22	8	8.1	2	60	30	4.615
23	8	8.2	2	60	45	3.675
24	8	8.3	2	30	60	4.195
25	9	9.1	3	120	45	4.495
26	9	9.2	3	120	60	4.33
27	9	9.3	3	120	30	3.93
28	10	10.1	3	30	45	2.86
29	10	10.2	3	30	60	2.83
30	10	10.3	3	30	30	3.195
31	11	11.1	3	90	60	4.32
32	11	11.2	3	90	45	3.68
33	11	11.3	3	90	30	3.76
34	12	12.1	3	60	30	3.72
35	12	12.2	3	60	45	3.44
36	12	12.3	3	60	60	3.91

