

BURKINA FASO

Unité- Progrès- Justice

**MINISTRE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE , SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE.**

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE
DE BOBO-DIOULASSO
(U. P. B.)

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE
(C. N. R. S. T.)

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT
RURAL (I. D. R.)

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET
DE RECHERCHES AGRICOLES (I. N. E. R. A.)
Station de Farko-Bâ

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

PRESENTE EN VUE DE L' OBTENTION DU DIPLOME D'INGENIEUR
DU DEVELOPPEMENT RURAL

Option : AGRONOMIE

**ETUDE DE L'INFLUENCE DE LA FERTILISATION
PHOSPHATEE SUR LES ATTAQUES DE LA CECIDOMYIE
AFRICAINNE DU RIZ, SES PARASITOIDES ET LES
FOREURS DE TIGE EN RIZICULTURE IRRIGUEE**

Maître de stage : Dr DAKOUO Dona
Maître de Recherche

Directeur de mémoire : Dr BACYE Bernard
Maître Assistant

Octobre 2001

KARAMAGE François-Xavier

TABLE DES MATIERES.....	i
DEDICACE.....	vii
REMERCIEMENTS.....	viii
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	x
LISTE DES TABLEAUX.....	xi
LISTE DES FIGURES.....	xiii
RESUME.....	xvi
INTRODUCTION GENERALE.....	1
<u>PREMIERE PARTIE</u> : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE.....	4
Ⓢ CHAPITRE I : CULTURE DU RIZ AU BURKINA FASO.....	4
I.1. INTRODUCTION.....	4
Ⓢ I.2.EVOLUTION DES SUPERFICIES ET DE LA PRODUCTION.....	4
I.3. DIFFERENTS TYPES DE RIZICULTURES.....	5
I.3.1. Riziculture pluviale stricte.....	5
I.3.2. Riziculture de bas-fonds.....	5
a. Riziculture traditionnelle de bas-fonds non aménagé.....	5
b. Riziculture de bas-fonds avec aménagement simple.....	5
c. Riziculture de bas-fonds avec aménagement amélioré.....	5
I.3.3. Riziculture irriguée.....	6
a. Riziculture irriguée à partir de barrages réservoirs.....	6
b. Riziculture avec irrigation gravitaire.....	6
I.4. NIVEAU D'ADOPTION DES TECHNIQUES CULTURALES EN FONCTION DU TYPE DE RIZICULTURE.....	6

I.5. PRINCIPALES CONTRAINTES A LA PRODUCTION RIZICOLE.....	8
I.5.1. Contraintes agro- pédo- climatiques.....	8
I.5.2. Contraintes socio – économiques.....	8
I.5.3. Contraintes biotiques.....	8
a. Les insectes.....	9
b. Les maladies.....	9
c. Les nématodes.....	9
d. Les adventices.....	10
e. Les oiseaux.....	10
f. Les rongeurs.....	10

CHAPITRE II. PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS DU RIZ ET LEURS ENNEMIS NATURELS AU BURKINA FASO.....11

2.1. INTRODUCTION.....	11
2.2. LEPIDOPTERES.....	12
2.2.1. <i>Chilo sp</i>	12
a. Espèces rencontrées.....	12
b. Dégâts.....	12
2.2.2. <i>Maliarpha separatella</i>	12
a. Espèces rencontrées.....	12
b. Dégâts.....	13
2.2.3. <i>Sesamia.sp</i>	13
a. Espèces rencontrées.....	13
b. Dégâts	13

2.3. DIPTERES.....	14
2.3.1 Mouche Diopside.....	14
a. Espèces rencontrées.....	14
b. Dégâts.....	14
2.3.2. Cécidomyie africaine du riz <i>Orseolia oryzivora</i> Harris et Gagné.....	15
a. Introduction.....	15
b. Biologie et écologie.....	15
c. Dégâts.....	16
2.4. ENNEMIS NATURELS ASSOCIES A LA CECIDOMYIE AFRICAINE DU RIZ...17	
2.4. 1. Introduction.....	17
2.4.2. <i>Platygaster diplosisae</i>	17
2.4.3. <i>Aprostocetus procerae</i>	18
2.5. ENNEMIS NATURELS ASSOCIES AUX FOREURS DE TIGE DU RIZ.....18	
2.6. METHODES DE LUTTE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS DU RIZ.....20	
2.6.1. Lutte chimique.....	20
2.6.2. Lutte biologique naturelle.....	20
2.6.3. Lutte culturale.....	20
2.6.4. Résistance variétale.....	21
2.6.5. Lutte intégrée.....	22
CHAPITRE III. FERTILISATION DU RIZ IRRIGUE.....23	
3.1. INTRODUCTION.....	23

3.2. BESOINS NUTRITIFS DU RIZ IRRIGUE.....	23
3.3. ROLES DES ELEMENTS MINERAUX MAJEURS.....	24
3.3.1. Azote.....	24
3.3.2. Phosphore.....	24
3.3.3. Potassium.....	24
3.3.4. Rôle de la fertilisation sur les insectes phytophages.....	25
3.4. TYPES D'ENGRAIS UTILISES EN RIZICULTURE	25
3.4.1. Engrais azotés.....	25
3.4.2. Engrais phosphatés.....	26
3.4.3. Engrais potassiques.....	26
3.4.4. Engrais recommandés au Burkina Faso.....	26

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION.....27

CHAPITRE IV. MATERIELS ET METHODES.....27

4.1. OBJECTIF DE L'ETUDE.....	27
4.2. MATERIELS.....	27
4.2.1. Présentation du milieu d'étude.....	27
a. Localisation	27
b. Conditions météorologiques.....	27
c. Caractéristiques agro-pédologiques.....	28
4.2.2. Matériel végétal.....	28
4.2.3. Fumure minérale.....	29

4.3. METHODES.....	29
4.3.1. Préparation du champ.....	29
4.3.2. Préparation de la pépinière.....	29
4.3.3. Dispositif expérimental.....	30
4.3.4. Repiquage	30
4.3.5. Entretien.....	30
4.3.6. Observations au champ et dissections au laboratoire.....	30
4.3.7. Récolte	31
4.3.8. Méthodes de calculs et analyses des données	33
CHAPITRE V. RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	36
5.1. INFLUENCE DES DOSES CROISSANTES DE PHOSPHORE SUR LA CROISSANCE DU RIZ.....	36
5.1.1. Effet du phosphore sur le tallage du riz.....	36
5.1.2. Influence du phosphore sur l'épiaison	36
5.1.3. Conclusion sur la croissance du riz.....	41
5.2. EVOLUTION DES DEGATS DE LA CECIDOMYIE DU RIZ ET DES FOREURS DE TIGES AU CHAMP	41
5.2.1. Evolution des attaques de la cécidomyie.....	41
5.2.2. Evolution des attaques de Lépidoptères foreurs de tige.....	42
a. Evolution des pourcentages de « cœurs morts ».....	42
b. Evolution des pourcentages de « panicules blanches ».....	42
5.2.3. Discussion et conclusion sur les attaques des insectes ravageurs observés au champ.....	49
5.3. EVOLUTION DES POPULATIONS PRE- IMAGINALES ET DU PARASITISME CHEZ <i>O. oryzivora</i>	49

5.3.1. Populations pré-imaginale de <i>O. oryzivora</i>	49
a. Populations larvaires.....	49
b. Populations pupales.....	50
5.3.2. Evolution du parasitisme affectant les populations pré-imaginale de <i>O. oryzivora</i>	57
a. Parasitisme larvaire dû à <i>Platygaster diplosisae</i>	57
b. Parasitisme pupal dû à <i>Aprostocetus procerae</i>	58
c. Parasitisme cumulé de <i>O. oryzivora</i> dû à <i>P. diplosisae</i> et <i>A. procerae</i>	59
d. Comparaison du parasitisme dû à <i>P. diplosisae</i> et celui dû à <i>A. procerae</i>	59
5.3.3. Pression générale de la cécidomyie du riz en fonction des doses de phosphore..	68
5.3.4. Discussion et conclusion sur l'influence des doses de phosphore sur les populations de <i>O. oryzivora</i> et son cortège parasitaire.....	69
5.4. EVOLUTION DES POPULATIONS PRE-IMAGINALES DES FOREURS DE TIGES.....	70
5.4.1. Populations de <i>Diopsis spp.</i> , <i>Sesamia calamistis</i> et <i>Chilo spp.</i>	70
5.4.2. Population de <i>Maliarpha separatella</i>	70
5.4.3. Pression générale de <i>Maliarpha separatella</i> sur le riz en fonction des doses de phosphore.....	71
5.4.4. Discussion et conclusion sur l'influence des doses de phosphore sur les foreurs de tige.....	78
5.5. COMPOSANTES DE RENDEMENT ET RENDEMENT EN FONCTION DES DOSES DE PHOSPHORE.....	78
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES.....	85
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	87
ANNEXES	

DEDICACES

A toi petit frère GAFUKU Canisius que la mort nous a arraché tragiquement,

A toi mon épouse Rachel NYIRANSENGIMANA,

A toi mon grand frère KALISA Chrysogone et toute ta famille,

A toutes nos familles,

Ce mémoire vous est tous dédié

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, il nous est agréable d'exprimer notre profonde gratitude à plusieurs personnes et institutions sans lesquelles ce document n'aurait pas vu le jour.

Nos remerciements vont au Dr TRAORE Seydou, Délégué Régional du CRREA de l'Ouest et chef de station de l'INERA Farako-Bâ pour nous avoir accepté comme stagiaire au sein de cette structure.

Nos remerciements vont au Dr DAKOUO Dona, Chef du programme riz et riziculture et notre maître de stage pour avoir proposé ce thème. La confiance qu'il a placée en nous en nous acceptant dans son laboratoire entomologique restera gravée dans notre mémoire. La documentation combien riche, l'encadrement aussi bien au laboratoire que sur terrain, les facilités de travail, les corrections avec son rythme exemplaire, ses remarques, sa rigueur scientifique nous ont beaucoup guidé tout au cours de ces 14 mois et laissé en nous une empreinte inoubliable. Qu'il trouve ici notre profonde reconnaissance.

Au Dr BACYE Bernard, enseignant à l'IDR et directeur de ce mémoire qui a accepté de mettre à notre profit son expérience en prenant à charge la direction de ce travail. Son accueil chaleureux, ses corrections et séances de travail jusqu'à des heures tardives, son intérêt au thème ont façonné la qualité de ce mémoire et parachèvé la formation dispensée à l'IDR trois années durant. Du fond du cœur nous lui adressons nos remerciements et notre sincère reconnaissance.

Aux chercheurs de Farako-bâ, spécialement le Dr BADO B. Vincent chef du programme GRN/SP pour sa riche documentation sur la fertilisation phosphatée qu'il a mis à notre disposition, ses encouragements, ses avis combien enrichissants lors de l'élaboration du protocole de l'essai et l'interprétation des courbes de régression ; le Dr KABORE K. Blaise, chercheur au programme riz et riziculture pour tous ses encouragements ; le Dr SANOU Jacob, chercheur au programme sorgho-mil-maïs et céréales traditionnels pour les facilités qu'il nous a accordé en mettant à notre disposition la salle informatique de son programme pour les analyses statistiques ; soyez tous remerciés de votre ouverture et de votre contribution si déterminante pour la réussite de notre stage.

Que tous les enseignants de l'IDR ayant contribué à notre formation au cours de ces 3 années soient tous remerciés de leurs efforts pour notre réussite et du séjour combien agréable ainsi que de l'hospitalité au Burkina Faso en générale et à Bobo-dioulasso en particulier.

Comment omettre la contribution si déterminante de nos collègues stagiaires de la section entomologie ; BA N. Malick en thèse qui nous a beaucoup aidé dans les analyses et l'apprentissage des logiciels ; SEYDOU Traoré, ZONGO Adama ainsi que tous les collègues promotionnels de l'IDR avec qui nous avons collaboré et cheminé ensemble dans l'intégration au sein de la structure, qu'ils soient tous remerciés de leur sympathie.

SANOU Jean, DA Emile, SANOU Boureima, DEMBELE Barthélemy, DRABO Arouna tous de la section entomologie, votre contribution aussi bien dans les observations que dans les dissections nous a marqué et mérite notre reconnaissance.

Que dire de la famille Charles BAKUNDAKWITA, il nous a été parent, frère, conseiller, vraie famille d'adoption, je ne saurais énumérer ses multiples soutiens. Aux familles Isaïe SIBOMANA, NDAYISABA Jean Wicleef, Alphonse NKURUNZIZA pour leurs multiples soutiens au cours de nos études, à toute notre communauté rwandaise et burundaise de Ouagadougou et de Bobo Dioulasso soyez tous rassuré que nous avons apprécié toutes vos contributions à la réussite de nos études.

A Mr Honoré Dè MILLOGO et à tout le personnel d'INADES FORMATION / BURKINA nous exprimons notre sincère reconnaissance pour l'accueil combien chaleureux, cordial et fraternel au sein de l'équipe et le soutien permanent au cours de nos études, soyez tous remerciés de votre gentillesse.

A Mr Luk VERBEKE et à tous ses collaborateurs de « Broederlijk Delen » pour avoir assuré le financement de nos études, soyez rassuré que votre soutien pour la réussite de nos études restera inoubliable.

Enfin, à vous tous qui avez contribué de près ou de loin, malheureusement vos noms ne figurent pas dans la liste, loin de l'oubli nous vous rassurons de notre profonde reconnaissance pour tous vos efforts déployés en vue de nous assurer la présente réussite.

MERCI !!

SIGLES ET ABREVIATIONS

AGCD = Agence Générale de Coopération au Développement

ADRAO = Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest

B.D. = « Broederlijk Delen »

CERCI = Centre d'Expérimentation sur le Riz et les Cultures Irriguées

CNRST = Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique

DEP = Direction des Etudes et Planification

FAO = « Food and Agriculture Organization »

IDR = Institut du Développement Rural

INERA = Institut de l'Environnement et de Recherches Agricoles

MA = Ministère de l'Agriculture

SN- SOSUCO = Nouvelle Société Sucrière de la Comoé

SSA = Service des Statistiques Agricoles

UPB = Université Polytechnique de Bobo Dioulasso

LISTE DES TABLEAUX

PAGES

Tableau I : Données relatives à la superficie , à la production et à l'importation du riz au Burkina Faso.....	4
Tableau II : Niveau d'adoption des techniques culturales en fonction du type de riziculture..	7
Tableau III : Principaux insectes foreurs de tige du riz au Burkina Faso.....	11
Tableau IV: Liste des parasitoïdes associés aux foreurs de tige du riz en Afrique de l'Ouest.	19
Tableau V : Quantités d'éléments fertilisants exportés par le riz (kg / ha) en fonction des rendements.....	23
Tableau VI : Evolution du nombre moyen de talles en fonction des doses de phosphore (données non transformées).....	38
Tableau VII : Effet de la dose de phosphore sur le nombre de panicules (transformation : racine carrée (%moyen de panicules + 0,5)).....	39
Tableau VIII : Evolution du pourcentage moyen de « tubes d'oignon » en fonction des doses de phosphore (transformation : racine carrée (% de « tubes d'oignon » + 0,5)).....	43
Tableau IX : Evolution du pourcentage moyen de « cœurs morts » en fonction des doses de phosphore (transformation : racine carrée (%de « cœurs morts » + 0,5)).....	44
Tableau X : Evolution du pourcentage moyen de panicules blanches en fonction des doses de phosphore (transformation : racine carrée (% de panicules blanches + 0,5)).....	48

Tableau XI : Evolution du pourcentage moyen de larves de <i>O. oryzivora</i> en fonction des doses de phosphore (transformation : racine carrée (% de larves + 0,5)).....	51
Tableau XII : Evolution du pourcentage moyen de pupes de <i>O. oryzivora</i> en fonction des doses de phosphore (transformation : racine carrée (% de pupes + 0,5)).....	52
Tableau XIII : Evolution du pourcentage moyen de larves de <i>O. oryzivora</i> parasitées par <i>Platygaster diplosisae</i> (transformation : Arcsin (racine carrée du % de larves parasitées)) en fonction des doses de phosphore.....	60
Tableau XIV : Evolution du pourcentage moyen de pupes de <i>O. oryzivora</i> parasitées par <i>Aprostocetus procerae</i> (transformation : Arcsin (racine carrée du % de pupes parasitées))en fonction des doses de phosphore.....	61
Tableau XV : Evolution du pourcentage moyen de parasitisme cumulé (transformation : Arcsin (racine carrée du % de larves parasitées + % de pupes parasitées)) en fonction des doses de phosphore.....	62
Tableau XVI : Pourcentage moyen des populations pré-imaginale de <i>Chilo</i> spp. et <i>Diopsis</i> spp.en fonction des doses de phosphore (données non transformées).....	72
Tableau XVII : Evolution des populations larvaires de <i>Maliarpha separatella</i> (transformation : racine carrée (% de larves + 0,5)) en fonction des doses de phosphore....	73
Tableau XVIII : Composantes de rendement et rendement du riz en fonction des doses de phosphore (données non transformées).....	80

LISTE DES FIGURES

PAGES

Figure 1 : Hauteur mensuelle des pluies (mm) au cours de l'année 2000.....	28
Figure 2 : Hygrométrie mensuelle (%) au cours de l'année 2000.....	28
Figure 3 : Températures maximales et minimales (°C) au cours de l'année 2000.....	29
Figure 4 : Dispositif expérimental de l'essai influence de la fertilisation phosphatée sur les attaques de la cécidomyie africaine, ses parasitoïdes et les foreurs de tige en riziculture irriguée.....	32
Figure 5 : Evolution du nombre de talles en fonction des doses de phosphore	40
Figure 6 : Evolution du nombre de panicules en fonction des doses de phosphore.....	40
Figure 7: Evolution du taux moyen de tubes d'oignon en fonction des doses de phosphore	45
Figure 8 : Analyses de régression exponentielles du nombre de tubes d'oignon sur le nombre de talles en fonction des doses de phosphore.....	46
Figure 9: Evolution du taux moyen de « cœurs morts » en fonction des doses de phosphore	47
Figure10 : Evolution du taux de larves de <i>O. oryzivora</i> en fonction des doses de phosphore.	53
Figure 11 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de larves de <i>O. oryzivora</i> sur le nombre de talles en fonction des doses de phosphore.....	54
Figure 12 : Evolution du taux moyen de pupes de <i>O. oryzivora</i> en fonction des doses de phosphore.....	55

Figure 13 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de pupes de <i>O. oryzivora</i> sur le nombre de talles en fonction des doses de phosphore.....	56
Figure 14 : Evolution du taux moyen de larves de cécidomyie parasitées par <i>Platygaster diplosisae</i> en fonction des doses de phosphore.....	63
Figure 15 : Analyses de régression linéaire simple du nombre de larves de cécidomyie parasitées sur le nombre de larves de cécidomyie en fonction des doses de phosphore.....	64
Figure 16 : Evolution du taux moyen de pupes de cécidomyie parasitées par <i>Aprostocetus procerae</i> en fonction des doses de phosphore.....	65
Figure 17 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de pupes parasitées sur le nombre de pupes en fonction des doses de phosphore.....	66
Figure 18 : Evolution du taux moyen de parasitisme cumulé en fonction des doses de phosphore.....	67
Figure 19 : Evolution du taux de parasitisme dû à <i>Aprostocetus procerae</i> et de celui dû à <i>Platygaster diplosisae</i> en fonction du nombre de JAR.....	67
Figure 20: Analyses de régression linéaire simple des doses de phosphore sur le % moyen de tubes d'oignon.....	68
Figure 21 : Analyses de régression linéaire simple des doses de phosphore sur le % moyen des populations pré-imaginales de cécidomyie (larves + pupes).....	68
Figure 22 : Evolution du taux moyen d'attaque de <i>Maliarpha separatella</i> en fonction des doses de phosphore.....	74
Figure 23 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de larves de <i>Maliarpha separatella</i> sur le nombre de talles en fonction des doses de phosphore.....	75

Figure 24 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de larves de *Maliarpha separatella* sur le nombre de larves + pupes de *O. oryzivora* en fonction des doses de phosphore.....76

Figure 25 : Analyses de régression linéaire simple des 3 doses de phosphore sur le % moyen de larves de *Maliarpha separatella*.....77

Figure 26 : Analyses de régression linéaires simples du pourcentage de panicules sur le pourcentage de tubes d'oignon en fonction des doses de phosphore.....81

Figure 27 : Analyses de régression linéaires simples du rendement sur le pourcentage de larves de *Maliarpha separatella* en fonction des doses de phosphore.....82

Figure 28 : Analyses de régression linéaires simples du rendement sur le pourcentage de tubes d'oignon en fonction des doses de phosphore.....83

RESUME

La Cécidomyie africaine du riz, *Orseolia oryzivora* et les insectes foreurs de tige du riz sont les principaux ravageurs du riz au Burkina Faso. A elle seule, *O. oryzivora* cause des dégâts de l'ordre de 60 %, les insectes foreurs de tiges entraînent pour leur part des pertes de récolte évaluées à 30 %.

De nombreuses études ont montré que les pratiques culturales judicieuses, notamment la fertilisation pouvait contribuer à baisser les populations de ces insectes et à favoriser le développement de leur parasitoïdes. C'est dans ce contexte qu'une étude de l'influence de la fertilisation phosphatée sur la Cécidomyie africaine du riz, ses parasitoïdes et les foreurs de tige fut initiée en saison humide 2000 sur le riz irrigué au Sud-Ouest du Burkina Faso (dans la plaine rizicole de Karfiguéla).

Un dispositif expérimental en blocs complets randomisés avec cinq traitements en cinq répétitions et comprenant un témoin sans phosphore comparé à quatre doses de phosphore (30 kg, 60 kg, 90 kg et 120 kg de P_2O_5 /ha) fut utilisé. Chaque traitement a été combiné à 90 kg de N et 60 kg de K_2O /ha. Une série de douze observations hebdomadaires du 28^e au 98^e jour après le repiquage a été réalisée. Elle a consisté en l'observation visuelle des dégâts de la cécidomyie et des foreurs de tiges sur 20 touffes choisis au hasard et en des dissections de 5 touffes pour le suivi des infestations et du parasitisme affectant la cécidomyie.

Les résultats montrent que c'est la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha qui permet de mieux contrôler la cécidomyie africaine du riz en favorisant aussi bien le parasitisme larvaire dû à *Platygaster diplosisae* que le parasitisme pupale dû à *Aprostocetus procerae* et d'avoir un bon rendement avec un gain de 7,98 % par rapport au témoin. Par contre les doses de phosphore n'ont pas eu d'effet sur les autres foreurs de tige.

Mots clés : Riziculture irriguée, Fertilisation phosphatée, Attaques des insectes ravageurs, Parasitisme, Cécidomyie, *Platygaster diplosisae*, *Aprostocetus procerae*, *Maliarpha separatella*, Foreurs de tige, Burkina Faso.

Abstract

The African Rice Gall Midge (AfRGM), *Orseolia oryzivora* and the Rice Stem Borers are the major pests of rice in Burkina Faso. The severity of damage related to *O. oryzivora* alone ranges to 60% and the grain yield losses due to the rice stem borers are assessed at 30 %. Many studies indicated that some judicious cultural practices notably fertiliser could play a great role in lowering the populations of these rice pests and favour the development of two natural enemies of AfRGM consequently decreasing the damage. To assess the effect of phosphate doses on infestations of AfRGM, its parasitoids and rice stem borers, a study was carried out during the 2000 cropping season on the irrigated rice scheme of Karfiguela, in southwestern Burkina Faso. Four doses of P_2O_5 ; 30, 60, 90, 120 kg /ha were compared with the witness without phosphate dose using randomised complete bloc experimental design with five replications. Each treatment was associated with 90 kg /ha of nitrogen and 60 kg /ha of K_2O . Field sampling on 20 hills and dissections on 5 hills chosen by random were weekly performed. The sampling showed damage of pests and dissections showed infestation and parasitism of AfRGM. A total of 12 samplings and 12 dissections were done starting from 28 days after transplanting (DAT) through 98 DAT. Results indicated that the combination of 60 kg /ha of P_2O_5 with 90 kg /ha of nitrogen and 60 kg /ha of K_2O appeared to be the most effective cultural practice to lower the incidence of AfRGM. It also favour the larval parasitism by *Platygaster diplosisae* and the pupal parasitism by *Aprostocetus procerae* as well as the increase of grain yield ranging to 7,98 % as compared to the witness. In contrast, no significant effect of phosphate dose on rice stem borers was recorded.

Key words : Irrigated Rice, Phosphorus fertilizer, Pests attack, Parasitism, AfRGM, *Platygaster diplosisae*, *Aprostocetus procerae*, *Maliarpha separatella*, , Stem borers, Burkina Faso.

INTRODUCTION GENERALE

Le riz est une céréale, presque exclusivement réservée à l'alimentation humaine. Il constitue la moitié du régime alimentaire de 1,6 milliards d'êtres humains (SWAMINATHAN cité par NACRO, 1994). Cette céréale occupe ainsi 11% des terres arables de la planète produisant 500 millions de tonnes de riz paddy par an. L'Asie à elle seule, assure plus de 90% de la production mondiale (CLEMENT *et al.*, 1993).

En Afrique de l'Ouest, la consommation du riz progresse à un rythme annuel de 2,5%. Elle est passée au cours de ces 20 dernières années de 12 à 24 kg par habitant (DIARRA, 1992). Au Burkina Faso, cette consommation est passée de 4,5 Kg en 1960 à 14,8 Kg en 1992 et est estimée à 18,1 kg en l'an 2000 (INERA, 1998). Face à l'incapacité de la production nationale à satisfaire les besoins, on constate une progression des importations commerciales de riz. De 15 000 t en 1982 les quantités importées de riz sont passées à 73 465 t en 1991 (CNRST cité par ILLY, 1997) et à 125899 tonnes en 1998 représentant plus de 26 milliards de F. CFA (MA, 1998). Le volume des importations dans les pays du Sahel a augmenté de 250% au cours des dix dernières années (DIARRA, 1992).

Au Burkina Faso, la riziculture vient en quatrième position après les cultures de sorgho, mil et maïs. Elle couvre une superficie d'environ 45 904 ha dont 20 % en culture irriguée avec maîtrise complète de l'eau et le reste en pluvial et en bas-fonds. Le riz irrigué fournit à lui seul 47 % de la production nationale à cause des rendements moyens élevés de 4,8 t/ ha enregistrés (INERA, 1994). Le riz est surtout consommé dans les grandes villes Ouagadougou, Bobo-Dioulasso, etc où il constitue en moyenne plus du 1/3 de la consommation céréalière des habitants, ce qui équivaut à la moitié du budget de consommation dans les ménages pauvres (ILLY, 1997).

Afin de réduire la dépendance vis à vis de l'extérieur, des efforts sont entrepris pour accroître la production nationale, notamment par les aménagements hydro-agricoles et l'intensification de la riziculture. Selon les projections, il faudrait pouvoir disposer à l'horizon 2005 entre 50 000 et 75 000 ha de terres rizicoles aménagées pour assurer l'autosuffisance en riz (ILLY, 1997) alors qu'actuellement tous les types de riziculture n'occupent au total que 45 904 ha (MA, 1998).

Malgré les nombreux efforts, beaucoup reste encore à faire pour surmonter les multiples contraintes afin de se rapprocher des rendements potentiels. Ainsi YOSHIDA cité par MEW et MCNELL (1995) estime que le rendement effectif des variétés de riz les plus couramment utilisées en riziculture irriguée sous les tropiques, est d'environ 5 à 8 tonnes par hectare, alors que le potentiel de rendement de ces variétés, sous les mêmes conditions climatiques est estimé à 15 t / ha .

Au Burkina Faso, les obstacles à l'obtention des bons rendements sont de divers ordres : les conditions édaphiques défavorables, les déficits pluviométriques accentués par les températures élevées et l'intensité des vents d'harmattan qui favorisent l'évapotranspiration et qui jouent négativement sur la disponibilité des eaux stockées, les contraintes socio-économiques et enfin les contraintes biotiques constituées essentiellement de ravageurs auxquels on impute une grande partie des pertes (INERA, 1994).

Parmi ces ravageurs et par ordre d'importance on dénombre en Afrique de l'Ouest les insectes, les maladies, les mauvaises herbes et les nématodes . Au Burkina Faso les principaux insectes nuisibles du riz sont constitués de lépidoptères foreurs de tiges (*Chilo zacconius* Bleszynskis, *C. diffusilineus*, *Sesamia calamistis* Hampson, *Maliarpha separatella* Ragonot) et de diptères endophytes (*Orseolia oryzivora* Harris et Gagné, *Dopsis spp.*) (BONZI, 1979 ; NACRO, 1984 ; DAKOUO *et al.*, 1988).

En riziculture irriguée, ces insectes occasionnent des pertes importantes pouvant atteindre plus de 30% du rendement total (DAKOUO *et al.*, 1991). La cécidomyie à elle seule occasionne régulièrement des attaques de 60% dans le Sud-Ouest du pays (BONZI, 1979 ; NACRO, 1994).

Compte tenu de l'importance des insectes ravageurs, de nombreux travaux de recherche sont menés depuis 1979 afin de mettre au point des méthodes de lutte appropriées permettant de maintenir les populations en dessous des seuils de dégâts économiques. Les axes de recherche couvrent la lutte chimique, la lutte biologique, la résistance variétale et la lutte culturale. Dans le domaine de la lutte chimique, l'application en relais du Furadan et du Décis, de même que l'intervention sur seuil se sont montrées intéressantes contre les insectes ravageurs du riz (NACRO, 1984 ; DAKOUO *et al.*, 1991).

Dans la régulation des populations de *O. oryzivora* on a pu mettre en évidence l'existence de deux micro hyménoptères parasitoïdes qui lui sont associés. Un parasitisme cumulé de plus de 70% a été observé du fait de ces deux parasitoïdes (DAKOUO *et al.*, 1988; NACRO, 1995).

La lutte chimique étant reconnue responsable du déséquilibre écologique et de la pollution de l'environnement, les recherches sur les méthodes de lutte contre les ravageurs s'orientent désormais vers la lutte intégrée privilégiant les méthodes biologiques et les techniques culturales permettant de lutter efficacement contre les ravageurs tout en préservant l'environnement.

Au niveau des techniques culturales, l'application de 90 Kg d'azote / ha associés à un repiquage portant sur des écartements de 25 cm x 25 cm entre les lignes et les poquets améliore le rendement du riz tout en réduisant les populations pré-imaginales de la cécidomyie africaine du riz et en offrant de bonnes conditions de développement aux parasitoïdes associés à ce ravageur (SIBOMANA, 1999).

Le rôle de l'azote dans la lutte contre la cécidomyie et les foreurs de tiges étant établi, la question se pose quant à celui du phosphore. C'est dans cette optique que se situe le présent travail intitulé « Etude de l'influence de la fertilisation phosphatée sur les attaques de la cécidomyie africaine du riz, ses parasitoïdes et les foreurs de tiges en riziculture irriguée ».

Le présent mémoire s'articule autour de deux parties. La première partie est consacrée à : une revue bibliographique qui donne un aperçu sur la culture du riz au Burkina Faso, les insectes ravageurs et leurs ennemis naturels et la fertilisation du riz. La seconde partie présente l'expérimentation qui traite d'abord des matériels et de la méthodologie utilisée, ensuite des résultats obtenus et discussions et enfin de la conclusion générale et des perspectives.

PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE 1. CULTURE DU RIZ AU BURKINA FASO

1.1. INTRODUCTION

Connu depuis de longues dates au Burkina Faso, le riz est cultivé soit traditionnellement dans les bas-fonds inondables ou non sur une partie de l'année, soit dans les périmètres aménagés et mis sous irrigation ou enfin, sur des terres de plateau où la seule source d'alimentation hydrique reste l'eau de pluie.

1. 2. EVOLUTION DES SUPERFICIES ET DE LA PRODUCTION.

Le **tableau I** fournit des informations sur l'évolution des superficies et de la production. au Burkina Faso. De 1990 à 1998, des efforts ont été déployés dans les aménagements hydro-agricoles et ont permis de quadrupler les superficies rizicoles. Malgré cette augmentation, la production n'a pas suivi le même rythme et a connu une évolution en dents de scie alternant en chutes, stagnations et hausses. Ainsi, la plus basse production a été enregistrée en 1991 (38 600 tonnes) et la plus haute en 1996 (111 807 tonnes).

Tableau I. Données relatives à la superficie, à la production et à l'importation du riz au Burkina Faso

Années	Superficies (ha)	Importations (t)	Production (t)	Importations (millions de FCFA)
1990	13800	69608	47800	7147
1991	18000	73465	38600	7333
1992	24800	78700	46700	8562
1993	24864	87088	53809	6889
1994	31045	79000	61009	10679
1995	43577	50000	84026	9807
1996	46722	86000	111807	18079
1997	56837	85000	89516	15207
1998	45903	125898	88997	26106
1999	37940	99208	94208	20573
2000	40096	132216	66395	27417

Source : MA, 2000

1.3. DIFFERENTS TYPES DE RIZICULTURES.

1.3.1. Riziculture pluviale stricte.

Elle exige une bonne pluviométrie bien répartie et est pratiquée sur des terres où l'alimentation hydrique du riz est exclusivement assurée par les eaux de pluie, sans influence de la nappe phréatique (terres de plateaux ou de bas-fonds non inondés). De nos jours, il existe peu d'informations sur les superficies cultivées, la riziculture pluviale stricte étant confondue avec celle des bas-fonds traditionnels. NACRO (1994) estime qu'en année favorable, les superficies ne dépassent guère 2000 ha pour une production d'environ 1600 tonnes (INERA.1994). Le rendement moyen atteint 800 kg/ha (NACRO, 1994).

1.3.2. Riziculture de bas-fonds.

Elle est la plus importante en termes de superficies, combinée au riz pluvial stricte, elle occupe une superficie estimée à près de 29 407 ha (SIE et DEMBELE, 2001) Ce type de riziculture connaît 3 variantes :

a. Riziculture traditionnelle de bas-fonds non aménagés.

Elle se rencontre dans les bas-fonds inondés par la crue des marigots et les eaux de ruissellement (DEMBELE, 1988). Le rendement moyen observé est de 600 Kg / ha (NACRO, 1994).

b . Riziculture de bas-fonds avec un aménagement simple.

Les parcelles sont délimitées par les diguettes en terre suivant les courbes de niveau permettant une meilleure utilisation des eaux de pluie. Le rendement moyen est d'environ 1, 5 t / ha mais des performances plus satisfaisantes sont possibles (DEMBELE, 1988).

c . Riziculture de bas-fonds avec un aménagement amélioré.

En général, il existe une retenue d'eau permettant d'obtenir des irrigations d'appoint. Les techniques culturales sont améliorées et une meilleure utilisation des intrants agricoles permet d'obtenir des rendements proches de 2 t / ha (NACRO, 1994).

1. 3. 3. Riziculture irriguée.

Elle a été introduite au Burkina Faso par les Chinois dans les années 1960 (NACRO, 1994). Elle a connu son véritable développement à partir des années 1970. Elle couvre une superficie totale de 5350 ha soit 20,5 % des superficies cultivées en riz (CNRST 1995 cité par ILLY, 1997). Elle s'effectue aussi bien en maîtrise totale de l'eau qu'en maîtrise partielle.

Ce système est surtout développé dans le Sud-Ouest avec des superficies importantes à l'instar de la Vallée du Kou, Banzon, Karfiguéla (ILLY, 1997). La riziculture irriguée connaît un niveau d'intensification plus élevé que les autres types de riziculture. Plus de 80% des exploitants utilisent les engrais et 70% font usage de produits phytosanitaires (ILLY, 1997). Le rendement moyen est de 4 t / ha (NACRO, 1994). Ce type de riziculture pourrait connaître une extension car des potentialités existent et sont estimées à près de 165 000 ha de terres irrigables (NACRO, 1994). En fonction de la source d'irrigation on distingue :

a. Riziculture irriguée à partir des barrages réservoirs

Dans ce type de riziculture , des réseaux d'irrigation bien définis sont construits à partir des avals de barrages, permettant parfois de réaliser deux récoltes par an.

b . Riziculture avec irrigation gravitaire

Le système d'irrigation est relié à une rivière (source d'eau permanente) par un canal principal. Ce système est pratiqué sur les plus grands aménagements hydro-agricoles (Vallée du Kou, Banzon, Sourou, Karfiguéla, Bagré).

1.4. NIVEAU D'ADOPTION DES TECHNIQUES CULTURALES EN FONCTION DU TYPE DE RIZICULTURE

Du **tableau II**, nous remarquons que tous les types de riziculture connaissent un certain niveau de traction animale. Quant à l'utilisation des engrais, hormis la riziculture irriguée qui a adopté cette pratique à plus de 80% des exploitants, les autres rizicultures qui emploient les engrais ne dépassent guère 10%. C'est également en riziculture irriguée que nous trouvons le plus d'utilisation des produits phytosanitaires jusqu'à 70% des exploitants ainsi que des semences améliorées à 80%.

Tableau II. Niveau d'adoption des techniques culturales en fonction du type de riziculture (adapté de DEMBELE cité par ILLY, 1997)

Type de riziculture	Labour		Utilisation des engrais (%)		Utilisation des produits phytosanitaires	Utilisation des variétés	
	Manuel	Traction animale	NPK	Urée	En % d'exploitation	Locales	Améliorées
Pluvial	39%	61%	10%	2,7%	0%	50%	50%
Bas-fonds non aménagés	50%	50%	8%	5%	Rare	75%	25%
Bas-fonds aménagement simple	50%	50%	9%	2%	10%	100%	0 %
Bas-fonds améliorés	50%	50%	50%	50%	20%	25%	75%
Irriguée	50%	50%	Plus de 80%	Plus de 80%	70%	20%	80%

1. 5. PRINCIPALES CONTRAINTES A LA PRODUCTION RIZICOLE

1. 5. 1. Contraintes agro-pédo-climatiques

Le climat du Burkina Faso est caractérisé par une longue saison sèche (7 à 9 mois) et une courte saison humide (3 à 5 mois). La mauvaise répartition spacio-temporelle de la pluviométrie et la baisse tendancielle de celle-ci ont eu pour conséquence soit l'abandon progressif de certains bas-fonds traditionnels naguère emblavés en riz soit par le remplacement du riz par d'autres cultures moins exigeantes en eau. Les sols des rizières sont pour la plupart pauvres en matière organique (NACRO, 1994).

1. 5. 2. Contraintes socio-économiques.

La plupart des exploitations rizicoles sont sous-équipées parce que la faible capacité d'endettement des paysans ne les autorise pas à une prise de risque élevé, dans une situation souvent aléatoire d'une riziculture de bas-fonds par exemple. Le coût élevé des aménagements hydrauliques limite fortement le développement de la riziculture irriguée , pourtant plus productive.

L'utilisation des intrants agricoles est généralement faible ou inexistante sauf pour la riziculture irriguée où la double culture annuelle du riz procure des revenus intéressants. Les pratiques culturales inadéquates (repiquages tardifs, faibles densités, mauvaise utilisation des intrants agricoles) réduisent les rendements (NACRO, 1994).

L'encadrement des riziculteurs est insuffisant et la diffusion de techniques modernes se heurte souvent à des pratiques ancestrales bien enracinées. Par exemple dans la province de la Comoé au Sud -Ouest du Burkina Faso, la riziculture est une activité essentiellement féminine. Enfin, le riz importé exerce une concurrence sur celui produit localement par son prix de revient plus faible. Les circuits de collecte et de commercialisation de la production nationale sont peu développés (NACRO, 1994).

1. 5. 3. Contraintes biotiques

L'agroécologie du riz lui confère une prédisposition à toutes sortes de ravageurs. Ceux-ci sont en grande partie à la base de la baisse des rendements. Par ordre d'importance, on dénombre en

Afrique de l'Ouest les insectes, les maladies, les mauvaises herbes, les nématodes, les oiseaux et les rongeurs (DIARRA, 1992).

a . Les insectes

La culture du riz est sujette aux attaques de nombreux insectes ravageurs. Il s'agit essentiellement de Lépidoptères (*Chilo zacconius*, *C. diffusilineus*, *Maliarpha separata*, *Sesamia calamistis*), des Isoptères du genre *Microtermes*, l'Hispidite du riz : *Trichispa seriae* (Coleoptera : Chrysomelidae), des Diptères (*Diopsis* spp. : Diptera : Diopsidae) et de la Cécidomyie du riz (*O. oryzivora*) (NACRO, 1994).

Les symptômes des attaques de *Chilo* spp., *S. calamistis* et *Diopsis* spp. se manifestent par des « cœurs morts » pendant la phase végétative et des « panicules blanches » pour les Lépidoptères pendant la phase reproductive du riz. Les attaques de la cécidomyie du riz (*O. oryzivora*) se traduisent par la formation de galles tubulaires creuses ayant l'aspect de feuille d'oignon sur les talles jeunes dont les entre-nœuds ne sont pas encore constitués.

En riziculture irriguée, les pertes de rendement dues aux insectes peuvent atteindre 25% de la production (DIARRA, 1992). Les dégâts dû à la cécidomyie peuvent atteindre 60 % au Sud-Ouest du Burkina Faso (DAKOUO *et al.*, 1988).

b. Les maladies

Le riz est sujet à plusieurs maladies d'origine fongique, bactérienne ou virale. Parmi elles, la pyriculariose causée par *Pyricularia oryzae* s'est avérée la plus redoutable et la plus dommageable surtout sur les cultures de saison humide (SERE, 1988). Au Burkina Faso, les pertes dues à la pyriculariose de 36 à 63 % ont été rapporté (SERE et SY, 1997). D'autres maladies secondaires comme le flétrissement bactérien causé par *Xanthomonas oryzae p.v. oryzae* (ISHIYAMA, 1922) et la panachure jaune du riz causée par RYMV (Rice Yellow Mottle Virus) sont signalées (SY et SERE, 1996).

c. Les nématodes

Les espèces de nématodes phytophages les plus répandues en riziculture irriguée dans le Sahel sont : *Hirschmaniella spinicaudata*, *H. oryzae* et *Aphelencoïdes besseyi* (DIARRA, 1992). Ils s'attaquent aux racines et sont responsables de pertes de rendement significatives (SAWADOGO et THIO, 1997). *H. oryzae* domine dans toutes les zones de l'Office du Niger et du Mali *H. spinicaudata* est l'espèce la plus rencontrée dans toutes les zones agroclimatiques du Burkina Faso (SAWADOGO et THIO, 1997).

d. Les adventices

Les plantes adventices sont souvent considérées comme le premier facteur biologique limitant la riziculture (DIARRA, 1992). Les espèces les plus rencontrées en Afrique de l'Ouest sont *Fimbristylis littoralis* Gaudich, *Cyperus difformis* L., *Cyperus esculentus* L., *Sphenoclea zeylanica* Gaertner, *Echinochloa crus-galli* (Kunth) Schultes, *Echinochloa colona* (L.) Link, *Spilanthus uliginosa* Sw et *Bacopa decumbens* (Fernald) F.N. Williams (COYNE *et al.*, 1999) ; *Oryza longistaminata* A.Chev & Roehr, *O. barthii* A Chev, *Ischaemum rugosum* Salisb. et *Scirpus maritimus* (L.) Palla (DIALLO et JOHNSON, 1997).

e. Les oiseaux

De nombreuses espèces d'oiseaux commettent des dégâts souvent très importants sur le riz. Ils peuvent être spécifiques à certaines zones, communs à plusieurs zones, sédentaires ou migrateurs. *Quelea quelea*, *Passer luteus* et *Ploceus cucullatus* causent les dégâts les plus importants pendant la maturation du grain (DIARRA, 1992).

f. Les rongeurs

Plusieurs espèces de rats sont rencontrées dans les rizières, mais l'espèce la plus dévastatrice est *Arvicanhis niloticus* (rat roussard), *Mastomys coucha* (rat à mamelles multiples), *Taterillus pyarus* et *T. gracilis* peuvent aussi provoquer d'importants dégâts (DIARRA, 1992).

CHAPITRE II : PRINCIPAUX INSECTES RAVAGEURS DU RIZ ET LEURS ENNEMIS NATURELS AU BURKINA FASO

2.1. INTRODUCTION

Parmi les insectes ravageurs du riz, les foreurs de tige causent plus de dégâts au Burkina Faso. Ces dégâts s'étalent de la phase végétative à la phase reproductive du riz et sont à l'origine des baisses de rendements de 2 à 38 % suivant les saisons culturales (DAKOUO *et al.*, 1992). Ils sont constitués de quatre familles et les dégâts sont essentiellement causés par les larves sur la tige (tableau III).

Plusieurs méthodes ont été expérimentées pour maintenir leurs dégâts en dessous des seuils de dommages économiques et parmi elles, les méthodes chimiques, culturales, intégrées et naturelles occupent de plus en plus une place privilégiée.

Tableau III : Principaux insectes foreurs de tige du riz au Burkina Faso

Noms Communs	Noms Scientifiques	Ordres et Familles	Stade Destructeur	Nature de dégâts
Cécidomyie du riz	<i>Orseolia oryzivora</i> Harris et Gagné	Diptera Cecidomyiidae	Larve	Formation de galles ou « tube d'oignon » sur jeunes talles
« Borer rayé »	<i>Chilo zacconius</i> Bleszynski <i>Chilo diffusilineus</i> J.	Lepidoptera Pyralidae	Larve	« Cœur mort » durant la phase végétative et « panicule blanche » durant la phase de reproduction
« Borer blanc »	<i>Maliarpha separatella</i> Ragonot	Lepidoptera Pyralidae	Larve	Se nourrit l'intérieur de la tige occasionnant des lésions nécrotiques, affaiblit la plante, réduit le nombre de talles et le taux de grains pleins
« Borer rose »	<i>Sesamia calamistis</i> Hampson	Lepidoptera Noctuidae	Larve	« Cœur mort » durant la phase végétative et « panicule blanche » durant la phase de reproduction
Diopside	<i>Diopsis</i> spp.	Diptera Diopsidae	Larve	« Cœur mort » durant la phase végétative

Sources : HARRIS et GAGNE (1982) ; DIARRA (1992) ; NACRO (1995) et MAES (1998)

2.2. LEPIDOPTERES

2.2.1. *Chilo* spp

a. Espèces rencontrées

Cinq espèces sont inféodées au riz : *C. aleniellus*, *C. diffusilineus*, *C. zacconius* pour l'Afrique de l'Ouest et *C. partellus*, *C. agamemnon* pour l'Afrique de l'Est et du Nord (HEINRICHS, 1998).

De ces 5 espèces *C. zacconius* et *C. diffusilineus* sont des ennemis clé du riz, rencontrés sur le périmètre rizicole de la Vallée du Kou au Burkina Faso (COULDIATY, 1983).

b. Dégâts

Les chenilles mineuses du genre *Chilo* sont bien les plus dangereuses pour la riziculture en Afrique de l'Ouest.

D'après VERCAMBRE *et al.* (1990), le danger résulte de quatre facteurs importants conjugués : le stade phénologique sensible de la plante attaquée, le comportement alimentaire entraînant le sectionnement total des vaisseaux libéro-ligneux, le large spectre d'hôtes parmi les graminées et la plasticité biologique de ces deux espèces (*C. zacconius* et *C. diffusilineus*) permettant à ce binôme de coloniser plusieurs milieux.

La jeune larve est très active. Elle se nourrit d'abord de feuilles de riz, puis gagne l'intérieur de la tige par la gaine foliaire. Une même larve peut s'attaquer à plusieurs plantes avant de se nymphoser. *C. zacconius* peut développer 2 générations successives par saison culturale. Une première génération apparaît peu de jours après le repiquage. C'est la période des « cœurs morts » où la talle attaquée se dessèche rapidement après avoir jauni. A l'épiaison – floraison apparaît une deuxième génération. Le symptôme caractéristique de cette attaque est la « panicule blanche ».

2.2.2. *Maliarpha separatella*

a. Espèces rencontrées

Maliarpha separatella est la seule espèce rencontrée en rizière.

b. Dégâts

Cette pyrale est considérée comme le foreur de tige du riz le plus répandu en Afrique et à Madagascar (DALE, 1994). Cependant, les dégâts occasionnés par *M. separatella* sont moins spectaculaires que ceux dus aux autres foreurs. En effet, la jeune larve de la pyrale se loge dans les entre-nœuds inférieurs de la plante de riz et la pousse terminale de la talle n'est pas séparée de la base comme chez les autres foreurs. Il ne se produit donc pas de cœurs morts ni de panicules blanches avec *M. separatella* (NACRO, 1995).

La larve passe sa vie entièrement à l'intérieur de la tige et se nourrit de ses parois. En perçant les cloisons, elle peut passer dans les entre-nœuds supérieurs, c'est la rupture des vaisseaux libéro-ligneux conducteurs de la sève qui provoque l'avortement partiel ou total de la panicule (DOBELMANN, 1976).

La période d'infestation la plus critique et qui affecte le plus les rendements se situe entre le plein tallage et le début épiaison. Pendant cette période, il y a malformation des panicules qui parviennent difficilement à sortir de la gaine foliaire, une présence de nombreux grains vides qui vont se traduire par une forte réduction de rendement.

2. 2. 3. *Sesamia* spp

a. Espèces rencontrées

Au moins 5 espèces sont signalées en riziculture : *S. calamistis*, *S. nongrioides botanephaga* Tams et Bowden, *S. n. penniseti* Tams et Bowden, *S. cretica* Leder et *S. poephaga* Tams et Bowden (HEINRICHS, 1998). *S. calamistis* est la seule espèce présente au Burkina Faso (NACRO, 1995).

b. Dégâts

Les larves se nourrissent d'abord sur les tissus de la gaine foliaire, puis gagnent l'intérieur de la tige verticalement. Elles se nourrissent activement et rejettent partiellement leur déjections par les ouvertures aménagées dans la gaine foliaire (NACRO, 1995). Au cours de son développement, la larve peut sortir de la tige et pénétrer dans un autre chaume (DOBELMANN, 1976). L'infestation du « borer rose » est moins importante que celle du « borer blanc ». Par contre, toute tige attaquée donne une panicule stérile (DOBELMANN, 1976).

Les attaques précoces sont peu fréquentes et c'est surtout au moment de l'épiaison que l'on rencontre les jeunes chenilles situées dans les parties supérieures de la tige, entraînant l'apparition du symptôme « panicule blanche ». D'abord groupées en petit nombre lorsqu'elles sont jeunes, les chenilles se dispersent ensuite et descendent dans les entre-nœuds inférieurs qu'elles sont capables de sectionner entièrement (BRENIERE, 1983).

2. 3. DIPTERES

2. 3. 1. Mouche diopside

a. Espèces rencontrées

Trois espèces de Diopsis se développent sur le riz : *D. apicalis*, *D. collaris* et *D. longicornis*. La dernière espèce a été répertoriée comme la plus importante (COCHEREAU, VERCAMBRE, DALE, cités par HEINRICHS, 1998) et la plus nuisible en Afrique de l'Ouest (NACRO, 1995).

b. Dégâts

Les larves dès leur éclosion se déplacent activement et gagnent les tissus au dessus du méristème et dont elles se nourrissent. Le symptôme « cœurs morts » apparaît et chaque talle ainsi attaquée est détruite. Les larves émigrent de talle en talle et une seule larve peut détruire jusqu'à 10 talles contigues avant de se nymphoser (FEIJEN, 1979).

Les infestations de ce ravageur commencent tôt pendant la phase de croissance végétative du riz et décroissent au fur et à mesure que les plants avancent en âge (ALAM, 1988). *D. longicornis* développe deux générations entre juin et octobre et une troisième moins importante pendant la contre saison. Elle est rencontrée dans tous les écosystèmes du riz au Burkina Faso avec une présence plus importante en riziculture irriguée et de bas-fonds. Cette mouche est présente toute l'année près des points d'eau permanents et on la trouve en essaims dans des endroits ombragés, près des cours d'eau et des canaux d'irrigation en saison sèche. Cette espèce peut provoquer des pertes importantes en rendement variant entre 2 et 97 % (AKINSOLA, 1980 ; ALGHALI et OSISANYA, 1981).

2. 3. 2. Cécidomyie africaine du riz *Orseolia oryzivora* Harris et Gagné

a. Introduction

La Cécidomyie africaine du riz est un Diptère endophyte. Longtemps confondue avec la Cécidomyie asiatique (*Orseolia oryzae*) jusqu'à ce que Harris et Gagné en fassent une distinction nette en 1982 sous le nom de *O. oryzivora*. Cet insecte a été répertorié dans 13 pays d'Afrique de l'Ouest (Bénin, Burkina Faso, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Léone et Togo), 2 pays d'Afrique Centrale (Cameroun et Tchad) et 5 pays d'Afrique de l'Est et du Sud (Soudan, Tanzanie, Ouganda, Zambie et Malawi) (NACRO.1998). Au Burkina Faso , cette espèce apparaît comme l'un des insectes les plus importants dans le Sud-Ouest du pays (NACRO et DAKOUO, 1990). DAKOUO *et al.* (1988) estiment que ce ravageur sévit particulièrement dans cette région à cause des conditions pluviométriques (zone bien arrosée) et biotiques (présence des plantes hôtes toute l'année) favorables.

b. Biologie et écologie

La première description de l'insecte revient à DESCAMPS (1956). L'adulte a l'allure d'un moustique. Ses ailes mesurent 3,2 mm à 3,5 mm de longueur chez le mâle et 3,6 mm à 4 mm chez la femelle (HARRIS et GAGNE, 1982). Ses pattes sont longues et grêles, la tête et le thorax brunâtres, l'abdomen rosé (DESCAMPS, 1956).

Chaque antenne comporte 12 articles qui sont allongés chez le mâle et cylindriques chez la femelle (HARRIS et GAGNE, 1982). La pupa est rose. Sa couleur devient rouge vive deux jours après la pupaison, puis brune peu avant la sortie de l'imago. La larve nouvellement éclos est de forme allongée et de coloration rose. La segmentation est bien nette. Sa tête est forte, de coloration crème L'adulte femelle peut déposer jusqu'à 200 œufs, soit isolement soit en petits groupes de 2 à 5, soit sur la face inférieure de la feuille soit sur les gaines foliaires et parfois à la surface de l'eau. L'incubation des œufs dure 2 à 5 jours et les larves écloses pénètrent dans les tiges à travers les gaines foliaires. Les larves néonates apodes, une fois parvenues à la base de la tige par la gaine foliaire, provoquent la formation d'une galle tubulaire. DAKOUO *et al.* (1988) signalent que la formation de la galle blanchâtre appelée « tube d'oignon » résulte de la transformation de la feuille centrale de la jeune talle de riz consécutivement à l'alimentation de la larve du nématocère dans la

zone de croissance. Le développement de la larve peut durer jusqu'à 3 semaines et la nymphose a lieu dans la galle.

La nymphe remonte progressivement le long de la galle et perce un orifice de sortie pour l'adulte qui y laissera la dépouille nymphale accrochée au trou (NACRO, 1997). L'adulte est nocturne, passe inaperçu et ne vit que 2 à 4 jours (MAYER et BONNEFOND, 1973).

Plusieurs générations de l'insecte se succèdent au cours d'une même saison de culture (3 à 4 générations en saison humide). Entre deux saisons de culture, l'insecte vit sur plusieurs hôtes sauvages, assurant sa survie en l'absence du riz cultivé. Au Cameroun, DESCAMPS (1956) a observé la cécidomyie du riz sur les plantes *O. punctata*, *O. stapfii* et *O. longistaminata*. Au Burkina Faso, deux espèces de riz sauvage *O. longistaminata* et *O. spp.* et l'espèce *Paspalum scrobiculatum* ont été citées comme hôte alternatifs de la cécidomyie (BONZI, 1980). Mais de récentes études ont montré que la cécidomyie présente sur *Paspalum scrobiculatum* est une espèce différente de la cécidomyie du riz et a été décrite comme *Orseolia bonzii* (HARRIS *et al.*, 1999). Cette cécidomyie jouerait un rôle important dans l'écosystème de la cécidomyie africaine du riz car elle partagerait le même cortège parasitaire avec *O. oryzivora* (HARRIS *et al.*, 1999).

c. Dégâts

Les attaques de la cécidomyie interviennent dès le début du tallage. Les larves rongent le point apical (bourgeon) provoquant ainsi l'élongation des tissus et la formation d'une structure tubulaire appelée « galle » ou « tube d'oignon ». Les galles sont de couleur argentée et ressemblent à des feuilles d'oignon d'où leur nom de pousses argentées, feuilles d'oignon (UKWUNGWU et JOSHI., 1992) ou de « tube d'oignon » donné à ce symptôme (DAKOUO *et al.*, 1988). La croissance du plant s'interrompt dès la formation de la galle, tandis que les talles attaquées deviennent stériles. Les « tubes d'oignon » sont autant de talles détruites car ne peuvent former de panicules.

La destruction des talles primaires force le plant de riz à produire des talles à profusion afin de compenser les dégâts, notamment chez les plants récemment repiqués (UKWUNGWU et JOSHI., 1992). Les nouvelles talles produites pour compenser celles détruites consécutivement aux attaques du ravageur sont généralement peu ou pas fertiles (NACRO, 1997).

Des infestations sévères atteignant 60% sont souvent observées dans le Sud-Ouest du pays en raison des conditions climatiques et biotiques particulièrement favorables (DAKOUO *et al.*, 1988). NACRO (1994) a établi que l'accroissement de 1% de « tubes d'oignon » correspond à 2% de perte en rendement.

2.4. ENNEMIS NATURELS ASSOCIES A LA CECIDOMYIE AFRICAINNE DU RIZ

2. 4. 1. Introduction

Au Burkina Faso , des études portant sur les parasitoïdes associés à la Cécidomyie du riz ont donné des résultats prometteurs. Il s'agit de *Platygaster diplosisae* (Hymenoptera : Platygasteridae) et d'*Aprostocetus procerae* (Hymenoptera : Eulophidae). *P.diplosisae* est un endoparasite grégaire de l'œuf et de la larve de l'insecte tandis que *A. procerae* est un ectoparasitoïde solitaire de la pupa du ravageur (NACRO, 1997). Ces deux microhyménoptères parasitoïdes jouent un rôle important dans la régulation des populations de la cécidomyie du riz. Un parasitisme cumulé de plus de 70% est observé pour ces deux parasitoïdes sur la plaine de Karfiguéla . Cependant ce parasitisme intervient tardivement dans la saison et en fin de cycle du riz de sorte qu'il n'arrive pas à réduire les dégâts (DAKOUO *et al.*, 1988).

2. 4. 2. *Platygaster oryzae* CAMERON(Hyménoptères : Platygasteridae) ou *Platygaster diplosisae* n.sp.RISBEC.

C'est un endoparasitoïde grégaire des œufs et des larves de *O. oryzivora* (NACRO,1995). *P. diplosisae* introduit un seul œuf dans celui de la Cécidomyie. La larve de Cécidomyie émergeant de l'œuf porte à son sein l'œuf du parasitoïde. Lorsqu'elle se développe, l'œuf de la guêpe éclot et donne naissance à une jeune larve qui se nourrit des tissus de son hôte. De chaque larve de cécidomyie parasitée, on peut dénombrer 23 à 54 individus de *P. diplosisae*. A ce stade, les larves du parasitoïde ont déjà entraîné la mort de la Cécidomyie. Lorsque les tissus de l'hôte ont été entièrement consommés, chaque larve se nymphose dans un cocon. Les guêpes adultes émergent en pratiquant de minuscules orifices de sortie dans les galles.

Les larves de Cécidomyie parasitées sont remplies de cocons et sont nettement plus grosses que leurs congénères non parasitées . *P. diplosisae* peut parasiter jusqu'à 80% des œufs et larves de la Cécidomyie dans les écosystèmes rizicoles non traités (UMEH *et al.*, 1992). De chaque larve parasitée émergent 23 à 54 individus adultes de *P. diplosisae* avec une moyenne de 38,76 individus (NACRO, 1994). Au Nigeria, UMEH et JOSHI (1993) indiquent que *P. diplosisae* est le premier parasitoïde à s'établir dans les champs en maintenant un taux de parasitisme plus élevé que celui de

A. procerae. Ces auteurs ont observé un pic de parasitisme dû à cette espèce sur *O. oryzivora* atteignant 72% à la 29^e semaine après le semis.

Tandis qu'au Burkina Faso, NACRO *et al* (1995) ont observé un pourcentage de parasitisme supérieur à 50 % et dû au même parasitoïde.

2. 4. 3. *Aprostocetus procerae* (*Tetrastichus pachydiplosisae*) RISBEC (1956).

D'après NACRO (1994), *A. procerae* est un ectoparasitoïde solitaire des pupes de *O. oryzivora*. Un seul adulte parasitoïde émerge toujours d'une galle de riz. Selon UMEH *et al* (1992), cette guêpe se développe à l'extérieur de l'hôte (ectoparasitoïde) et s'alimente en suçant le fluide interne de l'insecte parasité (larve et puce).

Grâce à son ovipositeur de 1,2 mm de longueur, *A. procerae* transperce les tissus de la galle de riz et dépose probablement un seul œuf près de la puce de son hôte, *O. oryzivora*. L'hyménoptère paralyse son hôte juste avant le dépôt de l'œuf, grâce au venin sécrété par ses glandes annexes (NACRO, 1995). La jeune larve d'*A. procerae* souvent collée à la puce de son hôte se nourrit de celui-ci dont elle prend progressivement la coloration. Elle devient successivement rouge, brune et brique. Ces changements de couleur pourraient correspondre à des mues larvaires du parasitoïde. Lorsque la nymphose intervient, la puce de l'hôte n'est plus qu'une masse noire complètement décomposée. L'imago du parasitoïde remonte la cavité de la galle, perce un trou à l'extrémité de celle-ci et se libère (NACRO, 1995).

FEIJEN et SCHULTEN (1983) ont rapporté des taux d'infestation de *O. oryzivora* variant entre 45 % et 62 % et un parasitisme oscillant entre 38,8 et 65,5 %. NACRO *et al* (1995) ont observé un début de parasitisme de *O. oryzivora* dû à *A. procerae* à 63 jours après le semis quelques soit la date de semis et un taux de parasitisme de 26 % à 91 jours après le semis.

2. 5. ENNEMIS NATURELS ASSOCIES AUX FOREURS DE TIGE DU RIZ.

Un nombre relativement important de parasitoïdes et de prédateurs associés aux foreurs de tige du riz ont été recensés (**Tableau IV**) ; malheureusement ces ennemis naturels des ravageurs ont bénéficié jusqu'ici de très peu d'études (NACRO, 1995). *M. separatella* se révèle l'espèce de foreur à laquelle est associée le plus important cortège parasitaire. Les parasitoïdes larvophages sont les plus représentés à travers trois familles et dix espèces.

Tableau IV. Liste des parasitoïdes associés aux foreurs de tige du riz en Afrique de l'Ouest

Parasitoïdes (Hyménoptères)	Hôte (Foreurs de tige)	Références
Oophages		
Famille des Scelionidae		
<i>Telenomus nephele</i>	<i>Scirpophaga subumbrosa</i>	Agyen-Sampong, 1978
<i>Telenomus sp.</i>	<i>Maliarpha separatella</i>	Agyen-Sampong, 1978
Famille des Trichogrammatidae		
<i>Lathromeris ovicida</i>	<i>M.separatella</i>	Akinsola, 1979a, b Agyen-Sampong, 1978
<i>Trichogramma japonicum</i>	<i>S. subumbrosa</i>	Agyen-Sampong, 1978
Larvophages		
Famille des Braconidae		
<i>Phanerotoma major</i>	<i>M. separatella</i>	Agyen-Sampong, 1979 Akinsola, 1979
<i>Phanerotoma saussurei</i>	<i>M.separatella</i>	Brenière, 1969 Vercambre, 1976
<i>Rhaconotus scirpophigae</i>	<i>M.separatella</i>	Akinsola, 1979 Agyen-Sampong, 1979
<i>Dracon antennatus</i>	<i>M. separatella</i>	Agyen-Sampong, 1979 Akinsola, 1979
<i>Apanteles sesamia</i>	<i>Chilo spp.</i>	Agyen-Sampong, 1979
<i>Rhaconotus sp.</i>	<i>Chilo spp.</i>	Brenière, 1969
<i>Bracon sp.</i>	<i>Chilo spp.</i>	Brenière, 1969
Famille des Bethyidae		
<i>Goniozus precerae</i>	<i>M.separatella</i> et <i>Chilo spp.</i>	Vercambre, 1977
Famille des Ichneumonidae		
<i>Venturia crassicaput</i>	<i>M. separatella</i>	Agyen-Sampong, 1980
<i>Menaforia spp.</i>	<i>M. separatella</i>	Agyen-Sampong, 1980
Nymphophages		
Famille des Eulophidae		
<i>Tetrastichus sp.</i>	<i>Diopsis spp.</i>	Agyen-Sampong, 1979
<i>Tetrastichus diopsisi</i>	<i>Diopsis macrophthalma</i>	Schulten et Feijen, 1983

Sources : AKINSOLA (1983) ; NACRO (1994 et 1995).

2. 6. METHODES DE LUTTE CONTRE LES INSECTES RAVAGEURS DU RIZ.

De nombreuses études ont été conduites sur les méthodes de lutte contre les insectes ravageurs du riz au Burkina Faso (COULDIATY 1983, NACRO 1984, DAKOUO 1985, NACRO 1994, SIBOMANA, 1999 et TRAORE, 2000). Dans un premier temps ces études ont été axées sur la lutte chimique : elles se sont orientées progressivement vers la résistance variétale, la lutte culturale, la lutte biologique et la lutte intégrée.

2. 6. 1. Lutte chimique

L'application du Furadan, au repiquage suivie du Décis à 45 et à 60 jours après le repiquage s'est révélée la plus intéressante à Karfiguéla et à la Vallée du Kou . En effet elle assure non seulement une meilleure protection contre les foreurs et la Cécidomyie du riz mais permet également de réaliser un gain de rendement de 1000 à 1500 kg / ha par rapport au témoin (DAKOUO et NACRO, 1992). En situation de fortes infestations observées sur le périmètre irrigué de Karfiguéla, le Carbofuran (1200g de m. a ./ha) au repiquage suivi de deux pulvérisations foliaires de la Deltamethrine (12,5g de m.a. / ha) au 45è et 60è jour après le repiquage, s'est révélée la formule de protection la plus recommandée (NACRO, 1995). Le système de lutte rationnelle combinant la surveillance phytosanitaire et l'intervention sur seuils pratiqué à la Vallée du Kou a présenté le double avantage d'une part de réduire le nombre et le coût des interventions et d'autre part de limiter l'utilisation anarchique des insecticides et partant, leur action néfaste sur l'environnement.

2. 6. 2. Lutte biologique naturelle

Elle consiste à contrôler la densité de population d'un organisme donné par ses ennemis naturels par des pratiques diverses. Les organismes bénéfiques ou ennemis naturels sont aussi appelés entomophages (UMEH, UKWUNGWU, JOSHI,1992).

2. 6. 3. Lutte culturale

Ce sont des méthodes qui incluent toutes les pratiques culturales contribuant à réduire le niveau de populations du ravageur et le risque d'infestation (NACRO, 1997). Ces méthodes peuvent être résumées comme suit :

- destruction des plantes hôtes sauvages (tenir la rizière, les canaux d'irrigation et les diguettes toujours propres) ;
- semis précoces et non étalés dans le temps ;
- destruction des résidus de culture ou leur enfouissement afin de réduire la population diapausante de *M.separatella* (NACRO, 1995)
- regroupement des périodes de semis et le respect du calendrier cultural pouvant contribuer à baisser le nombre de génération des insectes nuisibles ;
- densité de semis moyenne (25 cm x 25 cm) et une fumure azotée modérée (90 kg/ ha) permettent de limiter les infestation de *O.oryzivora* (SIBOMANA , 1999).

2. 6. 4. Résistance variétale

Des études menées en Afrique de l'Ouest, ont mis en évidence l'existence de gènes de résistance du riz à la cécidomyie africaine.

De 1983 à 1997, plusieurs variétés et lignées d'origine asiatique et africaine appartenant aussi bien à *O. sativa* qu' à *O. glaberrima* ont été expérimentées. Sur 35 variétés testées au Burkina Faso, en 1983, 8 se sont montrées intéressantes (BRUNEL, 1985).

De 1992 à 1995, des essais menés au Nigéria au départ en serre, ensuite en infestation naturelle avec comme témoin la lignée sensible du groupe *O. sativa* (FARO 37) ont permis de dégager 20 lignées de *O. glaberrima* hautement à moyennement résistantes (UKWUNGWU *et al.*, 1998)

De 1996 à 1997, des essais multilocaux variétaux ont été conduits dans 4 pays (Nigéria, Burkina Faso, Mali et Sierra Leone) avec comme témoin une lignée sensible du groupe *O. sativa* (ITA 306) et une vingtaine de variétés appartenant aux deux espèces de riz. Ces essais menés en riziculture irriguée ont permis de dégager dans le groupe *O. glaberrima* deux variétés TOS 14519 et TOG 7106 présentent un niveau de résistance élevé par rapport à *O. sativa* . Les études sont poursuivies en vue de confirmer la stabilité de cette résistance et l'existence de biotypes au sein des populations de la cécidomyie Africaine du riz (WILLIAMS *et al.*, 1999).

Plusieurs auteurs, notamment HEINRICH (1995) ont rapporté de nombreuses sources de résistance aux principales espèces de foreurs de tige du riz. Ainsi, 68, 22, 26 et 10 sources de résistance ont été identifiées respectivement pour *Diopsis longicornis*, *Chilo zacconius*, *Maliarpha separatella* et *Sesamia calamistis*. Ce matériel devrait être diffusé dans les pays membres de l'ADRAO (NACRO, 1995).

2.6.5. Lutte intégrée

La lutte intégrée est un système de régulation des populations de ravageurs qui utilise toutes les techniques et méthodes appropriées de façon aussi compatible que possible en maintenant les populations de ravageurs à des niveaux où ils ne causent pas de dommage économique (SMITH et REYNOLDS, cités par SY et SERE, 1996).

Egalement, la FAO citée par RAINER *et al* (1993) définit la protection intégrée des végétaux comme une stratégie utilisant toutes les méthodes acceptables du point de vue économique, écologique et toxicologique en vue de maintenir les populations d'organismes nuisibles en dessous du seuil de tolérance ; l'exploitation de facteurs de limitation naturels y joue un rôle prépondérant.

Une stratégie de lutte intégrée contre ces ravageurs devrait être élaborée et s'inscrire dans les méthodes globales de gestion des déprédateurs du riz. Selon NACRO (1997), cette approche de lutte de ces insectes nuisibles devrait comporter les éléments suivants :

- semis précoce respectant le calendrier cultural ;
- utilisation de variétés à tallage élevé, capable de produire de nouvelles talles pour compenser celles qui sont détruites en début de saison ;
- utilisation modérée de la fumure azotée ;
- préservation des ennemis naturels des insectes par l'utilisation sélective d'insecticides (granulés de préférence) ;
- labour de fin de campagne pour enfouir les chaumes et destruction des repousses de riz ;
- tenir les rizières, les diguettes et les canaux d'irrigation propres (détruire toutes les plantes hôtes sauvages).

CHAPITRE III. FERTILISATION DU RIZ IRRIGUE.

3. 1. INTRODUCTION .

Les spéculations telles que le riz n'ont pas encore bénéficié de formules d'engrais qui leur soient spécifiques c'est-à-dire répondant à leurs besoins. Jusqu'ici, les formules associées à cette céréale ont été faites à partir d'engrais minéraux généralement destinés au coton.(CERCI, 1979).

3. 2 . BESOINS NUTRITIFS DU RIZ IRRIGUE.

Ils sont très variables en fonction des types variétaux (*japonica et indica*) et en fonction des types de sols. Néanmoins ANGLADETTE (1966) a donné des indications par rapport aux quantités d'éléments minéraux exportés par le paddy en fonction des rendements (Tableau V).

Tableau V. Quantités d'éléments fertilisants exportés par le riz (kg/ ha) en fonction des rendements

Rendement (t/ha)	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
1	10 à 15	4 à 8	2 à 4	0,2 à 0,6	1 à 3
2	20 à 30	8 à 16	4 à 8	0,4 à 1,2	2 à 6
3	30 à 45	12 à 24	6 à 12	0,6 à 1,8	3 à 9
4	40 à 60	16 à 32	8 à 16	0,8 à 2,4	4 à 12
5	50 à 75	20 à 40	10 à 20	1,0 à 3,0	5 à 15
6	60 à 90	24 à 48	12 à 24	1,2 à 3,6	6 à 18

Source : ANGLADETTE (1966)

3. 3. ROLES DES ELEMENTS MINERAUX MAJEURS

3. 3 1. Azote

Selon DOBELMANN (1976), l'azote est un élément important dans la croissance des plantes et constitue un facteur essentiel du rendement. Il est absorbé surtout sous forme de nitrates (NO_3^-) par le riz.

L'azote donne une coloration vert sombre aux parties des plantes comme une composante de la chlorophylle, stimule la croissance rapide en augmentant la hauteur et le nombre de tiges. L'azote augmente la taille des feuilles, des grains, le nombre d'épillets par panicule, le pourcentage d'épillets remplis dans les panicules, la teneur des grains en protéines (DOBELMANN, 1976). Les périodes critiques de l'alimentation azotée du riz se situent au moment du tallage et de l'initiation paniculaire (MCD, 1991).

3. 3 2. Phosphore

Le phosphore est un élément de rigidité des pailles et de précocité des récoltes (GRANDCOURT et PRATS, 1971).

Selon l'ADRAO (1995) ; le phosphore influence la croissance, joue un rôle important dans le métabolisme de l'énergie et contrôle le processus enzymatique. Il stimule le développement racinaire. Il favorise la floraison et la maturation précoce des grains. Le phosphore favorise un tallage plus actif qui permet aux plants de riz de reprendre leur croissance plus rapidement et plus complètement après des conditions défavorables. Il stimule un bon développement des grains et confère une plus grande valeur alimentaire.

3. 3. 3. Potassium

Le potassium facilite l'élaboration des réserves glucidiques importantes du grain, il régularise la fécondation et favorise la migration des réserves vers le grain (GRANDCOURT et PRATS, 1971). La paille de riz contient 80 % de potassium exportée, et justifie son enfouissement (MCD, 1991).

3. 3. 4. Rôle de la fertilisation sur les insectes phytophages

L'apport des éléments minéraux assure une croissance saine et un meilleur rendement, mais comme les plantes ne vivent pas isolées et que la majorité d'entre elles constituent des niches nutritives favorables au développement d'une grande variété d'insectes, les chercheurs contemporains ont démontré que la plante hôte et les insectes qu'elle héberge sont influencés par tout changement dans la composition du sol (SHARMA, 1970). Le même auteur indique que l'azote, le phosphore et le potassium employés comme fertilisants peuvent contribuer à la répression des insectes phytophages nuisibles. C'est ainsi que plusieurs chercheurs (EL TIGANI ; MUSTANOJA *et al* ; SMITH et NORTHCOTT ; cités par SHARMA, 1970) ont montré que la fertilisation limite la population des insectes appartenant aux ordres des Diptères, Orthoptères, Lépidoptères, Hyménoptères et certains Acariens. ELLET et WOLFE cité par SHARMA (1970), ont montré que dans le cas de la mouche de Hesse, l'utilisation du phosphate acide ou du fumier limite les dégâts causés par cet insecte et améliore les rendements.

3. 4. TYPES D'ENGRAIS UTILISES EN RIZICULTURE

3. 4. 1 . Engrais azotés

Les engrais ammoniacaux (Sulfate d'ammoniaque ou urée) étant retenus par le pouvoir absorbant des sols sont moins lessivés que les autres formes et se montrent de ce fait plus efficaces. La quantité à apporter est de 80 à 100 Kg /ha en sols argileux, de 100 à 130 Kg / ha en sols de limons ou de limons sableux et de 120 à 150 Kg /ha en sols sableux (GRANDCOURT et PRATS, 1971). En plus de ces engrais minéraux, l'utilisation de l'*Azolla* comme source d'Azote mérite une attention particulière .

Ainsi les travaux de plusieurs chercheurs (SANON ; SOURWEMA ; OUATTARA et VAN HOVE cités par ADAM- YEBOUA, 2000) ont permis de retenir 4 souches d'*Azolla*. Les résultats de OUATTARA et VAN HOVE (1999) cité par ADAM-YEBOUA, 2000 semblent confirmer que les paramètres agronomiques tels que le tallage, le remplissage des grains et le rendement paddy sont meilleurs en présence de l'*Azolla*.

3. 4. 2. Engrais phosphatés

L'acide phosphorique est apporté au riz, soit par des phosphates naturels, soit par des superphosphates. Selon ANGLADETTE (1966), l'efficacité des engrais phosphatés dépend soit de leur solubilité soit de leur finesse au broyage. Il y a lieu de préciser que dans certaines zones rizicoles à acidité élevée, voire même à toxicité accusée (par les sels d'alumine notamment) les engrais phosphatés jouent un rôle d'amendement lorsqu'ils sont apportés en fumure de fonds (ANGLADETTE, 1966).

Selon GRANDCOURT et PRATS (1971), les apports peuvent être effectués sous forme de superphosphates d'ammoniaque à raison de 80 à 150 kg / ha suivant la richesse du milieu. Les apports de P_2O_5 doivent tenir compte du niveau de la fertilisation azotée.

3.4. 3. Engrais potassiques

Selon ANGLADETTE (1966), le Chlorure et le Sulfate de Potassium ont la même efficacité. Sauf cas particulier, la réponse à l'apport de potassium est faible ou nulle (MCD, 1991). En terres bien pourvues les quantités à apporter sont de 60 à 100 kg / ha, en sols mal pourvus ou de marais elles sont de 120 kg / ha. Lors de restitutions régulières des pailles, ces quantités sont à réduire sensiblement (GRANDCOURT et PRATS, 1971).

3. 4. 4. Engrais recommandés au Burkina Faso

Des recommandations faites par NEBIE (1995) font état de 300 Kg /ha de NPK au repiquage et 100 Kg/ ha d'urée à la campagne hivernale, dont le 1/3 au tallage et les 2/3 à l'initiation paniculaire. En contre saison, les 100 Kg d'urée sont renforcés à la dose de 150 kg / ha . Traduites en éléments fertilisants, ces dernières recommandations encore en vigueur, donnent lieu à 88 – 30 – 35 unités de NPK en saison humide et 111- 30- 35 unités de NPK en contre saison. Les recommandations en ce qui concerne la fertilisation organo-minérale peuvent se résumer par la formule de 5 t / ha de fumier tous les 2 ans combinés à 150 kg / ha d'urée dont la moitié au 15^e JAR et l'autre moitié à l'initiation paniculaire (PSSA, cité par ADAM-YEBOUA, 2000).

DEUXIEME PARTIE : EXPERIMENTATION

CHAPITRE IV . MATERIELS ET METHODES

4.1 . OBJECTIF DE L'ETUDE.

L' expérimentation conduite à Karfiguéla a eu pour objectif d'étudier l'influence des doses croissantes de phosphore sur l'évolution des attaques de *Orseolia oryzivora*, ses parasitoïdes et les foreurs de tiges de riz afin de déterminer la meilleure dose de phosphore qui, combinée à la dose de 90 kg d'azote / ha procure un bon rendement tout en abaissant les attaques de *O. oryzivora* et des foreurs de tiges et en favorisant une meilleure action du cortège parasitaire associé à *O. oryzivora*. Ceci devrait permettre de mettre au point une méthode culturale, écologique, durable permettant aux riziculteurs de juguler l'action de ces insectes en vue de maintenir leurs dégâts en dessous du seuil de dommages économiques.

4. 2. MATERIELS

4. 2. 1. Présentation du milieu d'étude.

a. Localisation

Situé à 10°70 Latitude Nord et 4°81 Longitude Ouest, le périmètre rizicole de Karfiguéla est à 10 kilomètres au Nord-Ouest de Banfora dans la province de la Comoé (80 Km au Sud de Bobo-Dioulasso). Environ 400 exploitants répartis en quatre villages (Nafona, Tengrela, Lémouroudougou et Karfiguéla) se partagent cet aménagement d'une superficie de 332 ha. Opérationnel depuis 1977, ce périmètre connaît une double culture en fonction de la disponibilité de l'eau d'irrigation en saison sèche car elle est partagée entre la riziculture et la canne à sucre de la SN- SOSUCO.

b. Conditions météorologiques.

L'expérimentation a été conduite pendant la période allant d'août à décembre 2000 (saison hivernale). La saison hivernale a été caractérisée par une pluviométrie mensuelle relativement élevée entre mai et septembre (**figure 1**) avec un pic au mois d'août de 425,1 mm. Les taux d'hygrométrie étaient compris entre 7 % en février et 86,3 % en août (**figure 2**).

Les températures moyennes maximales mensuelles les plus élevées ont été observées au mois d'avril (38,2 ° C), les minima les plus basses (18,3 ° C) au mois de décembre (**figure 3**).

c. Caractéristiques agro-pédologiques.

Les sols de Karfiguéla sont des sols ferrugineux tropicaux lessivés moyennement profonds dont la texture est à dominance sableuse à sablo-argileuse (MOREAU, cité par DEMBELE, 1991). BADO (1991) estime que ces sols sont acides avec un complexe d'échange désaturé et légèrement pauvres en phosphore assimilable. On estime que seulement 44% de la superficie aménagée sont propices à la riziculture.

4. 2. 2. Matériel végétal

La variété utilisée est la FKR 28 (ITA 123). Son cycle moyen est de 120 jours (semis-maturité). Elle est cultivée dans la plupart des périmètres rizicoles de l'Ouest du Burkina Faso. Par ailleurs, elle est reconnue comme sensible à la cécidomyie.

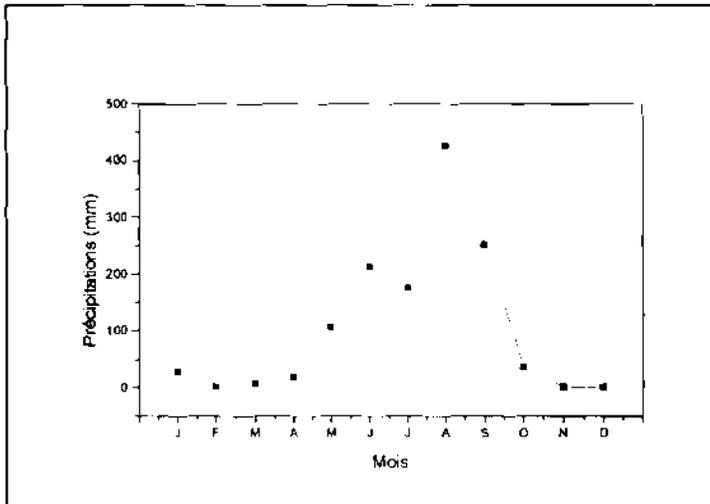


Figure 1 : Hauteur mensuelles des pluies (mm) au cours de l'année 2000

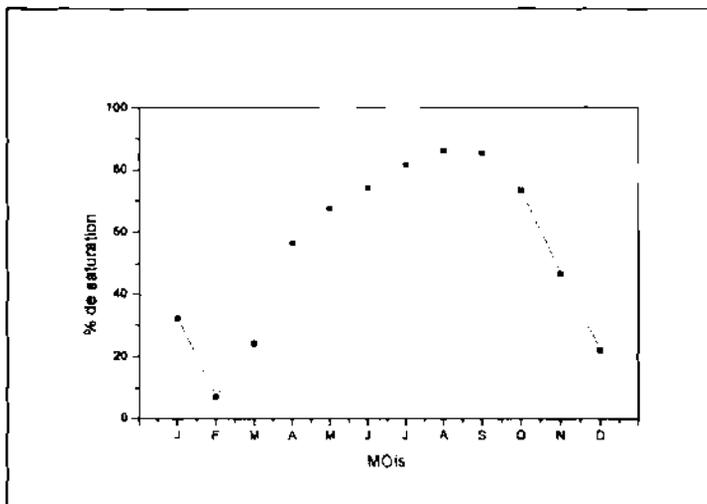


Figure 2: Hygrométrie mensuelle (%) au cours de l'année 2000

paillée pour éviter les dégâts des oiseaux granivores. Les plants de riz ont été repiqués après 21 jours de pépinière.

4. 3. 3. Dispositif expérimental

Le dispositif utilisé est celui des blocs de Fisher comprenant 5 traitements et 5 répétitions. Les 5 traitements sont constitués de 4 doses de P_2O_5 respectivement $P_2 = 30 \text{ kg}$; $P_3 = 60 \text{ kg}$; $P_4 = 90 \text{ kg}$; $P_5 = 120 \text{ kg}$ de P_2O_5/ha comparées à un témoin sans phosphore $P_1 = 0 \text{ kg /ha}$. Ces traitements ont été affectés aux parcelles par randomisation à l'intérieur de chaque bloc. Le plan du dispositif expérimental est représenté par la **figure 4**. La superficie de chaque bloc est de $484,5 \text{ m}^2$ ($8,5 \text{ m} \times 57 \text{ m}$) et celle de chaque parcelle élémentaire est de $93,5 \text{ m}^2$ ($11 \text{ m} \times 8,5 \text{ m}$). Chaque parcelle élémentaire (PE) contient une placette d'observations visuelles et une placette de rendement d' une superficie de 8 m^2 soit 4 m^2 ($2 \text{ m} \times 2 \text{ m}$) chacune. Ces placettes sont disposées le long de l'une des deux diagonales de la parcelle. Les blocs et les parcelles élémentaires sont respectivement séparées par des diguettes de $1,5 \text{ m}$ et 1 m pour faciliter l'irrigation et pour une bonne gestion des engrais minéraux. Chaque parcelle est irriguée et drainée indépendamment des autres. La superficie totale de l'essai est de $2764,5 \text{ m}^2$ ($48,5 \text{ m} \times 57 \text{ m}$).

4 .3. 4. Repiquage du riz

Le repiquage des plants 2 - 3 brins par poquet a été effectué à 21 jours après le semis en pépinière . L'écartement entre les poquets est de $25 \text{ cm} \times 25 \text{ cm}$ soit une densité de 160000 poquets /ha.

4. 3. 5. Entretien

La fréquence de l'irrigation et le maintien ou non d'une lame d'eau sont fonction des besoins en eau de la plante aux différents stades phénologiques. Le désherbage a été effectué manuellement à la demande et aucun pesticide n'a été utilisé.

4 .3. 6. Observations au champ et dissections au laboratoire

Observations agronomiques et entomologiques au cours du cycle.

Elles ont porté sur dix touffes choisies au hasard dans chaque placette d'observations visuelles , soit 20 touffes par parcelle et sont réalisées tous les sept jours du 21^{ème} au 98^{ème} J. A. R. ; les variables suivantes ont été recueillies :

- Nombre de talles par poquet
- Nombre de tubes d'oignons par poquet
- Nombre de cœurs morts par poquet
- Nombre de panicules par poquet

Nombre de panicules blanches par poquet

Observations agronomiques à la récolte (au 105^{ème} JAR) ;

les composantes de rendement qui suivent ont été mesurées :

- Nombre de talles par m²
- Nombre de panicules par m²
- Nombre de grains par panicule
- Poids des grains par panicule
- Poids de 1000 grains

Dissections au laboratoire.

Cinq (5) touffes ont été prélevées au hasard et à l'extérieur des placettes de rendement au même rythme que les observations entomologiques .

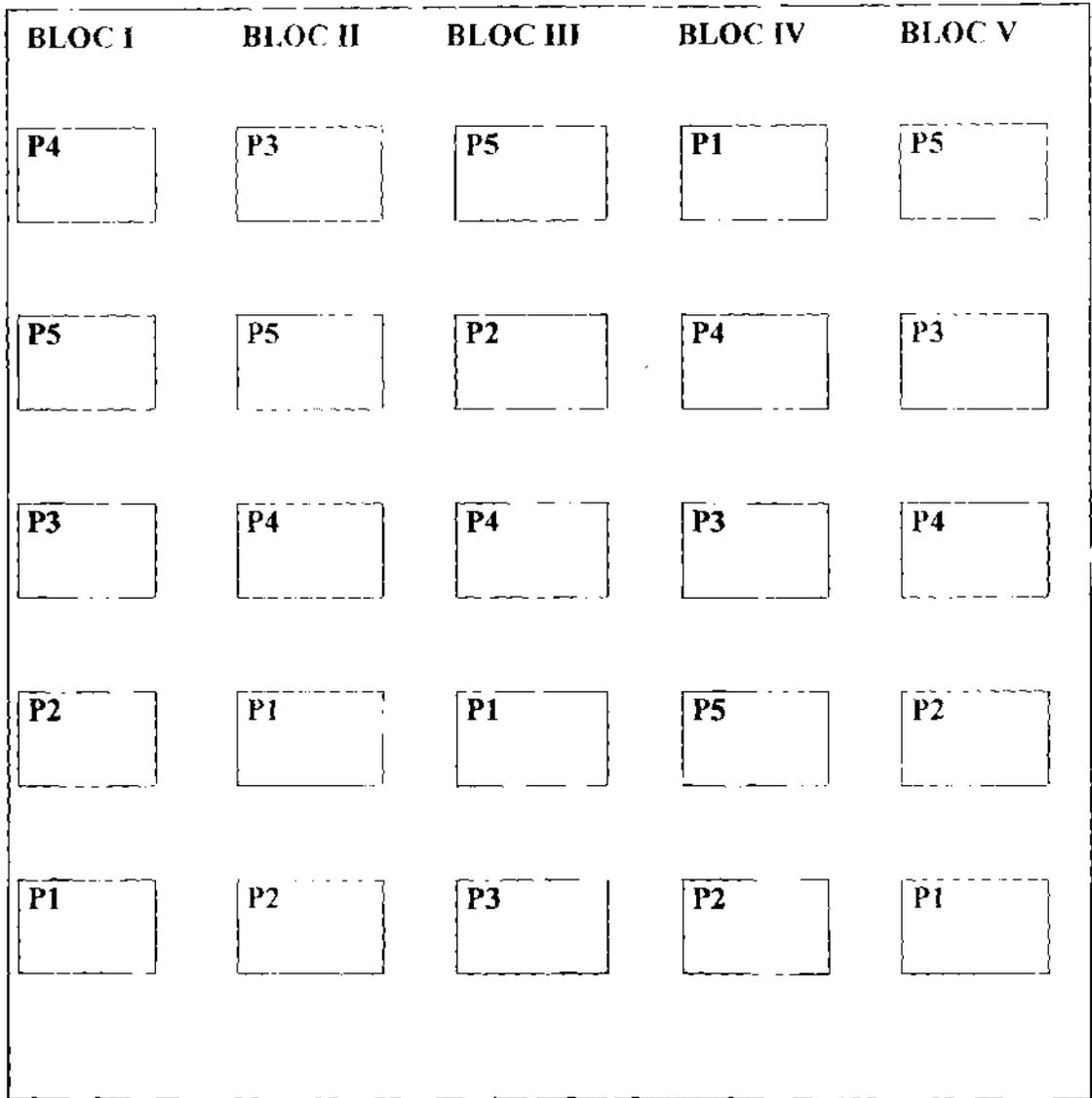
Ces prélèvements sont chaque fois ramenés au laboratoire pour des dissections talle par talle et les variables suivantes ont été mesurées:

- nombre de talles par touffe
- nombre de têtes d'oignons par touffe
- nombre de cœurs morts ou de panicules blanches par touffe
- nombre de larves de cécidomyie par touffe
- nombre de pupes de cécidomyie par touffe
- nombre de larves de *Platygaster diplosisae* par touffe
- nombre de nymphes de *P. diplosisae* par touffe
- nombre de larves d'*Aprostocetus procerae* par touffe
- nombre de nymphes d'*A. procerae* par touffe
- nombre de larves des autres foreurs de tiges par touffe
- nombre de chrysalides des autres foreurs de tiges par touffe

4.3.7. Récolte

A maturité, le riz a été récolté à l'aide de faucilles. Nous avons choisi dans chaque placette de rendement 50 panicules soit 100 panicules par parcelle élémentaire d'où nous avons tiré 10 panicules au hasard pour servir à l'évaluation du nombre de grains par panicule. Nous avons également prélevé 1000 grains dans le produit vanné des 100 panicules et leur poids a été pesé et ajusté au taux d'hygrométrie de 14% . Les touffes des placettes de rendement d'une même parcelle ont été rassemblées, battues et vannées. L'évaluation du rendement grain a porté sur les données de ces pesées.

Figure 4 : Dispositif expérimental de l'essai influence de la fertilisation phosphatée sur les attaques de la cécidomyie africaine, ses parasitoïdes et les foreurs de tige en riziculture irriguée



Ecartement = 25 cm x 25 cm entre les lignes et les poquets

P3 = 60 Kg de P₂O₅/ha

P1 = Témoin absolu (0 Kg de P₂O₅/ha)

P4 = 90 Kg de P₂O₅/ha

P2 = 30 Kg de P₂O₅/ ha

P5 = 120 Kg de P₂O₅/ha

Espacement entre les parcelles et les bloes = 100 cm

Espacement entre les bloes = 150 cm

4. 3. 8. Méthodes de calculs et analyse des données

a. Nombre moyen de talles, taux moyen de panicules

$$\text{Nombre de talles de 20 touffes} = \frac{\sum \text{de talles de 20 touffes/ PE pour 5 parcelles}}{5}$$

$$\text{Taux moyen de panicules de 20 touffes} = \frac{\sum \text{de panicules de 20 touffes / PE pour 5 parcelles}}{5} \times 100$$

b . Estimation de l'intensité de dégâts des insectes ravageurs

b1) Pour les observations visuelles sur les 20 touffes /PE

le % moyen de tubes d'oignons a été calculé selon la formule d'ONATE (1965) cité par NACRO (1995):

$$\% \text{ moyen de galles} = \frac{\text{nombre de talles attaquées}}{\text{nombre total de talles dans les touffes attaquées}} \times \frac{\text{nombre de touffes attaquées}}{\text{nombre total de touffes (20)}} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de « cœurs morts »} = \frac{\text{nombre de « cœurs morts »}}{\text{nombre total de talles dans n touffes}} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de « panicules blanches »} = \frac{\text{nombre de « panicules blanches »}}{\text{nombre total de panicules dans n touffes}} \times 100$$

b2) Pour les dissections des 5 touffes /PE

$$\% \text{ moyen de galles} = \frac{\text{nombre de talles attaquées}}{\text{nombre total de talles dans les touffes attaquées}} \times \frac{\text{nombre de touffes attaquées}}{\text{nombre total de touffes (5)}} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de larves} = \frac{(\sum \text{ de larves saines} + \sum \text{ larves parasitées}) \text{ de 5 touffes/ PE pour 5 parcelles}}{(\sum \text{ de talles de 5 touffes par parcelle}) \times 5} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de larves parasitées} = \frac{\sum \text{ de larves parasitées de 5 touffes/ PE pour 5 parcelles}}{(\sum \text{ de larves saines} + \sum \text{ de larves parasitées}) \text{ de 5 touffes/ PE} \times 5} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de pupes} = \frac{(\sum \text{ de pupes saines} + \sum \text{ pupes parasitées}) \text{ de 5 touffes / PE pour 5 parcelles}}{(\sum \text{ de talles de 5 touffes par parcelle}) \times 5} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de pupes parasitées} = \frac{\sum \text{ de pupes parasitées de 5 touffes/ PE pour 5 parcelles} \times 100}{(\sum \text{ de pupes saines} + \sum \text{ de pupes parasitées}) \text{ de 5 touffes / PE} \times 5}$$

$$\% \text{ moyen de parasitisme cumulé} = \frac{(\sum \text{ de larves parasitées} + \sum \text{ de pupes parasitées})}{(\sum \text{ de larves} + \sum \text{ de pupes})} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de } \textit{Chilo} = \frac{(\sum \text{ de larves} + \sum \text{ de chrysalides de } \textit{Chilo}) \text{ de 5 touffes/ PE pour 5 parcelles}}{(\sum \text{ de talles de 5 touffes par parcelle}) \times 5} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de } \textit{Maliarpha} = \frac{(\sum \text{ de larves} + \sum \text{ de chrysalides de } \textit{Maliarpha}) \text{ de 5 touffes/ PE pour 5 parcelles}}{(\sum \text{ de talles de 5 touffes par parcelles}) \times 5} \times 100$$

$$\% \text{ moyen de } \textit{Diopsis} = \frac{(\sum \text{ de larves} + \sum \text{ de chrysalides de } \textit{Diopsis}) \text{ de 5 touffes / PE pour 5 parcelles}}{(\sum \text{ de talles de 5 touffes par parcelle}) \times 5} \times 100$$

c. Estimation du rendement de riz

$$\text{Rdt (kg/ha)} = \frac{\text{poids corrigé du produit de placettes de rdt (kg) pour 5 parcelles} \times 10\,000 \text{ m}^2 \times \text{kg/ha}}{\text{Superficie de la placette de rendement (8 m}^2\text{)} \times 5}$$

d. Analyse des données

Les taux moyens de panicules, de tubes d'oignon, de panicules blanches, de larves de *O. oryzivora*, de pupes de *O. oryzivora*, de larves de *O. oryzivora* parasitées, de pupes de *O. oryzivora* parasitées, de parasitisme cumulé et de *M. separatella*, exprimés en pourcentage, ont été transformés suivant les procédures statistiques décrites par GOMEZ et GOMEZ (1984) avant d'être analysés. Les analyses de variance ont été réalisées avec le logiciel SAS (Statistical Analysis System : SAS Institute 1988, SAS/STAT User's Guide, release 6.03 ed. Cary, N. C.). La séparation des moyennes a été effectuée par le test de Student-Newman-Keuls lorsque le test d'analyse de variance est significatif au seuil de 5% au moins. Les analyses de régression et les courbes de régression ont été effectués avec le logiciel Micro Cal Origin 3.0 pour apprécier l'évolution des paramètres et tirer les équations reliant les différentes variables étudiées.

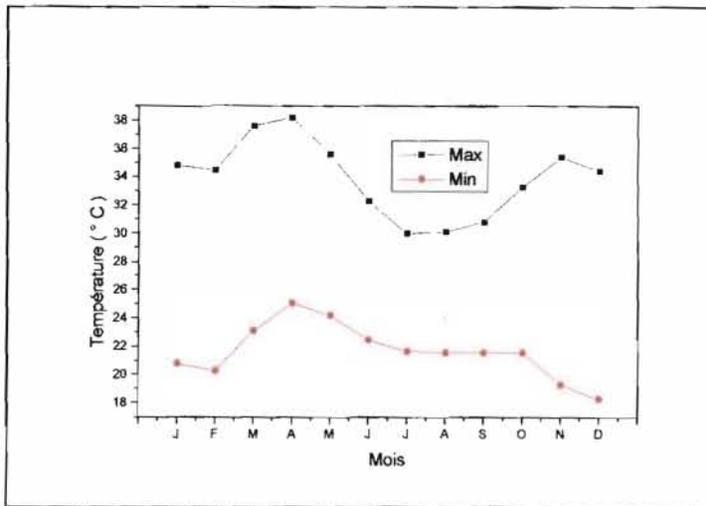


Figure 3: Températures maximales et minimales (°C) au cours de l'année 2000

4.2.3. Fumure minérale.

Le Triple Superphosphate (T S P) à 46% de P_2O_5 a été appliqué au repiquage comme engrais de fonds à 4 doses croissantes.

L'urée (46% N) à la dose de 90 kg d'azote / ha a été fractionné en deux apports : 35% de la dose totale ont été appliqués à 14 jours après le repiquage (JAR) et 65% restant à 34 JAR (début de l'initiation paniculaire).

Le Sulfate de Potassium (K_2SO_4) dosant 50% K_2O a été appliqué en couverture à une dose de 60 kg de K_2O /ha à 14 JAR.

4.3. METHODES

4.3.1. Préparation du champ.

Un labour d'une profondeur d'environ 20 cm a été fait à l'aide d'un motoculteur. Le concassage manuel des mottes et le dégagement des rhizomes de mauvaises herbes suivis d'une mise en boue et d'un planage ont été réalisés avant le repiquage.

4.3.2. Préparation de la pépinière

La pépinière a été préparée à proximité de la rizière à repiquer et les opérations suivantes ont été exécutées : le sol a été nettoyé, humecté, labouré et hersé; après le semis, la pépinière a été

CHAPITRE V : RESULTATS ET DISCUSSIONS

5. 1. INFLUENCE DES DOSES CROISSANTES DE PHOSPHORE SUR LA CROISSANCE DU RIZ.

5. 1. 1. Effet du phosphore sur le tallage du riz

Le tableau VI montre que le nombre de talles le plus bas est observé à 21 JAR pour le témoin (132) et le plus élevé à 35 JAR pour la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha (328). Il montre également qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements quant au nombre de talles dans 20 touffes tout au long des 12 observations réalisées. En l'absence de différence significative entre les traitements, les données de la moyenne générale montrent que le nombre de talles le plus bas (270) est enregistré avec le témoin sans phosphore (0 kg de P_2O_5 / ha) et le plus élevé (294) avec la dose la plus forte (120 kg de P_2O_5 / ha).

De la figure 5, nous constatons que les traitements atteignent leur tallage maximal deux à deux à l'exception de la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha. Ainsi la dose de 90 kg de P_2O_5 / ha et celle de 120 kg de P_2O_5 / ha ont atteint leur tallage maximal à 35 JAR avec respectivement 316 et 328 talles : le témoin et la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha l'atteignent à 77 JAR avec respectivement 328 et 322 talles.

5. 1. 2. Influence du phosphore sur l'épiaison.

Le tableau VII laisse voir que quelle que soit la dose de phosphore, l'épiaison a débuté à 70 JAR . Les analyses statistiques révèlent des différences significatives entre les traitements à trois dates (70 JAR, 77 JAR et 98 JAR). A 70 Jours après le repiquage, les différentes doses de phosphore ont permis d'obtenir des taux d'épiaison compris entre 23 et 35 %. Ainsi on observe un taux d'épiaison de 34,20 % pour la dose de 120 kg de P_2O_5 / ha, 31,97 % pour la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha, 27,65 % pour la dose de 60 kg de P_2O_5 / ha, 25,13 % pour le témoin et 23,40 % pour la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha. A l'exception de la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha, le taux d'épiaison augmente en fonction de la dose croissante de phosphore.

A 77 JAR, les traitements forment trois groupes ; les doses de 60 kg, de 90 kg et de 120 kg de P_2O_5 /ha qui ne sont pas différentes entre elles et qui se classent en tête avec des taux d'épiaison respectifs de 60,27 % ; 65,12 % et 65,07 % . La dose de 30 kg de P_2O_5 /ha qui se classe dans une

position intermédiaire sans être différente des trois premières avec 53,02 % ; le témoin qui se classe en dernier lieu avec un taux d'épiaison de 47,46 %.

A 98 JAR , la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha se classe en tête avec un taux d'épiaison de 86,50 % ; les doses de 120 kg, de 60 kg et de 30 kg de P_2O_5 /ha sont intermédiaires avec des taux d'épiaison respectifs de 82,83 %, 74,28 % et 73,10 %. Le témoin se classe en dernier avec un taux d'épiaison de 69,07 %. Les différences significatives évoquées antérieurement se répercutent sur les moyennes générales et séparent les traitements en trois groupes : la dose de 90 kg et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha qui sont comparables avec des taux de 67,27 % et 66,99 % ; la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha qui se situe dans une position intermédiaire entre les deux groupes avec un taux de 60,66 % ; le témoin et la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha qui sont comparables avec des taux d'épiaison respectifs de 53,59 % et 56,86 %.

La figure 6 nous fait remarquer qu'au début l'épiaison est faible. Elle évolue de manière croissante pour atteindre son taux maximal à 98 JAR. Ce sont les doses de 90 kg et de 120 kg de P_2O_5 / ha qui ont les taux d'épiaison les plus élevés ayant dominés sur d'autres à 77 et à 84 JAR avec des taux de 65 % et 76 %. En plus la dose de 90 kg a enregistré à 91 et 98 JAR les taux d'épiaison les plus élevés de 80 % et 86 %. Les taux d'épiaison les plus bas sont enregistrés avec le témoin à 4 dates (77, 84, 91 et 98 JAR) avec des taux d'épiaison respectifs de 47 %, 62 % et 69 %.

Tableau VI. Evolution du nombre moyen de talles en fonction des doses de phosphore (données non transformées)

Doses (kg de P ₂ O ₅ / ha)	Nombre de jours après repiquage												
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	Moy
P1 (0)	132,4	212,4	309,0	272,8	280,8	297,8	275,8	283,0	328,6	284,4	275,8	291,6	270,37
P2 (30)	163,4	244,0	317,8	285,8	289,4	308,4	305,8	320,0	322,2	272,6	285,6	291,8	283,90
P3 (60)	153,6	242,8	319,6	300,8	299,8	324,6	304,4	321,6	315,6	306,4	302,6	303,2	291,25
P4 (90)	157,6	245,2	316,6	308,2	315,0	294,0	302,2	288,8	301,0	302,0	280,0	278,4	282,42
P5 (120)	175,5	260,2	328,8	313,4	323,0	309,2	296,0	307,8	322,0	304,4	291,0	289,8	294,25
Prob	0,4324	0,1530	0,9586	0,5158	0,2878	0,7456	0,2159	0,3318	0,4595	0,5754	0,4965	0,8750	0,6018
S. sign.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Tableau VII. Effet de la dose de phosphore sur le nombre de panicules
(transformation : racine carrée (% moyen de panicules + 0,5))**

Doses (kg de P ₂ O ₅ / ha)	Nombre de jours après le repiquage					
	70	77	84	91	98	Moy
P1 (0)	25,13 b c	43,46 b	52,88	56,67	56,48 c	46,92 b
	(19,11)	(47,37)	(62,72)	(69,67)	(69,07)	(53,59)
P2 (30)	23,40 c	46,77 ab	55,70	59,50	59,24 b c	48,92 b
	(16,26)	(53,02)	(67,81)	(74,10)	(73,10)	(56,86)
P3 (60)	27,65 abc	51,00 a	56,90	59,78	61,96 abc	51,46 ab
	(21,91)	(60,27)	(69,75)	(74,06)	(74,28)	(60,66)
P4 (90)	31,97 ab	53,82 a	60,87	63,65	68,63 a	55,79 a
	(28,26)	(65,12)	(76,29)	(80,20)	(86,50)	(67,27)
P5 (120)	34,20 a	54,01 a	61,31	62,80	65,93 ab	55,65 a
	(31,72)	(65,07)	(76,59)	(78,74)	(82,83)	(66,99)
Prob	0,0389	0,0325	0,3201	0,1493	0,0436	0,0169
S. sign .	S	S	NS	NS	S	S

Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes par le test de Student- Newman- Keuls au seuil de 5%.

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées

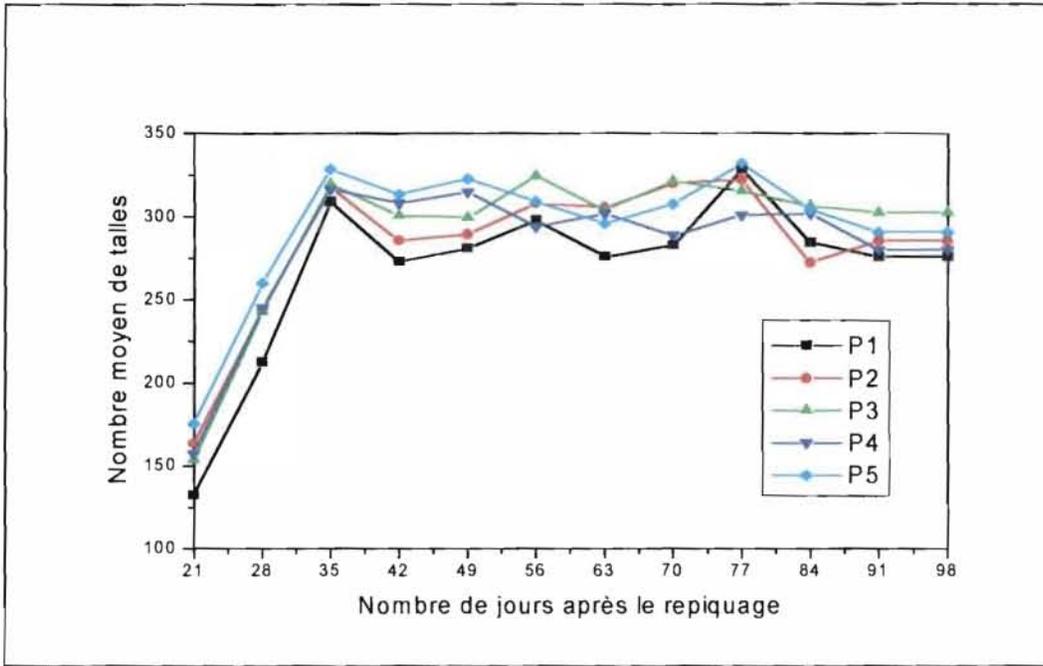


Figure 5 : Evolution du nombre de talles en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

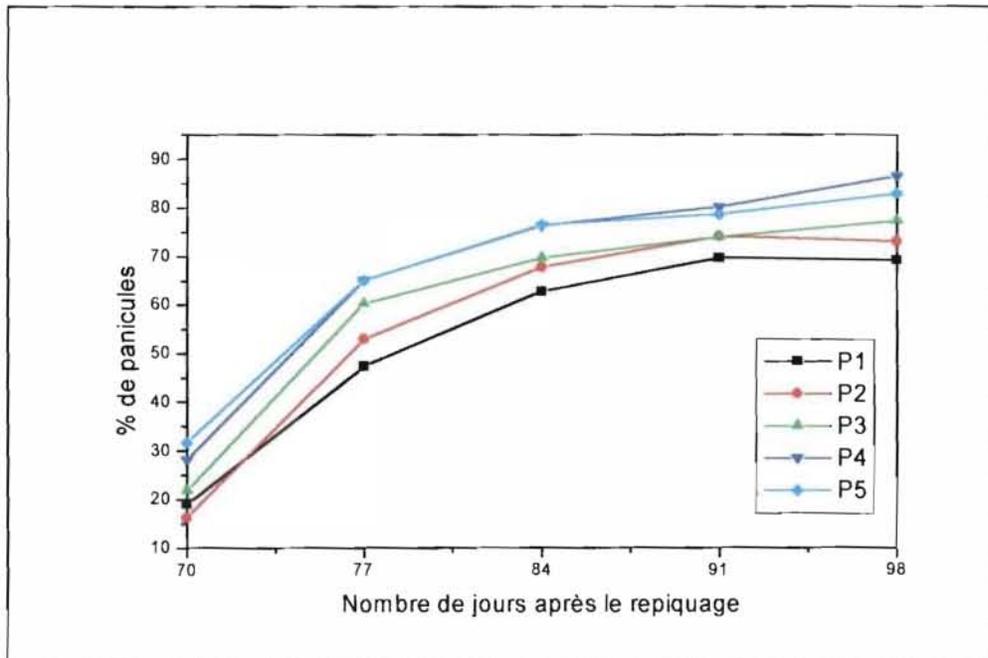


Figure 6 : Evolution du nombre de panicules en fonction des doses de phosphore(P1 = 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

5.1.3. Conclusion sur la croissance du riz

Les analyses statistiques ne montrent pas de différence significative entre les doses de phosphore sur l'évolution du tallage. Selon ADRAO (1995), le phosphore stimule un tallage plus actif qui permet aux plants de riz de reprendre leur croissance plus rapidement et plus complètement après des conditions défavorables. Le peu d'effet observé semble avoir été dû au fait que les conditions de croissance du riz étaient favorables et n'ont pas permis aux différentes doses de phosphore d'extérioriser tout leur effet.

5.2. EVOLUTION DES DEGATS DE LA CECIDOMYIE DU RIZ ET DES FOREURS DE TIGE

5.2.1. Evolution des attaques de la cécidomyie.

Le **tableau VIII** montre qu'il n'y a pas de différence significative entre les traitements du 21^e JAR jusqu'au 91^e JAR. La dernière observation (98 JAR) révèle une différence hautement significative entre les traitements et l'analyse statistique permet de les grouper en trois catégories, le témoin et la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha ont des taux d'attaque relativement élevés et comparables de 14,93 % et 14,26 %. La dose de 60 kg et celle de 90 kg de P_2O_5 /ha ont des taux d'attaque moyens de 10,19 % et 7,00 % et enfin la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha est la moins attaquée avec un taux de 5,19 %.

Selon la **figure 7** les symptômes de tubes d'oignon commencent à apparaître à 21 JAR; puis augmentent progressivement d'intensité jusqu'au 77^e JAR (pour le témoin et la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha) ou au 84^e JAR (pour la dose de 60 kg et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha) et commencent à baisser à partir du 91^e JAR.

Le taux de tubes d'oignon le plus bas (0,03%) est observé à 42 JAR avec la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha et le plus élevé (21,97 %) au 77^e JAR avec le témoin. Les traitements connaissent leurs pics d'attaques soit à 77 JAR pour le témoin, la dose de 30 kg et celle de 90 kg de P_2O_5 /ha avec des taux respectifs de 21,97 %, 18,95 % et 14,86 %, soit à 84 JAR pour la dose de 60 kg et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha avec des taux de 21,96 % et 19,10 %.

La **figure 8** présente les courbes de régression exponentielles du nombre moyen de talles sur le nombre moyen de tubes d'oignon ; celles-ci révèlent une association positive pour toutes les doses. La corrélation entre ces deux variables est positive pour toutes les doses avec des coefficients de détermination (R^2) respectifs de 0,5352 (pour le

témoin), 0,6078 (pour la dose de 30 kg de P_2O_5 / ha), 0,6806 (pour la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha) 0,3362 (pour la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha) et 0,3852 (pour la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha) Ce qui signifie que quelle que soit la dose de phosphore, plus il y a de talles plus il y a des tubes d'oignons.

5. 2. 2 . Evolution des attaques de Lépidoptères foreurs de tiges

a. Evolution des pourcentages de « cœurs morts »

Le **tableau IX** montre qu'au cours des 7 observations du 21^e au 63^e JAR, il n'y a pas de différences significatives entre les traitements quelque soit la date considérée. Toutefois, la moyenne générale montre que la dose de 60 kg de P_2O_5 / ha est la moins attaquée avec un taux de 0,57 % et la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha est la plus attaquée avec un taux de « cœurs morts » de 0,86 %.

La **figure 9** montre que les attaques sont en générale précoces (à partir de 21 JAR) mais restent faibles tout au long des observations et inférieures ou égales à 1,41 %. Pour tous les traitements une légère croissance est observée du 21^e au 35^e JAR suivie d'un plateau du 42^e au 49^e JAR ; ensuite on observe une baisse du 56^e au 63^e JAR. Le plus faible taux d'attaque (0,06 %) est enregistré au 63^e JAR avec la dose de 60 kg de P_2O_5 / ha et le plus fort taux (1,41 %) au 28^e JAR avec la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha.

b. Evolution des pourcentages de « panicules blanches »

Selon le **tableau X** les attaques sont restées faibles et varient de 0 % à 0,55 % au cours des 5 observations réalisées entre le 70^e et le 98^e JAR. Les traitements atteignent leurs taux maximum d'attaque à partir du 84^e JAR. A cette date la dose de 60 kg de P_2O_5 / ha est la plus attaquée avec un taux de 0,55% . A 91 JAR, c'est la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha qui est la plus attaquée (0,36 %) . A 98 JAR, c'est la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha qui est en tête avec un taux d'attaque de 0,48 %. Le témoin semble avoir été le moins attaqué au cours des 5 observations. Les moyennes générales montrent que les traitements ont subi des attaques par ordre décroissant comme suit : la dose de 30 kg de P_2O_5 (0,24 %), la dose de 120 kg de P_2O_5 (0,23 %), la dose de 90 kg de P_2O_5 (0,19 %), la dose de 60 kg de P_2O_5 (0,17 %) et le témoin (0,12 %). Les analyses statistiques montrent qu'il n'y a pas de différences significatives entre les traitements.

Tableau VIII. Evolution du pourcentage moyen de tubes d'oignon en fonction des doses de Phosphore.
 (transformations : racine carrée (% de tubes d'oignon + 0,5))

Doses (kg de P ₂ O ₅ / ha)	Nombre de jours après le repiquage												Moy
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	
P1(0)	0,72 (0,03)	0,81 (0,20)	0,78 (0,12)	0,90 (0,38)	1,38 (1,52)	2,61 (7,25)	3,09 (9,75)	3,24 (11,16)	4,70 (21,97)	4,07 (17,16)	4,63 (21,34)	3,89 a (14,93)	2,57
P2 (30)	0,71 (0,01)	0,91 (0,38)	0,87 (0,29)	0,98 (0,49)	1,87 (3,07)	2,85 (8,16)	3,35 (11,11)	3,65 (13,92)	4,33 (18,95)	3,87 (16,05)	3,93 (15,29)	3,74 a (14,26)	2,59
P3 (60)	0,71 (0,00)	0,73 (0,04)	0,88 (0,31)	0,83 (0,20)	1,41 (1,78)	2,49 (6,69)	3,11 (10,37)	3,66 (14,55)	4,20 (17,35)	4,69 (21,96)	3,89 (15,50)	3,19 ab (10,19)	2,48
P4 (90)	0,71 (0,01)	0,76 (0,09)	0,82 (0,18)	0,72 (0,03)	1,42 (1,63)	2,28 (5,10)	2,54 (6,42)	3,66 (13,62)	3,90 (14,86)	3,50 (12,00)	3,38 (11,10)	2,68 ab (7,00)	2,17
P5 (120)	0,71 (0,02)	0,78 (0,12)	0,84 (0,22)	0,79 (0,14)	1,28 (1,32)	2,54 (6,56)	2,97 (9,05)	3,82 (15,33)	3,86 (15,13)	4,30 (19,10)	3,48 (12,01)	2,37 b (5,19)	2,34
Prob	0,4297	0,3284	0,7275	0,3168	0,2242	0,9058	0,7098	0,9546	0,3415	0,4610	0,0929	0,0087	0,4914
S. sign	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	HS	NS

Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes par le test de Student- Newman- Keuls au seuil de 5%.

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées.

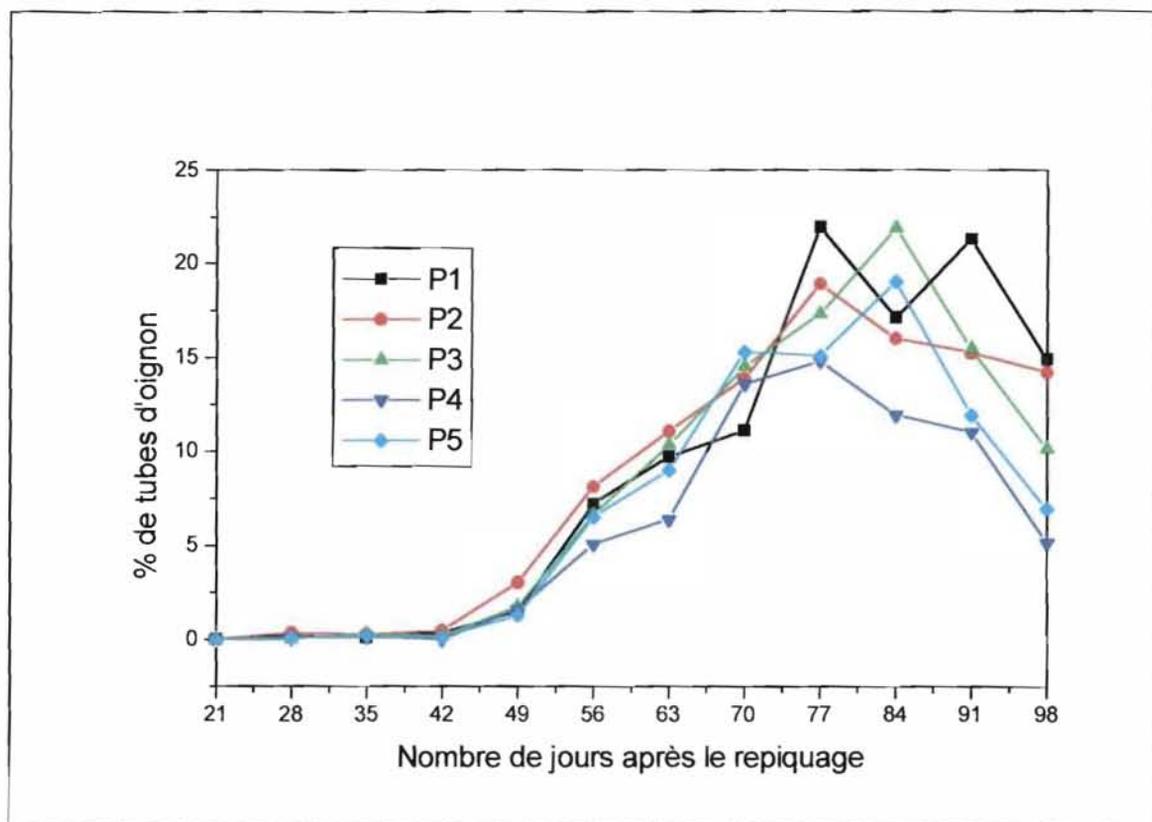


Figure 7 : Evolution du taux moyen de tubes d'oignon en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha).

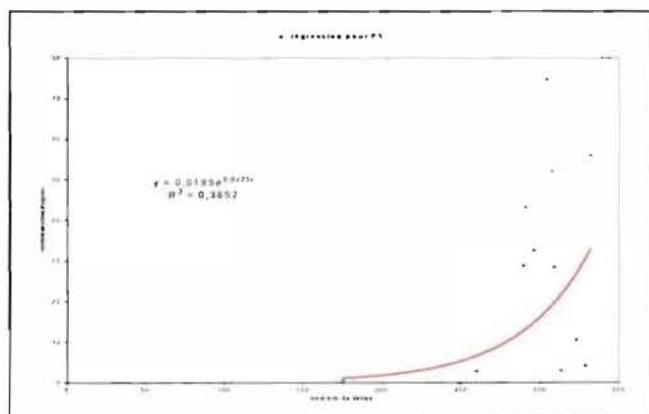
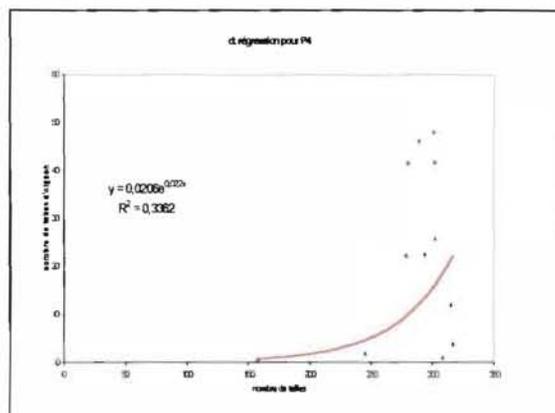
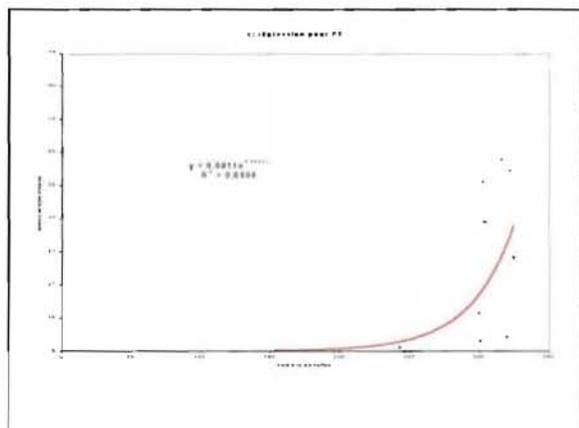
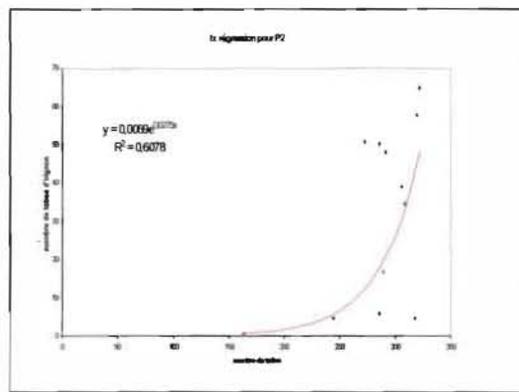
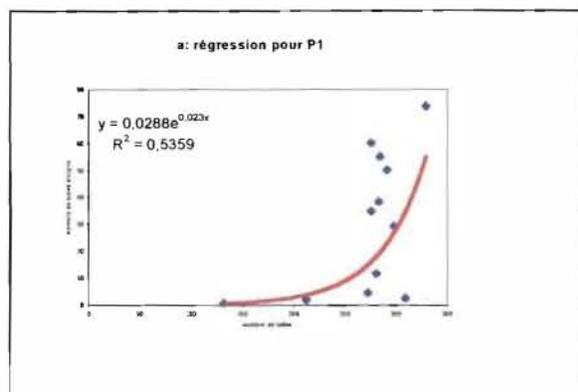


Figure 8 : Analyses de régression exponentielles du nombre de tubes d'oignon sur le nombre de talles en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P_2O_5 ; P2 = 30 kg de P_2O_5 ; P3 = 60 kg de P_2O_5 ; P4 = 90 kg de P_2O_5 ; P5 = 120 kg de P_2O_5 /ha)

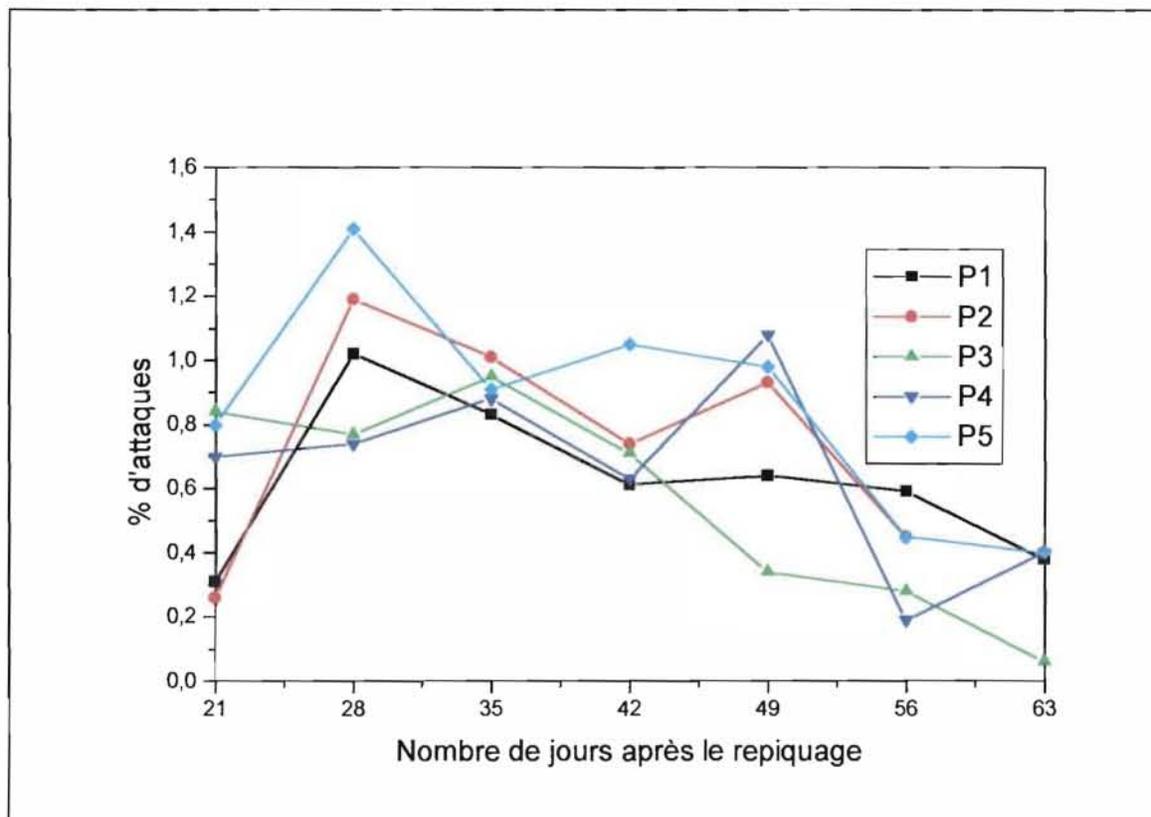


Figure 9 : Evolution du taux moyen de « cœurs morts » en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

Tableau X. Evolution du pourcentage moyen de panicules blanches en fonction des doses de phosphore (transformation : racine carrée (% de panicules blanches + 0,5))

Doses (kg de P ₂ O ₅ / ha)	Nombre de jours après le repiquage					
	70	77	84	91	98	Moy
P1 (0)	0,70 (0,00)	0,70 (0,00)	0,80 (0,19)	0,77 (0,11)	0,86 (0,28)	0,77 (0,12)
P2 (30)	0,70 (0,00)	0,78 (0,13)	0,86 (0,28)	0,86 (0,29)	0,99 (0,48)	0,84 (0,24)
P3 (60)	0,70 (0,00)	0,70 (0,00)	0,96 (0,55)	0,86 (0,28)	0,70 (0,00)	0,78 (0,17)
P4 (90)	0,70 (0,00)	0,81 (0,21)	0,82 (0,20)	0,91 (0,36)	0,79 (0,17)	0,81 (0,19)
P5 (120)	0,70 (0,00)	0,81 (0,21)	0,84 (0,26)	0,90 (0,35)	0,88 (0,36)	0,83 (0,23)
Prob	0,0	0,7222	0,8682	0,8215	0,2259	0,8729
S sign.	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées.

5. 2. 3. Discussion et conclusion sur les attaques des insectes ravageurs observés au champ

Les doses croissantes de phosphore ont eu un effet marqué sur la réduction des taux de tubes d'oignon seulement à 98 JAR. Pour les autres dates, le phosphore n'a pas eu d'effet sur ce type de dégâts.

Pour ce qui est des « cœurs morts » et des « panicules blanches », l'examen des données relatives aux attaques de *Chilo* spp. et de *Diopsis* spp. montre qu'il n'y a pas eu d'influence des doses croissantes de phosphore sur ces attaques. Ces dégâts sont même restés faibles sur l'ensemble des traitements et ceci s'explique par la faible présence de cette catégorie de ravageurs au cours de la saison humide 2000.

5. 3 . EVOLUTION DES POPULATIONS PRE-IMAGINALES ET DU PARASITISME CHEZ *O. oryzivora*

5. 3. 1. Populations pré-imaginales de *O. oryzivora*

a. Populations larvaires

Le tableau XI des analyses statistiques révèle entre les traitements des différences hautement significatives à 42 JAR et significatives lorsqu'on considère les taux moyens. A 42 JAR, les traitements sont réparties en deux groupes : la dose de 30 kg de P_2O_5 / ha la plus infestée avec un taux de larves de 13,45 % qui diffère significativement des autres traitements qui ont des taux comparables à celui du témoin et des valeurs respectives de 4,14 % pour le témoin, de 5,16 % pour la dose de 60 kg de P_2O_5 / ha, de 3,49 % pour la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha et de 4,22 % pour la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha. En ce qui concerne les moyennes générales on distingue 3 groupes : la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha la plus attaquée avec un taux de larves de 9,59 %, le témoin, la dose de 60 kg et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha qui ne présentent pas de différence entre elles avec des taux respectifs de 7,66 % ; 7,62 % et 7,45 %. Enfin la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha, la moins attaquée se distingue des autres avec un taux de 6,94 %.

La figure 10 nous montre que les larves sont observées tôt dans les dissections à partir de 21 JAR pour tous les traitements avec une croissance des taux jusqu'au 77^eJAR. Au cours des 12 dissections réalisées tous les traitements connaissent au moins un pic. Ainsi la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha, la plus attaquée connaît 4 pics : à 42 , 56 , 70 et 91 JAR avec des taux de larves respectifs de 13,45 %, 12,92 %, 17,02 % et 13,81 %. Le témoin connaît 2 pics à 28 JAR (3,17 %) et à 49 JAR (9,69 %). Les doses de 60 kg , de 90 kg et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha connaissent chacun un seul pic ; la première à 63 JAR (13,05 %), la seconde à 77 JAR (16,86 %) et la troisième à 98 JAR (8,63 %).

La figure 11 présente les courbes de régression linéaire simple du nombre moyen de talles sur le nombre moyen de larves ; il se dégage une association positive et significative respectivement pour la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha ($P = 0,0051$), la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha ($P = 0,0031$) et la dose de 120 kg dose de P_2O_5 /ha ($P = 0,0028$), hautement significative pour le témoin ($P = 0,0005$) et très hautement significative pour la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha ($P = 0,0001$). La corrélation entre ces deux variables est forte et positive pour le témoin et la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha avec des coefficients de détermination (R^2) respectifs de 0,7124 et 0,7841 ; ces valeurs restent faibles pour la dose de 60 kg de P_2O_5 (0,5595), la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha (0,5996) et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha (0,6069).

b. Populations pupales

Selon le tableau XII, les taux moyens de pupes varient de 4,23 % à 5,44 % respectivement pour la dose de 60 kg et celle de 30 kg de P_2O_5 /ha. Le témoin, la dose de 90 kg et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha ont des taux de pupes respectifs de 4,82 %, 4,80 % et 4,48 %.

Les analyses statistiques n'ont pas permis de déceler des différences significatives entre les traitements quelque soit la date d'observation et la dose de phosphore.

La figure 12 montre que les pupes sont observées dès les premières dissections (21 JAR). Faibles au départ, elles connaissent une évolution en dents de scie. A l'exception de la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha, toutes les autres connaissent au moins un pic. Ainsi à 28 JAR, le témoin avec un taux de 2,60 % et la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha avec un taux de 2,58 % sont les plus infestés. A 35 et 98 JAR c'est le témoin qui est le plus attaqué avec des taux de pupes respectifs de 2,88 % et 8,48 %. A 42, 56 et 70 JAR, c'est la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha qui est la plus infestée avec des taux respectifs de 2,44 %, 6,90 % et 8,82 %. A 77 JAR, c'est la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha qui est la plus infestée avec le taux le plus élevé des 12 dissections (11,04 %). Enfin à 84 JAR c'est la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha qui est la plus infestée avec un taux de pupes de 10,88%. Dans l'ensemble, en considérant les moyennes générales, le taux de pupes varie de 4,23 % pour la dose de 60 kg de P_2O_5 la moins attaquée à 5,44 % pour la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha ; la plus attaquée.

La figure 13 présente les courbes de régression linéaires simples du nombre moyen de talles sur le nombre moyen de pupes. Il se dégage une association non significative pour la dose de 120 kg de P_2O_5 ($P = 0,0608$), significative pour la dose de 60 kg de P_2O_5 ($P = 0,005$) et la dose de 90 kg de P_2O_5 ($P = 0,0011$), hautement significative pour la dose de 30 kg de P_2O_5 ($P = 0,0009$) et très hautement significative pour le témoin ($P = 0,00006$). La corrélation entre ces deux variables est positive pour toutes les doses, forte pour le témoin ($R^2 = 0,8166$) et faible pour le reste avec pour la dose de 30 kg de P_2O_5 ($R^2 = 0,6782$), la dose de 60 kg de P_2O_5 ($R^2 = 0,5573$), la dose de 90 kg de P_2O_5 ($R^2 = 0,6704$) et la dose de 120 kg de P_2O_5 ($R^2 = 0,3084$)

**Tableau XI. Evolution du pourcentage moyen des larves de *O. oryzivora* en fonction des doses de phosphore
(transformation : racine carrée (% de larves+ 0,5))**

Doses (kg de P ₂ O ₅ / ha)	Nombre de jours après le repiquage												Moyenne générale
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	
P1(0)	1,025 (0,70)	1,767 (3,17)	2,075 (4,23)	1,982 b (4,14)	3,049 (9,69)	2,631 (7,28)	2,560 (6,49)	3,763 (14,52)	3,653 (13,44)	3,033 (10,08)	3,091 (10,07)	2,709 (8,18)	2,61 ab (7,66)
P2(30)	1,326 (1,53)	1,286 (1,25)	2,160 (4,51)	3,699 a (13,45)	2,676 (7,19)	3,509 (12,92)	2,917 (8,86)	4,184 (17,02)	3,842 (14,49)	3,463 (13,04)	3,604 (13,81)	2,671 (7,06)	2,94 a (9,59)
P3(60)	0,707 (0,00)	0,946 (0,63)	2,010 (4,26)	2,359 b (5,16)	2,221 (5,30)	2,878 (8,40)	3,523 (13,05)	3,740 (13,65)	3,791 (14,60)	3,448 (12,11)	3,242 (10,91)	1,825 (3,38)	2,55 ab (7,62)
P4(90)	1,359 (1,75)	1,281 (1,65)	1,761 (3,22)	1,889 b (3,49)	2,295 (5,27)	2,445 (5,49)	3,074 (9,14)	3,857 (14,61)	4,078 (16,86)	2,980 (9,18)	2,376 (6,29)	2,563 (6,36)	2,49 b (7,94)
P5(120)	1,268 (1,36)	1,134 (1,12)	1,915 (4,90)	2,058 b (4,22)	2,704 (7,34)	2,683 (6,95)	2,599 (7,27)	3,255 (10,92)	3,816 (14,89)	3,536 (12,14)	3,151 (9,75)	2,709 (8,63)	2,56 ab (7,45)
Prob	0,2779	0,3957	0,9727	0,0032	0,6124	0,3485	0,5094	0,4006	0,9599	0,8720	0,5111	0,6415	0,0484
S sign	NS	NS	NS	HS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S

Les valeurs suivies d'une même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%.

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées

**Tableau XII. Evolution du pourcentage moyen de pupes de *O. oryzivora* en fonction des doses de phosphore
(transformation : racine carrée (% de pupes + 0,5))**

Doses (kg de P ₂ O ₅ / ha)	Nombre de jours après le repiquage												
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	Moyenne Générale
P1(0)	0,707 (0,00)	1,564 (2,60)	1,650 (2,88)	1,315 (1,50)	2,081 (4,18)	2,455 (6,01)	2,113 (4,14)	2,578 (6,40)	2,828 (7,73)	2,649 (6,94)	2,701 (7,00)	2,792 (8,48)	2.12 (4,82)
P2(30)	1,230 (1,42)	1,633 (2,58)	1,168 (1,04)	1,561 (2,44)	1,919 (3,59)	2,604 (6,90)	1,837 (3,08)	2,998 (8,82)	2,930 (8,47)	3,251 (10,44)	3,031 (8,76)	2,601 (7,76)	2.23 (5,44)
P3(60)	0,896 (0,44)	1,077 (0,90)	1,000 (0,66)	0,966 (0,54)	1,738 (3,62)	2,162 (4,51)	1,924 (3,52)	2,633 (6,66)	2,985 (8,68)	2,818 (7,76)	2,603 (6,58)	2,582 (6,97)	1.19 (4,23)
P4(90)	1,038 (0,74)	1,154 (1,24)	0,889 (0,42)	1,362 (1,52)	2,017 (4,18)	2,099 (4,03)	2,008 (3,68)	2,557 (6,68)	3,381 (11,04)	3,054 (9,19)	3,017 (8,93)	2,420 (5,92)	2.08 (4,80)
P5(120)	1,357 (1,77)	0,841 (0,28)	1,011 (0,67)	1,415 (1,70)	1,857 (3,11)	1,737 (2,81)	2,216 (4,79)	2,860 (7,94)	2,718 (7,05)	3,273 (10,88)	2,772 (8,12)	1,985 (4,58)	2.00 (4,48)
Prob	0,3531	0,3159	0,2636	0,5481 a	0,9668	0,3315	0,8288	0,7770	0,3871	0,6092	0,8077	0,8359	0,2132
S sign	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées

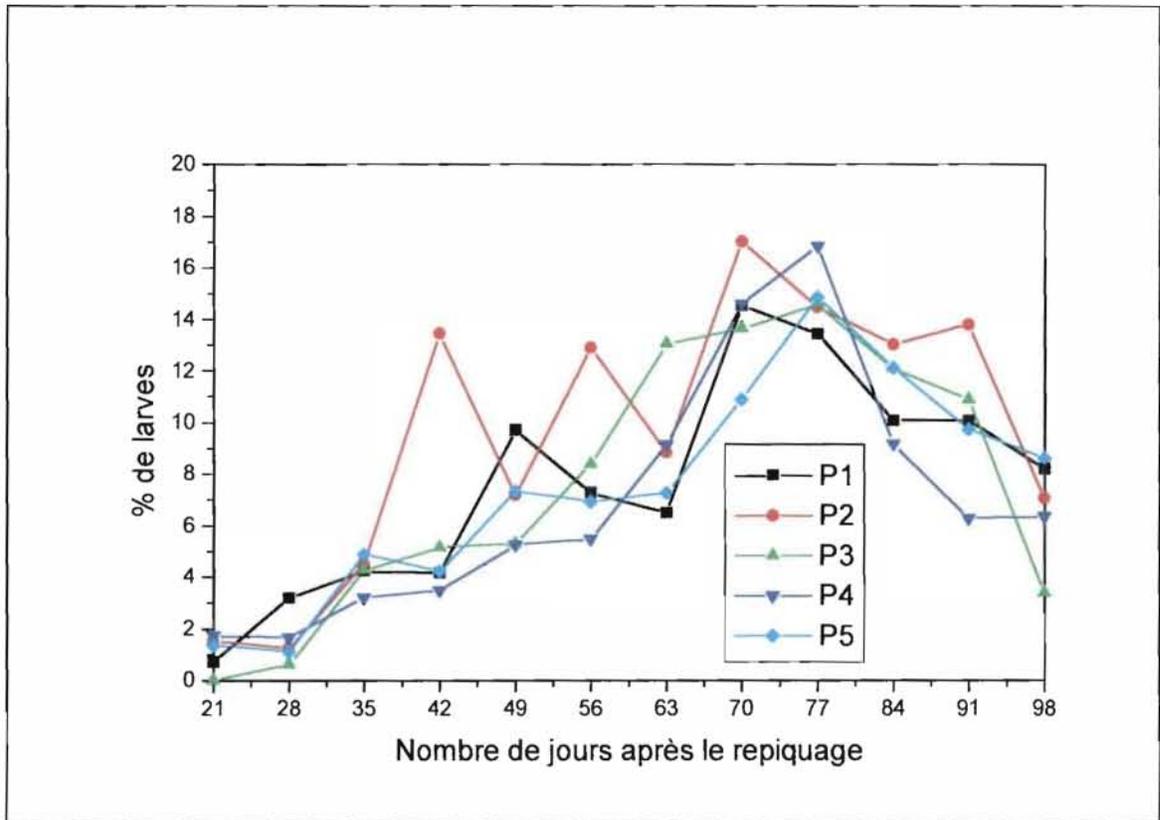
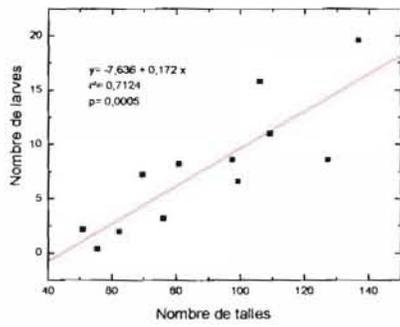
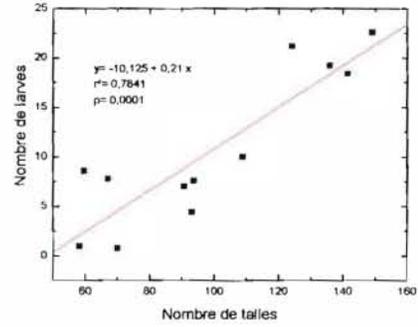


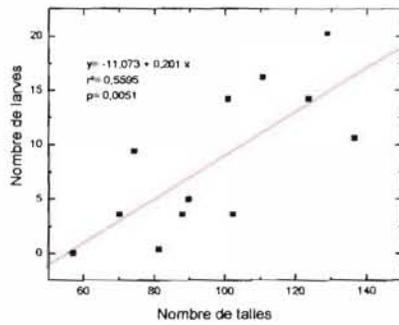
Figure 10 : Evolution du taux de larves de *O. oryzivora* en fonction des doses de phosphore(P1 = 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)



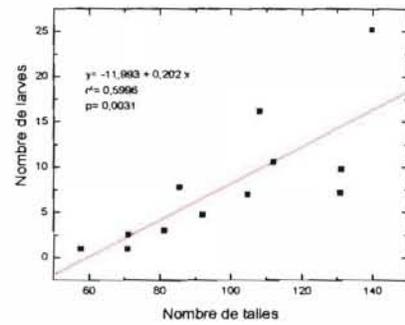
a : régression pour P1



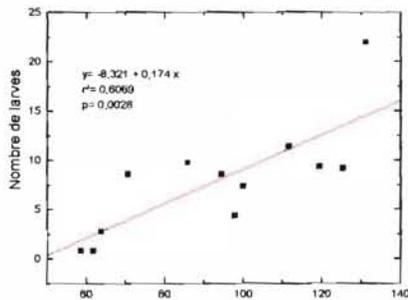
b : régression pour P2



c : régression pour P3



d : régression pour P4



e : régression pour P5

Figure 11 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de larves de *O. oryzivora* sur le nombre de tiges en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P_2O_5 ; P2 = 30 kg de P_2O_5 ; P3 = 60 kg de P_2O_5 ; P4 = 90 kg de P_2O_5 ; P5 = 120 kg de P_2O_5 /ha)

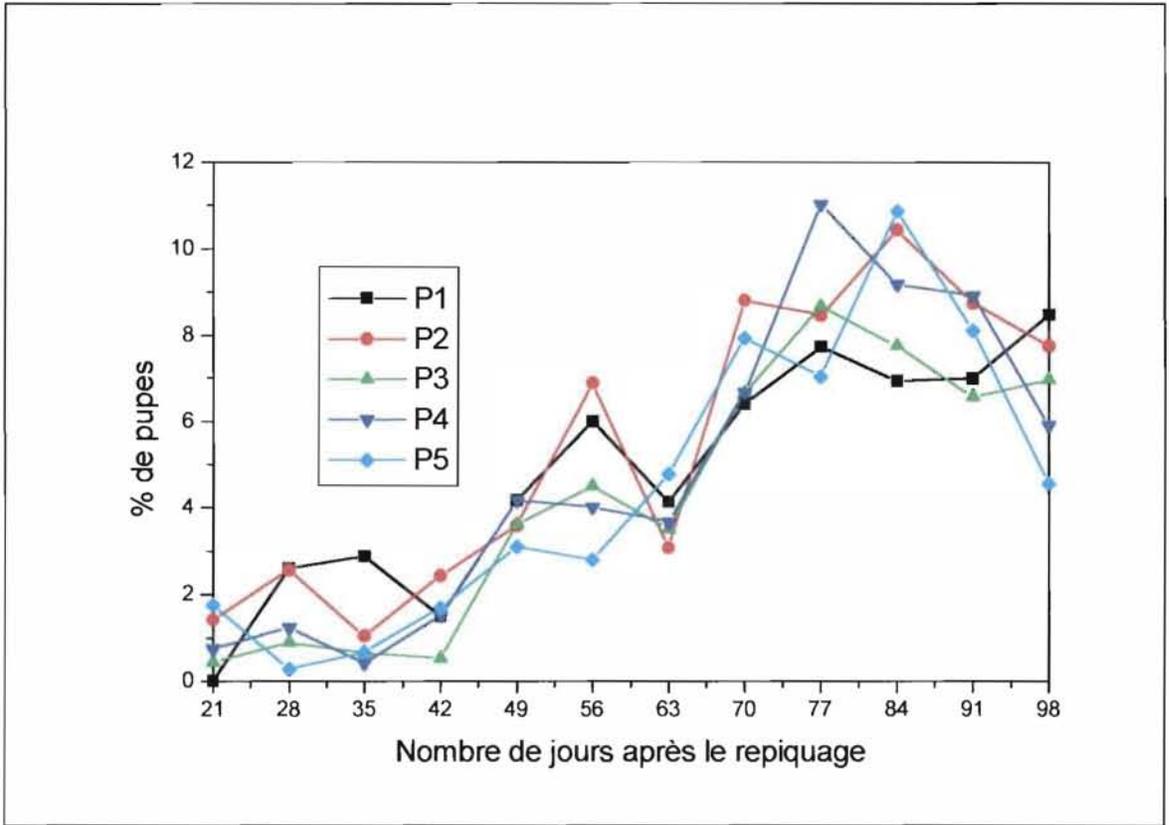


Figure 12 : Evolution du taux moyen de pupes de *O. oryzivora* en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P_2O_5 ; P2 = 30 kg de P_2O_5 ; P3 = 60 kg de P_2O_5 ; P4 = 90 kg de P_2O_5 ; P5 = 120 kg de P_2O_5 / ha)

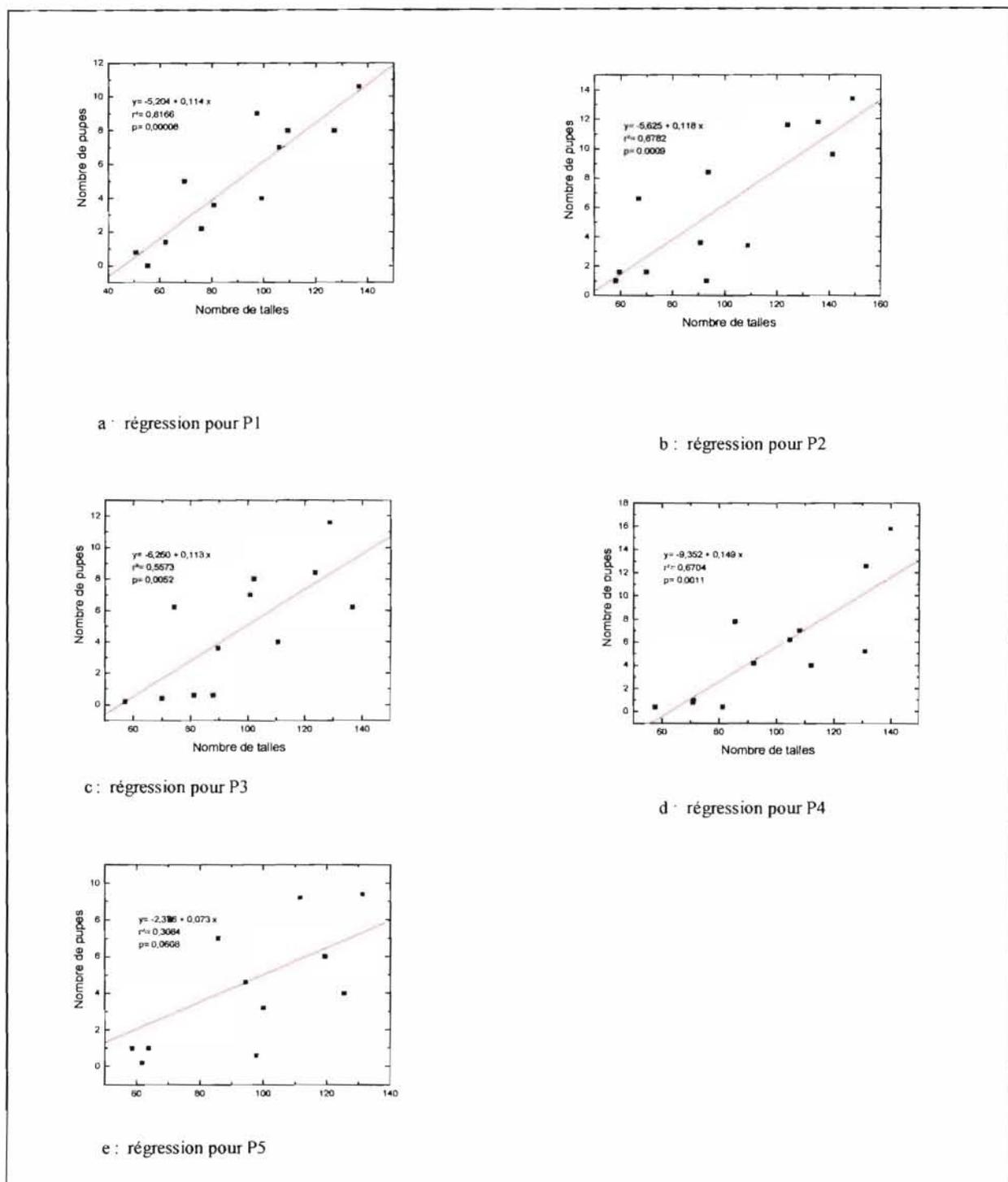


Figure 13 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de pupes de *O. oryzivora* sur le nombre de talles en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P_2O_5 ; P2 = 30 kg de P_2O_5 ; P3 = 60 kg de P_2O_5 ; P4 = 90 kg de P_2O_5 ; P5 = 120 kg de P_2O_5 / ha)

5.3.2. Parasitisme affectant les populations pré-imaginale de *O. oryzivora*

a. Parasitisme larvaire dû à *Platygaster diplosisae*

Selon le **tableau XIII**, les analyses statistiques révèlent des différences significatives entre les traitements à 56 JAR et hautement significatives à 98 JAR. A 56 JAR, le témoin et les doses de 30 kg, 60 kg et 90 kg de P_2O_5 /ha constituant la première catégorie induisent plus de parasitisme avec des taux comparables respectifs de 30,86 %, 23,02 %, 30,86 % et 14,71 %. La dose de 120 kg de P_2O_5 /ha, la moins parasitée s'écarte des autres avec un taux de parasitisme de 6,03 %. A 98 JAR, les traitements sont groupés en 2 catégories ; la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha ayant induit plus de parasitisme avec un taux de 92,73 % est significativement différente des autres traitements qui ont des taux comparables de 46,28 % (témoin), 32,16 % (30 kg de P_2O_5), 47,23 % (90 kg de P_2O_5) et 32,74 % (120 kg de P_2O_5).

La figure 14 montre que *P. diplosisae* s'installe tardivement et n'est observé en général qu'à partir de 35 JAR. Ce parasitisme larvaire connaît ensuite une croissance qui se stabilise entre 56 et 77 JAR. Les traitements connaissent au moins un pic à partir de 35 JAR à l'exception de la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha. A 35 et à 63 JAR c'est le témoin qui est le plus favorable au parasitisme avec des taux de 4,00 % et de 32,33 %. A 49 et à 70 JAR c'est la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha qui a favorisé le plus de parasitisme larvaire avec des taux respectifs de 27,21 % et 35,57%. A 56, 77 et 98 JAR c'est la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha qui est la plus favorable avec des taux respectifs de 39,97, 38,93 et 92,73 %. A 84 JAR, la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha comporte un taux de parasitisme de 55,35 %. En moyenne sur les 12 dissections réalisées, la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha se dégage comme la plus favorable au parasitisme larvaire avec un taux de 23,96 % et la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha la moins favorable avec un taux de 16,75 %.

La figure 15 présente les courbes de régression linéaires simples du nombre moyen de larves parasitées sur le nombre moyen de larves, il se dégage une association hautement significative pour le témoin ($P = 0,0002$) et la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha ($P = 0,0076$) et très hautement significative pour la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha ($P = 0,000008$), la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha ($P = 0,00004$) et celle de 120 kg de P_2O_5 /ha ($P = 0,00016$). Cette analyse montre également une forte corrélation positive entre le nombre de larves parasitées et le nombre de larves pour toutes les doses avec des coefficients de détermination R^2 de 0,7643 (témoin), 0,8732 (30 kg de P_2O_5), 0,8291 (60 kg de P_2O_5), 0,5260 (90 kg de P_2O_5) et 0,7748 (120 kg de P_2O_5). Ce qui signifie que quelle que soit la dose de phosphore le nombre de larves parasitées augmente en fonction de l'augmentation du nombre de larves.

b. Parasitisme pupal dû à *Aprostocetus procerae*

Selon le **tableau XIV**, il n'y a pas de différence significative entre les traitements. Toutefois, on observe un taux de parasitisme pupal élevé au delà du 77^e JAR. A cette date, la dose de 120 kg de P₂O₅ est la moins favorable au parasitisme avec un taux de 24,33 % et la dose de 90 kg de P₂O₅ /ha est la plus favorable avec un taux de 49,16 %. A 84 JAR, la dose de 30 kg de P₂O₅ est la plus favorable avec un taux de 65,61 % et la dose de 120 kg de P₂O₅ est la moins favorable (27,19 %). A 91 JAR, c'est la dose de 120 kg de P₂O₅ qui est la plus parasitée avec un taux de 71,53 % et le témoin le moins parasité avec un taux de 43,06 %. A 98 JAR, le témoin vient en tête avec un taux de 88,12 % et la dose de 120 kg de P₂O₅ /ha en dernière position avec un taux de 34,55 %. En général, sur les 12 dissections réalisées, la moyenne indique que le taux de parasitisme pupal de la cécidomyie a varié de 20,01 % pour la dose de 120 kg de P₂O₅ /ha la moins favorable à 27,28 % pour la dose de 60 kg de P₂O₅ la plus favorable. Les autres traitements ont des taux comparables de 25,37 % (témoin), 24,75 % (30 kg de P₂O₅ /ha) et 27,03 % (90 kg de P₂O₅ /ha).

La figure 16 montre qu'en général le parasitisme pupal est observé à partir du 28^e JAR ; il croît jusqu'à 63 JAR avant de connaître une baisse à 77 JAR . Au delà et jusqu'à 98 JAR il connaît une croissance pour tous les traitements sauf pour la dose de 120 kg de P₂O₅ /ha. Tous les traitements connaissent au moins un pic sauf le témoin. A 56 JAR, c'est la dose de 60 kg de P₂O₅ /ha qui est en tête avec un parasitisme de 48,89 %. A 63 et 91 JAR, la dose de 120 kg de P₂O₅ /ha vient en tête avec des taux respectifs de 41,88 % et 71,53 %. A 70 et 84 JAR, la dose de 30 kg de P₂O₅ /ha est la plus parasitée avec des taux de 35,68 % et 65,61 %. Enfin à 98 JAR, la dose de 90 kg de P₂O₅ /ha a le taux de parasitisme le plus élevé avec 88,12 %.

La figure 17 qui présente les courbes de régression linéaires simples du nombre moyen de pupes parasitées sur le nombre de pupes révèle une association hautement significative pour le témoin ($R^2 = 0,63263$ et $P = 0,0019$) et la dose de 120 kg de P₂O₅ /ha ($R^2 = 0,6704$ et $P = 0,0011$) et très hautement significative avec les coefficients de détermination et les probabilités pour la dose de 30 kg de P₂O₅ /ha ($R^2 = 0,6839$ et $P = 0,0009$), pour la dose de 60 kg de P₂O₅ /ha ($R^2 = 0,8158$ et $P = 0,00006$) et pour la dose de 90 kg de P₂O₅ /ha ($R^2 = 0,8414$ et $P = 0,00003$).

c. Parasitisme cumulé de *O. oryzivora* dû à *P. diplosisae* et *A. procerae*

Selon le **tableau XV**, les analyses statistiques ne révèlent pas de différences significatives entre les traitements sauf à 70 JAR. A cette date, les traitements sont groupés en 3 catégories : la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha avec un taux de parasitisme cumulé de 35,75 % se classe en tête ; les autres traitements sont comparables avec des taux de parasitisme de 31,79 % (témoin), 27,49 % (la dose de 60 kg de P_2O_5), et 29,50 % (la dose de 90 kg de P_2O_5), enfin c'est la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha qui enregistre le taux de parasitisme le plus bas de 24,24 %.

Mais même s'il n'y a pas de différence significative entre les traitements pour les autres dates, il faut remarquer que c'est à partir de 77 JAR que le parasitisme cumulé prend de l'ampleur et est supérieur à 23 % pour tous les traitements. A 77 et 98 JAR c'est la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha qui a favorisé le plus l'action des deux parasitoïdes à l'inverse de la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha avec des taux respectifs pour la première de 40,01 % et 78,80 % et pour la seconde de 23,78 % et 37,86 %. A 84 JAR, la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha favorise mieux le parasitisme cumulé avec un taux de 53,23 % à l'inverse du témoin qui a un taux de 37,05 %. A 91 JAR, la dose de 90 kg de P_2O_5 /ha est la plus favorable à l'opposé du témoin avec des taux respectifs de 57,93 % et 37,39 %.

La **figure 18** montre que le parasitisme cumulé est faible ou nul jusqu'à 42 JAR. De 42 à 70 JAR, il évolue en dents de scie pour atteindre des taux oscillants entre 20 et 40 % . Les traitements atteignent les taux maxima entre 84 et 98 JAR. Le plus faible taux est enregistré avec la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha (53,23 %) et le taux le plus élevé avec la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha (74,89 %). Les autres traitements ont des valeurs respectives de 70,26% (témoin), 61,92% (dose de 90 kg de P_2O_5) et 55,05% (dose de 120 kg de P_2O_5).

d. Comparaison du parasitisme dû à *Platygaster. diplosisae* et celui dû à *Aprostocetus procerae*

La **figure 19** montre que c'est le parasitoïde pupal *A. procerae* qui s'installe le premier (28 JAR) et que le parasitoïde larvaire *P. diplosisae* est observé une semaine plus tard (35 JAR). Les deux parasitoïdes connaissent des courbes ascendantes tout au long des 12 dissections réalisées sauf à 70 JAR pour *A. procerae* où il y a une chute (21,55 %). *P. diplosisae* n'a dominé sur *A. procerae* qu'à 35, 49 et 70 JAR avec des taux respectifs de 0,80 %, 14,65 % et 28,79 %. En général c'est *A. procerae* qui a pris le dessus sur *P. diplosisae* au cours des 12 dissections avec des taux variant de 1,33 à 66,58 % pour le premier et de 0,80 à 50,23 % pour le second.

Tableau XIII. Evolution du pourcentage moyen de larves de *O. oryzivora* parasitées par *Platygaster diplosisae* transformations : Arcsin (racine carrée du % de larves parasitées) en fonction des doses de phosphore.

Doses (kg de P ₂ O ₅ / ha)	Nombre de jours après le repiquage												
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	Moy
P1(0)	0,00	0,00	5,31	0,00	9,64	30,54 ab	34,13	32,70	36,98	18,63	30,33	39,64 b	19,82
	(0,00)	(0,00)	(4,00)	(0,00)	(6,67)	(30,86)	(32,33)	(29,81)	(37,42)	(17,33)	(31,27)	(46,28)	(19,66)
P2(30)	0,00	0,00	0,00	3,51	27,94	28,35 ab	21,81	36,07	34,26	31,55	40,17	28,24 b	20,99
	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(1,82)	(27,21)	(23,02)	(21,32)	(35,57)	(32,97)	(32,50)	(42,48)	(32,16)	(20,75)
P3(60)	0,00	0,00	0,00	0,00	22,88	38,31 a	23,62	29,06	38,39	22,69	28,30	82,58 a	23,81
	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(22,99)	(39,97)	(21,12)	(24,86)	(38,93)	(19,80)	(27,10)	(92,73)	(23,96)
P4(90)	0,00	0,00	0,00	0,00	13,53	20,05 ab	29,42	31,86	23,77	50,53	35,69	43,40 b	20,68
	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(8,89)	(14,71)	(26,28)	(28,31)	(17,28)	(55,35)	(39,50)	(47,23)	(19,80)
P5(120)	0,00	0,00	0,00	0,00	10,14	9,10 b	27,63	29,63	21,67	39,55	39,73	31,19 b	17,35
	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(0,00)	(7,50)	(6,03)	(26,17)	(25,39)	(20,88)	(39,89)	(42,42)	(32,74)	(16,75)
Prob			0,4307	0,4307	0,5952	0,0347	0,9042	0,7477	0,1963	0,1021	0,7731	0,0021	0,5972
S. sign	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS	HS	NS

Les valeurs suivies d'une même lettre dans une même colonne ne sont pas significativement différentes par le test de Student - Newman - Keuls au seuil de 5%

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées

Tableau XIV. Evolution du pourcentage moyen de pupes parasitées par *Aprostocetus procerae* en fonction des doses de phosphore transformation : Arcsin (racine carrée du % de pupes parasitées)

Traitement (kg de P ₂ O ₅ /ha)	Nombre de jours après le repiquage												
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	Moy
P1(0)	0,00 (0,00)	7,053 (6,67)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	31,99 (33,23)	28,70 (28,19)	28,94 (24,89)	37,45 (37,53)	41,11 (42,77)	40,97 (43,06)	56,43 (88,12)	22,72 (25,37)
P2(30)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	24,09 (21,39)	32,61 (34,17)	36,49 (35,68)	31,43 (28,02)	59,20 (65,61)	46,08 (51,67)	51,83 (60,52)	23,47 (24,75)
P3(60)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	3,894 (2,22)	46,95 (48,89)	16,85 (18,00)	22,12 (17,52)	38,98 (45,12)	51,19 (63,82)	54,88 (61,53)	60,52 (70,19)	24,61 (27,28)
P4(90)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	22,52 (22,67)	39,23 (40,24)	20,95 (16,52)	44,53 (49,16)	48,54 (53,33)	52,67 (62,89)	66,75 (79,52)	24,60 (27,03)
P5(120)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	25,45 (27,50)	40,12 (41,88)	18,52 (13,11)	29,29 (24,33)	32,41 (27,19)	62,79 (71,53)	29,70 (34,55)	19,85 (20,01)
Prob	0	0,4307	0	0	0,4307	0,4307	0,61272	0,1521	0,3835	0,344	0,2087	0,2971	0,5188
S. sign	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées

Tableau XV. Evolution du pourcentage moyen de parasitisme cumulé. transformations :
Arcsin (racine carrée (% de larves parasitées + % pupes parasitées)) en fonction des doses de phosphore

Doses (kg de P ₂ O ₅ /ha)	Nombre de jours après le repiquage												
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	Moy
P1(0)	0,00 (0,00)	4,141 (2,5)	5,313 (4,00)	0,00 (0,00)	8,453 (5,21)	30,443 (30,48)	30,27 (30,35)	31,797 ab (28,03)	37,052 (37,18)	36,502 (37,05)	37,381 (37,39)	57,05 (70,26)	23,200 (23,54)
P2(30)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	3,100 (1,43)	15,227 (11,67)	26,923 (21,20)	22,76 (22,75)	35,750 a (34,35)	33,850 (31,88)	46,967 (53,23)	42,916 (46,75)	40,42 (47,36)	22,325 (22,55)
P3(60)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	18,440 (15,96)	33,371 (30,52)	23,32 (19,79)	27,491 ab (22,13)	38,694 (40,01)	37,476 (37,58)	41,486 (44,04)	63,21 (74,80)	23,624 (23,73)
P4(90)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	10,148 (5,22)	23,316 (19,42)	32,52 (29,88)	29,502 ab (24,39)	33,110 (30,29)	44,090 (49,16)	49,709 (57,93)	51,97 (61,92)	22,863 (23,18)
P5(120)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	0,00 (0,00)	8,328 (5,15)	18,151 (12,62)	45,11 (45,31)	24,243 b (17,12)	28,321 (23,78)	38,443 (38,78)	47,93 (55,05)	34,61 (37,86)	20,428 (19,65)
Prob	0	0,4307	0,4307	0,4307	0,6954	0,3414	0,4209	0,0306	0,5807	0,5630	0,1988	0,0774	0,6984
S. sign	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS	NS	NS	NS

Les valeurs suivies de la même lettre dans la même colonne ne sont pas significativement différentes par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%.

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées

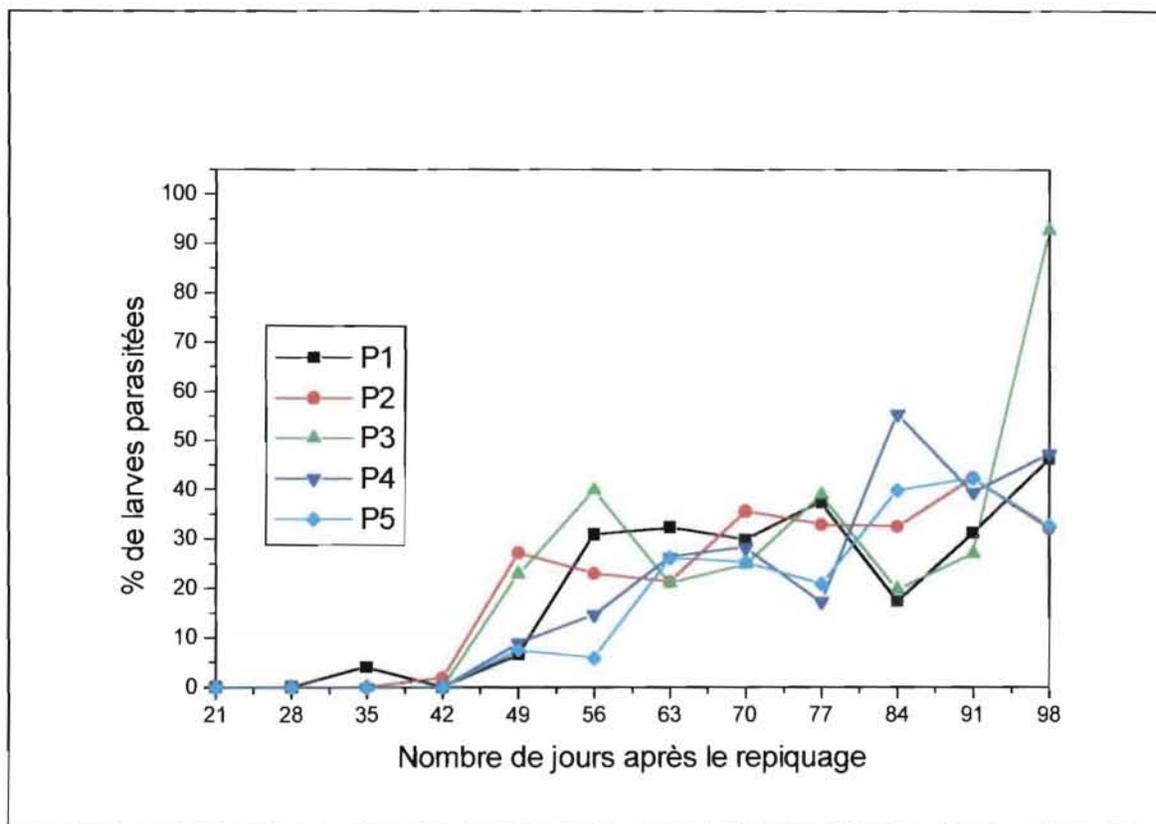
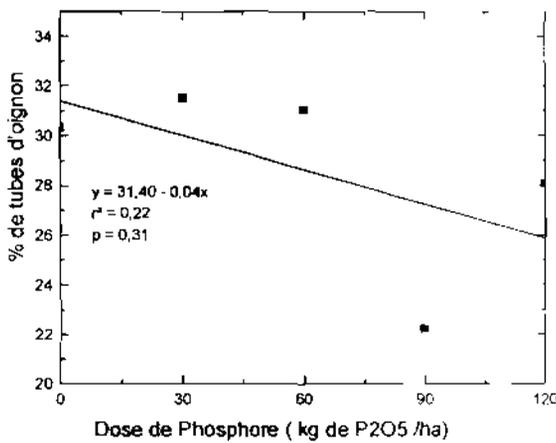


Figure 14 : Evolution du taux moyen de larves de cécidomyie parasitées par *Platygaster diplosisae* en fonction des doses de phosphore (P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

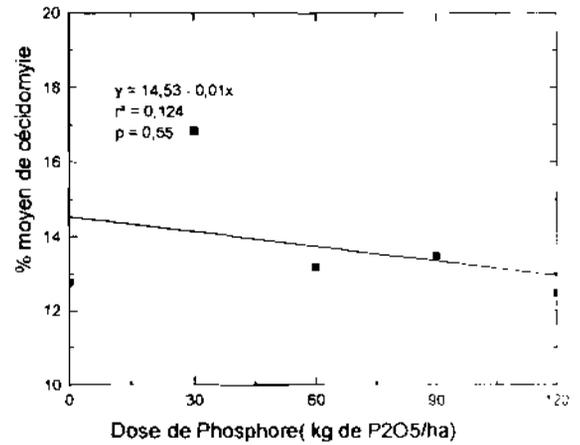
5.3.3. Pression générale de la Cécidomyie du riz en fonction des doses de phosphore

Elle a été appréciée en fonction des analyses de régression mettant d'une part en évidence les relations entre les doses de phosphore et les dégâts de la cécidomyie constitués de « tubes d'oignon » et d'autre part les doses de phosphore et les populations pré-imaginale de la cécidomyie. **La figure 20** montre une association négative et non significative ($P= 0,31$) entre les doses de phosphore et les taux de tubes d'oignon. La corrélation entre ces deux variables est faible et positive avec un coefficient de détermination R^2 de 0,22.

La figure 21 montre également une association négative et non significative ($P= 0,55$) entre les doses de phosphore et le taux de population pré-imaginale de cécidomyie. La corrélation entre ces deux variables est faible et positive avec un coefficient de détermination R^2 de 0,12.



(Figure 20)



(Figure 21)

Figure 20 : Analyses de régression linéaire simple des doses de phosphore sur le % moyen de tubes d'oignon.

Figure 21 : Analyses de régression linéaire simples des doses de phosphore sur les % de populations pré-imaginale de cécidomyie (larves + pupes).

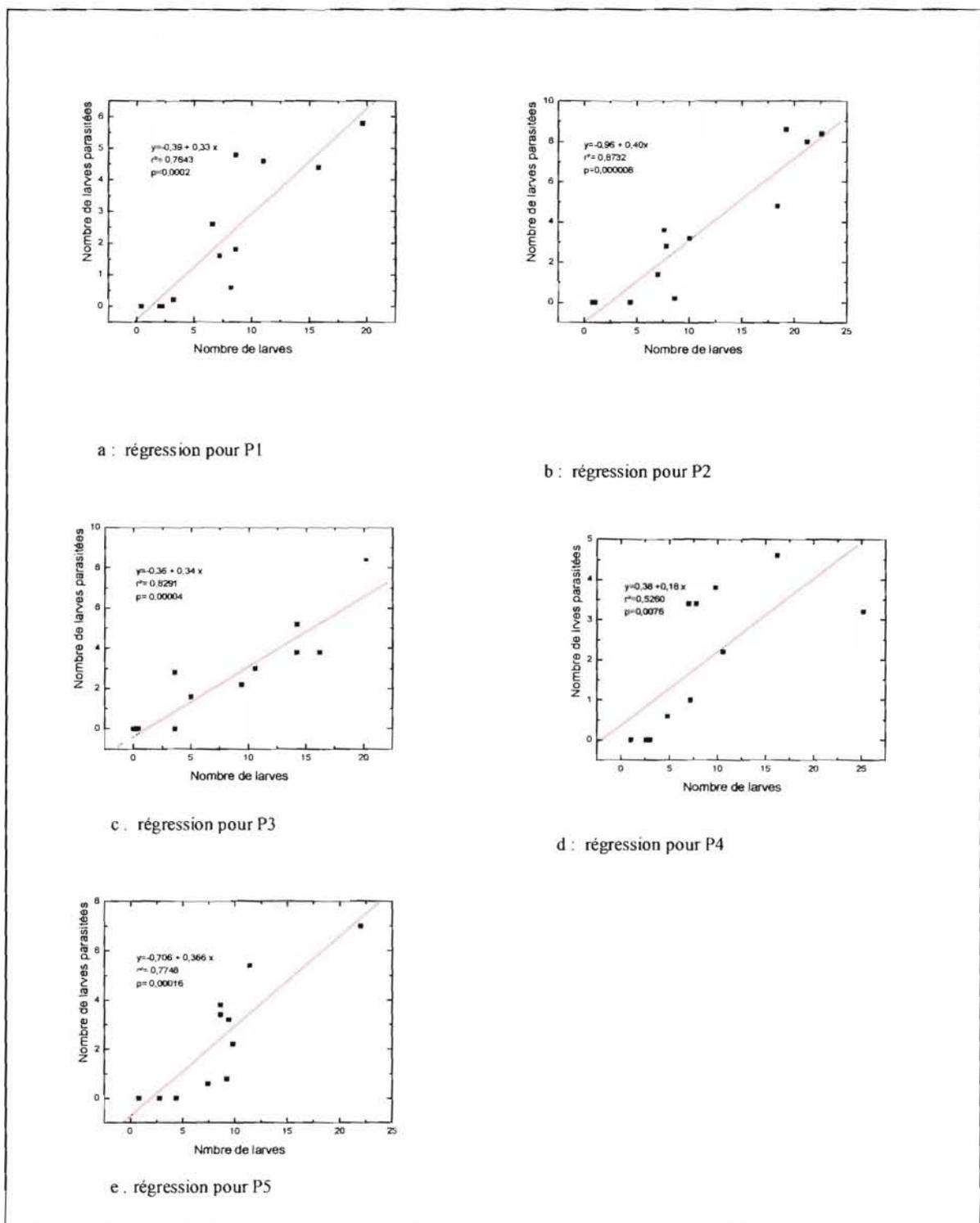


Figure 15 : Analyses de régressions linéaires simples du nombre de larves de cécidomyie parasitées sur le nombre de larves de cécidomyie en fonction des doses de phosphore (P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

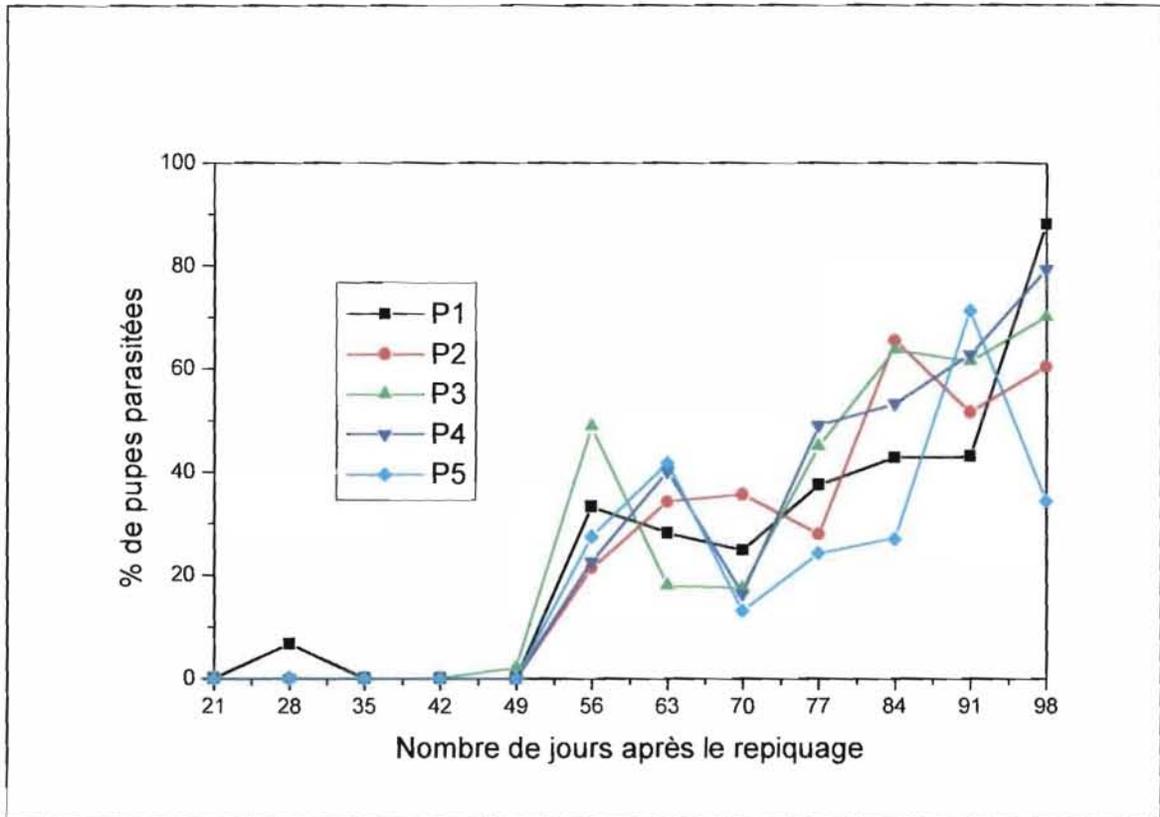
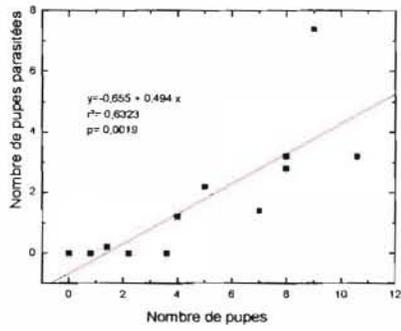
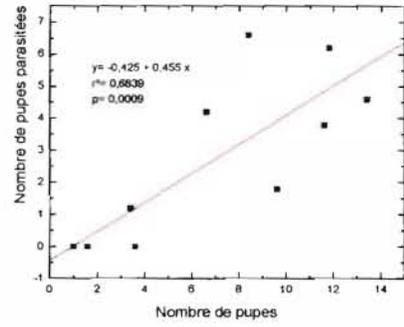


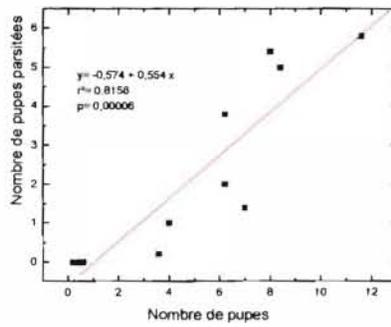
Figure 16 : Evolution du taux moyen de pupes de cécidomyie parasitées par *Aprostocetus procerae* en fonction des doses de phosphore(P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)



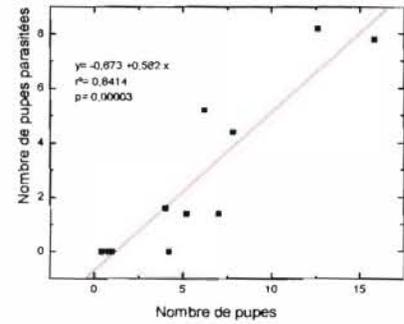
a : régression pour P1



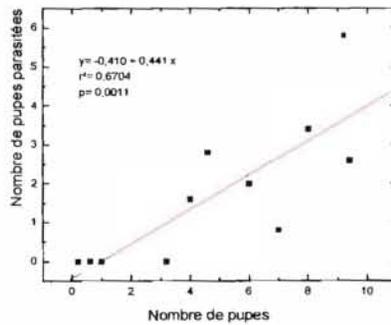
b : régression pour P2



c : régression pour P3



d : régression pour P4



e : régression pour P5

Figure 17 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de pupes parasitées sur le nombre de pupes en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P_2O_5 ; P2 = 30 kg de P_2O_5 ; P3 = 60 kg de P_2O_5 ; P4 = 90 kg de P_2O_5 ; P5 = 120 kg de P_2O_5 / ha)

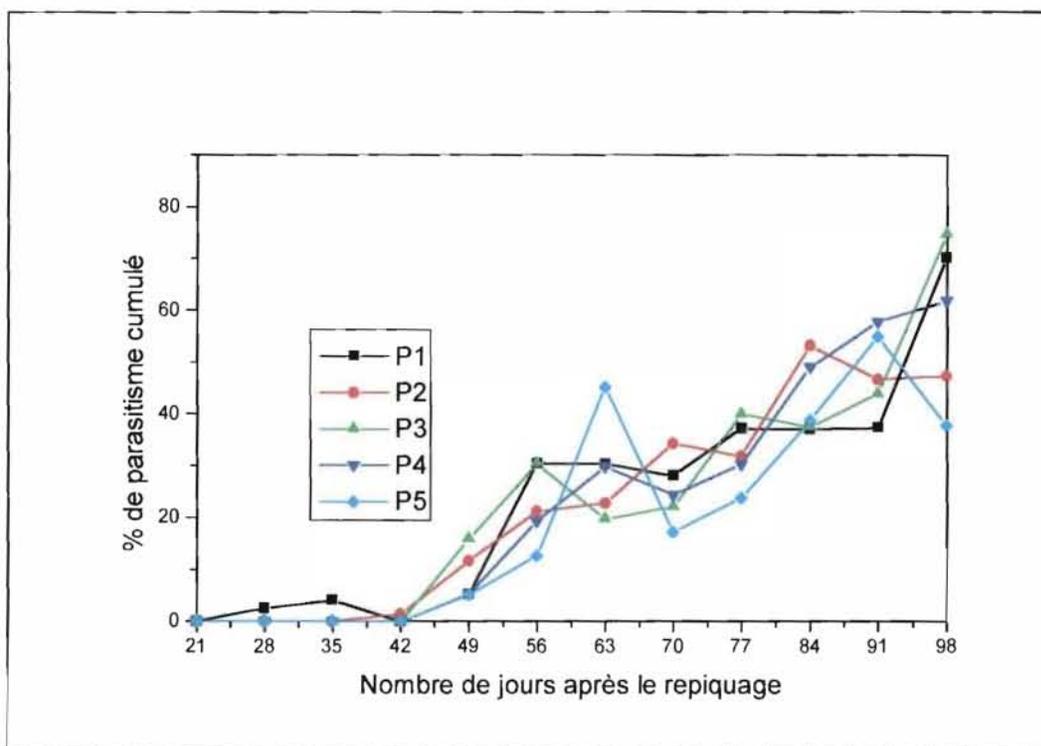


Figure 18 : Evolution du taux moyen de parasitisme cumulé en fonction des doses de phosphore(P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

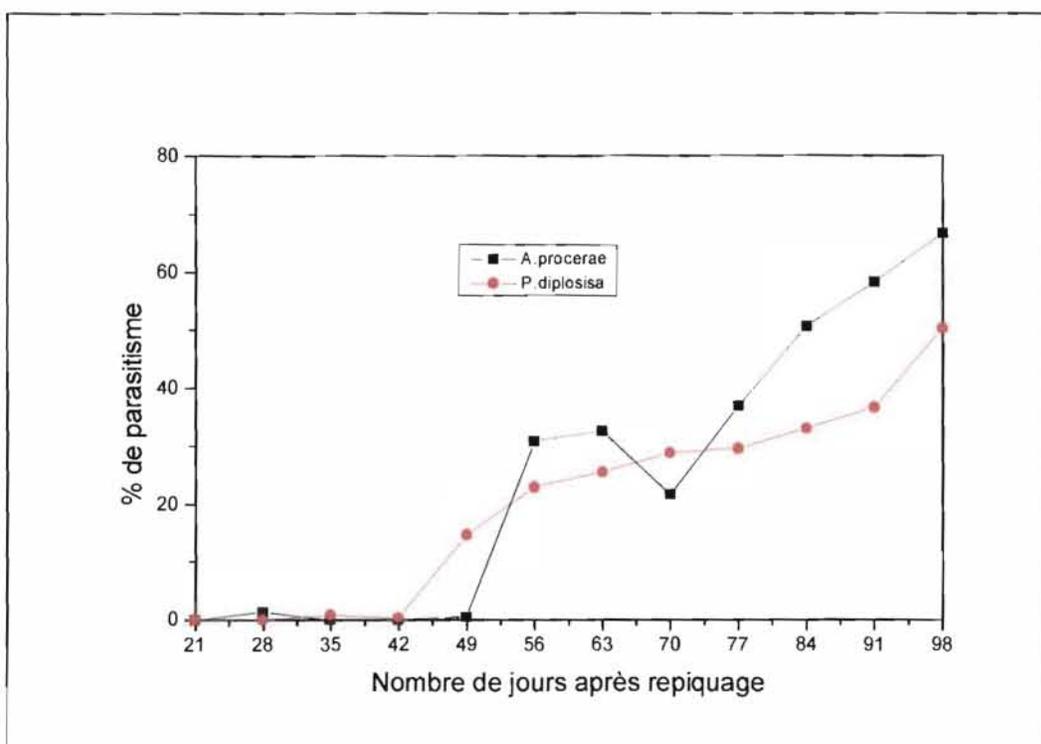


Figure 19 : Evolution du taux de parasitisme dû à *Aprostocetus procerae* et à *Platygaster diplosisae* en fonction du nombre de JAR.

5.3. 4. Discussion et conclusion sur l'influence des doses de phosphore sur les populations de *O. oryzivora* et son cortège parasitaire

Les fortes infestations de *Orseolia oryzivora* ont été surtout observées durant la phase de croissance végétative du riz de 21 à 70 JAR et seraient favorisées en partie par la saison pluvieuse. En effet la pluviométrie et l'hygrométrie ont été identifiées comme étant des facteurs clé dans la variation d'abondance des populations de l'espèce asiatique *O. oryzae* en Asie (HIDAKA, cité par NACRO, 1994). Dans nos conditions expérimentales nous avons enregistré les mêmes facteurs favorables car les précipitations atteignaient 425 mm en Août, le ciel était souvent couvert et l'hygrométrie avoisinait 86 %. Les populations pré-imaginales de la cécidomyie déclinent plus tard vers la fin du cycle du riz à cause probablement du parasitisme qui prend de l'importance. Ce parasitisme est dû aux hyménoptères s'attaquant aux œufs, aux larves et aux pupes de la cécidomyie et réduisant ainsi les populations.

Le parasitisme larvaire exercé sur *O. oryzivora* par *Platygaster diplosisae*, est observé à partir du 35^e JAR. Cette période correspond aux début des importantes gradations des populations de *O. oryzivora* (son hôte). Dans nos dissections, nous avons observé *O. oryzivora* à partir du 21^e JAR alors que *P. diplosisae* apparaît 2 semaines plus tard. Dans la mesure où la cécidomyie pond l'essentiel de ses œufs en 1 à 3 jours, et complète son cycle de développement en 26 jours, une partie de la première génération pourrait avoir échappé au parasitisme de *P. diplosisae*. NACRO (1994) relève qu' en réalité, ce parasitisme a bien pu s'exercer plus tôt puisque les évaluations ne tiennent compte que du parasitisme achevé. Ces observations sont conformes à celles de UMEH (1998).C'est la dose de 60 Kg de P_2O_5 /ha qui favorise le plus l'action du parasitisme larvaire. L'installation tardive de *P. diplosisae* par rapport à *Aprostocetus procerae* que nous avons observé est contraire aux observations rapportées par UMEH et JOSHI (1993) au Nigeria et NACRO *et al.* (1995) au Burkina Faso. Par contre les taux de parasitisme larvaire atteignant des valeurs de 55,35 % et 92,73 % sont comparables à ceux obtenus au Nigeria par UKWUNGWU et JOSHI (1992), UMEH et JOSHI (1993). Au Malawi FEIJEN et SCHULTEN (1983) ont également enregistré des taux comparables variant entre 50 % et 60 % à la fin de la saison. Au Burkina Faso, NACRO *et coll.* (1995) ont obtenu un taux de parasitisme larvaire supérieur à 50%.

Quant au parasitisme pupal lié à *Aprostocetus procerae* son installation intervient 28 JAR suivie de celle de *P. diplosisae* (35 JAR). En fin de cycle du riz (98 JAR), le taux de parasitisme dû à *A. procerae* est supérieur à celui dû à *P. diplosisae*. Si nous considérons la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha comme la plus favorable au développement des deux parasitoïdes, nous remarquons que *A. procerae* domine sur *P. diplosisae* avec des moyennes générales de 27,28 % pour le premier et 23,96 % pour le second.

Ceci rejoint les observations de NACRO (1997) rapportant que jusqu'en 1993, l'essentiel du parasitisme exercé sur *O. oryzivora* était dû à *P. diplosisae*, c'est à partir de 1994 que la prédominance s'est inversée en faveur de *A. procerae*. SIBOMANA (1999), avait également observé un parasitisme dû *A. procerae* supérieur à celui dû à *P. diplosisae* mais dans les proportions de quatre à quinze fois supérieures. En général, les analyses de régression ont établi que l'évolution du parasitisme aussi bien larvaire que pupal est intimement liée à celle de *O. oryzivora* ; ce qui veut dire que plus les populations de la cécidomyie sont importantes, plus l'activité parasitaire est abondante. Les mêmes observations ont été rapportées par FEIJEN ET SCHULTEN (1983) au Malawi, NACRO (1994) et SIBOMANA (1999) au Burkina Faso. Selon UMEH (1998) l'action de *A. procerae* serait limitée dans la régulation de la cécidomyie contrairement à *P. diplosisae* car elle s'exerce sur les pupes alors qu'à ce stade les dégâts sont déjà commis.

5. 4. EVOLUTION DES POPULATIONS PRE-IMAGINALES DES FOREURS DE TIGES

5.4.1 Populations de *Diopsis* spp. , *Sesamia calamistis* et *Chilo* spp.

Selon le **tableau XVI**, les attaques de *Chilo* spp. et *Diopsis* spp. sont restés faibles et inférieures à 1 % tandis que celles de *Sesamia calamistis* ont été nulles sur toute la durée de l'essai. Aussi avons nous considéré ces ravageurs comme de moindre importance pour cette saison et il n'a pas été jugé opportun d'en faire ni la représentation graphique ni les analyses statistiques des résultats obtenus.

5.4.2. Populations de *Maliarpha separatella*

Le **tableau XVII** ne montre pas de différences significatives entre les différentes doses de phosphore quant aux taux moyens d'attaque de *M. separatella* qui varient de 4,73 % à 6,42 %. Toutefois de 77 à 98 JAR, nous assistons à une croissance allant de 7,52 % à 19,08 %. Dans cette intervalle, la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha enregistre les taux les plus bas (7,52 % à 77 JAR et 14,18 % à 98 JAR) et la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha enregistre les taux les plus élevés (11,24 % à 77 JAR et 18,64 % à 98 JAR). A 84 JAR, le témoin enregistre le taux le plus élevé (17,93 %) et la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha le taux le plus bas (10,13 %). A 91 JAR, la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha a moins d'attaques (11,89 %) et la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha a plus d'attaques (19,08 %).

Les moyennes générales des 12 dissections révèlent que la dose de 30 kg de P_2O_5 /ha a subi moins de pression du ravageur avec un taux de 4,73 % contrairement au témoin qui en a subi le plus avec un taux de 6,42 % .

La figure 22 montre que *M. separatella* a été observée avec une certaine fréquence cette saison ; ses attaques nulles du 21^e au 42^e JAR, connaissent une progression à partir du 49^e JAR pour atteindre des taux maxima de 19,08 % à 91 JAR. Tous les traitements connaissent au moins un pic d'attaque. La dose de 90 kg de P₂O₅ /ha connaît 4 pics à 49 (3,00%), 56 (5,11%), 63 (6,11%) et 70 JAR (9,54 %). La dose de 60 kg de P₂O₅ /ha connaît 2 pics d'attaques à 77 et 98 JAR avec des taux de 11,24 et 18,64 %. Le témoin et les doses de 120 kg et celle de 30 kg de P₂O₅ /ha connaissent chacun un pic respectivement à 84 , 91 et 98 JAR, avec des taux d'attaque de 17,93 %, 19,08 % et 14,18 %.

La figure 23 des courbes de régression linéaire simple du nombre moyen de talles sur le nombre moyen de larves de *Maliarpha* montre une association significative pour le témoin (P= 0,0363) ; la dose de 30 kg de P₂O₅ /ha (P= 0,0446) et la dose de 90 kg de P₂O₅ /ha (P= 0,0082) et non significative pour la dose de 60 kg de P₂O₅ /ha (P= 0,0625) et celle de 120 kg de P₂O₅ /ha (P = 0,0712).

La corrélation pour tous les traitements entre ces deux variables est positive mais faible avec des coefficients de détermination R² respectifs de 0,3683, 0,3450, 0,3051, 0,5192 et 0,2893 pour le témoin , la dose de 30 kg, de 60 kg, de 90 kg et de 120 kg de P₂O₅ /ha. Ce qui nous suggère que quelle que soit la dose de phosphore, plus il y a de talles, plus il y a des attaques de *Maliarpha*.

La figure 24 des courbes de régression linéaire simple du nombre moyen de population pré-imaginale de cécidomyie (larves + pupes) sur le nombre moyen de larves de *Maliarpha* montre des associations hautement positives et significatives pour tous les traitements avec des valeurs du témoin (P = 0,0080 et R²= 0,5213), de la dose de 30 kg de P₂O₅ (P = 0,008 et R² = 0,5150), de la dose de 60 kg de P₂O₅ (P = 0,0089 et R² = 0,5118), de la dose de 90 kg de P₂O₅ (P = 0,0065 et R² = 0,5394) et celles de la dose de P₂O₅ /ha (P = 0,0031 et R² = 0,5996). Ceci signifie que ces deux variables sont liées, donc les attaques de *Maliarpha* suivent en partie celles de la cécidomyie.

5.4.3. Pression générale de *M. separatella* sur le riz en fonction des doses de phosphore

Elle a été appréciée par l'analyse de régression des trois doses de phosphore (30, 60 et 90 kg de P₂O₅) sur le taux de larves de *Maliarpha*. La figure 25 montre une association positive et significative (P= 0,043) entre ces deux variables. La corrélation est forte et positive avec un coefficient de détermination R² de 0,995.

Ce qui veut dire que de la dose de 30 kg de P₂O₅/ha à la dose de 90 kg de P₂O₅, plus on augmente la dose plus il y a infesttion de *M. separatella*.

Tableau XVI. Pourcentage moyen des populations pré-imaginale de *Chilo spp.* et *Diopsis spp.* en fonction des doses de phosphore (données non transformées)

Chilo spp.

Diopsis spp.

JAR	P1	P2	P3	P4	P5	P1	P2	P3	P4	P5
21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
28	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
42	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00
49	0,21	0,40	0,18	0,00	0,00	0,00	0,21	0,00	0,00	0,00
56	0,12	0,46	0,11	0,00	0,18	0,14	0,25	0,00	0,00	0,15
63	0,00	0,00	0,16	0,33	0,13	0,19	0,00	0,00	0,00	0,00
70	0,00	0,14	0,00	0,22	0,00	0,00	0,14	0,49	0,00	0,00
77	0,00	0,20	0,28	0,23	0,10	0,11	0,25	0,00	0,25	0,00
84	0,49	0,00	0,00	0,00	0,22	0,00	0,31	0,00	0,00	0,00
91	0,13	0,00	0,58	0,22	0,15	0,00	0,22	0,22	0,00	0,00
98	0,40	0,15	0,16	0,80	0,84	0,00	0,00	0,00	0,45	0,26
Moy	0,11	0,13	0,12	0,15	0,14	0,04	0,12	0,08	0,06	0,03

(P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

Tableau XVII. Evolution des populations larvaires de *Maliarpha separatella* (transformations : racine carrée (% de larves +0,5)) en fonction des doses de phosphore

Doses(kg de P ₂ O ₅ /ha)	Nombre de jours après le repiquage												
	21	28	35	42	49	56	63	70	77	84	91	98	Moy
P1(0)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	1,159 (1,03)	2,110 (5,12)	2,204 (5,13)	2,551 (8,14)	2,851 (8,36)	4,116 (17,93)	4,011 (15,92)	3,734 (15,39)	2,130 (6,42)
P2(30)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,934 (0,45)	1,806 (3,03)	1,438 (1,76)	2,167 (4,46)	2,689 (7,52)	3,255 (11,66)	3,705 (13,73)	3,711 (14,18)	1,877 (4,73)
P3(60)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	1,319 (1,58)	1,661 (2,89)	2,347 (5,89)	2,760 (8,46)	3,382 (11,24)	3,257 (10,77)	3,471 (11,89)	4,135 (18,64)	2,096 (5,95)
P4(90)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	1,643 (3,00)	2,202 (5,11)	2,510 (6,11)	3,124 (9,54)	3,077 (9,55)	3,628 (13,31)	3,576 (12,69)	3,998 (16,74)	2,215 (6,31)
P5(120)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	0,707 (0,00)	1,170 (1,02)	2,275 (4,93)	2,267 (4,90)	2,874 (9,24)	3,252 (10,85)	3,170 (10,13)	4,156 (19,08)	3,885 (16,74)	2,156 (6,41)
Prob	0	0	0	0	0,4928	0,7665	0,2568	0,7543	0,7313	0,6452	0,7817	0,9877	0,8101
S. sign	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

Les données entre parenthèses ne sont pas transformées

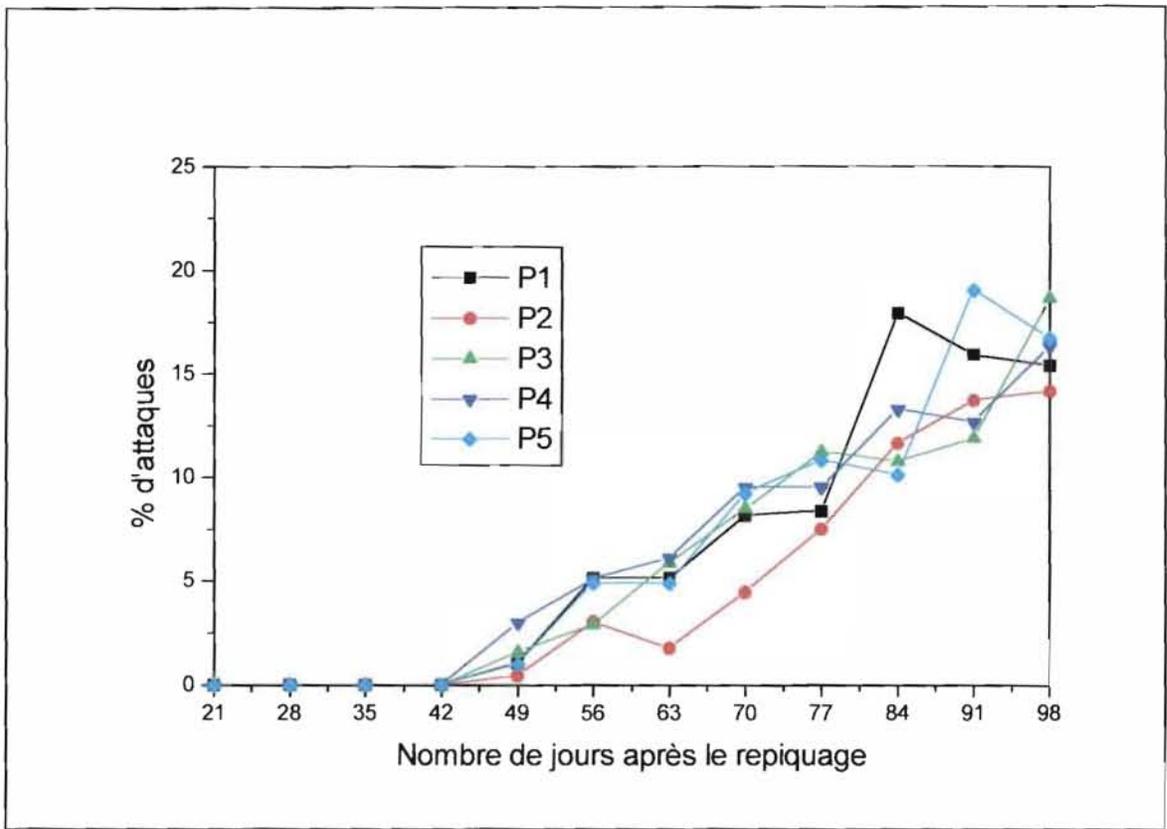


Figure 22 : Evolution du taux moyen d'attaque de *Maliarpha separatella* en fonction des doses de phosphore (P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

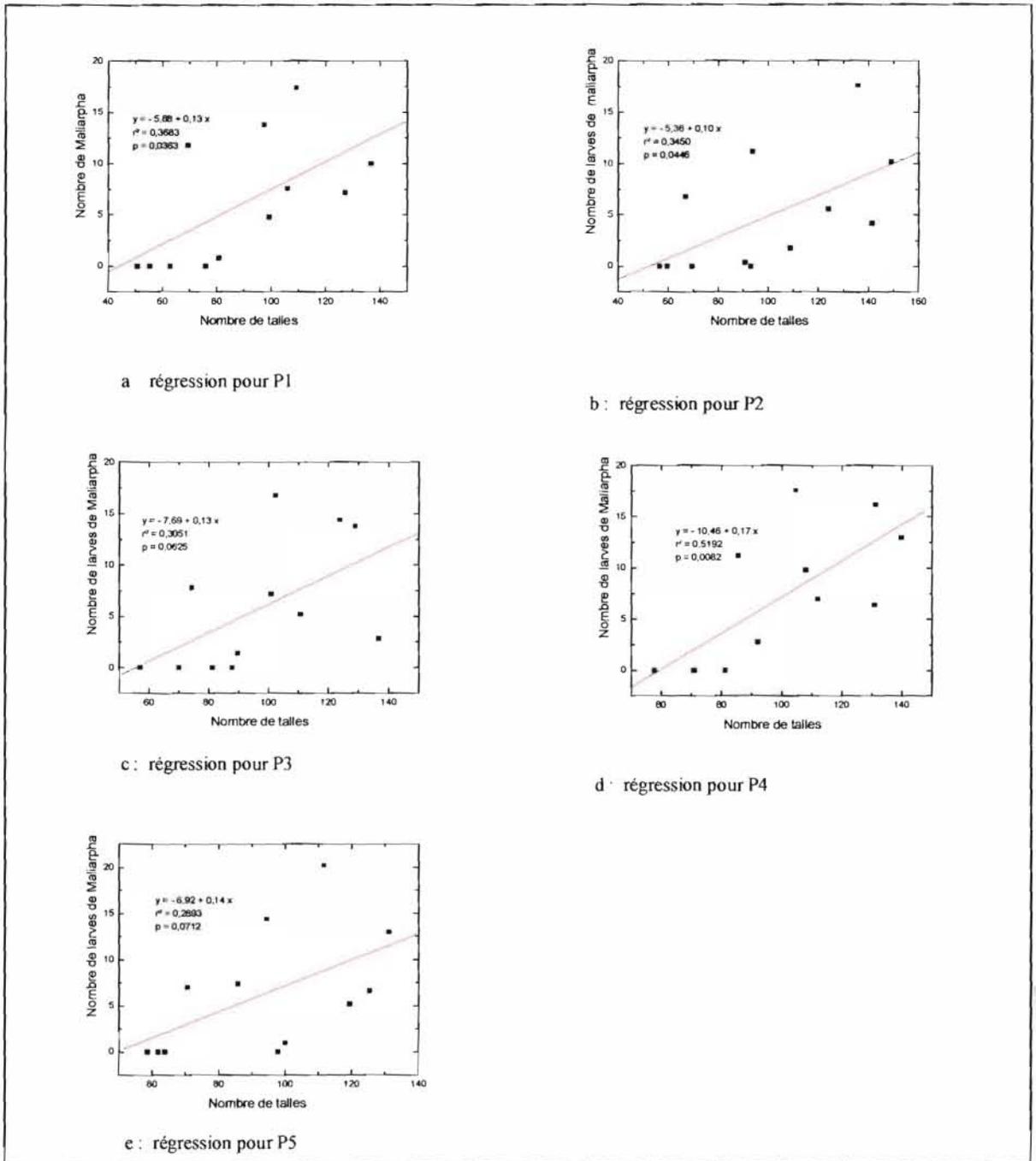


Figure 23 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de larves de *Maliarpha* sur le nombre de talles en fonction des doses de phosphore (P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

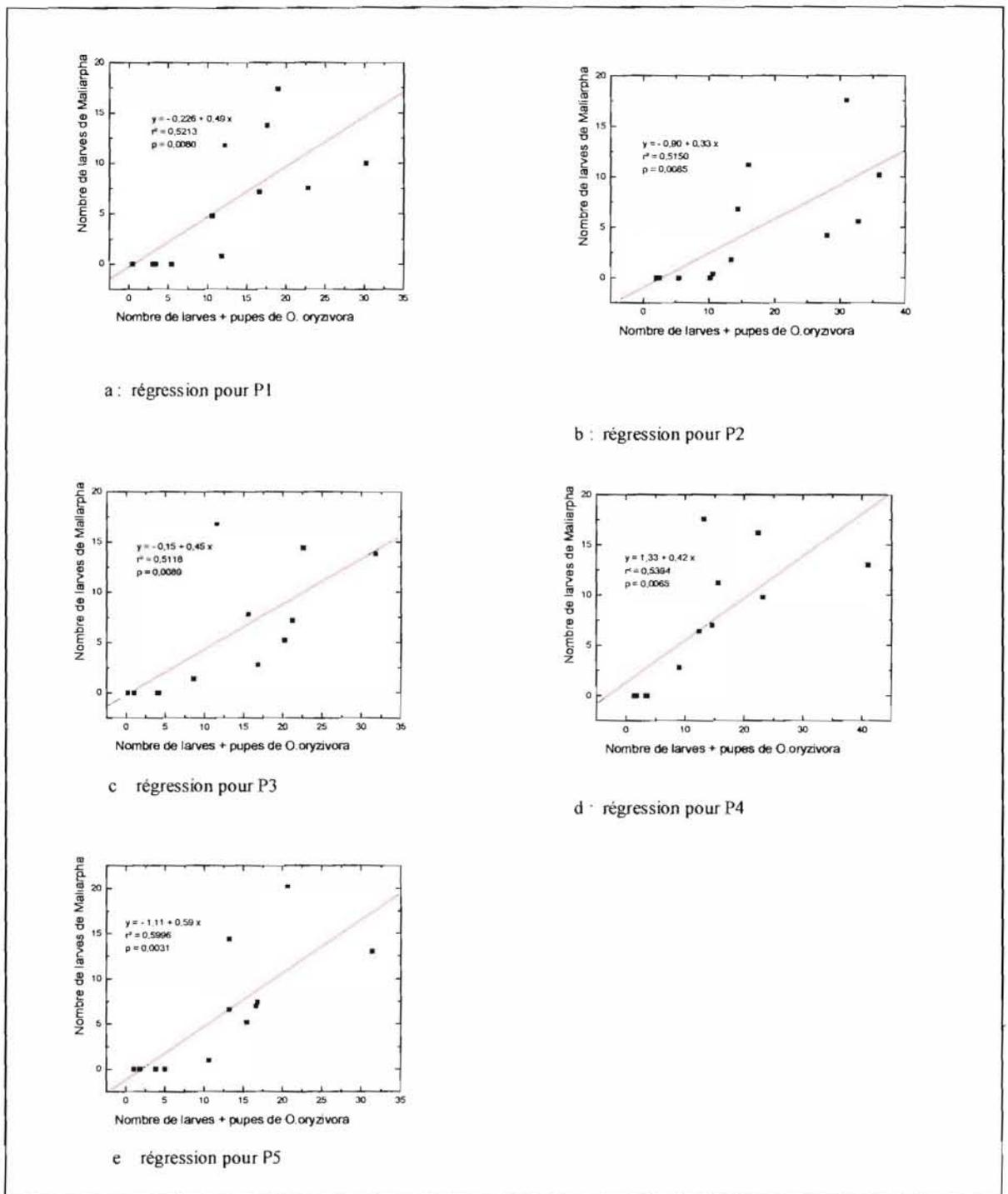


Figure 24 : Analyses de régression linéaires simples du nombre de larves de *Maliarpha* sur le nombre de larves + pupes de *O. oryzivora* en fonction des doses de phosphore (P1= 0 kg de P_2O_5 ; P2 = 30 kg de P_2O_5 ; P3 = 60 kg de P_2O_5 ; P4 = 90 kg de P_2O_5 ; P5 = 120 kg de P_2O_5 / ha)

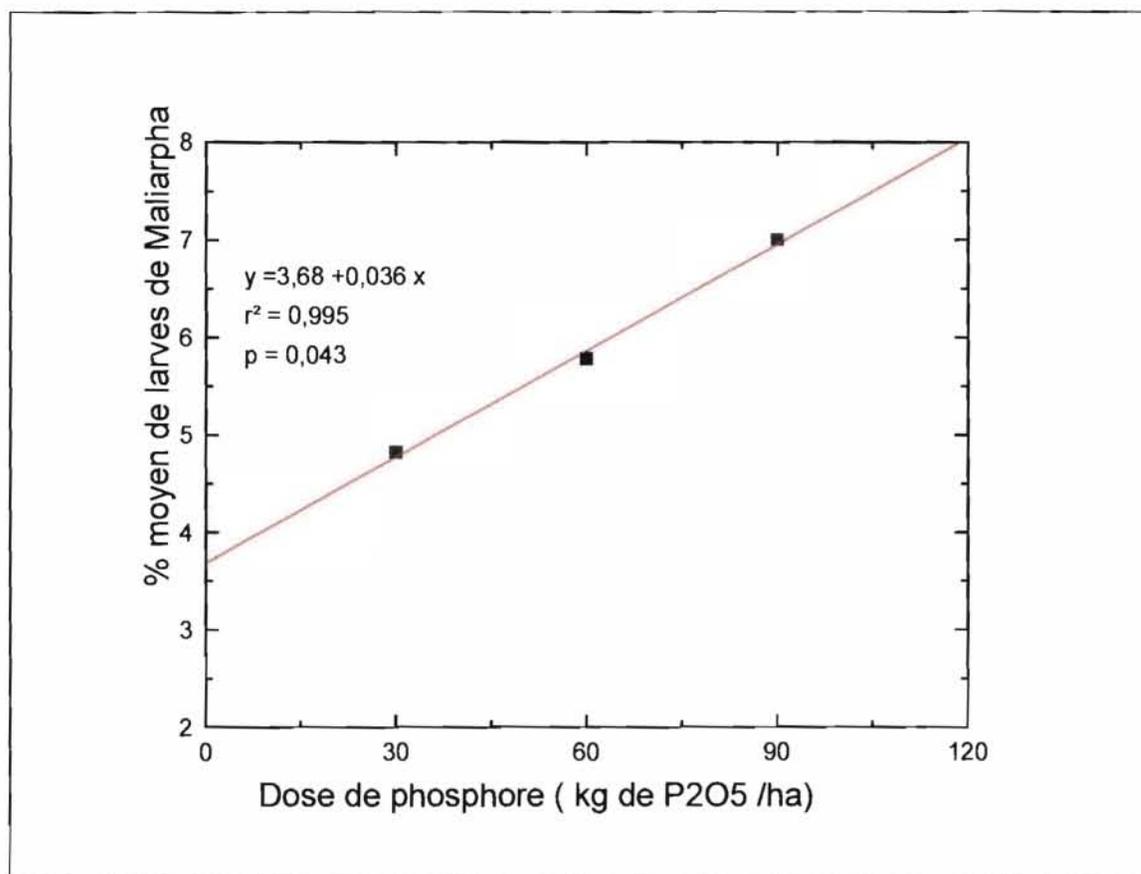


Figure 25 : Analyses de régression linéaires simples des 3 doses de phosphore sur le % moyen de larves de *Maliarpha separatella*

5. 4. 4. Discussion et conclusion sur l'influence des doses de phosphore sur les foreurs de tiges

Les foreurs de tiges ont été peu abondants à Karfiguéla au cours de la saison humide 2000 et leurs dégâts constitués de « cœurs morts » et de « panicules blanches » sont restés faibles. Cependant, *Maliarpha separatella* a été plus abondante au cours des dissections avec des taux d'attaques atteignant parfois 19,08 % mais surtout avec une apparition tardive. Même si les analyses statistiques ne montrent pas de différence entre les doses de phosphore, il faut remarquer que les fortes populations de *Maliarpha separatella* ont été enregistrées soit avec le témoin soit avec les fortes doses (90 kg ou 120 kg de P_2O_5 /ha). On pourrait alors se demander si le phosphore limite les populations de *M. separatella* jusqu'à une certaine dose (60 kg de P_2O_5 /ha) au delà de laquelle elle favoriserait la multiplication du lépidoptère. Nos observations sur le type de dégâts concordent avec celles de DAKOUO et NACRO (1997) réalisées à Niofila au Burkina Faso et celles de POLLET (1978) obtenues à Kotiessou en Côte d'Ivoire rapportant que les tiges restent généralement saines d'aspect et présentent très rarement les symptômes de « panicule blanche ». Cette situation est à rapprocher du comportement alimentaire de l'insecte dont on sait qu'il ne provoque pas la formation de « cœurs morts » mais celle de panicules partiellement remplies ou de « panicules blanches » dans des situations de fortes infestations (BRENIERE, 1983 ; NACRO, 1996). L'insecte peut aussi réduire la vigueur de la plante et la rendre vulnérable aux maladies cryptogamiques. Des résultats similaires ont été obtenus par ALAM cité par DAKOUO et NACRO (1997) aussi bien en riziculture pluviale qu'en riziculture irriguée dans le Sud -Ouest du Nigéria.

5. 5. COMPOSANTES DE RENDEMENT ET RENDEMENT EN FONCTION DES DOSES DE PHOSPHORE

Selon le **tableau XVIII** , il n'y a pas de différences significatives entre les traitements pour les trois composantes de rendement : nombre moyen de talles / m^2 , nombre moyen de grains / panicule et poids moyen de 1000 grains. Par contre il y a une différence hautement significative entre les traitements quant au nombre moyen de panicules / m^2 qui va en croissant de 184,4 pour le témoin à 251,8 pour la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha. Les doses de 120 kg, de 30kg et le témoin sont significativement différentes entre elles. Pour ce qui est des rendements, le témoin enregistre le rendement le plus bas (3759,8 kg / ha) et la dose de 120 kg de P_2O_5 / ha a le rendement le plus élevé (4339,2 kg /ha). Les doses de 30 kg, de 60 kg et de 90 kg de P_2O_5 /ha ne sont pas différentes entre elles ni du témoin et ni de la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha. Par contre la dose de 120 kg de P_2O_5 est significativement différente du témoin . Les doses de 30 kg, de 60 kg et de 90 kg de P_2O_5 enregistrent respectivement des rendements de 3870,6 ; 4060 et 4144,8 kg /ha.

Le rendement le plus élevé est déterminé par le nombre élevé de talles productives et de panicules /m² observés à la dose de 120 kg de P₂O₅ qui diffère significativement du témoin mais pas des autres traitements. Les gains en rendement par rapport au témoin vont de 110,8 kg à 575,4 kg de paddy respectivement pour la dose de 30 kg à celle de 120 kg de P₂O₅ soit 3 à 15%.

La figure 26 des courbes de régression linéaire simple du taux de panicules sur le taux de tubes d'oignon montre une faible association négative et non significative pour les doses de 90 kg de P₂O₅ (P= 0,272 et R²= 0,374) et de 120 kg de P₂O₅ (P= 0,554 et R²= 0,127). Ici, l'accroissement des attaques induit une réduction de la formation des panicules. Pour le témoin, la dose de 30 kg et celle de 60 kg de P₂O₅ cette association est faible, positive et non significative avec des probabilités respectives de 0,340 ; 0,783 et 0,978 et les valeurs des coefficients de détermination R² de 0.298 pour le témoin, 0,029 pour la dose de 30 kg et 0,0002 pour la dose de 60 kg de P₂O₅.

La figure 27 des analyses de régression simple du rendement sur le taux moyen de larves de *Maliarpha separatella* révèle des associations non significatives pour tous les traitements avec des probabilités P de 0,2337 (témoin), de 0,4896 (dose de 30 kg de P₂O₅), de 0,1588 (dose de 90 kg de P₂O₅) et de 0,2920 (dose de 120 kg de P₂O₅). Aussi la corrélation entre ces deux variables est faible pour tous les traitements avec des valeurs respectives du coefficient de détermination R² de 0.4242 (témoin), de 0,1704 (dose de 30 kg de P₂O₅), de 0,1850 (dose de 60 kg de P₂O₅), de 0,5371 (dose de 90 kg de P₂O₅) et de 0,3514 pour la dose de 120 kg de P₂O₅/ha .

La figure 28 des courbes de régression linéaire du rendement sur le taux moyen de tubes d'oignon révèle des associations faibles et non significatives entre ces deux variables pour toutes les doses avec les probabilités de 0,8146 pour le témoin, 0,2224 pour la dose de 30 kg de P₂O₅, 0,8679 pour la dose de 60 kg de P₂O₅, 0,1568 pour la dose de 90 kg de P₂O₅ et 0,4540 pour la dose de 120 kg de P₂O₅ et des coefficients de détermination R² respectifs dans le même ordre de 0,0213 ; 0,4397 ; 0,0194 ; 0,5405 et 0,1969. Pour le témoin, la dose de 30 kg de P₂O₅ et celle de 120 kg de P₂O₅, nous observons une association négative entre ces deux variables, ce qui signifie que l'augmentation des tubes d'oignon entraîne la diminution du rendement.

Tableau XVIII. Composantes de rendement et rendement du riz en fonction des doses de phosphore
(Données non transformées)

Doses (kg de P₂O₅/ha)	Talles/ m²	Nombre moyen de panicules/ m²	Nombre moyen de grains / panicule	Poids de 1000 grains (gr)	Rendement (kg/ ha)	Gain / témoin (kg / ha)	Gain / témoin (%)
P1(0)	336	184,4 c	146,2	24,72	3759,8 b	–	–
P2(30)	384	218 b	150,8	24,52	3870,6 ab	110,8	2,94
P3(60)	365,2	226,8 ab	151,6	24,38	4060 ab	300,2	7,98
P4(90)	328,8	237 ab	152	24,26	4144,8 ab	385	10,23
P5(120)	334,2	251,8 a	154,2	24,78	4339,2 a	575,4	15,30
Prob	0,1313	0,0003	0,9105	0,8164	0,0229	–	–
S sign	NS	HS	NS	NS	S	–	–

Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes par le test de Student-Newman-Keuls au seuil de 5%

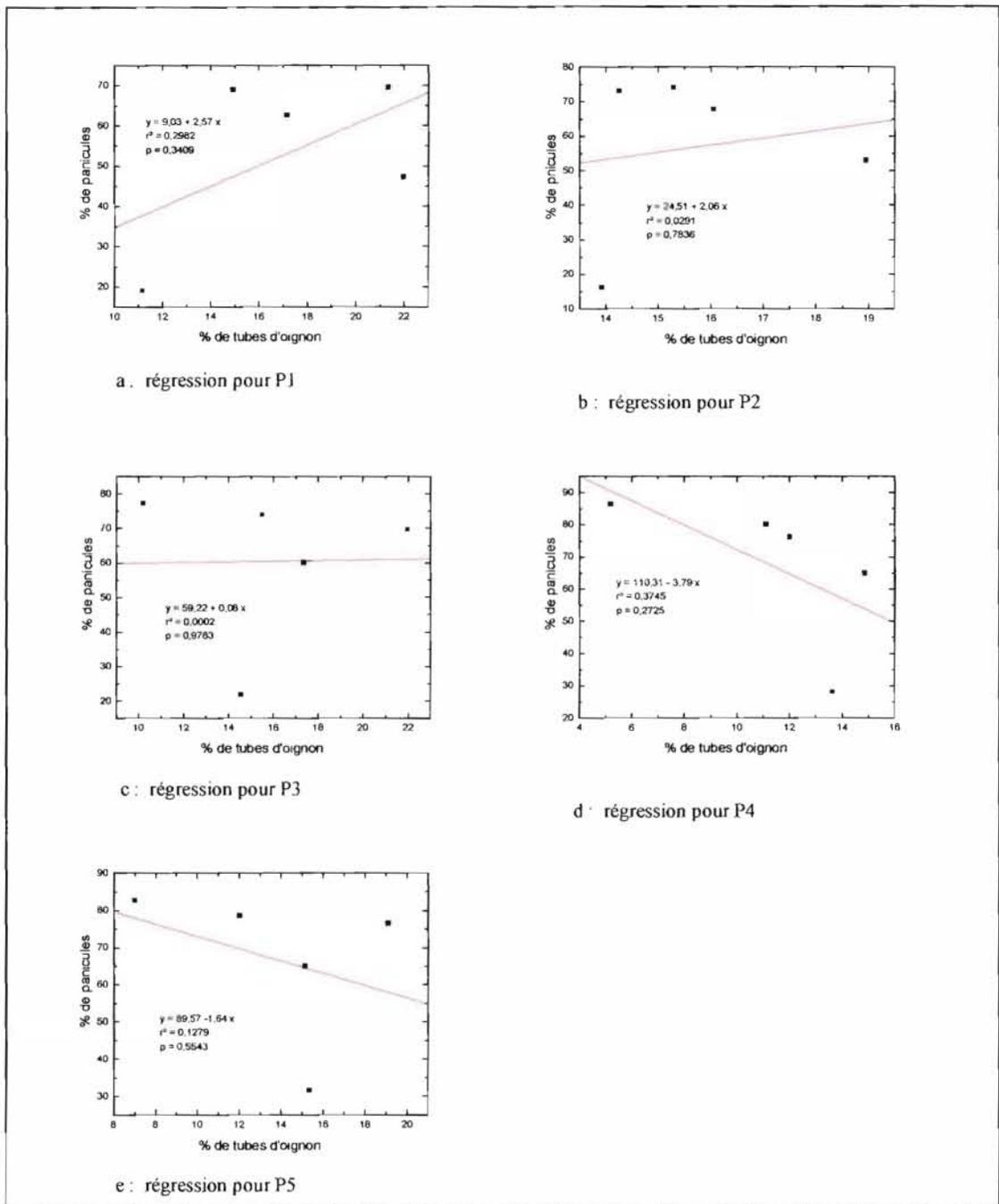


Figure 26 : Analyses de régression linéaires simples du pourcentage de panicules sur le pourcentage de tubes d'oignon en fonction des doses de phosphore (P1= 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

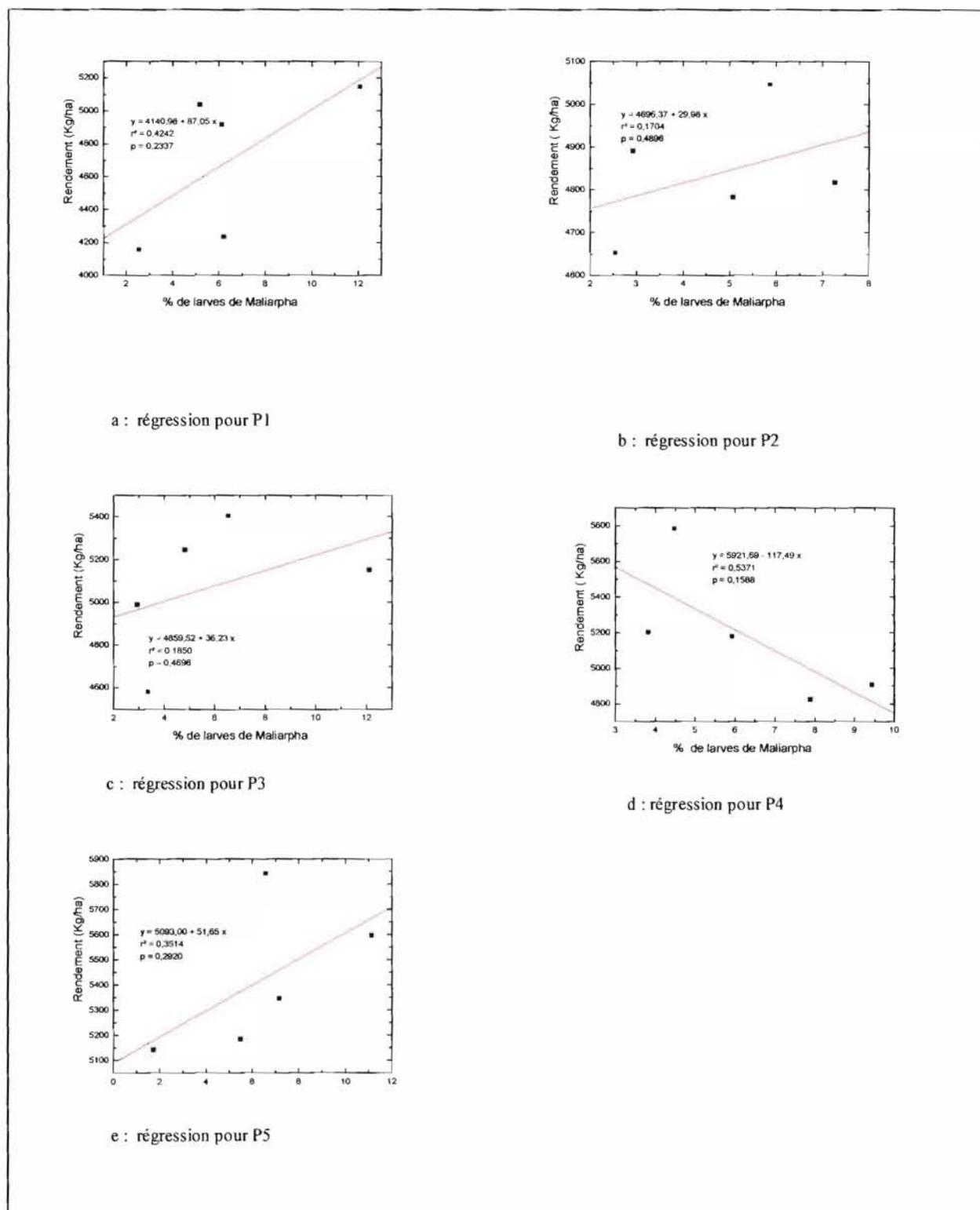


Figure 27 : Analyses de régression linéaires simples du rendement sur le pourcentage de larves de *Maliarpha* en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

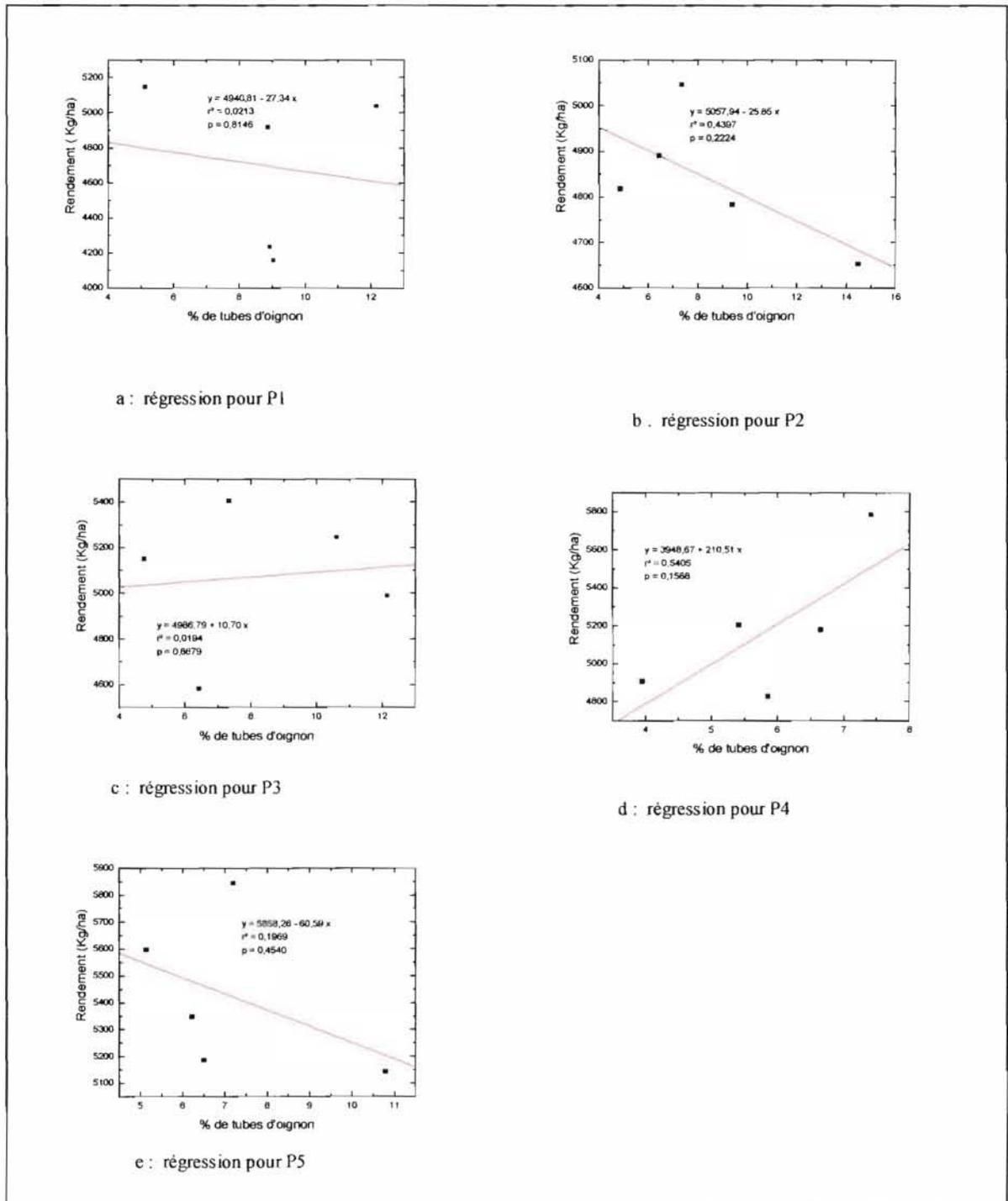


Figure 28 : Analyses de régression linéaires simples du rendement sur le pourcentage de tubes d'oignon en fonction des doses de phosphore (P1 = 0 kg de P₂O₅ ; P2 = 30 kg de P₂O₅ ; P3 = 60 kg de P₂O₅ ; P4 = 90 kg de P₂O₅ ; P5 = 120 kg de P₂O₅ / ha)

Discussion et conclusion sur les composantes de rendement et le rendement du riz

Les doses croissantes de phosphore ont eu un effet sur le nombre de panicules par m² et sur le rendement . Ceci pourrait être expliqué par de multiples rôles joués par le phosphore notamment dans la stimulation du développement des racines, dans la stimulation du tallage, dans la stimulation de la floraison et dans la maturation des grains (ADRAO, 1995).

Toutefois les rendements obtenus (3759 à 4339 kg/ha) restent largement en dessous du potentiel de la variété FKR 28 (5000 à 6000 kg/ha). Ceci pourrait être expliqué par d'autres facteurs qui influencent l'accroissement ou la réduction du rendement de riz. ISRAEL *et al.* (1959), ISRAEL et PRAKASA RAO (1965) estiment que le rendement du riz et ses composantes sont largement influencés par l'infestation, ce qui aboutit à une baisse de l'épiaison, une courte panicule, un moindre poids de 1000 grains et en dernier ressort une perte de rendement.

Au cours de notre expérimentation , quelle que soit la dose de phosphore considérée un important taux de galles (supérieur à 14 %) a été observé durant la phase reproductive et la phase de maturation du riz. Malgré la réaction de la plante par la production de talles supplémentaires en réponse aux infestations de la cécidomyie, les dégâts causés n'ont pas été compensés car ces nouvelles talles sont généralement peu ou pas productives (NACRO, 1997).

NACRO *et al.*, 1996 estiment que tout accroissement de 1 % de « tubes d'oignon » correspond à 2 % de pertes en rendement. Mais, il faut relever que l'importance des pertes de rendement dépend d'un complexe de réactions entre la plante, le ravageur et le milieu. Ainsi, HEINRICHS (1988) estime que l'état physiologique de la plante, son stade phénologique au moment des attaques, la partie du plant attaquée, la fertilité du sol, la présence de stress biotique et abiotique et les autres espèces d'insectes ravageurs peuvent être des facteurs déterminant la perte de rendement causée par le ravageur.

CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES

L'étude menée au cours de la saison humide 2000 dans la plaine rizicole de Karfiguéla avait pour objectif d'évaluer l'influence des doses croissantes de phosphore sur l'évolution des populations et des attaques de *O. oryzivora*, sur ses parasitoïdes et sur les foreurs de tige sur le riz afin de déterminer la meilleure dose, qui combinée à la dose optimale de 90 kg d'azote / ha (SIBOMANA, 1999) procure un bon rendement du riz tout en réduisant les attaques des insectes précités et en favorisant l'action des parasitoïdes. Le rendement étant constitué par les composantes telles que le nombre de talles par m², le nombre de panicules par m², le nombre de grains par panicule et le poids de 1000 grains, nous avons étudié l'évolution de ces paramètres en fonction des doses croissantes de phosphore, les doses d'azote et de potassium étant maintenues constantes respectivement à 90 kg de N et 60 kg de K₂O / ha. Nous nous sommes intéressés également à l'évolution des populations pré-imaginales de chaque espèce d'insecte étudié afin de mieux connaître les périodes des infestations, des attaques et de tirer des enseignements de leur influence sur le rendement du riz.

Par rapport aux paramètres agronomiques, nous avons observé que quelle que soit la dose de phosphore utilisée celle-ci avait peu d'influence sur le tallage car ce paramètre dépend en grande partie de l'azote (TANAKA *et al*, 1964 ; ADRAO, 1995) alors que l'azote était maintenue constant (90 kg N /ha) pour tous les traitements. Par contre, le phosphore a eu un effet significatif sur l'épiaison du riz. Ainsi des différences ont été observées entre les doses; l'épiaison augmente proportionnellement à l'augmentation de la dose de phosphore passant de 53,59 % pour le témoin sans phosphore à 66,99 % pour la plus forte dose de 120 kg de P₂O₅ / ha.

Nous avons également remarqué une influence positive du phosphore dans la réduction des attaques de la cécidomyie du riz vers la fin du cycle avec une différence hautement significative entre les doses; la dose de 120 kg de P₂O₅ /ha est la moins attaquée alors que le témoin (0 kg de P₂O₅ /ha) est le plus attaqué. Cependant, le phosphore a eu peu d'effet sur l'évolution des attaques des lépidoptères foreurs de tige et des mouches diopsides notamment sur les « cœurs morts » et les « panicules blanches » ; tous les traitements ont connu des attaques comparables et faibles dans l'ensemble.

Le phosphore n'a pas eu d'effet significatif sur l'évolution des populations larvaires et pupales de la cécidomyie africaine du riz *O. oryzivora*. Quant au développement des parasitoïdes, le phosphore a eu peu d'effet sur l'action du parasitoïde pupal *Aprostocetus procerae*.

Par contre pour le parasitoïde larvaire ; *Platygaster diplosisae*, la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha favorise mieux son action ; les doses supérieures à cette dernière semblent influencer négativement sur cette action car à de fortes doses, le phosphore a une interaction négative spécialement envers le zinc entraînant une carence conditionnée de celui-ci d'où cet effet dépressif sur le riz.

Le phosphore a eu peu d'effet sur l'évolution des populations de *Maliarpha separatella*.

En ce qui concerne les composantes de rendement, une différence hautement significative a été observée entre les doses de phosphore en ce qui concerne le nombre de panicules au m^2 ; ce nombre augmente proportionnellement à la dose de phosphore. Cette tendance se retrouve dans les rendements mais seule la dose de 120 kg de P_2O_5 /ha procure un rendement significativement différent du témoin. L'effet positif de la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha sur le parasitisme larvaire et sur le nombre de panicules au m^2 a eu pour conséquence la réduction des dégâts de la cécidomyie et ceci a permis un accroissement du rendement du riz. Pour l'ensemble des paramètres étudiés aucune différence significative n'a été décelée entre les doses de 60 kg, 90 kg et 120 kg de P_2O_5 /ha ; nous proposons de retenir la dose de 60 kg de P_2O_5 /ha comme dose efficace pour lutter contre la cécidomyie africaine du riz , procurant un bon rendement. Signalons même que cette dose de 60 kg de P_2O_5 / ha s'était montrée optimale dans les essais comparatifs de la fertilisation du riz irrigué par le Burkina phosphate et le Triple super phosphate menés sur le même site de Karfiguéla (BADO, 1991). Toutefois une autre campagne s'impose pour confirmer ces résultats préliminaires.

En perspectives, il serait intéressant de conduire des essais de fertilisation phosphatée intégrant le Burkina phosphate, produit localement, moins cher et qui s'est montré assez efficace en riziculture irriguée et quelquefois procurant un rendement supérieur au Triple super phosphate (BADO, 1991). Il faudrait également évaluer l'impact réel de l'infestation de *Maliarpha separatella* sur le rendement du riz dans la mesure où cet insecte devient de plus en plus abondant à Karfiguéla (attaques voisines de 20%).

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ADRAO, 1995. Formation en production rizicole. *Manuel du formateur*. ADRAO , Bouaké (Côte d'Ivoire) . 305 p.

Adam-Yeboua N., 2000. Etude d'une fumure à base du burkinaphosphate sur le riz irrigué à la Vallée du Kou, dans l'Ouest du Burkina Faso. Mémoire de fin d'études IDR . Université Polytechnique de Bobo Dioulasso. 64 p.

Akinsola E.A, 1980 Effets d'infestation de *Diopsis thoracica* (West) sur les plants de riz. *Bulletin Technique ADRAO* 2 (2), 3-4

Akinsola E.A et Agyen- Sampong M., 1984. The ecology, bionomics and control of rice stem-borers in West Africa. *Insect Sci. Appl.* , 5 (2) : 69 –77.

Alam M.S., 1988. Seasonal abundance of rice stem borer species in upland and irrigated rice in Nigeria . *Insect Sci. Applic.* , 9 (2) : 191-195

Angladette A., 1966. Le Riz . *G.P. Maisonneuve et Larose*. Paris 879 p

Alghali A M. and Osisanya E O 1981. Effects of rice plant age on diopsid oviposition and plant susceptibility. *International Rice Research Newsletter* 6 (6), 17-18

Bado B.V., 1991. Etude de l'efficacité du Burkina Phosphate en riziculture. Document rénéotypé, 42 p INERA, Station de Farako- bâ.

Bonzi S.M. , 1979. Résultats des premières investigations sur les insectes ravageurs du riz en Haute Volta. Communication au séminaire de l'ADRAO, septembre 1979, ADRAO, Monrovia. 10p

Bonzi S.M. , 1980. Quelques plantes hôtes sauvages de la cécidomyie du riz *Orseolia oryzae* W. M. (Diptera : Cecidomyiidae) en Haute Volta. *Techn. News West Africa Rice Development Association*, 2 : 5-6

- Brenière J., 1983.** Principaux ennemis du riz en Afrique de l' Ouest et leur contrôle. ADRAO, Monrovia , 2^{ème} éd., 87 p.
- Brunel E., 1985.** Compte rendu de mission au Burkina Faso du 3 au 19 Décembre 1985. INRA de Rennes (France) , 28p.
- CERCI, 1979.** Riz et cultures irriguées. Rapport de synthèse 1979, INERA Station de Farako-Ba. 45 pages.
- Clément G., Ghesquière A. et Riou C. , 1993.** Génétique : Une grande richesse variétale . Riz du débouché à la culture. *Perspectives Agricoles*. n°183 pp IX- X
- Couldiaty T., 1983.** Problèmes de protection du riz sur les périmètres irrigués de la Vallée du Kou et de Karfiguéla. Mémoire de fin d'études de l' IDR, Université de Ouagadougou. 100p.
- Coyne D.L., Johnson D.E. , Jones M. and Plowright R.A., 1999.** Influence of weeds and rice cultivar on nematode population densities in lowland rice . *International Rice Research Notes*. Vol. 24 (1) : 25-26
- Dakouo D. et Nacro S. , 1987.** Chemical control of the rice gall midge *Orseolia oryzivora* . *Intl . Rice Res. Newsl.*, 7 (2) : 16
- Dakouo D. et Nacro S., 1992.** La lutte contre les insectes ravageurs du riz au Burkina Faso : bilan et perspectives in *Lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel* , INSAH (édité), Séminaire international de lutte intégrée Bamako 4-9 janvier 1990. pp.170-186.
- Dakouo D. et Nacro S., 1997.** Abondance relative et variations saisonnières des populations pré-imaginales des insectes foreurs de tiges du riz dans le bas-fonds de Niofila, Sud-Ouest du Burkina Faso. *Science et Technique , Sciences Naturelles* Vol. 22 (2) : 119-127
- Dakouo D., Nacro S. et Bacye B., 1991.** Mise au point d'un système de lutte rationnelle contre les insectes ravageurs sur les périmètres rizicoles irrigués au Burkina Faso. *Insect. Sci. Appl.* , 12 (5/6) : 565 -570.

Dakouo D., Nacro S. et SIE M., 1988. Evolution saisonnière des infestations de la cécidomyie du riz, *Orseolia oryzivora* H.& G. (Diptera : Cecidomyiidae) dans le Sud-Ouest du Burkina Faso. *Insect Sc. Applic.* **9** (4) : 469 - 475.

Dale D., 1994. Insect pests of the rice plant- their biology and ecology . In *Biology and management of Rice Insects*: Heinrichs, E.A. (ed.). Wiley Eastern, New Delhi.

Dembele S., 1988. Aménagement hydro- agricoles et riziculture : situation du Burkina Faso. Rapport technique INERA , Ouagadougou. 56 p.

Dembele Y. et Somé L. , 1991. Propriétés hydrodynamiques des principaux types de sols du Burkina Faso. « *Soil Water Balance in Sudano- Sahelian Zone* ». *IAHS Publication n° 199* pp 217-227

Descamps M., 1956. Deux Diptères nuisibles au riz dans le Nord du Cameroun : *Pachydiplosis oryzae* W.& M. et *Pachylophys* sp. Aff. *Lugens* LOEW. *Phythiatrie, Phytopharmacie* , **5** (2) pp 109- 116

Diallo S. et Johnson D.E., 1997. Les adventices du riz irrigué au Sahel et leur contrôle. In « *Irrigated rice in Sahel : Prospects for sustainable development* (Miézan K.M., Woperei M.C.S., Dingkuhn , Deckers J. and Randolph T.F. , eds) » ADRAO. Bouaké pp 311-323.

Diarra A., 1992. Les ennemis du riz dans le Sahel. *INSAH* ; lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le Sahel : pp 159-169.

Dobelmann J.P., 1976. Riziculture pratique 1- riz irrigué, *Techniques vivantes*, Presses Universitaires de France, 229 p.

Fagade S.O. et De Datta S.K., 1971. Leaf area index, tilling capacity and grain yield of tropical rice as affected by plant density and nitrogen level. *Agronomy Journal*, **63** (1) : 503-504

Feijen H.R., 1979. Economic importance of rice stem borer (*Diopsis macrophthalma*) in Malawi. *Experimental Agriculture* **15** : 117-186

Feijen H.R. and Schulten G.G.M., 1983. Notes on African rice gall midge *Orseolia oryzivora* Harris and Gagne (Diptera : Cecidomyiidae), with a redescription of its parasitoid *Tetrastichus pachydiplosisae* Risbec (Hymenoptera : Eulophidae) . *Z. ang. Ent.*, **96** pp 509-520

Fernando H.E., 1972a. Ecological studies on the rice gall midge, *Pachydiplosis oryzae* (Wood-Masson) (Dipt., Cecidomyiidae), in Ceylon .*Tarc Internatonal Symposium*, p 121-122

Gomez A K. & Gomez A. A., 1984. Statistical procedures for agricultural research (2nd Edition). *International Rice Research Institute*. John Wiley and Sons. 680 p

Grandcourt M.C. et Prats J., 1971. Les Céréales . Le riz . *Baillièrè et fils*, 19, rue Hautefeuille, Paris- VI. pp 312 – 326

Harris K.M and Gagne R.J., 1982. Description of African rice gall midge , *Orseolia oryzivora* sp. n. , with comparative notes on Asian rice gall midge , *Orseolia oryzae* (Wood-Mason) (Diptera : Cecidomyiidae). *Bull. Ent. Res.*, **72** (3) : 467-472

Harris K.M., Williams C.T., Okhidievbie , LaSalle J. and Polaszek A., 1999. Description of a new species of *Orseolia* (Diptera : Cecidomyiidae) from *Paspalum* in West Africa , with notes on its parasitoids, ecology and relevance to natural biological control of the African rice gall midge, *O. oryzivora* . *Bulletin of Entomological Research* **89** : 441-448

Heinrichs E.A., 1988. Plant stress – insect interactions. Wiley, New York, 492 p

Heinrichs E.A.,1998. Rice : West Africa . African Cereal Stem Borers (Economic Importance , Taxonomy , Natural Enemies and Control). Edited by Polaszek A. CAB International pp 49-57

Hidaka T., 1974. Report on ecological and control studies of the rice gall midge , *Orseolia oryzae* (Wood – Mason) (Diptera , Cecidomyiidae) . *Rev. Plant Protec. Res.* , **7** : 99-143

Holloway J.D., 1998. Noctuidae. African cereal stem borers (economic importance, taxonomy, natural enemies and control)

Illy L., 1997. La place de la riziculture irriguée dans le système de production agricole et animale au Burkina Faso. In « *Irrigated rice in Sahel : Prospects for sustainable development* (Miézan K.M., Woperei M.C.S., Dingkuhn , Deckers J. and Randolph T.F. , eds) » ADRAO, Bouaké pp 131-135.

INERA, 1994. Document – Programme : Riz et Riziculture (Document préparatoire du plan stratégique du CNRST). Programme Riz et Riziculture , Station de Farako- bâ , 49 p.

INERA, 1998. Bilan des activités de recherches rizicoles (1984 – 1998). Programme Riz et Riziculture , Station de Farako-bâ , 7 p.

Israel P., Vedamoort G. and Rao Y.S., 1959. Assesment of field losses caused by pests in rice . Proceedings of the Working Part of Rice Production and Protection of International Rice Commission , Ceylon, Dec. 1959

Israel P. and Prakasa Rao P.S., 1965. Influence of gall midge incidence in rice tilling and yield. *FAO Newsletter*, n° 17 (3) : 24-31

M. A. (Ministère de l'Agriculture), Service des statistiques Agricoles, Direction des Etudes et Planification, 1998. Rapport général

M. A. (Ministère de l'Agriculture), Service des statistiques Agricoles, Direction des Etudes et Planification, 2000. Rapport général

Maes K.V.N., 1998. Lepidoptera : Introduction . African Cereal Stem Borers (Economic Importance , Taxonomy , Natural Enemies and Control) . Edited by Polaszek A. CAB International pp 75 – 78

Mayer J. et Bonnefond R., 1973 . Les rizicultures paysannes (Améliorations possibles), SATEC, Paris 216 p.

M.C.D. (Ministère de la coopération au développement – République Française), 1991. Memento de l'agronome . 4^e édition. Riz. pp 687-716

Mew T.W. et Mcnell B. C., 1995. Priorités des recherches futures dans le domaine de la production des plantes au niveau international. Le cas du riz. *Agriculture et Développement Rural*, 2 (2) pp 25 – 28.

Nacro S., 1984. Etude de la bio écologie de la cécidomyie du riz *Orseolia oryzivora* sp.n., (Diptera, cecidomyiidae) et de deux méthodes de lutte contre ce ravageur sur la plaine rizicole de Karfiguéla (Banfora). Mémoire de fin d'études IDR, Université de Ouagadougou. 70 p.

Nacro S., 1994. Analyse d'un système tritrophique : la cécidomyie du riz et ses parasitoïdes au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de l'Université de Rennes I., France 118 p.

Nacro S., 1995. Les foreurs de tiges du riz. Communication présentée au séminaire international en lutte biologique. Bobo-Dioulasso du 7 au 20 mai , 1995, 14p.

Nacro S., 1996. La formation participative en lutte intégrée contre les déprédateurs du riz : Cas du périmètre rizicole irrigué de Danwhenya , région du Grand Accra , Ghana 65 p

Nacro S., 1997. La cécidomyie africaine du riz , *Orseolia oryzivora* Harris et Gagné (Diptera : Cecidomyiidae) au Burkina Faso . Méthodes de lutte . Atelier Mensuel de Revue de Technologies (AMRT) , INERA , Banfora , 7 – 8 juillet 1997 pp 1- 6

Nacro S., 1998. Biologie et écologie de la cécidomyie africaine du riz. Communication présentée à la réunion de discussion et de planning sur la bio- écologie et la gestion de la cécidomyie africaine du riz , *Orseolia oryzivora* , IITA Center du 12 au 16 octobre, Ibadan , 1998 , 6 p.

Nacro S. et Dakouo D., 1990. La cécidomyie du riz, *Orseolia oryzivora* H. et G. dans le Sud-Ouest du Burkina Faso . Communication au séminaire international sur la lutte intégrée contre les principaux ennemis des cultures vivrières dans le Sahel. Bamako (Mali) , 4 – 9 janvier 1990, 9p

Nacro S., Dakouo D. and Heinrichs E.A., 1995. Populations dynamics, host plant damage and parasitism associated with the African Rice Gall Midge in Southern Burkina Faso. *Insect Sci. Applic.*, 16 (3/4) : 251-257

Nacro S., Heinrichs E.A. and Dakouo D., 1996. Estimation of rice yield losses due to African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* Harris and Gagné. *International Journal of Pest Management.*, 42(4): 331-334

Nacro S. and Ukwungwu M., 1996. The African rice gall midge, *Orseolia oryzivora* Harris and Gagne in. *Insect pests of rice in West Africa*, WARDA Publi., pp 26-29

Nébié B., 1995. Etudes des facteurs agro- pédologiques déterminants la production du riz irrigué dans la Vallée du Kou au Burkina Faso. Thèse de Doctorat de l' Université Nationale de Côte d'Ivoire, 191 p

Patnaik N.C. and Sathpathy J.M., 1983. Parasitization of gall midge maggots in exposed and suppressed galls. *IRRN*, 8 (5) : 16-17

Pollet A., 1978. Les insectes ravageurs du riz en Côte d'Ivoire. IV. Déterminisme des infestations du riz irrigué en Côte d'Ivoire Centrale(Kotiessou). in Cah. O.R.O.S.T.O.M., sér. Biol., Vol. XIII (1) : 87-99.

Rainer D., Niels Von Kayserlingk, Carlos Klein – Koch, Rolf Link and Hermann Waibel, 1993. Lutte intégrée contre les ennemis des cultures, *Memento GTZ*, Verlagsgesellschaft mbH. N° 252 130 pages

Samalo A.P. ; Parida P.B. and Mishra G.C., 1983. Effects of insecticides on rice gall midge, *Orseolia oryzivora* and its parasites, *Platygaster oryzae*. *Tropical Pest Management*, 29 (2) : 173-176

Sawadogo A. et Thio B., 1997. Les nématodes racinaires du riz irrigué au Burkina Faso et à l'office du Niger. In « *Irrigated rice in Sahel : Prospects for sustainable development (Miézan K.M., Woperei M.C.S., Dingkuhn, Deckers J. and Randolph T.F., eds) »* ADRAO. pp 301- 310

Séré Y., 1988. La pyriculariose en riziculture irriguée. Exemple de la Vallée du Kou (Burkina Faso). Problèmes phytosanitaires du riz au Burkina Faso et bilan des recherches. *Sahel PV. INFO* juillet 1988, p : 5-6

Séré Y., 1989. Approches prioritaires en vue d'une collaboration et d'un appui de la part des centres internationaux de recherche agricole (CIRA) aux services nationaux de recherche agricole de moindres ressources : le cas du Burkina Faso. Rapport présenté à la revue annuelle de la riziculture de l'Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest(ADRAO), Bouaké . 23 p.

Séré Y. et Sy A.A., 1997. Affections phytopathogènes majeures du riz au Sahel : Analyse et stratégie de gestion . In « *Irrigated rice in Sahel : Prospects for sustainable development* (Miézan K.M., Woperei M.C.S., Dingkuhn , Deckers J. and Randolph T.F. , eds) » ADRAO. pp 275 -287

Sharma M.L., 1970. Réponse des insectes phytophages aux traitements d'Azote , Potasse et Phosphore appliqués aux plantes (Revue générale). *Ann.Soc.Ento.* Volume 15 (2) : 88- 95

Sibomana I., 1999. Etude de l'effet des pratiques culturales sur la cécidomyie Africaine du riz : cas de la fumure azotée et des écartements entre les plants de riz. Mémoire de fin d'études IDR , Université Polytechnique de Bobo Dioulasso. 96 p.

Sie M.et Dembélé Y., 2001. Mise à jour des informations nécessaires pour définir les priorités de recherches rizicoles au Burkina Faso. Document rénéotypé, INERA, Station de Farako-bâ . 15 pages.

Sy A. et Séré Y., 1996. Manuel de formation en pathologie du riz. Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l' Ouest, ADRAO, 94 p

Tanaka A., Navasero A., Garcia C.V., Parao F.T. and Ramirez E., 1964. Growth habit of the rice plant in tropics and its effect on nitrogen response. *IRRI Techn. Bull.* N°3, 80p

Traoré S., 2000. Mise au point d'un paquet technologique de protection intégrée contre les insectes foreurs de tige, la pyriculariose et les nématodes associés au riz irrigué. Mémoire de fin d'études, IDR, Université Polytechnique de Bobo Dioulasso, 88 p.

Ukwungwu M.N. and Joshi R.C., 1992. Distribution of African rice gall midge *Orseolia oryzivora* Harris and Gagne and its parasitoids in Nigeria. *Tropical Pest Management*, 38 (3) : 241-244

Ukwungwu M.N., Williams C.T. and Okhidievbie O. , 1998. Screening of African Rice , *Oryza glaberrima Steud* for Resistance to the African Rice Gall Midge *Orseolia oryzivora* Harris and Gagne . *Insect Sci. Applic.* Vol. **18** (2) : 167 -170

Umeh .E.D.N., 1998. Biological Control of the African Rice Gall Midge, *Orseolia oryzivora* Harris& Gagné. 7 p.

Umeh E.D.N. and Joshi R.C., 1993. Aspects of the biology, ecology and natural biological control of the African rice gall midge , *Orseolia oryzivora* Harris and Gagne (Diptera : Cecidomyiidae) in South East Nigeria. *J. Appl. Ent.*, **116** : 391-398

Umeh E.D.N, Ukwungwu M.N et Joshi R.C., 1992. Lutte biologique naturelle contre la cécidomyie africaine au riz au Nigéria. Guide de recherche de l' IITA n° 37. 16 p.

Vercambre B., Bordat D. and Djiba S., 1990. Statut et Distribution des deux principales espèces de *Chilo spp.* (Lepidoptera , Pyralidae) sur le riz en Casamance (Sénégal) *Agronomie Tropicale* **45** (2) : 131 – 138

Vergara B.S., Tanaka A., Lilis R. and Puranabhavung S., 1966. Relationship between growth duration and grain yield of rice plants. *Soil Sc.Plant Nutr.* (Tokyo), **12** : 31-39

Williams C.T., Okhidievbie O., Ukwungwu, Bida, Dakouo D., Nacro S., Hamadoun A.and Kamara S. I., 1999. Multilocational screening of *Oryza sativa* and *Oryza glaberrima* for resistance to African rice gall- midge *Orseolia oryzivora* in West Africa. *IRRN.* Vol. **24** (1) : 26-27

ANNEXE 1 : Fiche technique de la variété ITA 123

Nom : ITA 123 (FKR 28)

Espèce : *Oryza sativa*

Groupe variétal : Indica

Origine : Nigéria (Institut International d'Agronomie Tropicale)

Année d'introduction au Burkina Faso : 1983

Caractères végétatifs

- Cycle semis- épiaison : 96 jours
- Cycle semis- maturité : 122 jours
- Hauteur : 95 cm
- Tallage : bon
- Port de la plante : dressé

Caractères du grain (paddy)

- Longueur : 10,2 mm
- Largeur : 2,5 mm
- Poids de 1000 grains : 25,9 g
- Aristation : mutique
- Pilosité : velu
- Couleur des glumelles : paille
- Couleur apex à maturité : incolore

Caractères agronomiques

- Résistance à la pyriculariose : assez bonne
- Résistance à la verse : assez bonne
- Résistance à l'égrenage : bonne
- Réponse à l'Azote : bonne
- Potentiel de rendement : 5 – 6 t /ha
- Dormance : Nulle
- Fumure conseillée :
- * Repiquage : 300 kg /ha de NPK (15.20.15)
- *Premier sarclage : 35 kg d'Urée (45 % de N)
- *Initiation paniculaire : 65 kg /ha d'Urée (45 % de N)

ANNEXE 2 : Calendrier des activités

Semis en pépinière	: 01/ 08 / 2000
Repiquage de l'essai et épandage des différentes doses de phosphore	: 21 et 22 / 08 / 2000
Première épandage d'Urée (35 % de la dose) et du K ₂ SO ₄ (totalité de la dose)	: 04/ 09 / 2000
Première série d'observations (21 Jours après le repiquage)	: 11/ 09 /2000
Deuxième série d'observations (28 Jours après le repiquage)	: 18 / 09/2000
Deuxième épandage d'Urée (65 % de la dose) et troisième série d'observations	: 25 / 09/2000
Quatrième série d'observations (42 Jours après le repiquage)	: 02/ 10/2000
Cinquième série d'observation (49 Jours après le repiquage)	: 09/ 10/ 2000
Sixième série d'observations (56 Jours après le repiquage)	: 16/ 10/2000
Septième série d'observations (63 Jours après le repiquage)	: 23/ 10/2000
Huitième série d'observations (70 Jours après le repiquage)	: 30/10/ 2000
Neuvième série d'observations (77 Jours après le repiquage)	: 06/11/ 2000
Dixième série d'observations (84 Jours après le repiquage)	: 13 /11/2000
Onzième série d'observations (91 Jours après le repiquage)	: 20/11/2000
Douzième série d'observations (98 Jours après le repiquage)	: 27/11/2000
Récolte (105 Jours après le repiquage)	: 4 et 5/12/2000