

# BURKINA FASO

Unité - Progrès - Justice

MINISTERE DES ENSEIGNEMENTS SECONDAIRE, SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE POLYTECHNIQUE DE  
BOBO DIOULASSO

CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE ET TECHNOLOGIQUE

INSTITUT DU DEVELOPPEMENT RURAL  
(IDR)

INSTITUT DE L'ENVIRONNEMENT ET DE  
RECHERCHES AGRICOLES (I.N.E.R.A)

STATION DE FARAKO BA

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du  
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL  
Option : AGRONOMIE

THEME :

**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.**

Directeur de Mémoire : Dr SOMDA Irenée

Maîtres de stage : Dr DAKOUO Dona

Dr KABORE K. Blaise

Mr THIO Bouma

820

Juin 2000

TRAORE Seydou

## TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENTS.....	i
SIGLES ET ABREVIATIONS.....	ii
LISTE DES TABLEAUX.....	iii
LISTE DES FIGURES.....	v

RESUME.....	1
-------------	---

INTRODUCTION GENERALE.....	2
----------------------------	---

### PREMIERE PARTIE : REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I SITUATION DE LA RIZICULTURE AU BURKINA FASO .....	6
--	---

1 Importance de la riziculture.....	6
2 Systèmes de productions et types de riziculture.....	8
3 Principales contraintes de la riziculture .....	9
3.1 Contraintes agro-pédoclimatiques.....	9
3.2 Contraintes socio-économiques.....	9
3.3 Contraintes biotiques.....	10

CHAPITRE 2 LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DU RIZ AU BURKINA FASO ..	10
---	----

1 Les insectes ravageurs du riz.....	10
1.1 Position systématique.....	11
1.2 La biologie et dégâts des lépidoptères foreurs de tige.....	11
1.2.1 Biologie.....	11
a) <i>Chilo spp.</i> .....	13
b) <i>Maliarpha separatella</i> Ragonot.....	13
c) <i>Sesamia calamistis</i> Hampson.....	14
1.2.2 Dégâts.....	14
1.3 La biologie et les dégâts des diptères endophytes.....	14
1.3.1 <i>Dropsis spp.</i> .....	15
1.3.2 La Cécidomyie africaine du riz, <i>Orseolia oryzivora</i> Harris & Gagne .....	15
1.4 Les facteurs du milieu favorables au développement des insectes ravageurs.....	16
1.4.1 Facteurs abiotiques.....	16
1.4.2 Facteurs biotiques.....	16
2 Les principales maladies du riz.....	17
2.1 La pyriculariose .....	17
2.1.1 Symptomatologie.....	17
a- la pyriculariose foliaire.....	17
b- la pyriculariose du cou .....	19
c- la pyriculariose des nœuds.....	19
2.1.2 L'agent pathogène .....	19
a- Taxonomie.....	19
b- Biologie .....	19
2.1.3 Action des facteurs du milieu sur le développement de la pyriculariose .....	20

2.2	Autres maladies inféodées au riz .....	20
2.2.1	L'helminthosporiose .....	20
2.2.2	La rhynchosporiose .....	21
2.2.3	La marbrure jaune du riz .....	21
2.2.4	Le flétrissement bactérien .....	21
3	Les nématodes associés au riz irrigué .....	21
3.1	Systématique.....	21
3.2	Les principaux nématodes parasites des plantes.....	22
3.3	Ecologie et biologie générale des nématodes .....	22
3.4	Action des facteurs du milieu sur les nématodes phytoparasites .....	23
<b>CHAPITRE 3 METHODES DE LUTTE .....</b>		<b>25</b>
1	La lutte chimique.....	25
2	La lutte biologique .....	25
3	La résistance variétale et la lutte culturale.....	25
4	Importance économique de la lutte contre les ravageurs.....	25
5	Notion de seuil de nuisibilité.....	26
6	Interaction entre les insectes, les maladies et les nématodes.....	27

## DEUXIEME PARTIE : ETUDE EXPERIMENTALE

INTRODUCTION .....	28
--------------------	----

<b>CHAPITRE I MATERIELS ET METHODES.....</b>	<b>28</b>
--	-----------

<b>1    MATERIELS.....</b>	<b>28</b>
----------------------------	-----------

<b>1.1    Présentation du milieu d'étude .....</b>	<b>28</b>
--	-----------

1.1.1    Localisation.....	28
----------------------------	----

1.1.2    Caractéristiques météorologiques.....	28
--	----

1.1.3    Caractéristiques agro-pédoclimatiques .....	29
--	----

<b>1.2    Matériel végétal.....</b>	<b>29</b>
-------------------------------------	-----------

<b>1.3    Fertilisation .....</b>	<b>29</b>
-----------------------------------	-----------

1.3.1    Fumure organique .....	29
---------------------------------	----

1.3.2    Fumure minérale.....	29
-------------------------------	----

<b>1.4    Pesticides appliqués.....</b>	<b>31</b>
---	-----------

1.4.1    Insecticides et nématicides .....	31
--	----

1.4.2    fongicide .....	31
--------------------------	----

<b>2</b>	<b>METHODES</b> .....	<b>31</b>
2.1	Préparation de la pépinière.....	31
2.2	Préparation des parcelles.....	31
2.3	Entretien.....	31
2.4	Dispositif expérimental.....	32
2.5	collecte des données au champ et au laboratoire.....	33
2.5.1	Collecte des données au champ.....	33
a-	Sur la phénologie de la plante.....	33
b-	Sur les caractères agronomiques.....	33
c-	Sur les composantes du rendement à la récolte.....	33
d	Observations en entomologie.....	33
e-	Observations en phytopathologie.....	34
f-	Observations en nématologie.....	35
2.5.2	Collecte des données au laboratoire.....	35
a-	En entomologie.....	35
b-	En phytopathologie.....	36
c-	En nématologie.....	36
d-	Détermination des rendements et gains (%) en rendement.....	37
2.6	Méthodes d'analyse des données.....	37

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

### CHAPITRE.2 EFFET DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES SUR LES..... ATAQUES DES INSECTES FOREURS DE TIGE..... 38

<b>1</b>	<b>Effet des traitements et des variétés sur les attaques de Lépidoptères foreurs de tiges..... et de Diopsis.....</b>	<b>38</b>
1.1	Effet des traitements sur les attaques de Lépidoptères foreurs de tige et des Diopsides.....	38
1.2	Effet variétal sur les attaques des lépidoptères et de Diopsis.....	39
1.3	Evolution des taux d'infestation sous l'influence des interactions entre traitements et variétés.....	39
<b>2</b>	<b>Effet des traitements et des variétés sur les attaques de la Cécidomyie du riz.....</b>	<b>39</b>
2.1	Effet des traitements sur les attaques de la Cécidomyie du riz.....	39
2.2	Effet variétal sur les attaques de la Cécidomyie.....	42
2.3	Evolution des attaques de la Cécidomyie sous l'influence des interactions entre traitements variétés.....	42
	Discussion.....	45

### CHAPITRE 3 EFFET DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA PYRICULARIOSE..... 46

<b>1</b>	<b>Effet des traitements et des variétés sur le développement de la pyriculariose.....</b>	<b>46</b>
----------	--	-----------

1.1	<b>Effet des traitements sur le développement de la pyriculariose</b> .....	46
1.1.1	La pyriculariose foliaire.....	46
1.1.2	La pyriculariose du cou paniculaire.....	46
1.2	<b>Effet variétal sur le développement de la pyriculariose</b> .....	47
1.2.1	La pyriculariose foliaire.....	47
1.2.2	La pyriculariose du cou paniculaire.....	47
2	<b>Le développement de la pyriculariose sous l'influence des interactions entre traitements et variétés</b> .....	47
	Discussion.....	52

**CHAPITRE.4 EFFET DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES SUR LES POPULATIONS DES NEMATODES ..... 53**

1	<b>Effet des traitements et des variétés sur les populations de nematodes parasites dans le sol et dans les racines</b> .....	53
1.1	Effet des traitements sur populations de nématodes dans sol et dans les racines.....	53
1.2	Effet variétal sur les populations de nématodes dans le sol et racines.....	54
1.3	Evolution de la population des nématodes parasites sous l'influence des interactions entre les traitements et les variétés.....	55
	Discussion.....	58

**CHAPITRE .5 RELATIONS ENTRE LES RAVAGEURS ET LES COMPOSANTES DE RENDEMENTS..... 59**

1	<b>Relations entre les attaques des foreurs de tige et les composantes de rendement</b> .....	59
1.1	Attaques des lépidoptères foreurs et des diopsides.....	59
1.2	Les infestations de la Cécidomyie du riz.....	59
2	Relations entre les attaques de la pyriculariose et les composantes de rendement.....	59
3	Relations entre les populations de nématodes et les composantes de rendement.....	60
	discussion.....	62

**CHAPITRE 6 INCIDENCE DES TRAITEMENTS SUR LES CARACTERES AGRONOMIQUES ET COMPOSANTES DE RENDEMENT ..... 63**

1	<b>Evolution de la hauteur du riz sous l'effet des traitements protection phytosanitaires en fonction des variétés</b> .....	63
1.1	Evolution de la hauteur de la variété FKR 28.....	63
1.2	Evolution de la hauteur de la variété BW 348.1.....	63
2	Evolution du tallage du riz sous l'effet des traitements de protection phytosanitaire appliqués en fonction des variétés.....	67

2.1	Evolution du nombre moyen de talles de la variété V1 (FKR 28).....	67
2.2	Evolution du nombre moyen de talles de la variété V2 (BW 348.1).....	67
3	Effet des traitements sur les composantes de rendement du riz en fonction des variétés.....	69
3.1	Nombre de talles par m <sup>2</sup> .....	69
3.2	Nombre de panicules par m <sup>2</sup> .....	69
3.3	Poids moyen de 1000 grains.....	70
3.4	Nombre moyen de grains par panicule.....	70
	Discussion .....	72
 <b>CHAPITRE 7. RENDEMENT, GAINS ET PERTES EN RENDEMENT.....</b>		<b>73</b>
1	Les rendements en riz paddy (toutes variétés confondues).....	73
2	Les rendements en riz paddy en fonction des variétés.....	73
3	Les pourcentages de gain en rendement par rapport au témoin.....	75
4	Les pertes en rendement.....	75
	Discussion .....	78
 <b>CONCLUSION GENERALE.....</b>		<b>80</b>
 <b>REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....</b>		<b>82</b>

## REMERCIEMENTS

Ce travail a été rendu possible grâce à la contribution de nombreuses personnes. Nous leur exprimons toute notre gratitude. Nos remerciements s'adressent particulièrement :

- au Dr **TRAORE Seydou Nafoni** chargé de recherches et Délégué Régional du CRREA de l'Ouest et son personnel pour l'accueil au sein de la station de recherches de l'INERA Farako - Bâ.

- au Dr **DAKOUO Dona** notre maître de stage, entomologiste et chef du programme riz pour son inestimable contribution. Je lui exprime ma profonde reconnaissance pour sa rigueur, ses critiques et sa disponibilité à mon égard en dépit de ses multiples occupations.

- au Dr **KABORE Blaise** attaché de recherches qui a assuré notre encadrement dans le volet phytopathologie. Il a contribué énormément par ses suggestions à l'élaboration du document final. Au cours de notre stage, il nous a également associé à d'autres travaux, portant sur l'évaluation et le suivi des maladies rencontrées en champs paysans à Karfiguéla et à Banzon.

- à Mr **THIO Bouma** ingénieur de recherches pour ses contacts fructueux et ses conseils scientifiques. Il a assuré notre encadrement en nématologie.

- à Dr **SOMDA Iréné**, Professeur à l'IDR et Directeur de ce Mémoire, pour ses encouragements, ses observations pertinentes qui ont contribué à la qualité de ce travail.

- à M. **NACRO Souleymane**, chargé de recherches, entomologie Pour ces riches conseils et la qualité de ses documents que nous avons bénéficié.

- au Dr **Dabiré Rémi**, pour sa franche collaboration et son aide pour les analyses des données.

- au Dr **SAWADOGO Abdoussalam**, chargé de recherche pour ses conseils et documentation.

- au chef de Programme Céréales Traditionnelles, le Dr. **DA Sansan**, aux Dr **SANOU Jacob**.

- à tous les enseignants de l'IDR, pour leurs encadrement technique et scientifique au cours de stage.

- aux techniciens de la section entomologie, phytopathologie et nématologie : **SANOU Jean**, **DEMBELE Barthélémy**, **SANOU Bourcima**, **OUATTARA Adama**, **SANOU Raphael** et **KIEMEDE Salam**

- aux stagiaires **BÂ Malick** de l'Université de Ouagadougou, **ZONGO Adama** du CAP/de Matourkou et **SIBOMANA Isai** ingénieur qui nous ont aidé dans les analyses des données.

- à M. **DA Emile** et M. **HIEN Enoch** : observateurs et technicien sur le périmètre rizicole de Karfiguéla.

Enfin je ne saurais oublier mes collègues stagiaires et tous ceux que je n'ai pu citer ici pour leurs conseils forts utiles.

## SIGLES ET ABREVIATIONS

<b>ACTA - FNGPC :</b>	Association de coordination technique agricole et de la fédération nationale des groupements de protection des cultures.
<b>Cm :</b>	Coeurs morts
<b>CTA :</b>	Centre technique de coopération agricole et rurale.
<b>FAO :</b>	Food and agriculture organisation
<b>IFPRI :</b>	International food policy research institue.
<b>INSD :</b>	Institut national de la statistique et de la démographie
<b>INSAH :</b>	Institut du Sahel.
<b>IITA :</b>	Institut international d'agriculture tropicale
<b>JAE :</b>	Jours après épiaison
<b>JAR :</b>	Jours après repiquage
<b>HS :</b>	Hautement significatif
<b>NS :</b>	Non significatif
<b>Pb :</b>	Panicules blanches
<b>PC :</b>	Pyriculariose du cou
<b>PF :</b>	Pyriculariose foliaire
<b>S :</b>	Significatif
<b>SAR :</b>	Semaines après repiquage
<b>SNPV :</b>	Service national de protection des végétaux
<b>SSA\DEP\MA :</b>	Service des Statistiques Agricoles \ Direction des Etudes et de la Planification \ Ministère de l'Agriculture.
<b>THS :</b>	Très hautement significatif
<b>To :</b>	Tubes d'oignon

## LISTE DES TABLEAUX

- Tableau 1 :** Principales espèces d'insectes nuisibles au riz au Burkina Faso
- Tableau 2 :** Position systématique des principaux insectes ravageurs du riz au Burkina
- Tableau 3 :** Principales maladies identifiées sur le riz au Burkina Faso
- Tableau 4 :** Les principales espèces de nématodes rencontrées sur le riz
- Tableau 5 :** Seuil de nuisibilité des principaux ravageurs du riz
- Tableau 6 a :** Evolution des pourcentages de coeurs morts et panicules blanches en fonction des traitements [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 6 b :** Evolution des pourcentages de coeurs morts et panicules blanches en fonction des variétés [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 6 c :** Evolution des pourcentages de coeurs morts et panicules blanches sous l'influence de l'interaction entre variétés et traitements [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 7 a :** Evolution des pourcentages de tubes d'oignon en fonction des traitements [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 7 b :** Evolution des pourcentages de tubes d'oignon en fonction des variétés [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 7 c :** Evolution des pourcentages de tubes d'oignon sous l'influence de l'interaction entre variétés et traitements [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 8 a :** Evolution des attaques de la pyriculariose foliaire (PF) et du cou paniculaire (PC) en fonction des traitements [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 8 b :** Evolution des attaques de la pyriculariose foliaire (PF) et du cou paniculaire (PC) en fonction des variétés [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 8 c :** Evolution des attaques de la pyriculariose foliaire (PF) et du cou paniculaire (PC) sous l'influence de l'interaction entre variétés et traitements [après tranformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Tableau 10 :** Régressions linéaires du nombre moyen de talles sur la hauteur des plantes en fonction des semaines après repiquage

**Tableau 11 a** : Composantes de rendement de la V1 (FKR 28) en fonction des traitements à **Karfiguéla** saison humide 1999

**Tableau 11 b** : Composantes de rendement de la V2 (BW 348-1) en fonction des traitements à **Karfiguéla** saison humide 1999

**Tableau 12 a** : Rendements en fonction des traitements (toutes variétés confondues)

**Tableau 12 b** : Rendements en fonction des variétés

**Tableau 12 c** : Rendements parcelaires (kg) en fonction des variétés (tous traitements confondus)

**Tableau 13** Comparaison des gains (%) en rendement par rapport au témoin

## LISTE DES FIGURES

- Figure 1 :** Evolution des superficies (ha), des productions (t) et des importations (t et millions de FCFA) du riz au Burkina Fso
- Figure 2 :** Distribution des superficies rizicoles en fonction du type de riziculture
- Figure 3 :** Pluviométrie (mm), Température (°C), Insolation (h), Hygrométrie (%)
- Figure 4 :** Evolution des attaques (%) de la pyriculariose foliaire et du cou paniculaire en fonction des traitements et des variétés à **Karfiguéla** saison humide 1999
- Figure 5 :** Evolution de la population de *Hirschmanniella spinicaudata* dans le sol et dans les racines en fonction des traitements (toutes variétés confondues). **Karfiguéla** saison humide 1999
- Figure 6 :** Evolution de la population de *Helicotylenchus sp.* et de *Tylenchorynchus sp.* dans le sol en fonction des traitements (toutes variétés confondues). **Karfiguéla** saison humide 1999
- Figure 7:** Régression entre les populations de *H. spinicaudata* à 60 JAR et le poids de 1000 grains, et entre *Tylenchorynchus sp.* et le rendement paddy à 60 JAR. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Figure 8 :** Evolution de la hauteur moyenne du riz sous l'effet des traitements en fonction d'observations pour les deux variétés. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Figure 9 :** Evolution du nombre moyen de talles sous l'effet des traitements en fonction des variétés. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Figure 10:** Gain en rendement (%) par rapport au témoin en fonction des traitements de protection contre les foreurs de tige, la pyriculariose et nématodes associés au riz irrigué. **Karfiguéla** saison humide 1999
- Figure 11 :** Pertes en rendement (g/PE) des foreurs de tige et de la pyriculariose en fonction des traitements de protection. **Karfiguéla** saison humide 1999

PREMIERE PARTIE

REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

## RESUME

Depuis de nombreuses années, la pression parasitaire est restée l'une des principales contraintes à la production rizicole du Burkina Faso, suite à l'intensification de la culture. Parmi les ravageurs, les insectes (foreurs de tiges), les maladies (la pyriculariose) et les nématodes associés au riz irrigué sont considérés comme les ennemis les plus redoutables à la culture. Les pertes consécutives aux dégâts dues aux ravageurs imposent la nécessité d'une intervention, dans le but d'augmenter la production et préserver l'agro-écosystème. Une approche pluridisciplinaire intégrant principalement en entomologie, en phytopathologie et en nématologie différentes formules de protection, a été conduite durant la campagne 1999 dans le sud-ouest du Burkina Faso (Karfiguéla) en riziculture irriguée. Elle a eu pour stratégie l'utilisation des acquis de ces 3 disciplines, basée sur la lutte chimique à partir des produits végétaux (insecticide, fongicide et nématicide), la lutte culturale et la résistance variétale, afin de dégager la meilleure combinaison sous forme d'un paquet technologique contre les principaux ravageurs du riz. Deux variétés, la FKR 28 et la BW 348-1 et six traitements, T1 (témoin), T2 (fumure organique), T3 (cendres de balles de riz), T4 (broyats de feuilles et amandes de neem), T5 (intervention sur seuil) et T6 (combinaison de T2, T3 et T4) ont été testés. La mesure de plusieurs variables dans les 3 disciplines a permis de suivre l'effet des traitements d'une part sur les dégâts des insectes foreurs de tiges, de la pyriculariose et sur les populations de nématodes et d'autre part sur les caractères agronomiques (hauteur et tallage), les composantes de rendement, les rendements et les pertes de rendement. Les résultats obtenus montrent que les traitements T6 et T4 enregistrent les caractères agronomiques les plus favorables, ainsi que des gains en rendement respectifs de 33,87% et 19,82% par rapport au témoin et réduisent les populations de nématodes. Le traitement T6 se dégage comme la formule de protection la plus intéressante en rendement et peut constituer le paquet technologique recherché. Il conviendrait dans les perspectives d'associer d'autres méthodes de lutte telles que les pratiques culturales, la lutte biologique et la lutte contre les adventices

**Mots clés:** Foreurs de tige, pyriculariose, nématodes, riz irrigué, cendres, fumure organique, neem, et paquet technologique

## INTRODUCTION

Les céréales constituent l'alimentation de base dans le monde. Parmi les céréales, le riz occupe une place non négligeable et elle est la principale source d'aliment pour environ 40% de la population mondiale (ADRAO, 1996). Les pays en voie de développement importent chaque année une quantité considérable de riz pour survenir aux besoins alimentaires des populations.

Placé deuxième céréale dans le monde après le blé, le riz est une poacée annuelle du genre *Oryza*. Selon MONTY (1995), les deux espèces généralement cultivées sont *Oryza glaberrima* d'origine africaine et *Oryza sativa* d'origine asiatique. Les importations du riz sont de plus en plus croissantes. Le rythme de croissance de la demande en riz est en moyenne de 5,6% par an, en Afrique de l'Ouest (ADRAO, 1997). Dans le bilan de ses activités, l'INERA (1994) indique que cette progression extrêmement rapide est imputable pour moitié environ à la poussée démographique, et l'autre moitié s'expliquant par le changement des habitudes alimentaires des citoyens. Cependant les productions nationales sont loin de suivre cette évolution de la demande. Ces changements ne peuvent être ignorés pour le continent africain dont la production rizicole par habitant connaît chaque année une chute considérable. Il n'est pas étonnant, dans ces conditions de voir les importations augmenter nettement et de façon vertigineuse dans le seul but de satisfaire les besoins des populations (CTA, 1998).

Au Burkina Faso, le riz est d'une importance capitale. SERE & NACRO (1992), estiment les potentialités rizicoles du pays à plus de 165.000 ha de superficies aménageables, alors que le niveau actuel de la production fluctue entre 39000 et 111000 tonnes (SSA\DEP\MA, 2000). Le recours croissant à des importations contribue fortement au déséquilibre entre l'offre et la demande. Cela pèse lourdement sur la balance commerciale du pays, avec une importante sortie de devises visant à combler le déficit national.

Pour pallier à ce problème, des orientations politiques ont placé l'autosuffisance au centre des préoccupations nationales. La valorisation du potentiel existant est l'un des objectifs nationaux, pour satisfaire une demande intérieure de plus en plus forte. Au nombre de ces efforts, figurent les activités de la recherche agricole tels que l'introduction des variétés améliorées; l'amélioration des techniques et pratiques culturales etc. La production rizicole est insuffisante en raison des contraintes dues aux aléas climatiques et biotiques. L'agro-écosystème du riz caractérisé par une température élevée et l'abondance de l'eau d'où l'expression "le riz vit les pieds dans l'eau et la tête dans le feu" (SNPV, 1982), favorise énormément la prolifération de nombreux agents nuisibles. Selon DAKOUO, *et al.* (1998), les contraintes biotiques sont essentiellement constituées par les insectes, les maladies et les nématodes.

Au rang des ennemis limitant la production, les insectes occupent une place non négligeable. L'essentiel des problèmes entomologiques du riz est causé par les foreurs de tige (INSAH, 1990; HARI, 1997; POLASZEK & KHAN, 1998), qui demeurent les plus préjudiciables à la culture. Selon AKINSOLA & SAMPONG (1984), les foreurs de tiges sont considérés comme le fléau le plus important du riz. Selon BORDAT *et al.* (1977), ce sont des ravageurs quasi permanents qui affectent essentiellement les cultures vivrières de façon toujours sensible et réduisent gravement la récolte.

Les insectes ravageurs s'attaquant au riz appartiennent principalement à deux ordres; celui des Lépidoptères (de la famille des Pyralidae et Noctuidae) et celui des Diptères endophytes (de la famille des Diopsidae et Cécidomyiidae) (DAKOUO & NACRO, 1990; HEINRICHS, 1998). Il s'agit essentiellement de *Chilo zacconius* Blezynski; de *C. diffusilineus* J. de joannis; de *Maliarpha separatella* Ragonot, de *Sesamia calamistis* Hampson pour les lépidoptères foreurs de tige, de Diopsides (*Diopsis sp*) et de la Cécidomyie africaine du riz (*Orseolia oryzivora* Harris et Gagne) pour les diptères endophytes (DAKOUO & NACRO, 1990; SERE *et al.*, 1994; POLASZEK & KHAN, 1998).

A côté des insectes nuisibles, notamment les foreurs de tige, il est communément admis à priori, que les conditions climatiques de type soudano-sahélien qui caractérisent nos régions sont favorables au développement de certaines maladies. La pyriculariose se révèle parmi toutes ces maladies, surtout depuis une dizaine d'année, un grave danger pour la riziculture dans de nombreuses régions de l'Afrique de l'Ouest (SEGUY, *et al.*, 1981).

Longtemps ignorée en Afrique de l'Ouest, où les premières observations dataient de 1956, la pyriculariose est considérée comme une maladie très ancienne. Selon BAMBA (1985), elle s'y est développée dans les années 80. En outre, dans la riziculture traditionnelle burkinabé, aucune explosion épidémique n'est venue tirer la sonnette d'alarme. Cependant, avec les tentatives d'introduction et d'amélioration variétale et l'extension des superficies cultivées, la pyriculariose est apparue comme une des composantes non négligeables des problèmes qui se posent à la riziculture du pays (SERE, 1981). Elle est la principale maladie rencontrée dans les périmètres rizicoles burkinabé (NACRO, 1994; SERE, 1994). Mais selon HARI (1997), c'est surtout *Pyricularia oryzae* Cav (*Magnaporthe grisea*) qui est l'agent responsable de la maladie. Elle est largement répandue et peut provoquer des dégâts importants lorsque les conditions sont favorables.

Les nématodes étaient mal connus jusqu'à une époque récente (les dégâts sur les cultures passaient souvent inaperçus ou attribués à d'autres causes : sol peu fertile ou considéré épuisé, humidité insuffisante etc). La connaissance des nématodes est liée à la découverte du microscope et au progrès réalisé par la qualité de ces instruments (ACTA-FNGPC, 1971). Selon SAWADOGO,

(1977), bien qu'ils soient représentés par un nombre réduit d'espèces, les nématodes sont nombreux; sont présents dans les habitats les plus variés et s'adaptent à tous les modes de vie. La plupart des nématodes phytophages sont de taille variable (longueur 0,2 - 2 mm; diamètre 10 - 40  $\mu$ ). Ce sont des vers très petits, et difficiles à trouver dans le sol ou à mettre en évidence à l'intérieur comme au voisinage des végétaux (ACTA-FNGPC, 1971).

Selon ADRAO (1995), sur les 32 espèces de nématodes connues comme étant associés au riz, 30 ont été signalées en Afrique de l'Ouest et sur les 10 genres de nématodes causant des maladies spécifiques et fatales au riz dans le monde, 8 sont présents en Afrique de l'Ouest. Plusieurs genres de nématodes notamment *Hirschmanniella*, *Heterodera*, *Tylenchorynchus*, *Helicotylenchus*, *Hoplolaimus* et *Meloidogyne* se rencontrent sur les périmètres rizicoles du Burkina. Parmi les espèces de nématodes *Hirschmanniella spinicaudata* est la plus répandue et connue comme un parasite actif du riz causant des pertes importantes de rendement (DAKOUO *et al.* 1998).

Le parasitisme en riziculture est un problème omniprésent en Afrique de l'Ouest. Si quelques fois, ces ennemis pris individuellement peuvent sembler peu importants, il n'est pas rare de voir l'intervention néfaste et concomitante de deux voire plusieurs ennemis provoquer une perte globale importante. Par ailleurs, si des méthodes de lutte existent pour chacun de ces ravageurs, la stratégie globale de lutte pour les maintenir constamment à des niveaux de dommages économiquement tolérables et accroître la production, reste à dégager grâce à leur combinaison judicieuse en un seul paquet technologique de gestion intégrée. Dans son rapport annuel, l'ADRAO (1996) sous-entend cette philosophie en signalant que la gestion intégrée est une alternative viable dans la lutte contre les ravageurs s'attaquant au riz et à d'autres cultures.

En partageant le même souci, COCHEREAU (1982), souligne que les situations écologiques et économiques locales imposent une stratégie de gestion des populations des ravageurs fondée sur l'intégration de diverses technologies existantes, déjà utilisées par le paysan, adaptés aux divers agroécosystèmes locaux. Les méthodes de lutte sont souvent mises au point isolément sur une base monodisciplinaire et ont donc une portée limitée et en contradiction avec les autres préconisées. C'est pour remédier à une telle situation qu'une approche pluridisciplinaire combinant les acquis des trois disciplines (entomologie, phytopathologie et nématologie) a été testée. L'objectif principal est de dégager de système de protection phytosanitaire efficace, rentable et surtout durable, susceptible d'être proposé comme un paquet technologique de protection aux producteurs. Les objectifs spécifiques ont été de suivre l'effet des traitements d'une part sur les dégâts des foreurs de tige, de la pyriculariose et des populations de nématodes et d'autre part sur les paramètres agronomiques, les composantes de rendement et les rendements et afin d'établir les relations entre ces différentes variables.

C'est dans le cadre d'une collaboration pluridisciplinaire, incluant l'entomologie, la phytopathologie, et la nématologie que le thème de l'étude est axé sur la mise au point d'un paquet technologique de protection intégrée contre les foreurs de tige, la pyriculariose, et les nématodes associés au riz irrigué.

Le présent mémoire qui est la synthèse des travaux réalisés au cours de notre stage de fin de cycle effectué sur le site Karfiguéla comporte deux parties :

- une première partie de revue bibliographique.
- une deuxième partie sur l'expérimentation réalisée comprend les matériels et méthodes, les résultats, discussions, conclusion et perspectives.

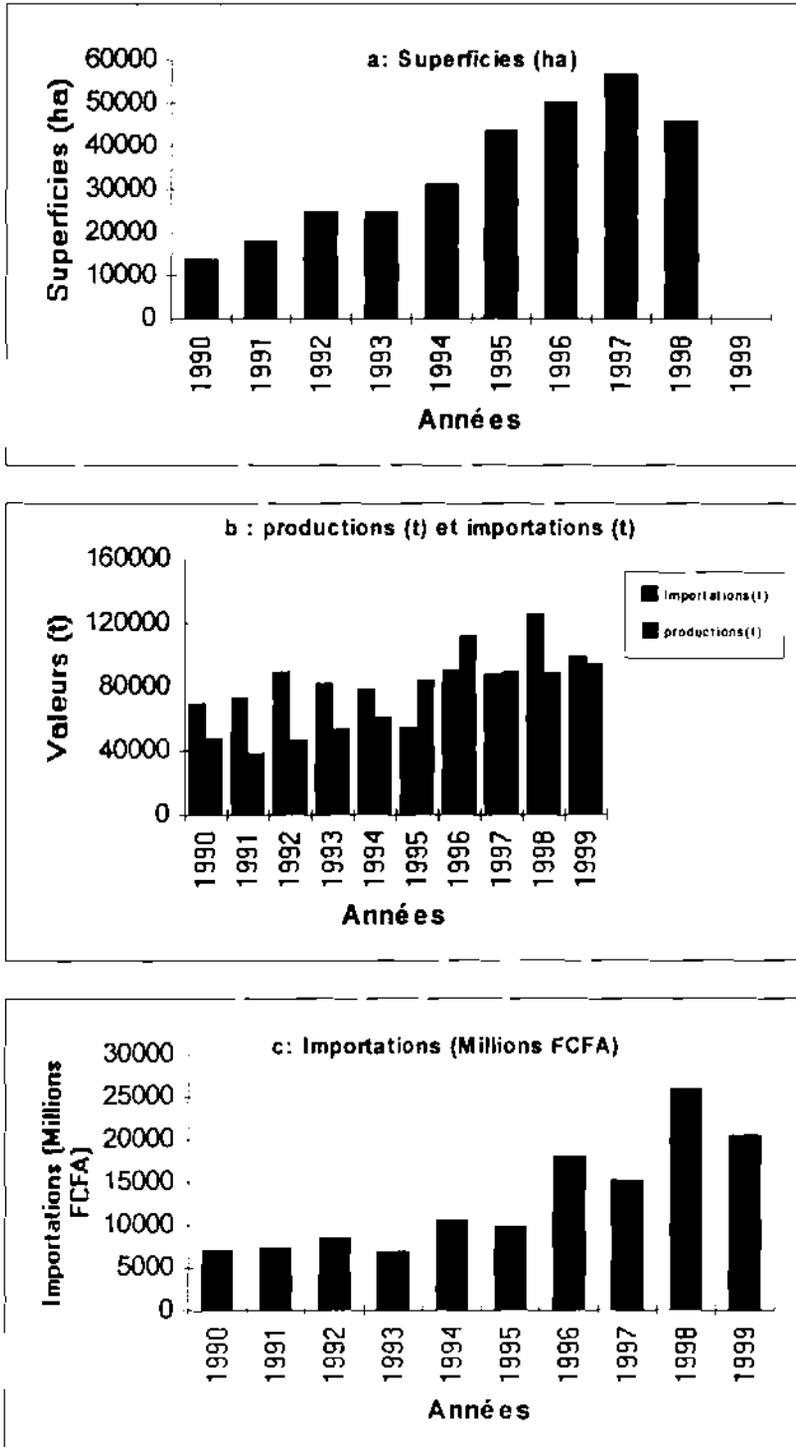
## CHAPITRE I SITUATION DE LA RIZICULTURE AU BURKINA FASO

### 1 Importance de la riziculture

Placé au quatrième rang parmi les céréales cultivées au Burkina Faso (après le sorgho, le mil et le maïs.), tant du point de vue des superficies, de la production et de la consommation (SERE et NACRO, 1992), le riz est une des exigences incontournables pour l'économie du pays, lorsque l'on considère les importantes sorties de devises liées aux importations. Les mêmes auteurs estiment que la riziculture occupe 31000 ha, contre environ 2.038.000 ha pour les autres céréales. Selon l'INERA (1994), il s'agit cependant d'une céréale d'une extrême importance pour l'économie burkinabé principalement au cours des vingt dernières années.

L'évolution de la demande de plus en plus croissante de la consommation de riz impose un accroissement de la production nationale, pour réduire les importations. Les superficies varient en dent de scie et c'est seulement en 1997 que l'on a la plus grande superficie (56837 ha) consacrée à la riziculture (figure 1 a). L'examen de l'évolution des superficies rizicoles entre 1990 et 1998 montre une tendance générale à la baisse par rapport aux besoins de la consommation. La production est en deçà des attentes avec seulement 111807 tonnes en 1996 et de loin la plus importante au cours de cette décennie (figure 1 b). Le rendement moyen à l'hectare est estimé à 1575 kg (FAO, 1999). Le pays importe chaque année d'énormes quantités de riz usiné atteignant des milliers de tonnes et nécessitant également une sortie considérable de devises. Ainsi, en 1998, 125899 tonnes (figure 1 b) ont été importées pour environ 26 milliards de F.CFA (figure 1 c).

Les diagrammes de l'évolution entre les productions et les importations indiquent nettement que les productions ne couvrent pas les besoins nationaux.



**Figure 1.** Evolution des superficies (ha), des productions (t) et des importations (t et millions de FCFA) du riz au Burkina Faso.

Source : SSA/DEPMA (2000).

## 2 Systèmes de productions et types de riziculture

Des possibilités sont offertes pour une double culture annuelle surtout en riziculture irriguée où la maîtrise d'eau est complète, mais c'est la monoculture qui reste le système cultural dominant sur les périmètres rizicoles du Burkina.

La production du riz se fait selon trois modes bien distincts en fonction de l'alimentation hydrique (INERA, 1994). Il s'agit de la riziculture pluviale, de la riziculture de bas-fond et de la riziculture irriguée. La distribution de ces trois catégories de riziculture pour l'année 1997 est donnée par la figure 2. Il faut cependant noter que de 1995 à l'année 2000, il n'y a pas de grands changements.

### *. La riziculture pluviale*

Ce type de riziculture est la moins répandue. Selon HARI (1997), 13% des superficies cultivées en riz au Burkina sont consacrés au riz pluvial. La quantité et la variabilité des pluies sont deux contraintes importantes pour la production du riz pluvial et son rendement moyen est de 800 kg/ha (NACRO, 1994).

### *. La riziculture de bas-fond*

L'exploitation des bas-fonds est dominée par une gestion traditionnelle. Elle est essentiellement alimentée par les eaux de pluies et les eaux de ruissellement provenant des reliefs environnants. Ce type de riziculture occupe la plus grande portion des superficies réservées au riz (SERE & HEBIE, 1990) et estimé à 70% des superficies rizicoles du pays (CNRST, 1995). Selon SIE (1994), cette riziculture occupe précisément  $\frac{4}{5}$ <sup>ème</sup> des superficies rizicoles du Burkina Faso. Malgré toute l'importance revêtue, elle enregistre bien souvent des rendements moyens faibles de 900 kg/ha (DAKOUO & NACRO, 1986).

### *. La riziculture irriguée*

Selon NACRO (1994), elle n'a été introduite au Burkina Faso que vers la fin des années 1960 et constitue le type de riziculture le plus performant et le plus intensif. Ce type de riziculture bien que récent, produit plus du tiers de la production nationale de riz paddy grâce à la maîtrise de l'irrigation et des techniques culturales ( DAKOUO & NACRO, 1990; SIE, 1994). Si on s'en tient au profit financier net par hectare, elle donne des rendements supérieurs aux autres types de riziculture (INERA, 1990). Les rendements moyens obtenus avec ce type de riziculture sont de 4 tonnes/ha (NACRO, 1994). Elle couvre de nos jours moins de 20% des superficies rizicoles du pays.

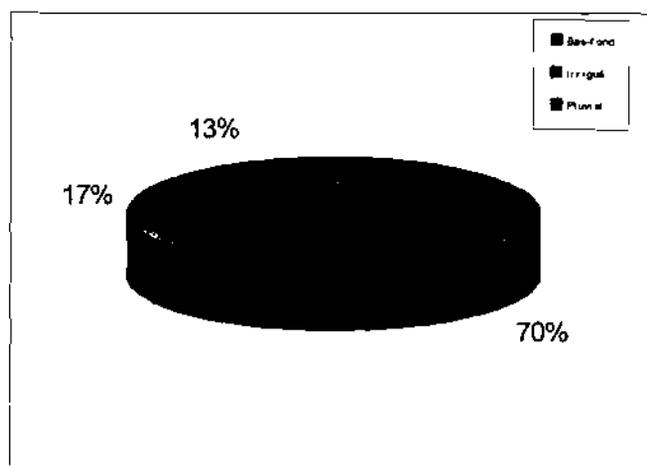


Figure 2. Distribution des superficies rizicoles en fonction du type de riziculture (Source des données INSD, 1997)

### 3 Principales contraintes de la riziculture

Plusieurs contraintes agro-pédoclimatiques, socio-économiques et biotiques se posent à la production du riz au Burkina Faso.

#### 3.1 Contraintes agro-pédoclimatiques.

La mauvaise répartition spatio-temporelle de la pluviométrie influe non seulement sur le rendement, mais aussi entraîne, l'abandon progressif des périmètres rizicoles au profit des cultures moins exigeantes en eau (NACRO, 1994).

La pauvreté des sols en éléments fertilisants indispensables (N, P, K), les pratiques agricoles inadéquates, sont généralement source de dégradation des sols et réduisent considérablement les rendements. Les sols des rizières sont pour la plupart pauvres en matière organique, et la seule source de fertilisation demeure les engrais minéraux (NACRO, 1994).

#### 3.2 Contraintes socio-économiques.

L'activité rizicole au Burkina fait l'objet d'un encadrement insuffisant des riziculteurs. L'adoption des nouvelles technologies est entravée par un certain nombre de facteurs sociaux et économiques. Selon NACRO (1994), très souvent la diffusion de ces techniques modernes se heurte à des pratiques ancestrales bien enracinées. Le manque de moyens financiers et le faible équipement des producteurs constituent un des sérieux handicaps pour l'intensification de la culture. De plus, les importations de riz exercent une concurrence sur le riz produit localement, par son prix de revient plus faible (NACRO, 1994). On assiste souvent à des problèmes d'écoulement des productions locales.

### 3.3 Contraintes biotiques.

Elles sont engendrées par de nombreux ravageurs qui constituent des facteurs de limitation de la production rizicole au Burkina Faso. Ces ravageurs interviennent soit directement par les prélèvements qu'ils opèrent sur la culture du riz, soit indirectement par les maladies qu'ils transmettent. L'essentiel des dégâts est dû aux insectes nuisibles, aux agents pathogènes (champignons, bactéries, virus) et aux nématodes.

D'autres ravageurs tels que les rongeurs attaquent le riz à tous les stades de son développement. Le genre *Ratus* est le plus répandu (NACRO, 1994). Les rongeurs ne sont aucunement influencés ni par les caractéristiques variétales ni par les pratiques culturales (MARCO, 1991). Les oiseaux granivores sont également de véritable nuisible à cause des dégâts sporadiques qu'ils occasionnent surtout pendant la maturation du grain. L'espèce *Quelea quelea* est la plus nuisible.

En outre, l'une des principales opérations d'entretien du riz, la plus difficile et coûteuse est la lutte contre les mauvaises herbes qui colonisent les rizières. En plus de la concurrence pour les ressources essentielles à la croissance, les adventices pourraient servir d'hôtes intermédiaires aux insectes (*Orseolia oryzivora* sur *Oryza longitiminata*) et aux maladies (Pyriculariose sur *Eleusine* et *Echinochloa* spp.) (JOHNSON, 1997). Selon SERE (1994), elles pourraient créer les conditions favorables à l'établissement et au déroulement de la maladie.

Les principaux genres d'adventices rencontrés au Burkina sont de la famille des poacées. On peut citer: *Oryza bartii*; *O. longitaminata* (espèces du riz sauvage); *Digitaria* sp, *Echinochloa colona*; *Cyperus* sp (*Cypéracées*); *Marsilea* sp (*Marsileaceae*) (HEBIE cité par BACYE, 1987).

## CHAPITRE 2 LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DU RIZ AU BURKINA FASO

Les principaux ravageurs causant de multiples dégâts à la production du riz se résument essentiellement aux insectes (cas des foreurs de tiges), aux maladies (cas de la pyriculariose) et aux nématodes associés à la culture.

### 1 Les insectes ravageurs du riz

Les insectes ravageurs du riz constituent l'un des principaux groupes d'agents biologiques de limitation de la production rizicole au Burkina Faso. Les principales espèces d'insectes nuisibles couramment rencontrées sur le riz au Burkina Faso se recrutent dans plusieurs ordres (tableau 1). Cependant selon NACRO (1994), quatre (4) ordres se distinguent comme étant les plus importants. Il s'agit des Lépidoptères, des Isoptères, des Coléoptères et des Diptères.

De ces groupes d'insectes ravageurs, les Lépidoptères foreurs de tiges, et les Diptères demeurent les ennemis clés sur les périmètres rizicoles du Burkina Faso (DAKOUO *et al*, 1991; HEINRICHS,

## CHAPITRE 2 LES PRINCIPAUX RAVAGEURS DU RIZ AU BURKINA FASO

Les principaux ravageurs causant de multiples dégâts à la production du riz se résument essentiellement aux insectes (cas des foreurs de tiges), aux maladies (cas de la pyriculariose) et aux nématodes associés à la culture.

### 1 Les insectes ravageurs du riz

Les insectes ravageurs du riz constituent l'un des principaux groupes d'agents biologiques de limitation de la production rizicole au Burkina Faso. Les principales espèces d'insectes nuisibles couramment rencontrées sur le riz au Burkina Faso se recrutent dans plusieurs ordres (tableau 1). Cependant selon NACRO (1994), quatre (4) ordres se distinguent comme étant les plus importants. Il s'agit des Lépidoptères, des Isoptères, des Coléoptères et des Diptères.

De ces groupes d'insectes ravageurs, les Lépidoptères foreurs de tiges, et les Diptères demeurent les ennemis clés sur les périmètres rizicoles du Burkina Faso (DAKOUO *et al*, 1991; HEINRICHS, 1998). Parmi les Lépidoptères foreurs, *Chilo zacconius* Bleszynski; *C. diffusilineus* J de Joannis; *Maliarpha separatella* Ragonot; *Sesamia calamistis* Hampson et parmi les Diptères, la mouche diopside; *Diopsis* sp. Et la Cécidomyie du riz (*Orseolia oryzivora* Harris et Gagne) constituent les principales espèces nuisibles.

#### 1.1 Position systématique

Tableau 2. Position systématique des principaux insectes ravageurs du riz au Burkina.

Classe - ordre	superfamille	famille	sous famille	genre	espèces
Insecta - lepidoptera	Noctuoidea	Noctuidae	Amphipyridae	<i>Sesamia</i>	<i>calamis</i> Hampson
	Pyraloidea	Pyralidae	Crambinae	<i>Chilo</i>	<i>Diffusilineus</i> J de Joannis <i>zacconius</i> Bleszynski
		Pyralidae	Phycitinae	<i>Maliarpha</i>	<i>separatella</i> Ragonot
Insecta - Diptera	Cecidomyioidae	Cecidomyiidae	Cecidomyiinae	<i>Orseolia</i>	<i>oryzivora</i> Harris & Gagné
		Diopsidae	...	<i>Diopsis</i>	<i>thoracica</i> West
		...	...	<i>Diopsis</i>	<i>apicalis</i> Dalm

Source : Les lépidoptères foreurs de tiges (MAES, 1998)

Les diptères (Cécidomyie) (HARRIS & GAGNE, 1982)

TABLEAU 1 : Principales espèces d'insectes nuisibles au riz au Burkina Faso

Ordres	nom scientifiques	noms communs	organes attaqués	abondance relative		
				Riz pluvial	Riz irrigué	Riz de bas-fond
LEPIDOPTERES	<i>Chilo zacconius</i>	foreur rayé	tige	+	+++	++
	<i>Chilo diffusilineus</i>	"	tige	+	++	++
	<i>Maliarpha separatella</i>	foreur blanc	tige	+	++	++
	<i>Sesamia calamistis</i>	foreur rose	tige	+	+	+
	<i>Nymphula depunctalis</i>	---	feuilles	?	++	+
DIPTERES	<i>Orseolia oryzivora</i>	cécidomyie africaine du riz	tige	+	+++	++
	<i>Diopsis sp</i>	mouche diopside	tige	+	+++	++
COLEOPTERES	<i>Trichspa sericeae</i>	hispide du riz	feuilles	+	++	++
	<i>Heteronychus oryzae</i>	---	racines	?	+	++
HEMIPTERES	<i>Aspavia sp</i>	punaise	grain laitex	+++	++	++
	<i>Nezara viridula</i>	punaise	" "	+++	++	++
ISOPTERES	<i>Macrotermes sp</i>	termites	racines	+++	-	-
	<i>Microtermes sp</i>	"	"	+++	-	-

Source : SERE (1994)

LEGENDE

+++ très abondant

++ abondant

+ peu abondant

- absent

a) *Chilo* spp

Selon BONZI (1977), le genre *Chilo* constitue le plus important groupe des foreurs de tige du riz. Les deux espèces généralement rencontrées sur le riz, *Chilo zacconius* Bleszynski (syn. *Procera africana*) et *C. diffusilineus* J de Joannis sont morphologiquement très voisines, avec des larves paraissant identiques (MEIJERMAN & ULENBERG, 1998). Ces deux espèces se distinguent l'une de l'autre par la forme du génétalia mâle et femelle (BRENIERE, 1976; MAES, 1998).

Selon BORDAT *et al.* (1977), à la différence d'autres foreurs, cette espèce ne séjourne pas normalement durant l'interculture dans les chaumes de riz desséchés. N'ayant pas de diapause hivernale, ce foreur trouve refuge sur des graminées adventices en des lieux maintenus humides où il peut se reproduire. Selon MAES (1998), la femelle de *Chilo* pond un lot de 80 œufs chevauchés entre eux sur les limbes foliaires des plants du riz. Le nombre varie de 10 à 135 œufs et la période d'incubation est de 4 à 6 jours (ADRAO, 1996). Chez *Chilo zacconius*, la ponte peut s'étaler sur 7 jours, mais la production des deux derniers jours est plus faible (COQUART & BRENIERE, 1979). Après une courte phase d'alimentation sur les tissus épidermiques, la jeune larve pénètre dans la tige de riz, y fore une galerie et y accomplit tout son développement avant de s'y nymphoser (BETBEDER, 1990).

b) *Maliarpha separata* Ragonot

Selon MAES (1998), il est le plus important foreur de tige de la sous-famille des Phycitinae. C'est au stade tallage que la femelle pond ses œufs (6 à 7 lots d'environ 40 œufs collés à la face supérieure de la feuille par un ciment qui en séchant provoque un pincement caractéristique du limbe enveloppant complètement les œufs (BRENIERE, 1976). La période d'incubation est de 7 à 10 jours. Le stade larvaire dure de 40 à 70 jours et la larve passe 5 à 7 stades (ADRAO, 1996). La durée de la période pupale est de 32 à 65 jours. Il ya rarement plus d'une larve par tige (MAES, 1998). La nymphose intervient 30 à 50 jours après éclosion dans l'entre-nœud inférieur. La larve se développe entièrement dans un (1) ou deux (2) entre-nœuds, est incapable de migrer d'une talle à une autre et ne peut survivre sur une plante sans entre-nœud (AKINSOLA & SAMPONG, 1984). La taille de la larve et de la pupe mature est respectivement de 22 mm et 15 mm de long.

c) *Sesamia calamistis* Hampson

L'adulte, pond 350 œufs déposés par lots de 10 à 40 sans alignement particulier dans les gaines des feuilles qui les protègent. Après éclosion, les larves pénètrent directement dans la tige.

HOLLOWAY (1998), signale que la durée du stade larvaire (30 à 60 jours) dépend des conditions climatiques. La larve subit 5 à 6 mues, et peut attaquer successivement plusieurs jeunes tiges. Au stade pupal la génération prend place dans la tige et rarement entre la gaine foliaire et la tige. Les durées des périodes larvaires et Pupales se situent respectivement entre 10 à 14 jours et 28 et 35 jours.

### 1.2.2 Dégâts

Les dégâts des foreurs de tiges sont occasionnés par le développement de la larve dans la tige. Selon BACYE (1987), l'ampleur et la nature des dégâts dues à l'alimentation des larves dans la tige, dépend du stade phénologique de la plante. Pour sa part, INGRAM (1983), indique que la sévérité des dégâts varie suivant les saisons, le type de riziculture, les zones et dépend des pratiques culturales et du type de foreurs de tiges présents. Deux types de dégâts sont souvent observés (BRENIERE, 1976; AKINSOLA & SAMPONG, 1984; NACRO, 1984; TOURE, 1989).

Une attaque précoce intervenant au cours de la phase végétative entraînant la destruction du bourgeon central et un dessèchement de la feuille centrale caractérisé par le symptôme de " cœur mort ".

Lorsque l'attaque se produit au cours de la phase reproductive (floraison), les larves se nourrissent à l'intérieur de la hampe florale qui se dessèche pour donner une panicule entièrement blanche dont les épillets sont vidés de leurs grains; c'est le symptôme de " panicule blanche ". La casse de la tige peut intervenir par la suite.

Selon BORDAT *et al.* (1977), la tige attaquée par *Chilo zacconius* est en général totalement détruite, que ce soit au tallage ou à l'épiaison. *Maliarpha separatella* cause un détachement total de la tige au niveau des entre-nœuds (AKINSOLA & SAMPONG, 1984). Par ailleurs, l'attaque des foreurs de tiges est moins dommageable quand elle intervient au tallage, parce que la plante peut compenser par la production d'autres talles (HEINRICHS, 1998).

## 1.3 La biologie et les dégâts des diptères endophytes

Cet ordre regroupe plusieurs espèces dont les mouches diopsides *Diopsis* spp. et la cécidomyie du riz *Orseolia oryzivora* Harris & Gagné.

### 1.3.1 *Diopsis* spp

Selon HEINRICHS (1998), *Diopsis thoracica* et *apicalis* sont les deux (2) espèces les plus importantes et couramment rencontrées en rizière. *Diopsis thoracica* est l'espèce la plus abondante et la plus répandue dans les zones humides et peu fréquente en régions sèches (BRENIERE, 1976). La mouche Diopside se distingue par la forme caractéristique de l'adulte qui possède sur la tête deux très longs pédoncules portant les yeux sur un renflement à leur extrémité. Les deux espèces ont une biologie à peu près identique, mais *Diopsis. apicalis* diffère par une taille plus réduite et une coloration noire de l'extrémité de l'aile. La femelle dépose les œufs entre la gaine foliaire et la tige. L'incubation dure 2 à 3 jours. La durée du stade larvaire est de 4 à 5 semaines et celle de la pupaison est de 10 à 22 jours. La durée totale du cycle est de 60 jours. La larve se nourrit à l'intérieur des jeunes talles. Selon NACRO (1984), les attaques de Diopsides interviennent en début tallage, et dans sa vie, une seule larve peut détruire jusqu'à dix tiges avoisinantes. Les dégâts dus aux Diopsides se limitent aux jeunes tiges en période de tallage. Ils se manifestent par des retards dans la montaison et la réduction du nombre de tiges fructifères (OKOCHA, *et al.*, 1991). Chaque talle atteinte présente le symptôme de "cœur mort" et la talle est ainsi perdue. Selon AKINSOLA & SAMPONG (1984), les dégâts sont similaires à ceux des lépidoptères foreurs de tiges.

### 1.3.2 La Cécidomyie africaine du riz, *Orseolia oryzivora* Harris & Gagne

La Cécidomyie africaine du riz est un insecte de taille minuscule, ressemblant à un moustique. Selon DAKOUO, *et al.* (1988), l'espèce asiatique *Orseolia oryzae* Wood Mason a été considérée longtemps comme la seule présente sur les continents asiatique et africain. Ces deux espèces présentent des distinctions morphologiques aux stades larvaires, pupal et adulte (HARRIS & GAGNE, 1982), même si leurs dégâts restent similaires (NACRO *et al.*, 1995). *Orseolia oryzivora* se révèle comme le plus important insecte ravageur du riz au Burkina (DAKOUO et NACRO, 1986).

Les femelles, s'installent sur les feuilles des jeunes plantules où ils déposent leurs œufs (200 à 200 œufs déposés par lots de 2 à 10). Après éclosion, les larves pénètrent dans la gaine foliaire jusqu'au point apical. Les larves ne se développent que sur les talles avant montaison (BRENIERE, 1976). Deux à trois générations voire plus peuvent être observées par culture et le développement de l'œuf à l'adulte dure 26 à 36 jours (ADRAO, 1996).

Les dégâts sont dus à l'activité de la larve qui s'alimente à l'intérieur de la jeune talle infestée. Elle ronge le point apical (bourgeon), provoquant ainsi l'élongation des tissus et la formation de structures tubulaires appelées galles de couleur argentée et ressemblant à des feuilles d'oignon (d'où leur nom respectif de "pousses argentées", de "feuilles" ou "tubes d'oignon") (PERERA & FERNANDO, 1970 cités par HARRIS & GAGNE, 1982; UMEH & UKWUNGWU, 1992). Par conséquent, la formation de

galles se traduit toujours par la perte de talles. Selon DAKOUO et NACRO (1986), l'importance des dégâts varie suivant l'année et les pratiques culturales.

#### 1.4 Les facteurs du milieu favorables au développement des insectes ravageurs

Des facteurs biotiques tels que les entomophages et les entomopathogènes et abiotiques tels que la pluie, l'humidité relative, la température exercent des effets régulateurs sur les populations des insectes ravageurs.

##### 1.4.1 Facteurs abiotiques

Divers facteurs écologiques favorisant le développement de la plante du riz profitent énormément aux insectes ravageurs. La température, la pluviométrie et l'humidité relative sont des facteurs pouvant affecter la distribution, le développement, la survie, le comportement, la reproduction et la dynamique des insectes ravageurs du riz. Ces mêmes auteurs soulignent que des températures extrêmes (très fortes ou très basses) peuvent être défavorables à la croissance des populations d'insectes. Selon BORDAT & PICHOT (1978), une température de 25°C, une humidité de 70 à 75% et une photopériode de 18 heures de jours et 6 heures de nuit favorisent la prolifération des insectes. Des précipitations abondantes et des températures comprises entre 25 et 30°C sont favorables au développement de la Cécidomyie du riz (SHIN FOON cité par NACRO, 1984). BISWAS et collaborateurs (1982) rapportent qu'une stress hydrique affecte la vigueur des plants qui deviennent sensibles aux attaques d'insectes.

L'activité des insectes peut être influencée par certaines pratiques culturales. En exemple, des écartements très rapprochés et des fortes doses d'azote (SORAJA & RAJU, 1982; SIBOMANA, 1998), une irrigation périodique (RAO, 1982) et les semis précoces ou tardifs (RAI & VIDYACHANDRA, 1979; KARUPPUCHAMY *et al.*, 1982; SINGH, 1982) augmentent l'incidence des attaques de la Cécidomyie. Les associations de cultures, faites sur le sorgho (sorgho-niébé) exerce une réduction des dégâts des ravageurs sur les cultures (ZONGO *et al.*, 1990). SAVARY *et al.* (1998), établissent une relation entre les pratiques culturales, les attaques des insectes et les baisses de rendement.

##### 1.4.2 Facteurs biotiques

Les plantes hôtes et les ennemis naturels sont des facteurs qui influencent sur la dynamique de la population des insectes. Au Burkina Faso deux parasitoïdes, *Platygaster diplosisae* Risbec et *Aprostocetus procerus* associés à la Cécidomyie africaine du riz ont été signalés (DAKOUO *et al.*, 1988; NACRO, 1994). Des taux de parasitisme cumulés de 70% de ces deux parasitoïdes ont été enregistrés.

## 2 Les principales maladies du riz

Le riz est attaqué par une multitude de maladies dont la sévérité dépend du type de riziculture et des méthodes de gestion culturale. Une quinzaine de micro-organismes a été recensée (tableau 3) sur le riz au Burkina Faso. Sur les périmètres irrigués à double culture, la pyriculariose s'est avérée la plus redoutable et la plus dommageable surtout sur les cultures de saison humide (SERE, 1988). A la pyriculariose s'ajoutent deux autres maladies fréquemment rencontrées. La marbure jaune et le flétrissement bactérien.

### 2.1 La pyriculariose

La pyriculariose, causée par *Pyricularia oryzae* CAV, est jusque-là considérée comme la maladie cryptogamique la plus grave et la plus répandue, surtout en riziculture pluviale où des poches de sécheresse sont souvent enregistrées. Selon AGARWAL *et al.* (1994), la pyriculariose se classe au premier rang des affections parasitaires du riz en raison de la nature dévastatrice de ses dégâts, de son large spectre de répartition. par ailleurs, elle est le principal facteur de baisse du rendement dans l'écosystème pluvial.

#### 2.1.1 Symptomatologie

Le champignon peut infecter les plants de riz à tous les stades de la croissance. Selon HARI (1997), les stades plantule, tallage et initiation paniculaire sont les plus sensibles aux attaques de la maladie. Des tâches ou des lésions apparaissent alors sur les feuilles, les nœuds des tiges, les différentes parties de la panicule, ainsi que sur les grains. Les taches ont une forme elliptique avec des extrémités plus ou moins allongées. En général, le centre des taches est gris ou blanchâtre et le pourtour est brun. Suivant sa localisation sur la plante, on distingue trois principaux faciès susceptibles de coexister ou de se manifester successivement:

##### a- la pyriculariose foliaire

La pyriculariose des feuilles se caractérise par des lésions de taille et de forme variées. Elle débute par de petites taches. A côté des lésions typiques ovalaires à centre gris et entourées d'un liséré brun à rouge sombre, il existe de petites lésions à centre gris et des lésions sombres de la taille d'une tête d'épingle (SERE, 1988)

Tableau 3 : Principales maladies identifiées sur le riz au Burkina Faso (SERE &amp; NACRO, 1992)

Types de maladies	Agent pathogène	Nom commun	Organes affectés	Années et lieux d'identification
Fongiques	<i>Pyricularia oryzae</i> CAV*	pyriculariose	feuilles cou. nœuds	1978 farako-bâ
	<i>Helminthosporium oryzae</i> * ou <i>Bipolaris oryzae</i> Breda	helminthosporiose	feuilles, glumes	1978 - " -
	<i>Nigrospora oryzae</i>	....	graines	1978 - " -
	<i>Curvularia</i> sp.	....	feuilles, graines	1978 - " -
	<i>Cercospora oryzae</i>	cercosporiose	feuilles	1979 - " -
	<i>Corticium rolfsii</i>	....	racines, base de tige	1979 - " -
	<i>Gerlachia oryzae</i> ou <i>Rhynchosporium oryzae</i> H & Y.	rhynchosporiose ou échaudure des feuilles	feuilles	1979 - " -
	<i>Ustilaginoides virens</i> CKE	faux charbon	graines	1980 karfiguêla
	<i>Corallocytostroma oryzae</i>	galle blanche	tiges, panicule	1980 - " -
	<i>Aerocyldrium oryzae</i>	pourriture de la gaine	gaine paniculaire	1982 vallée du kou
	<i>Sclerophthora macrospora</i>	mildiou	feuilles, panicule	1986 karfiguêla
	Bactériales	<i>Xanthomonas oryzae</i>	flétrissement bactérien	feuilles
<i>Erwinia chrysanthemi</i>		....	racines	1987 .....
Virales	<i>RYMV</i>	mosaïque jaune du riz	feuilles	1983

NB : \* agents pathogènes signalés depuis 1953

#### b- la pyriculariose du cou

Les lésions se forment sur le nœud situé juste en dessous de la panicule. La pyriculariose du cou se manifeste par des pourritures brun-noirâtre, au niveau de laquelle la désorganisation des tissus peut provoquer la cassure de la base des panicules. Les conséquences de l'attaque sont directes sur le rendement. Une attaque sévère peut provoquer la rupture des vaisseaux empêchant la circulation des éléments minéraux. Ces lésions sont responsables du mauvais remplissage de grains ou même de la stérilité partielle ou totale de la panicule.

#### c- la pyriculariose des nœuds

Il se forme sur la gaine foliaire des points noirs. Une zone circulaire brunâtre se forme sur les nœuds de la partie supérieure de la tige. Les tissus se décomposent et peuvent provoquer la cassure de la tige.

### 2.1.2 L'agent pathogène

#### a- *Taxonomie*

La pyriculariose est provoquée par un champignon qui se range dans la sous classe des Deuteromycètes (ou Adélomycètes) dans l'ordre des Hyphales, et dans la famille des Moniliacées. Le genre *Pyricularia* d'après ROGER (1953), comprend 4 espèces en fonction de l'espèce végétale sur laquelle elle se manifeste : *Pyricularia oryzae* Cav (sur le riz et adventices), *grisea* Sacc (sur le genre *Panicum*), *setariae* Nisik (sétaires) et *zingiberi* (zingembre)

#### b- *Biologie*

Les conidiophores sont des fructifications mycéliennes unicellulaires, portant à leur extrémité des conidies. Les fructifications naissent principalement sur les limbes ou au niveau des nœuds, sous forme d'un duvet, rare et léger, recouvrant les taches. La production de ces fructifications est favorisée par l'air humide. Les conidiophores cylindriques et simples ont un développement sympodial (ASUYAMA, 1963) cité par BAMBÀ (1985) qui varie avec les conditions ambiantes. L'observation microscopique montre des conidies solitaires, piriformes, pointues au sommet, apiculées à la base et pourvues de 2 à 3 cloisons. Selon SUEDA cité par TOUGOUMA (1990), 7 à 9 conidies ou plus sont formées par conidiophore. La germination de ces conidies donne lieu à des thalles composés d'hyphes qui sont des filaments microscopiques cloisonnés et rarement ramifiés dont l'ensemble forme le mycélium. La conidie se détache parfois précocement avant même sa formation complète. Elle mesure 19 à 23 µm sur 9 à 12

$\mu\text{m}$  (ROGER, 1953 cité par BAMBANA, 1985) Le mycélium peut produire des chlamydospores. Ces formes restent viable plus de 2 ans en milieu sec alors que les spores solitaires ne survivent pas au delà de 3 à 6 mois.

### 2.1.3 Action des facteurs du milieu sur le développement de la pyriculariose

Nombreux sont les facteurs environnementaux qui agissent sur les interactions entre la plante hôte et l'agent pathogène. L'expression de la pyriculariose du riz varie fortement soit en fonction des facteurs du milieu dans lequel elle est placée, soit en fonction des facteurs se rapportant à la plante elle-même. Les principaux facteurs sont: l'humidité, la température, la fertilisation et la lumière.

L'humidité est indispensable au développement de *Pyricularia oryzae* notamment pour la germination et la formation des conidies. D'après ABE cité par ROGER (1953), la germination des conidies exige au moins une humidité atmosphérique de 92% alors que la sporulation selon HEMMI et KIMURA cité par ROGER (1953) ne se produit qu'au-dessus d'un taux d'humidité de 80% (TOUGOUMA, 1990).

En dehors de ces phases de croissance, le champignon se développe mieux dans les conditions sèches. Une sécheresse prononcée qui survient après l'infection favorise le développement de la maladie. Une forte humidité du sol ralentit ou inhibe la croissance de la plante et constitue un obstacle à la maladie, alors qu'une faible humidité du sol rend les plantes plus vulnérables au parasite.

La température optimale de croissance pour *P. oryzae* se situe entre 24 et 28 °C. A ces températures, la pénétration du champignon dans la plante de riz s'opère rapidement en 6 ou 8 heures sous réserve d'une humidité satisfaisante, alors qu'elle semble impossible à 34°C (ROGER, 1953). Les températures allant de 18 à 26 °C favorisent le développement de la maladie.

Des fortes doses d'azotes favorisent également l'infection.

De façon générale, dans les conditions strictes de la riziculture burkinabè, deux situations sont particulièrement favorables à la pyriculariose (SERE, 1981) : La première est liée aux conditions climatiques (stress hydrique) et la seconde tient à l'usage qui a été faite de la résistance variétale (résistance verticale efficace et un faible niveau de résistance horizontale).

## 2.2 Autres maladies inféodées au riz

### 2.2.1 L'helminthosporiose

L'agent causal est *Helminthosporium oryzae*. Il provoque des lésions de formes ovales brunes au liséré régulier, relativement uniformes et assez régulièrement réparties sur le limbe foliaire. SERE (1991), indique que lorsque les lésions sont bien développées, leur centre gris les fait ressembler à des lésions de pyriculariose. Les conditions optimales de contamination incluent une température entre 25 et

30 °C et une humidité relative au-dessus de 89 %, mais la maladie est associée à un sol anormal qui présente une carence en éléments nutritifs (HARI, 1997).

### 2.2.2 La Rhynchosporiose

Elle est due à *Rhynchosporium oryzae* (*Gerlachia oryzae*) Has & Yaguchi. Les symptômes caractéristiques sont observables à l'extrémité des feuilles bien développées où les lésions apparaissent. Des lésions par zone commencent au bout de la feuille montrant une alternance de bandes claires et sombres correspondant aux phases successives de progression de la mycose. La plupart des lésions s'altèrent en vieillissant et ne présentent plus de délimitations distinctes. La température optimale pour la croissance de ce champignon se situe entre 25 et 30 °C.

### 2.2.3 La marbrure jaune du riz

Elle est causée par le "rice yellow mottle virus" (RYMV). Elle provoque le rabougrissement. SINGH et SERE cités par ADRAO (1997) indiquent respectivement que le RYMV se trouve souvent en association avec la toxicité ferreuse du sol et qu'il existe chez le virus une variabilité capable de déstabiliser la résistance variétale.

### 2.2.4 Le flétrissement bactérien

C'est la maladie des raies bactériennes causée par *Xanthomonas campestris* pv *oryzivora*. La maladie se manifeste par des brûlures de feuilles et de flétrissement rendant la plante peu ou pas productive. Son incidence est relativement importante en saison humide et négligeable en saison sèche.

## 3 Les nématodes associés au riz irrigué

Dérivé du mot grec, le mot nématode veut dire filiforme. Les nématodes sont des animaux invertébrés vermiformes à ne pas confondre avec les larves des insectes et les vers de terre ou lombrics qui sont des annélides.

### 3.1 Systématique

En général, on distingue:

- Les Plathelminthes (vers plats), comprenant deux classes de parasites d'animaux:
  - \*la classe des cestodes (taenia).
  - \*la classe des trematodes (douve du foie)

- Les Némathelminthes (vers ronds) qui comprennent la classe des nématodes. Ce sont ces derniers qui causent d'importants dégâts sur le riz. On peut distinguer les principaux groupes de nématodes en fonction des comportements alimentaires (SAWADOGO, 1995)

\*Les nématodes non parasites : Ils se rencontrent dans divers milieux (mer, eau douce etc).

\*Les nématodes prédateurs : Ils se nourrissent d'autres nématodes, c'est le cas de *Mononchus*.

\*Les nématodes parasites : C'est dans ce groupe que se rencontrent les nématodes parasites des plantes ou phytoparasites, s'attaquant aux racines, tiges, feuilles et aux inflorescences des plantes. Leur vie dépend donc d'une relation parasitaire avec une plante hôte (SAWADOGO, 1995).

### 3.2 Les principaux nématodes parasites des plantes

Plusieurs genres de nématodes phytoparasites appartenant principalement à deux ordres : Tylenchida et Dorylanida. Parmi les nématodes vivant aux dépens des céréales, on distingue les principales espèces selon la spécificité des dégâts, ceux s'attaquant aux organes aériens, et ceux au système racinaire (tableau 4). Les genres *Hirschmanniella*, *Heterodera*, *Helicotylenchus* et *Tylenchorhynchus*, (appartenant à l'ordre des Tylenchida) sont tous responsables des pertes significatives de rendement. Ils attaquent les racines, les tiges, les feuilles et les grains du riz

### 3.3 Ecologie et biologie générale des nématodes

Parmi les conditions environnementales influençant la répartition des nématodes, le sol demeure l'élément primordial. La texture du sol joue sur la population des nématodes dans un sol. Les nématodes se déplacent à travers les espaces présents dans le sol. Les sols sableux favorisent certains genres (*Hirschmanniella spinicaudata*) alors que d'autres préfèrent les sols argileux (*H. oryzae*) SAWADOGO (1995). La sensibilité à la température (15 à 30 °C) est liée à l'espèce. L'eau est un facteur essentiel pour le groupe de nématodes. Ainsi, *Helicotylenchus* sp. est défavorisé par une inondation prolongée contrairement à *H. spinicaudata*. Les conditions climatiques auxquelles sont soumises les zones sahéliennes imposent une sélection très forte des espèces.

Le cycle biologique des nématodes phytoparasites comprend en générale 5 stades distincts dont les 4 premiers se déterminent par une mue. Le cycle biologique diffère selon les groupes ou espèces de nématodes. Les œufs sont pondus dans le sol. La première mue a lieu généralement dans l'œuf, d'où émerge une larve qui pénètre directement dans la racine. Entre la troisième et le quatrième mue, les organes sexuels commencent à se développer. A la quatrième mue le nématode devient un adulte mature. Une femelle est apte à pondre à son tour 3 à 4 semaines après la formation de l'œuf dont elle est

issue (TAYLOR, 1968 ). Cette période peut doubler si les conditions ne sont pas optimales. En général, les générations de nématodes se succèdent aussi longtemps que les conditions sont favorables à n'importe quel moment la population se compose de mâles, de femelles, de larves et œufs à tous les stades de développement de la plante (TAYLOR, 1968)

Les nématodes phytoparasites, à quelques exceptions près, se déplacent par des mouvements ondulatoires. Les nématodes parviennent aux racines par les exsudats racinaires qu'ils perçoivent entre 2 à 3 cm de distance.

Avec le stylet, ils perforent les cellules racinaires et y injectent les sécrétions de la glande œsophagienne qui liquéfient le contenu de la cellule. D'autres comme les meloidogynes, modifient par leurs sécrétions, la croissance des cellules par la formation des galles. Les nématodes phytoparasites sont des parasites obligatoires et spécialisés (TAYLOR, 1968)

### **3.4 Action des facteurs du milieu sur les nématodes phytoparasites**

De tous les facteurs favorisant le développement des nématodes, le sol et la nature de la plante sont les plus importants (TAYLOR, 1968). Les températures allant de 10 à 30 ° C favorisent le développement normal des nématodes. FORTUNER (1979), indique que l'augmentation de la population des nématodes phytoparasites est associée étroitement à la bonne irrigation et à certaines pratiques agricoles (l'apport d'azote et de phosphore)

Tableau 4 : Les principales espèces de nématodes rencontrées sur le riz.

Espèces	Organes affectés	Mode de vie	Symptômes
<i>Aphelenchoides besseyi</i>	feuilles	ectoparasite	<b>Nématodes des extrémités blanches.</b> l'extrémité des feuilles devient jaune pâle à blanche et finalement brune recroquevillée et effilée
<i>Hirschmanniella spinicaudata</i> <i>H. oryzae</i>	racines "	endoparasites migrateurs	<b>Nématodes des racines.</b> rabougrissement des plants, la chlorose générale, un mauvais tallage, les racines deviennent jaunâtres ou rouges et finissent par pourrir. La décoloration est la plus évidente à la base des poils absorbants
<i>Tylenchus</i> spp	racines	endoparasites	<b>Nématodes de lésions de racines.</b> les racines infectées présentent des lésions nécrotiques brun-noir à la longue se traduisent par un mauvais tallage.
<i>Heterodera oryzae</i>	racines	endoparasites sédentaires	<b>Nématodes à kystes.</b> une chlorose foliaire sévère, l'arrêt de la croissance des racines et la réduction du tallage. Ils sont évidents sur des plantules de deux semaines.
<i>Meloidogyne</i> spp	racines		<b>Nématodes à galles.</b> Des galles terminales sur les racines, des chloroses et flétrissement au dessus du sol.
<i>Helicotylenchus</i> spp.	racines	ectoparasites	Les symptômes ne sont pas observables, mais les lésions provoquées prédisposent les racines à des infections de d'autres micro-organismes dans le sol.
<i>Tylenchorhynchus</i> spp.	racines	ectoparasites	<b>Nématodes des racines.</b> Lésions des racines entraînant le ralentissement de la croissance des plants

Source: BABATOLA, (1984) pour *Helicotylenchus* spp. et *Tylenchorhynchus* spp. et ADRAO (1995) pour les autres espèces.

## CHAPITRE 3      METHODES LUTTE

Les différentes méthodes de lutte utilisées pour combattre les ravageurs sont les suivantes:

### 1      La lutte chimique

Dans l'état actuel de développement de la riziculture dans nos pays, avec les rendements bas et le prix de revient élevé des pesticides, SERE (1981) rapporte que la lutte chimique ne saurait être rentable que dans les situations épidémiques particulièrement favorables à la pyriculariose. De nombreuses molécules de synthèse sont généralement utilisées dans la lutte contre de ravageurs. Très souvent, les populations des ennemis naturels peuvent être plus affectées que celles des ravageurs par l'introduction d'un pesticide dans l'écosystème (NEWSON, 1974). L'efficacité d'une telle lutte est liée pesticide et à la période de son application. Sa toxicité pour l'homme et l'environnement constitue un danger permanent.

### 2      la lutte biologique

L'une des difficultés de cette lutte est que les ennemis naturels interviennent après infestation (cas des insectes ravageurs). La plupart des ravageurs inféodés au riz sont associés à des prédateurs naturels (HEINRICHS, 1988). Des parasitoïdes limitent la population des principaux insectes ravageurs (cas de la Cécidomyie). En exemple le champignon *Arthrobotrys* sp. est un prédateur de *Hirschmanniella oryzae* (FORTUNER & MERNY, 1979). Cette méthode de lutte reste réalisable, mais les techniques d'élevage des ennemis naturels sont très coûteuses.

### 3      La résistance variétale et la lutte culturale

L'une des stratégies majeures de lutte contre les ravageurs est l'utilisation de la résistance variétale. Elle est compatible avec toutes les autres méthodes de lutte (HEINRICHS, 1988). Cette méthode présente des avantages et elle n'est pas polluant. En jouant sur certaines pratiques agricoles qui favorisent le développement des insectes on peut assurer une réduction des populations des ravageurs du riz. Ces pratiques comprennent, la rotation des cultures, la préparation des parcelles, la jachère etc. La lutte culturale est beaucoup plus efficace dans la lutte contre les nématodes phytoparasites.

### 4      Importance économique de la lutte contre les ravageurs

Des infestations sévères dues à la cécidomyie atteignant souvent 60% sont observées dans le Sud-Ouest du Burkina (DAKOUO & NACRO, 1986). Sur 33,7% des pertes du potentiel de production du riz causés par les ravageurs en Afrique, 14,4% sont attribuées aux insectes (CRAMER cité par

AKINSOLA & SAMPONG, 1984). Une forte infestation peut provoquer une perte de toute la récolte (DAKOUO *et al.*, 1995). Des pertes en rendement de plus de 60% sont observées avec l'espèce asiatique de la Cécidomyie des galles. Des taux d'infestation de 50 à 70% engendrent des pertes de 13% en rendement (ADRAO, 1996).

Les attaques de la pyriculariose foliaire, si elles sont précoces, peuvent être désastreuses pour les jeunes plants. Lorsqu'elles surviennent plus tard, elles peuvent affecter le rendement par la réduction de la surface foliaire qu'elles occasionnent. La dégradation des tissus lors des attaques des nœuds ou du cou, même lorsqu'elle ne provoque pas de cassure, va empêcher le transfert des éléments nutritifs vers les parties supérieures occasionnant ainsi un mauvais remplissage des grains.

(ADRAO, 1995) L'importance économique qu'engendrent les pertes dues directement aux infestations des nématodes n'est pas facilement quantifiable. Mais l'estimation des pertes en comparant les rendements issus des parcelles traitées et celles infestées par les nématodes, montre la réduction générale de rendement induite par les nématodes. En Afrique de l'Ouest la réduction de rendement du riz est estimée à 10 - 16%. Une infestation très forte de *Hirschmanniella spinicaudata* diminue les rendements de 20 à 30% (SAWADOGO, 1995).

## 5 Notion de seuil de nuisibilité

Le concept de seuil de nuisibilité est l'un des aspects les plus importants dans la lutte contre les foreurs. Il se définit comme la densité de population ou le niveau d'infestation à la quelle (ou auquel), il faut intervenir pour empêcher les dégâts d'atteindre le seuil économique (BACYE, 1987). Dans le cas de notre étude, les seuils sont donnés au **tableau. 5**.

**Tableau. 5.** Seuil de nuisibilité des principaux ravageurs du riz

Catégories de ravageurs	Types de ravageurs	Seuil
Insectes foreurs de tiges	- Lépidoptères foreurs et Diopsis	5% de "coeurs morts"
	-Lépidoptères foreurs	1% de "panicules blanches"
	- Cécidomyie de galle	5 % de "tubes d'oignon"
Maladie	- Pyriculariose	4% de la surface foliaire et du cou attaqué

Source: DAKOUO & NACRO (1990); ALAMI *et al.* (1981), pour les foreurs de tiges  
IRRI (1985), pour la pyriculariose

En se rapportant à COCHEREAU & BART (1990), ces chiffres restent une approximation grossière, qui engloberaient toutes les causes de pertes dues à plusieurs autres ravageurs.

## 6 Interaction entre les insectes, les maladies et les nématodes

Plusieurs interactions existent entre les ravageurs attaquant le riz. Les différents ravageurs (insectes, maladies, nématodes), les facteurs environnementaux et la plante du riz sont interdépendants. Les dégâts foliaires par exemple des insectes prédisposent les plantes aux attaques des maladies fongiques et bactériennes (HEINRICHS, 1988) POLLET cité par AKINSOLA & SAMPONG (1984) trouve une interaction synergique entre les dégâts de *Maliarpha separatella* et la pyriculariose. Le champignon se développe préférentiellement sur le riz préalablement attaqué par le ravageur.

Les nématodes sont souvent des envahisseurs primaires, causant des lésions favorisant la pénétration et l'installation des champignons. Il existe également des interactions entre les infestations de la cécidomyie et le niveau de population des nématodes. Les infestations de la cécidomyie provoquent sur le riz une production importante de racines. Cette situation augmente également les infestations de *Hirschmanniella spinicaudata* (THIO, 1992)

**DEUXIEME            PARTIE**

**ETUDE EXPERIMENTALE SUR LA MISE AU POINT DU PAQUET  
TECHNOLOGIQUE DE PROTECTION INTEGREE CONTRE LES FOREURS DE  
TIGE, LA PYRICULARIOSE ET LES NEMATODES ASSOCIES AU RIZ IRRIGUE**

## INTRODUCTION

La deuxième partie de ce rapport porte sur les travaux réalisés sur le terrain. Elle est consacrée à l'approche pluridisciplinaire, qui intègre les acquis en entomologie, en phytopathologie, et en nématologie. Les objectifs de cette expérimentation ont été :

d'une part :

- Suivre les effets des traitements sur l'intensité des attaques des groupes de ravageurs
- Suivre les effets des traitements sur les caractères agronomiques (hauteur et tallage) étudiés et les composantes de rendement

et d'autre part :

- Etablir les relations entre les dégâts, les rendements et les pertes en rendement
- Estimer l'incidence des traitements sur les rendements et les pertes en rendement
- Dégager la formule de protection la plus adaptée aux conditions paysannes

## CHAPITRE I MATERIELS ET METHODES

### I MATERIELS

#### 1.1 Présentation du milieu d'étude

L'expérimentation a eu pour cadre la plaine rizicole irriguée de Karfiguéla

##### *1.1.1 Localisation*

Située à 10°70 latitude nord et 4°81 longitude ouest, Karfiguéla est situé à 10 km au Nord Ouest de Banfora dans la province de la Comoé (soit 100 km au Sud de Bobo-Dioulasso). Environ 400 exploitants repartis en cinq villages se partagent cette plaine aménagée d'une superficie de 332 ha. La plaine rizicole de Karfiguéla est à double culture irriguée.

##### *1.1.2 Caractéristiques météorologiques*

L'expérimentation a été conduite pendant la période allant de juillet à décembre 1999 (saison humide). Les éléments météorologiques de la zone de Banfora correspondant à cette période sont illustrés par la figure 3

La pluviométrie (mm) a été observée à partir du mois de mars (figure 3.a). Elle s'est accrue entre le mois de mai pour être maximale en août (232,5 mm). Elle décroît par la suite pour être nulle en décembre.

Le taux d'hygrométrie, a varié tout le long de l'année suivant les heures de la journée (figure 3.b). De façon générale, l'hygrométrie baisse au mois de décembre pour toutes les heures.

L'insolation durant toute l'année (figure 3.c) a varié entre 6,3 h et 9,5 h. Une faible insolation a été enregistrée en septembre (5,7 h), alors qu'une importante insolation s'observe en décembre (9,5 h).

Les températures maximales sont enregistrées au mois de mars (37,8°C) alors que les minimales se situent au mois de décembre (18°C) (figure 3.d). Les températures maximales et minimales ont varié respectivement de 28,9 à 37,8°C et 18 à 24,4°C.

### 1.1.3 *Caractéristiques agro-pédoclimatiques* (SOSUCO, 1998)

Les sols du périmètre irrigué sont en général sablonneux et on estime que seulement 44% de la superficie aménagée sont propices à la riziculture. On y distingue trois types de sols.

- 10% sol argileux à pH = 5,8
- 46% sol sablonneux à pH = 4,3
- 44% sol limoneux à pH = 7,3

## 1.2 Matériel végétal

Deux variétés de riz ont été utilisées dans notre expérimentation.

La première variété (V1) testée est la FKR 28 ou ITA 123, vulgarisée depuis plusieurs années sur la plupart des périmètres irrigués du Burkina Faso. Son cycle est de 120 jours (semis-maturité) et sa résistance vis-à-vis des affections parasitaires (notamment la pyriculariose) est assez bonne (cf fiche descriptive en annexe 1).

La deuxième variété (V2), BW 348-1, a donné d'excellents résultats en expérimentation dans les bas-fonds. Elle est sur le point d'être proposée à la vulgarisation. Son cycle est de 135 jours (semis-maturité) (cf. fiche descriptive en annexe 2). Elle est tolérante vis-à-vis de la Cécidomyie du riz.

## 1.3 Fertilisation

### 1.3.1 *Fumure organique*

. Le fumier de parc de bœuf décomposé appliqué au repiquage (5t/ha), soit 12 kg par traitement (T2).

### 1.3.2 *Fumure minérale*

. Les cendres de balles de riz sont apportées au repiquage (2,5 t/ha), soit 6 kg par traitement (T3).

. Le complexe NPK (12-24-12) a été utilisé à la dose de 300 kg/ha comme engrais de fond, soit 720 g/PE au repiquage.

. L'azote sous forme d'urée (46%) a été fractionnée en deux apports:

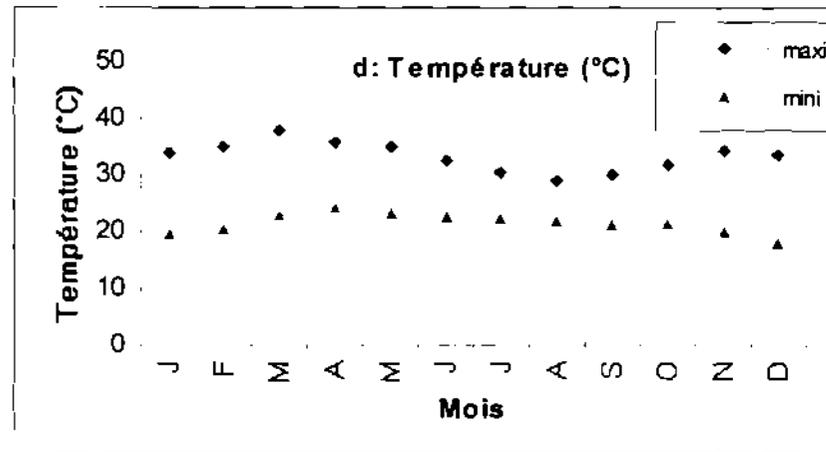
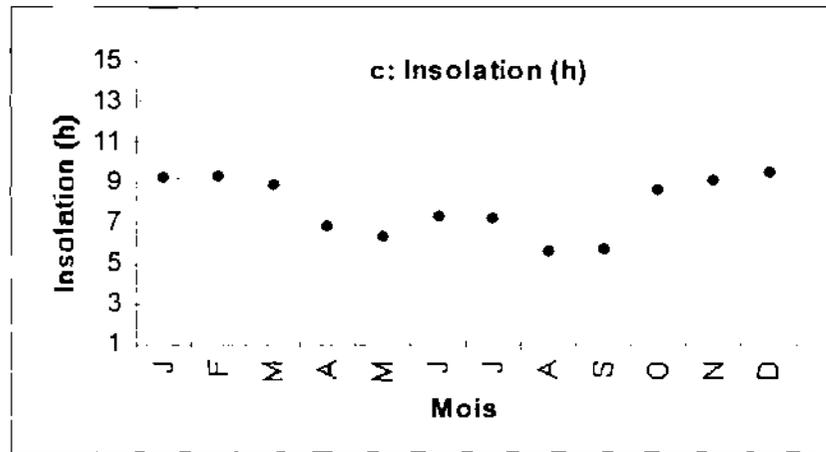
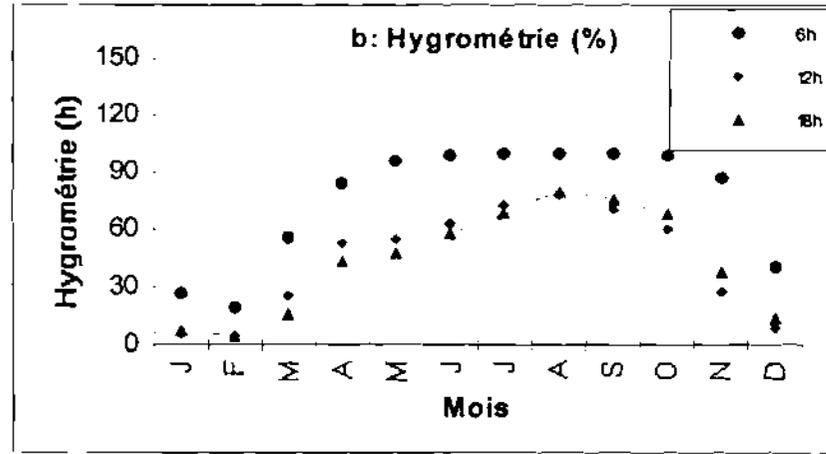
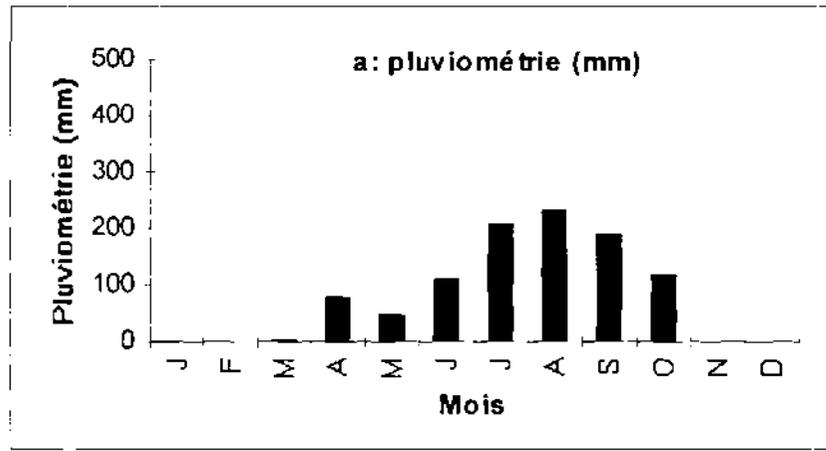


Figure 3: Pluviométrie (mm), Hygrométrie (%), Insolation (h) et Température (°C), source : SN SOSUCO (1999)

-15 jours après repiquage à la dose de 35 kg/ha, soit 84 g/PE (c'est-à-dire 35% de la dose totale).

-A l'initiation paniculaire (60 JAR) à la dose de 65 kg/ha, soit 156 g/PE.

## 1.4 Pesticides appliqués

### 1.4.1 *Insecticides et nématocides*

La basudine (DIAZINON), concentrée émulsifiable (CE) = 600g m.a/l, a été appliquée sur seuil (5% des "cœurs morts" et "tubes d'oignon", et 1% de "panicules blanches") à la dose de 1000g m a /ha, soit 4ml /l d'eau par parcelle (T5) lorsque le seuil est atteint. (Voir annexe 3)

Le neem (*Azadirachta indica*) utilisé comme insecticide et nématocide a été appliqué sous deux formes:

- Les broyats de feuilles de neem (nématocide) (2,5t/ha) ont été appliqués au repiquage et à 21 JAR (T4 et T6)

- Les amandes de neem (insecticide): 100g de poudre diluée dans ½ l d'eau et ½ l d'alcool, apportés en deux applications à 50 et 80 JAR. (les informations sur le neem sont données en annexe 4)

### 1.4.2 *Fongicide*

La kitazine (DIISOPROPYL - S - BENZYL - THIOPHOSPHATE) devrait être utilisée sur seuil (5% de la surface foliaire attaquée) à la dose de 2l/ha (T5) (Voir annexe 5).

## 2 METHODES

### 2.1 Préparation de la pépinière

Le semis des pépinières a été fait selon la méthode Dapog (ADRAO, 1995). Elle consiste à mettre les semences dans un endroit bien ombragé et protégé contre les oiseaux granivores, après leur trempage dans de l'eau pendant 24 heures. Dès germination, les semences sont étalées sur une bâche à l'air libre et arrosées par aspersion, 3 fois par jour durant 2 semaines. Quarante six (46) kg/ha de semences ont été utilisés par variété.

### 2.2 Préparation des parcelles

Un labour d'une profondeur de 20 cm a été fait à l'aide d'une charrue à traction bovine. Un concassage suivi d'une mise en boue et un planage ont été réalisés sur la parcelle avant le repiquage.

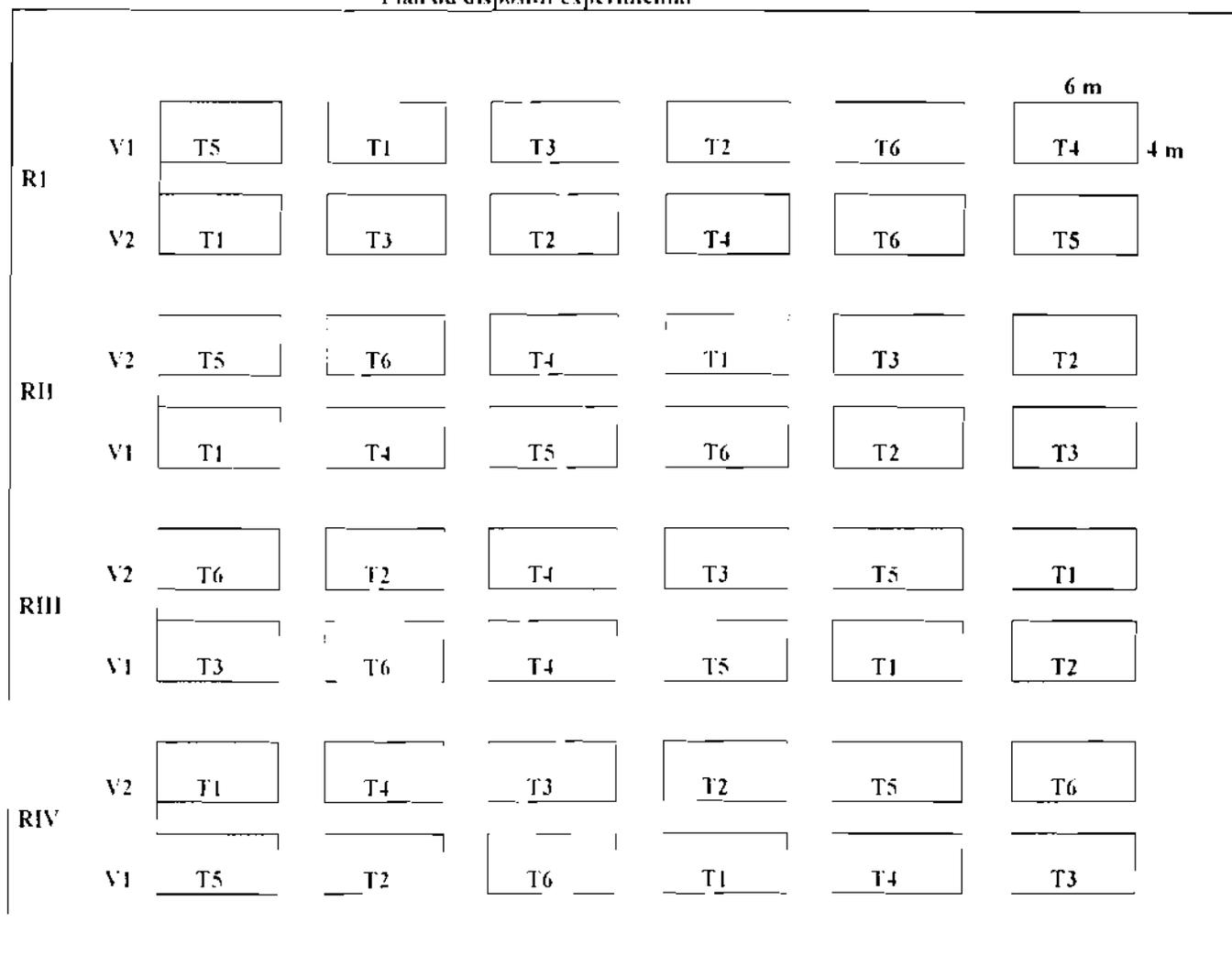
### 2.3 Entretien

Le désherbage a été effectué manuellement à la demande et aucun herbicide n'a été utilisé. L'irrigation a été effectuée tous les 2 jours sur 3 jusqu'à la maturité du riz.

## 2.4 Dispositif expérimental

Le dispositif expérimental utilise a été du type split-plot à quatre (4) répétitions et à six (6) traitements. L'affectation des traitements a été faite de façon aléatoire. Les variétés ont été placées en parcelles principales et les différents traitements contre les ravageurs en parcelles secondaires (ou parcelles élémentaires). Six (6) traitements ont été testés:

Plan du dispositif expérimental



T1 : Témoin non traité

T2 : Fumure organique à raison de 5t/ha au repiquage

T3 : Cendre de balles de riz à 2,5t/ha au repiquage

T4 : Broyats de feuilles de neem à 2,5t/ha au repiquage et à 2l JAR + amandes de neem en pulvérisation à 50 et 80 JAR.

T5 : Intervention sur seuil (entomologie et pathologie) contre les foreurs de tiges et la pyriculariose, avec la basudine (insecticide à 1000g m.a/ha) et la kitazine (fongicide 2l/ha)

T6 : Combinaison des traitements T2, T3, et T4

NB: JAR = Jour après repiquage

Les caractéristiques du dispositif expérimental ont été

- .superficie totale de l'essai =  $41 \text{ m} \times 37 \text{ m} = 1515 \text{ m}^2$
- .superficie de la parcelle principale (Les parcelles principales sont séparées entre elles par des diguettes de 0,5 m) =  $41 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 164 \text{ m}^2$
- .superficie de la parcelle élémentaire (PE) (Les parcelles élémentaires sont espacées entre elles de 1 m) =  $6 \text{ m} \times 4 \text{ m} = 24 \text{ m}^2$
- .superficie d'une parcelle utile ou carré de rendement ( $4 \text{ m} \times 2 \text{ m}$ ) =  $8 \text{ m}^2$  à l'intérieur de chaque PE
- .l'espace entre les répétitions est de 1 m

## 2.5 collecte des données au champ et au laboratoire

### 2.5.1 Collecte des données au champ

#### a- Sur la phénologie de la plante

- . Date d'épiaison (début, 50% et totale)
- . Date de maturité (début, 50% et totale)

#### b- Sur les caractères agronomiques

- . Hauteur (de 10 poquets) toutes les deux semaines à partir du repiquage
- . Tallage (de 10 poquets) toutes les deux semaines à partir du repiquage

#### c- Sur les composantes du rendement à la récolte

- nombre de talles/m<sup>2</sup>
- nombre d'épis/m<sup>2</sup>
- poids de 1000 grains
- poids en grains à 14% d'humidité de la parcelle utile (8m<sup>2</sup>)

15 poquets et 20 poquets pris au hasard en dehors de la parcelle utile, ont servi à estimer respectivement les pertes en rendement, en entomologie et en pathologie

#### d Observations en entomologie

Les mesures des variables en entomologie ont porté sur les observations visuelles consistant au dénombrement des symptômes de "cœurs morts", de "tubes d'oignon" et "panicules blanches". Au total quatre (4) séries d'observations ont été effectuées à 40, 60, 80 et 100 JAR (jours après repiquage) et à la récolte sur 100 tiges paniculaires disséquées. Ces observations ont porté sur trois (3) lignes prises au hasard par parcelle élémentaire. Par ligne, les observations sont effectuées sur quatre (4) poquets successifs matérialisés par des piquets, soit au total 12 poquets par PE. Les notations réalisées par poquet ont porté sur le .

- nombre de poquets attaqués
- nombre total de talles
- nombre de "cœur mort"
- nombre de "tube d'oignon"

- nombre total de panicules
- nombre de "panicules blanches"

Le pourcentage des "cœurs morts" (%CM) et de "tubes d'oignon" (%TO) ont été obtenus selon la formule d'ONATE (1965).

$$\%CM = \frac{\text{nombre de cœurs morts}}{\text{nombre total de talles}} \times \frac{\text{nombre de poquets attaqués}}{\text{nombre total de poquets observés}} \times 100$$

$$\%TO = \frac{\text{nombre de tubes d'oignon}}{\text{nombre total de talles}} \times \frac{\text{nombre de poquets attaqués}}{\text{nombre de poquets observés}} \times 100$$

Le pourcentage de "panicules blanches" (%PB) a été obtenu par la formule suivante.

$$\%PB = \frac{\text{nombre de panicules blanches}}{\text{nombre total de panicules}} \times 100$$

#### c- observations en phytopathologie

Les mesures des variables en phytopathologie ont porté essentiellement sur l'évaluation de la pyriculariose foliaire et de la pyriculariose du cou paniculaire.

La pyriculariose foliaire a été régulièrement évaluée (estimation du % de la surface foliaire malade) à partir de l'échelle de notation de KOSAKA modifiée par SY *et al.* (1994), notée de 0 à 9 au plus, correspondant directement à des pourcentages (%) signifiés par l'échelle (cf. annexe 6). Sur les 20 lignes par PE, l'évaluation a porté sur 6 lignes soit au total 36 poquets, soit 1 ligne sur 3 et 1 poquet sur 3, à partir de 5 semaines après repiquage (SAR) aux stades 5, 7 et 9 (SAR). Les lignes de bordures (notamment les deux premières lignes) ne sont pas concernées par les observations.

La pyriculariose du cou paniculaire a été ensuite évaluée à 15 jours puis à 30 jours après épiaison. Elle a porté sur 4 lignes par PE. Sur les 30 poquets par ligne, 26 poquets sont observés en laissant les 2 poquets de bordures de part et d'autre. Au total, 104 poquets ont été observés par PE. Les notations suivantes ont été réalisées

- nombre de cous malades par PE (ncp)
- nombre total de panicules par PE (ntp)

A chaque série d'observations, la formule utilisée pour la détermination des taux d'attaques (%) de la pyriculariose du cou paniculaire est la suivante

$$\% \text{ d'attaque de la pyriculariose du cou} = \frac{\text{nombre de cous malades par PE (ncp)}}{\text{nombre total de panicule par PE (ctp)}} \times 100 = \frac{\text{ncp}}{\text{ntp}} \times 100$$

#### f- observations en nématologie

L' évaluation des populations des nématodes parasites a été réalisée .

- Avant le repiquage
- A 30, 60 et 90 jours après repiquage (JAR) et à la récolte.

Cinq (5) prélèvements de sols racinaires et de racines ont été effectués par PE, soit au total 240 échantillons par date d'observation. A l'aide des pellettes, des quantités de 1,5 kg à 2 kg de sol racinaire sont prélevées. Ces prélèvements sont faits au hasard, et de la manière suivante: 1 au milieu de la PE et les 4 autres repartis entre les 4 côtés

### 2.5 2 Collecte des données au laboratoire

#### a- En entomologie

En entomologie, les 15 poquets prélevés à la récolte par PE ont servi à l'estimation des pertes en rendement. Dans ces 15 poquets, 100 tiges paniculaires sont tirées au hasard; celles ci sont disséquées et soigneusement classées en quatre (4) catégories.

- panicules saines (ps) dont les tiges ne présentent aucune attaque
- panicules attaquées par les foreurs (pf) (panicules blanches ou tiges paniculaires contenant des larves)
- panicules attaquées par la pyriculariose du cou
- panicules attaquées par autres ravageurs (pa)

Chaque catégorie de panicules est séparément battue, vannée et pesée. On considère Pps, Ppf, Ppc, et Ppa comme étant les poids respectifs de ces trois (3) catégories de panicules.

Ces données permettent l'estimation des pertes en rendement par la formule de BRENIERE (1982):

$$100 \times \frac{Pps}{ns} = (Pps + Ppf)$$

$$\text{Pertes en rendement (kg/PE)} = \frac{\text{Pertes en rendement (kg/PE)}}{100} \times \text{NP}$$

NP : nombre moyen de panicules par /m<sup>2</sup>

### b- En phytopathologie

En pathologie, après dépouillement des 20 poquets récoltés, les panicules sont ensuite classées en trois (3) catégories

- panicules saines (ts)
- panicules attaquées par la pyriculariose du cou (tc)
- panicules attaquées par autres ravageurs (ta) (insectes, oiseaux etc...)

Chaque catégorie de panicules est égrenée, pesée poids non vanné et poids vanné. On considère Pts, Ptc et Pta les poids respectifs de ces trois catégories de panicules.

Ces données permettent d'estimer les pertes en rendement causées par la pyriculariose du cou à partir de la formule de BRENIERE (1982)

$$\text{NPT} \times \frac{\text{Pts}}{\text{ts}} - (\text{Pts} + \text{Ptc})$$

$$\text{Pertes en rendement (kg/PE)} = \frac{\text{NPT} \times \text{NP}}{\text{NPT}}$$

NP : nombre de panicules /m<sup>2</sup>

NPT : nombre total de panicules observées

### c- En nématologie

Les observations ont porté sur le comptage des populations de nématodes présentes dans le sol et les racines

\* Extraction des nématodes du sol

L'Elutriateur de SEINHORST (1950) a servi pour extraire les nématodes du sol. En effet l'échantillon du sol est soumis à trois (3) phases successives:

- La première phase ou phase d'élutriation consiste à laver un échantillon de sol de 250 cc à travers une passoire qui retient les particules grossières. La suspension est recueillie dans un erlen-meyer de deux litres remplis à ras bord et fermé à l'aide d'un embout. Après homogénéisation de la suspension, l'erlen-meyer est retourné au-dessus d'une colonne où règne un courant ascendant à un débit de 80 à 90 ml/min. Ce courant maintient les nématodes en suspension et les particules lourdes tombent au fond de la colonne (partie inférieure). Au bout de vingt (20) minutes, le contenu de l'erlen est vidé dans un seau recueillant précédemment le trop plein de la colonne. Dix (10) minutes après, le contenu de la partie supérieure de la colonne est à son tour recueilli dans le seau (cf schéma de l'Elutriateur en **annexe 7**)

-La seconde phase ou filtration passive consiste à faire passer le contenu du seau à travers quatre (4) tamis superposés, de porosité 50 µm. Le refus recueilli dans un béccher, est versé sur quatre (4) épaisseurs de papier "kleenex" tapissant l'intérieur d'un tamis à grosses mailles dont le fond repose dans une boîte de Pétri remplie d'eau. Les nématodes passent activement à travers le papier "kleenex".

-La troisième phase est la récupération et comptage des nématodes. Quarante huit heures après, le contenu de la boîte de Pétri est récupéré dans un tube de 25 cc pour le comptage des nématodes à la loupe binoculaire.

\* Extraction des nématodes racinaires

L'extraction des nématodes vivants dans les racines a été faite selon la méthode d'aspersion de SEINHORST (1962).

Après avoir soigneusement lavé les racines et débarrassé de toutes les particules de sol, elles sont découpées en petits fragments (1cm) et placées sur un support à grosses mailles. Ce support est posé à la partie supérieure d'un entonnoir qui reçoit un fin brouillard le maintenant continuellement humide. L'eau qui coule le long du matériel végétal entraîne les nématodes qui sortent, et le tout est recueilli dans une boîte à trop plein.

Les nématodes qui sédimentent au fond de cette boîte sont récupérés après 2 semaines puis filtrés sur papier "kleenex" pour comptage (cf schéma d'aspersion de SEINHORST **annexe 8**).

d- **Détermination des rendements et gains (%) en rendement**

Il s'agit du rendement brut, c'est à dire le paddy récolté pesé après vannage. Les gains (%) par rapport au témoin sont estimés par la formule suivante

$$\text{Gains (\%)} = \left( \frac{T_x}{T_1} - 1 \right) \times 100$$

T<sub>x</sub> : Traitements

T<sub>1</sub> : témoin

## 2.6 Méthodes d'analyse des données

Les analyses statistiques ont été faites selon les procédures statistiques décrites par GOMEZ & GOMEZ (1984).

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 avec le test de Student-Newman-Keuls lorsque le test d'analyse de variance est significatif au seuil de 5 % au moins. Le test de Dunnett a été utilisé pour la comparaison des pourcentages (%) de gain en rendement des autres traitements par rapport au témoin.

L'analyse de régression a été effectuée avec le logiciel StatView 4.0 pour mettre en évidence les relations existant entre les différentes variables étudiées.

## RESULTATS ET DISCUSSIONS

## CHAPITRE. 2      EFFET DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES SUR LES ATTAQUES DES INSECTES FOREURS DE TIGE

Les résultats portent sur les cœurs morts et les tubes d'oignon à 40, 60, 80 et 100 jours après repiquage (JAR), sur les panicules blanches à 80, 100 JAR et à la récolte (sur 100 tiges fructifères attaquées). Ils sont donnés par types de dégâts occasionnés par chaque catégorie d'insectes ravageurs.

### 1                    Effet des traitements et des variétés sur les attaques de Lépidoptères foreurs de tiges et de Diopsis

#### 1.1                Effet des traitements sur les attaques de Lépidoptères foreurs de tige et des Diopsides

Les dégâts occasionnés par ces groupes d'insectes ravageurs portent sur les pourcentages de "cœurs morts" dus aux Lépidoptères et aux Diopsides et sur les "panicules blanches" dues aux lépidoptères (pour toutes variétés confondues)

Les attaques sont restées faibles sur l'ensemble des traitements aussi bien pendant la phase végétative que reproductive. C'est à partir de 40 JAR (stade tallage), c'est-à-dire le début de nos observations que tous les traitements enregistrent les plus importants pourcentages de "cœurs morts" (inférieurs à 1,7 %). On constate une baisse progressive des attaques du début jusqu'à la fin des observations (80 JAR) où elles sont pratiquement nulles (inférieures à 0,4 %). Le traitement T2 constitué de la fumure organique enregistre les taux les plus importants de "cœurs morts".

A la phase reproductive, les infestations des tiges fructifères occasionnent les "panicules blanches" avec les plus forts pourcentages de dégâts sur le témoin (T1). Les résultats d'analyse de variance (tableau 6 a) ne révèlent pas de différence significative entre les traitements quel que soit le type de dégâts considéré. Mais, les plus importants taux de "cœurs morts" sont enregistrés avec le traitement T2 (1,62 % et 1,37 %) à 40 JAR et à 60 JAR, et avec le T3 (0,88 %) à 80 JAR. Par contre, les traitements T1 (1,22 %), T3 (1 %) et T2 (0,70 %) enregistrent les plus faibles niveaux d'attaques respectivement à 40, 60 et 80 JAR. Par ailleurs les taux de "panicules blanches" sont plus accentuées sur les traitements T1 (1,01 %) à 80 JAR, T3 (0,78 %) à 100 JAR et sur les traitements T2 et T5 (0,712 %) à la récolte. La moyenne générale des taux d'attaque révèle que ce sont les traitements T2 (fumure organique) (avec 1,23% de cœurs morts) et T1 (témoin) (0,81% de panicules blanches) qui ont été les plus attaqués à l'inverse des traitements T1 et T5.

D'une manière générale, l'effet global des traitements phytosanitaires sur les attaques de Lépidoptères foreurs et de Diopsis pour toutes variétés confondues est identique et reste peu marqué à cause des faibles taux enregistrés. Aucune distinction ne peut être faite entre les traitements

## 1.2 Effet variétal sur les attaques des lépidoptères et de Diopsis

En considérant les variétés (tous traitements confondus), l'évolution des attaques accuse une très faible variation d'une variété à une autre et d'une date d'observation à une autre. L'analyse de variance (tableau 6.b) ne révèle pas de différence significative entre les variétés FKR 28 (résistante à la pyriculariose) et BW 348-1 (tolérante à la cécidomyie) au niveau des cœurs morts. Néanmoins les attaques sur la FKR 28 sont plus prononcées par rapport la BW 348-1. Les taux moyens enregistrés ont été de 1,08 (BW 348-1) à 1,14% (FKR 28) de "cœurs morts" et de 0,71 (BW 348-1) à 0,78% (FKR 28) de "panicules blanches".

## 1.3 Evolution des taux d'infestation sous l'influence des interactions entre variétés et traitements

Aucune différence significative (tableau 6.c) n'a été constatée dans les interactions variétés et traitements sur l'ensemble des dates d'observation. Cependant, il faudra noter que le traitement T1 associé à la FKR 28 (V1) présente des faibles taux de "cœurs morts". Il en est de même pour le T6 tout comme le T5 (intervention sur seuil) associés à la variété BW 348-1 (V2). La BW 348-1 combinée à tous les traitements en dehors du T3 présente des faibles pourcentages de "panicules blanches".

Les attaques des Lépidoptères et de Diopsis (% de "cœurs morts") évoluant séparément sur les variétés, sous l'effet des traitements baisse progressivement de 40 à 80 JAR. L'analyse de variance faite sur chaque variété, ne révèle pas de différences significatives entre les traitements à cause de la faiblesse des attaques. Sur chaque variété, les traitements présentent les niveaux d'attaques comparables. Celles-ci ont varié en moyenne de 0,81 % (T1) à 1,38 % (T2) et de 0,71 % (T5) à 0,91 % (T1) respectivement pour les "cœurs morts" et "panicules blanches" au niveau de la FKR 28. Au niveau de la BW 348-1, elles ont été de 0,92% (T5) à 1,23% (T1) et de 0,71% (T1, T2, T4, T5 et T6) à 0,76% (T3).

De façon générale, les taux d'attaques enregistrés sur chaque variété se caractérisent par les faibles variations de leurs niveaux sur l'ensemble des traitements.

## 2 Effet des traitements et des variétés sur les attaques de la Cécidomyie du riz

### 2.1 Effet des traitements sur les attaques de la Cécidomyie du riz

L'évolution des dégâts dus à la Cécidomyie (% de tubes d'oignon) en fonction des traitements (toutes variétés confondues) et sur l'ensemble des séries d'observations comprend deux phases

**Tableau 6 a:** Evolution des pourcentages de coeurs morts et de panicules blanches en fonction des traitements [apres transformation racine carree de  $x + 0.5$ ] **Karfiguela** -saison humide 1999

<i>Nombre de jours après repiquage (JAR)</i>								
Traitements	40 JAR cm1	60 JAR cm2	80 JAR cm3	Moyenne Générale	80 JAR pb1	100 JAR pb2	récolte pb3	Moyenne générale
T1	1,222	1,071	0,773	1,022	1,017	0,707	0,711	0,812
T2	1,624	1,366	0,707	1,232	0,707	0,707	0,712	0,711
T3	1,407	1,003	0,883	1,099	0,815	0,783	0,711	0,771
T4	1,511	1,275	0,758	1,183	0,816	0,707	0,710	0,746
T5	1,289	1,129	0,742	1,054	0,707	0,707	0,712	0,710
T6	1,509	1,035	0,712	1,085	0,788	0,707	0,711	0,736
Probabilité	0,7694	0,3522	0,6260	0,6009	0,6892	0,4317	0,9042	0,6749
S. de signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS

**Tableau 6.b** Evolution des pourcentages de coeurs morts et de panicules blanches en fonction des variétés [apres transformation racine carree de  $x + 0.5$ ] **Karfiguela** -saison humide 1999

<i>Nombre de jours après repiquage (JAR)</i>								
Variétés	40 JAR cm1	60 JAR cm2	80 JAR cm3	Moyenne Générale	80 JAR pb1	100 JAR pb2	récolte pb3	Moyenne générale
V1	1,560	1,155	0,808	1,143	0,910	0,7325	0,713a	0,777
V2	1,295	1,138	0,717	1,080	0,707	0,7071	0,710b	0,708
Probabilité	0,1344	0,8773	0,1545	0,4049	0,095	0,3240	0,0418	0,1485
S. de signification	NS	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS

NB Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.  
 cm1, cm2 et cm3 = coeurs morts à 40, 60 et 80 JAR  
 pb1 et pb2 = panicules blanches à 80 et 100 JAR  
 NS = Non significatif  
 S = Significatif

**Tableau 6 c :** Evolution des pourcentages des cœurs morts et de panicules blanches sous l'influence de l'interaction entre variétés et traitements [après transformation racine carrée de  $x + 0,5$ ] **Karfiguéla** -saison humide 1999

<i>Nombre de jours après repiquage (JAR)</i>								
Variétés x traitements	40 JAR cm1	60 JAR cm2	80 JAR cm3	Moyenne générale	80 JAR pb1	100 JAR pb2	récolte pb3	Moyenne générale
V1T1	0,902	0,827	0,707	0,812	1,328	0,710	0,712	0,916
V1T2	1,772	1,665	0,707	1,380	0,707	0,710	0,715	0,712
V1T3	1,611	0,965	0,707	1,095	0,922	0,710	0,712	0,782
V1T4	1,780	1,147	0,707	1,212	0,926	0,710	0,710	0,782
V1T5	1,483	1,322	0,767	1,190	0,707	0,710	0,712	0,710
V1T6	1,809	1,003	0,707	1,173	0,869	0,710	0,715	0,762
V2T1	1,542	1,314	0,839	1,232	0,710	0,710	0,710	0,710
V2T2	1,474	1,067	0,707	1,080	0,710	0,710	0,710	0,710
V2T3	1,204	1,041	1,058	1,102	0,710	0,862	0,710	0,761
V2T4	1,242	1,401	0,808	1,152	0,710	0,710	0,710	0,710
V2T5	1,095	0,936	0,718	0,917	0,710	0,710	0,710	0,710
V2T6	1,209	1,068	0,717	0,997	0,710	0,710	0,710	0,710
Probabilité S. de signification	0,3484 NS	0,0682 NS	0,5018 NS	0,0918 NS	0,6892 NS	0,4317 NS	0,918 NS	0,9265 NS

NB : V1 = FKR 28 et V2= BW 348-1  
 cm1, cm2 et cm3 = cœurs morts à 40, 60 et 80 JAR.  
 pb1 et pb2 = panicules blanches à 80 et 100 JAR  
 NS = Non significatif

Une phase de croissance observée au cours de la période végétative et reproductive (tallage, initiation paniculaire - épiaison) et correspondant à l'augmentation des tubes d'oignon. Cette croissance s'arrête juste après les 100 % épiaison de la FKR 28 et avant les 100 % épiaison de la BW 348-1 (80 JAR). Les attaques sont nulles ou faibles en début du cycle et prennent progressivement de l'importance pour être maximales à 80 JAR (100 % épiaison) sur tous les traitements.

La seconde phase ou décroissance débute après 80 JAR et persiste pour tous les traitements jusqu'à la fin du cycle de développement du riz. Sur l'ensemble des quatre (4) séries d'observations on enregistre une seule différence significative entre les traitements (tableau 7 a). Il s'agit de celle réalisée à 80 JAR. Le traitement T6 (3,48 %) n'étant pas différent du T1 (3,10 %), T2 (3,03 %) et T4 (3,25 %) différent significativement du T5 (2,41 %) et T3 (2,69 %). La moyenne de l'intensité des attaques est inférieure à 3,5 % quel que soit le traitement et la date d'observation considérée.

## 2.2 Effet variétal sur les attaques de la Cécidomyie

L'évolution des attaques sur l'ensemble des séries d'observation a permis une meilleure appréciation de la réaction des variétés vis-à-vis de la Cécidomyie du riz. Les infestations restent également faibles sur l'ensemble des variétés (inférieures à 3,5%).

L'analyse de variance (tableau 7 b) montre des différences très hautement significatives entre les variétés à 60 et 80 JAR. La variété FKR 28 manifeste le plus de sensibilité à la Cécidomyie. Les taux d'attaques sur les variétés sont compris entre 0,86 % à 3,45 % (FKR 28) et entre 0,80 % à 2,54 % (BW 348-1) pour l'ensemble des quatre (4) séries d'observations.

## 2.3 Evolution des attaques de la Cécidomyie sous l'influence des interactions entre traitements et variétés

Les résultats d'analyse de variance (Tableau 7 c) ne montrent aucune interaction significative entre les traitements et les variétés. L'évolution des taux de tubes d'oignon présente des caractéristiques similaires sur les deux variétés. L'analyse de variance ne révèle pas différence significative entre les traitements au niveau de la FKR 28. Par contre, des différences significatives se révèlent entre les traitements à 80 JAR sur la BW 348-1. Il s'agit du T5 (01,63 %) et T6 (3,28 %) qui diffèrent significativement entre eux, mais ne sont pas différents des autres traitements. Les taux moyens des "tubes d'oignon" ont varié de 1,82 % (T3) à 2,33 % (T4) sur la FKR 28, et de 1,17% (T5) à 1,76% (T4) sur la BW 348-1.

**Tableau 7 a :** Evolution des pourcentages de tubes d'oignon en fonction des traitements [après transformation racine carrée de  $x + 0,5$ ] **Karfiguéla** -saison humide 1999

<i>Nombre de jours après repiquage (JAR)</i>					
Traitements	40 JAR	60 JAR	80 JAR	100 JAR	Moyenne générale
T1	0,8455	1,993	3,101abc	1,110	1,762
T2	0,8457	1,780	3,031abc	1,430	1,770
T3	0,7844	1,659	2,693bc	1,651	1,696
T4	0,8844	2,157	3,247ab	1,899	2,048
T5	0,7468	1,635	2,408c	1,339	1,531
T6	0,8543	2,038	3,485a	1,548	1,981
Probabilité	0,4730	0,4879	0,0428	0,4054	0,0578
S. de signification	NS	NS	S	NS	NS

NB: Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

**Tableau 7 b :** Evolution des pourcentages de tubes d'oignon en fonction des variétés [après transformation racine carrée de  $x + 0,5$ ] **Karfiguéla** -saison humide 1999

<i>Nombre de jours après repiquage (JAR)</i>					
Variétés	40 JAR	60 JAR	80 JAR	100 JAR	Moyenne générale
V1	0,8574	2,268a	3,446a	1,540	2,028a
V2	0,7963	1,486b	2,5436b	1,454	1,569b
Probabilité	0,1654	0,0002	0,0001	0,6895	0,0001
S. de signification	NS	THS	THS	NS	THS

NB: Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

NS : Non significatif

THS : Très hautement significatif

S : Significatif

V1 = FKR 28

V2 = BW 348-1

**Tableau 7 c :** Evolution des pourcentages de tubes d'origon sous l'influence de l'interaction entre variétés et traitements [après transformation racine carrée de  $x + 0,5$ ] **Karfiguèla** -saison humide 1999

<i>Nombre de jours après repiquage (JAR)</i>					
Variétés x traitements	40 JAR	60 JAR	80 JAR	100 JAR	Moyenne générale
V1T1	0,924	2,333	3,100	1,201	1,889
V1T2	0,880	2,004	3,619	1,603	2,025
V1T3	0,798	2,054	2,939	1,485	1,817
V1T4	0,859	2,756	4,141	1,570	2,332
V1T5	0,771	2,050	3,181	1,556	1,890
V1T6	0,910	2,410	3,691	1,827	2,210
V2T1	0,766	1,653	3,102	1,027	1,635
V2T2	0,811	1,556	2,443	1,258	1,515
V2T3	0,769	1,263	1,447	1,816	1,575
V2T4	0,909	1,557	2,353	2,227	1,762
V2T5	0,722	1,219	1,634	1,122	1,172
V2T6	0,798	1,665	3,279	1,270	1,753
Probabilité	0,8047	0,9153	0,821	0,5421	0,7262
S. de signification	NS	NS	NS	NS	NS

NB : V1 = FKR 28

V2 = BW 348-1

NS = Non significatif

## Discussion

L'examen des résultats relatifs aux attaques des lépidoptères foreurs tiges et de *Diopsis* montre une répartition homogène des dégâts sur l'ensemble des traitements à toutes les dates d'observation.

Les pourcentages de "cœurs morts" consécutifs aux attaques précoces des foreurs de tiges et de "panicules blanches" consécutifs aux attaques tardives de foreurs sont restés très faibles sur l'ensemble des traitements. D'une manière générale, sur toutes les séries d'observations, les pourcentages de "cœurs morts" et de "panicules blanches" sont restés respectivement inférieurs à 1,7% et 1,2%. Cette situation s'explique par la faible pression de ces groupes de ravageurs incriminés sur l'ensemble des traitements. Même le témoin n'ayant reçu aucun traitement a présenté des niveaux d'infestation faibles. L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les traitements quant à leur efficacité contre les lépidoptères et de *Diopsis*. Les taux des attaques ont été de 1,02% (T1) à 1,23% (T2) et de 0,71% (T2 et T5) à 0,81% (T1) respectivement pour les "cœurs morts" et "panicules blanches".

Les dégâts liés également aux attaques de la Cécidomyie ("tubes d'oignon") sont restés faibles (inférieurs à 3,5%), alors que sur le même site des taux d'infestations variant entre 40 et 60% sont souvent observés (BONZI, 1979; DAKOUO *et al.*, 1988). Les infestations augmentent progressivement en début de cycle du riz pour être maximales à 80 JAR et ensuite baisse d'intensité. Des résultats similaires ont été également observés par DAKOUO *et al.* (1988). Ces auteurs établissent un lien entre l'évolution des attaques et l'importance du parasitisme (qui s'installe tardivement) affectant la population larvaire du ravageur. Ce parasitisme est dû essentiellement à deux microhyménoptères, *Platygaster diplosisae* Risb. et *Tetrastichus pachydiplosisae* Risb. Ce parasitisme presque absent en début du cycle, prennent surtout de l'importance au cours des phases reproductives et de maturation de la plante (DAKOUO & NACRO, 1986; SIBOMANA, 1998). HUMMELEN & SOENARJO, (1977) font les mêmes observations sur l'espèce asiatique de la cécidomyie. La période de fortes infestations (80 JAR) correspond également à celle de la production abondante des talles et l'évolution des infestations semble suivre celle du tallage. Mais, il faut signaler qu'au cours de la phase reproductrice, les attaques n'ont pas une incidence majeure sur le rendement (AKINSOLA & SAMPONG, 1984). La baisse en intensité des attaques observée au delà de 80 JAR est en rapport avec l'arrêt de formation de nouvelles talles. La période de fortes attaques de la Cécidomyie coïncide avec un niveau faible de celle des lépidoptères et des diopsides. La baisse de la pression de ces derniers ravageurs augmente la disponibilité des jeunes talles pour la Cécidomyie. Ainsi, il semble exister un relais entre ces ravageurs. La moyenne générale des attaques de la Cécidomyie a été de 0,76% (T1) à 2,05% (T4).

Au niveau variétal la BW 348-1 confirme de façon significative sa tolérance à la Cécidomyie du riz à l'inverse de la FKR 28.

## CHAPITRE 3      EFFET DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES SUR LE DEVELOPPEMENT DE LA PYRICULARIOSE

### I      Effet des traitements et des variétés sur le développement de la pyriculariose

#### 1.1      Effet des traitements sur le développement de la pyriculariose

##### 1.1.1      *La pyriculariose foliaire*

L'évaluation des attaques de la pyriculariose foliaire, portant sur quatre séries d'observations (5, 7, 9 et 11 SAR), a permis de situer le niveau de sévérité de la maladie sur l'ensemble des traitements. Le développement de la maladie, sous l'effet des traitements phytosanitaires a connu une faible progression du début (5 SAR ou stade tallage) à la fin des observations (11 SAR ou épiaison). Malgré cette progression, les pourcentages moyens de la surface foliaire malade sont restés très faibles (inférieurs à 1% pour une note de sévérité comprise entre 0 et 3 suivant l'ampleur de la maladie).

A la première observation (5 SAR), les attaques ont été nulles sur tous les traitements. La maladie démarre après cette date pour atteindre des pourcentages les plus élevés (inférieurs à 1,12%) à 11 semaine après repiquage (SAR) sur les traitements T2 (fumure organique) et T4 (broyats de feuilles et amandes de neem).

L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les traitements sur l'ensemble des quatre (4) séries d'observation (tableau 8.a). Ces résultats laissent apparaître la faible variation du niveau des attaques entre traitements et entre dates d'observation. En se rapportant au taux moyen général des attaques, le traitement T2 (0,88%) a présenté le taux le plus élevé à l'inverse du T6 (0,80%). Les attaques ont varié de 0,71% à 1,11% sur l'ensemble du cycle de développement du riz.

##### 1.1.2      *La pyriculariose du cou*

A l'instar de la pyriculariose foliaire, la pression de la pyriculariose du cou paniculaire est restée d'une manière faible bien que des différences significatives existent entre les traitements. C'est à 15 jours après épiaison (JAE) que des différences significatives apparaissent entre les traitements (tableau 8.a). A ce stade phénologique du développement des plants, c'est le traitement T6 ( fumure organique + des cendres de balles de riz + broyats et poudre d'amandes de neem) diffère significativement de tous les autres traitements à l'exception du T2 (fumure organique). Le traitement T6 (0,75 %) enregistre à 15 jours après épiaison les plus fortes attaques de la pyriculariose du cou. A l'inverse à cette même date, les traitements T3, T4 et T5 sont les moins attaqués. A 30 jours après épiaison, aucune différence significative ne se dégage entre traitements. Les attaques ont varié de 0,71% (T3, T4 et T5) à 0,74% (T6) et de 0,98% (T5) à 1,21% (T2)

## 1.2 Effet variétal sur le développement de la pyriculariose

### 1.2.1 *La pyriculariose foliaire*

Les attaques de la pyriculariose foliaire présentent les mêmes niveaux sur les deux variétés. L'analyse de variance (tableau 8.b) confirme ces tendances et aucune différence significative n'est décelée entre les variétés du début (5 SAR) à la fin des observations (11 SAR). Les attaques tout en étant faibles, ont connu une progression sur les deux variétés et ont varié de 0,71 à 1,01% sur la FKR 28 et de 0,71 à 0,99% sur la BW 348-1.

### 1.2.2 *La pyriculariose du cou*

Contrairement à la pyriculariose foliaire, les variétés semblent avoir une influence sur le développement de la pyriculariose du cou paniculaire. En effet les attaques sont beaucoup plus accentuées sur la BW 348-1 (qui a présenté le plus d'attaque de la pyriculariose foliaire) que sur la FKR 28 (sur laquelle la pression de la pyriculariose foliaire a été faible). L'analyse de variance (tableau 8 b) révèle des différences hautement significatives à 15 jours après épiaison et très hautement significatives à 30 jours après épiaison entre les deux variétés. Les attaques ont varié de 0,71 à 0,92 % pour la FKR 28 et de 0,73 à 1,22 % pour la BW 348-1.

## 2 Le développement de la pyriculariose sous l'influence des interactions entre variétés et traitements

Il n'existe aucune interaction significative (tableau 8.c) entre les traitements et les variétés à la 5<sup>ème</sup>, 7<sup>ème</sup>, 9<sup>ème</sup> et 11<sup>ème</sup> semaines après repiquage vis à vis de la pyriculariose foliaire. Le traitement T6 associé à la variété FKR 28 présente des attaques beaucoup plus faibles de la pyriculariose foliaire.

Au niveau de la pyriculariose du cou, des interactions significatives se révèlent entre traitements et variétés. Les traitement T2 et T6 associé à la BW 348-1 diffèrent significativement des autres traitements à 15 jours après épiaison. A ce stade de développement du riz, la combinaison du T6 à la BW 348-1 est à l'origine des fortes attaques de la pyriculariose du cou. D'une manière générale, les analyses sur les interactions ont montré également le faible niveau des attaques sur les mesures de protection appliquées même si elles ont été significatives à 15 JAE. Cette situation de faible pression de la maladie n'y a pas permis l'application de la kitazine prévue sur seuil.

Il ressort finalement que, la combinaison de la BW 348-I avec les traitements T2, T6 et T1 est plus sensible à la manifestation de la pyriculariose du cou. A l'inverse, le traitement (T6) combiné à la première variété (FKR 28) est moins sensible à la pyriculariose foliaire. L'évolution de la pyriculariose foliaire et celle du cou de la maladie en fonction des traitements appliqués sur les deux variétés est illustrée par la figure 6.

Tableau 8 a : Evolution des attaques (%) de la pyriculariose foliaire (PF) et du cou paniculaire (PC) en fonction des traitements [après transformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** au cours de la saison humide 1999

Traitements	<i>Semaines après repiquage (SAR)</i>				<i>Jours après épiaison (JAE)</i>			
	<b>5SAR PF1</b>	<b>7SAR PF2</b>	<b>9SAR PF3</b>	<b>11SAR PF4</b>	<b>Moyenne générale</b>	<b>15JAE PC1</b>	<b>30JAE PC2</b>	<b>Moyenne générale</b>
T1	0,710	0,770	0,882	0,939	0,825	0,720b	1,102	0,911
T2	0,710	0,770	0,882	1,107	0,867	0,722ab	1,206	0,964
T3	0,710	0,770	0,939	0,995	0,853	0,710b	1,002	0,856
T4	0,710	0,762	0,826	1,107	0,851	0,710b	1,054	0,882
T5	0,710	0,755	0,871	0,995	0,833	0,710b	0,981	0,846
T6	0,710	0,755	0,867	0,882	0,803	0,746a	1,097	0,923
Probabilité	0,0000	0,2704	0,9567	0,2777	0,5080	0,0303	0,1948	0,1348
N. de signification	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %

Tableau 8 b : Evolution des attaques (%) de la pyriculariose foliaire (PF) et du cou paniculaire (PC) en fonction des variétés [après transformation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** au cours de la saison humide 1999

Variétés	<i>Semaines après repiquage (SAR)</i>				<i>Jours après épiaison (JAE)</i>			
	<b>5SAR PF1</b>	<b>7SAR PF2</b>	<b>9SAR PF3</b>	<b>11SAR PF4</b>	<b>Moyenne générale</b>	<b>15JAE PC1</b>	<b>30JAE PC2</b>	<b>Moyenne générale</b>
V1	0,710	0,767	0,821	1,014	0,828	0,710b	0,925b	0,817b
V2	0,710	0,760	0,935	0,995	0,850	0,730a	1,223a	0,976a
Probabilité	0,0000	0,1582	0,0875	0,7714	0,1936	0,0072	0,0001	0,0001
N. de signification	NS	NS	NS	NS	NS	HS	THS	THS

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %

PF1, PF2, PF3 et PF4 = pyriculariose foliaire à 5, 7, 9 et 11 SAR. PC1 et PC2 = Pyriculariose du cou à 15 et 30 JAE  
 NS = Non significatif, S = significatif, HS = Hautement significatif, THS = Très hautement significatif

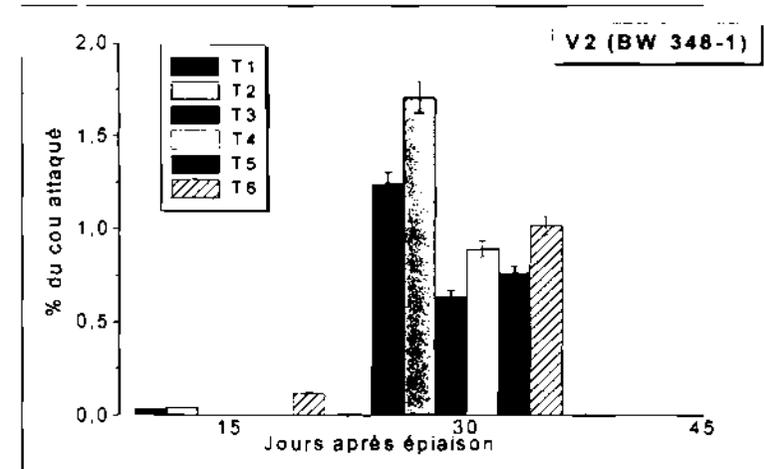
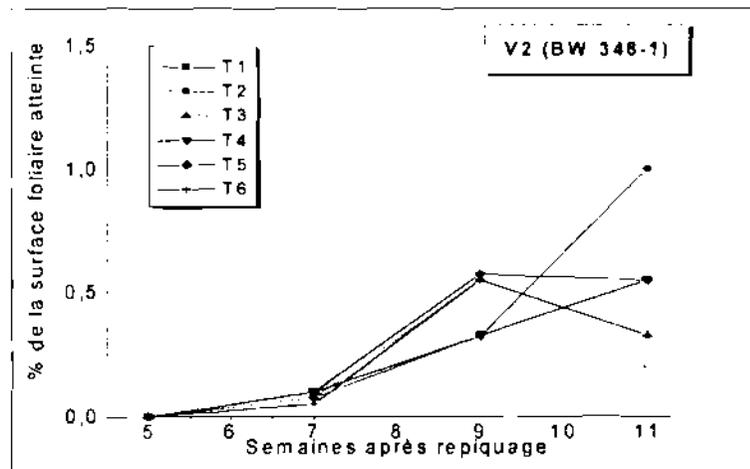
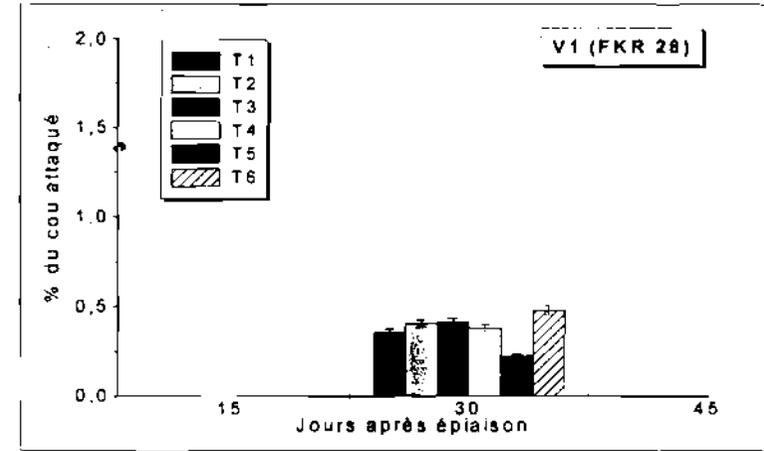
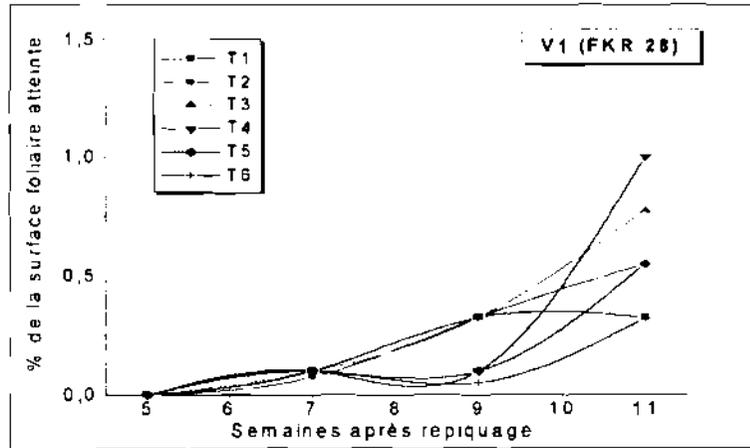
Tableau 8 c : Evolution de la pyriculariose foliaire (PF) et du cou paniculaire (PC) sous l'influence de l'interaction entre variétés et traitements [après formation racine carrée de  $x + 0,5$ ]. **Karfiguéla** au cours de la saison humide 1999

Variétés et traitements	<i>Semaines après repiquage (SAR)</i>				<i>Jours après épiaison (JAE)</i>			
	5SAR PF1	7SAR PF2	9SAR PF3	11SAR PF4	Moyenne générale	15JAE PC1	30JAE PC2	Moyenne générale
F1	0,71	0,770	0,882	0,882	0,811	0,710b	0,905	0,807
F2	0,71	0,755	0,882	0,995	0,835	0,710b	0,937	0,820
F3	0,71	0,770	0,882	1,107	0,867	0,710b	0,942	0,826
F4	0,71	0,770	0,770	1,220	0,867	0,710b	0,932	0,821
F5	0,71	0,770	0,770	0,995	0,811	0,710b	0,847	0,778
F6	0,71	0,770	0,740	0,882	0,775	0,710b	0,982	0,846
F1	0,71	0,770	0,882	0,995	0,839	0,730b	1,300	1,015
F2	0,71	0,755	0,882	1,220	0,892	0,735ab	1,475	1,105
F3	0,71	0,755	0,995	0,882	0,835	0,710b	1,062	0,882
F4	0,71	0,770	0,882	0,995	0,839	0,710b	1,175	0,942
F5	0,71	0,770	0,972	0,995	0,862	0,710b	1,212	0,921
F6	0,71	0,740	0,995	0,882	0,832	0,782a	1,305	1,043
Stabilité	0,0000	0,4496	0,8269	0,2777	0,5789	0,0303	0,2979	0,2834
de signification	NS	NS	NS	NS	NS	S	NS	NS

Les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 %.

PF1, PF2, PF3 et PF4 = Pyriculariose foliaire à 5, 7, 9 et 11 SAR.

PC1 et PC2 = Pyriculariose du cou à 15 et 30 JAE.



**Figure 4.** Evolution des attaques (%) de la pyriculariose foliaire et du cou paniculaire en fonction des traitements et des variétés à **Karfiguéla** au cours de la saison humide 1999

## Discussion

Les résultats de cette partie ont révélé l'intensité des attaques et l'effet des mesures de protection phytosanitaire sur le développement de la pyriculariose

L'épidémie a démarré sur les feuilles au niveau de tous les traitements entre 5 et 7 semaines après repiquage (SAR). La pyriculariose du cou s'est manifestée en premier lieu sur la FKR 28 dont l'épiaison est intervenue plus tôt (cycle court)

D'une manière générale, l'intensité de la maladie apparaît faiblement sur l'ensemble des traitements. Le développement de la maladie pendant sa phase foliaire ne montre pas d'effets significatifs ( $P > 0,05$ ) entre les traitements et entre variétés. Cette situation due à la faible pression du ravageur n'offre guère la possibilité de faire une distinction nette des traitements pour leur efficacité vis à vis de la pyriculariose foliaire. Le traitement T6 combiné avec la variété FKR 28 présente le moins d'attaque de pyriculariose foliaire. A l'inverse, le traitement T2 (fumure organique) combiné avec la variété BW 348-1 présente les plus fortes attaques de la pyriculariose foliaire.

On peut cependant noter l'importance relative de la pyriculariose du cou paniculaire pour la première date d'observation (15 JAE) entre les traitements. A cette date la combinaison de la variété BW 348-1 avec les traitements T6 et T2 ayant reçu tous la fumure organique se sont révélés les plus attaqués expliquant l'effet de la fumure organique ces deux traitements. Les amendements organiques ont pour effet d'augmenter les niveaux d'attaque par *Pyricularia oryzae* (MBODJY, 1990). Ainsi, l'effet combiné de la fumure organique et de la variété BW 348-1 sensible explique la sévérité de la maladie sur cette variété et les traitements comportants de la fumure organique. Ces traitements, comme tous les autres, associés à la V1 (résistante à la pyriculariose) ont été les moins attaqués. Au niveau variétal, il se dégage une différence significative entre les deux variétés utilisées, la FKR 28 a confirmé sa résistance vis à vis de la pyriculariose du cou à 15 et 30 jours après épiaison.

Le témoin n'ayant bénéficié d'aucun apport a manifesté également des faibles attaques. La phase foliaire de la maladie et celle du cou semblent évoluer étroitement. Autrement dit la faible pression de la maladie au niveau des feuilles peut expliquer celle observée sur les cous paniculaires. SERE (1981) rapporte que l'étape foliaire de la maladie sert souvent de source d'inoculum pour la maladie au niveau des cous

Les attaques causées sur le riz par un autre pathogène tel que *Helminthosporium oryzae* ont été observées. La présence de cette dernière maladie est liée à la pauvreté du sol (KABORE, communication personnelle).

## CHAPITRE.4      EFFET DES TRAITEMENTS PHYTOSANITAIRES SUR LES POPULATIONS DES NEMATODES

Le site d'étude (Karfiguéla) présente différents des genres de nématodes. L'évaluation de la population des nématodes a permis de déterminer principalement trois (3) genres de nématodes phytoparasites inféodés au riz : Le genre *Hirschmanniella* (endoparasite migrateur des racines du riz), le genre *Tylenchorhynchus* (ectoparasite) et le genre *Helicotylenchus* (ectoparasite).

### 1      Effet des traitements et des variétés sur les populations de nématodes parasites dans le sol et dans les racines

#### 1.1 Effet des traitements sur populations de nématodes dans sol et dans les racines

L'application du neem a permis une réduction de la population des nématodes au niveau des traitements T4 (broyats de feuilles et amandes de neem) et T6 (fumure organique + cendres de balle de riz + broyats de feuilles et amandes de neem). La population de *Hirschmanniella spinicaudata* (endoparasite) se trouve aussi bien dans le sol que dans les racines, alors que celles de *Tylenchorhynchus sp* et de *Helicotylenchus sp* ne sont présentes que dans le sol.

De ces trois genres de nématodes phytoparasites, c'est le genre *Helicotylenchus* qui apparaît le plus abondant.

La population de *Hirschmanniella spinicaudata* dans le sol est faible à la date du premier échantillonnage (repiquage). Elle diminue ensuite jusqu'à 30 jours après repiquage (JAR). Le niveau de la population dans le sol augmente à partir de la deuxième date d'échantillonnage (30 JAR) jusqu'à la récolte. Celle des racines, nulles au repiquage augmente progressivement pour être importante à 60 JAR. Les populations racinaires diminuent ensuite jusqu'à 90 JAR pour connaître leur population maximale à la maturité du riz sur tous les traitements. La figure 5 montre l'évolution de la population de *Hirschmanniella spinicaudata* dans le sol et dans les racines. Le traitement T4 (broyats de feuilles et amandes de neem) enregistre les plus faibles peuplements dans le sol sur tout le cycle de développement du riz et dans les racines à 60 et 90 JAR. Le traitement T6 (fumure organique + cendres de balles de riz + broyats de feuilles de neem ), enregistre également des faibles populations de ce nématode endoparasite dans le sol entre 30 et 60 JAR et dans les racines à partir de 90 JAR jusqu'à la récolte. Les résultats de l'analyse de variance ne montrent pas de différences significatives entre les traitements. Les traitements T4 et T6 ayant reçu le neem, comparés aux autres traitements, enregistrent les plus faibles

Le traitement T5 (intervention sur seuil) a enregistré le niveau de population le plus élevé surtout dans le sol. Les moyennes générales après transformation sont comprises entre 0,16 (T4) et 1,88 (T5) dans le sol et entre 1,00 (T6) et 1,18 (T2 et T5) dans les racines. Les populations de *H. spinicaudata* ont été beaucoup plus abondantes dans le sol (inférieures à 650) que dans les racines (inférieures à 55). La population totale de *H. spinicaudata* a été de 5245 nématodes dans les parcelles expérimentales, contre 312 dans les racines. Le développement des racines a été moins perturbé par ce nématode.

A l'inverse de *H. spinicaudata*, les populations initiales de *Helicotylenchus sp* et de *Tylenchorynchus sp.* tous des ectoparasites vivant dans le sol, baisse dès les premières date d'échantillonnage (repiquage) (figure 6). Cette baisse devient importante à partir de 30 jours après repiquage (JAR) avant d'être stable à 60 JAR chez *Tylenchorynchus sp.* A la récolte la population de *Tylenchorynchus sp.* est presque nulle. Au cours, de cette évolution le traitement T5 (intervention sur seuil) présente le niveau de population le plus élevé à l'inverse du T4 et T6. Le traitement T5 enregistre en moyenne 520,5 et 1364 nématodes respectivement pour *Tylenchorynchus* et *Helicotylenchus*. Par contre, les traitements T4 (182) et T6 (520,5) enregistrent les plus faibles populations *Tylenchorynchus*. Il en est de même pour *Helicotylenchus* ou on obtient 1124, 56 et 1301 respectivement pour les traitements T6 et T4. A la récolte les populations de *Helicotylenchus* connaissent une légère augmentation sur l'ensemble des traitements, le traitement T4 étant le plus infesté. De façon générale les populations totales dans les parcelles ont été 9640 et 35212,5 respectivement pour *Tylenchorynchus* et *Helicotylenchus*.

Aucune différence significative n'a été constatée entre les traitements sur l'ensemble des dates d'échantillonnage. Les moyennes transformées ont été varié de 2,64 (T6) à 3,37 (T5) et de 1,77 (T4) à 2,24 (T5) respectivement pour *Helicotylenchus sp.* et le *Tylenchorynchus sp.*

Il ressort finalement que l'importance relative des nématodes au niveau des traitements varie selon les espèces et la date d'échantillonnage. Le *Helicotylenchus* et le *Tylenchorynchus* qui étaient abondants dans les parcelles au repiquage, sont devenus rares à la récolte. Une situation inverse est observée chez *H. spinicaudata*. Le genre *Helicotylenchus* est le plus abondant dans le site pour la campagne 1999, suivi respectivement des genres *Tylenchorynchus* et *Hirschmanniella*.

## 1.2 Effet variétal sur les populations de nématodes dans le sol et dans les racines

L'effet variétal dépend essentiellement du genre de nématode.

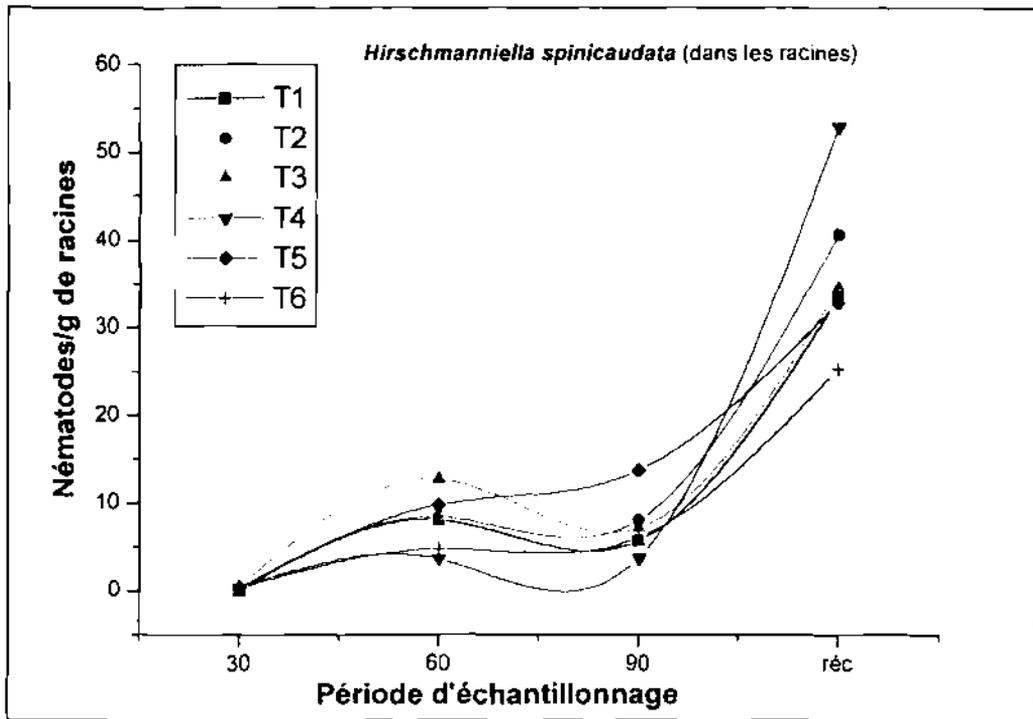
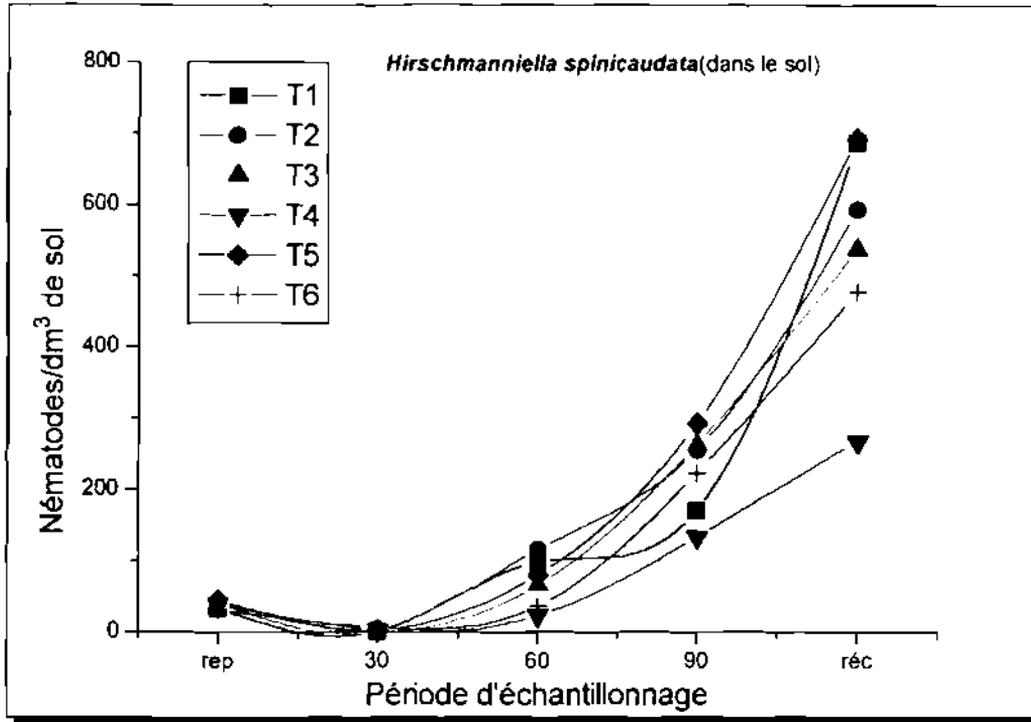
L'espèce *H. spinicaudata* est prédominante sur la variété BW 348-1 par rapport à la

variété FKR 28. Contrairement à la première, le genre *Helicotylenchus* est abondant sur la FKR 28. Mais, c'est au repiquage, à 60 JAR et à 90 JAR que la BW 348-1 présente le plus de population de ce nématode. Le *Tylenchorynchus* prédomine sur la BW 348-1.

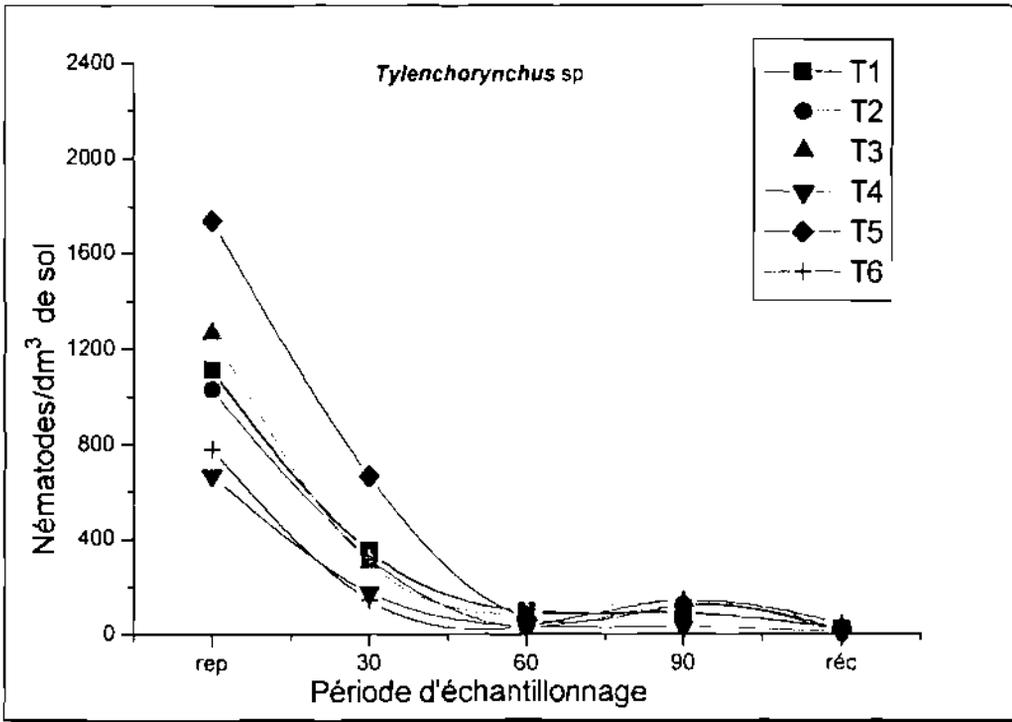
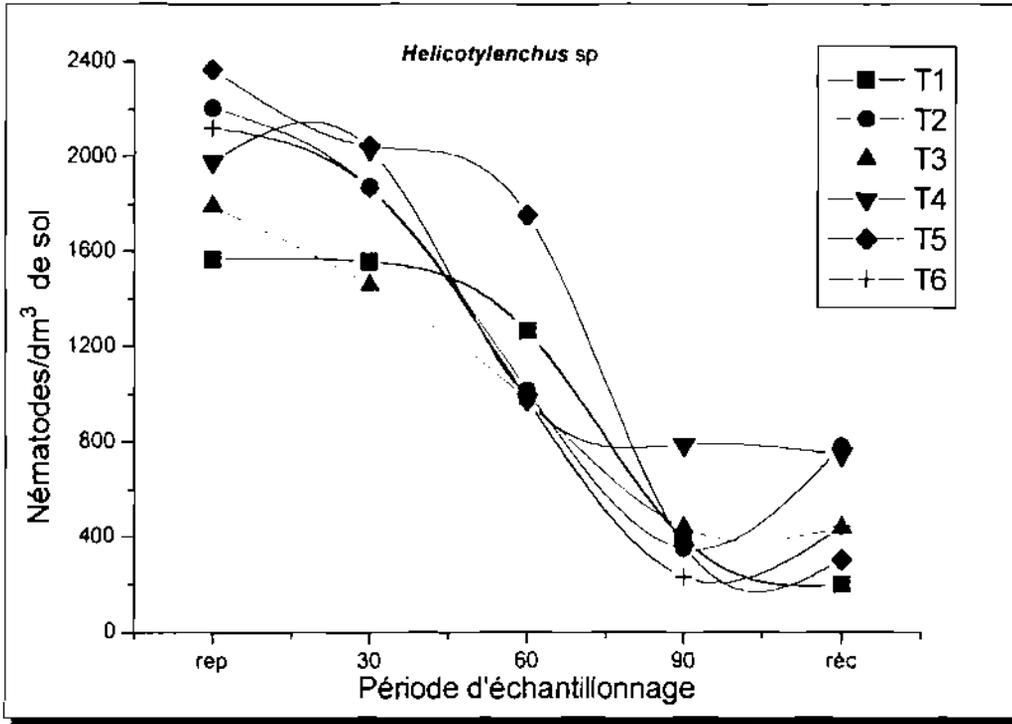
L'analyse de variance montre des différences significatives ( $p < 0,05$ ) entre les variétés seulement pour le genre *Tylenchorynchus* à 30 JAR et à la récolte avec des moyennes de 2,22 à 30 JAR et de 0,34 à récolte pour la V1 (FKR 28) et de 1,75 à 30 JAR et de 0,80 à récolte pour la V2 (BW 348-1). D'une manière générale les populations des différents nématodes ont varié de 0,05 à 2,44 (V1) et de 0,22 à 2,47 (V2), de 1,91 à 3,19 (V1) et 1,58 à 3,22 (V2) et de 0,34 à 2,22 (V1) et de 0,80 à 2,4 (V2) respectivement pour *H. spinicaudata*, *Helicotylenchus sp.* et le *Tylenchorynchus sp.*

### **1.3 Evolution de la population des nématodes parasites sous l'influence des interactions entre traitements variétés**

Aucune interaction significative ne se dégage entre traitements et variétés pour l'ensemble de ces nématodes quelle que soit la date d'observation. Ce sont les interactions V1 (FKR 28) traitements T4 (broyats de feuilles et amendes de neem) et T6 (fumure organique + cendres de balles de riz + broyats de feuilles et amendes de neem) qui enregistrent les populations de nématodes les plus faibles à l'inverse des interactions V2 (BW 348-1) et T5. L'analyse de variance réalisée pour chaque variété séparément ne révèle aucune différence significative entre les traitements quel que soit le nématode considéré.



**Figure 5:** Evolution de la population de *Hirschmanniella spinicaudata* dans le sol et dans les racines en fonction des traitements (toutes variétés confondues). **Karfiguéla** - saison humide 1999



**Figure 6 :** Evolution des populations de *Helicotylenchus* sp. et de *Tylenchorynchus* sp. dans le sol en fonction des traitements (toutes variétés confondues). **Karfiguéla** - saison humide 1999

## Discussion

L'évaluation des populations de nématodes parasites dans le sol et dans les racines a permis de mettre en évidence les principales espèces inféodées au riz irrigué sur le site expérimental de Karfiguéla. D'autres espèces ont pu être recensées notamment *Heterodera* sp. et *Hoplolaimus* sp., avec une faible présence. Les mesures de protection entreprises contre les nématodes phytoparasites ont permis la réduction de leur population dans les parcelles ayant reçu le neem. Les résultats obtenus sur les T4 (broyats de feuilles et amandes de neem) et T6 (fumure organique + cendres de balles de riz + broyats de feuilles et amandes de neem) établissent clairement l'effet du neem sur la réduction des populations de nématodes. Les différences observées entre les populations des parcelles traitées et non traitées ne sont pas confirmées par les analyses de variance ( $p > 0,05$ ). La diminution dans le sol des populations de *H. spinicaudata* un endoparasite migrateur s'explique par leur pénétration à l'intérieur des racines entre le repiquage et 30 JAR. En effet, l'augmentation de la population de ce nématode endoparasite à partir de 30 JAR est liée à la présence de la plante hôte cultivée et aux conditions du milieu favorables à son développement. Ceci est en conformité avec les observations de TAYLOR, 1968)

La diminution de la population initiale observée (à partir du repiquage) chez *Helicotylenchus* sp peut s'expliquer par la présence permanente de l'eau dans les parcelles. En effet, la réduction de la populations de *Helicotylenchus* peut s'observer en conditions d'inondation ou de présence permanente de l'eau dans les parcelles (THIO, communication personnelle). Pendant la phase de maturation du riz à partir 90 JAR, la diminution de la fréquence d'irrigation explique le niveau de la population de *Helicotylenchus* dans les parcelles entre 90 JAR et la récolte. STRICH *et al.* Cité par le CIH (1973), constate chez *Helicotylenchus* inféodé aux bananes qu'en cas d'inondation des plantations de bananes, ce nématode à 30 cm à proximité des racines est retrouvé à 120 cm. C'est un nématode des hautes terres (riz pluvial). L'irrigation même en étant faible, entraîne une diminution de la population.

Tout comme, le *H. spinicaudata*, le *Tylenchorynchus* est favorisé par la présence permanente de l'eau dans les parcelles. La baisse de la population de *Tylenchorynchus* sp. est liée à la pauvreté du sol et s'observe sur tous les traitements, mais elle est beaucoup prononcée dans les traitements T4 et T6.

En considérant le niveau de population en fonction des variétés, la BW 348-1 est plus sensible à *H. spinicaudata* et *Tylenchorynchus* sp. par rapport à la FKR 28 sur la quelle prédominent les populations de *Helicotylenchus* sp. Par ailleurs, le genre *H. spinicaudata* et *Tylenchorynchus* sont plus inféodés à la variété BW 348-1. La combinaison de la FKR 28 au traitement T4 est la moins infestée par *H. spinicaudata*. Par contre la variété FKR 28 combinée aux T4 et T6 semble réduire les infestations de

## CHAPITRE .5 LES RELATIONS ENTRE LES RAVAGEURS ET LES COMPOSANTES DE RENDEMENT

### 1 Relations entre les attaques des foreurs de tige et les composantes de rendement

#### 1.1 Attaques des Lépidoptères foreurs et des Diopsides

Les régressions linéaires simples des pourcentages (%) de "coeurs morts", et de "panicules blanches" sur les composantes de rendement révèlent des associations positives et significatives. Ces associations existent seulement entre les "coeurs morts", le nombre de talles/m<sup>2</sup> à 40 jours après repiquage (JAR) et le nombre de panicules/m<sup>2</sup> ( $P < 0,05$  avec  $R^2 < 0,80$ ). Cette association positive significative pour le nombre de talles/m<sup>2</sup>, est hautement significative pour le nombre de panicules/m<sup>2</sup>.

Ces résultats suggèrent que les attaques dues aux foreurs (% coeurs morts) ont un effet positif sur le nombre de talles et de panicules au m<sup>2</sup>. Autrement dit les plants réagissent aux attaques des insectes par la production de talles compensatrices qui restent dans la plupart des cas peu productives

#### 1.2 Les infestations de la Cécidomyie du riz

Les régressions entre les pourcentages (%) de "tubes d'oignon" dus à la Cécidomyie et les composantes de rendement ne montrent pas d'association significative entre ces deux variables. Ceci indique que le nombre de galles produites n'a pas d'effet significatif sur les composantes de rendements quelle que soit la date d'observation.

De façon générale, à l'exception du 40<sup>ème</sup> jour après repiquage (JAR) où des associations significatives se dégagent avec les "coeurs morts", les attaques de foreurs de tige ne sont pas significativement corrélées avec les composantes de rendement sur l'ensemble des séries d'observation

### 2 Relations entre les attaques de la pyriculariose et les composantes de rendement

Les analyses de régressions linéaires des attaques dues à la pyriculariose sur les composantes de rendement ne révèlent pas d'association significative entre ces deux variables ( $P > 0,05$  avec  $R^2 > 0,0011$ ). En d'autres termes, les attaques de la pyriculariose n'ont pas d'effet significatif sur les composantes de rendement durant tous les stades de développement de la plante

### 3 Relations entre les populations de nématodes et les composantes de rendement

Des associations significatives et négatives se dégagent entre les rendements et les populations de nématodes parasites du sol, notamment *Tylenchorynchus* sp. à 60 jours après repiquage (JAR). Ces régressions suggèrent que les populations de *Tylenchorynchus* sp. provoquent des baisses des rendements de façon significative. Autrement dit, l'augmentation de la population de ce nématode est proportionnelle à la baisse des rendements (Figure 7).

Par contre aucune association significative n'est décelée entre les populations de *Helicotylenchus* sp. du sol, de *Hirschmanniella spinicaudata* du sol et des racines avec le rendement. *H. spinicaudata* dans le sol est négativement associé et de façon significative aux poids de 1000 grains.

Les tableaux portant sur les régressions sont donnés en annexe 9, 10 et 11 respectivement pour les variables de l'entomologie, de la phytopathologie et de la nématologie

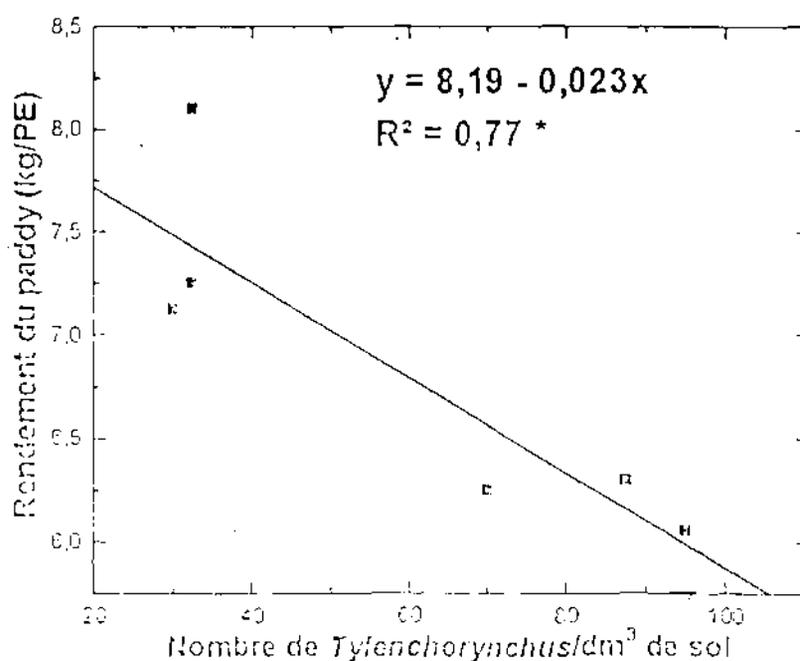
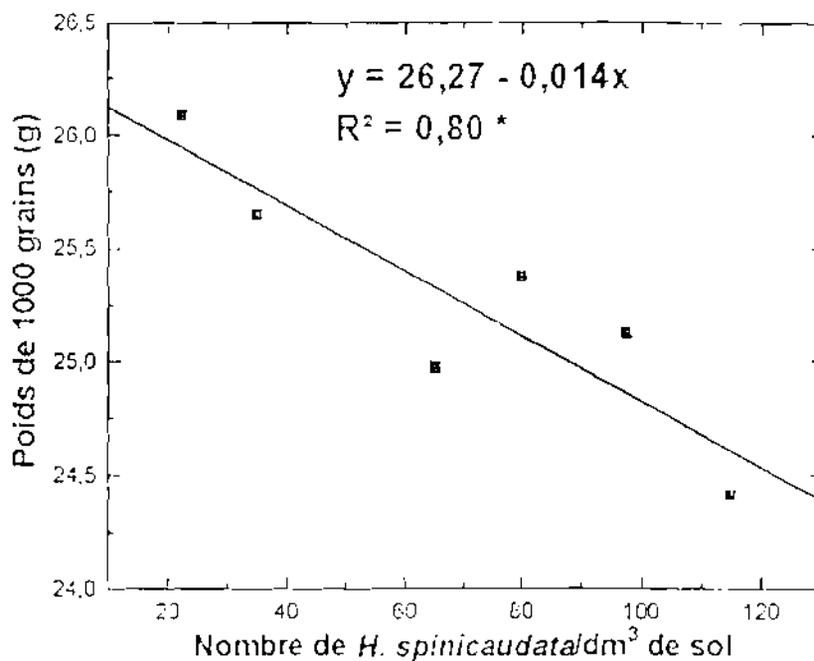


Figure 7 : Régression entre les populations de *H. spinicaudata* à 60 JAR et le poids de 1000 grains, et *Tylenchorynchus* sp. et le rendement paddy à 60 JAR. Karfiguéla - saison humide 1999.

NB : \* :  $P < 0,05$

## discussion

Les régressions linéaires dégagent des liens étroits entre certaines variables mesurées et les composantes de rendement.

Ainsi en entomologie, les attaques précoces des lépidoptères foreurs et de *Diopsis* qui se caractérisent par le symptôme de "cœur mort" sont positivement corrélées avec les nombres de talles/m<sup>2</sup> et de panicules au mètre carré. Ces résultats indiquent que le nombre de talles émises augmente proportionnellement avec les pourcentages de "cœurs de morts". NACRO (1994), UMEH *et al.* (1992), ont également obtenu des résultats similaires. Ces auteurs ont indiqué qu'en cas d'attaques précoces d'insectes, les plantes réagissent par la production de talles compensatrices. CHAND et ACHARYA (1982; 1983) ont enregistré également des corrélations positives avec les dégâts de l'espèce asiatique de la cécidomyie (*Orseolia oryzae* W & M) et le nombre de talles produit. Il faut cependant souligner que les dégâts précoces causés par les insectes peuvent influencer négativement sur le développement de la plante (MONTY, 1995). En effet, l'incidence des dégâts de cœurs morts sur le nombre de talles au m<sup>2</sup> peut se traduire par la formation des talles non productives. Les talles qui se forment le plus souvent à la suite des attaques d'insectes ne sont pas fructifères (DAKOULO *et al.* 1988). HEINRICHS (1998), rapporte qu'à cause de l'activité compensatrice des plantes, les attaques sont moins dommageables quand elles interviennent tôt. Dans le cas de notre étude, non seulement les attaques sont intervenues très tôt (40 JAR), mais sont demeurées très faibles et n'ont pas eu une grande incidence sur le rendement.

Il ressort de nos résultats que les faibles attaques des foreurs de tiges n'ont pas affecté grandement les composantes de rendement et le rendement. Ceci s'explique par les faibles taux d'attaques observées aussi bien en périodes végétatives et reproductives.

Les attaques de la pyriculariose foliaire et du cou paniculaire n'ont pas eu également d'effet significatif sur les composantes de rendement. Ainsi, toutes les variables mesurées évoluent indépendamment des attaques de la pyriculariose. Ce sont surtout les nématodes qui influent directement sur les composantes de rendement notamment les genres *Hirschmanniella* et *Tylenchorynchus*. Ceci est dû aux blessures et aux prélèvements opérés sur les racines. *H. spinicaudata* peut entraîner des blessures profondes et graves lorsqu'elle pénètre dans les racines et être à l'origine des faibles poids en grains (THIO, 1992).

## CHAPITRE 6 INCIDENCE DES TRAITEMENTS SUR CARACTERES AGRONOMIQUES ET COMPOSANTES DE RENDEMENT

### 1 Evolution de la hauteur du riz sous l'effet des traitements phytosanitaires en fonction des variétés

#### 1.1 Evolution de la hauteur de la variété FKR 28

Deux parties se distinguent dans la croissance de la plante de riz en hauteur (figure 8a):

La première partie ou évolution est observée 2 semaines après repiquage (le début de nos observations) jusqu'à 10 semaines après repiquage (SAR) (stade tallage) quel que soit le traitement de protection considéré. La seconde partie ou stationnaire commence à partir de 10 semaines après repiquage (50% épiaison) et s'étale sur tout le reste de la phase reproductive jusqu'à la phase de maturation (14 SAR).

L'évolution des courbes (figure 8 a) pour la V1 (FKR 28) montre que le traitement T6 (combinaison T2, T3 et T4) a les hauteurs les plus élevées. La hauteur maximale est enregistrée à 14 SAR par ce même traitement T6 (0,92 m)

L'analyse de variance révèle des différences significatives entre les traitements à 6, 10, 12 et 14 semaines après le repiquage (SAR). C'est le traitement (T6), qui n'étant pas différent des traitements T4 (broyats de feuilles et amandes de neem) et T2 (fumure organique), diffère significativement des autres traitements T1 (témoin), T3 (cendres de balles de riz) et T5 (intervention sur seuil) à l'exception de la 12<sup>ème</sup> SAR où le T6 est significativement différent du T2. Quelle que soit la date d'observation, les hauteurs maximales sont obtenues par le traitement (T6).

Les régressions linéaires simples (tableau 10) du nombre moyen de talles émises sur la croissance des plants en hauteur montrent des associations positives et significatives entre ces deux variables à 4 SAR ( $R^2 = 0,76$ ), 6 SAR ( $R^2 = 0,77$ ), 8 SAR ( $R^2 = 0,70$ ) et 14 SAR ( $R^2 = 0,88$ ). Cette association est hautement significative à 14 SAR. Ces résultats suggèrent que le nombre de talles émises exerce un effet positif sur la croissance des plants du riz en hauteur

#### 1.2 Evolution de la hauteur de la variété BW 348-1

Bien que la BW 348-1 ait un cycle de développement plus long par rapport à la FKR 28, deux (2) parties se distinguent également au cours de la croissance des plants pour l'ensemble des traitements (figure 8 b).

La première ou évolution de la hauteur débute dès nos premières observations à 2 SAR jusqu'à 12 SAR (100% épiaison). La seconde partie ou phase stationnaire est observée à partir de 12 SAR. Le traitement T6 (combinaison T2, T3 et T4) a les hauteurs les plus élevées. La hauteur maximale est enregistrée à 14 SAR par ce même traitement T6 (0,92 m)

Le traitement T6 enregistre les hauteurs les plus élevées à partir de 4 semaines après repiquage jusqu'à la fin des observations avec une hauteur maximale à 14 SAR (1,13 m).

L'analyse de variance montre des différences significatives entre les traitements à 6 SAR. C'est le T6 qui n'étant pas différent du T4, T2 et T3 diffère significativement du T1 (témoin) et du T5 (intervention sur seuil). Les hauteurs maximales sont obtenues avec le T6 quelle que soit la date d'observation à l'exception de la 2<sup>ème</sup> SAR où le T4 donne la hauteur la plus élevée (0,42 m).

Les régressions linéaires simples (tableau 10) des nombres de talles produites sur la croissance des plants en hauteur révèlent une association positive et significative entre ces deux variables à 2, 4, 6, 8 et 10 SAR ( $P < 0,05$  avec  $R^2 > 0,73$ ). Elles suggèrent que le nombre de talles produites a un effet positif sur la croissance des plants en hauteur.

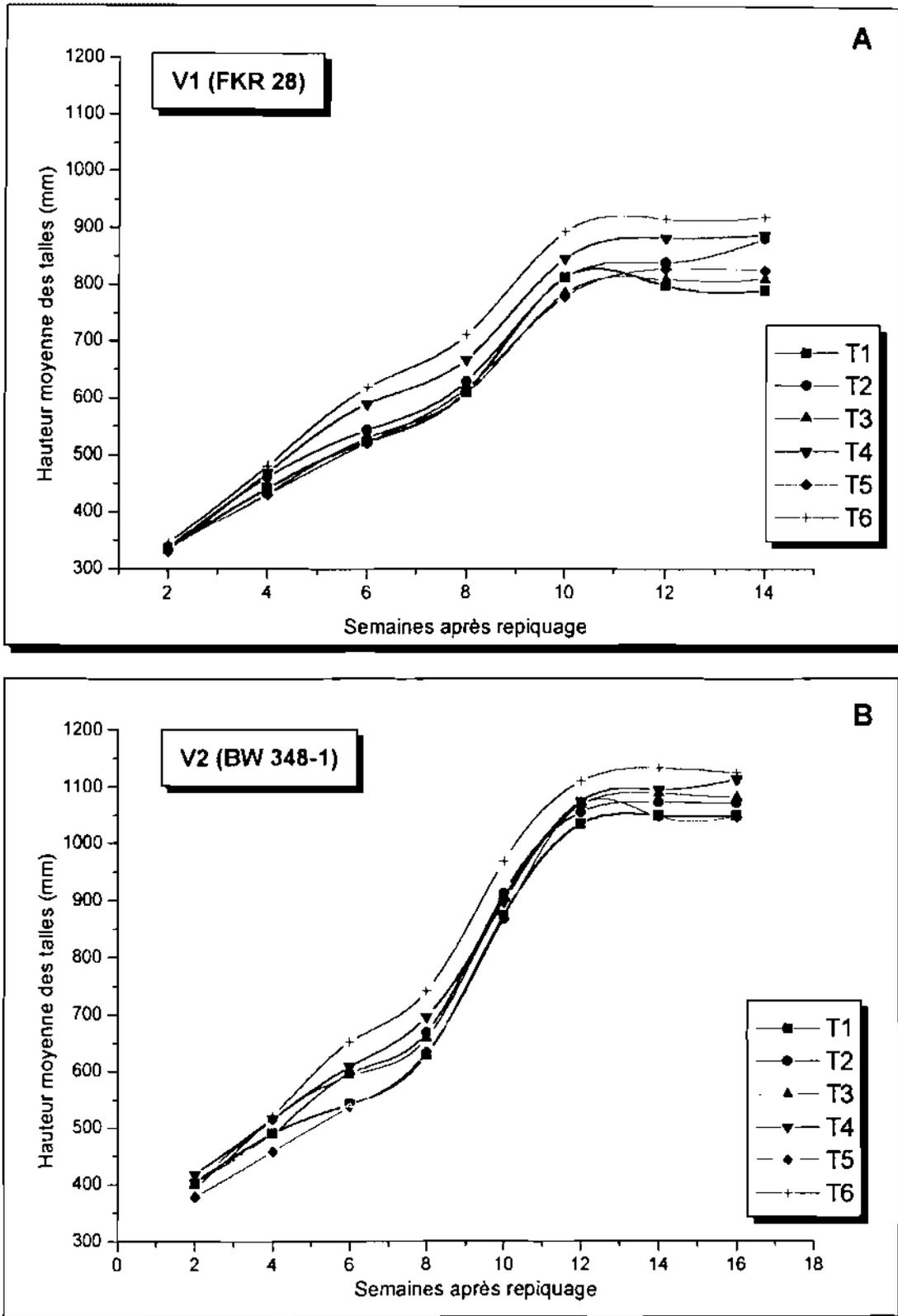


Figure 8. Evolution de la hauteur moyenne du riz sous l'effet des traitements en fonction des variétés. Karfiguéla - saison humide 1999

Tableau 10. Régressions linéaires simples du nombre moyen de talles sur la hauteur des plantes en fonction des semaines après repiquage

variables indépendantes	Variables Dépendantes	2 SAR				4 SAR				6 SAR				8 SAR				
		P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	
V1 (FKR 28)																		
Nbre de talles	Hauteur moyenne	0,499	0,122	0,201	318,007	<b>0,023*</b>	0,757	1,230	287,40	<b>0,022*</b>	0,770	2,213	268,42	<b>0,033*</b>	0,700	1,785	363,94	
V2 (BW 348-1)																		
Nbre de talles	Hauteur moyenne	<b>0,013*</b>	0,810	1,211	281,800	<b>0,003**</b>	0,739	3,501	139,820	<b>0,026*</b>	0,739	3,501	139,820	<b>0,003**</b>	0,739	3,501	139,82	
		10 SAR				12 SAR				14 SAR				16 SAR				
		P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	
V1 (FKR 28)																		
Nbre de talles	Hauteur moyenne	0,086	0,567	1,380	569,41	0,090	0,548	18,160	781,71	<b>0,004**</b>	0,884	3,692	229,21					
V2 (BW 348-1)																		
Nbre de talles	Hauteur moyenne	<b>0,021*</b>	0,770	3,201	70,82	0,405	0,176	1,418	874,69	0,8488	0,010	-0,460	1141,160	0,110	0,504	4,160	648,029	

P: Probabilité de signification  
R<sup>2</sup>: Coefficient de détermination  
C: Coefficient de régression  
I: Coefficient d'interception

\*: P < 0,05      \*\*: P < 0,01

SAR = semaines après repiquage

## 2 Evolution du tallage du riz sous l'effet des traitements de protection phytosanitaire appliqués en fonction des variétés

### 2.1 Evolution du nombre moyen de talles de la V1 (FKR 28)

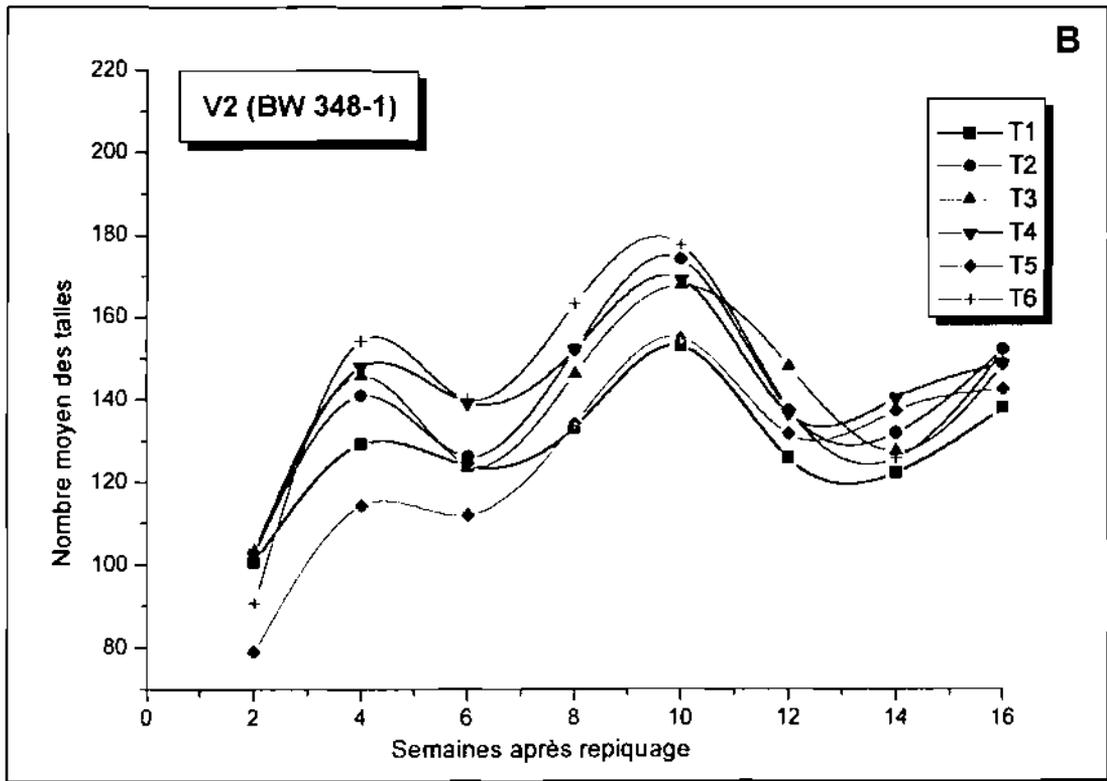
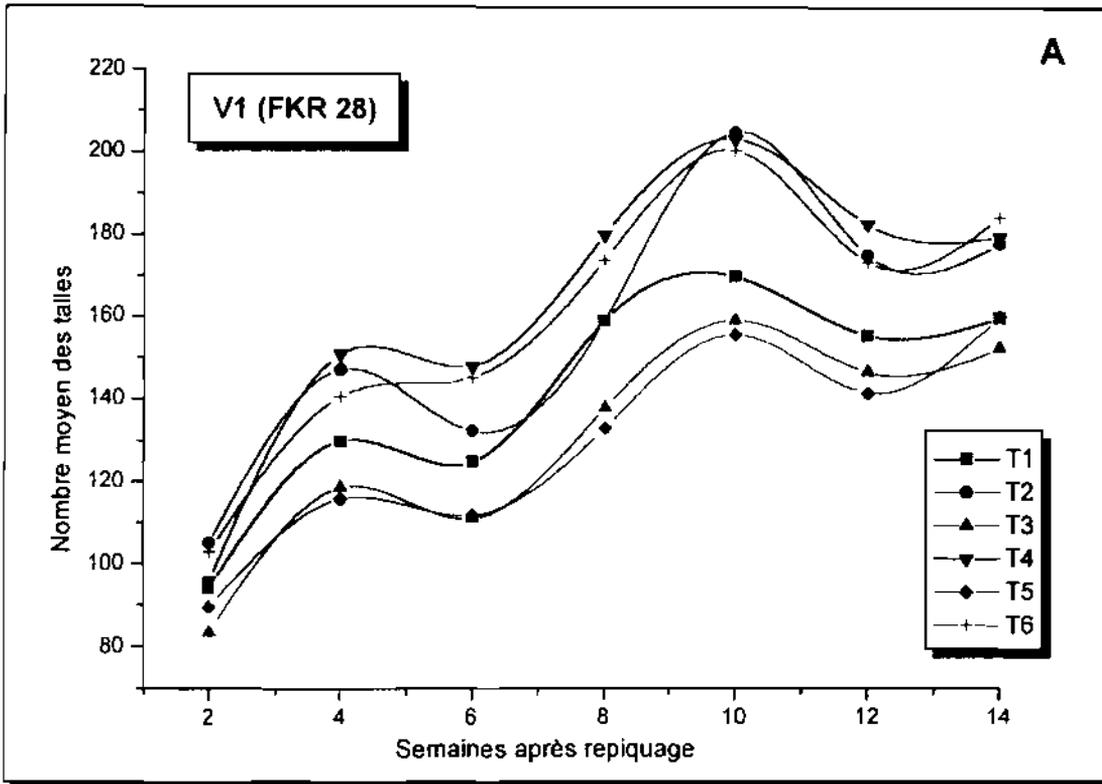
L'évolution du nombre moyen de talle (figure 9 a) montre deux (2) pics à 4 et 10 semaines après repiquage (SAR) correspondant aux productions abondantes de talles. La production de talles est progressive entre la 2<sup>ème</sup> et 4<sup>ème</sup> SAR et entre la 8<sup>ème</sup> et 10<sup>ème</sup> SAR. Faible au départ, la production de talles devient importante d'abord au stade tallage ou 4 SAR (le premier pic), puis à 50 % épiaison c'est à dire à 10 SAR (deuxième pic) où les plus importants nombres de talles sont obtenus. Après les phases de progression, la production de talles devient lente entre la 4<sup>ème</sup> et la 6<sup>ème</sup> SAR (plein tallage) et à partir de la 10 SAR jusqu'à la maturité. Deux niveaux de regroupement s'observent à travers l'allure des différentes courbes; les traitements T6, T4 et T2 se regroupant au niveau des pics présentent les plus importants nombres moyens de talles sur toutes les séries d'observation; les autres traitements, T5, T3 et T1 présentent les plus faibles nombres moyens de talles.

Les résultats d'analyse de variance ne donnent pas de différence significative entre les traitements sur toutes les séries d'observation réalisées. Néanmoins, le T4 donne le maximum de talles, à partir de la 4<sup>ème</sup> SAR jusqu'à la maturation (14 SAR). Le nombre de talles en moyenne a varié de 129, 8 (T3) à 162,7 talles (T4).

### 2.2 Evolution du nombre moyen de talles de la V2 (BW 348.1)

L'évolution du nombre moyen de talles des plants pour la BW 348-1 présente la même allure que celle observée sur la FKR 28 (figure 9 b). Les T6, T4 et T2 présentent les plus importants nombres moyens de talles.

L'analyse de variance ne montre pas de différence significative entre les traitements sur l'ensemble des séries d'observation. Mais, le tallage le plus important est obtenu avec les T6 à partir de 4 SAR jusqu'à 10 semaines après repiquage (début épiaison). Les plus importants nombres de talles sont enregistrés à 16 SAR par le T6 (151,5) et le T2 (152,2). A 2 SAR et 14<sup>ème</sup> SAR, on enregistre d'importants nombres de talles respectivement sur les traitements T3 (103,5 talles) et T4 (140,2 talles).



**Figure 9 :** Evolution du nombre moyen de tiges sous l'effet des traitements en fonction des variétés. Karfiguéla - saison humide 1999

### 3 Effet des traitements sur les composantes de rendement du riz en fonction des variétés

Les résultats de cette partie résument les analyses portées uniquement sur chaque variété.

#### 3.1 Nombre de talles par m<sup>2</sup>

L'examen des résultats d'analyse de variance (tableau 11 a) révèle pour la V1 (FKR 28) une différence significative entre les traitements pour le nombre moyen de talles par m<sup>2</sup>. Ces résultats indiquent que les traitements de protection affectent significativement le nombre moyen de talles/m<sup>2</sup>. Il s'agit des traitements T2 (fumure organique) et T6 (fumure organique + cendres de balles + broyats de feuilles et amandes de neem) qui ne sont pas différents entre eux, mais différent significativement du T1 (témoin), T3 (cendres de balles de riz), T4 (broyats et amendes de neem) et du T5 (intervention sur seuil). La moyenne des talles enregistrée sur l'ensemble de traitements est de 314 talles/m<sup>2</sup>. Le tallage le plus abondant (nombre/m<sup>2</sup>) est obtenu avec les traitements T2 et T6 alors que le T5 enregistre le plus faible tallage.

Pour la V2 (BW 348-1), l'analyse de variance (tableau 11 b) ne révèle pas de différences significatives entre les traitements pour le nombre moyen de talles par m<sup>2</sup>. Le T6 enregistre le tallage le plus important, à l'inverse du T5. La moyenne des talles par m<sup>2</sup> sur l'ensemble des traitements a été de 346 talles/m<sup>2</sup>.

#### 3.2 Nombre de panicules par m<sup>2</sup>

Les résultats de l'analyse de variance pour la V1 (FKR 28) ne montrent pas de différences significatives entre les traitements pour le nombre moyen de panicules par m<sup>2</sup> (tableau 11 a). Cependant, le nombre moyen de panicules par m<sup>2</sup> a varié de 236 panicules/m<sup>2</sup> (T2) à 179 panicules/m<sup>2</sup> (T5). Le nombre moyen de panicule/m<sup>2</sup> le plus élevé est rencontré sur le T2, à l'inverse du T5.

L'analyse de variance pour la V2 (BW 348.1) révèle des différences très hautement significatives entre les traitements (tableau 11 b). Les traitements de protection affectent significativement le nombre moyen de panicules par m<sup>2</sup>. Ainsi, les formules de protection T2, T6, T3 et T4 ont eu un effet positif sur le nombre de panicules/m<sup>2</sup>. Les traitements T2, T6, T3 et T4 ne sont pas différents significativement entre eux, mais différent des T5 et T1 à l'exception du T4 qui ne diffère pas du T5. Le nombre de panicules par m<sup>2</sup> varie de 210 (T1) à 270 panicules par m<sup>2</sup> (T2).

### 3.3 *Poids moyen de 1000 grains*

L'analyse de variance pour la V1 ne révèle pas de différence significative entre les traitements pour les poids de 1000 grains (tableau 11 a). Les poids de 1000 grains varient de 26,575 (T3) à 28,700 g (T4). La moyenne des poids de 1000 grains est 27,220 g.

L'analyse de variance des poids moyens de 1000 grains pour la V2 (tableau 11 b) ne montre aucune différence significative entre les traitements. Les poids moyens sont compris entre 23,175 (T2) et 23,600 g (T5 et T6) avec une moyenne de 23,320 g.

### 3.4 *Nombre moyen de grains par panicule*

L'analyse de variance des résultats pour V1 montre des différences significatives entre les traitements (tableau 11 a). Seul le traitement T6 est significativement différent du témoin. C'est ce traitement (T6) qui a procuré le plus grand nombre de grains/panicule (138) alors que le T1 (témoin) donne le plus faible nombre de grains/panicule (100). La moyenne des grains par panicule est de 117 grains

L'analyse de variance (tableau 11 b) ne révèle pas de différences significatives entre les traitements pour le nombre de grains par panicule au niveau de la V2. Néanmoins des variations apparaissent entre les traitements et c'est le traitement T6 qui enregistre le plus important nombres de grains/panicule (198). Le témoin (T1) procure le plus faible nombre de grains/panicule (173).

**Tableau 11 a :** Composantes de rendement de la V1 (FKR 28) en fonction des traitements à Kartiguéla saison humide 1999

Traitements	Nombre de talles /m <sup>2</sup>	Nombre de panicules /m <sup>2</sup>	Poids de 1000 grains (g)	Nombre de grains par panicules
T1	296b	191	27,050	100 b
T2	367a	236	26,650	118 ab
T3	307b	197	26,575	110 ab
T4	298b	190	28,700	115 ab
T5	290b	179	27,650	122 ab
T6	329ab	209	27,700	138 a
Probabilité	0,0330	0,0794	0,0717	0,0251
S. de signification	S	NS	NS	S

NB. Les valeurs suivies d'une lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%

**Tableau 11 b :** Composantes de rendement de la V2 (BW 348-1) en fonction des traitements à Kartiguéla saison humide 1999

Traitements	Nombre de talles /m <sup>2</sup>	Nombre de panicules /m <sup>2</sup>	Poids de 1000 grains (g)	Nombre de grains par panicules
T1	325	210c	23,200	175
T2	355	270a	23,175	166
T3	363	257a	23,375	193
T4	349	247ab	23,475	173
T5	314	220bc	23,600	169
T6	369	267a	23,600	198
Probabilité	0,2580	0,0008	0,3373	0,1607
S. de signification	NS	THS	NS	NS

NB. Les valeurs suivies d'une lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 1%

NS : Non significatif

S : Significatif

THS : Très hautement significatif

## Discussion

Au vue de ces résultats obtenus, c'est le traitements T6 (fumure organique + cendres de balles de riz + broyats de feuilles et amandes de neem) qui constitue le meilleur traitement tant pour la croissance des plants en hauteur que sur le nombre de talles produites. Les différences significatives révélées par l'analyse de variance à 6, 10, 12 et 14 semaines après repiquage (SAR) pour la V1 (FKR 28) et à 6 SAR pour la V2 (BW 348-1) expriment une très nette distinction au niveau de la hauteur entre les différents traitements. Le traitement T6 induit la hauteur la plus élevée il est respectivement suivi du T4 (broyats de feuilles + amandes de neem), du T2 (fumure organique), du T5 (intervention sur seuil), du T1 (témoin) et du T3 (cendres de balles). Sur l'ensemble des 7 séries d'observation, le T6 est à l'origine des hauteurs les plus élevées. Les différences de hauteur entre le T6 et les autres traitements sont imputables aux effets des éléments entrant dans la composition de ce traitement (feuilles et amandes de neem, cendres de balles de riz et la fumure organique).

Au niveau du tallage, le T2 (fumure organique) et T4 (broyats de feuilles et amandes de neem) rejoignent le traitement T6 pour un tallage abondant. Cependant aucune différence entre les traitements de protection n'a été révélée par l'analyse de variance quel que soit le stade phénologique de la culture et la variété considérée. Il faut signaler cependant que les traitements (T6, T4 et T2) ont donné un tallage abondant. La variation enregistrée sur les nombres de talles illustrées par la figure 9.a résulterait de l'émission continuelle des nouvelles talles et aussi de la disparition de certaines talles consécutives aux attaques d'insectes ravageurs. De plus, la plante produit des talles supplémentaires pour compenser celles infestées par les insectes.

Les composantes de rendements au niveau des deux variétés présentent le plus important nombre de grains/panicule sur les T6 (138 et 198 grains par panicule). Les tallages les plus abondants sont enregistrés sur le T2 avec la FKR 28 et sur le T6 avec la BW 348-1. Le traitement T2 enregistre le plus important nombre de panicules/m<sup>2</sup>.

Il ressort des analyses de régression que la croissance des plants en hauteur est étroitement liée aux nombres de talles produites. En d'autre terme le tallage induit un effet positif sur la croissance des plants en hauteur. Le traitement T6 procure les plus importantes hauteurs (697,5 mm pour la V1 et 829,5 mm pour la V2) et le tallage le plus abondant (160 talles pour la V1 et 142,6 talles pour la V2). Ces observations concordent avec ceux de DAKOUO *et al.* (1998), qui enregistrent également avec le traitement T6 ou de combinaison (nématocide, insecticide et fongicide) les hauteurs les plus fortes.

## CHAPITRE 7. RENDEMENTS, GAINS ET PERTES EN RENDEMENT

### 1 Les rendements en riz paddy (toutes variétés confondues)

Les résultats de cette partie portent sur le rendement brut, c'est-à-dire le paddy récolté et pesé après vannage. Ils portent à la fois sur chaque variété et aussi pour toutes les variétés confondues.

La détermination des rendements (toutes variétés confondues) laisse apparaître nettement les effets des traitements sur la production du riz.

L'analyse de variance (tableau 12 a) donne des différences significatives entre les traitements. Il s'agit du T6 (paquet technologique) qui diffère significativement du T1 (témoin). Les rendements ont été de 8,102 kg/PE; 7,251 kg/PE; 7,125 kg/PE; 6,300 kg/PE; 6,251 kg/PE et 6,052 kg/PE respectivement pour les traitements T6, T4, T2, T3, T5 et T1. La moyenne a été de 6,846 kg/PE. Les rendements à l'hectare ont été respectivement de 2521,69 kg/ha (T1) à 3375,68 kg/ha (T6)

### 2 Les rendements en riz paddy en fonction des variétés

Les rendements parcellaires (24 m<sup>2</sup>) en riz paddy de la V1 ont varié de 4,208 kg (T3) à 6,737 kg (T6). Le rendement moyen sur l'ensemble des traitements a été de 5,521 kg. Les rendements enregistrés ont été de 6,737 kg, 6,005 kg, 5,910 kg, 5,318 kg, 4,946 kg et 4,208 kg respectivement pour les traitements T6, T4, T2, T5, T1 et T3. Les plus importants rendements sont obtenus avec le traitement T6 (6,373 kg). Mais l'analyse de variance (tableau 12 b) ne montre pas de différence significative entre les traitements.

Le rendement parcellaire moyen de la V2, est de 8,173 kg sur l'ensemble des traitements, ont varié de 9,466 kg/PE, 8,498 kg/PE, 8,392 kg/PE, 8,341 kg/PE, 7,183 kg/PE et 7,158 kg/PE respectivement pour les traitements T6, T4, T3, T2, T5 et T1. L'analyse de variance ne révèle pas de différence significative entre les traitements (tableau 12 b)

Les rendements ont varié énormément en fonction de chaque variété. Ainsi ils ont été en moyenne de 5,520 kg/PE et de 8,172 kg respectivement pour la V1 (FKR 28) et la V2 (BW 348-1). Ces variations entre les deux variétés sont confirmées par l'analyse de variance (tableau 12 c). Des différences très hautement significatives existent entre ces deux variétés. Les rendements les plus importants sont obtenus avec la V2. Les interactions entre les traitements et les variétés pour le rendement ne sont pas significatives.

**Tableau 12.a : Rendements en fonction des traitements (toutes variétés confondues)**

Traitements	RENDEMENT MOYEN DU PADDY	
	( kg/PE )	(kg/ha)
T1	6,052 b	2521,69
T2	7,125 ab	2968,92
T3	6,300 ab	2625,08
T4	7,251 ab	3021,48
T5	6,251 ab	2604,43
T6	8,102 a	3375,68
Probabilités	0,0271	
S. de signification	S	

NB: Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5%.

**Tableau 12 b : Rendements en fonction des variétés**

Traitements	RENDEMENT MOYEN DU PADDY (kg/PE)	
	V1 (FKR 28)	V2 (BW 348-1)
T1	4,946	7,158
T2	5,910	8,341
T3	4,208	8,392
T4	6,005	8,498
T5	5,318	7,183
T6	6,737	9,466
Probabilités	0,1560	0,3114
S. de signification	NS	NS

NB: PE = Parcelle élémentaire de 24 m<sup>2</sup>

**Tableau 12 c : Rendements parcelaires (kg) en fonction des variétés (tous traitements confondus)**

Variétés	RENDEMENT MOYEN DU PADDY (kg/PE)
V1 (FKR 28)	5,520 b
V2 (BW 348-1)	8,172 a
Probabilités	0,0001
S. de signification	THS

NB: Les valeurs suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 1%.

### 3 Les gains en rendement par rapport au témoin

Les gains en rendement (%) présentes par la figure 10 donne une nette appréciation de l'effet des traitements de protections phytosanitaire sur le rendement. Le traitement T6 suivi du T4 donne des gains en rendement supérieurs à ceux des traitements T1, T2, T3 et T5. Le classement des traitements en fonction des gains en rendement par rapport au témoin est donné dans le tableau 13.

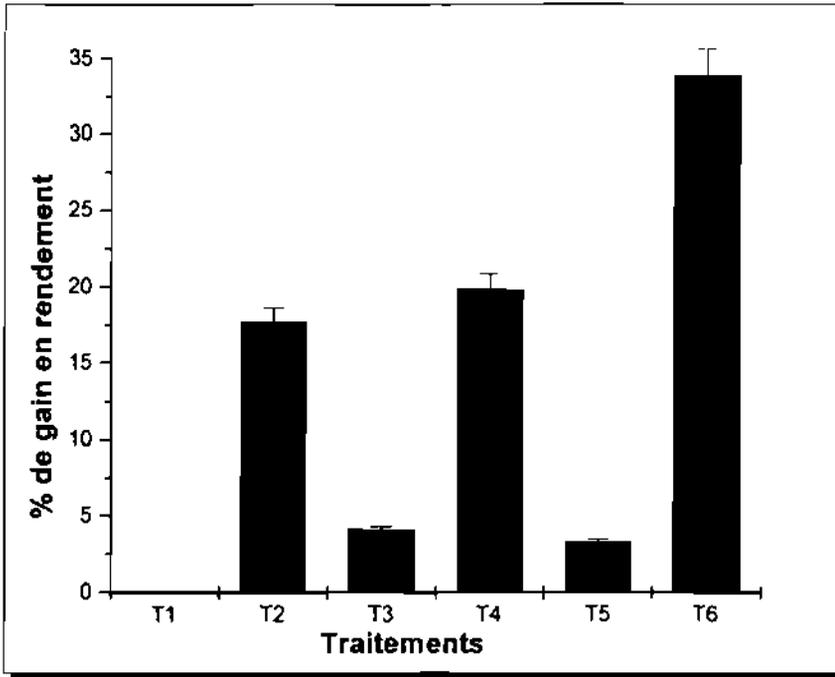
L'analyse de variance révèle des différences hautement significatives ( $P < 0,05$ ) entre le T6 et le T4 comparés au témoin (tableau 13). Les autres traitements (T2, T3 et T5) comparés au témoin (T1) ne manifestent aucune différence significative. Les pourcentages de gain en rendement les plus élevés sont enregistrés avec le traitement T6, alors que le plus faible gain est obtenu avec le T5. Les gains par rapport au témoin sont de 33,87%; 19,82%; 17,73%; 4,10% et 3,28% respectivement pour les traitements T6, T4, T2, T3 et le T5.

### 4 Les pertes en rendement

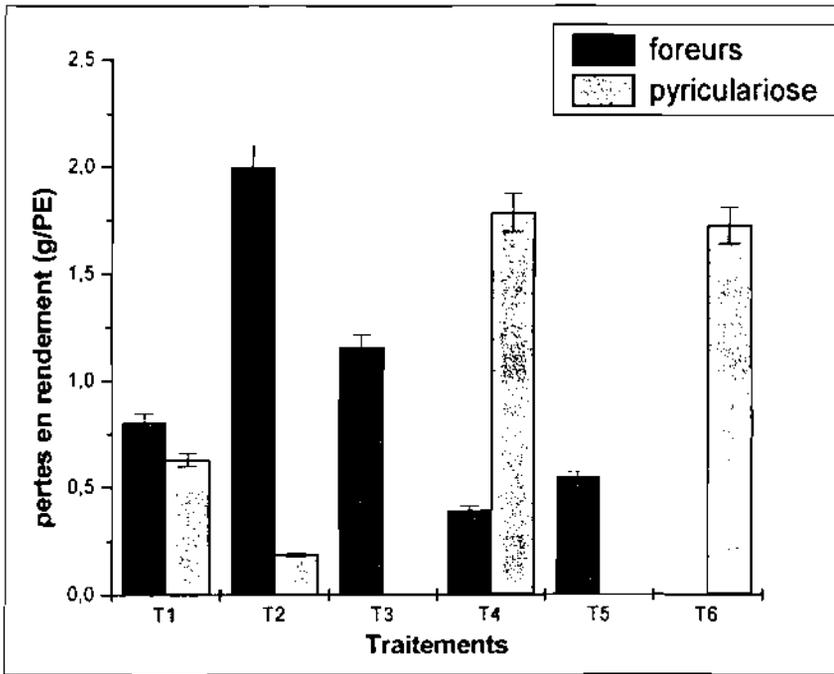
Les taux d'attaques des insectes foreurs de tiges (% de "panicules blanches") et de la pyriculariose du cou à la récolte ont servi à l'estimation des pertes occasionnées par chacun de ces ravageurs. Les faibles attaques observées peuvent expliquer les niveaux faibles de pertes enregistrées.

De façon générale, les pertes dues aux foreurs ont été faibles et ne dépassent guère 0,85 kg/ha sur l'ensemble des traitements. Le T2 (fumure organique) présente la perte la plus élevée alors qu'elle est nulle sur le T6 (figure 11).

L'estimation des pertes dues à la pyriculariose du cou paniculaire a donné des pertes les plus élevées pour le T4 (broyats de feuilles et amandes de neem) et T6 (fumure organique + cendres de balles de riz + broyats de feuilles et amandes de neem) correspondant aux parcelles ayant présenté les taux les plus élevés de pyriculariose du cou à la récolte. Les pertes ont été nulles pour les traitements T5 (intervention sur seuil) et T3 (cendres de balles de riz) (figure 12). D'une manière générale les pertes dues à la pyriculariose du cou paniculaire sont restées également très faibles et inférieures à 0,75kg/ha.



**Figure 10 :** Gain en rendement (%) par rapport au témoin en fonction des traitements de protection contre les foreurs de tiges, la pyriculariose et nématodes associés au riz irrigué. **Karfiguéla** - saison humide 1999.



**Figure 11 :** Pertes en rendement (g/parcelle élémentaire ou PE) des foreurs de tiges et de la pyriculariose en fonction des traitements de protection. **Karfiguéla** - saison humide 1999.

L'analyse de variance ne révèle pas des différences significatives entre les traitements aussi bien pour les pertes dues aux insectes que celles occasionnées par la pyriculariose du cou.

**Tableau 13** : comparaison des gains (%) en rendement par rapport au témoin

Classement	Traitements/témoins	gains (%)	Seuil de signification	Probabilité
1	T6 - T1	33,87	***	<b>0,0072</b>
2	T4 - T1	19,82	***	
3	T2 - T1	17,73		
4	T3 - T1	4,10		
5	T5 - T1	3,28		

NB : \*\*\* : Hautement significatif à 5%

## Discussion

Les résultats de ce chapitre concernant l'un des objectifs de nos travaux ont permis non seulement de révéler les intensités des attaques à la récolte, mais aussi de faire une appréciation des rendements, des gains et pertes en rendement en fonction des traitements.

Au regard des résultats portant sur les rendements par variété ou pour toutes variétés confondues, c'est le traitement T6 (fumure organique + cendres de balles de riz + broyats de feuilles et amandes de neem) qui procure le meilleur rendement.

Les résultats de cette campagne viennent confirmer ceux de DAKOUO *et al.* (1998), enregistrés sur le même site au cours de la saison humide 1998. Ces résultats montrent également que la combinaison de la fumure organique, des cendres de balles de riz et des broyats de feuilles et amandes de neem assure une meilleure protection à la fois contre les foreurs de tige, la pyriculariose et les nématodes associés au riz irrigué. Le second rendement le plus important a été enregistré par le traitement T4 (broyats de feuilles et amendes de neem). SINGH *et al.* (1999) ont également enregistré d'excellents rendements avec des parcelles ayant reçu l'application des feuilles de neem (5/ha) comparativement à d'autres formules de protection. Il ne faut tout de même penser que seul le neem est le facteur le plus important de l'accroissement des rendements obtenus par le traitement T6. Une des autres explications possibles serait la synergie résultant de la combinaison de l'ensemble des pratiques ou méthodes (fumure organique + cendres de balles + broyats de feuilles + amandes de neem)

Bien que les rendements les plus élevés aient été enregistrés avec le traitement T6, il est cependant important de signaler que de façon générale, les rendements ont été faibles sur le site expérimental à cause de la pauvreté du sol. La baisse de la fertilité du sol est due à son utilisation intensive depuis de nombreuses années pour l'expérimentation agricole. Cette situation, n'a pas permis aux variétés d'exprimer toutes leurs potentialités de production estimée respectivement à 6 tonnes/ha et 7 tonnes/ha pour la V1 (FKR 28) et la V2 (BW 348-1).

La faiblesse des attaques aussi bien sur les tiges fructifères (foreurs de tiges) que sur les cous paniculaires (pyriculariose) expliquent celle de pertes enregistrées. Les faibles attaques des tiges fructifères observées sur l'ensemble des traitements à la récolte traduisent également la faible présence des lépidoptères foreurs (*Chilo zacconius*, *C. diffusilineus*, *Maliarpha separatella* et de *Sesamia calamitis*) qui en sont responsables. Ainsi, très peu de panicules blanches ont été observées sur l'ensemble des traitements à la récolte. Les pertes sont nulles sur le traitement T6 en raison de l'absence d'attaques de foreurs sur les 100 tiges paniculaires ayant servi à l'estimation des pertes. A l'inverse le T2 (fumure organique) enregistre les pertes les plus élevées

Par rapport à la pyriculariose du cou paniculaire, ce sont les traitements T5 (intervention sur seuil) et T3 (cendres de balles de riz) qui n'enregistrent pas de perte. A l'inverse, le T4 et le T6 enregistrent les pertes les plus élevées respectivement de 0,74 kg/ha et 0,72 kg/ha. Ces deux traitements en favorisant un meilleur développement des plants (hauteur et tallage) favorisent également l'expression de la maladie.

En ce qui concerne les gains en rendement par rapport au témoin, les valeurs les plus élevées sont enregistrées par les traitements T6 et T4. Des résultats similaires ont été rapportés par DAKOUO et *al.* (1998) qui obtiennent des gains de 87,33% et 76,76% respectivement avec des traitements similaires au T6 et T4.

Au regard de tous ces résultats obtenus, le traitement T6 qui se dégage comme le plus intéressant du point de vue du rendement et du gain en rendement peut constituer le paquet technologique. Ce paquet technologique peut s'intégrer dans un programme de protection du riz afin d'accroître la production.

## CONCLUSION GENERALE

Cette étude avait pour objectif principal la mise au point d'un paquet technologique de protection intégrée contre les principaux ravageurs (les foreurs de tige, la pyriculariose et les nématodes) avait comme objectifs spécifiques:

- Suivre les effets des traitements sur l'intensité des attaques des groupes de ravageurs.
- Suivre les effets des traitements sur les caractères agronomiques (hauteur et tallage) étudiés et composantes de rendement.
- Etablir des relations entre les dégâts, les rendements et pertes de rendement
- Estimer l'incidence des traitements sur le rendement et les pertes de rendement afin de dégager la ou les formules de protection appropriées

Au regard des résultats portant sur le suivi de l'intensité des attaques, il ressort aussi bien au niveau des insectes foreurs de tige que de la pyriculariose, des faibles attaques consécutives à la faible pression de ces ravageurs. Les dégâts liés aux attaques de foreurs et de la pyriculariose sont répartis de façon homogène sur l'ensemble des traitements et gardent la même importance. Faible au cours de la phase végétative (inférieurs à 3,5 %), les attaques des lépidoptères et de *Diopsis* (% cœurs morts) deviennent 2 à 3 fois moins importantes au cours de la phase reproductive (initiation paniculaire - floraison) et maturité. Très peu de panicules blanches ont été observées sur l'ensemble des traitements au cours de la phase de maturité du riz. Les attaques de la cécidomyie du riz (tubes d'oignon) sont restées également faibles, (inférieurs à 9 %). En ce qui concerne la pyriculariose, elle a été observée sans atteindre le seuil de 4%. Au niveau du comportement variétal, les variétés V1 (FKR 28) et V2 (BW 348-1) ont confirmé respectivement leur résistance ou tolérance à la pyriculariose, et des foreurs de tige. Des liens étroits ont été établis entre l'augmentation de la population du nématode *Tylenchorynchus* dans le sol et la baisse des rendements. L'augmentation de la population du nématode *H. spinicaudata* dans le sol est proportionnelle à la réduction du poids de 1000 grains.

Nos résultats portant sur l'effet des traitements de protection sur les caractères agronomiques et les composantes de rendement ont révélé le rôle favorable que joue le traitement T6 et T4 sur la hauteur des plants et sur la production des talles. Ils indiquent un effet positif induit de la production de talles sur la croissance des plantes en hauteur. Sur les composantes de rendement, le rôle favorable de la fumure est également révélé par les traitements T6 (cendres de balles de riz + fumure organique + broyats de feuilles et amendes de neem) et T2 (fumure organique) sur la production des talles/m<sup>2</sup> et des panicules/m<sup>2</sup>.

Les rendements obtenus confirment l'effet des traitements appliqués sur les caractères agronomiques. En effet, ce sont les traitements T6 (combinaison du T2, T3 et T4) et T4 (broyats de feuilles et amandes de neem) qui donnent les rendements les plus élevés avec des gains respectifs de 33,87% et 19,82% par rapport au témoin. Les résultats obtenus sur les pertes sont en parfaite adéquation avec les taux d'attaques enregistrés. En outre les pertes dues aux foreurs sont nulles sur le traitement T6; les traitements T5 et T3 enregistrent également des pertes nulles dues à la pyriculariose. Les pertes totales sont estimées à 2,04 kg/ha et 1,80 kg/ha respectivement pour les insectes foreurs et la pyriculariose.

D'une manière générale, la faiblesse des attaques des foreurs de tige et de la pyriculariose n'a pas permis de dégager des différences significatives entre les différents traitements appliqués. Il faut cependant relever la performance des traitements incluant l'utilisation du neem (traitements T4 et T6) sur les populations de nématodes. Sur la base des résultats obtenus, les traitements T6 et T4 se dégagent comme étant les traitements les plus intéressants. Non seulement ils favorisent l'expression des caractères agronomiques, mais aussi réduisent la population des nématodes phytoparasites et procurent les rendements les plus importants à l'inverse des autres traitements. Cependant, le traitement T6, en enregistrant le rendement le plus élevé (3375,68 kg/ha) se dégage comme le plus approprié. Ce traitement de lutte peut constituer le paquet technologique de protection intégrée contre les trois groupes de ravageurs (insectes, maladies et nématodes).

A la lumière de nos résultats, nous pouvons dire que l'objectif principal recherché qui est la mise au point du paquet technologique de protection intégrée est atteint. Mais, ces résultats méritent d'être approfondies surtout pour la mise en évidence de l'efficacité des traitements vis à vis de ces trois groupes de ravageurs. Il serait plus intéressant comme perspectives dans les années à venir d'associer d'autres méthodes de luttés (acquis) telles que l'utilisation des pratiques culturales (date de semis) et d'élargir le spectre de cette étude à d'autres nuisibles notamment les adventices.

Il faudra tester la rentabilité économique de ce paquet technologique avant sa vulgarisation.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ACTA - FNGPC** , 1971. Les nématodes des cultures Journées françaises d'études et d'information. Paris 3, 4, et 5 novembre 1971. 826 p
- ADRAO.**, 1990. Rapport annuel. ADRAO, Bouaké (Côte - d'Ivoire). 70.p.
- ADRAO**, 1995. Formation en production rizicole. Manuel du formateur. ADRAO, Bouaké (Côte - d'Ivoire). 305 p.
- ADRAO.**, 1996. Rapport annuel. ADRAO, Bouaké (Côte - d'Ivoire). 59 p.
- ADRAO**, 1996. Insect pests of rice in west Africa. ADRAO, Bouaké (Côte - d'Ivoire). 73 p.
- ADRAO.**, 1997. Rapport annuel. Projet d'hybridation interspécifique. ADRAO, Bouaké (Côte - d'Ivoire). 71 p.
- AKINSOLA E. AND AGYEN - SAMPONG M.**, 1984. The ecology, bionomics and control of rice stem - borer in West Africa. *Insect Sci Applic.* 5 (2) : 69 - 77.
- ALAM, S., KARIM, A.N.M.R. AND NURILAH, C.M.**, 1981. Insecticide use on rice in Bangladesh. *Bangladesh Rice of Agriculture Research* 6 (2) : 37 - 50.
- BABATOLA, J. O.**, 1984. Rice nematodes problems in Nigeria : their occurrence, distribution and pathogenesis. *Tropical Pest Management* 30 (3) : 256 - 265.
- BACYE. B.**, 1987. Contribution à la mise au point d'un système de lutte rationnelle contre les insectes ravageurs du riz. Surveillance et expérimentation phytosanitaires sur le périmètre rizicole de la vallée du cou. Mémoire de fin d'études, IDR Université de Ouagadougou. 76 p.
- BAMBA, B.**,1985. Contribution à l'évaluation des pertes dues à la pyriculariose du riz. Mémoire de fin d'études, IDR Université de Ouagadougou. 51 p.
- BETBEDER MATIBET, M.**, 1990. Elevage de plusieurs espèces du genre *Chilo* et de certains de leurs parasites pour la lutte Biologique contre les foreurs des graminées en Afrique. *Insect.Sci. Applic.*, 11 (5/5) : 617-623.
- BISWAS, A. K., ISLAM, A., NAYEK, B. AND CHOUDHURI, M.A.**, 1982. Water - stress induced susceptibility to pests in rice plants (*Oryza sativa* L. cv. Ratna) : I. Effet of CACL2. *Indian Biologist* 14 (1) : 13 - 20.
- BONZI**, 1979. Résultats des premières investigations sur les insectes ravageurs du riz en Haute Volta. Communication au séminaire de l'association pour le développement de la Riziculture en Afrique de l'ouest (ADRAO) à Bobo - Dioulasso du 17 au 22 Septembre 1979.
- BORDAT, D., BRENIERE, j. et COQUARD, J.**, (1977). Foreurs de graminées africaines : parasitisme et techniques d'élevage. *Agron. Tropic.* 32 (4) : 391-399
- BORDAT, D. et PICHOT MARIETTE**, (1978). *Chilo zacconius* Blez: Technique d'élevage sur milieu artificiel et observation sur sa biologie en laboratoire. *Agron. Tropic.* 33 (4) : 339-343.

- BRENIERE, J.**, 1976. Principaux ennemis du riz en Afrique de l'Ouest et leur contrôle. *Association pour le développement de la riziculture en Afrique de l'Ouest, Monrovia (Liberia)*. 52 p.
- BRENIERE, J.** 1982. Estimation des pertes dues aux ravageurs du riz en Afrique de l'ouest. *Entomophaga* 27 (n° HS) : 71-80.
- BRENIERE, J.**, 1986. La lutte chimique contre les insectes du riz en Afrique. Sa validité et ses limites. *Agron. Tropic.* : 41 (1) : 75-82
- CATLING, H. D., ALAM, S. S., AND MIAH, S. A.**, 1978. Assessing losses in rice due to insects and diseases in Bangladesh. *International Rice Research Institute*, 14 (3) : 277 - 287.
- CHAND, P. AND ACHARYA, R.C.**, 1982. Correlation between silvershoots, panicle and tiller numbers. *International Rice Research Newsletter*, 7 (4) : 8-9
- CHAND, P. AND ACHARYA, R.C.**, 1983. Losses due to gall midge. *International Rice Research Newsletter*, 8 (1) : 10-11
- CIH (Commonwealth Institute of Helminthology)**, 1973. Descriptions of plant – parasitic nematodes. Editor by SEILA. W. GOOCH, P.S. AND MARY, F. R.U. (London), pp : 16-30.
- COQUARD, J. et BRENIERE, J.**, 1979. *Chilo zacconius* Blez foreur du riz en Afrique de l'Ouest : Fécondité sur milieu artificiel. *Agron. Tropic.* 34 (2) : 175-179.
- COCHEREAU, P.**, 1982. Les conditions de la lutte contre les insectes ravageurs des cultures vivrières africaines. *Entomophaga* 27 (n° HS) : pp 5-10.
- COCHEREAU, P. & JEAN - BART A.**, 1990. Les pertes de tonnage sur poids de la canne à sucre en Guadeloupe (Grande-terre). Evaluation et causes probables. *Agron. Tropic.* 43 (3) : 179-197.
- CTA**, 1998. Rapport annuel, Wageningen (Hollande), pp : 4-5
- DAKOUO, D. et NACRO, S.**, 1986. La cécidomyie du riz (*Orseolia oryzivora* H. et G.) au Burkina Faso. Projet de lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrière. Composante nationale du Burkina Faso. 15 p.
- 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 au Burkina Faso. *Insect. Sc. Appl.* 15 (5/6) : 565-570.
- DAKOUO, D., NACRO, S., et SIE, M.**, 1988. Evolution saisonnière des infestations de la Cécidomyie du riz, *Orseolia oryzivora* H. et G. (Diptera, Cécidomyiidae) dans le sud-ouest du Burkina Faso. *Insect Sci. Applic.* 9 (4). pp 469-473.
- DAKOUO, D. et NACRO, S.**, 1990. Lutte contre les insectes ravageurs du riz au Burkina Faso : Bilan et perspectives. Séminaire International de lutte intégrée de janvier 1990 à Bamako. Edité par INSAH, pp : 170-171.

- DAKOUO, D., SAWADOGO A., KABORE K. B., et BOUMA T., 1998. La recherche pluridisciplinaire en vue de la mise au point de méthodes de lutte intégrée contre les insectes, les maladies et les nématodes du riz. Rapport d'activités de la campagne 1998. *INERA*, (station de Farako-bâ), 8 p.
- FAO, 1999. Bulletin trimestriel des statistiques, Rome (Italie) **12** (1/2) : 18-CAPut'
- FORTUNER R. AND MERNY G., 1979. Root - parasitic nematodes of rice. *Revue Nématol.* **2** (1) : 79 - 102.
- GOMEZ, A.K. & GOMEZ, A.A., 1984. Statistical procedures for agriculture research. 2<sup>nd</sup>. Ed. International Rice Research Institute, 680 p.
- HARRIS, K.M., AND GAGNE, R.J., 1982. Taxonomy of Asian and African rice gall midge. *International Rice Research Newsletter*, **7** (2) : 8
- HARI K. P., 1997. Systèmes améliorés de riziculture pluviale. *Food and Agriculture Organisation*. Rome (Italie), 1997. 172 p.
- HEINRICHS, E.A., 1988. Role of insect- resistant varieties in rice. *Systems International crop protection*, Maryland, USA. pp: 49-53
- HEINRICHS, E.A., 1998. Rice : West Africa. in African cereal stem borer. Economic importance, taxonomy, natural enemies and control. Edited by A. Polaszek. *Center for agriculture and biosciences international 1998*. CABI. U R (Londres), pp : 49-57.
- HOLLOWAY, J D., 1998. Noctuidae. in African cereal stem borer. Economic importance, taxonomy, natural enemies and control. Edited by A. Polaszek. *Center for agriculture and biosciences international 1998*. CABI. U.R. (Londres), pp : 79-86
- HUMMELEN, P. AND SOENARJO, E., 1977. Notes on the biology of *platygaster oryzae*, *obtusiclava oryzae*, and *neanastatus oryzae*, parasites of the rice gall midge, *Orseolia oryzae*. *Central Research Institute for Agriculture*, n° 31. 18 p.
- INERA, 1990. Action pilotes en rizicultures. *Extrait du document du projet BKF / 89 / 023*. INERA, station de Farako- bâ 58 p.
- INERA, 1994. Bilan des activités de recherche rizicoles au Burkina Faso, Février 1994. INERA, station de Farako- bâ, 62 p.
- INGRAM, W. R., 1983. Biologie control of graminaceous stem-borers and legume pod-borers. *Insect. Sci. Appl.*, **4** (1/2). pp 205-209.
- INSD, 1997. Annuaire du commerce extérieur (A C F.) 1992 - 1997. Importation - Balance commerciale. Ministère de l'économie et des finances, Ouagadougou pp: 14 - 16.
- INSAH, 1990. La lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières. Deuxième séminaire sur la lutte intégrée contre les ennemis des cultures vivrières dans le sahel. Bamako, Mali, 4-9 janvier 1990. 392 p

IRRI (International Rice Research Institute), 1985. Problèmes en riziculture. Guide d'identification seconde éd. Manille Philippines. pp :71-79

JOHNSON, D.E., 1997. Les adventices en riziculture en Afrique de l'Ouest, ADRAO, Bouaké (Côte -d'Ivoire), PP: 1-2

KARUPPUCHAMY, P, UTHAMASAMY, S, AND CHAKKARAVARTHY, G., 1982. Influence of planting time on gall midge incidence at Aduthurai. *International Rice Research Newsletter*, 7 (4) : 10.

MAES, K.V.N., 1998. Lepidoptera : Introduction in african cereal stem borer. in African cereal stem borer. Economic importance, taxonomy, natural enemies and control. Edited by A. Polaszek. *Center for agriculture and biosciences international* 1998. CABI., (U.R) Londres, pp :75-78.

MAES, K.V.N., 1998. Pyraloidea : Crambidae, Pyralidae. in African cereal stem borer. Economic importance, taxonomy, natural enemies and control. Edited by A. Polaszek. *Center for agriculture and biosciences international* 1998. CABI. U.R (Londres), pp : 87-98.

MARCO SALVIONI, 1991. Evaluation of rat (*Rattus rattus*) damage in rice field in Madagascar. *Tropical Pest Management* 37 (2) : 175-178

MBODJ, Y., 1990. Les maladies du riz en casamance, au Sénégal : Lutte intégrée. Centre de Recherches Agricoles de Djibélor, Laboratoire de phytopathologie du riz BP 34, Ziguinchor, Sénégal. pp: 208- 230.

MEIJERMAN, L. AND ULENBERG, S.A., 1998. Larvae (Morphology). in African cereal stem borer. Economic importance, taxonomy, natural enemies and control. Edited by A. Polaszek. *Center for Agriculture and Biosciences International* 1998. CABI, U.R. (Londres), pp: 99 - 113.

MONTY P. JONES, 1995. Le plant de riz et son environnement. *Guide de formation de l'ADRAO*, Bouaké (Côte d'Ivoire), n°34 : 28 p.

NACRO, S., 1984. Etude de la bioécologie de la Cécidomyie du riz *Orseolia oryzivora* sp. n., (Diptera, Cécidomyiidae). 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., DAKOUO, D., AND HEINRICHS 1995. Population 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.

NATARAJAN, K. & SUNDARAMURTHY VT., 1990. Effet of oil on cotton whitefly (*Bemisia tabaci*) *Indian Journal of Agricultural Sciences* 60 (4) : 290-291

NENE, Y.L. & THAPLIYAL., P.N., 1971. Fungicides in plant disease control. Second Edition. *International. Oxford & IBH*. India (Bombay) 506 p.

- NEWSON, L.D., 1974. Predator insecticide relationships *Entomophaga, (H.S.)*, (7) : 20 - 21.
- OKOCHA, PETER I., MARKN, UNKWUNGWU, et RAVINDRA C. JOSHI, 1991. Criblage au champ pour la résistance à la Cécidomyie africaine du riz. Guide de recherche de l'*IIITA*. Ibadan (Nigéria), 16 p.
- POLASZEK and KHAN Z.R., 1998. Host plants. in African cereal stem borer. Economic importance, taxonomy, natural enemies and control. Edited by A. Polaszek. *Center for Agriculture and Biosciences International* 1998. CABI, U.R. (Londres), pp: 4 - 6.
- RAI, P.S. AND VIDYACHANDRA, B., 1979. Incidence of rice gall midge (*Orseolia oryzae* (Wood - Mason) in relation to date of planting. *Regional Research Station*, 8 (4) : 65- 66.
- RAO, N.V., RAO V.L.V.P., RAO B.H.K., REDDY P.S., 1982. Note on the effect of cultural practices on the incidence of insect pest of rice. *Indian Journal of Agriculture Sciences*, 52 (1) : 48 - 50.
- SAWADOGO, A., SEREME PACO et PARE DENIS, 1982. Résumé des rapports en entomologie et programme 1982. Commission cultures vivrières et sous commission défenses des cultures. Institut Voltaïque de la Recherche Agronomique et Zootechnique, Ouagadougou 48 p.
- SAWADOGO, A., 1995. Connaissance des ravageurs et défense des cultures. Notion de nématologie agricoles. *Institut d'Etudes et de Recherches Agricoles Atelier de formation des techniciens de l'INERA*, Ouagadougou, 12 p.
- SAVARY, S., SRIVASTAVA R.K., SINGH H.M. and ELAZEGUI F.A., 1998. A characterization of rice pests and quantification of yield losses in the rice-wheat system of India. *Crop. Prot.* 16 (4) p: 387-398.
- SEINHORST, J.W., 1950. Modifications of the elutriation method for extracting nematodes from soil. *Nematologica*, (4) : 117 - 128.
- SEINHORST, J.W., 1962. De betekenis van de grond voor het optreden van aanstasting door het stengelaaftje (*Ditylenchus dipsaci*). *Tijdschr. Pl. Ziekt.*, (56) : 291 - 349.
- SERE, Y., 1981. La lutte contre la pyriculariose du riz en Haute Volta. Comptes-rendus du Symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose. Montpellier - France 18 - 21 Mars 1981. pp. 51-66
- SERE, 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, pp : 5-6.
- SERE, Y. et HEBIE S., 1990. La production du riz et la recherche rizicole au Burkina Faso. Rapport présenté à la session de la commission internationale du riz tenue à GOIANA (Bresil) du 4 au 9 février 1990. 25 p.
- SERE, Y. et NACRO S., 1992. Les problèmes phytosanitaires du riz au Burkina Faso. Bilan des recherches. Rapport préparé pour la réunion du groupe d'action sur la lutte intégrée contre les ennemis du riz à l'ADRAO Bouaké les CAPut" et 20 février 1992. 34 p.

- SERE, Y., NACRO S., SAWADOGO A., OUEDRAOGO I., 1994. Bilan des recherches en défense des cultures. Bilan des activités de recherches rizicoles au Burkina Faso. INERA, 1994, 69 p.
- SERE Y., 1994. Phytopathologie du riz Synthèse des activités 1992 présentée à la réunion des commission du programme riz tenue à Bobo Dioulasso du 9 avril au 11 mai 1994. 14 p.
- SEGUY, L., NOTTEGHEM J.L., et BOUZINAC S., 1981. Etude des interactions sol-variétés de riz-pyriculariose dans l'ouest du Cameroun. Comptes-rendus du symposium sur la résistance du riz à la pyriculariose. Montpellier - France 18 - 21 Mars 1981. pp. 139 - 150.
- SIBOMANA ISAIE, 1998. Etude de l'effet des pratiques culturales sur la Cécidomyie africaine du riz : cas de fumure azotée et écartements entre les plants de riz. Mémoire de fin d'étude, Université Polytechnique de Bobo - Dioulasso, 96 p.
- SIE, M., 1994. Bilan des recherches en amélioration variétale. Bilan des activités de recherche rizicole au Burkina Faso. INERA 1994. pp : 18-26.
- SINGH, S.A., 1982. Time of transplanting and gall midge international incidence en Manipur. *International Rice Research Newsletter*, 7 (3) : 13.
- SINGH, G.R, PARIHAR S.S. and CHAURE., 1999. Reponse of organic manures in a rice (Oryza sativa) - Chickpea (Cicer arietinum) crop sequence. Taxonomy of the genus Oryza (Poaceae): *International Rice Research Newsletter* 24 (3) : 24 - 25
- SORA, R., RAJU N., 1982. Effet of nitrogen fertiliser levels and spacing on rice gall midge and leaf - folder damage. *International Rice Research Newsletter* 7 (4) : 10.
- SNPV (Service national de protection des végétaux ), 1982. Les cultures vivrières et leurs ravageurs en Haute-Volta . Document de synthèse, INERA Farako-bâ, 102 p.
- SY A.A., SERE Y., ET AKATOR K.S., 1994. Les maladies du riz en Afrique de l'Ouest : Connaissance et gestion intégrée. Cours de formation de l'ADRAO Module 6 - Bouaké /Côte d'Ivoire. 58 p.
- TAYLOR, L. A., 1968. Introduction à la recherche sur les nématodes phytoparasites. *Manuel FAO pour l'étude de nématodes phytoparasites et les moyens de lutte*, FAO, Rome (Italie), 135p.
- THIO, B., 1992. Etude au laboratoire des actions de *Orseolia oryzivora* H. et G. (Diptère : Cecidomyiidae) et de *Hirschmanniella spinicaudata* (Schuurmans Stekhoven, 1944) Luc & Goodey, 1963 (Tylenchina : Pratylenchidae) sur le riz. ). Mémoire de fin d'études, IDR Université de Ouagadougou. 56 p
- TOUGOUMA, A., 1990. Contribution à l'étude de l'effet des facteurs du milieu sur les relations hôte - parasites dans le couple riz - *Pyricularia oryzae* cav. Mémoire de fin d'études. IDR Université de Ouagadougou, 72 p
- TOURE, K., 1989. Biologie et écologie de *Chilo zacconius* Blesz, foreur de tige de riz au Mali. Relations tropiques avec sa plante hôte cultivée : le riz. *Sahel PV info*, pp : 4-7.

UMEH, E.D.N., UKWUNGWU M.N. AND JOSHI R.C., 1992. Lutte biologique naturelle contre la Cécidomyie africaine du riz au Nigéria. Guide de recherche de l'*IIITA* (Nigéria) Ibadan, n° 37 : 49-57.

ZONGO, O. J., VINCENT, C. AND STEWARD, R.K. 1992. Efficacité de quatre types de pièges pour la capture de *Atherigona soccata* Rondani (Diptère : Muscidae) et effets de quelques pratiques cultures sur ces dégâts au Burkina Faso. Séminaire International de lutte intégrée de janvier 1990 à Bamako. Edité par INSAH, pp: 116 - 126.

## ANNEXES

## ANNEXE I

### FICHE DESCRIPTIVE DE LA VARIETE FKR 28

NOM : FKR 28 ( Synonyme : ITA 123 )  
ORIGINE : NIGERIA ANNEE D'INTRODUCTION : 1983  
ESPECE : *Oryza Sativa* GROUPE VARIETAL : Indica

#### CARACTERES VEGETATIFS

- Cycle semis - épiaison : 90 jours  
- Cycle semis maturité : 120 jours  
- Hauteur : 95 cm  
- Tallage : Bon  
- Port de la plante : Dressé  
- Port de la feuille paniculaire : érigé

#### CARACTERES DU GRAIN (paddy)

- Longueur : 10.2 mm  
- Largeur : 2.5 mm  
- Poids de 1000 grains : 25.9 g  
- Aristation : Mutique  
- Pilosité : Velu  
- Couleur glumelle : Paille  
- Couleur apex à maturité : Incolore

#### CARACTERES 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  
- Fumure conseillée :

	<u>Saison Sèche</u>	<u>Saison Humide</u>
- Au repiquage	: 300 kg/ha NPK	300 kg/ha NPK
- 14 jours après repiquage	: 75 kg/ha Urée	35 kg/ha Urée
- A l'initiation paniculaire	: 75 kg/ha Urée (80 - 85 JAS)	65 kg/ha Urée (60 - 65 JAS)

NB: JAS = Jours après semis

## ANNEXE 2

### FICHE DESCRIPTIVE DE LA VARIETE BW 348-1

NOM : BW 348-1  
ORIGINE : Sri Lanka  
ESPECE : *Oryza Sativa*

ANNEE D'INTRODUCTION : 1990  
GROUPE VARIETAL : Indica

#### CARACTERES VEGETATIFS

- Cycle semis - épiaison : 90 jours  
- Cycle semis - maturité : 135 jours  
- Hauteur : 148 cm  
- Tallage : Bon

#### CARACTERES DU GRAIN (paddy)

- Longueur : 9.18 mm  
- Largeur : 2.54 mm  
- Poids de 1000 grains : 23.58 g  
- Aristation : mutique  
- Pilosité : légèrement velu  
- Couleur de la glumelle : paille

#### CARACTERES AGRONOMIQUES

- Résistance à la pyriculariose : Moyenne  
- Réponse à l'azote : Bonne  
- Potentiel de rendement : 6 - 7 T/ha

Remarque : Tolérante à la Cécidomyie.

## ANNEXE 3

### LA BASUDINE

Nom commercial	. Basudine
Nom de la matière active	. DIAZINON

Le Diazinon est un insecticide du groupe des organo - phosphorés, qui sont des dérivés organiques du phosphore. Ces insecticides ont une action toxique sur le système nerveux par inhibition des cholinestérases.

#### Propriétés physico - chimiques

- Nom chimique : Thiophosphate de 0, 0 - diéthyl - 0 - ( 2 - isopropyl - 6 - méthyl - 4 - pyrimidinyle).

- Formule brute :  $C_{12} H_{21} N_2 O_3 PS$

- Poids moléculaire : 304,35

- Apparence : liquide légèrement ambré

- Point d'ébullition : 83 - 84 °c/0,02 mm Hg

- Pression de vapeur :  $1,4 \times 10$  mm Hg à 20 °c

- Volabilité : 2,4 mg/m<sup>3</sup> à 20°c; 17,6 mg à 40° c

- Solubilité : 40 ppm dans l'eau à 20°c

Bonne solubilité dans l'éther, l'éthanol, le cyclohexane, l'éther de pétrole, la benzine et autres solvants aromatiques.

#### Formulations

- Diazinon 600 EC (liquide)
- Diazinon 90 ULV
- Diazinon 10 G sous forme de granulés

#### Spectre d'activité et mode d'action

Le Diazinon est un insecticide à vaste champs d'action. Il est actif contre les insectes broyeur et piqueurs-suceurs. C'est un insecticide de contact et d'ingestion ayant une action efficace en phase gazeuse. Appliqué sur les feuilles, le produit a une action non systémique. Mais sous sa formulation granulée, le Diazinon est véhiculé dans toutes les parties de la plantes.

#### Durée d'action

La durée d'action du Diazinon dépend du lieu où il est appliqué :

- s'il est incorporé dans le sol : 6 semaines
- dans l'eau d'irrigation : 3 semaines
- en pulvérisation : 2 à 3 semaines

#### Comportement dans le sol

En plein champ, le Diazinon est généralement dégradé à 50 % en l'espace de 2 à 4 semaines. La chaleur et l'humidité favorisent la dégradation tandis que les matières organiques la ralentissent. Cette dégradation s'effectue par l'hydrolyse et par l'action des micro - organismes du sol. La plus grande partie du Diazinon demeurant dans la couche superficielle, il n'existe donc pas de risque de contamination de la nappe phréatique.

#### Toxicité et incidence sur l'environnement

Toxicité aiguë : DL 50 sur rat 285 mg/kg

Toxicité percutanée aiguë : DL 50 sur rat : 455 mg/kg

Le Diazinon est dangereux pour les poissons, les oiseaux, les abeilles et les vers.

source : (CIBA - GEIGY cité par NACRO, 1984)

## ANNEXE 4

### LE NEEM : *Azadirachta indica* A. juss (Meliacea)

#### Matière active

L'azadirachtine, un tétraterpénoïde isolé des graines de neem est considérée comme la matière active la plus importante du neem.

#### Propriétés insecticides et nématicides

Trois molécules (meliantrol, salanine et l'azadirachtine) ont été identifiées comme ayant des propriétés insecticides. Il existe actuellement un insecticide à base du neem (MARGOSAN-O). Le neem possède également des propriétés nématicides pouvant réduire considérablement les populations des nématodes phytoparasites.

Il a une propriété phagodissuasives, de toxicité et d'inhibition de la reproduction des insectes (NATARAJAN & SUNDARAMUR, 1990). Il peut provoquer également, l'inhibition de la croissance ou de la stérilité.

La graine contient environ 40% d'huile. Toutes les parties de la plante ont des propriétés insecticides et leur efficacité décroît dans l'ordre suivant : fruits, feuilles, écorces, fleurs, gomme et racines. Le neem a également une propriété fertilisante.

#### Mode d'action

C'est un insecticide de contact Il peut être appliqué soit par épandage des broyats de feuilles dans la lutte contre les nématodes. On dilue la poudre de l'amande dans de l'alcool pour une utilisation (en pulvérisation) contre les insectes.

#### Morphologie de la plante

C'est un arbre de taille variable (4 à 20 m de hauteur). *Azadirachta indica* est une espèce à tronc droit, présentant une couronne ronde ou ovale portée par les branches étalées. Les feuilles imparipennées peuvent atteindre 20 à 40 cm de long. Les fleurs hermaphrodites sont blanches jaunes ou crème. le fruit est une drupe presque cylindrique long de 18 mm environ et 12 à 13 mm de large. A maturité, il devient jaune et contient à l'intérieur une graine (rarement deux). Le rendement moyen en fruit est d'environ 20 kg par arbre et par an.

## ANNEXE 5

### LA KITAZINE

Matière active : DIISOPROPYL - S - BENZYL - THIOPHOSPHATE

Propriétés physico - chimique

Formule brute :  $C_{13}H_{24}O_3PS$

Poids moléculaire : 288

Solubilité : 500ppm dans l'eau à 18°C

DL<sub>50</sub> : 660 mg/kg

Bonne solubilité dans l'alcool, l'éther, acétone, xylène et le cyclohexanone. Elle est incompatible avec alcaline et le propanil herbicide (DCPA).

Mode d'action

La kitazine est très efficace contre *Pyricularia oryzae*, et l'*Helminthosporium*. Elle peut être utilisée comme moyen de prévention, en empêchant la sporulation, la formation des apressorium et le développement du mycélium. Elle est incorporée dans les cellules du mycélium.

Formulation

Sous forme liquide : 1 à 1,5 litres à 48% E.C /1000 à 1500 litre/ha

Sous forme granulée : 30 à 45 kg à (granules) /ha

Dégradation

Elle est absorbée par les racines et se retrouve dans les différentes parties de la plante. Dans la plante du riz, la Kitazine est hydrolysée en acide phosphorique. Si, elle est appliquée au stade tallage, la décomposition dans les feuilles débute très tôt. La concentration de la Kitazine est maximale dans les feuilles à 10 jours après application. Elle commence à décroître à partir de 20 jours après application.

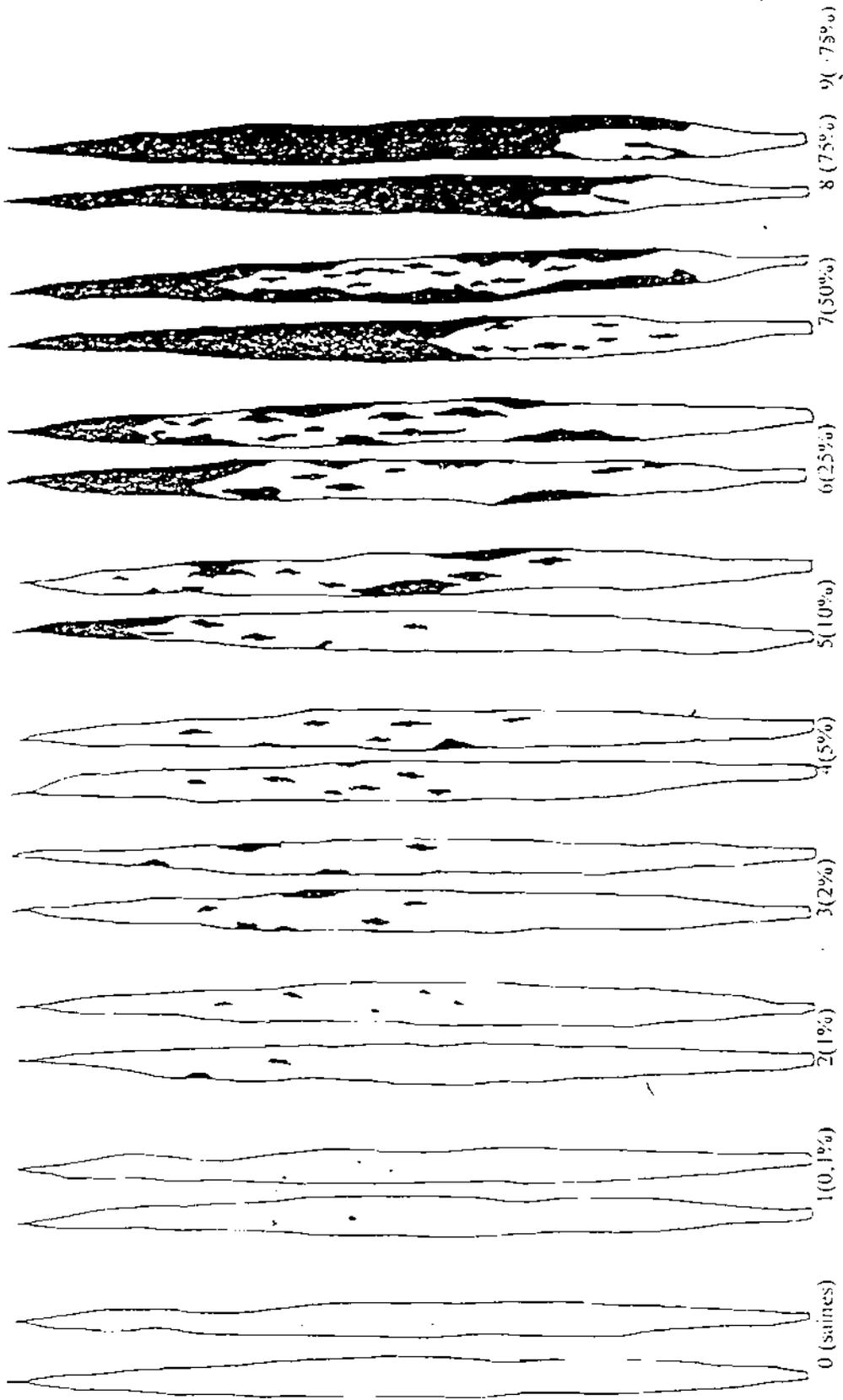
Autres Effets

La formulation granulée favorise le bon développement des feuilles. La Kitazine a également un effet insecticide contre les insectes lécheurs des feuilles.

( Source : NENE & THAPLIYAL, 1971)

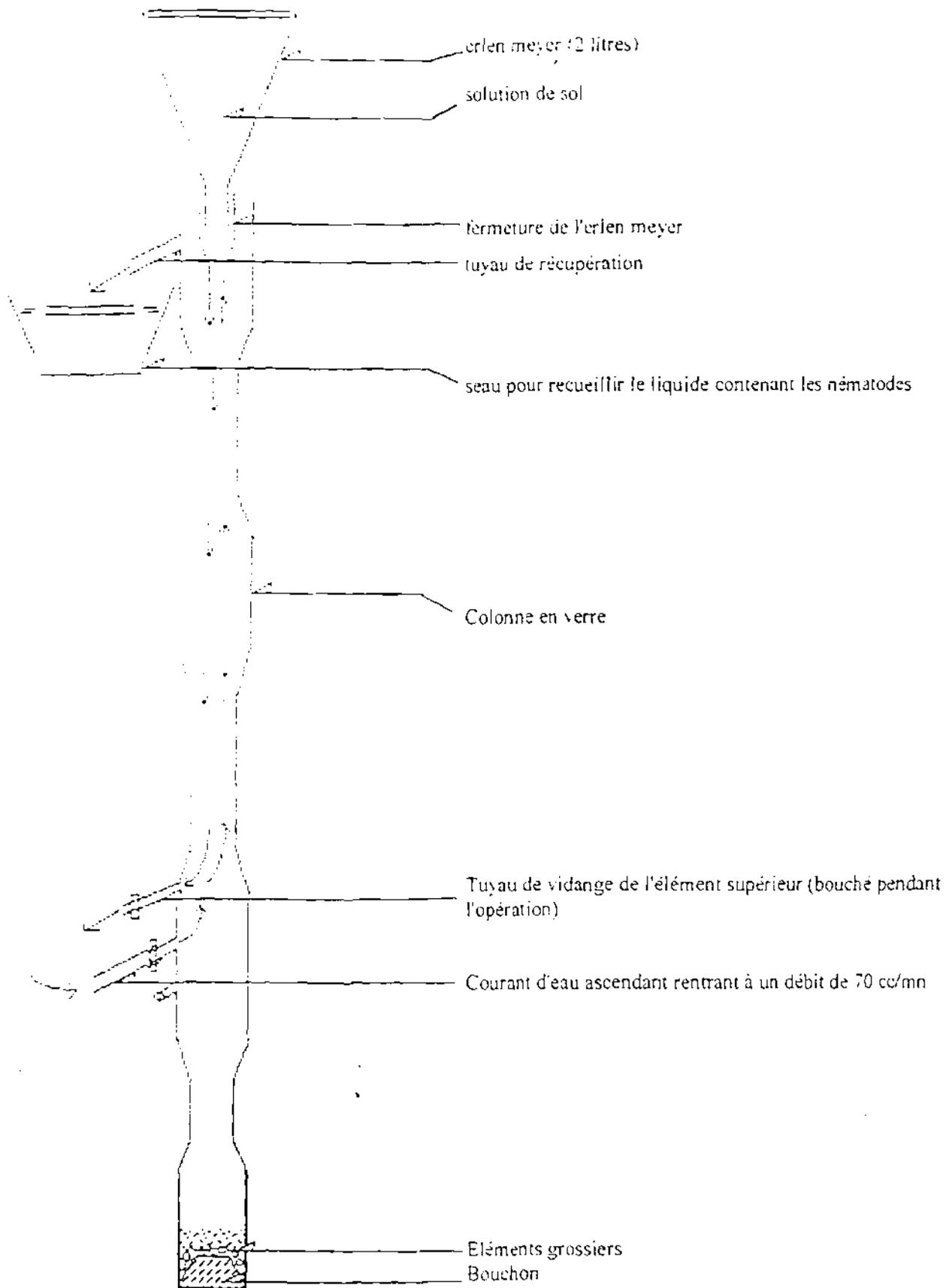
ANNEXE 6

Estimation du pourcentage de surface foliaire malade (Pyriculariose du riz).



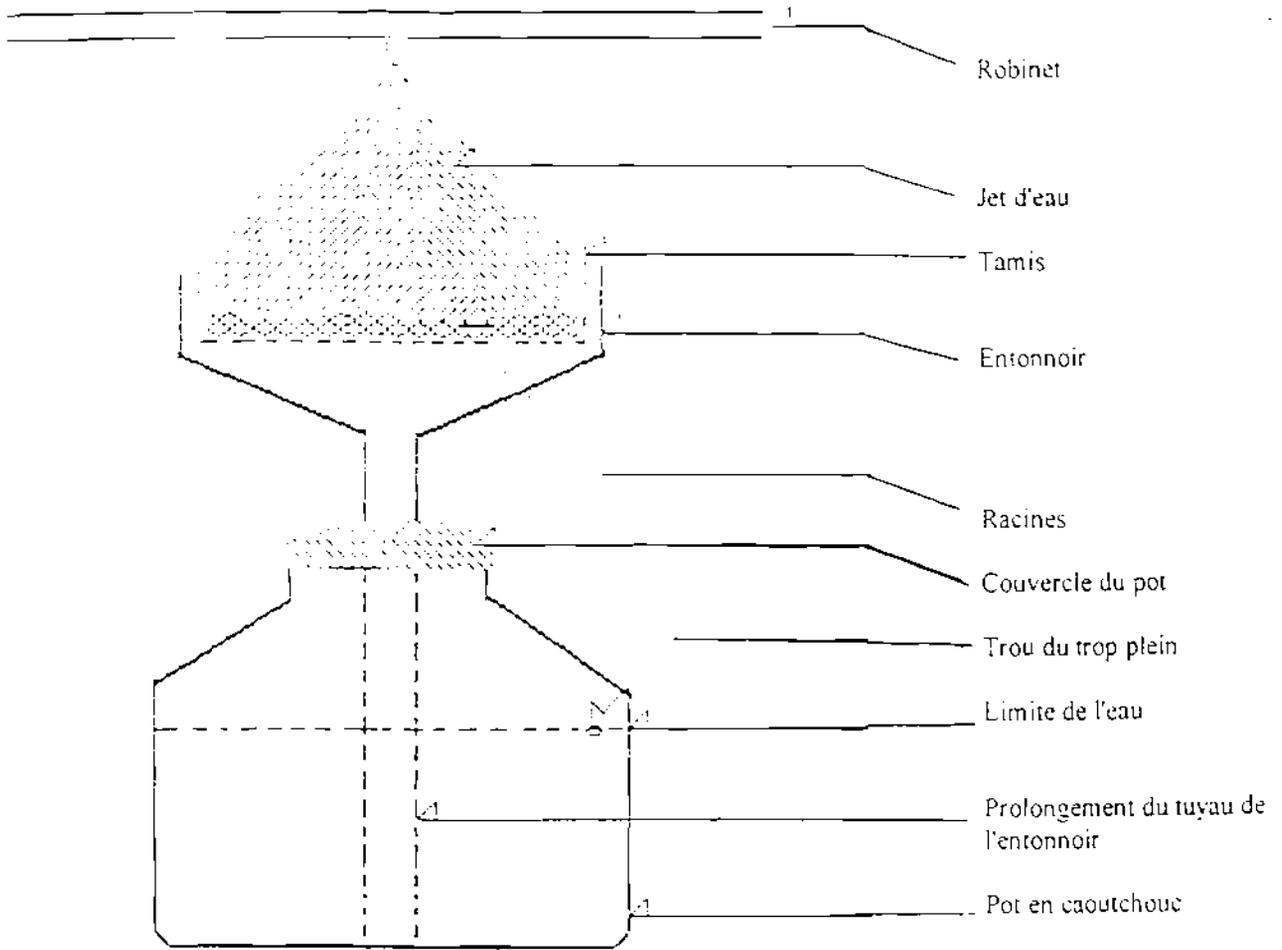
Échelle de notation de KOSAKA modifiée par SY. *et al.*, (1994)

ANNEXE 7



Elutriateur de SEINHORST

ANNEXE 8



ASPERSEUR DE SEINHORST

**ANNEXE 9**

Analyse de régressions simples entre les attaques des lépidoptères foreurs de tiges (% de "coeurs morts" et de "panicules blanches") et les composantes de rendement de **Karfiguèla**, saison humide 1999.

Variables indépendantes	variables				dépendantes															
	Talles/m <sup>2</sup>				Panicules/m <sup>2</sup>				Grains/panicules				Poids de 1000 grains				Rendement (kg/pE)			
	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I
	0,0153	0,805	36,098	262,25	0,006	0,873	35,082	156,40	0,7898	0,02	2,697	143,133	0,4477	0,150	-0,399	26,02	0,2018	0,368	0,852	5,24
	0,4812	0,131	18,205	312,61	0,3925	0,186	20,288	203,00	0,3542	0,215	-11,096	159302	0,6711	0,050	-0,287	25,55	0,6640	0,052	0,401	6,46
	0,8621	0,009	-11,212	331,75	0,8436	0,011	-11,876	224,33	0,9820	1,44610 <sup>-4</sup>	0,695	148,14	0,7677	0,024	-0,486	25,33	0,336	0,229	-2,034	7,10
	0,4184	0,169	-20,419	336,70	0,3027	0,259	-23,598	230,29	0,4369	0,157	-9,356	151,14	0,9787	2,01710 <sup>-4</sup>	0,018	25,26	0,3834	0,193	-0,762	7,08
	0,8485	0,010	36,364	329,40	0,8572	0,009	31,981	222,00	0,7709	0,024	26,251	147,55	0,6316	0,063	-2,305	25,33	0,5096	0,116	-4,261	6,95
	0,4914	0,125	23,587	311,31	0,5174	0,111	22,265	206,01	0,8164	0,015	11,891	145,08	0,0541	0,644	-0,384	26,38	0,5495	0,096	-0,84	7,43

P: Probabilité de signification  
R<sup>2</sup>: Coefficient de détermination  
C: Coefficient de régression  
I: Coefficients d'interception

NB: cm = coeurs morts  
pb1 = panicules blanches

Analyse de régressions simples entre les attaques de cécidomyie (% de "tubes d'oignon") et les composantes de rendement, **Karfiguèla**, saison humide 1999

Variables indépendantes	variables				dépendantes															
	Talles/m <sup>2</sup>				Panicules/m <sup>2</sup>				Grains/panicules				Poids de 1000 grains				Rendement(kg/PE)			
	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I
	0,3691	0,204	106,49	308,55	0,4134	0,172	91,382	204,18	0,9447	0,001	4,139	147,37	0,5943	0,77	1,678	24,93	0,1821	0,394	5,173	5,79
	0,9865	0,81210 <sup>-5</sup>	232,00	329,96	0,9611	0,001	-0,624	220,93	0,8917	0,005	-0,886	132,83	0,2185	0,347	0,389	24,61	0,3731	0,201	4,03	5,99
	0,3228	0,241	5,14	282,79	0,3888	0,189	4,25	183,55	0,4167	0,170	2,051	129,24	0,4103	0,174	0,112	24,23	0,0547	0,644	0,293	4,13
	0,8865	0,006	1,189	327,64	0,8070	0,017	1,894	218,41	0,8804	0,006	0,596	146,87	0,1632	0,421	0,261	24,68	0,4375	0,157	0,217	6,35

P: Probabilité de signification  
R<sup>2</sup>: Coefficient de détermination  
C: Coefficient de régression  
I: Coefficient d'interception

NB: To = tubes d'oignon

**ANNEXE 10**

Analyse de régressions simples entre les attaques de pyriculariose et les composantes de rendement, **Karfiguéla**, saison humide 1999

dépendantes	<i>variables dépendantes</i>																			
	Talles/m <sup>2</sup>				Panicoles/m <sup>2</sup>				Grains/panicules				Poids de 1000 grains				Rendement (kg/PE)			
	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I
	0,6834	0,046	-131,385	334,01	0,6840	0,046	-112,385	235,56	0,9271	0,002	-14,172	149,70	0,8566	0,009	-1,506	25,43	0,2609	0,300	-11,718	8,07
	0,9210	0,003	16,464	325,25	0,9488	0,001	9,960	219,63	0,8863	0,006	11,272	144,59	0,1716	0,409	-5,115	26,92	0,2981	0,263	-5,595	8,65
	0,7481	0,029	21,213	318,25	0,6148	0,069	30,690	205,19	0,2392	0,323	-33,793	167,44	0,7766	0,023	-0,481	25,54	0,9176	0,003	-0,24	6,98
	0,2595	0,301	557,591	321,64	0,3391	0,227	452,075	215,79	0,1145	0,503	342,537	142,92	0,9506	0,001	0,857	25,26	0,0951	0,542	26,131	6,44
	0,1596	0,427	71,111	279,92	0,1849	0,390	63,465	177,94	0,7365	0,32	-9,187	154,74	0,2709	0,289	-1,500	26,33	0,5168	0,112	1,272	5,94

P: Probabilité de signification

R<sup>2</sup>: Coefficient de détermination

C: Coefficient de régression

I: Coefficient d'interception

NB: PF = pyriculariose foliaire

PC = Pyriculariose du cou

## ANNEXE II

Analyse de régressions simples entre les populations de nématodes et les composantes de rendement, Karfiguéla, saison humide 1999.

Talles/m <sup>2</sup>				Panicules/m <sup>2</sup>				Grains/panicules				Poids de 1000 grains				Rendement (kg/pE)				
variables		dépendantes																		
P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	P	R <sup>2</sup>	C	I	
<b>AVANT REPIQUAGE</b>																				
<i>H. spini</i>	0,5775	0,084	-1,173	374,81	0,7434	0,030	-0,653	247,64	0,3757	0,199	-0,858	180,738	0,7982	0,18	-0,014	25,803	0,3874	0,190	-0,62	9,184
<i>tylen</i>	0,2757	0,285	-0,031	364,88	0,3226	0,241	-0,027	252,57	0,6009	0,074	-0,008	156,618	0,4846	0,129	-0,001	25,866	0,1077	0,516	-0,001	8,472
<i>helico</i>	0,7368	0,031	0,014	302,84	0,6046	0,073	0,020	183,80	0,6162	0,069	0,010	128,927	0,9727	3,310 <sup>-4</sup>	3,610 <sup>-5</sup>	25,19	0,4535	0,147	0,001	4,773

variables indépendantes																				
<b>30 JAR</b>																				
<i>H. spini</i>	0,4357	0,158	4,759	320,42	0,4091	0,175	4,679	213,13	0,1455	0,449	3,816	140,272	0,4606	0,143	1,16	25,029	0,2222	0,067	0,367	6,083
<i>tylen</i>	0,2010	0,369	-0,074	354,39	0,2574	0,303	-0,062	243,26	0,3925	0,187	-0,025	156,352	0,5886	0,079	-0,001	25,557	0,1337	0,427	-0,003	7,794
<i>helico</i>	0,9001	0,004	-0,006	341,50	0,9742	2,9610 <sup>-4</sup>	0,001	220,20	0,9277	0,002	0,002	144,381	0,3748	0,199	0,001	23,356	0,3755	0,199	0,001	4,239
<i>R H. spini</i>	0,8611	0,01	0,146	327,54	0,7457	0,029	24,371	215,56	0,6882	0,045	15,296	143,62	0,7783	0,022	0,581	25,096	0,9909	3,7110 <sup>-3</sup>	0,032	6,8

<b>60 JAR</b>																				
<i>H. spini</i>	0,9291	0,002	0,03	328,27	0,9315	0,002	0,27	221,03	0,2298	0,578	-0,173	160,20	0,0164	0,798	-0,014	26,27	0,2710	0,289	0,012	7,67
<i>tylen</i>	0,1760	0,403	-0,485	358,27	0,1363	0,464	-0,486	250,87	0,4815	0,131	-0,131	155,78	0,6754	0,048	-0,004	25,58	0,0223	0,766	-0,023	8,19
<i>helico</i>	0,0864	0,561	-0,054	393,31	0,1147	0,503	-0,048	278,50	0,5274	0,107	-0,011	161,27	0,9912	3,4510 <sup>-5</sup>	1,0910 <sup>-5</sup>	25,25	0,2541	0,307	-0,001	8,47
<i>R H. spini</i>	0,8002	0,018	-0,908	337,49	0,8187	0,015	-1,631	234,83	0,6678	0,051	-0,726	153,94	0,1482	0,444	-0,116	26,18	0,1049	0,522	0,171	8,19

<b>90 JAR</b>																				
<i>H. spini</i>	0,1713	0,409	0,286	271,50	0,1738	0,406	0,266	168,24	0,5009	0,120	0,74	133,07	0,0888	0,556	-0,009	27,03	0,9217	0,003	0,001	6,68
<i>tylen</i>	0,4210	0,167	306,59	306,59	0,4482	0,150	0,201	201,90	0,3371	0,299	0,126	135,02	0,1942	0,3718	-0,009	26,18	0,9528	0,001	0,001	6,78
<i>helico</i>	0,5875	0,080	-0,034	344,71	0,6559	0,055	-0,026	233,99	0,4060	0,177	-0,0241	158,40	0,2911	0,270	0,002	24,59	0,8707	0,007	-3,616	7,00
<i>R H. spini</i>	0,5218	0,109	-2,178	346,28	0,6110	0,071	-1,631	234,84	0,8702	0,008	-0,271	150,21	0,5531	0,050	-0,052	25,65	0,4465	0,151	-0,089	7,50

<b>RECOLTE</b>																				
<i>H. spini</i>	0,5918	0,078	-0,04	351,88	0,5606	0,091	-0,400	244,64	0,4112	0,174	-0,133	170,74	0,1654	0,418	0,002	26,55	0,1990	0,371	-0,003	8,498
<i>tylen</i>	0,8532	0,010	0,146	327,54	0,9736	3,1010 <sup>-5</sup>	0,024	222,43	0,0535	0,648	0,567	137,36	0,7356	0,032	0,007	25,145	0,6371	0,061	0,013	6,60
<i>helico</i>	0,1664	0,416	0,062	300,28	0,1125	0,507	0,640	191,96	0,9679	4,58310 <sup>-4</sup>	-0,001	148,69	0,9595	0,001	-6,6610 <sup>-5</sup>	25,30	0,2717	0,289	0,002	5,97
<i>R H. spini</i>	0,9490	0,001	-0,082	333,32	0,9501	0,001	0,075	220,15	0,2610	0,300	-0,628	171,22	0,6570	0,054	0,014	24,744	0,9773	2,2910 <sup>-4</sup>	-0,001	6,90

### Nématodes du sol

*H. spini*: *Hirschmanniella spinicaudata*

*Tylen*: *Tylenchus* sp.

*Helico*: *Helicotylenchus* sp.

### Nématodes racinaires

*R H. spini*: *Hirschmanniella spinicauda* dans les racine

P: Probabilité de signification  
 R<sup>2</sup>: Proportion de variation exprimée par la variable  
 C: Coefficient de régression  
 I: Coefficient d'interception

ANNEXE 12

Recapitulatif des opérations culturales et des observations entomologiques, phytopathologiques, nématologiques et agronomiques effectuées en expérimentation phytosanitaire.

Opérations culturales et observations	Dates	Observations agronomiques	Dates
<b>Pépinière</b> Semis	12/07/1999	2 SAR	15/08/99
<b>Terrain de plantation</b>		4 SAR	30/08/99
Labour parcelle	13/07/99	6 SAR	13/09/99
Piquettage	20/07/99		
Confection des canaux et diguettes	21-22/07/99	8 SAR	27/09/99
Concassage	23/07/99		
Mise en boue et planage	25/07/99	10 SAR	11/10/99
Repiquage	26/07/99		
Irrigation	Effectuée tous les 2 jours	12 SAR	25/10/99
Desherbage	Effectué à la demande	14 SAR	08/11/99
<b>Observations entomologiques</b>			
* 40 JAR	01/09/99	16 SAR	24/11/99
60 JAR	23/09/99		
80 JAR	13/10/99		
100 JAR	03/03/99		
Récolte	09/11/99 et 25/11/99		
* Surveillance sur seuil du T5			
20 JAR	Toutes les semaines à partir du repiquage jusqu'au 06/09/99		
<b>Observations phytopathologiques</b>			
5 SAR	10/08/99		
7 SAR	24/08/99		
9 SAR	06/09/99		
11 SAR	20/09/99		
15 JAE	18/10/99		
30 JAE	02/11/99		
<b>Observations nématologiques</b>			
Repiquage	26/07/99		
30 JAR	25/08/99		
60 JAR	23/09/99		
90 JAR	23/10/99		
Récolte	09/11/99 et 25/11/99		
Application broyats de feuilles de neem	26/07/99 et 16/08/99		
Application amendes de neem (pulvérisation)	14/09/99 et 13/10/99		
fumure organique	26/07/99		
cendres de balles riz	26/07/99		
Basudine	14/09/99 et 13/10/99		
<b>Récolte</b>	09/11/99 pour la V1 25/11/99 pour la V2		

NB: JAR = Jours après repiquage, SAR = Semaines après repiquage et JAE = Jours après épiaison