DK 554779

CD_RPJ7895

UPR 59 ECOTROP -
Modélisation Intégrative
CIRAD - Département AMIS

TA 40/01 – Avenue Agropolis
34398 Montpellier cedex 5

CENTRE FRANÇAIS DU RIZ
Mas du Sonnailler
13200 - Arles

Rapport d'activités

Campagne 2004

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Incidence de l'environnement physique et de l'itinéraire technique sur la qualité et l'homogénéité des grains de riz.

CIRAD
0000106283

Denis Fabre, UPR 59, CIRAD - Département AMIS
TA 40/01, Avenue Agropolis, 34398 Montpellier Cedex 5
Tél : 04 67 61 71 40 (Fax 04 67 61 71 19) - Email : denis.fabre@cirad.fr

[2005]

1- Introduction : rappel des objectifs

La méthodologie « HISTOGRAIN », développée au cours des dernières années dans le cadre de la convention avec le CFR, peut être mise à profit dans un cadre de diagnostic agronomique, afin de mieux comprendre l'élaboration du rendement chez le riz, utilisant une nouvelle approche caractérisant la variabilité de la taille et du remplissage des grains. S'agissant des activités de validation de la méthode et des premières applications pratiques, nous avons menés des analyses couplées avec des variables écophysiologiques et agronomiques obtenues tout au long de la saison culturale. Pour des applications futures, le nombre d'observations au champ accompagnant les mesures HISTOGRAIN seront évidemment plus restreintes, en fonction de l'objet d'étude et des connaissances génériques déjà acquises.

A la fin de l'année 2004, nous avons acquis un nouvel appareil en remplacement de notre prototype actuel, afin d'augmenter le débit des échantillons, mais surtout pour acquérir une automatisation et précision de pesée plus fiable. Il s'agit d'un automate de pesée Mettler-Tolédo LV11, accompagné d'une balance de très grande précision, de l'ordre du 100ème de milligrammes (voir photo ci-dessous).

Vue du dispositif d'analyse : Balance, distributeur, le tout couplé à un ordinateur pilote.

Au niveau des objectifs de cette campagne 2004, nous avons mis en œuvre la méthodologie HISTOGRAIN sur les thèmes suivants :

a) Evaluation de l'effet de différents niveaux de pression d'**adventice** (*Echinochloa*) sur la distribution du remplissage et des dimensions des grains. Détermination du seuil de nuisibilité pour la culture. Analyses menés conjointement aux essais d'A. Audebert, lors des campagnes 2003 et 2004.

b) Evaluer l'absence de l'apport d'**azote** en fond sur faux semis, en complément de l'essai effectué par le CFR au mas du Sonnailler. Relier les différences au niveau des histogrammes aux traitements azotés et aux observations agronomiques au cours de la saison.

c) Diagnostiquer par la même méthode les ravages causés par la **Pyrale**. Prélèvement représentatif dans des parcelles infectées et non infectées sur différents sites.

2- Evaluation de l'effet de différents niveaux de pression d'**adventice** (Echinochloa) sur la distribution du remplissage et des dimensions des grains.

2.1- But de l'essai

Définir le seuil de nuisibilité de l'espèce *Echinocloa crus-galli*, mauvaise herbe dominante en Camargue, et évaluer son impact sur la croissance, sur l'utilisation des ressources et sur le remplissage des grains du riz.
Elle permettra également de fournir des références sur les caractéristiques morpho-phénologiques et sur la compétition de l'espèce étudiée pour la culture du riz, afin de contrôler efficacement le développement du peuplement des adventices. Ces résultats viendront en appui aux études en cours menées dans l'optique *riz biologique* en Camargue où la maîtrise raisonnée des adventices est un des éléments essentiels.

Nous avons étudié cet impact à l'aide de la méthodologie HISTOGRAIN. Ce même impact a été évalué au niveau agronomique par A. Audebert. Nous vérifierons par cette occasion la conformité (ou non) des résultats obtenus.

a) Essai en 2003 :
La parcelle expérimentale, qui a porté l'essai conduit au cours de la campagne 2003, était situé sur un site fortement infesté par *Echinochloa crus-galli* (Mas des Tourelles) permettant d'obtenir des modalités à différentes densités de mauvaise herbe.

La variété étudiée est Ariète, l'étude comprend 4 traitements et 3 répétitions, en randomisation totale :

T0 : témoin désherbé
T1 : 32 pl d'adventices / m^2
T2 : 64 pl / m^2
T3 : 100 pl / m^2

b) Essai en 2004 :
Le seuil de nuisibilité ayant été dépassé en 2003 dès le premier traitement (32pl / m^2), nous avons renouvelé l'expérimentation avec *Echinocloa crus-galli* avec des densités différentes beaucoup plus faibles, afin de pouvoir définir une valeur seuil.

La variété étudiée est Ruille (comportement similaire et même cycle qu'Ariète). L'essai d'origine avec Ariète ayant subi des dégâts en cours de culture n'a pu être pris en compte.
L'essai comprend 4 traitements et 4 répétitions, en randomisation totale :

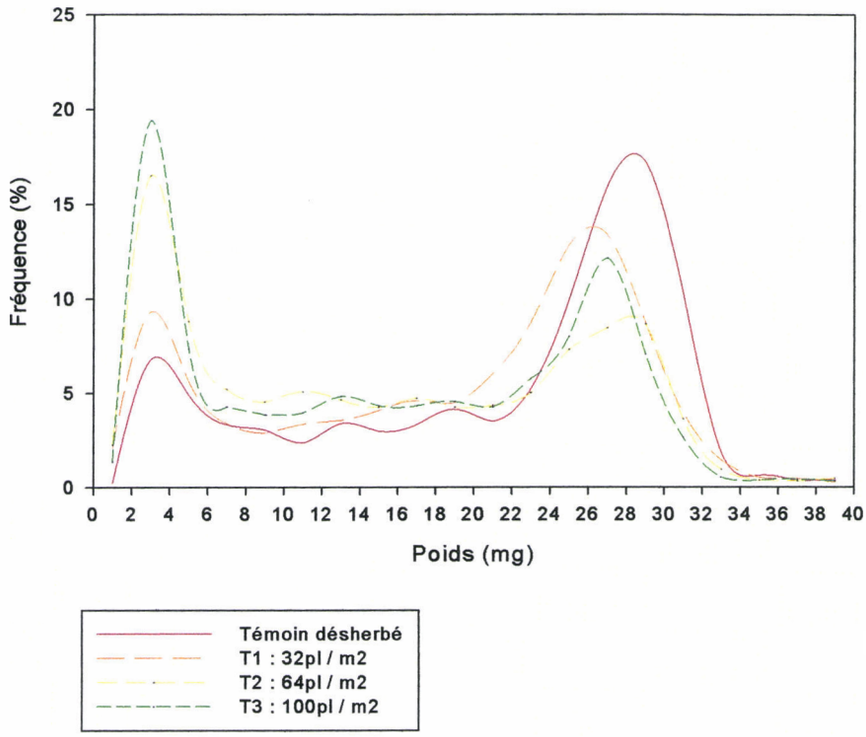
T0 : témoin désherbé
T1 : 4 pl d'adventices / m^2
T2 : 8 pl / m^2
T3 : 16 pl / m^2
T4 : 32 pl / m^2

2.2 Résultats

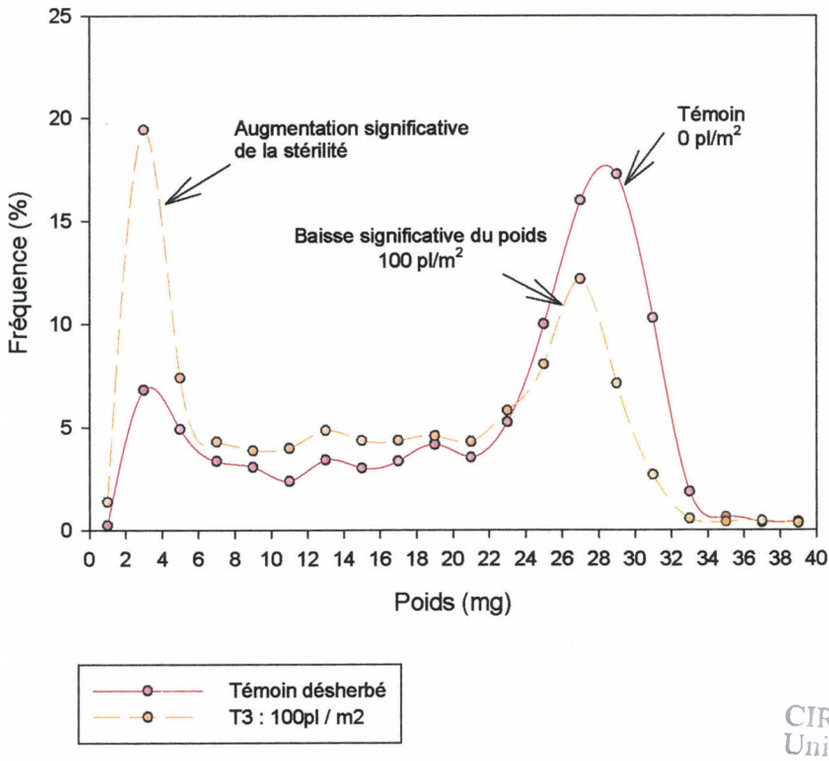
2.2.1 Profil des histogrammes de poids obtenus :

a) Pour 2003 :

Effet de la pression d'adventice (Echinocloa) sur Ariète
Haute densité de semis (0 à 100 plantes / m²)



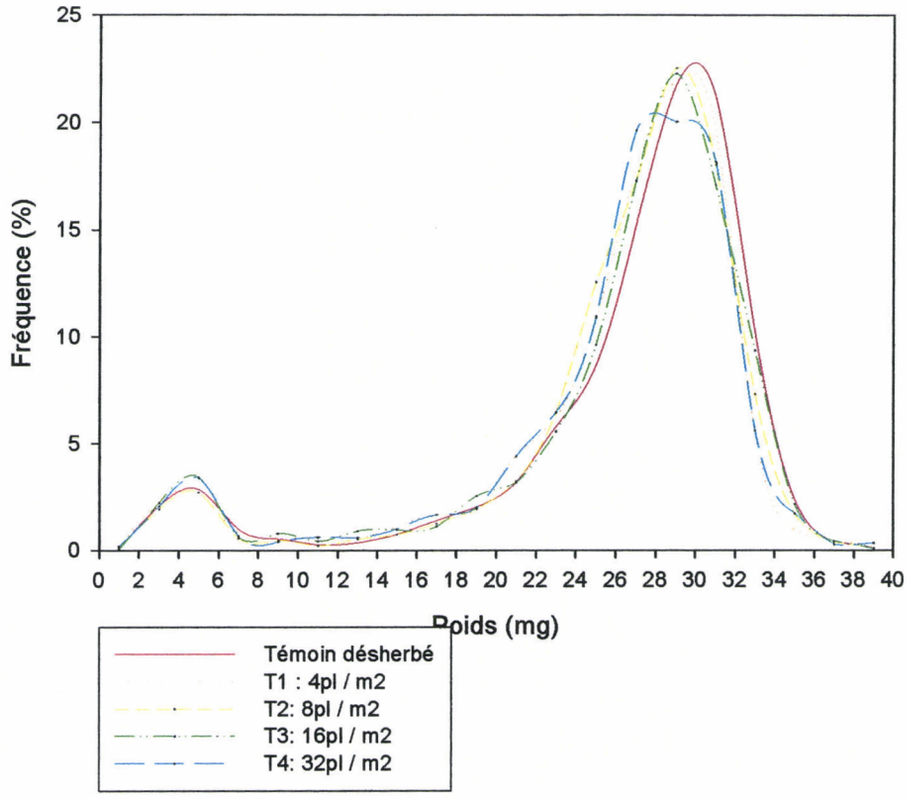
Effet de la pression d'adventice (Echinocloa) sur Ariète
Haute densité de semis (0 à 100 plantes / m²)



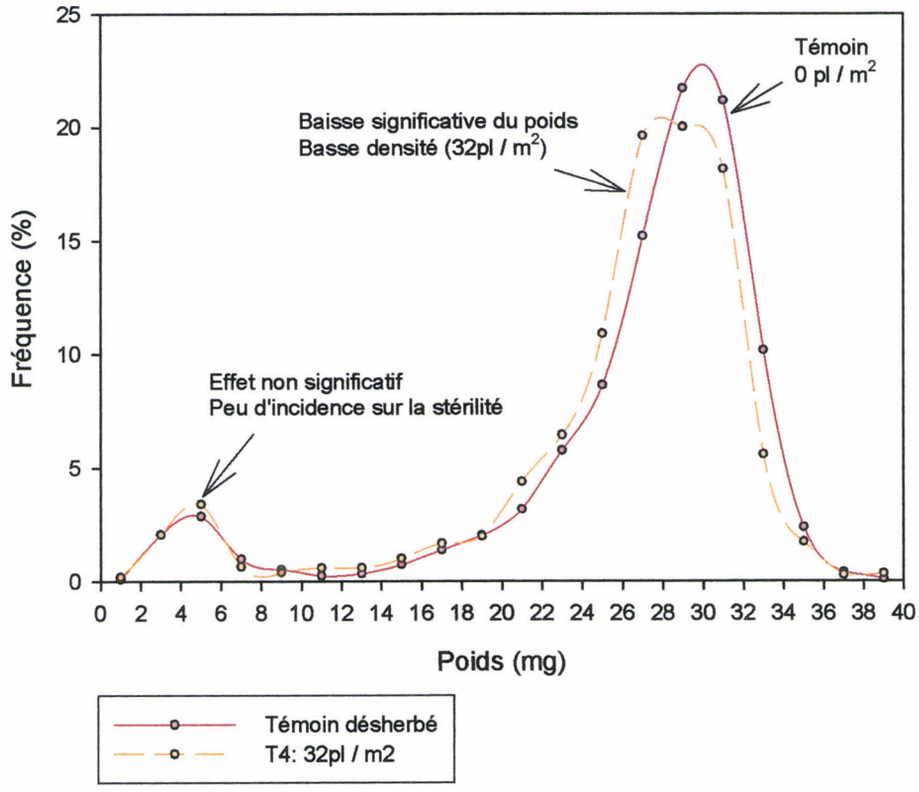
CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

b) Pour 2004 :

Effet de la pression d'adventice (Echinocloa) sur Ruille
Basse densité de semis (O à 32 plantes / m²)



Effet de la pression d'adventice (Echinocloa) sur Ruille
Basse densité de semis (O à 32 plantes / m²)



2.2.2 Effets significatifs enregistrés au niveau statistique :

a) Résultats campagne 2003

Après analyse de variance sur les paramètres mesurés, nous notons un effet traitements sur la proportion de grains vides **(p1)** et le poids moyens des grains pleins **(m3)**. (P << 0,05)

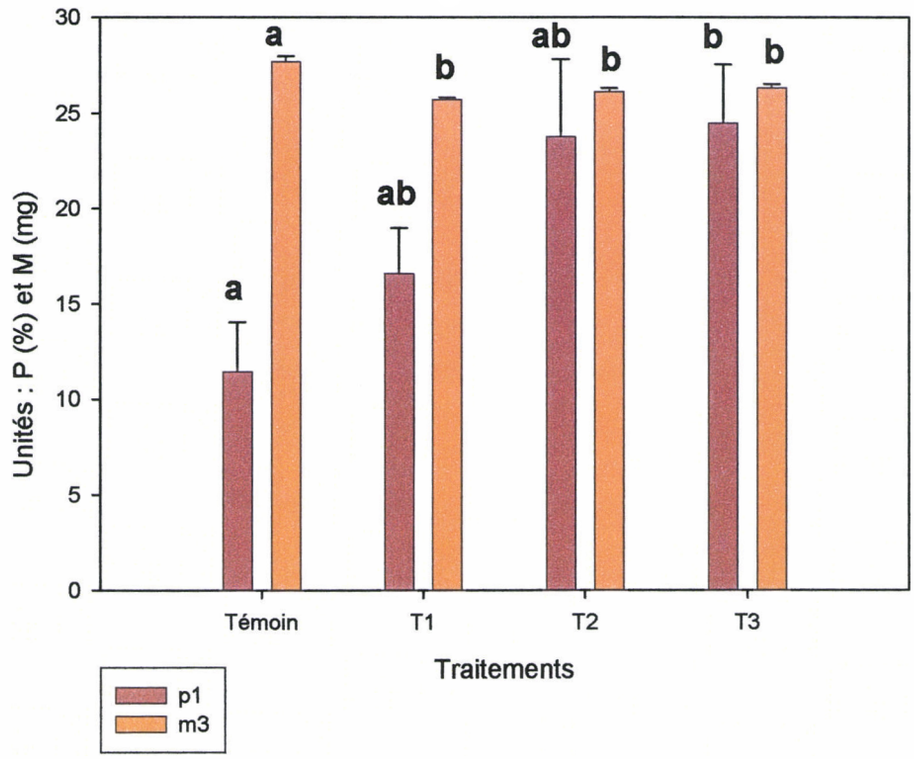
Tableau d'analyse de variance p1

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	3,00	346,78	115,59	5,82	0,03
Repetitions	2,00	107,80	53,90	2,71	0,14
Var.résiduelle	6,00	119,13	19,86		
Total	11,00	573,72			

Tableau d'analyse de variance m3

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	3,00	6,64	2,21	24,16	9,49E-04
Repetitions	2,00	0,39	0,20	2,16	0,20
Var.résiduelle	6,00	0,55	0,09		
Total	11,00	7,58			

fig1 : Variation de *p1* et *m3* entre traitements (2003)



Remarques : Sur le graphique, les barres d'erreurs représentent l'écart-type de la moyenne.
Les comparaisons de moyennes ont été effectuées avec **le test de Tukey** au seuil de probabilité alpha = 0.05.

. Nous notons que pour de fortes densités d'adventices (de 0 à 100 plantes/m^2), la proportion de grains stériles **(p1) augmente de façon significative entre T2 et T3** (soit entre 64 et 100 plantes/m^2). (cf. fig1)

. Egalement, le poids moyen des grains pleins **(m3), décroît fortement** (presque 2mg en moins en moyenne) et **significativement dès une densité de 32 plantes/m^2**. (cf. fig1)
Ce résultat est parfaitement **corrélé à une baisse de rendement significative (70%) dès cette densité** d'adventice à partir de T1. (cf. fig. 2).

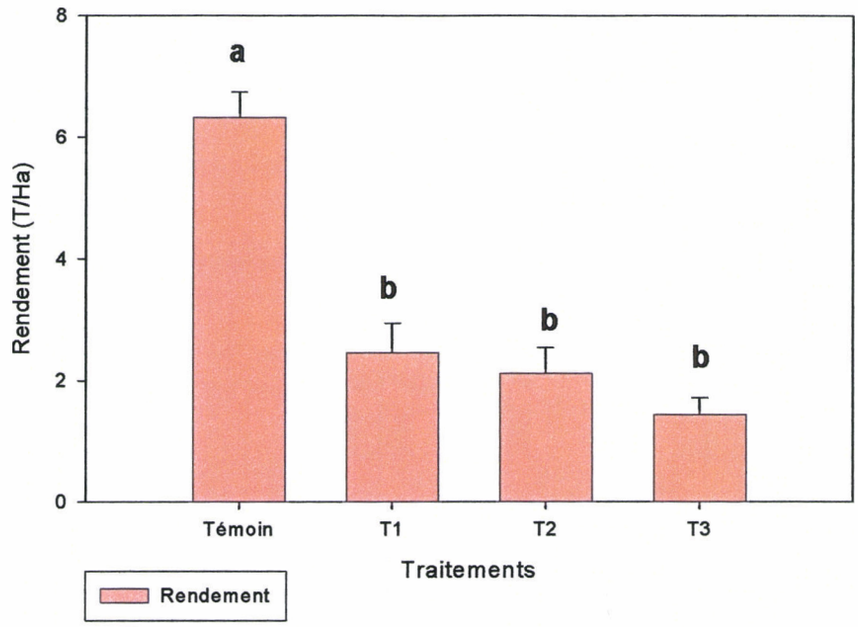


Fig.2 : Rendement observé en 2003

. La proportion de grains pleins (p3), à tendance à baisser en fonction de la densité croissante, mais de façon non significative.

Cette baisse du poids moyen des grains s'expliquerai d'avantage à cause d'un problème de remplissage du grain plutôt qu'une modification de la taille des glumelles qui induirait ce changement de poids moyen. (Contrairement à ce que provoque un excès de salinité). Nous ne notons **aucune variation significative de longueurs et largeurs des grains. (P >> 0,05)**

Tableau d'analyse de variance Longueur

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	3,00	0,02	0,01	0,21	**0,88**
Repetitions	2,00	0,04	0,02	0,81	**0,49**
Var.résiduelle	6,00	0,16	0,03		
Total	11,00	0,22			

Tableau d'analyse de variance Largeur

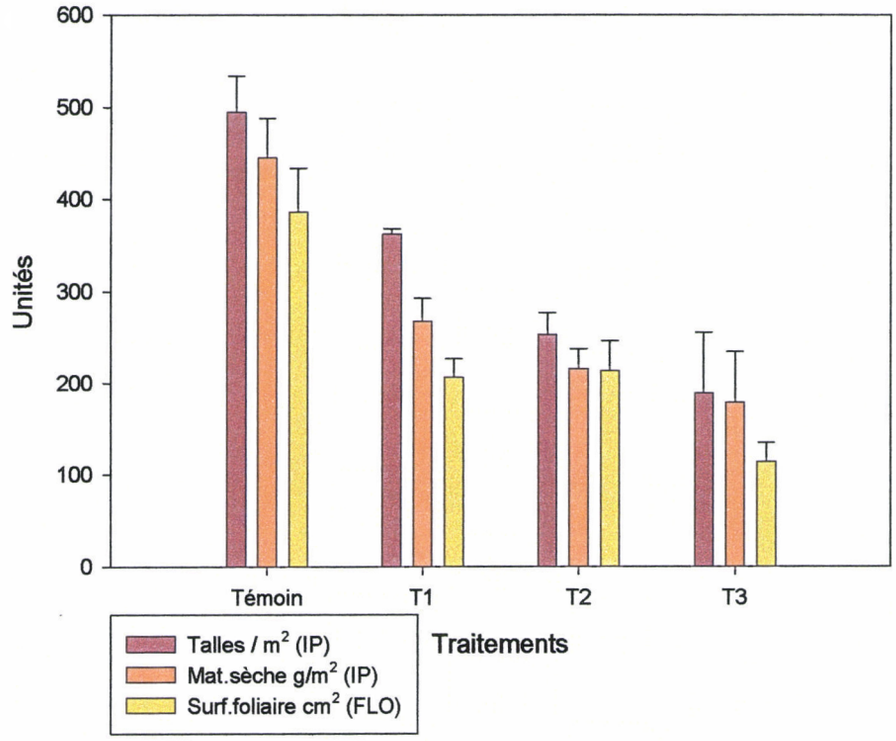
	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	3,00	0,01	0,00	0,55	**0,67**
Repetitions	2,00	0,01	0,00	0,52	**0,62**
Var.résiduelle	6,00	0,04	0,01		
Total	11,00	0,06			

Il est à noter que les variables agronomiques mesurés en cours de développement comme :

- surface foliaire aux stades initiation paniculaire (IP) et floraison (FLO)
- matière sèche aérienne à IP et FLO
- nombre de talles à IP et FLO
- rendement final

varient toutes significativement entre traitements, sans effets répétitions. Les effets observés les plus notables sont représentés ci-dessous, fig.3.

fig.3 Impact de différentes densités d'Echinocloa sur les composantes de la production de riz (2003)



A l'aide de régressions multiples, nous avons essayer d'expliquer la variabilité de p1 et m3 au seuil de probabilité alpha = 0,05 : On s'aperçoit que ces paramètres sont très liés à des variables comme le nombre de talles/m², la surface foliaire ou le taux de matière sèche, lesquelles sont très affectées par la densité d'adventice.

Le modèle est :

p1 = 18,862 -0,11 nb TA/m^2 (IP) + 0,194 MS g/m^2 (IP) + 0,037 SF cm^2 (FLO) -8,463 rdt T/ Ha

Régression multiple

	Coef	Stdev	Std Coef	t-ratio	P
Constant	18,86	2,26	0,00	8,36	3,43E-05
Talles/m^2 (IP)	-0,11	0,01	-2,06	-7,44	7,24E-05
Matière sèche g/m^2 (IP)	0,19	0,02	3,25	8,31	3,58E-05
Surface foliaire cm^2 (FLO)	0,04	0,01	0,58	2,65	1,64E-02
rendement T/ Ha	-8,46	1,15	-2,44	-7,36	7,70E-05

R^2 = 0,947 **R^2 ajusté** = 0,916

m3 = 25,198 -0,015 PL/m^2 (IP) -0,006 TA/m^2 (IP) + 0,013 MS g/m^2 (IP) + 0,038 PL/m^2 (FLO) -0,032 TA/m^2 (FLO) + 0,007 MS g/m^2 (FLO)

Régression multiple

	Coef	Stdev	Std Coef	t-ratio	P
Constant	25,20	1,65	0,00	15,31	1,08E-05
Plantes/m^2 (IP)	-0,01	0,01	-0,23	-1,73	7,21E-02
Talles/m^2 (IP)	-0,01	0,00	-0,97	-2,67	2,21E-02
Matière sèche g/m^2 (IP)	0,01	0,00	1,85	4,58	2,98E-03
Plantes/m^2 (FLO)	0,04	0,01	0,52	2,57	2,50E-02
Talles/m^2 (FLO)	-0,03	0,01	-2,19	-4,29	3,88E-03
Matière sèche g/m^2 (FLO)	0,01	0,00	2,01	4,24	4,07E-03

R^2 = 0,934 **R^2 ajusté** = 0,856

Remarques :

L'arrêt du tallage ou sa réduction, correspond au moment à partir duquel un facteur de compétition s'installe, comme la pression d'adventice. Plus la compétition est forte, plus le tallage s'arrête précocement, puis peut être suivi d'une régression des talles formées, et ce avant le début de la montaison.
La production est largement affectée par cette compétition. (Baisse du rendement et de m3 dès T1)
A signaler cependant que lorsque les conditions redeviennent favorables, le tallage peut redémarrer.

Les caractéristiques morpho-phénologiques d'*Echinocloa* permettent une croissance et un développement de la mauvaise herbe plus important et rapide que ceux du riz, d'où une meilleure exploitation des ressources du milieu, notamment pour la lumière. La compétition a pour effet de réduire la disponibilité des ressources d'alimentation pour la culture, ayant pour conséquence d'augmenter significativement le taux de stérilité du riz à partir d'un seuil élevé d'adventice (entre 64 et 100 pl/m²), mais surtout de provoquer un mauvais remplissage des grains, dès 32 pl/m², influençant négativement le rendement final dès ce même seuil.

Les seuils de nuisibilité au niveau des caractères observés par A.Audebert, sont identiques à ceux obtenues par la méthode histograins, à savoir entre 0 et 32 plantes / m^2. (Soit dès le traitement T1)
Il a donc été prévu un nouvel essai (en 2004) afin de pouvoir définir une valeur seuil de nuisibilié, en réduisant les densités d'adventices.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

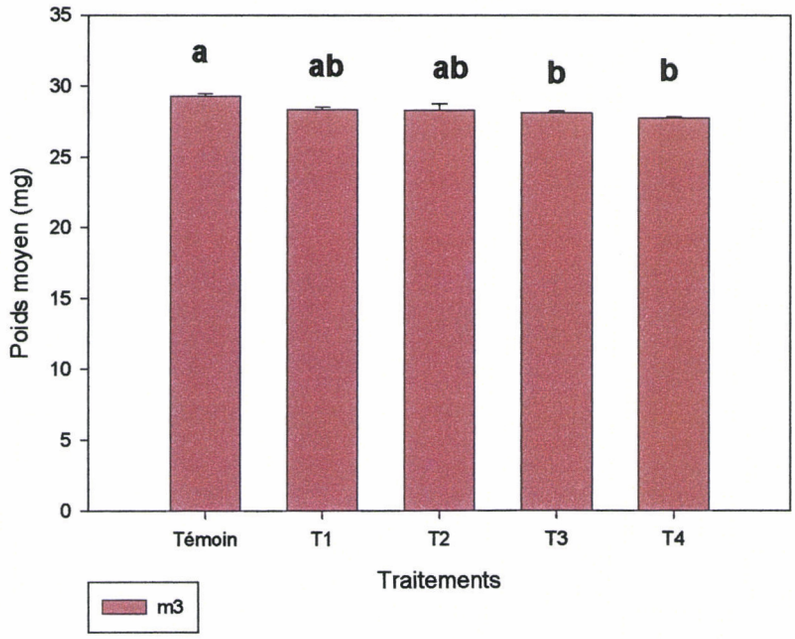
b) Résultats campagne 2004 :

A des niveaux de faibles densités de semis (0 à 32 plantes/m^2), **seule une variation de poids moyen des grains pleins (m3) apparaît significative.** Comme pour 2003, **les variations de longueurs/largeurs ne sont pas significatives,** ce n'est donc pas du à une variation de la taille des glumelles, mais davantage à un mauvais remplissage du grain.

Tableau d'analyse de variance m3

	ddl	SC	CM	F	Proba
Traitements	4,00	5,36	1,34	5,39	0,01
Repetitions	3,00	0,32	0,11	0,43	0,74
Var.résiduelle	12,00	2,98	0,25		
Total	19,00	8,66			

fig.4 Variation de m3 entre traitements (2004)



La **variation de poids moyen (m3) devient significative à partir du traitement T3 (cf.fig. 4)** (soit 16 pl/m^2), ce qui correspond à une baisse moyenne de 1.5mg environ. (Les comparaisons de moyennes ont été effectuées avec le test de Tukey au seuil de probabilité alpha = 0.05). Ce seuil de nuisibilité est en concordance avec les observations agronomiques, soit **un seuil de nuisibilité pouvant se situer entre 8 et 16 pl/m^2**. (Entre T2 et T3).

En revanche nous n'observons **aucune augmentation significative de stérilité des grains (p1) pour de faibles densités**, la compétition entre plants n'étant pas aussi importante qu'en 2003, vu la faible densité de semis.

Dans ce cas, la régression multiple expliquant m3 devient :

m3 = 49,578 -0,149 nb PL/m^2 (IP) -0,002 nb TA/m^2 (IP) -0,064 nb PL/m^2 (FLO) + 0,114 rdt T/ Ha

Régression multiple

	Coef	Stdev	Std Coef	t-ratio	P
Constant	49,58	6,33	0,00	7,83	0,00
nb PL/m^2 (IP)	-0,15	0,04	-0,67	-3,72	1,02E-03
nb TA/m^2 (IP)	0,00	0,00	-0,37	-1,87	0,04
nb PL/m^2 (FLO)	-0,06	0,04	-0,32	-1,66	0,06
rdt T/ Ha	0,11	0,08	0,31	1,48	0,08

R^2 = 0,564 R^2 ajusté = 0,448

Conclusion :

Les analyses HISTOGRAIN ont mis en évidence un effet significatif de l'enherbement sur la stérilité et le remplissage des grains. L'effet en 2004 était moins fort qu'en 2003, probablement à cause du choix d'une variété différente. Ceci montre que la sensibilité de ces paramètres à la présence des adventices dépend de la variété, hypothèse à valider à l'occasion d'autres expériences.

D'une façon générale, la compétition avec *Echinocloa crus-galli* a pour effet :

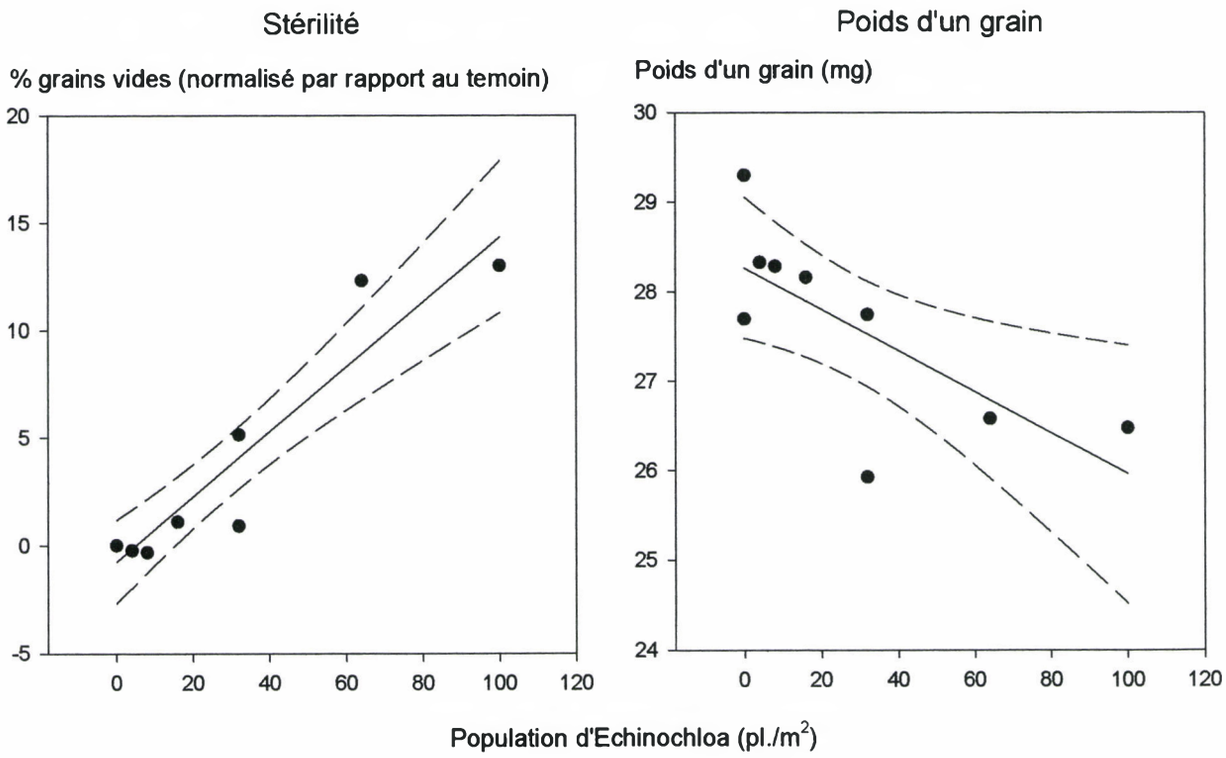
- une **diminution du poids moyen des grains**, et du **rendement** final de la production (s'observant **entre 8 et 16 pl/m^2**). Cette variation de poids semble être due à un problème de mauvais remplissage du grain, causé par la présence *d'Echinocloa crus-galli* qui exerce une forte compétition sur le développement du riz. L'adventice entre ainsi en compétition pour l'accès aux ressources hydrique ou minérale, et provoque une baisse importante du :

. nombre de talles
. nombre de plante/m^2
. nombre de panicule/m^2
. taux de matière sèche

et ceux dès le stade initiation paniculaire, influençant négativement le remplissage des grains.

- à partir d'un seuil élevé d'adventice (s'observant **entre 64 et 100 pl/m^2**), un phénomène important de **stérilité des grains** apparaît et vient s'ajouter au phénomène précédent, accentuant la baisse de rendement observé. Cette proportion de grains stériles (pl), semble s'expliquer par une forte compétitivité du riz avec les adventices au stade initiation paniculaire, réduisant fortement le nombre de talle et le taux de matière sèche du riz.

Le résultat principal de l'étude est résumé dans la graphique suivante (2003 et 2004 confondu):



3- Evaluation de l'absence d'apport d'azote en fond sur faux semis

3.1- But de l'essai

Cet essai, dont le but est d'évaluer l'impact sur le rendement final de l'apport d'azote en fond pour la culture du riz, a été mené par le CFR au Mas du Sonnailler. Il a été proposé de compléter les résultats obtenus par une étude conjointe, en utilisant la méthode HISTOGRAIN.

Pour rappel, le dispositif mis en place était constitué de **blocs de Fisher** comprenant **6 traitements** et **3 répétitions**.

	Traitements azotés	Fond	Début tallage	Epi 1cm	TOTAL
1	50U-50U-50U	50U	50U	50U	150U
2	0U-75U-75U	0U	75U	75U	150U
3	0U-50U-50U	0U	50U	50U	100U
4	50U-0U-0U	50U	0U	0U	50U
5	0U-0U-0U	0U	0U	0U	0U
6	100U-0U-0U	100U	0U	0U	100U

Au moment de la récolte il a été prélevé un échantillon représentatif pour chaque traitements/répétitions, qui ont fait l'objet de l'analyse.

A partir des traitements mis en places, nous avons pu en dégager deux sous études, à savoir :
a) une sur l'effet de l'azote en fond uniquement
b) une autre sur l'effet de l'azote en général suivant la quantité apportée, que ce soit en fond ou en couverture.

3.1.1 Effet de l'azote apporté en fond

Cette étude, n'a été menée qu'entre les traitements 1 et 3 puis 4 et 5. En effet, ce sont les seuls traitements réellement comparables car ils diffèrent uniquement au niveau de la quantité d'azote apportée en fond.

	Traitements	Fond	Début tallage	Epi 1cm	TOTAL
1	**50U-50U-50U**	**50U**	**50U**	**50U**	**150U**
3	**0U-50U-50U**	**0U**	**50U**	**50U**	**100U**
4	50U-0U-0U	50U	0U	0U	50U
5	0U-0U-0U	0U	0U	0U	0U

La figure 5 nous donne une allure générale des profils représentant les traitements1 et 3 (fig. 5.a) et les traitements 4 et 5 (fig. 5.b)

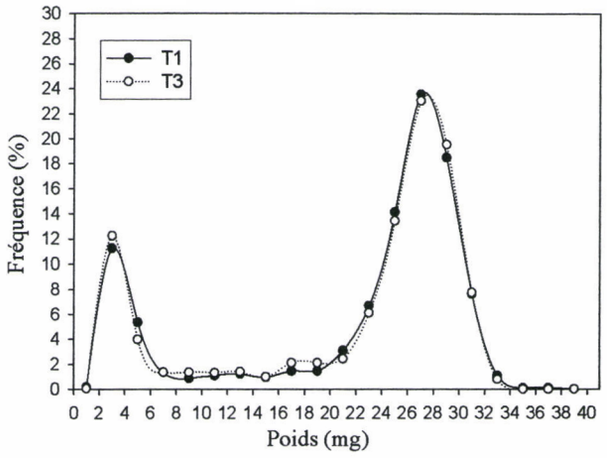


fig. 5.a

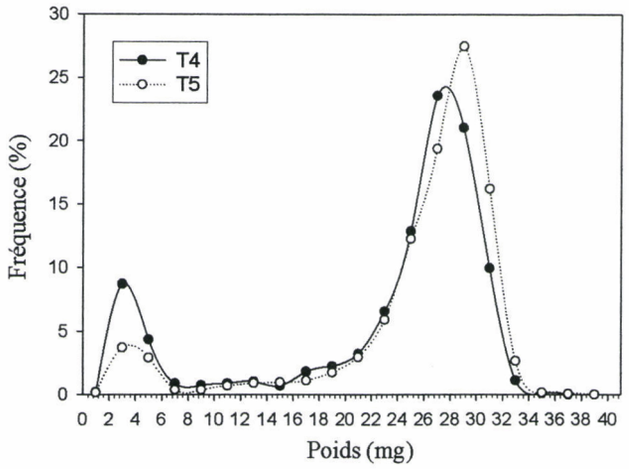


fig.5.b

Fig. 5 : *courbes représentatives des différents traitements 1 et 3 (fig. 5.a) puis 4 et 5 (fig. 5.b)*

L'analyse statistique ne nous a pas permit de mettre en évidence d'effets significatifs entre les traitements, notamment sur l'augmentation du taux de stérilité. (p1)
Cependant, nous observons quand même une tendance commune aux différents traitements sur ce paramètre (p1) (fig. 6)
Nous notons en effet qu'en présence d'azote en fond, la proportion de grains vides (p1) augmente, ce qui se vérifiera plus loin au cours de cette étude.
Ces effets sont davantage perceptibles pour des niveaux d'intrants faibles comme pour T4 et T5.

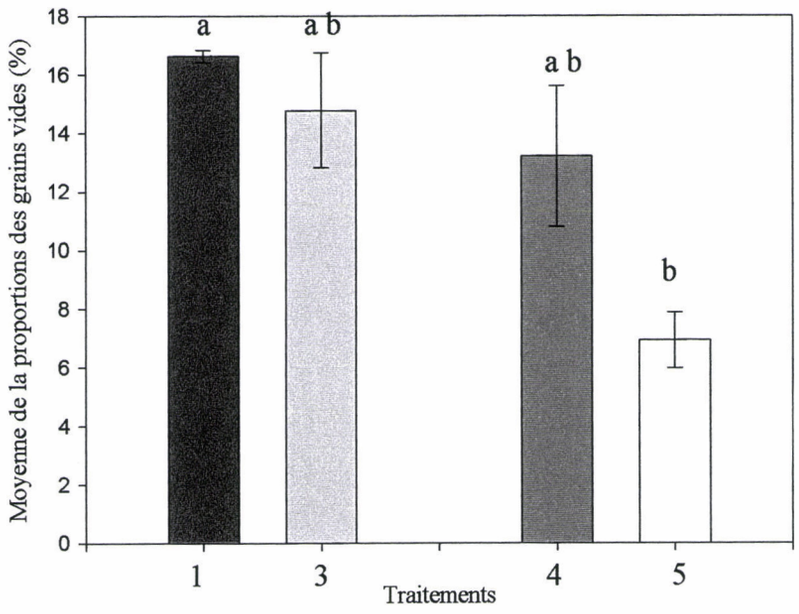


Fig. 6 *: Histogramme représentant la moyenne de la proportion de grains vides pour chaque traitement. Les barres d'erreurs correspondent à l'écart-type de la moyenne.*

Egalement, une analyse a été faite au niveau du poids moyen des grains pleins (m3), fig.7.
Comme précédemment, le test de Tukey ne montre aucune différence significative.
Toutefois nous notons de façon commune aux deux situations une très légère diminution de m3 en présence d'azote en fond, ce qui va aussi se confirmer par la suite au cours de l'étude.

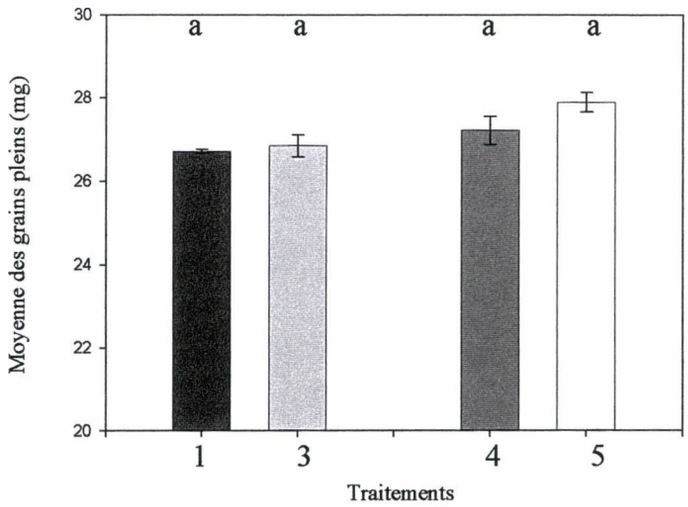


Fig. 7 : *histogramme représentant le poids moyen des grains pleins des traitements 1, 3 et 4 , 5.*

Ces résultats ont été comparés avec les rendements nets obtenus par le C.F.R, résumés ci-après, fig.8 :

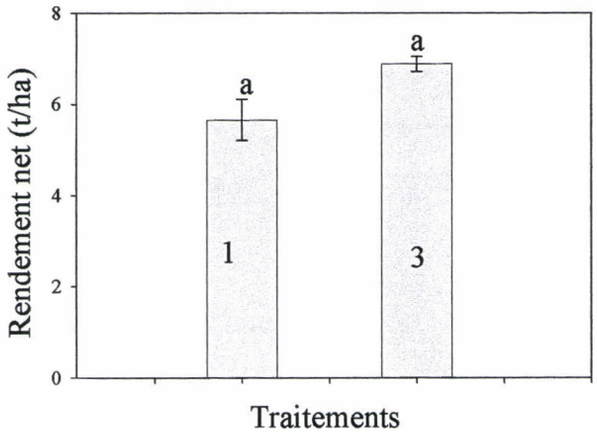


fig. 8.a

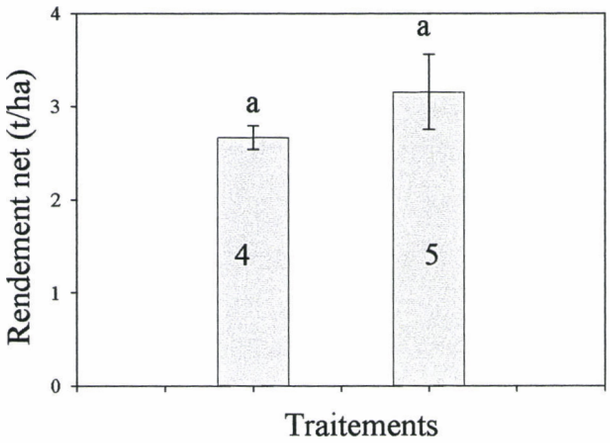


fig. 8.b

Fig. 8 *: histogramme représentant le rendement net des traitements 1 et 3 puis 4 et 5.*

Même si le test de Tukey ne le confirme pas, nous observons une tendance : lorsqu'il n'y a pas d'azote en fond, le rendement est plus élevé.

En première observation, nous notons que la présence d'azote en fond à tendance à faire augmenter la proportion de grains vides (p1) et provoquerait donc une légère augmentation de la stérilité des grains, ainsi qu'une légère diminution du poids des grains pleins (m3)
Nous notons aussi que nous obtenons une légère diminution du rendement net lorsqu'il est incorporé de l'azote en fond.
A noter que pour rappel les effets observés ne sont pas significatifs, il s'agit d'une tendance observée, qui mériterait un essai complémentaire pour confirmer l'hypothèse.

Remarque : Les conclusions des effets de l'apport en fond seront émises à la fin de l'étude.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

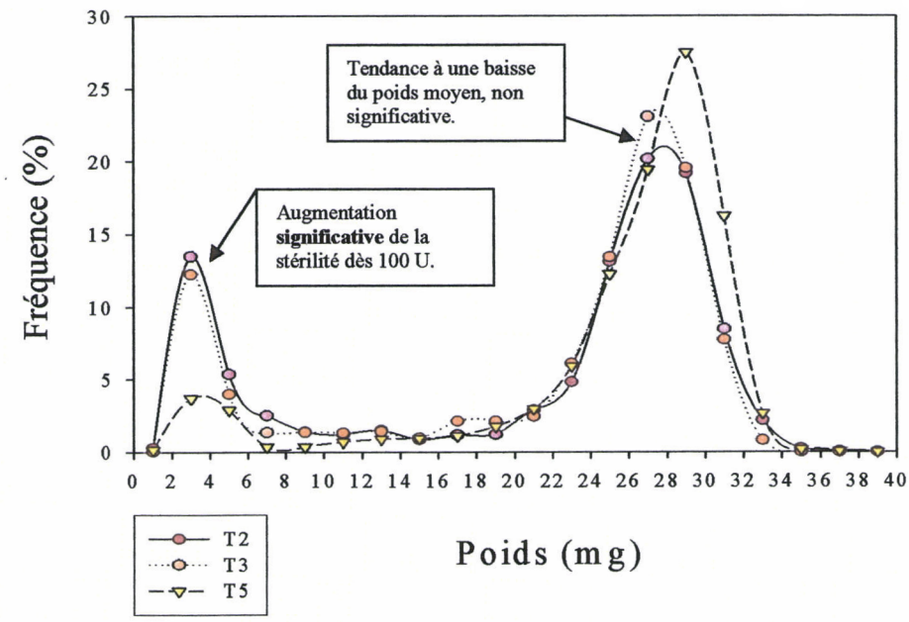
3.1.2 Effet de l'azote apporté en fond ou en couverture, suivant la quantité incorporé

Il nous a paru intéressant de compléter les tendances observées et ainsi faire la comparaison entre les traitements 5, 3 et 2 et les traitements 5, 4 et 6, différents l'un de l'autre par :

- la quantité croissante d'azote apporté en couverture uniquement (0 à 150U)
- la quantité croissante d'azote apporté en fond uniquement (0 à 100U)

	Traitements	Fond	Début tallage	Epi 1cm	TOTAL
2	0U-75U-75U	0U	75U	75U	150U
3	0U-50U-50U	0U	50U	50U	100U
4	50U-0U-0U	50U	0U	0U	50U
5	0U-0U-0U	0U	0U	0U	0U
6	100U-0U-0U	100U	0U	0U	100U

a) L'azote en **couverture** : comparaison entre les traitements 5,3,2



*Représentation générale des 3 traitements (moyenne des répétitions), différents par la quantité d'azote apportée en **couverture**.*

L'analyse de variance a révélée des effets significatifs sur la proportion des grains vides (p1) et sur le rendement net entre les différents traitements.

Nous avons effectuer une régression linéaire (fig.9) pour certains des paramètres, afin d'observer les différentes tendances.

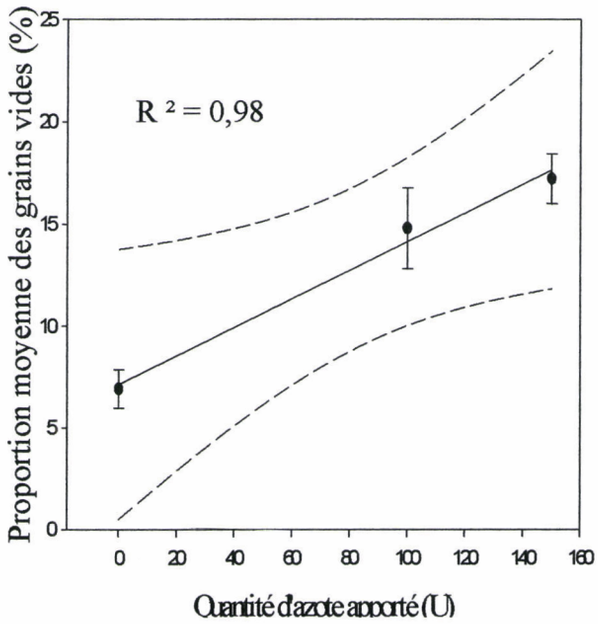


Fig. 9.a

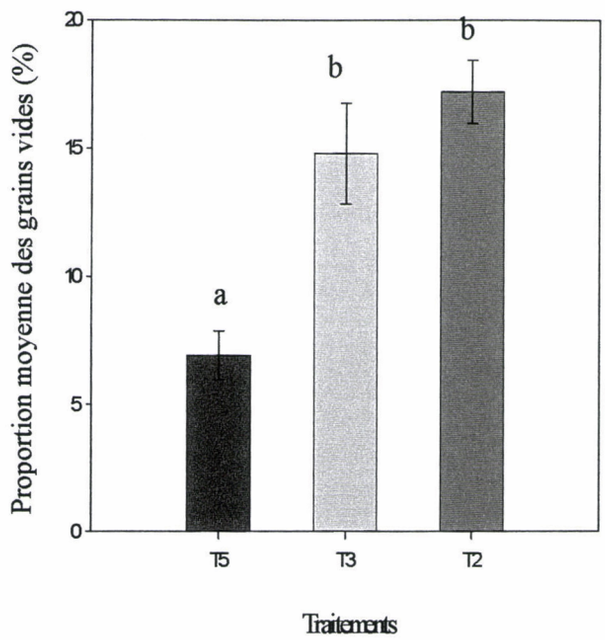


Fig. 9.b

Fig. 9.a : *Régression linéaire de la moyenne des proportions des grains vides (p1) pour les traitements 5, 3 et 2 avec un intervalle de confiance de 95% (trait discontinu)*
Fig. 9.b : *histogramme représentant la moyenne des proportions des grains vides (p1) avec le test de Tukey*

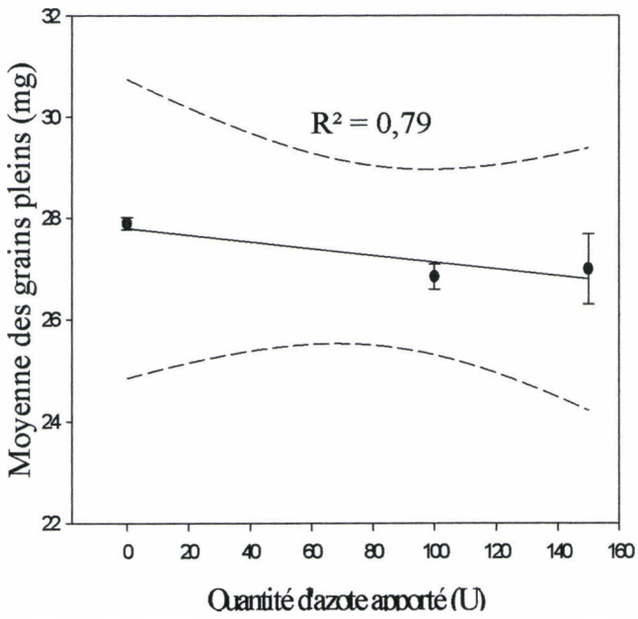


Fig. 9.c : Régression linéaire de la moyenne du poids moyen des grains pleins(m3) entre les traitements 5, 3 et 2 avec un intervalle de confiance (en trait discontinu) de 95 %

Au niveau du rendement, les effets significatifs confirmés par le test de Tukey sont représentés par l'histogramme ci-dessous (fig.10).

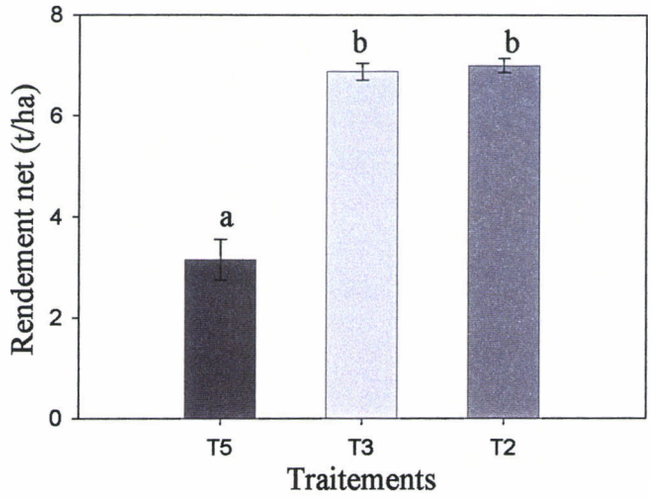
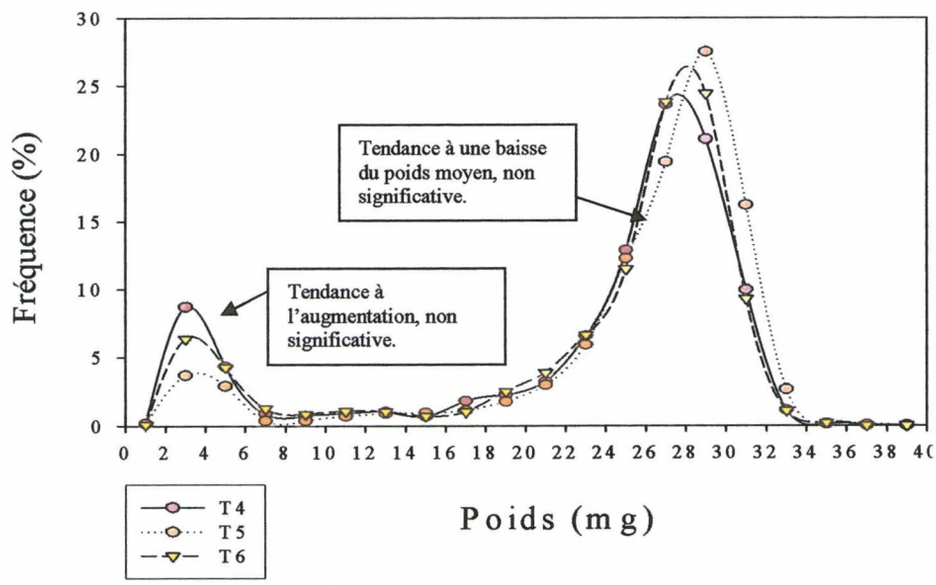


Fig. 10 : *Histogramme des différents rendements net selon les traitements n'ayant pas eu d'apport en fond*

L'apport en couverture affecte le rendement de façon importante. En effet, le traitement 3 ayant reçu au final 100 unités d'azote a déjà un rendement net fortement plus élevé que celui du traitement 5 n'ayant pas reçu d'azote.

En résumé, nous observons de fortes tendances suivant la quantité croissante d'azote apportée en couverture :
- augmentation de la proportion des grains vides de façon significative (dès 100U) en fonction de la quantité croissante d'azote apporté en couverture. (fig.9a et 9b)
- diminution du poids moyen des grains pleins (fig.9c), forte tendance observée.
- augmentation significative du rendement net de la culture, dès 100U d'azote appliquée. Pas de différence par la suite avec 150U.(fig. 10)

b) L'azote en **fond** : comparaison entre les traitements 5,4,6



*Représentation générale des 3 traitements (moyenne des répétitions), différents par la quantité d'azote apportée en **fond**.*

Nous continuons notre comparaison avec les traitements 5, 4 et 6 qui eux, ont eu un apport croissant d'azote en fond.

Toutefois, même si les proportions de grains vides et le poids moyen des grains pleins ne sont pas significatifs, nous observons des tendances au niveau de ces paramètres. (fig. 11a et 11b)

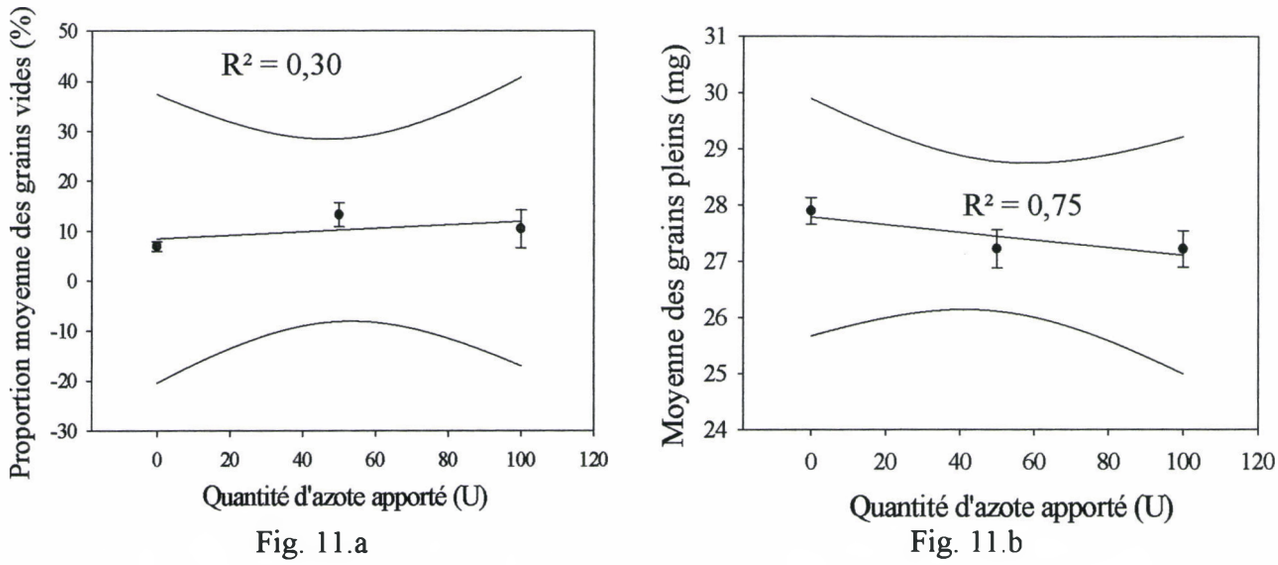


Fig. 11.a Fig. 11.b

Fig. 11: *Régression linéaire de la moyenne des proportions p1 entre les traitements 5, 4 et 6 et celle de la moyenne de m3 entre les traitements 5, 4 et 6, avec un intervalle de confiance (en trait discontinu) de 95%*

De même que dans les figures 9a et 9b, nous observons une régression croissante (moins forte que dans le cas d'apport en couverture) de la proportion de grains vides lorsque de l'azote est ajouté. Egalement, la moyenne du poids de grains pleins va dans la même tendance, à savoir un poids moyen qui diminue en fonction de la dose croissante apportée.

Comme pour l'azote en couverture, une analyse sur le rendement a été effectuée (fig.12). Celle-ci ne montre pas d'effets significatifs entre les traitements, ce qui est confirmé par le test de Tukey.

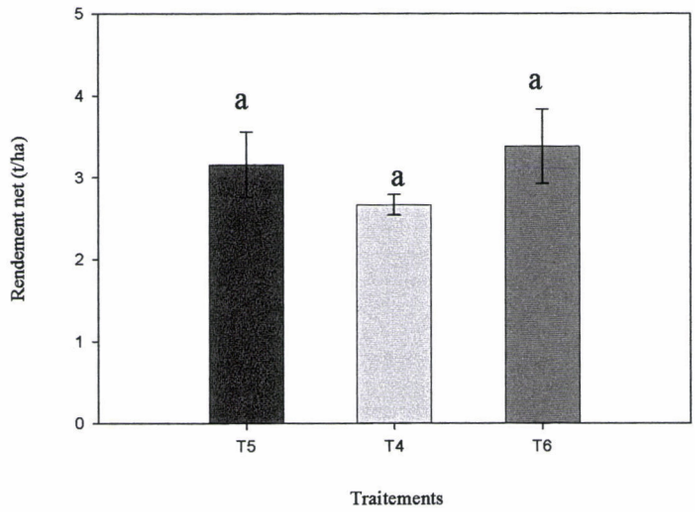


Fig. 12 : *histogramme représentant les rendements net de chacun des traitements avec leurs barres d'erreurs*

Il apparaît que les rendements ne sont pas très différents les uns des autres entre les traitements. L'apport en fond est moins bien valorisé que l'apport en couverture, et donc, il influe peu sur le rendement, ce qui avait déjà été signalé par des travaux menés par JM.Barbier sur l'élaboration du rendement du riz en Camargue.

A la vue de ces résultats, nous pouvons ainsi résumer les effets généraux de l'azote par les tendances observées :

- **plus la quantité d'azote augmente**, que ce soit en fond ou en couverture, **plus la stérilité augmente**. Celle-ci est **beaucoup plus marquée lors d'apport en couverture** où elle augmente significativement.

- le **poids moyen des grains pleins diminue** entre les traitements, mais de façon **non significative**. L'analyse d'image sur ces échantillons ne révèle **aucune différence de taille des glumelles**. Un mauvais remplissage du grain semble être à l'origine de la perte de poids.

- le **rendement net augmente** sensiblement **lors d'apport en couverture** croissant, **jusqu'à 100U**, puis reste stable. En revanche, **pas de différence notable lors d'apport en fond**. L'azote apparaît donc mieux valorisé lorsqu'il est apporté en couverture plutôt qu'en fond.

Remarque : Ces résultats vont dans le même sens que ceux observés dans la partie précédente 3.1.1.

c) Cas d'une situation contrastée : Comparaison entre le traitement 1 et 5

Il nous a parut intéressant de conclure sur la comparaison de deux traitements les plus opposés au niveau fertilisation :

	Traitements	Fond	Début tallage	Epi 1cm	TOTAL
1	50U-50U-50U	50U	50U	50U	150U
5	0U-0U-0U	0U	0U	0U	0U

Le profil du poids entre ces deux traitements est présenté ci-dessous, fig.13 :

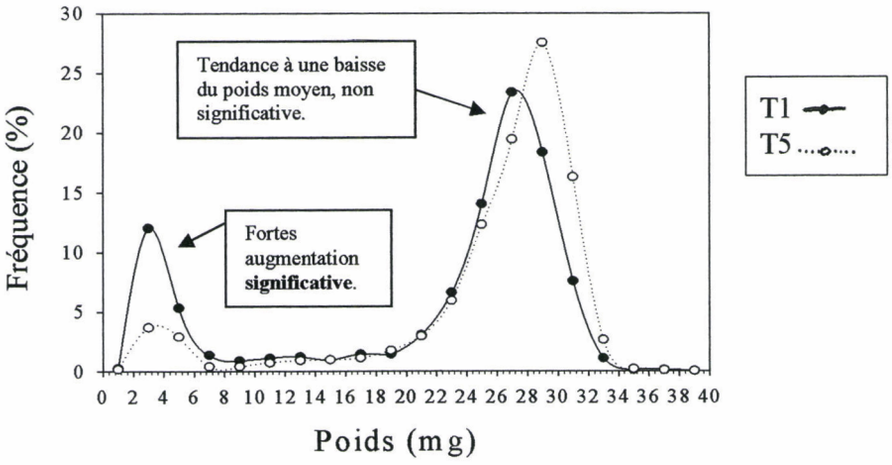


Fig. 13 : courbes représentatives des traitements 1 et 5

Nous remarquons les mêmes effets que dans les cas précédent à savoir :

- Augmentation significative de la stérilité lors de forts apports d'azote
- Tendance à une diminution du poids des grains pleins, non significative
- Pas de variation de longueurs/largeurs des grains après vérification

Ces effets sont résumés ci-dessous, fig.14 :

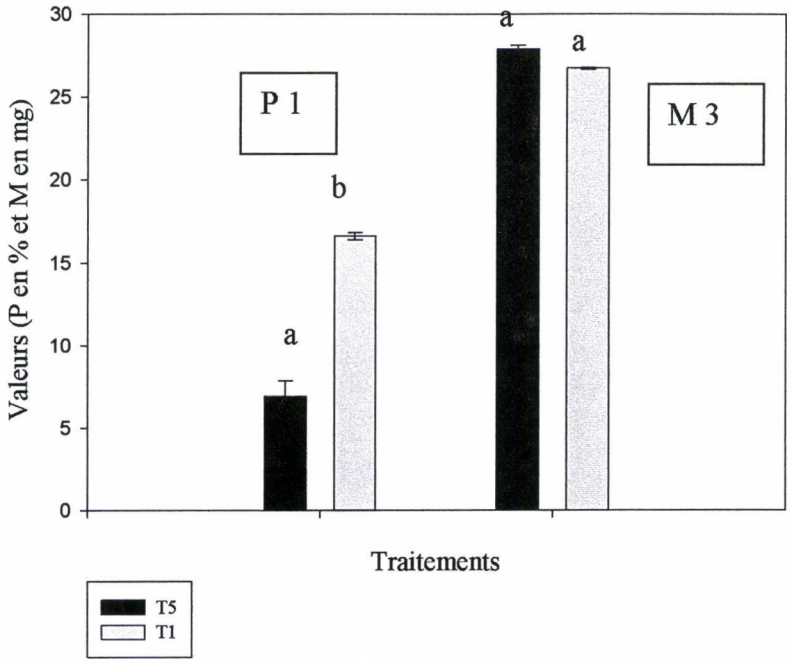


Fig. 14 :*Histogramme comparant les traitements 1 et 5 selon la proportion de grains vides (P 1) et le poids moyen des grains pleins (M 3).*

Ici encore, la comparaison des rendements nets est également bien explicite. L'azote de façon générale entraîne une hausse de rendement significative, fig.15.

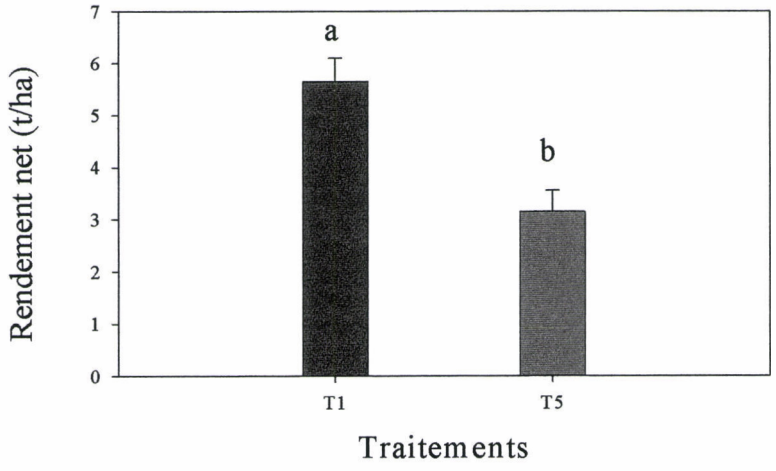


Fig. 15 : *histogramme représentant le rendement net pour chacun des traitements*

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

Conclusion

D'une façon générale, cette étude nous a montré et confirmé que **l'azote** introduit de façon importante **provoque une forte augmentation du taux de stérilité des grains**.
Un excès d'azote dans la plante entraîne des malformations des cellules polliniques expliquant la diminution du pourcentage d'épillets fécondés *(Yamada & Kono, 1976)*.

De plus, il **tendrait à diminuer le poids moyen des grains pleins**, due au fait d'un problème de remplissage. Il ne s'agit pour ce dernier cas que de tendances observées, les tests statistiques ne nous ayant pas permis de confirmer l'hypothèse pour aucun des traitements.
Toutefois, **le rendement net augmente significativement** comme l'on pouvait s'y attendre, en fonction de la quantité apportée. Cela s'explique en grande partie par le fait que l'azote contribue à augmenter le nombre de panicules/m² et le nombre d'épillets/m² de la culture, intervenant dans le calcul du rendement.
Mais en revanche, cet effet bénéfique de l'azote sur le rendement, se fait au détriment d'une forte augmentation de la stérilité des grains, accompagnée d'une réduction de leurs remplissages.

D'un autre point de vue, si l'on s'attache à la comparaison simple entre les traitements avec et sans apport en fond comme en 3.1.1, on note un léger effet dépressif non significatif sur le rendement, lorsque celui-ci est apporté en fond, outre le fait que l'on observe ici aussi, un pourcentage de stérilité de grains qui tends à augmenter pour les traitements ayant reçu un apport en fond.

Les analyses effectuées nous ont également permis de mettre en évidence que la nutrition azotée apparaissait comme un élément déterminant à toutes les étapes du cycle, et où le mode de fractionnement avait son importance.
En effet, de façon générale, les **apports précoces** avant semis (en fond), **apparaissent mal valorisés**, influençant tout de même le **rendement de façon positive** dans le cas de dose croissante incorporé, mais de façon **non significative** dans notre étude. Les effets enregistrés sur le pourcentage croissant de stérilité des épillets sont également peu marqués, malgré une dose croissante d'apport unique en fond, jusqu'à 100U.

Les **apports tardifs** (en couverture) sont, quant à eux, **plus marqué** mais difficiles à gérer puisque susceptibles d'allonger la période végétative ou de nuire fortement à la fécondation et au remplissage du grain, comme observé en 3.1.2. En revanche, ils **influent beaucoup plus sur le rendement final** de la culture, **qui augmente significativement** en fonction de la quantité apportée, **jusqu'à 100U**.

Tout est histoire de bon compromis entre ce qui est recherché par le riziculteur, généralement un bon rendement, et un grain bien remplis, avec le moins de stérilité possible...Comme le fait remarquer l'UNIFA dans son document sur la fertilisation azotée, la pratique des apports azotés se résume en deux phrases : « L'azote, ni trop, ni trop peu » et « La bonne dose au bon moment ».

4- Evaluation d'une attaque de pyrale sur la culture du riz

4.1- Objectif de l'étude :

Ce volet de l'étude a été proposé par le CFR dans le but d'apporter au riziculteur une quantification des effets d'une attaque de pyrale sur la culture, celle-ci étant relativement difficile à estimer.
La pyrale du riz provoque des dégâts visibles mais généralement des pertes de rendement limitées.
Nous nous proposons dans cette partie de mettre en application la méthodologie histograin, afin de diagnostiquer et quantifier les ravages que peut infliger ce lépidoptère.

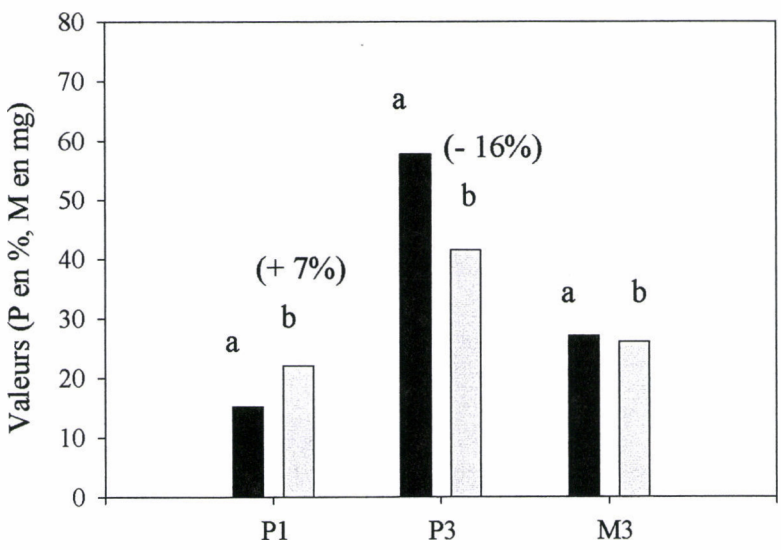
Nous disposons d'échantillons de tiges issues de parcelles attaquée ou non, ayant été récoltés par le CFR. Chaque échantillon est représentatif de la variabilité de la parcelle.

Les sites et variétés étudiées sont :
- Ariète au mas Ste Cécile
- Gallis au mas du Vedeau
- Gallis au mas de Grand Cabanne

4.2- Résultats :

D'une façon générale, l'analyse des histogrammes indique une tendance systématique et significative de :
- l'augmentation de la proportion des grains vides P1
- la baisse de la proportion des grains pleins P3
- la baisse du poids moyen des grains pleins M3 (sauf sur le site de Grand Cabanne ou cet effet est moins net)

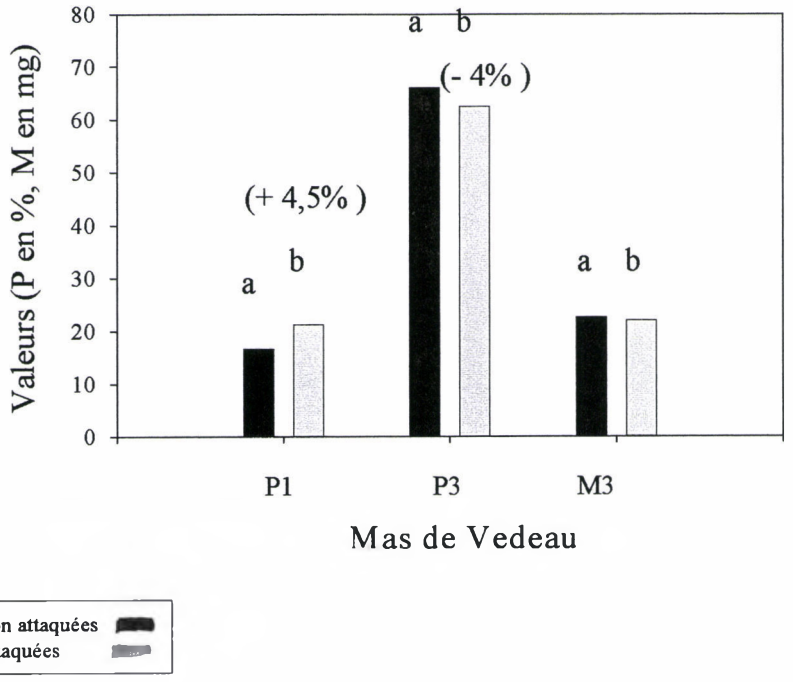
a) Au niveau de la variété **Ariète**, mas Sainte Cécile :



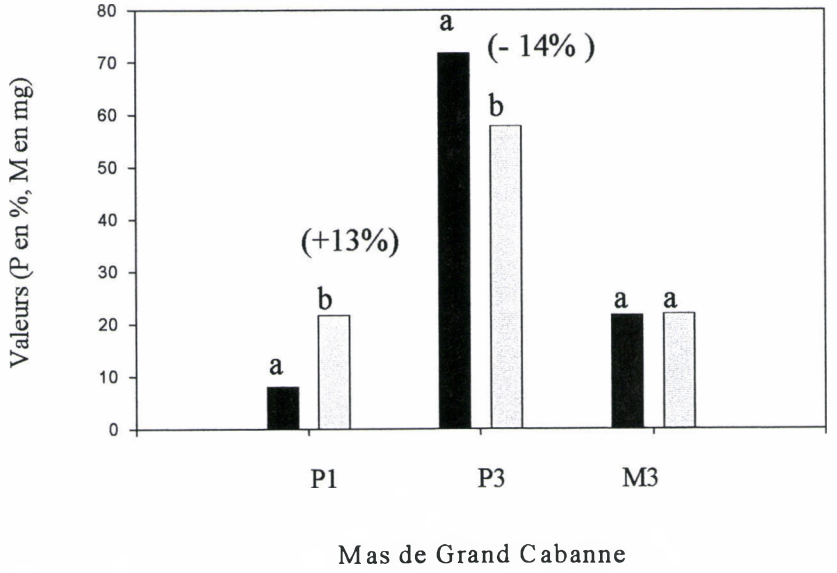
Mas de Ste Cécile

Tiges non attaquées
Tiges attaquées

b) Au niveau de la variété **Gallis**, Mas du Vedeau :



c) Au niveau de la variété **Gallis**, Mas de Grand Cabanne :



Conclusion :

Par manque de situations collectées, il est difficile de tirer des conclusions sur l'effet de la pyrale sur la culture. Il apparaît toutefois que les résultats enregistrés au travers ces trois situations hétérogènes, indiquent qu'une attaque de pyrale inflige des dégâts importants, notamment sur :

- le pourcentage de stérilité des grains en augmentation (+8% en moyenne)
- la baisse du nombre de grains remplis qui varient significativement.(-11,5% en moyenne).

Nous enregistrons également une légère diminution du poids (sans que la taille des glumelles ne soit affectées), qui peut être due à une mauvaise migration des assimilâts lors de la phase de remplissage du grains, causé par les dégâts au niveau de la tige.

Quoi qu'il en soit, il serait intéressant de mettre en relation ces résultats avec les rendements obtenus sur ces parcelles, mais ceux-ci seront très probablement inférieur à ceux obtenus sur parcelles non attaquée.

5- Conclusions et perspectives :

Les résultats obtenus au cours de cette campagne apportent une nouvelle contribution à la compréhension de l'élaboration du rendement chez le riz. Ils apportent des références et de nouveaux éléments, notamment au niveau de la compétition avec les adventices, qui viendront en appui aux études en cours menées dans l'optique *riz biologique* en Camargue où la maîtrise raisonnée des mauvaises herbes est primordiale et constitue le principal facteur limitant de la production.

Toutefois, il est nécessaire de poursuivre ces études pour approfondir les résultats et en tirer des conclusions fiables. Pour cela nous proposons pour la campagne 2005 un axe de recherche d'avantage orienté sur l'agriculture biologique en Camargue, dans la lignée des travaux menés au cours de cette année :

- Poursuite de l'effet des adventices à travers l'étude d'une autre mauvaise herbe à fréquence élevée (*Scirpus*) sur le remplissage et le rendement de la culture. La variété testée sera *Ruille*.

- Essai conjoint en coordination avec JC. Mouret sur la mise au point de références en utilisant l'approche Histograin, pour la conduite de la fertilisation organique dans le cadre du développement de la riziculture biologique en Camargue.

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette

RP