

CHABANNE ANDRE  
I.R.A.T./FO.FI.FA.  
PROJET C.E.E./STD2  
PROGRAMME RIZ D'ALTITUDE

A. DE CHELLON

RAPPORT DE CAMPAGNE 1991-1992

VOLET AGROPHYSIOLOGIE

JUIN 1992

CHABANNE ANDRE

I.R.A.T./FO.FI.FA.

PROJET C.E.E./STD2

PROGRAMME RIZ D'ALTITUDE

RAPPORT DE CAMPAGNE 1991-1992

VOLET AGROPHYSIOLOGIE

JUIN 1992

# SOMMAIRE

<u>1. INTRODUCTION</u> .....	1
<u>2. LA CLIMATOLOGIE</u> .....	4
2.1 ANTSIRABE.....	4
2.1.2 Les températures.....	4
2.1.2 La pluviométrie.....	9
2.2 VINANINONY.....	11
2.2.1 Les températures.....	12
2.2.2 Les autres données.....	12
2.3 LES VARIATIONS DES DONNEES CLIMATIQUES AVEC L'ALTITUDE.....	18
2.4 LES ACTIONS LIMITANTES.....	23
2.4.1 La répartition des pluies.....	23
2.4.1.1 Le début de la saison des pluies.....	23
2.4.1.2 La répartition en cours de cycle.....	27
2.4.2 Les températures froides.....	27
2.5 CONCLUSION.....	32
<u>3. LA RIZICULTURE PLUVIALE</u> .....	33
3.1 LES ACTIONS CONDUITES.....	33
3.2 LES PROBLEMES RENCONTRES.....	33
3.3 LES TECHNIQUES CULTURALES.....	34
3.4 LES ESSAIS THEMATIQUES.....	35
3.4.1 L'Essai variétal.....	35
3.4.2 L'essai "Herbicides".....	46
3.4.3 L'essai "Ecobuage x densites des semis".....	48
3.4.4 Tests sur C2.....	51
3.4.5 Tests de semis directs.....	53
3.4.6 La Crotalaire en engrais-vert.....	53

3.5 LES TESTS DE PREMIER CYCLE.....	54
3.5.1 Présentation.....	54
3.5.2 Les problèmes rencontrés.....	56
3.5.3 L'essai Zimmermann.....	57
3.5.4 L'essai de Betafo.....	61
3.5.5 L'essai sur la ferme KOBAMA.....	64
3.5.6 La station de Talata.....	68
3.5.7 Interprétation multilocale.....	68
3.5.8 Actions des basses températures.....	73
3.5.9 Conclusion.....	78
3.6 LES TESTS DE DEUXIEME CYCLE.....	79
3.6.1 Présentation.....	79
3.6.2 Les problèmes rencontrés.....	80
3.6.3 L'essai Zimmermann.....	82
3.6.4 L'essai de Betafo.....	83
3.6.5 L'essai sur la ferme KOBAMA.....	85
3.6.6 La station de Talata.....	86
3.6.7 Interprétation multilocale.....	88
3.6.8 Conclusion.....	93
3.7 L'ESSAI CONDUIT AVEC TSIMOKA.....	93
3.8 LES VISITES AVEC LES PAYSANS.....	95
<u>4. LA RIZICULTURE AQUATIQUE.....</u>	<u>97</u>
4.1 PRESENTATION.....	97
4.2 LES TECHNIQUES CULTURALES.....	97
4.3 LES TESTS MULTILOCAUX.....	97
4.3.1 Présentation.....	97
4.3.2 L'essai de Soanindrarinny.....	99
4.3.3 L'essai de Vinaninony.....	105
4.3.4 L'essai sélection (Vinaninony).....	108
4.3.5 Interprétation pluriannuelle à Vinaninony.....	110
4.3.6 Interprétation multilocale.....	113
4.3.7 Conclusion.....	113

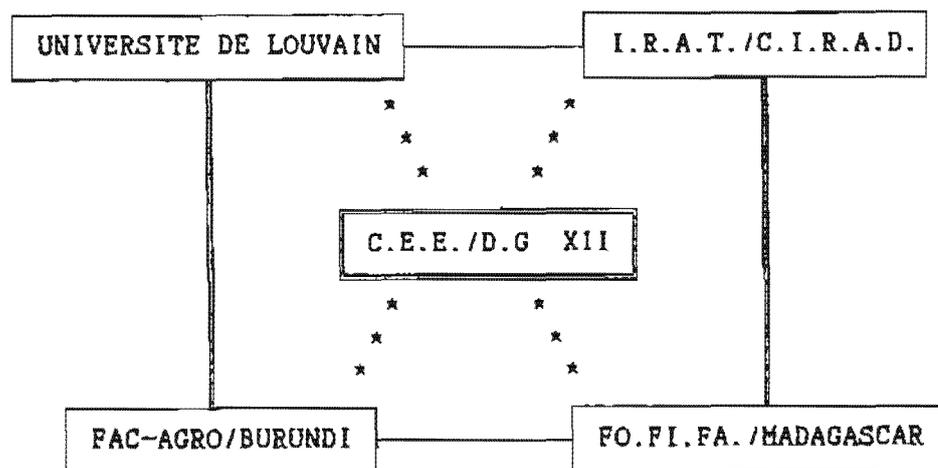
4.4 LES ESSAIS AGP.....	117
4.4.1 Les actions conduites.....	117
4.4.2 Le site bas.....	120
4.4.3 Le site milieu.....	126
4.4.4 Conclusion.....	132
4.5 LES ESSAIS THEMATIQUES.....	134
4.5.1 Présentation.....	134
4.5.2 L'essai écobuage.....	134
4.5.3 L'essai formes de fertilisation.....	141
4.5.4 L'essai techniques de repiquage.....	144
4.5.5 Conclusion.....	150
<u>5. CONCLUSION</u> .....	151
<u>ANNEXES</u> .....	152

## 1. INTRODUCTION

La deuxième phase du projet "Riz d'Altitude", STD2, conformément aux résultats antérieurs et aux dispositions évoquées les précédentes campagnes, a connu une localisation des activités dans les zones où les problèmes sont en relation directe avec les conditions d'altitude. Il s'agit des régions d'Antsirabe (1500 m), d'Ambohibary-Sambaina (1650 m), de Soanindrarinny (1750 m) et Vinaninony (1875 m), soit la région du Vakinankaratra.

Cette deuxième phase se termine en septembre 1992. Il s'agit donc de la dernière campagne mise en place. Il s'agira de tirer les conclusions générales relatives aux contraintes identifiées et d'en tirer un schéma d'interventions pour une éventuelle troisième phase.

Rappelons que ce projet est conduit conjointement avec une équipe de chercheurs belges et burundais:



L'approche générale adoptée est résumée par la figure 1 qui traduit les interactions étroites entre les différentes disciplines concernées par le projet, à savoir, l'Amélioration variétale, la Phytopathologie, L'agrophysiologie et l'Agronomie.

De plus, des actions conjointes sont menées avec différents organismes de Recherche, Recherche-Développement et Vulgarisation. Il s'agit de:

- \* Kobama (Opération Blé),
- \* l'Opération de Développement Rural (O.D.R.),
- \* Tsimoka, IREDEC (O.N.G. de Développement Rural),
- \* FIFAMANOR,
- \* Le Laboratoire des Radio-Isotopes.

Ces actions se sont intensifiées et nous paraissent d'une importance

capitale, d'une part, pour apprécier l'intérêt du projet pour les agriculteurs, et, d'autre part, pour établir les dispositifs et programmes en relation étroite avec les contraintes au développement identifiées au niveau des paysans.

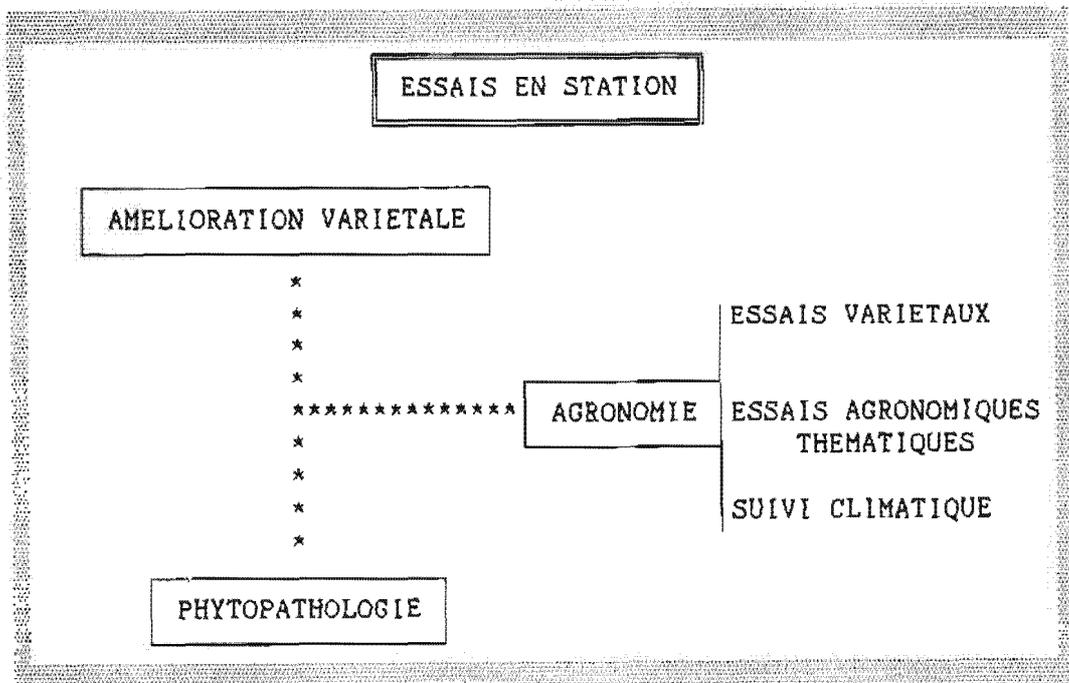
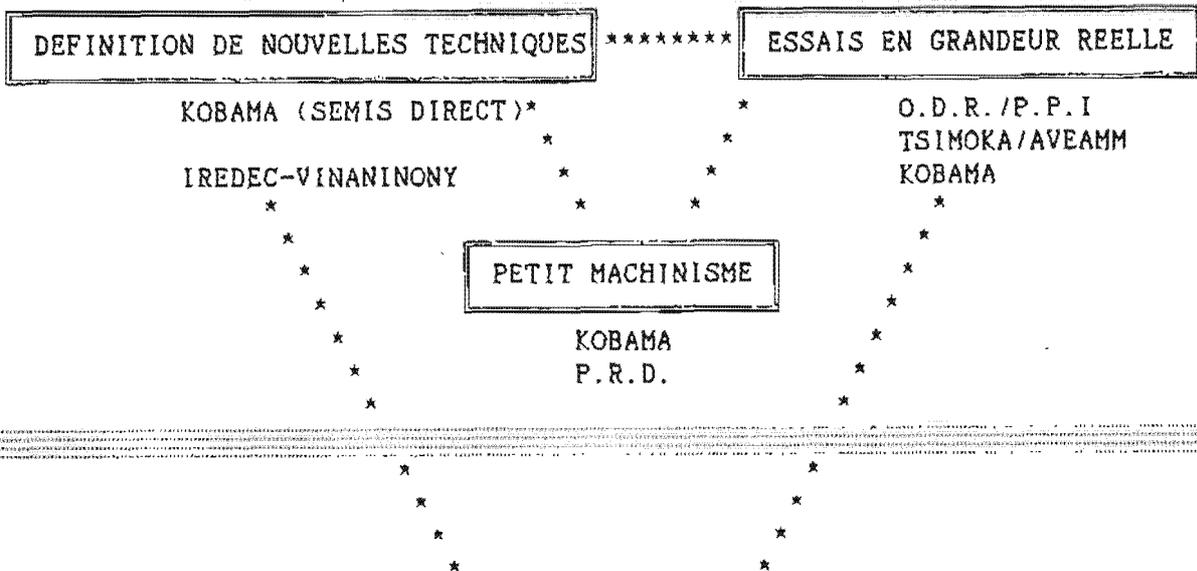
Un fait majeur est à souligner pour cette campagne; il s'agit des multiplications en milieu paysan des premières variétés diffusées pour la riziculture pluviale. Ces actions menées par la CIRVA (Vulgarisation agricole) en relation avec les Services de Multiplication des Végétaux laissent entrevoir un très large intérêt pour la riziculture pluviale.

Du point de vue des activités conduites, on notera l'intensification, d'une part, des essais multilocaux de criblage des lignées nouvellement créées, et, d'autre part, des interventions agronomiques pour la riziculture aquatique de haute altitude afin de mieux définir les actions prévues pour une nouvelle phase.

Enfin, les activités initiées sur la ferme Kobama et relatives aux techniques de semis directs dans des couvertures mortes ou vives se sont poursuivies. Il s'agit surtout de multiplication des espèces identifiées comme d'éventuelles plantes de couverture et de la mise place d'un dispositif en grandes parcelles avec ces plantes. Des introductions d'espèces à partir de La Réunion ont été réalisées par l'intermédiaire de FIFAMANOR, ces espèces étant principalement d'utilisation fouragère.

On notera les difficultés rencontrées durant cette campagne pour la mise en place des essais, difficultés en relation avec un contexte socio-économique très instable.

FIGURE 1: ORGANIGRAMME D'INTERVENTIONS AGRONOMIQUES



- ..... : UNITES DE CREATION-DIFFUSION
- ..... : ESSAIS EN STATIONS DE RECHERCHE
- ..... : INTERVENTIONS CONTROLEES EN MILIEU PAYSAN

## 2. LA CLIMATOLOGIE

Nous traiterons ici des 2 stations où nous disposons d'un suivi météorologique, Antsirabe (station de Talata) et Vinaninony.

### 2.1 ANTSIRABE

#### 2.1.1 LES TEMPERATURES

Les figures 2 à 5 traduisent les conditions de températures rencontrées durant la campagne:

- \* Températures minimales pentadaires,
- \* Températures maximales pentadaires,
- \* Températures moyennes pentadaires,
- \* Amplitudes thermiques pentadaires.

Les courbes obtenues sont tracées comparativement aux moyennes historiques.

On remarquera que les températures minimales ont été pratiquement toujours supérieures aux moyennes jusqu'au mois de Février. Les "fortes" températures minimales observées correspondent à une période de couverture nuageuse importante qui a limité le rayonnement nocturne et, de fait, la chute des températures nocturnes. A partir de la deuxième quinzaine de Février, une période avec des températures fraîche a été enregistrée. Nous en reparlerons par la suite.

En ce qui concerne les températures maximales, on remarquera qu'elles ont été inférieures aux moyennes historiques pendant une longue période qui s'étend du mois de décembre au mois de mars. Cette période correspond à un moment de forte intensité pluviométrique et donc de faible insolation. La couverture nuageuse a perturbé les températures maximales enregistrées habituellement en début d'après-midi.

Les températures moyennes traduisent ces différentes remarques avec notamment une forte baisse observée à partir de la deuxième quinzaine du mois de Février.

De même, les amplitudes thermiques ont été, en général, nettement inférieures aux moyennes, et, notamment pendant les périodes de fortes pluies.

Les figures 6 et 7 représentent les probabilités au non dépassement des températures minimales et moyennes. Elles permettent

FIGURE 2

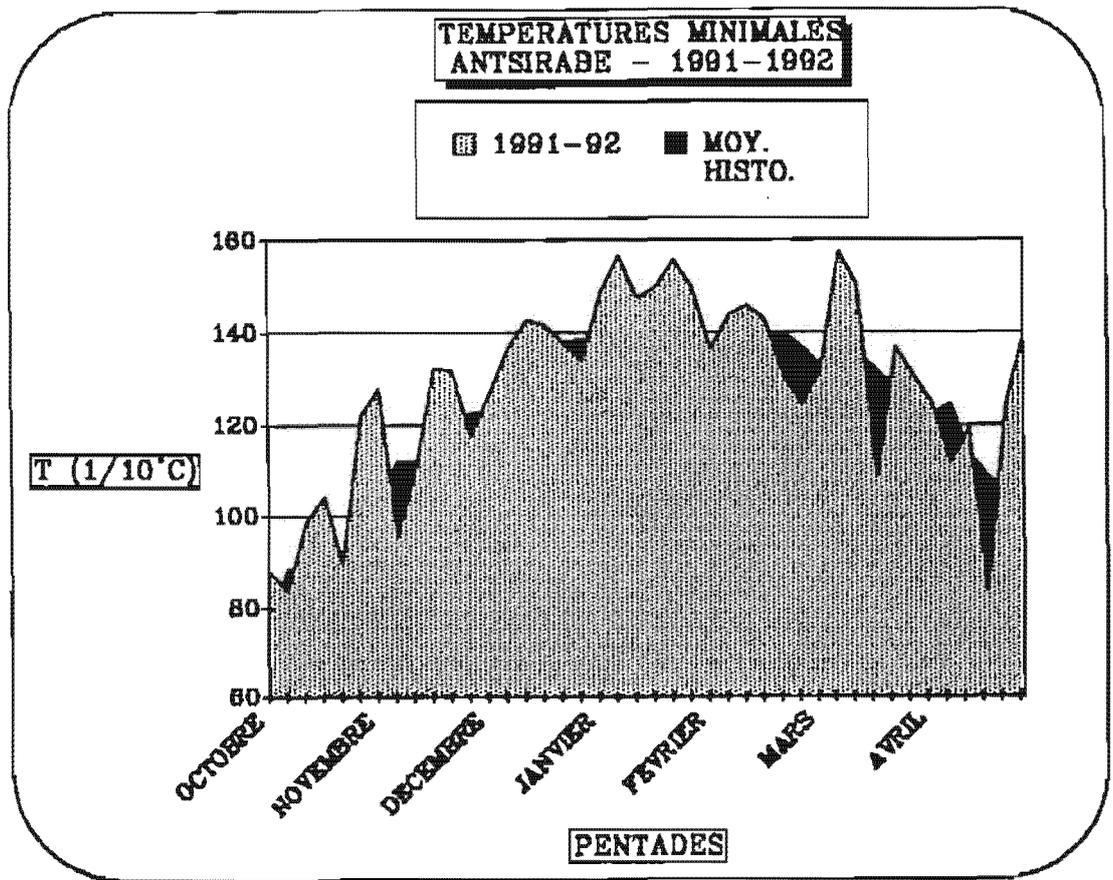


FIGURE 3

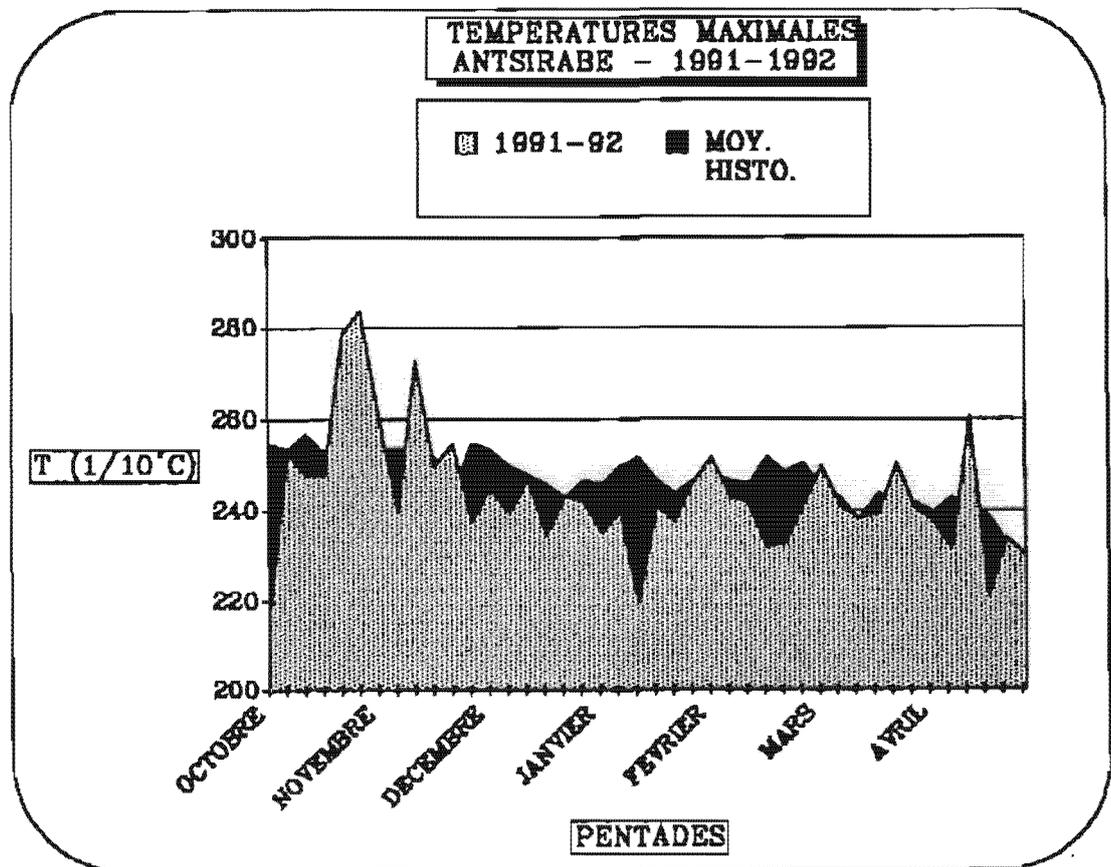


FIGURE 4

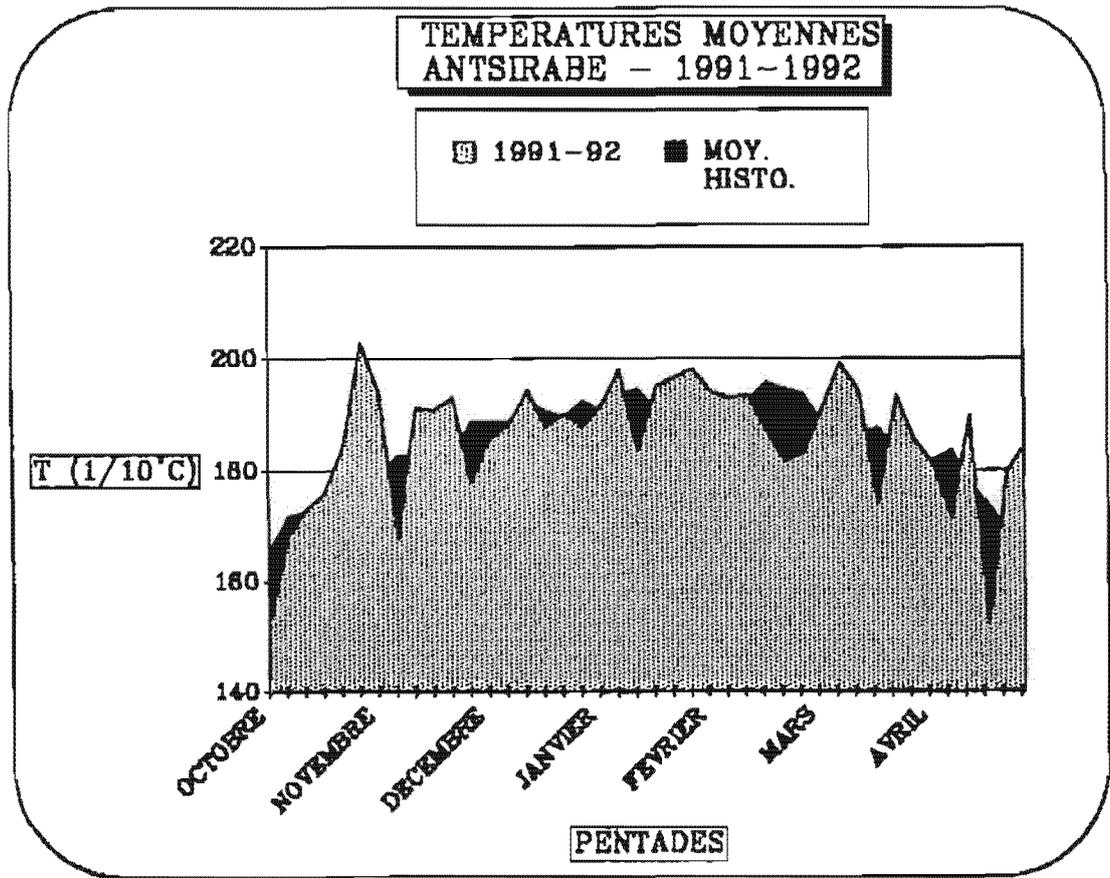


FIGURE 5

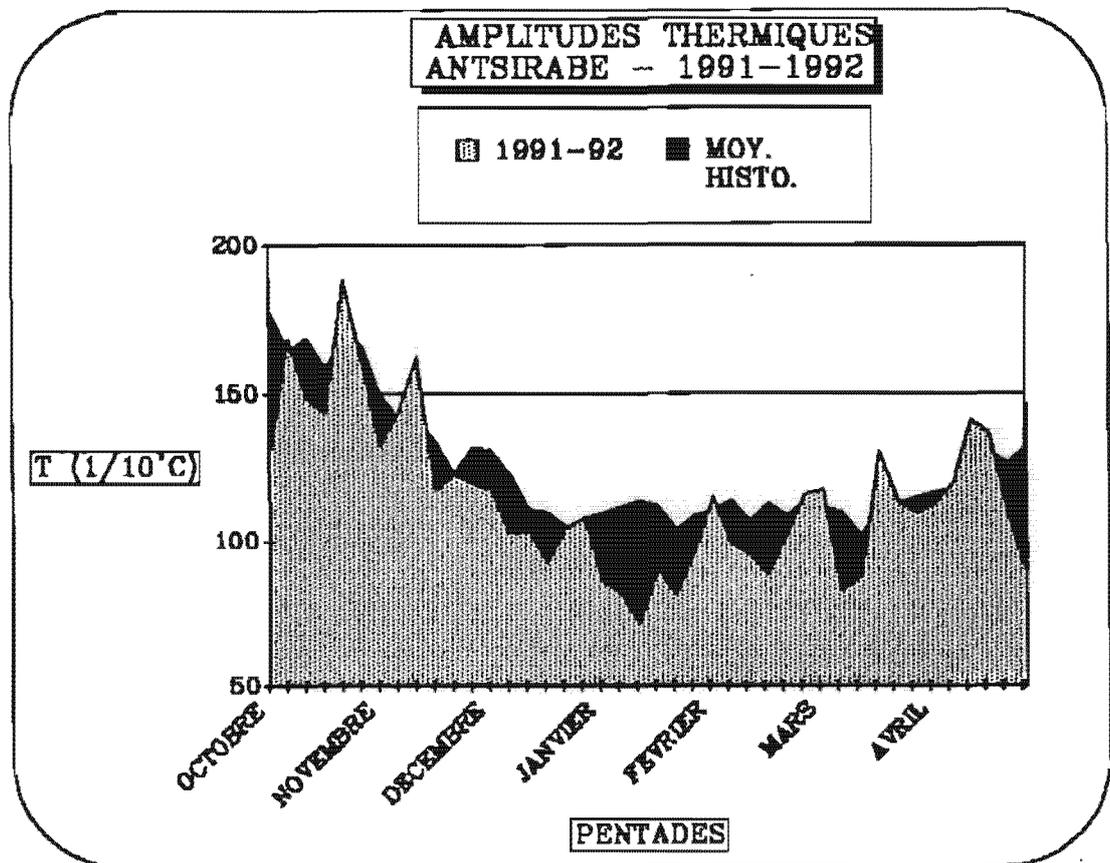


FIGURE 6

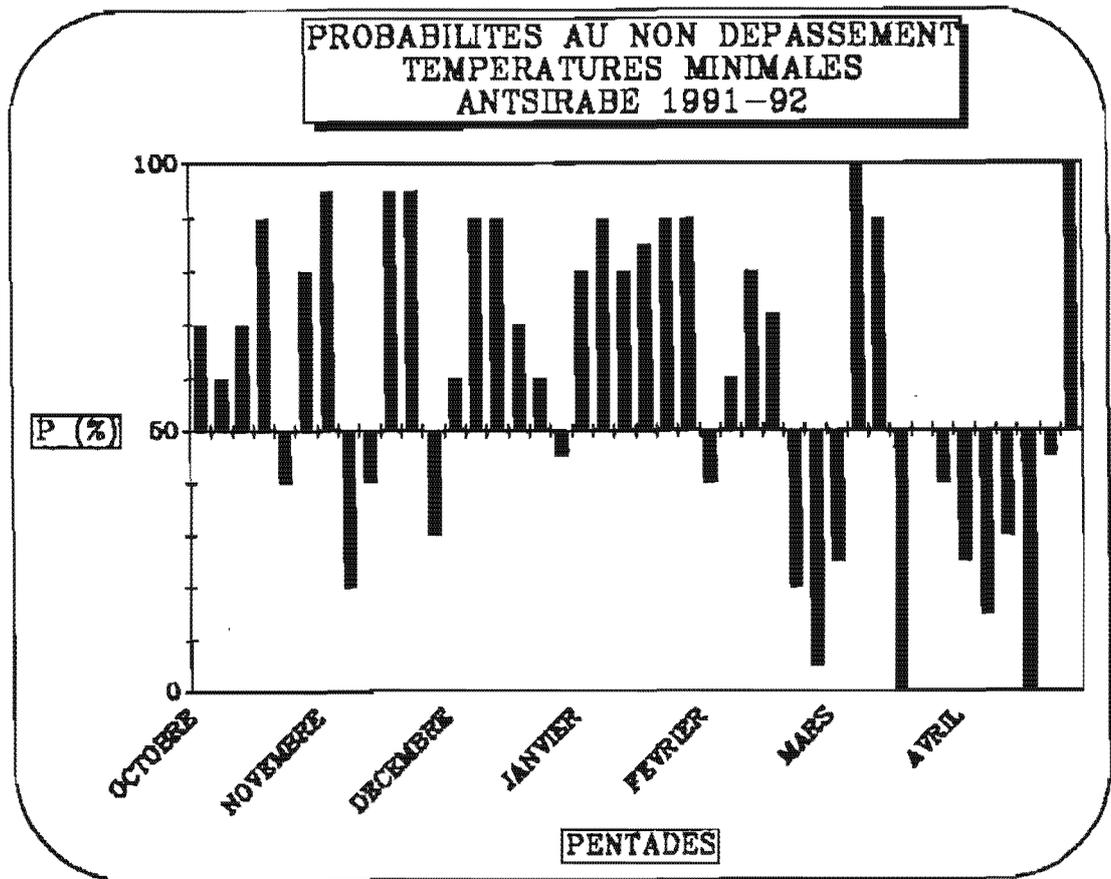


FIGURE 7

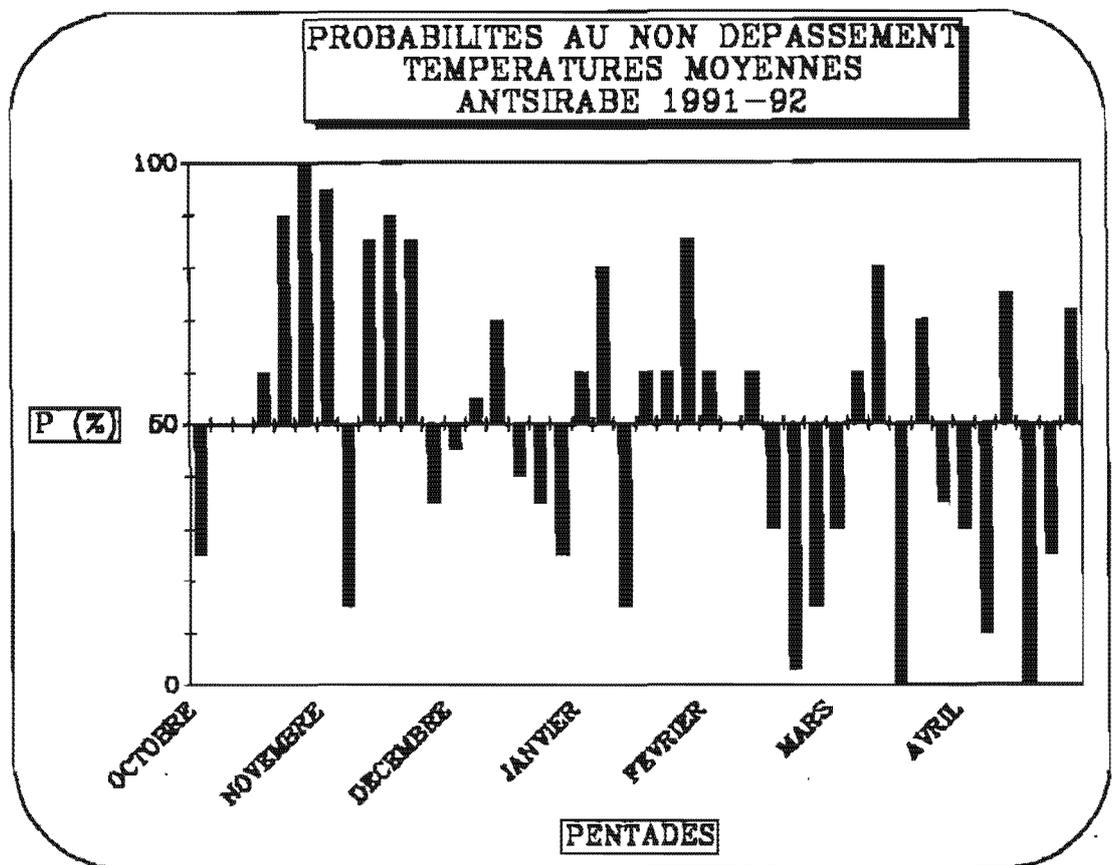
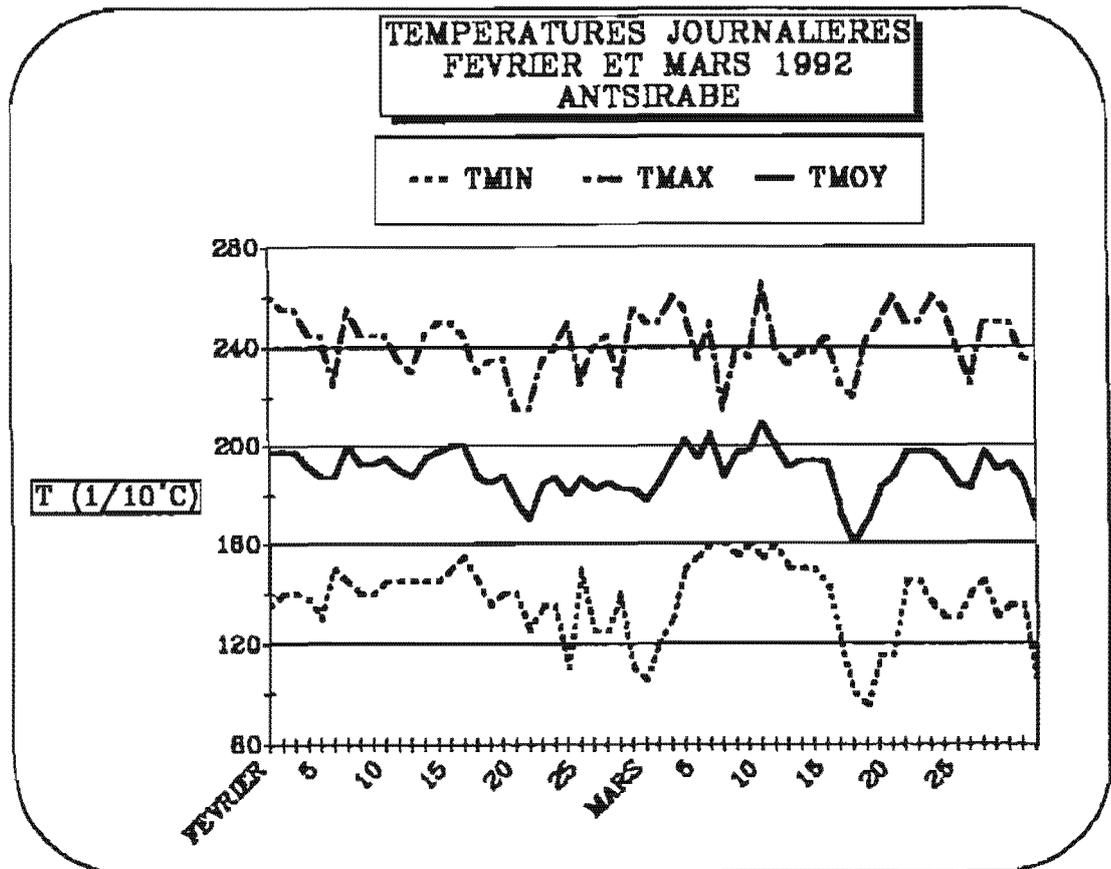


FIGURE 8



d'apprécier la représentativité de la campagne du point de vue des températures. Cette représentativité est évaluée à partir de la station d'Antsirabe, car nous disposons, sur cette station, d'une étude fréquentielle réalisée à partir de 20 années d'observations. Les probabilités sont exprimées par rapport aux moyennes historiques correspondant à la probabilité 50 %. L'écart par rapport à cet axe 50 % traduit le caractère plus ou moins "exceptionnel" des valeurs observées.

Les températures minimales ont été nettement supérieures aux moyennes jusqu'à la deuxième quinzaine de Février et notamment durant les mois de décembre et janvier où les conditions observées correspondent à une fréquence comprise entre 80 % et 90 %, c'est à dire qu'elles n'ont été dépassées que 1 ou 2 fois en 10 ans. Par la suite, la situation inverse s'est produite et on a connu des conditions exceptionnellement fraîches.

Les températures moyennes sont plus nuancées en début de campagne, mais présentent des faibles valeurs à partir de la même période.

La figure 8 représente les températures minimales, maximales et moyennes quotidiennes observées durant les mois de Février et Mars. On remarquera deux périodes de froid (températures minimales et moyennes) s'étalant environ :

- \* du 10 février au 3 mars,
- \* du 17 au 22 mars.

Nous reparlerons par la suite de l'influence de ces conditions sur le développement du riz.

### 2.1.2 LA PLUVIOMETRIE

La figure 9 montre la pluviométrie pentadaire de la campagne comparativement aux moyennes historiques et au quintile 50 %. La figure 10 traduit la pluviométrie cumulée.

On retiendra 3 points importants:

\* la difficile mise en place de la saison des pluies. Les premières précipitations n'ont eu lieu que début novembre alors qu'on préconise de semer le riz pluvial au plus tôt (si possible fin octobre) afin d'éviter les risques de froid et sécheresse de fin de cycle. De plus, ces premières pluies ont été suivies d'une période sèche d'un dizaine de jours. Si les semis n'avaient pu être réalisés au début du mois, il aurait fallu attendre fin novembre pour les pratiquer dans des conditions satisfaisantes.

\* la forte intensité des premières pluies qui, à cause de la présence d'une couche de battance qu'elles ont provoquée, ont perturbé la

FIGURE 9

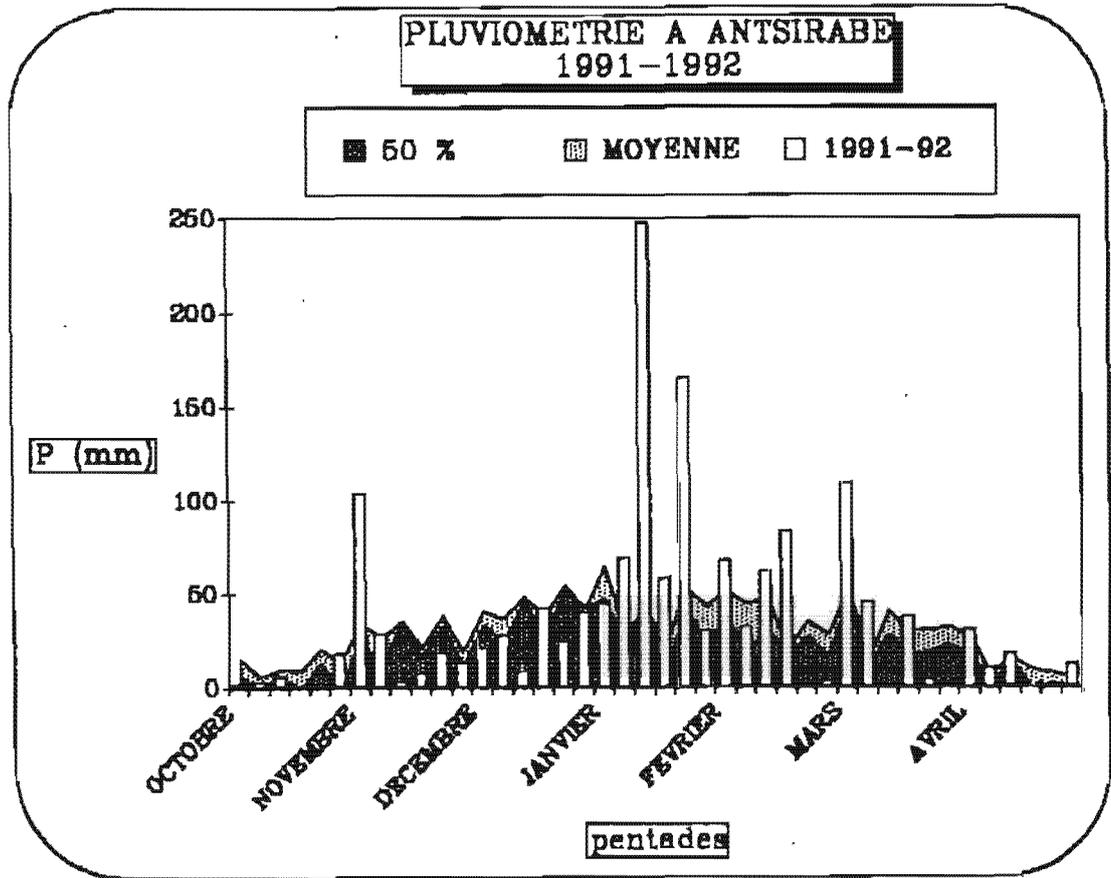


FIGURE 10

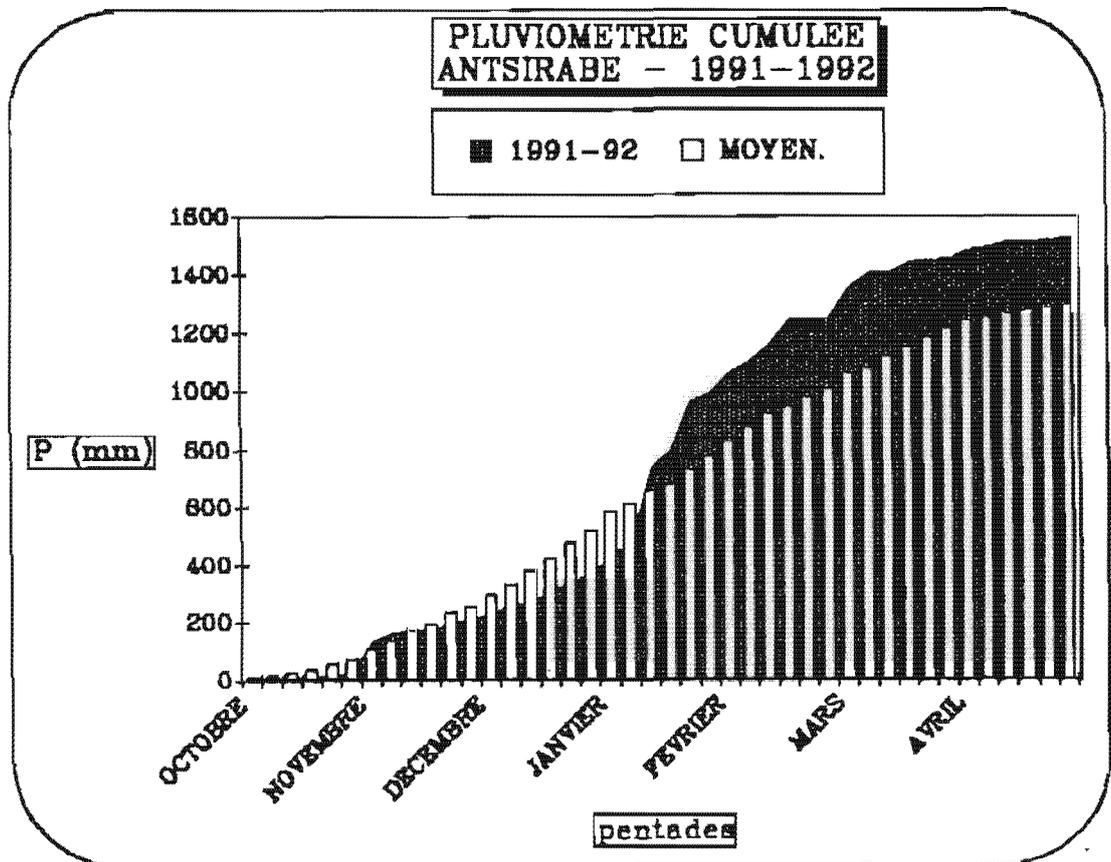


FIGURE 11

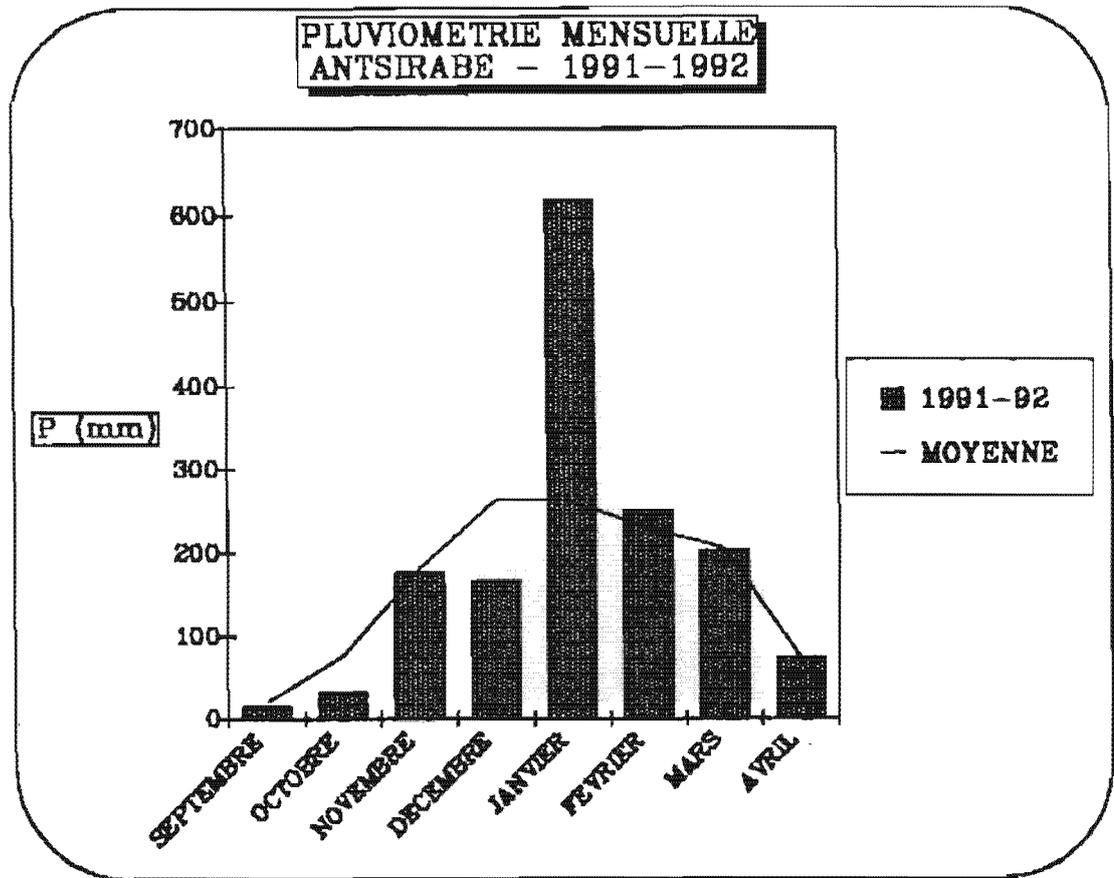
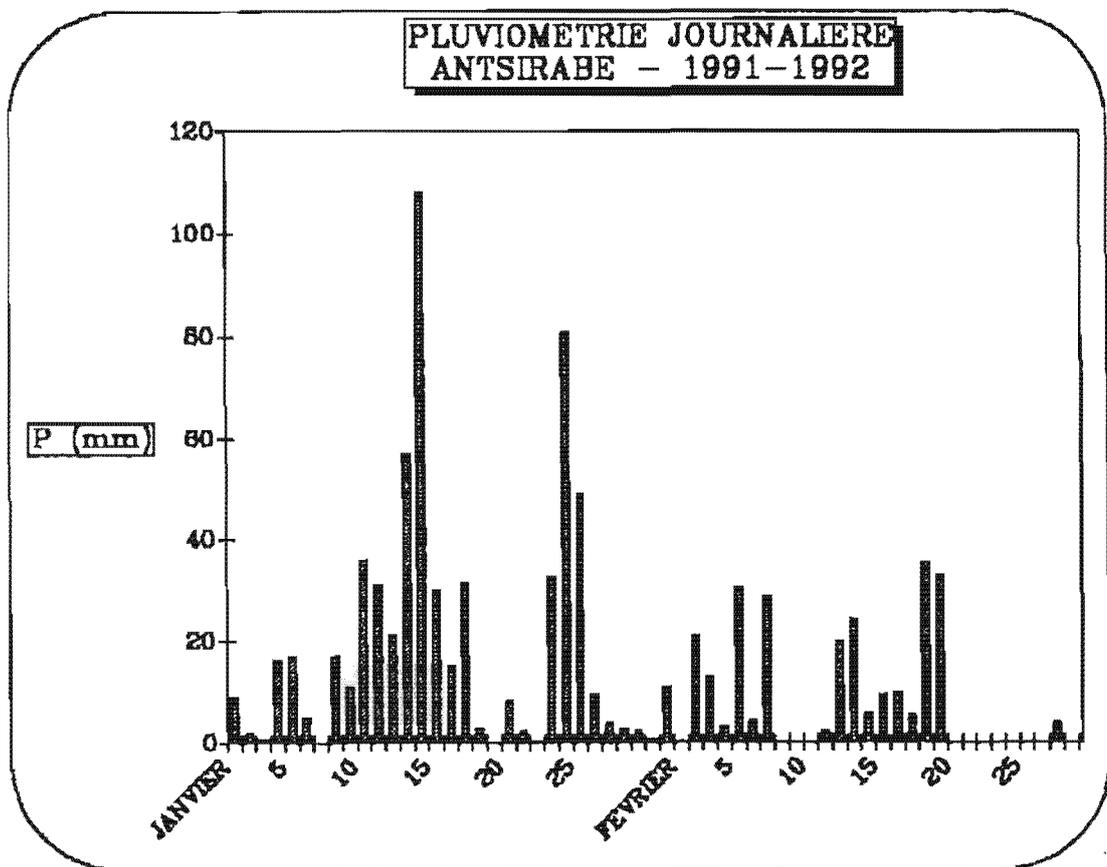


FIGURE 12



levée des jeunes plantules.

\* les très fortes pluies observées au mois de janvier.

La figure 11 montre les valeurs mensuelles comparativement aux moyennes. On notera les observations précédentes, à savoir un début de saison plutôt déficitaire et une fin de saison excédentaire. Si les quantités totales sont largement supérieures aux moyennes (voir Figure 10), le problème de la distribution des pluies (notamment en début de saison) est, une fois de plus, mis en évidence. Nous en reparlerons plus loin.

La Figure 12 traduit les précipitations journalières observées en janvier et février. Elle montre la forte pluviométrie rencontrée et, toujours, l'existence d'une période sèche fin février.

## 2.2 VINANINONY

### 2.2.1 LES TEMPERATURES

Les figures 13 à 16 traduisent les conditions de températures minimales, maximales et moyennes ainsi que les amplitudes thermiques pentadaires observées à Vinaninony durant la campagne et comparativement aux moyennes sur 7 ans recueillies depuis le début du projet.

Les mêmes observations que pour Antsirabe peuvent être formulées. Cependant les différences par rapport aux moyennes sont plus nuancées. Ceci s'expliquent par le fait que les observations sont réalisées en rizières et que le rôle tampon de la nappe d'eau limite les variations des températures minimales. De plus, pour les températures maximales, la couverture nuageuse est toujours importante à haute altitude, même en année "moyenne". Nous reparlerons plus loin de ces deux aspects. On retiendra, tout de même, les faibles températures minimales et moyennes à partir du mois de février.

La figure 17 représente les températures journalières durant les mois de Février et Mars. On notera les faibles températures minimales et moyennes fin Février et durant la deuxième quinzaine de Mars.

### 2.2.2 LES AUTRES DONNEES

Les figures 18 à 21 traduisent les températures dans le sol (à 20 cm et à 7 H le matin), l'insolation, les hygrométries minimales et maximales, ainsi que le vent parcouru par jour en moyennes pentadaires.

On retiendra les mêmes observations que précédemment:

FIGURE 13

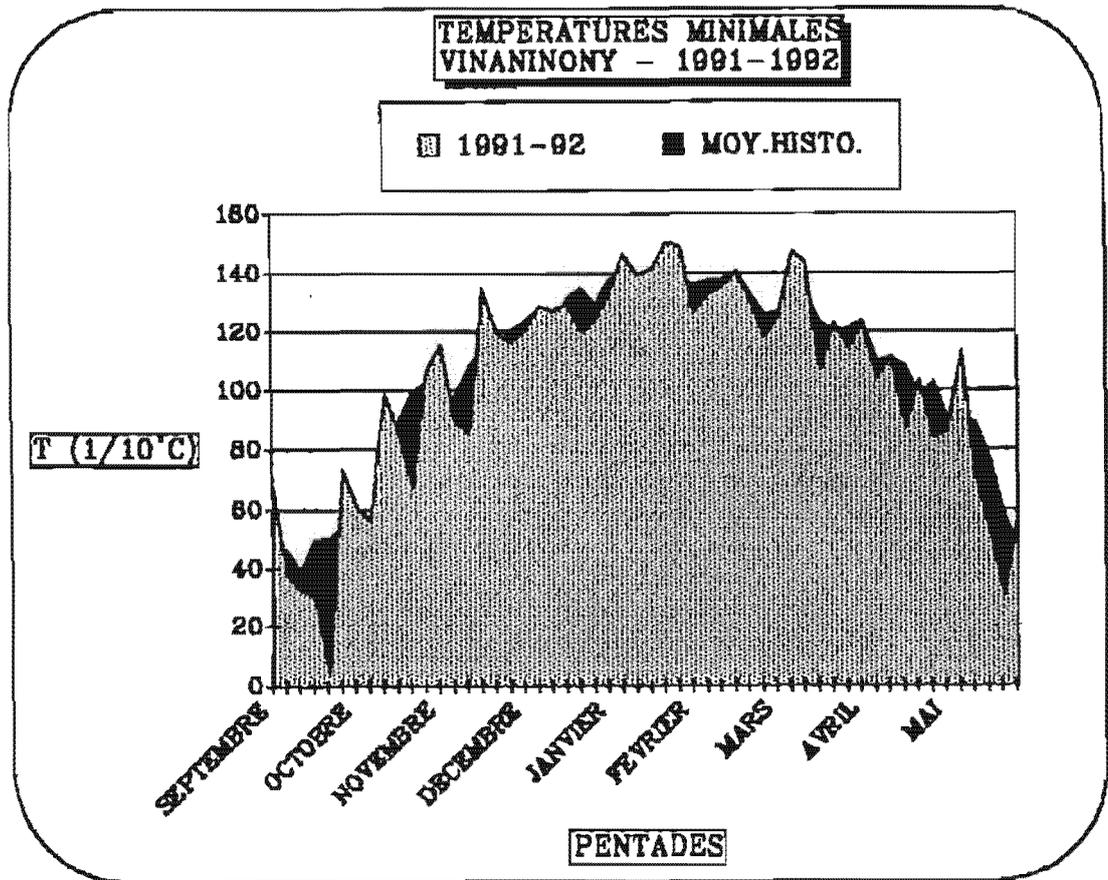


FIGURE 14

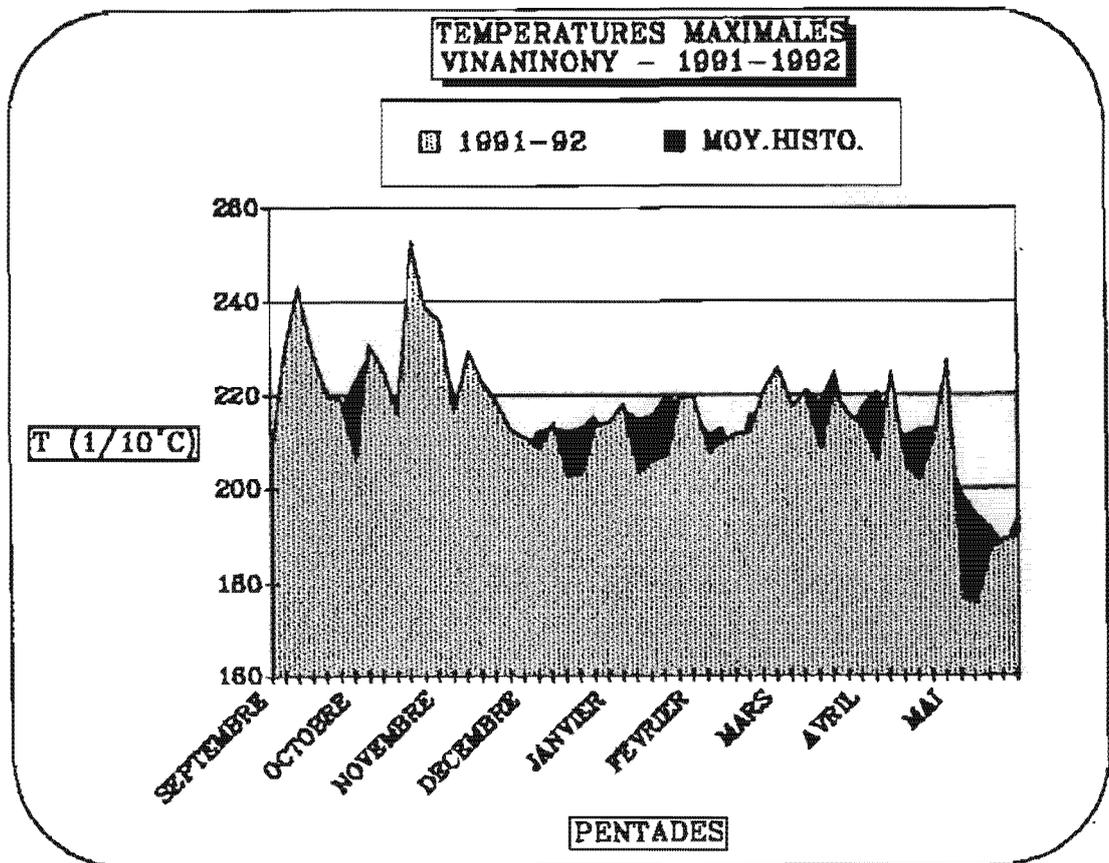


FIGURE 15

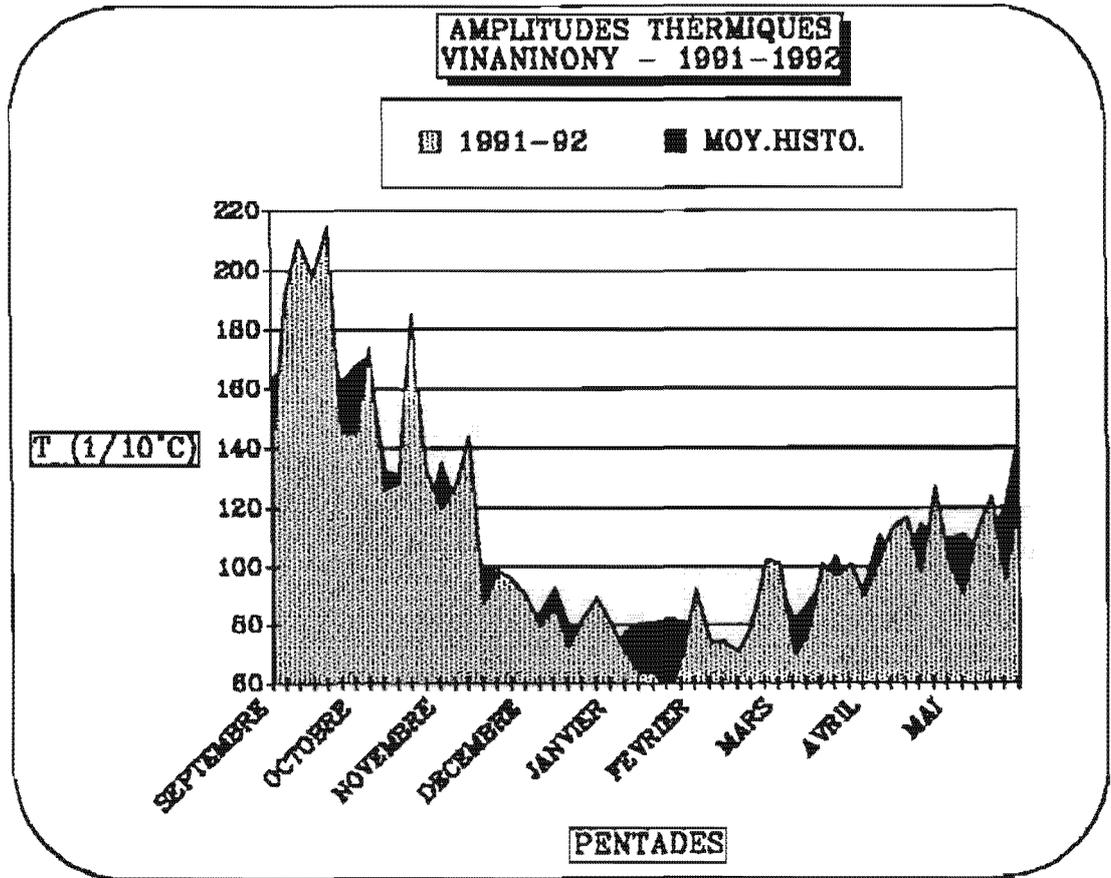


FIGURE 16

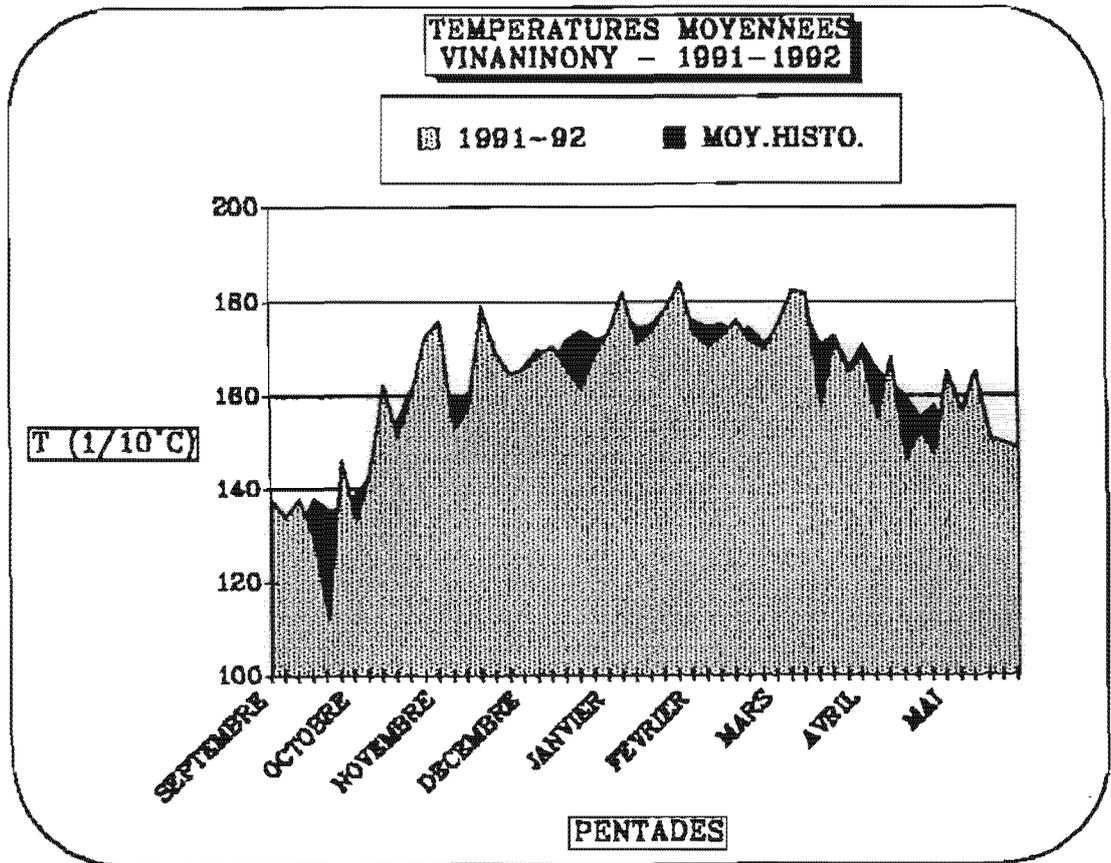


FIGURE 17

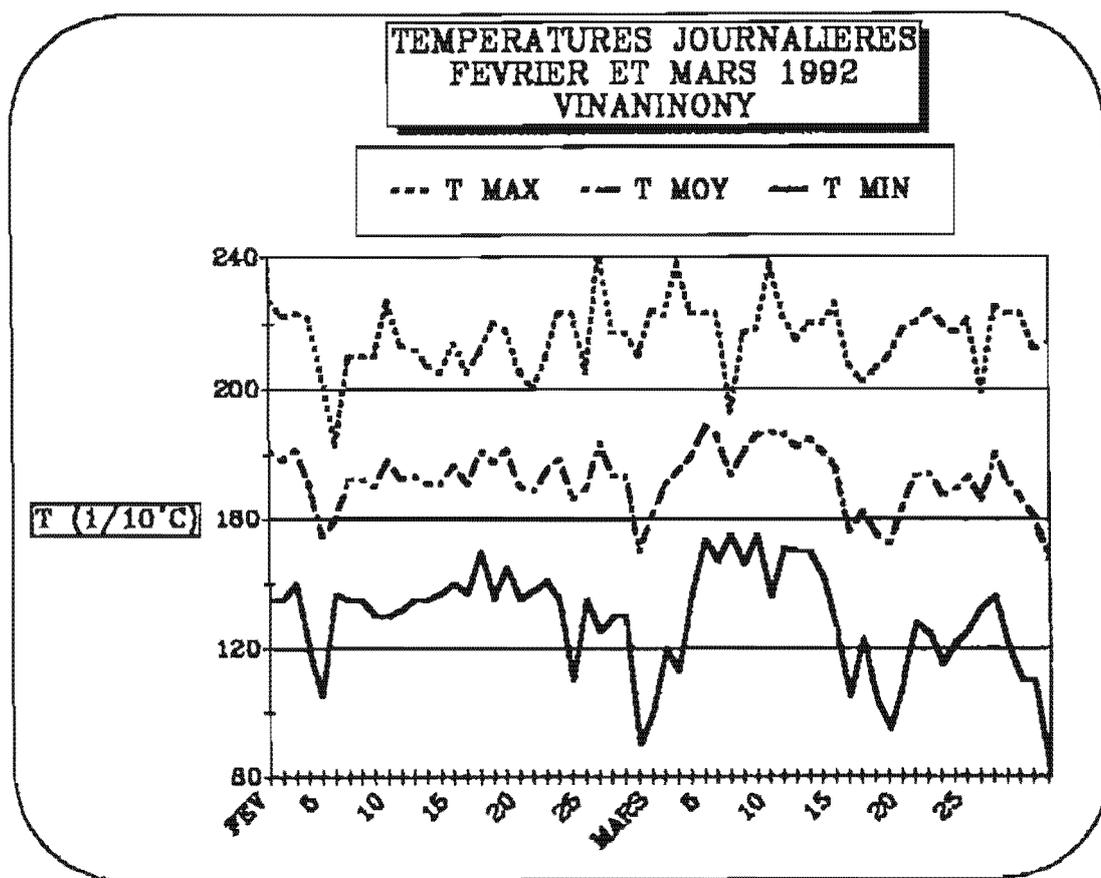


FIGURE 18

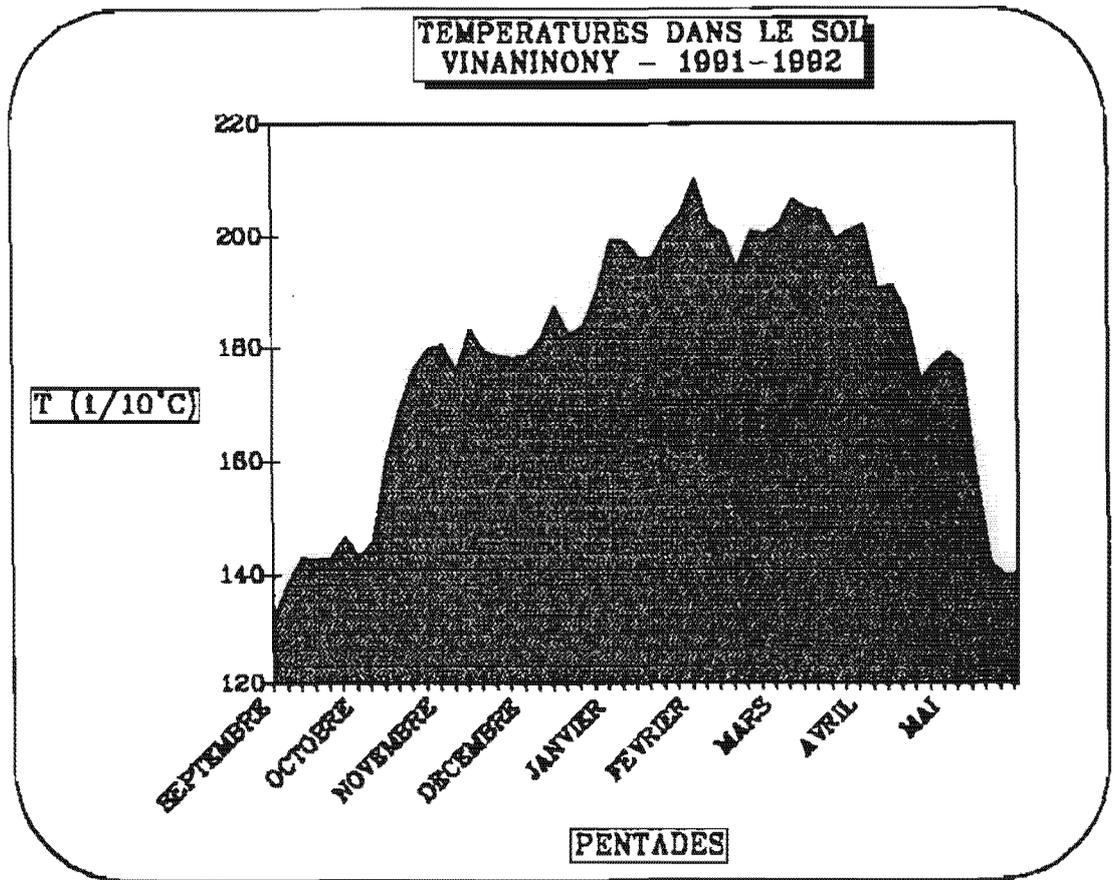


FIGURE 19

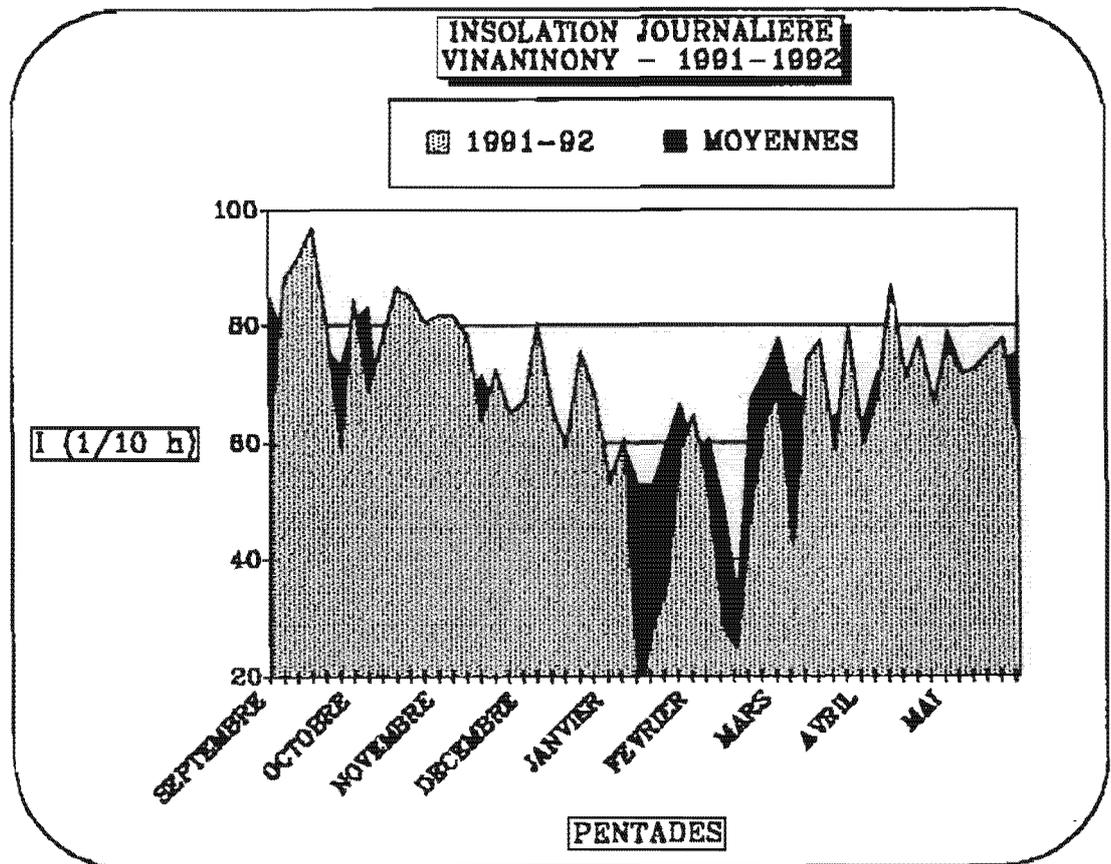


FIGURE 20

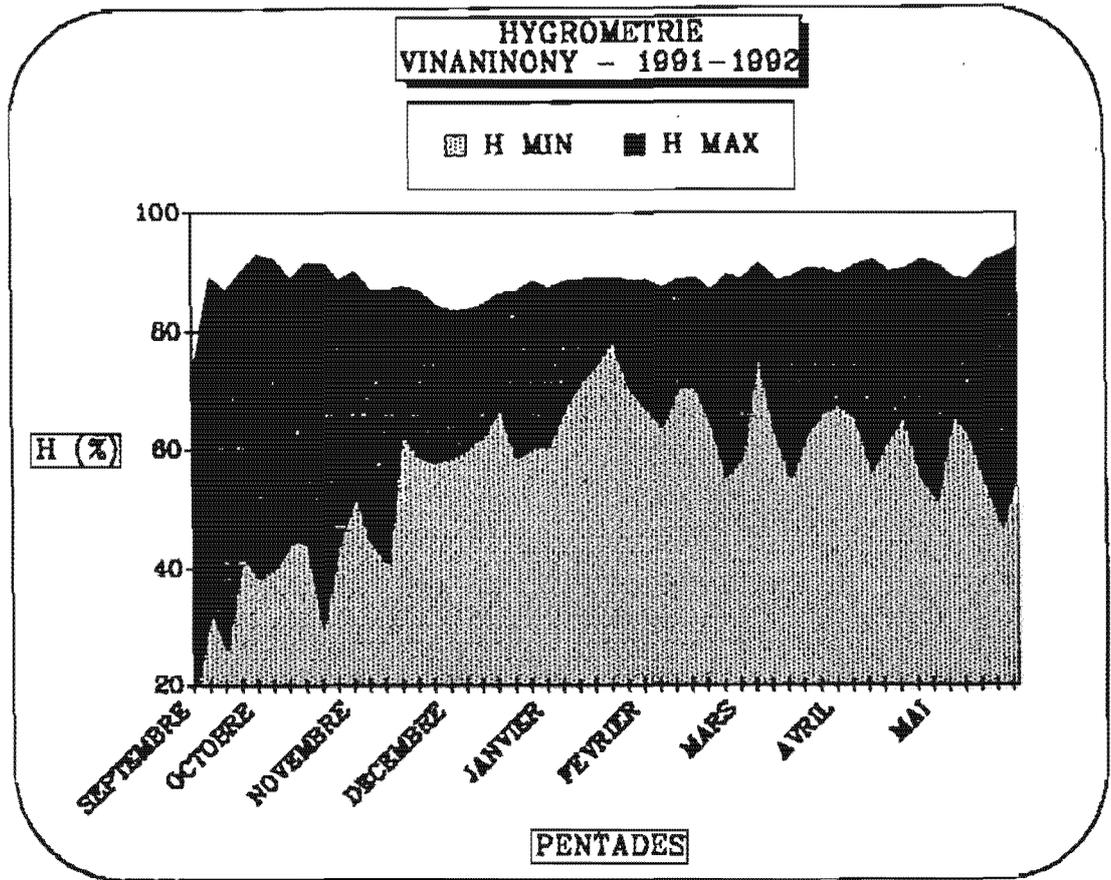
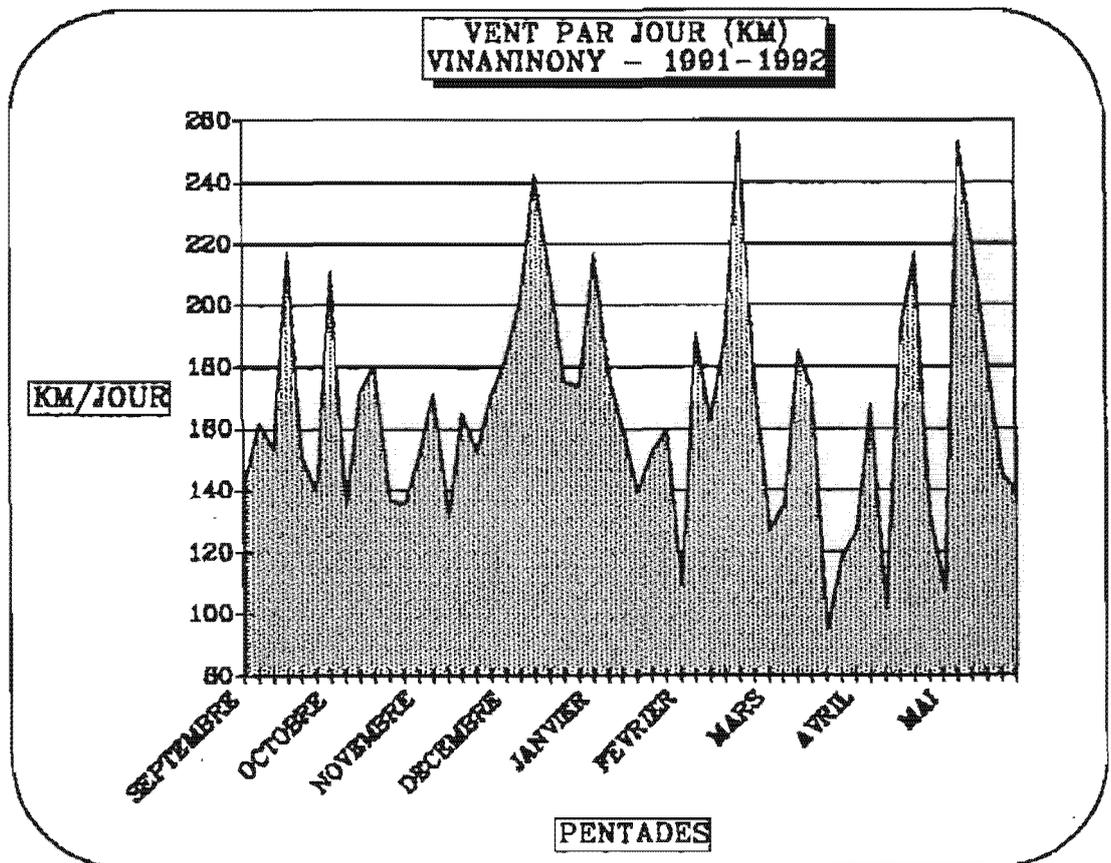


FIGURE 21



\* les températures dans le sol connaissent une forte baisse fin Février,

\* les températures et hygrométries minimales sont inversement reliées aux conditions d'insolation,

\* les températures maximales et les amplitudes thermiques sont reliées directement à l'insolation,

Ces dernières remarques montrent l'importance de la couverture nuageuse sur les différentes données climatiques. Pour illustrer ceci, nous avons considéré la période s'étalant du mois de décembre au mois de mars et regrouper les données pentadaires des 7 campagnes depuis le début du projet.

Les figures 22 à 25 traduisent les corrélations positives ou négatives entre les variations, d'une part, des températures minimales et maximales, des amplitudes thermiques et hygrométries minimales, et, d'autre part, les variations des conditions d'insolation.

### 2.3 LES VARIATIONS DES DONNÉES CLIMATIQUES AVEC L'ALTITUDE

Les figures 26 à 29 comparent les conditions de températures entre les stations de Vinaninony et Antsirabe. Pour Antsirabe, nous avons considéré les moyennes historiques sur 20 ans, et, pour Vinaninony, les moyennes sur les 7 campagnes.

Nous remarquerons que les températures minimales diffèrent peu entre les deux stations. Ceci s'explique par le fait du rôle tampon de la nappe d'eau en rizières à Vinaninony qui limite le refroidissement de l'air durant la nuit. De plus, la couverture nuageuse présente en altitude limite le rayonnement nocturne.

Par contre, les températures maximales sont nettement inférieures à Vinaninony. Ceci s'explique aussi par l'effet tampon de la nappe d'eau, mais aussi par le fait de la couverture nuageuse qui s'installe plus tôt en altitude et limite l'élévation des températures l'après-midi.

De ce fait, les températures moyennes sont plus faibles à Vinaninony de l'ordre de 2 °C environ, ce qui correspond à ce qui est généralement admis en ce qui concerne la baisse des températures avec l'altitude (0,6 °C pour 100 m d'élévation).

L'effet couverture nuageuse et rôle tampon de la nappe d'eau expliquent les plus fortes amplitudes thermiques observées à Antsirabe.

FIGURE 22

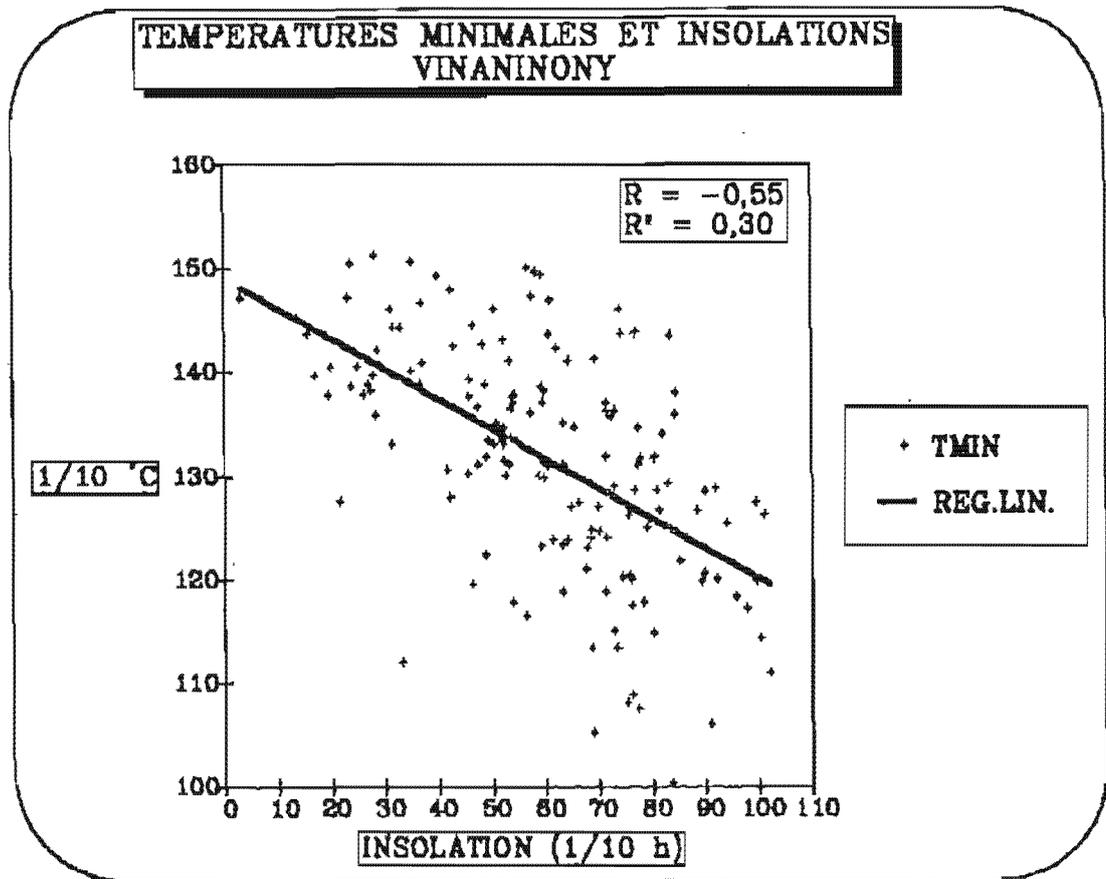


FIGURE 23

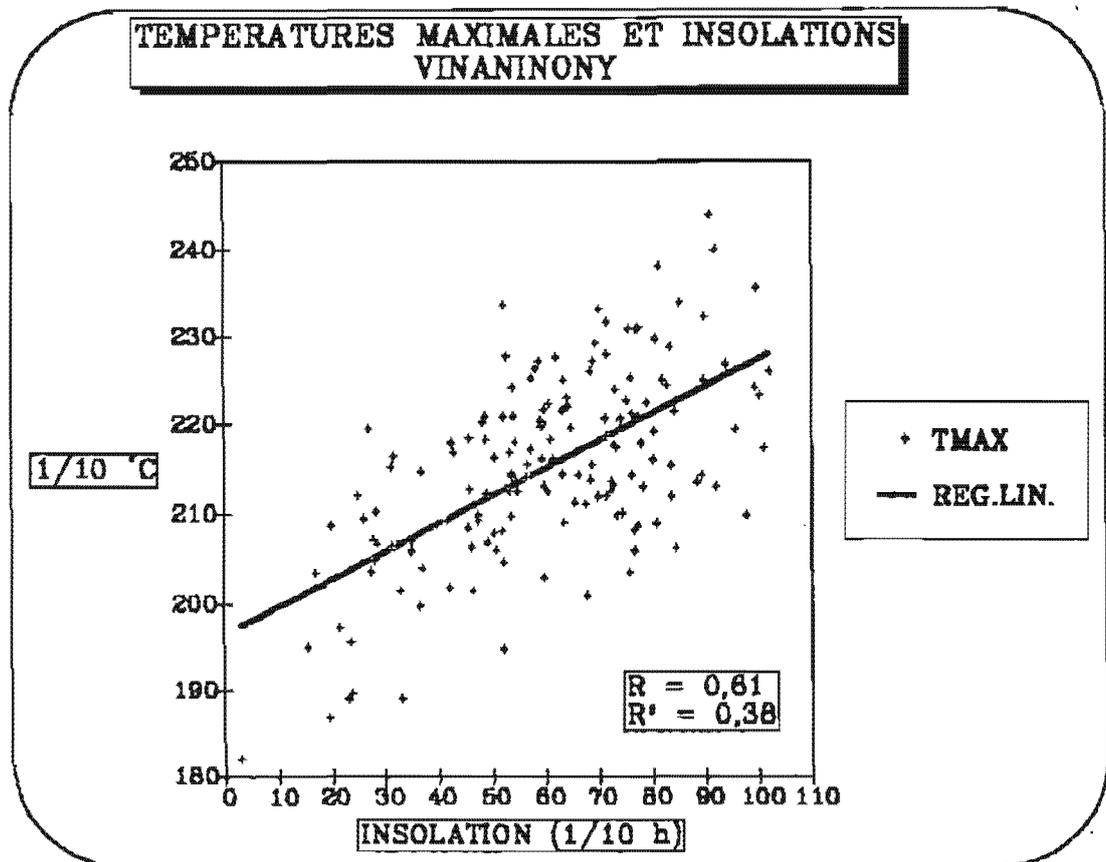


FIGURE 24

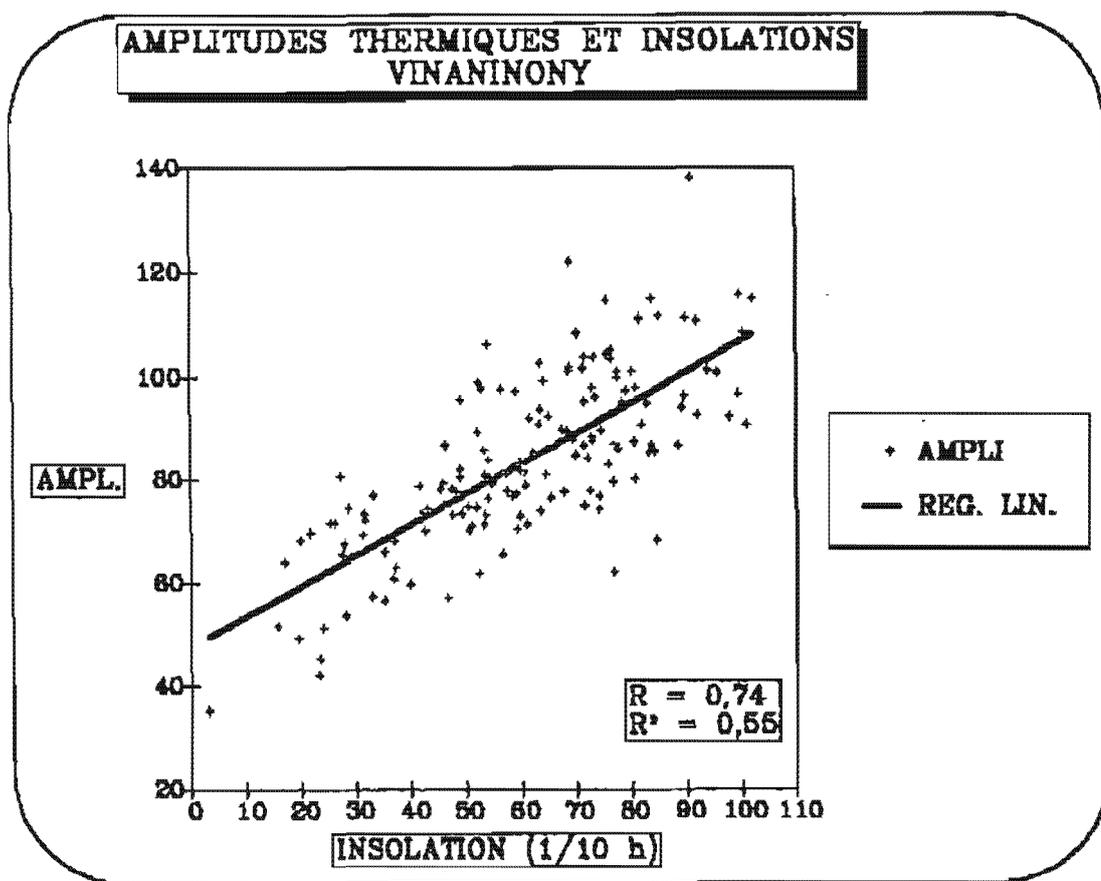


FIGURE 25

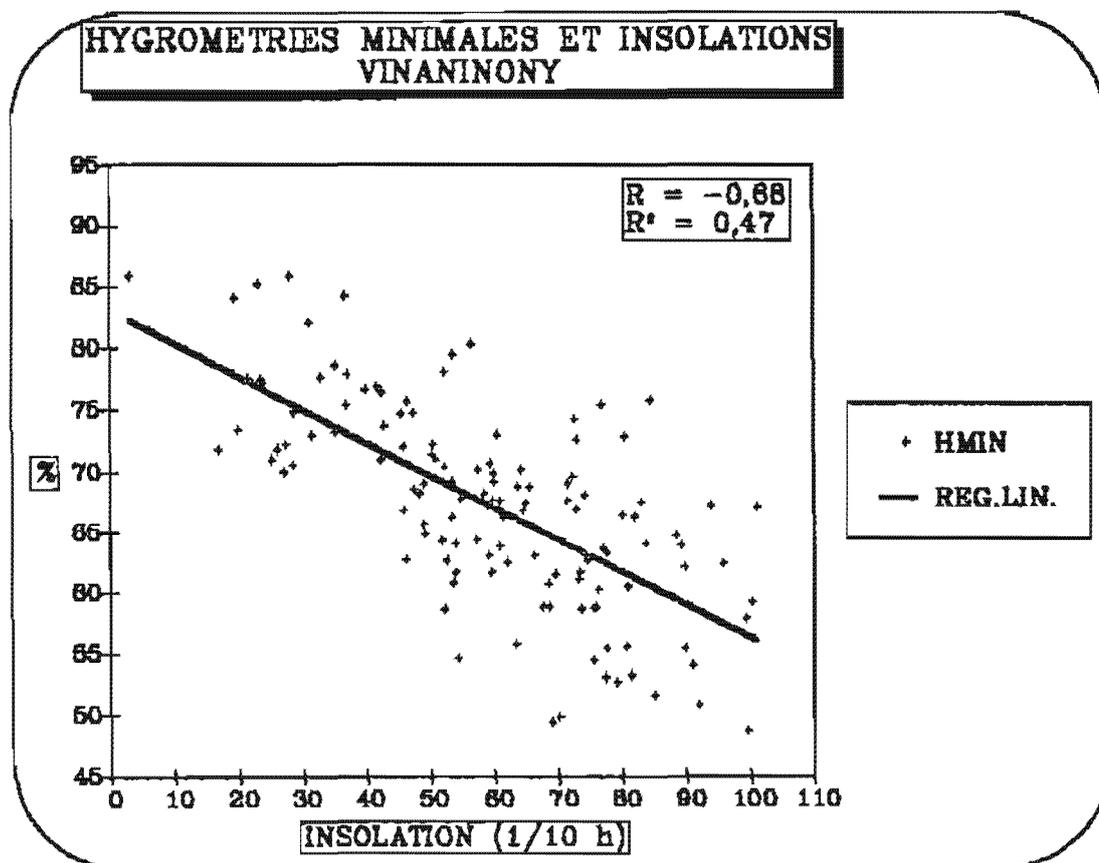


FIGURE 26

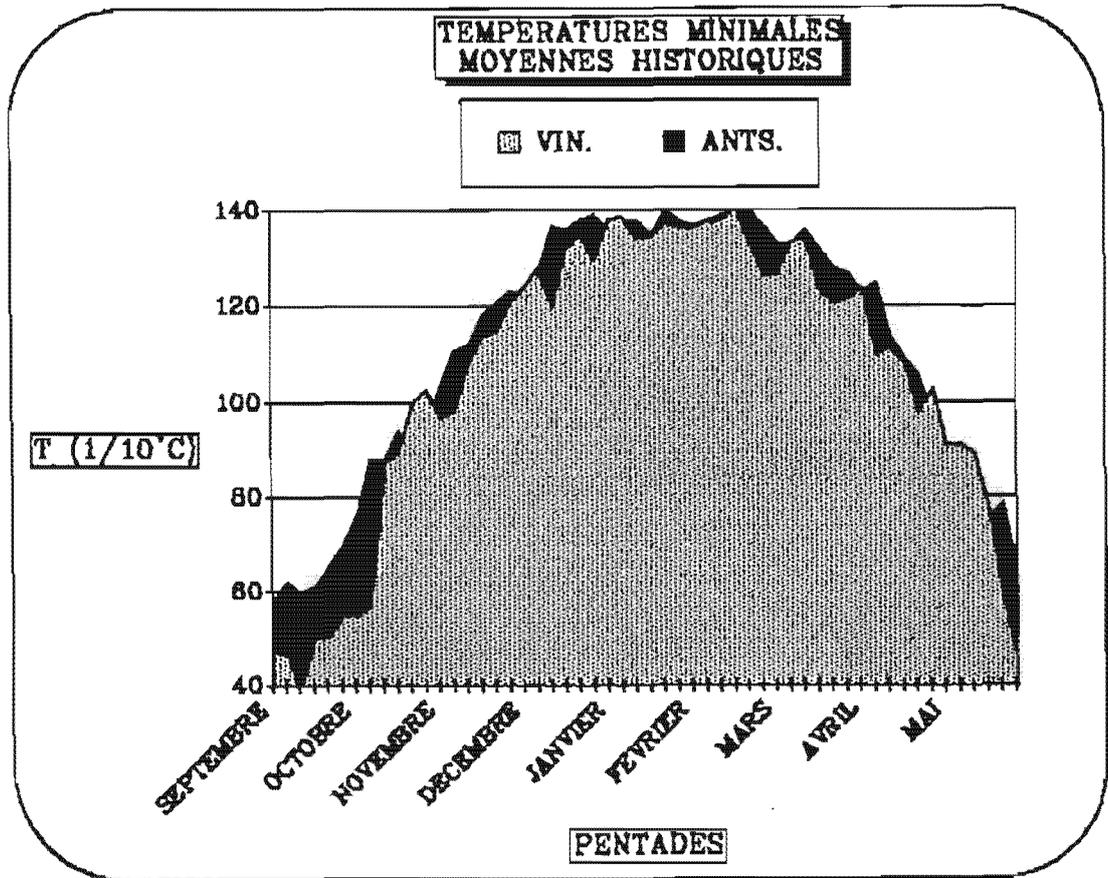


FIGURE 27

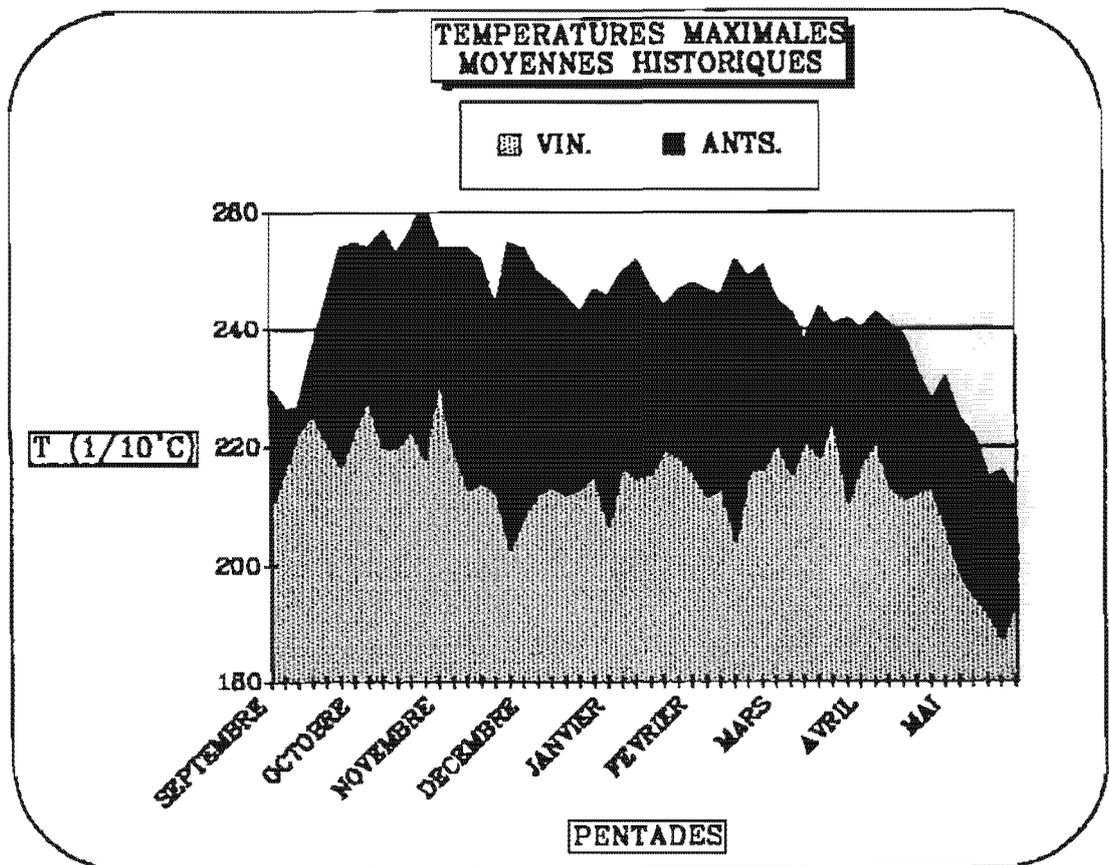


FIGURE 28

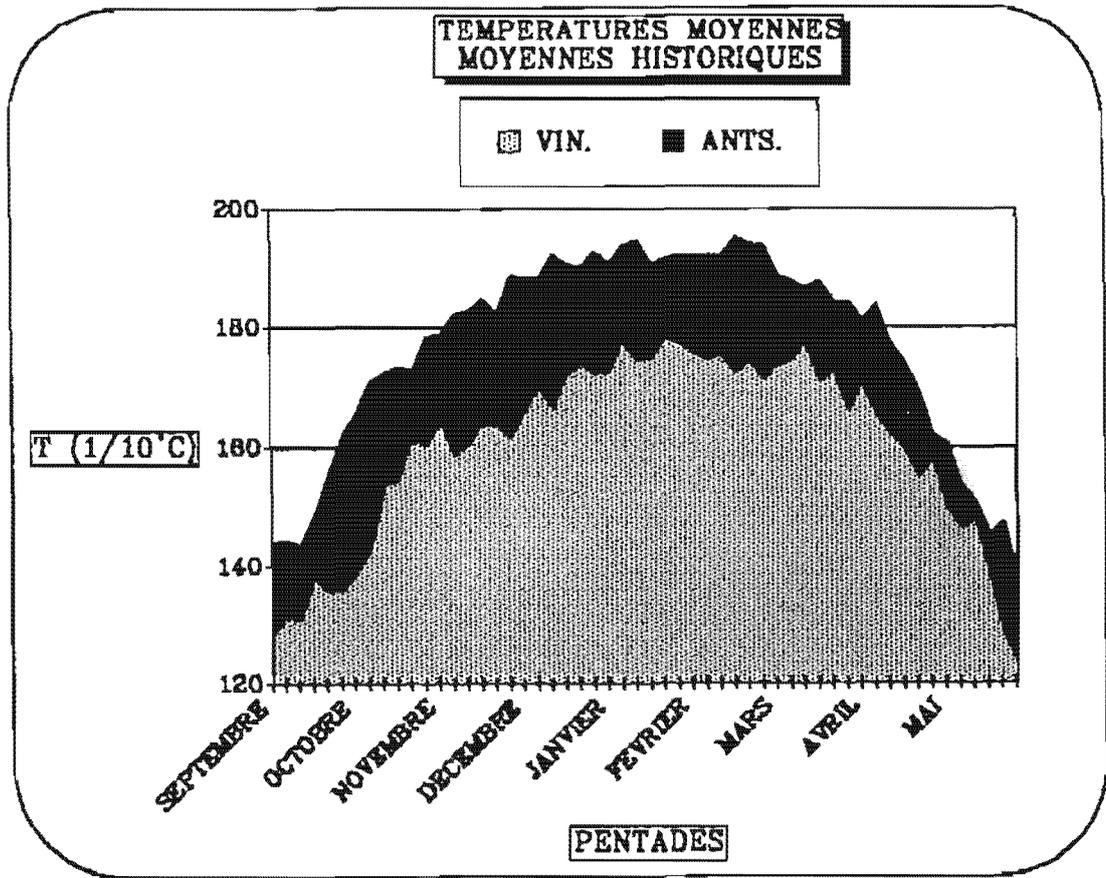
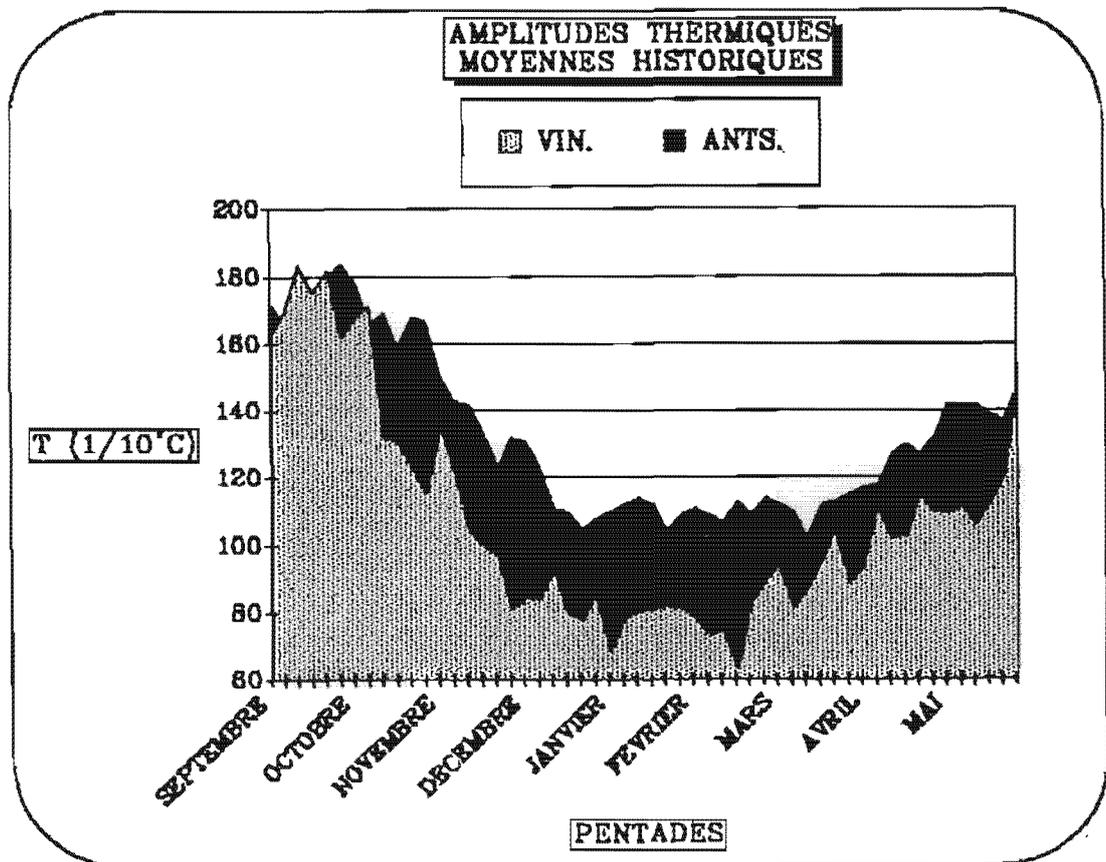


FIGURE 29



## 2.4 ACTIONS LIMITANTES

Nous allons considérer ici quelques remarques générales sur les actions limitantes du climat en relation avec la riziculture pluviale et aquatique d'altitude.

Il s'agira notamment de la répartition des pluies et des températures froides.

### 2.4.1 LA REPARTITION DES PLUIES

#### 2.4.1.1 Le début de la saison des pluies

La figure 30 montre les conditions moyennes mensuelles de la pluviométrie et de l'évapotranspiration potentielle (moyennes sur 20 ans).

Ces données permettent d'établir un calendrier cultural envisageable, et notamment de situer la période pré-humide ( $ETP/2 < P < ETP$ ), période de semis, du 17 octobre au 9 novembre.

Les premières campagnes semblaient confirmer ce point. Il était donc préconisé de semer au plus tôt afin d'éviter des risques de froid et de sécheresse de fin de cycle, notamment pour des variétés tardives. La deuxième quinzaine d'octobre était envisagée pour les semis.

Cependant, la figure 31 montre les conditions réelles rencontrées pour 6 campagnes. On observera la mauvaise régularité de la mise en place de la saison des pluies. Pour 4 années, il y a eu des premières pluies suivies d'une période sèche de 10 à 15 jours. Cette période peut être néfaste, d'une part, à la germination des graines, et, d'autre part, à une bonne levée s'il y a eu formation d'une croûte de battance. Les semis réalisés durant les premières pluies ont donc subi des risques importants de mauvaise installation du riz, alors qu'on sait que cette première phase de croissance est primordiale pour la réussite de la culture (vitesse d'enracinement en profondeur pour la résistance à la sécheresse, couverture du sol pour limiter les adventices...).

Pour les deux dernières campagnes, on a pu noter un décalage dans le temps de l'apparition de ces premières pluies. Ceci a entraîné un décalage des dates de semis au mois de novembre. Et en 1991, on a même pu observer de mauvais taux de germination sur des semis tardifs (15-20 novembre) en période sèche.

Ces différentes observations montrent la difficulté de cerner au mieux les dates de semis les plus favorables. Pour les populations et variétés tardives, il conviendra, peut-être, de rechercher les dates les plus précoces, en sachant que les risques de mauvaise croissance seront plus forts. Pour les

FIGURE 30

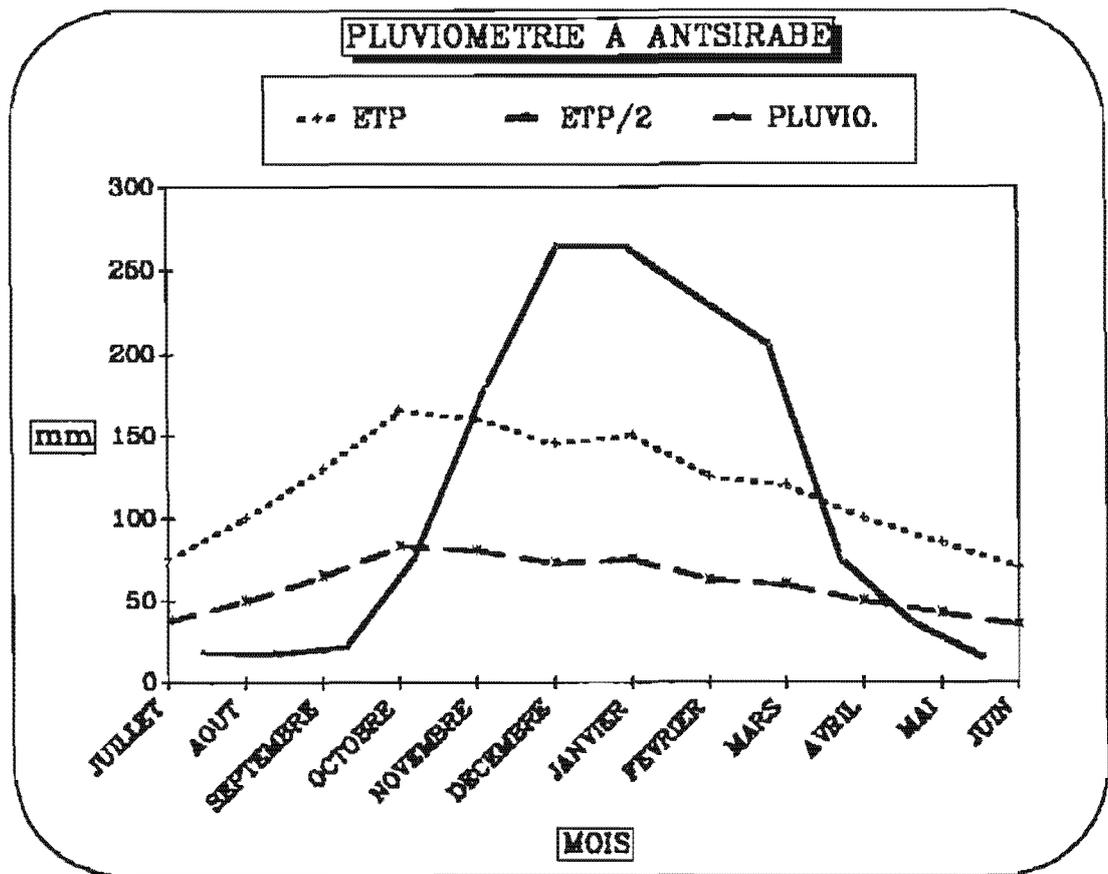
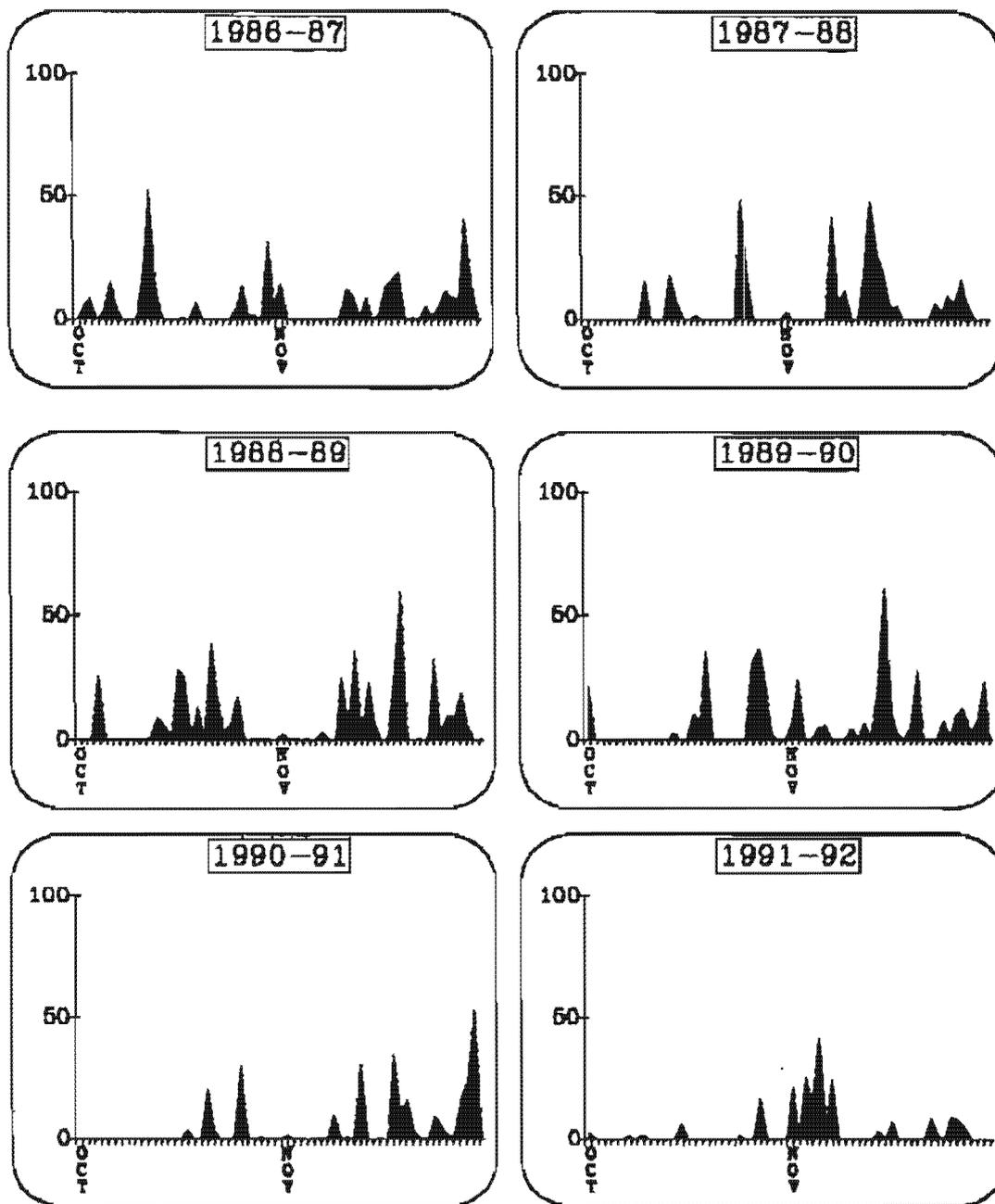


FIGURE 31

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE  
ANTSIRABE  
DU  
1<sup>er</sup> OCTOBRE  
AU  
30 NOVEMBRE



variétés précoces, il faudra, peut-être, décaler les semis au mois de novembre pour assurer au mieux l'installation de la culture.

Cependant, des observations réalisées durant les deux dernières campagnes laissent supposer un effet dépressif des dates de semis tardives en ce qui concerne les attaques de pyriculariose du cou des panicules. En effet, ces attaques semblent survenir de façon très rapide à une période bien précise (peut-être en relation avec des conditions climatiques particulières). Si cela se vérifiait, il conviendrait d'assurer que le remplissage des grains soit réalisé avant cette période. Seules des dates de semis précoces et des variétés à cycle court permettraient d'éviter ce problème.

La mauvaise installation de la saison des pluies perturbe de même la riziculture aquatique. En effet, des enquêtes réalisées par l'O.D.R./P.P.I. montrent une très forte variabilité des dates de repiquages avec un effet dépressif des dates tardives sur les rendements. Ceci s'explique par un mauvais contrôle de l'eau et, de ce fait, une forte dépendance des conditions pluviométriques pour réaliser des repiquages pratiquement "sous pluies" (D. ROLLIN).

Cet état de fait peut être vérifié par le bilan hydrique simplifié (en négligeant percolation et pertes latérales) en considérant que ce bilan doit être excédentaire de 100 mm. La figure 32 traduit ces bilans pour 6 campagnes. Les dates de repiquages théoriques ont été:

- \* 1986, 30 novembre,
- \* 1987, 20 décembre,
- \* 1988 et 1989, 20 novembre,
- \* 1990, 15 décembre,
- \* 1991, 10 janvier 1992.

Ces dates sont très proches de celles effectivement observées sur le terrain. Comme il est très difficile de prévoir les dates potentielles et que les semis en pépinières sont réalisés à la même période, des dates de repiquages tardives se traduisent par des repiquages de plants trop âgés qui peuvent même avoir commencé à taller. Les riziculteurs compensent ceci par des densités de repiquages plus fortes mais les rendements s'en trouvent, quand même, perturbés.

#### 2.4.1.2 La répartition en cours de cycle

La figure 33 montre la distribution pentadaire moyenne des pluies, ainsi que les valeurs plus ou moins l'écart-type. Elle traduit la mauvaise distribution pendant les mois de janvier et février, correspondant à la phase sensible de reproduction du riz pluvial.

La figure 34 traduit les données journalières observées durant les 7 campagnes. Toutes les années ont connu une période sèche plus ou moins marquée pouvant s'étaler sur pratiquement 1 mois en 1990-91. Cette période sèche fluctue et peut se situer, selon les années, en janvier, février ou mars. L'utilisation de variétés à cycle court peut être intéressante mais ne constitue pas une pratique à 100 % de sécurité. En effet, en 1990-1991, cette sécheresse est survenue précocement (janvier) et a surtout perturbé les variétés précoces. Il conviendra donc, avant tout, de rechercher la tolérance à la sécheresse, se traduisant par des bons taux de fertilité. Cela nécessite la mise en place d'un dispositif multilocal et pluriannuel. On recherchera les lignées les plus plastiques, c'est à dire, celles présentant de bonnes fertilités des épillets et surtout une faible variabilité entre sites et années de culture.

#### 2.4.2 LES TEMPERATURES FROIDES

Les températures froides ont une action limitante en riziculture pluviale et aquatique. Pour le premier type de riziculture nous en reparlerons plus loin. Notons qu'elles interviennent sur l'allongement des cycles et sur les taux de stérilité, notamment lors de cette dernière campagne.

Nous allons, ici, présenter leurs actions limitantes sur une variété aquatique de moyenne altitude, Rojofotsy, cultivée à haute altitude. Pour cela, nous allons considérer les facteurs du rendement les plus fortement perturbés durant les campagnes sélectives et comparativement à une bonne saison (1986-1987).

Les facteurs du rendement affectés sont la fertilité des épillets et le poids de 100 grains (Tableau 1).

FIGURE 33

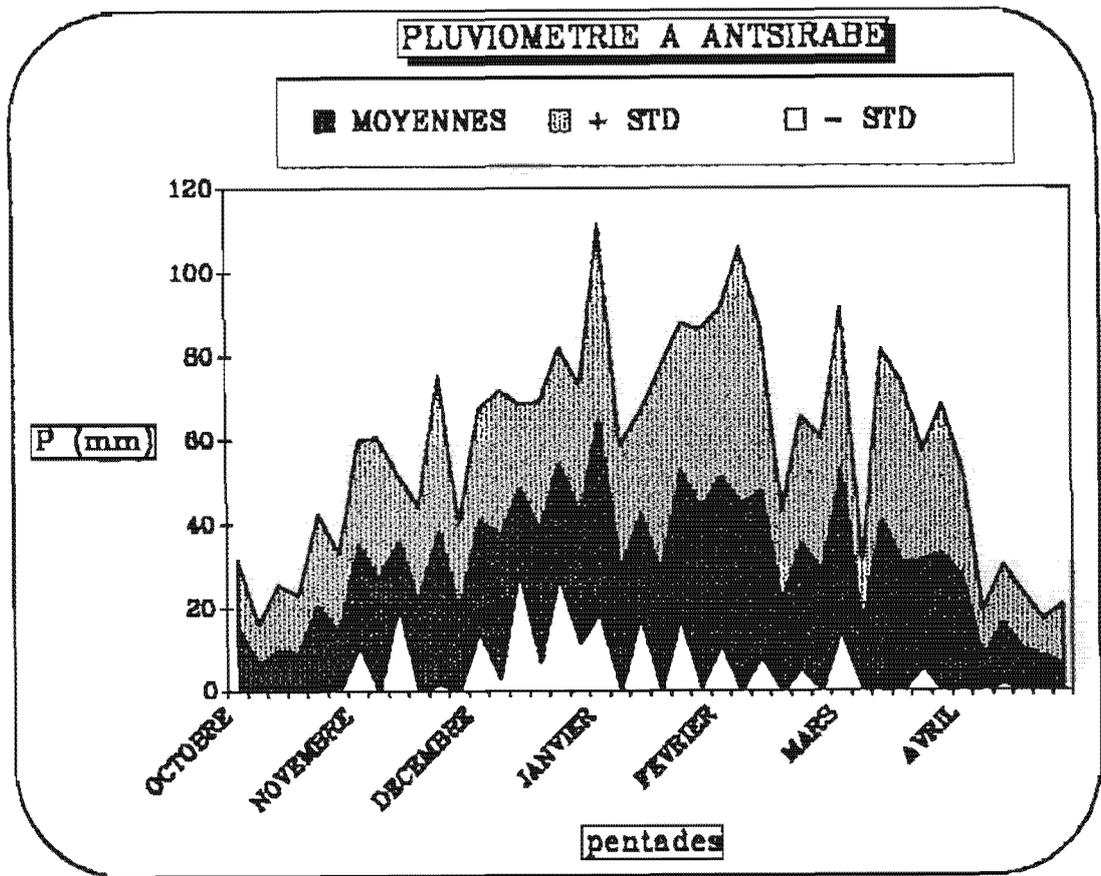


FIGURE 32

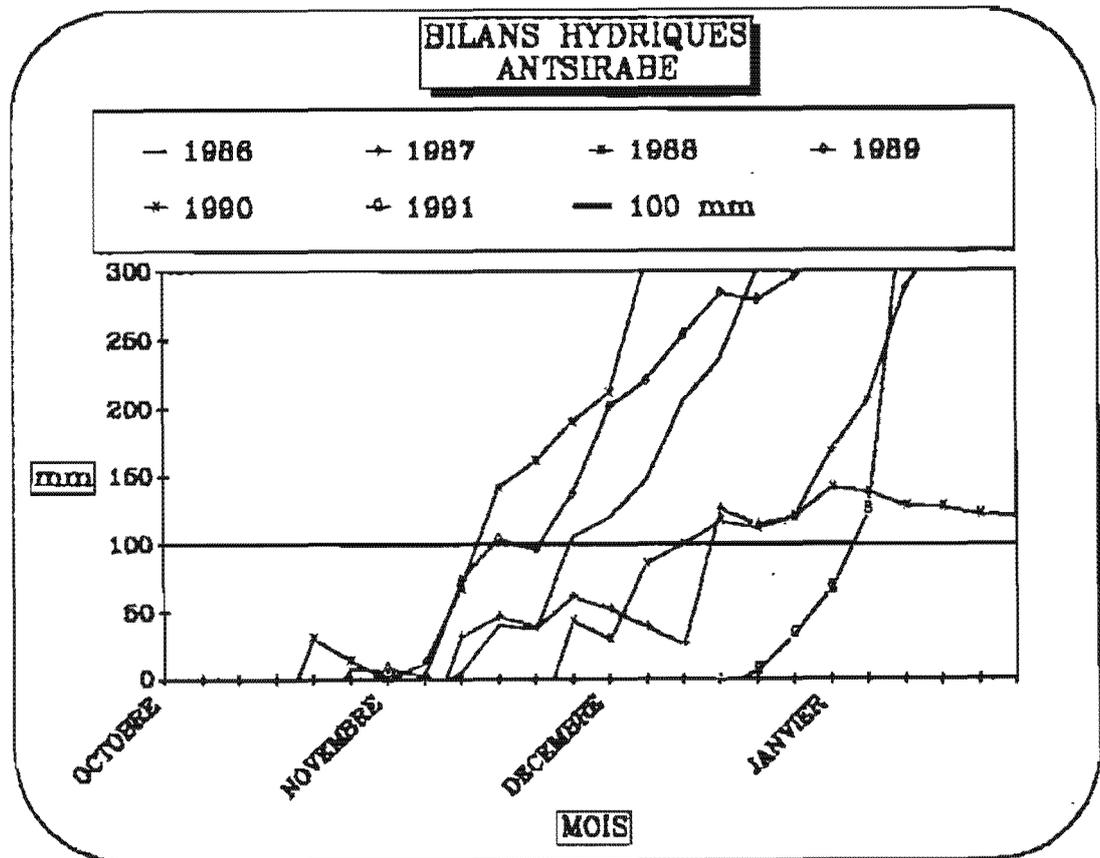
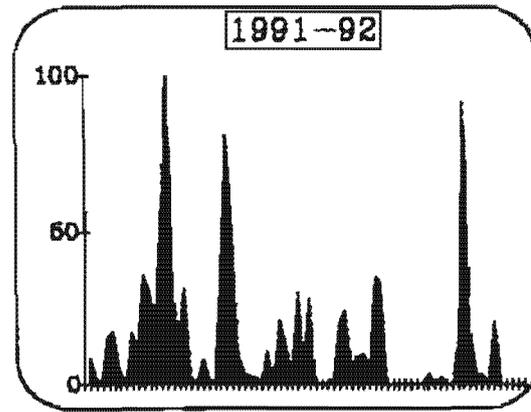
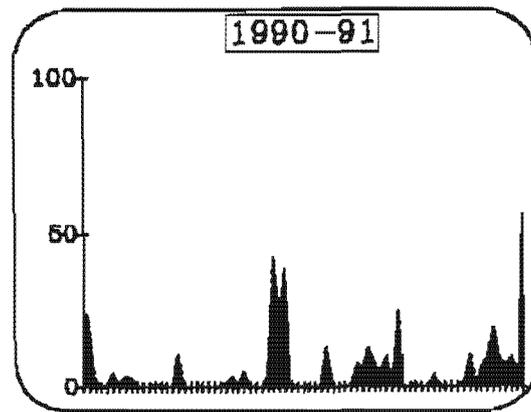
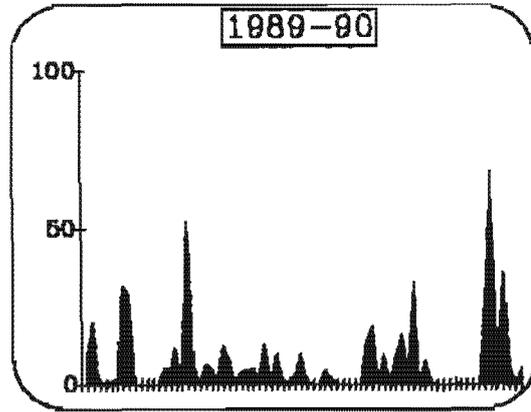
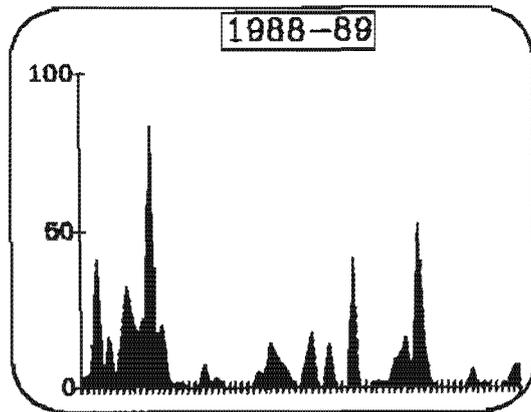
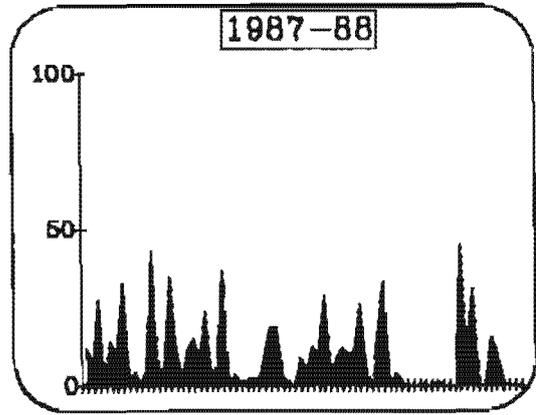
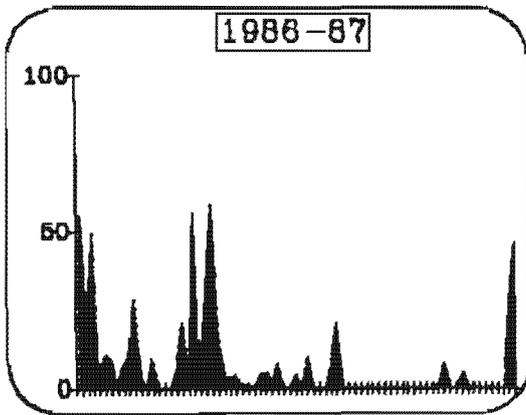
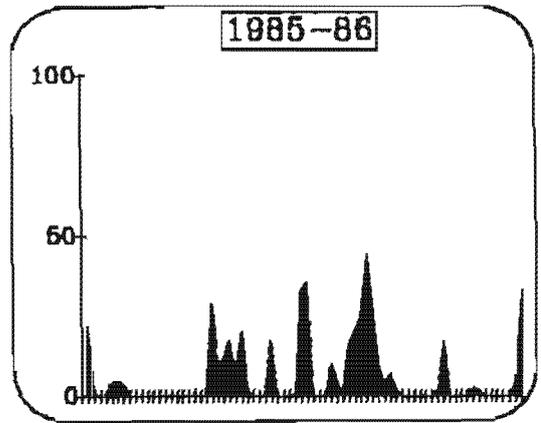


FIGURE 34

PLUVIOMETRIE JOURNALIERE  
ANTSIRABE  
DU  
1<sup>er</sup> JANVIER  
AU  
15 MARS



**TABLEAU 1:** Facteurs du rendement de Rojofotsy cultivée à Vinaninony

CAMPAGNE	FERTILITE	POIDS DE 100 GRAINS
1986-87	72 %	2,79
1985-86	43 %	2,50
1987-88	57 %	2,84
1988-89	32 %	2,40
1989-90	53 %	2,69
1991-92	48 %	2,60

La Figure 35 traduit les conditions de températures moyennes pentadaires à partir de l'initiation paniculaire et jusqu'à maturité. Elles sont exprimées par la différence à celles observées en 1986-87.

Elle montre l'action probable des faibles températures moyennes sur la fertilité des épillets et le remplissage des grains:

\* 1985 et 1988 ont connu des températures froides pendant la totalité de la phase reproductive et les deux facteurs ont été perturbés.

\* 1987, 1989 et 1991 ont connu des températures moyennes de l'initiation à la floraison parfois inférieures et leur fertilité en a été affectée. Le remplissage des grains a peu été perturbé.

Il semblerait que ce ne soient pas les températures durant la floraison qui soient déterminantes pour l'élaboration de la fertilité des épillets. En effet, 1987, 1989 et 1991 ont connu, durant cette phase des températures plus froides que pour 1985 et 1988. Les conditions durant les phases de la méiose pollinique et la formation des grains de pollen semblent plus importantes.

Quant au remplissage des grains, deux phases distinctes peuvent être en cause et mettent en jeu les relations du type "Puits-Source" en concernant:

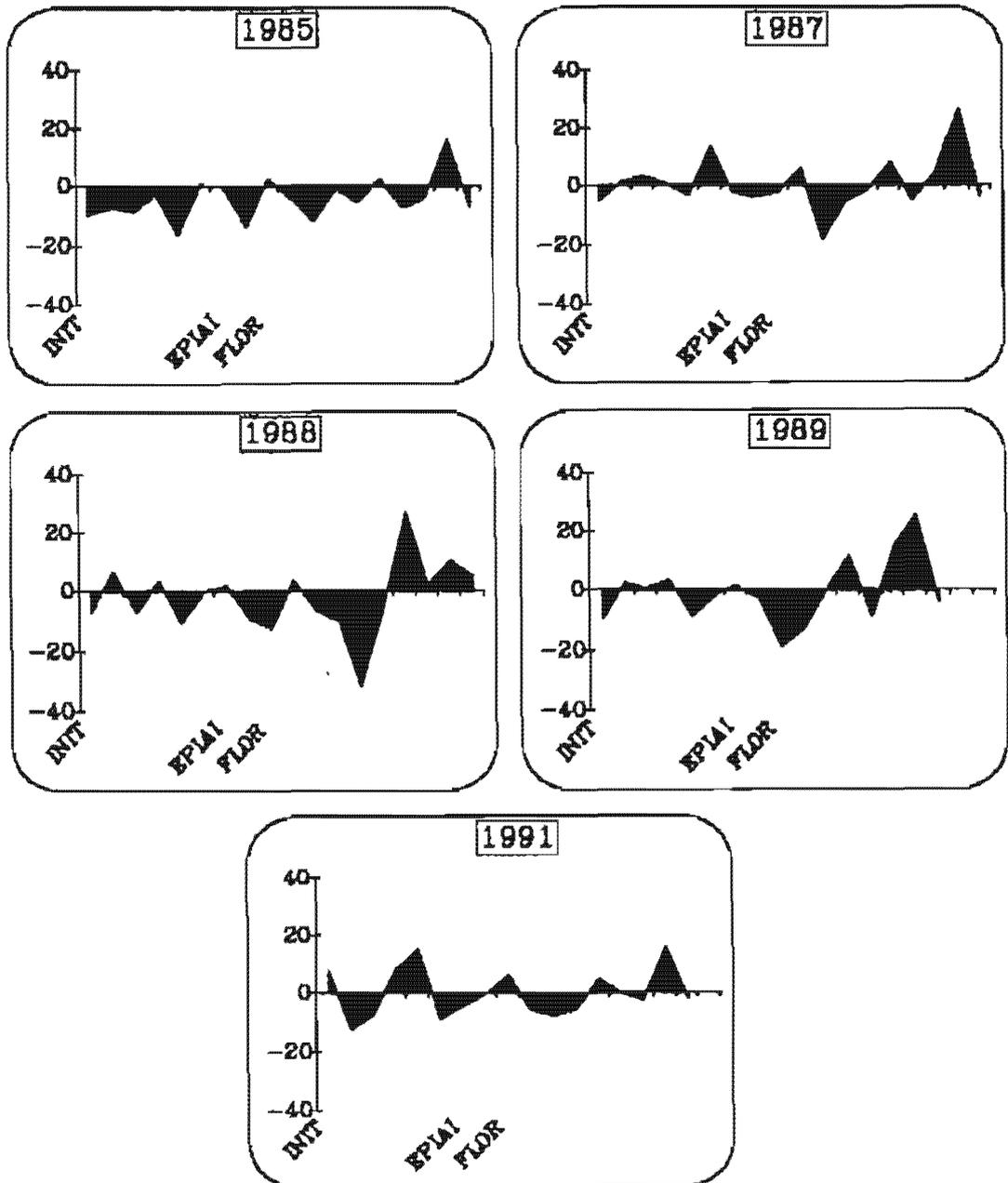
\* soit la taille des grains qui est déterminée précocement,

\* soit le remplissage de ces grains déterminé après la fécondation.

Actuellement, nous ne pouvons distinguer ces deux aspects.

FIGURE 35

TEMPERATURES MOYENNES  
A PARTIR DE L'INITIATION  
DIFFERENCES A 1986  
VINANINONY  
ROJOFOTSY



## 2.5 CONCLUSION

Du point de vue agroclimatique, on retiendra de cette campagne les remarques suivantes.

En riziculture pluviale, malgré une quantité totale des pluies supérieure aux moyennes, leur répartition a été défavorable du fait de:

- \* un retard du début de la saison des pluies qui a entraîné des semis plus tardifs,

- \* de fortes pluies après semis qui ont provoqué la formation d'une croute de battance,

- \* une période de sécheresse après le semis qui a gêné la germination des derniers semis.

La baisse des températures en février a perturbé les taux de fertilité des variétés au stade sensible durant cette période.

En riziculture aquatique, les conditions fraîches durant la phase reproductive ont influencé dépressivement les rendements des variétés sensibles.

Il semblerait que les conditions de couverture nuageuse, conditions entraînant des variations des autres données climatiques (températures maximales, hygrométries) ont pu favoriser les attaques de la bactériose, notamment à Soanindrarinny.

En ce qui concerne les caractéristiques générales climatiques de la région d'altitude, on retiendra:

- \* les variations entre sites déterminées par l'altitude, les différences d'insolation et les conditions de culture sur nappe ou non,

- \* l'importance des conditions d'insolation sur les variations par rapport aux moyennes des températures et d'hygrométries,

- \* la difficulté de définir avec précision un calendrier cultural optimal pour la riziculture pluviale,

- \* la sélectivité des conditions de haute altitude. Rappelons que la variété Rojofotsy est connue pour sa tolérance relative au froid, et c'est pour cela qu'elle est cultivée au Burundi. Nous en reparlerons par la suite.

### 3. LA RIZICULTURE PLUVIALE

#### 3.1. LES ACTIONS CONDUITES

Les différentes activités concernent:

- \* les essais thématiques conduits en station,
- \* les tests multilocaux de premier cycle des lignées,
- \* les essais multilocaux de deuxième cycle,
- \* l'essai en milieu paysan conduit avec Tsimoka,
- \* les actions conduites avec KOBAMA.

Les interventions menées sur la ferme KOBAMA ne seront pas traitées ici. Les résultats feront l'objet d'un rapport KOBAMA. On retiendra:

- \* la multiplication d'espèces de couverture, notamment *Crotalaria*, *Desmodium*, *Vigna parkieri* et *Cassia rotundifolia*,
- \* la mise en place de grandes parcelles où ont été installées des plantes de couverture: Crotalaire, *Desmodium*, Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*),
- \* l'introduction d'espèces de couverture de type fourrager de La Réunion par l'intermédiaire de FIFAMANOR,
- \* des essais en grandes cultures en semis directs dans les résidus de récolte: Maïs-soja derrière Blé ou Triticale, et Blé ou Triticale derrière Haricot,
- \* les essais de semis directs dans des couvertures mortes ou vives qui ont souffert d'un mauvais contrôle des couvertures par l'absence de matières actives herbicides efficaces (difficultés locales d'approvisionnement du fait du contexte socio-économique durant cette campagne).

#### 3.2. LES PROBLEMES RENCONTRES

Les problèmes rencontrés résultent des conditions pluviométriques particulières décrites précédemment:

- \* dates de semis tardives,
- \* problèmes de germination pour les derniers semis ayant subi la période de sécheresse,
- \* problèmes de levée sur les premiers semis où il y a eu formation d'une croute de battance,
- \* problèmes de lessivage des engrais au mois de janvier du

fait des très fortes pluies,

\* forte stérilité sur les variétés ayant subi les baisses des températures fin février en concordance avec leur stade de sensibilité.

De plus, un nouveau problème s'est présenté durant cette campagne. En effet, on a observé sur certains essais de mauvais développements du tallage et de la croissance en hauteur des plants suivis de blocages paniculaires et malformations des panicules (feuilles paniculaires gaufrées et panicules "échevelées"). Trois hypothèses ont été avancées:

- \* nématodes des tiges ou racines,
- \* phytotoxicité de la Pendiméthaline en post-émergence,
- \* poux des racines.

La division Entomologie du FO.FI.FA. n'a pas mis en évidence la présence de nématodes.

Des parcelles paysannes dans la région d'Ambatolampy ont montré les mêmes symptômes sur Blé et sur le Riz pluvial. Lors de la visite effectuée avec L. Séguy, KOBAMA et FIFAMANOR nous avons trouvé sur les racines des deux cultures plusieurs dizaines de Poux par plante. Les racines étaient toutes coupées près de la surface. Malheureusement, des prélèvements n'ont pas été faits à ce moment et, par la suite, les poux ont disparu.

Cependant, les parcelles les plus affectées avaient toutes été traitées par le Stomp (pendiméthaline) en pré ou post-émergence. Ce qui fait que, malgré la forte suspicion sur le rôle des poux, nous ne pouvons conclure de façon absolument certaine.

### 3.3. LES TECHNIQUES CULTURALES

Sur chacun des essais conduits, un certain nombre de techniques culturales communes ont été pratiquées:

- \* précédent légumineuses,
- \* labour de fin de cycle,
- \* apport de fumier de 5 à 10 T/ha suivant la fertilité des sols,
- \* apport au semis de 30-60-60 unités de N-P-K sous forme d'Urée, Hyper Réno et Chlorure de Potasse,
- \* traitement insecticide généralisé au lindane (4 Kg de M.A/ha),

- \* semis au poquets 0,20 x 0,20 m à 4-5 graines,
- \* traitement herbicide de pré-émergence à l'oxadiazon (Ronstar 25 EC) à raison de 750 g/ha de M.A.,
- \* désherbages manuels à la demande.
- \* exceptés les essais thématiques de Talata, un apport de 20 à 30 unités de N a été réalisé en couverture (fin tallage) sous forme d'urée.

Sur les essais multilocaux, un apport de 250 Kg/ha de dolomie a été effectué.

A Talata, un précédent soja engrais-vert avait été enfoui en juin 1991.

### 3.4 LES ESSAIS THEMATIQUES

Sur la station de Talata, 5 essais ont été conduits:

- \* L'essai variétal,
- \* l'essai "Herbicides",
- \* l'essai "Ecobuage x densités de semis x variétés",
- \* test de semis directs,
- \* test "fertilisation x densités de semis" sur un croisement C2 à paille courte.

De plus, en remplissage, des multiplications des variétés diffusées ou susceptibles de l'être ont été réalisées.

Enfin, un précédent Crotalaire a été mis en place pour être utilisé comme engrais-vert pour la prochaine campagne.

Les problèmes évoqués précédemment ont principalement perturbé les essais:

- \* Ecobuage pour les blocages et malformations paniculaires,
- \* Tests de semis directs et "fertilisation x densité" sur C2 pour les mauvaises levées.

#### 3.4.1 L'ESSAI VARIETAL

Compte-tenu des résultats antérieurs, 9 variétés ont été testées. Il s'agit de variétés criblées et non créées dans le cadre du programme. Elles sont issues des collections de 1<sup>er</sup> et 2<sup>ème</sup> cycle. Il s'agit de:

- \* 3406 (FOFIFA 62),
- \* 3408 (FOFIFA 64),
- \* 3460 (FOFIFA 116),
- \* CNA 4121 - CNA 095 - BM 30 - BM 28,
- \* CNA 4368 (IRAT 221),
- \* CNA 4139 - CNA 515 - 11 - B1,
- \* BC x IRAT 146 - 48 G
- \* BC x IRAT 146 - 18 F

L'essai est de type blocs à 6 répétitions et les parcelles élémentaires sont de 10 m<sup>2</sup>.

- FACTEUR 1 = 3406 (06 )  
 2 = CNA 4121 (412)  
 3 = CNA 4368 (436)  
 4 = CNA 4139 (413)  
 5 = 48G (48G)  
 6 = 18F (18F)  
 7 = 3408 (08 )  
 8 = 3460 (60 )

Les rendements sont appréciés par les masses parcellaires récoltées. Les facteurs du rendement sont estimés par des prélèvements de 1 m<sup>2</sup> au sein des parcelles.

Les cycles sont résumés sur le tableau 2.

**TABLEAU 2:** Cycles des variétés (en jours)

VARIETES	SEMIS-EPIAISON	SEMIS-MATURITE
3406	102	140
3408	107	148
3460	116	144
4121	119	147
4368	116	144
4139	122	154
18 F	122	154
48 G	127	158

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RDT/HA (RDT)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	734227716	47	728249.25				
VAR.FACTEUR	723125146	7	3303592.20	14.52	0.0000		
VAR.BLOCS	3140948	5	628189.62	2.76	0.0331		
VAR.RESIDUELLE	7961622	35	227474.92			476.94	16.9%

MOYENNE GENERALE = 2825.13

MOYENNES DES VARIETES

1 (06)	2 (412)	3 (436)	4 (413)	5 (48G)	6 (18F)
4088.00	2905.17	2860.33	3130.67	1801.67	1858.00
	7 (08)	8 (60)			
	2725.17	3232.00			

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
06	4088.00	A	
60	3232.00	B	
413	3130.67	B	
412	2905.17	B	
436	2860.33	B	
08	2725.17	B	
18F	1858.00		C
48G	1801.67		C

Trois groupes homogènes se différencient:

\* la variété 3406 supérieure à toutes les autres,

\* les variétés 3460, 3408 et toutes les variétés brésiliennes,

\* les haploïdes doublés.

On remarquera:

\* les très bons rendements présentés par 3406 (4 T/ha),

\* les rendements moyens de 3408 et 3460, alors qu'habituellement, ils sont voisins, voire supérieurs à ceux de 3406,

\* les faibles rendements, une fois de plus, des haploïdes doublés.

---



---

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : LE TALLAGE FERTILE (P/PL)

---



---

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	111.98	47	2.38				
VAR.FACTEUR	54.52	7	7.79	4.98	0.0006		
VAR.BLOCS	2.71	5	0.54	0.35	0.8808		
VAR.RESIDUELLE	54.74	35	1.56			1.25	13.4%

MOYENNE GENERALE = 9.32

-----

MOYENNES DES VARIETES

-----

1 (06)	2 (412)	3 (436)	4 (413)	5 (48G)	6 (18F)
7.54	10.44	8.40	10.17	10.12	10.43
7 (08)	8 (60)				
8.22	9.21				

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
412	10.44	A	
18F	10.43	A	
413	10.17	A	
48G	10.12	A	
60	9.21	A B	
436	8.40	A B	
08	8.22	A B	
06	7.54	B	

On retiendra le faible tallage de la variété 3406 et le faible tallage général de l'essai dû aux conditions de mauvaise croissance au départ (problèmes de levée dûs à la croute de battance).

ANALYSE DE LA 3<sup>e</sup> VARIABLE : POIDS 100 GP (100GP)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	2.27	47	0.05				
VAR.FACTEUR	1.79	7	0.26	29.17	0.0000		
VAR.BLOCS	0.17	5	0.03	3.95	0.0061		
VAR.RESIDUELLE	0.31	35	0.01			0.09	2.7%

MOYENNE GENERALE = 3.41

MOYENNES DES VARIETES

1 (06)	2 (412)	3 (436)	4 (413)	5 (48G)	6 (18F)
3.71	3.27	3.17	3.22	3.38	3.72
7 (08)	8 (60)				
3.42	3.39				

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
18F	3.72	A	
06	3.71	A	
08	3.42	B	
60	3.39	B C	
48G	3.38	B C	
412	3.27	C D	
413	3.22	D	
436	3.17	D	

Il existe des différences entre variétés au niveau du poids des grains pleins.

---



---

ANALYSE DE LA 4e VARIABLE : NOMBRE DE G/M\*

---



---

ANALYSE DE VARIANCE

---



---

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	7332534660	47	7075205.50				
VAR.FACTEUR	730312144	7	18616020.00	3.33	0.0081		
VAR.BLOCS	6527456	5	1305491.25	0.23	0.9438		
VAR.RESID.	7195695056	35	5591287.50			72364.59	15.47

MOYENNE GENERALE = 15389.90

---

MOYENNES DES VARIETES

---

1 (06)	2 (412)	3 (436)	4 (413)	5 (48G)	6 (18F)
17292	16622	17239	14880	13217	12686
7 (08)	8 (60)				
14961	16218				

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

---



---

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
06	17292.83	A	
436	17239.00	A	
412	16622.83	A B	
60	16218.67	A B	
08	14961.17	A B	
413	14880.83	A B	
48G	13217.33	A B	
18F	12686.50	B	

On remarquera qu'il existe peu de différences entre les variétés.

---



---

ANALYSE DE LA 5e VARIABLE : NOMBRE G/PAN (NG/PA)

---



---

ANALYSE DE VARIANCE

---

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	14164.48	47	301.37				
VAR.FACTEUR	8469.31	7	1209.90	7.54	0.0000		
VAR.BLOCS	82.35	5	16.47	0.10	0.9890		
VAR.RESIDUELLE	5612.81	35	160.37			12.66	18.6%

MOYENNE GENERALE = 68.23

---

MOYENNES DES VARIETES

---

1 (06)	2 (412)	3 (436)	4 (413)	5 (48G)	6 (18F)
91.67	63.83	82.17	59.33	52.33	51.50
7 (08)	8 (60)				
73.00	72.00				

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

---

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
06	91.67	A	
436	82.17	A B	
08	73.00	A B C	
60	72.00	A B C	
412	63.83	B C	
413	59.33	C	
48G	52.33	C	
18F	51.50	C	

ANALYSE DE LA 6e VARIABLE : FERTILITE (FERT)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	5961.25	47	126.84				
VAR.FACTEUR	2710.25	7	387.18	6.86	0.0000		
VAR.BLOCS	1275.25	5	255.05	4.52	0.0029		
VAR.RESIDUELLE	1975.75	35	56.45			7.51	12.5%

MOYENNE GENERALE = 59.88

MOYENNES DES VARIETES

1 (06)	2 (412)	3 (436)	4 (413)	5 (48G)	6 (18F)
73.00	57.00	58.83	68.33	51.00	49.50
7 (08)	8 (60)				
63.00	58.33				

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
06	73.00	A	
413	68.33	A B	
08	63.00	A B C	
436	58.83	B C D	
60	58.33	B C D	
412	57.00	B C D	
48G	51.00	C D	
18F	49.50	D	

On notera:

\* la fertilité de 3406 (73 %) qui correspond à celle observée les années précédentes.

\* la relativement faible fertilité de 3460 qui est significativement différente de celle de 3406.

---

## CONCLUSION

---

Le tableau 3 résume les différents facteurs du rendement présentés par les 8 variétés.

**TABLEAU 3: FACTEURS DU RENDEMENT DES 8 VARIETES**

VARIETE	RDT/HA	PAN/PL	100GP	NTG/M <sup>2</sup>	NG/PAN	FERT
3406	4088	7,5	3,71	17293	92	73
3460	3232	9,2	3,39	16219	72	58
4139	3131	10,2	3,23	14881	59	68
4121	2905	10,4	3,27	16623	64	57
4368	2860	8,4	3,17	17239	82	59
3408	2725	8,2	3,42	14961	73	63
18F	1858	10,4	3,72	12687	52	49
48G	1802	10,1	3,38	13217	52	51

On remarquera que les meilleurs rendements sont obtenus grâce à une bonne combinaison du nombre total de grains et de la fertilité des épillets.

---

## INTERPRETATION PLURIANNUELLE

---

Si on considère les résultats obtenus lors des 3 dernières campagnes, on peut déterminer les moyennes, écart-types et coefficients de variation des différents facteurs du rendement des variétés (Tableau 4). Une observation correspond à un bloc, et le nombre d'observations est précisé.

**TABLEAU 4: les facteurs du rendement des variétés**

VARIETE	OBSERV.	RDT	PAN	100 GP	NTG/M²	NG/PAN	FERT	
3406	24	x	2907	6,64	3,5	14307	66	61
		std	1217	2,49	0,2	3681	21	22
		c.v.	42	37	6	27	32	36
3460	24	x	3582	8,06	3,4	16497	62	69
		std	1021	2,90	0,1	4495	19	14
		c.v.	28	36	4	27	30	20
3408	18	x	2686	8,02	3,2	14761	62	55
		std	1602	2,62	0,3	4879	19	22
		c.v.	60	33	9	33	31	40
4121	18	x	3003	9,19	3,3	15980	63	58
		std	1036	3,93	0,2	3107	18	23
		c.v.	35	43	7	19	29	40
4368	12	x	2457	10,12	3,2	18270	74	47
		std	521	2,06	0,3	2883	11	13
		c.v.	21	20	8	16	15	29
4139	12	x	2129	11,04	3,0	14504	54	46
		std	1155	1,52	0,2	2298	13	24
		c.v.	54	13	7,1	16	24	52
48 G	12	x	1267	12,49	3,1	14189	46	32
		std	579	2,43	0,3	1710	7	21
		c.v.	46	19	10	12	14	65
18 F	12	x	1270	11,23	3,6	13494	50	31
		std	689	1,71	0,2	2642	15	20
		c.v.	54	15	6	20	31	64

On remarquera les rendements plus faibles de 3406 et 3408 par rapport à 3460. Ceci s'explique par les faibles rendements rencontrés en 1990-91 dus à la période de sécheresse exceptionnelle au mois de janvier qui a moins

fortement perturbé 3460, variété plus tardive. Si on supprime les valeurs correspondantes, les moyennes sont respectivement de 3513 et 3602 T/ha avec des C.V. de 19 et 32 %.

Les 3 variétés ont alors des performances similaires mais 3406 est la plus stable. C'est elle qu'ont choisie les paysans connaissant bien les 3 variétés diffusées.

Notons que 3460 a été moyennement affectée par la baisse des températures sur cet essai variétal, mais que, par ailleurs, elle a présentée une beaucoup plus forte stérilité. Nous en reparlerons par suite. Ses fluctuations de rendement sont donc à considérer avec précaution. Il ne s'agit que du comportement en un site précis.

CNA 4121 est aussi intéressante mais sa plus forte stérilité laisse craindre une chute des rendements en année sélective. C'est d'ailleurs le facteur du rendement qui fluctue le plus.

CNA 4368 et CNA 4139 présentent des rendements moyens.

Les variétés 48 G et 18 F sont à éliminer.

Nous voyons que le choix des 3 variétés diffusées (3406, 3408, 3460) est judicieux.

Ces différentes conclusions montrent qu'il n'y pas eu de relations directes entre les rendements et la précocité des variétés. L'hypothèse concernant la nécessité de semer des variétés de cycle court pour éviter des risques de froid ou de sécheresse en fin de cycle n'est pas vérifiée. Il faudrait plus d'années d'expérimentation. Mais le caractère aléatoire de la répartition des pluies laisse supposer qu'il sera difficile d'ajuster à priori au mieux le calendrier cultural de ces variétés.

En attendant les nouvelles lignées plus performantes et plus stables, il conviendrait, peut-être, de limiter les risques en préconisant l'utilisation simultanée de variétés de cycle différent, comme 3406 et 3460.

Ce sont elles que nous avons choisies d'utiliser comme témoins pour les essais multilocaux.

### 3.4.2 L'essai "Herbicides"

Il s'agit d'apprécier l'utilisation des herbicides pour le désherbage du riz pluvial. En effet, après enquêtes (O.D.R.) et discussions avec les agriculteurs, il s'avère que le sarclage précoce du riz pose un problème de main d'oeuvre à une période où les personnes sont occupées à repiquer les rizières.

4 matières actives ont été testées comparativement au sarclage manuel sur la variété 3406. Il s'agit de 2 herbicides de pré-émergence (H1 et H2) et de 2 herbicides de post-émergence (H3 et H4):

- \* SAR = sarclage manuel à la demande
- \* H1 = oxadiazon (Ronstar 25 EC) à 750 g de M.A./ha
- \* H2 = Pendiméthaline (Stomp) à 1500 g de M.A./ha
- \* H3 = Thiobencarbe + Propanil (Satunil) à 8 l de P.C./ha,
- \* H4 = Oxadiazon + propanil (Ronstar PL) à 5 l de P.C./ha.

Le dispositif est de type Blocs à 6 répétitions.

Les semis ont été réalisés le 4/11/91. Les traitements de pré-émergence ont eu lieu le lendemain du semis et ceux de post-émergence 30 jours après la levée.

2 sarclages ont été nécessaires sur le témoin et 1 seul sur H1 et H2, 2 mois après semis. Les traitements de post-émergence n'ont pas été pleinement efficaces puisque qu'un deuxième sarclage a été nécessaire 2 mois après semis. De plus, on a pu observer une phytotoxicité sur le riz, peut-être due au Propanil.

Les rendements sont appréciés par les masses parcelles récoltées. Les facteurs du rendement sont estimés par des prélèvements de 1 m<sup>2</sup> au sein des parcelles.

Les cycles de développement sont les mêmes que sur l'essai variétal.

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RDT/HA (RDT)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	710951479	29	377637.22				
VAR. FACTEUR	2868022	4	717005.50	3.14	0.0369		
VAR. BLOCS	3518805	5	703761.00	3.08	0.0318		
VAR. RESIDUELLE	4564652	20	228232.59			477.74	12.3%

MOYENNE GENERALE = 3871.87

MOYENNES FACTEUR 1 = HERBICIDES

1 (SAR)	2 (H1)	3 (H2)	4 (H3)	5 (H4)
4284.33	3664.67	3408.17	4092.00	3910.17

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
SAR	4284.33	A
H3	4092.00	A B
H4	3910.17	A B
H1	3664.67	A B
H2	3408.17	B

On remarquera un effet dépressif du traitement au Stomp (H2) par rapport au témoin sarclé. Cependant, si on se réfère aux rendements estimés par les prélèvements de 1 m<sup>2</sup>, on obtient les rapports entre rendements estimés et rendements observés suivants:

- \* T1: 94 %
- \* H1: 117 %
- \* H2: 136 %
- \* H3: 116 %
- \* H4: 114 %

Ceci laisse supposer que les rendements observés pour H2 ont été sous évalués par rapport aux autres traitements. Ceci peut s'expliquer par un plus grand nombre de plants manquants suite aux problèmes de levée dus à la croute de battance, problèmes accentués par la période sèche qui a suivi. La Pendiméthaline dans ces conditions est peut-être néfaste. Il faudra vérifier ce point avant de généraliser son utilisation.

Les facteurs du rendement ne montrent pas de différences entre les traitements. Les moyennes pour l'essai sont:

- \* Nombre de panicules par plante: 7,1
- \* Poids de 100 grains pleins: 3,67
- \* Nombre total de grains par m<sup>2</sup>: 16742
- \* nombre de grains par panicule: 96
- \* fertilisé: 71 %

ceci traduit bien le comportement moyen de 3406, notamment son faible tallage fertile et sa bonne fertilité des épillets.

En conclusion, nous pourrions apprécier l'intérêt de l'Oxadiazon en pré-émergence qui permet de retarder les premiers sarclages à une période où la main d'oeuvre est plus disponible (début janvier). Le problème du coût des herbicides ne peut être apprécié que par des expérimentations en grandes parcelles qui pourraient être conduites par les organismes de développement. En effet, la pratique des desherbages chimiques se justifierait par l'augmentation des surfaces potentielles de culture du fait de la réduction des temps de travaux.

#### 3.4.3 L'essai "Écobuage x densités de semis"

Dans le but de définir des techniques culturales innovatrices permettant, à moindre coût, la restauration de la fertilité des sols ferrallitiques plus ou moins humifères, la pratique de l'écobuage pourrait s'avérer intéressante.

Cet essai est destiné à tester son action en fonction des modes de semis.

Nous avons donc 2 facteurs:

- \* F1: écobuage ou non,

\* F2:P1 = semis au poquet 0,20 \* 0,10 m à 4-5 graines (60 à 80 Kg/ha),

P2 = semis au poquet 0,20 \* 0,20 m à 4-5 graines (30 à 40 Kg/ha),

L1 = semis en continu à la ligne à 40 Kg/ha,

L2 = semis en continu à la ligne à 80 Kg/ha.

Le dispositif est de type Split-Plot à 5 répétitions, le facteur 1 (écobuage) étant en sous-blocs.

3400 et 3460 ont été semées suivant le même plan. Nous ne pourrions donc pas comparer les variétés (ce qui est l'objet de l'essai variétal) mais seulement l'effet des facteurs et leur interaction pour chacune d'elles.

L'écobuage a été réalisé le 26/10/91 à raison de 15 T/ha de M.S.

Les semis ont eu lieu le 11/11.

Les problèmes rencontrés concernent les faibles croissances avec blocages et malformations paniculaires qui ont affecté l'essai de façon hétérogène.

De ce fait, les analyses de variance des différents facteurs du rendement ne sont pas interprétables à cause de:

- \* la non normalité des résidus,
- \* des C.V. trop élevés,
- \* des interactions blocs \* traitements fortes.

Le tableau 5 présente les différents facteurs du rendement.

TABLEAU 5: Les facteurs du rendement

VARETES	TRAIT.	RDT	PAN	10 / GP	NTG	G/PAN	FERT
3	ECO	2127	9.8	3.4	11780	49	64
	NON ECO	1785	8.5	3.3	9394	46	61
4	L1	1885	8.6	3.2	11338	54	67
0	L2	1906	11.3	3.5	10078	35	63
6	P1	2126	9.1	3.4	11361	50	66
	P2	1907	7.1	3.3	9572	50	67
	MOYENNE	1956	9.2	3.3	10587	47	64
3	ECO	1613	8.8	3.2	9030	40	58
	NON ECO	1636	8.1	2.8	8972	46	67
4	L1	1789	7.7	3.1	9277	48	64
6	L2	1178	11.6	3.0	7497	26	54
0	P1	1597	8.3	2.9	8830	41	65
	P2	1934	7.0	3.1	10400	58	66
	MOYENNE	1625	8.4	3.0	9001	43	62
ESSAI	MOYENNE	1790	8.8	3.1	9794	45	63

Pour 3406, on remarquera un meilleur comportement sur écobuage traduisant un plus grand nombre de grains par m<sup>2</sup> (nombre supérieur de panicules) non compensé par une baisse de fertilité.

Les plus fortes densités de semis, se caractérisant par un plus grand nombre de panicules, ne présentent pas de rendements nettement supérieurs du fait d'un plus faible nombre de grains par épi.

Pour 3460, le traitement écobuage est dépressif par la forte stérilité induite. Ceci traduit la plus grande sensibilité de la variété à un déséquilibre nutritionnel, notamment à un excès d'azote.

Dans ce contexte, ce sont les semis en poquets 0,20 \* 0,20 m les plus intéressants.

Les facteurs du rendement perturbés par rapport au comportement moyen de 3406 sont le nombre total de grains par unités de surface (faible nombre de grains par panicule) et le poids de 100 grains pleins. Les problèmes évoqués

se sont donc traduits par la formation de petites panicules portant des grains mal remplis.

#### 3.4.4 Tests sur C2

Le croisement C2 (Latsidahy \* Shin Ei) a fourni des lignées à paille courte et à très fort tallage présentant de bons taux de fertilité et niveaux de productivité. Il nous a apparu intéressant, sur ces phénotypes, de travailler sur les densités et modes de semis, ainsi que sur la fertilisation pour optimiser leurs rendements. Nous ne disposions pas de superficie suffisante pour mettre en place, dès cette campagne, un essai de type blocs. Cependant, sur des bordures d'essai, nous avons installé 4 densités et modes de semis en relation avec 3 types de fertilisation sans répétition.

DENSITES: \* P1 semis au poquet 0,20 \* 0,20 m à 4-5 graines,  
\* P2 semis au poquet 0,20 \* 0,10 m à 4-5 graines,  
\* L1 semis en continu à la ligne (50 Kg/ha),  
\* L2 semis en continu à la ligne (100 Kg/ha),

FERTILISATIONS : \* F0 30-60-60 unités de N-P-K en généralisé au semis,  
\* F1 30-60-60 unités en localisé sur les poquets et sur la ligne,  
\* F2 15-30-30 unités en localisé.

Chaque parcelle élémentaire mesure 20 m<sup>2</sup>. Les rendements sont appréciés par les pesées parcellaires et les facteurs du rendement sont estimés à partir de prélèvements de 1 m<sup>2</sup>.

Les semis ont été réalisés le 14/11/91 et la levée a été fortement perturbée par la sécheresse qui a suivi, et notamment sur les parcelles F1 et F2, peut-être en relation avec la localisation de la fertilisation minérale. Les résultats sur F2 sont inexploitable.

Les résultats sont présentés sur le tableau 6.

TABLEAU 6: Facteurs du rendement de C2

F	SEMIS	RDT	PAN	100 GP	NTG	G/PAN	FERT
0	F1	6161	18.8	2.2	41155	88	60
	F2	4557	12.8	2.1	26810	84	75
	L1	4430	17.3	2.1	36100	64	69
	L2	4887	20.0	2.1	35062	70	68
	MOYEN.	5008	17.2	2.1	34781	81	68
1	F1	5099	14.0	2.2	42174	120	69
	F2	4366	21.8	2.4	34033	62	76
	L1	4367	23.0	2.1	47819	83	56
	L2	4958	22.6	2.4	36321	64	66
	MOYEN.	4697	20.4	2.3	40087	83	67
M O Y E N N E S	F1	5630	16.4	2,2	41664	104	64
	F2	4461	17.3	2.3	30421	73	75
	L1	4398	20.1	2.1	41360	83	62
	L2	4922	21.3	2.3	35691	67	67
	ESSAI	4853	18.8	2.2	37434	82	67

Ce tableau montre les fortes potentialités de la lignée avec des rendements moyens de 4,8 T/ha. Cette production est obtenue grâce à un très grand nombre de grains par m<sup>2</sup> sans pour autant que la fertilité des épillets en soit affectée.

En ce qui concerne les modes de semis, il semblerait que les semis en poquets à 0,20 \* 0,20 m soient ceux qui présentent les meilleurs rendements en compensant leur plus faible nombre de panicules par un plus grand nombre de grains par panicule.

En ce qui concerne le type de fertilisation, il semblerait que la localisation améliore tous les facteurs du rendement sans affecter la fertilité des épillets. Ceci ne se traduit pas au niveau des rendements parcellaires, du fait d'un nombre de plants manquants plus important sur F1.

La campagne prochaine, un essai statistique du même type sera conduit.

#### 3.4.5 Tests de semis directs

Des tests de semis directs dans des couvertures mortes de soja ont été réalisés les 14 et 15 novembre. Malheureusement, les conditions pluviométriques déficientes rencontrées ont été néfastes, d'une part, à la germination des semences, et, d'autre part, aux traitements herbicides de destruction des adventices et aux traitements de pré-émergence. Ces facteurs ont fortement perturbés les débuts de croissance sur semis directs. Ce qui fait que ces tests ne sont pas interprétables.

#### 3.4.6 La Crotalaire en engrais-vert

Un précédent engrais-vert Crotalaire a été installé pour la campagne prochaine.

Elle a été semée début décembre. Un traitement herbicide a été réalisé le lendemain du semis à la pendiméthaline (Stomp) et au Paraquat (Gramoxone).

Une fertilisation d'entretien a été apportée au semis: 22-44-32 unités de N-P-K sous forme de 11-22-16. 250 Kg/ha de dolomite ont été épandus en localisé sur la ligne de semis.

Nous noterons son bon développement végétatif accompagné d'une très forte nodulation spontanée.

L'enfouissement a été réalisé au stade "début de remplissage des gousses". Des prélèvements de partie aérienne ont été réalisés pour analyses en laboratoire de la composition minérale. En matière verte de la partie aérienne, la production a été d'environ 50 T/ha.

Suite à un très fort enracinement (racines pivotantes profondes), il a été difficile de prélever les parties souterraines. Mais la quantité de matière verte apportée doit être importante.

Sur cette parcelle, nous n'apporterons pas de fumier la campagne prochaine, et la fertilisation azotée sera limitée.

## 3.5 LES TESTS DE 1<sup>er</sup> CYCLE

### 3.5.1 Présentation

21 lignées issues de la création variétale ont été testées sur 3 sites:

- \* Betafo, sur sol volcanique récent (1450 m),
- \* Zimmerman, sur sol volcanique ancien (1510 m),
- \* Ferme KOBAMA sur alluvions volcanolacustres (1610 m) de faible fertilité.

Ces mêmes lignées ont été semées à Talata en station. Il s'agit de:

* 1: C1 - F6/5	11: C26 - F20/6
* 2: C2 - F2/9	12: C29 - F182/3
* 3: C2 - F18/3	13: C29 - F207/5
* 4: C7 - F9/8	14: C30 - F73/7
* 5: C7 - F32/2	15: C30 - F149/9
* 6: C8 - F109/2	16: C30 - F250/4
* 7: C8 - F133/4	17: C51 - F137/9
* 8: C8 - F180/9	18: C51 - F217/2
* 9: C8 - F230/6	19: C51 - F338/3
* 10: C26 - F7/8	20: C58 - F10/9
	21: C58 - F35/5

Le dispositif est celui de la collection testée à 3 répétitions avec témoins intercalés. Deux témoins de cycle différent ont été choisis pour les raisons évoquées précédemment. Il s'agit de 3406 et 3460.

Les parcelles élémentaires sont d'environ 5 m<sup>2</sup>.

Les techniques culturales sont celles décrites au chapitre 3.3.

Les dates de semis ont été:

- \* Betafo, le 8/11,
- \* Zimmermann, le 13/11,
- \* Kobama, le 6/11.

Les différents cycles semis-maturité sont présentés par le tableau 7. Les lignées ont été classées par leur précocité moyenne sur les 4 sites. On a, de même, classé les témoins.

**TABLEAU 7: Les cycles semis-maturité des lignées**

LIGNEES	TALATA	ZIM.	KOBAMA	BETAFO	MOYENNE
3406	146	138	156	144	146
15	146	138	161	150	149
14	162	138	154	144	150
16	149	138	165	150	151
8	155	154	156	150	154
7	152	154	162	150	155
9	155	148	162	154	155
6	155	154	168	154	158
19	157	154	180	150	160
2	157	154	180	150	160
10	157	157	180	154	162
11	157	159	180	154	163
3	162	158	180	154	164
3460	165	167	168	154	164
17	156	167	183	154	165
18	165	159	180	160	166
20	156	167	182	161	167
4	165	167	180	161	168
13	172	164	180	161	169
21	168	167	182	163	170
12	175	167	183	161	172
1	168	170	183	171	173
5	175	175	183	171	176

On remarquera que les classements sont sensiblement les mêmes dans chaque site.

Les deux témoins traduisent bien les variations entre les lignées. Il existe 3 grands groupes de précocité avec (en moyenne sur les 4 sites):

\* De 145 à 155 jours, les lignées 15, 14, 16, 8, 7, 9 et le témoin 3406,

\* de 155 à 165 jours, les lignées 19, 2, 10, 11, 3 et 17 et le témoin 3460,

\* > à 165 jours, les lignées 18, 20, 4, 13, 21, 12, 1 et 5.

Il n'existe pas de lignées plus précoces que 3406.

On notera les différences entre sites avec, en moyenne, pour toutes les lignées et témoins:

\* Betafo, 155 jours,

\* Zimmermann, 157 jours,

\* Talata, 160 jours,

\* KOBAMA, 173 jours.

Ces variations sont à rapprocher des altitudes et des températures moyennes.

Ces différents sites représentent bien les conditions climatiques de la région.

Les rendements sont appréciés par les pesées parceliaires et les facteurs du rendement sont estimés par des prélèvements de 1 m<sup>2</sup> sur le Bloc 2 de chaque essai.

### 3.5.2 Les problèmes rencontrés

Les principaux problèmes sont ceux décrits auparavant et concernent les mauvaises croissances suivies de blocages et malformations paniculaires, problèmes observés notamment sur les essais Zimmermann et de Betafo.

Le tableau 8 résume les rendements observés pour les deux variétés témoins, 3406 et 3460 par site.

**TABLEAU 8:** Les rendements par site

VARIETES	ZIM.	BETAFO	KOBAMA	TALATA
3406	983	1823	1420	3133
3460	985	1002	885	1550

IL existe donc de nettes différences entre les sites. Pour en expliquer les raisons, nous nous référerons au tableau 9 présentant les facteurs du rendement.

**TABLEAU 9: Les facteurs du rendement**

VARIETES	SITES	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M²
3 4 0 6	ZIM.	11.2	2.5	38	48	10250
	BETAFO	11.7	3.1	31	70	9067
	KOBAMA	9.0	3.3	48	55	10491
	TALATA	7.9	3.5	68	68	13330
3 4 6 0	ZIM.	9.3	2.7	38	57	8538
	BETAFO	8.6	2.7	39	48	8339
	KOBAMA	9.2	3.0	50	33	11474
	TALATA	9.8	3.3	37	63	9007

Par rapport à la station de Talata:

\* L'essai Zimmermann se caractérise par un nombre de panicules supérieur mais avec des épis plus petits et des grains mal remplis. Le nombre de grains par unité de surface est plus faible. De plus, une forte stérilité des épillets a affecté les rendements.

\* L'essai de Bétafo possède les mêmes caractéristiques avec une meilleure fertilité et un meilleur remplissage des grains.

\* L'essai de KOBAMA montre une légère baisse du poids des grains pleins mais surtout une plus faible fertilité de épillets.

Ces différentes remarques sont en relation avec les observations de terrain concernant les problèmes décrits ci-avant pour les sites Zimmermann et Betafo. Pour Kobama, elles sont en relation avec l'altitude du site et donc la baisse des températures qui a affecté les fertilités des épillets et le remplissage des grains.

### 3.5.3. L'essai zimmermann

Les figures 36, 37 et 38 présentent les rendements des différentes lignées et témoins observés sur chacun des blocs.

Elles traduisent les problèmes évoqués par la faiblesse des productions obtenues sur les témoins. Malgré cela, différentes lignées ont un comportement satisfaisant puisque certaines dépassent ou avoisinent les 3 T/ha, alors

FIGURE 36

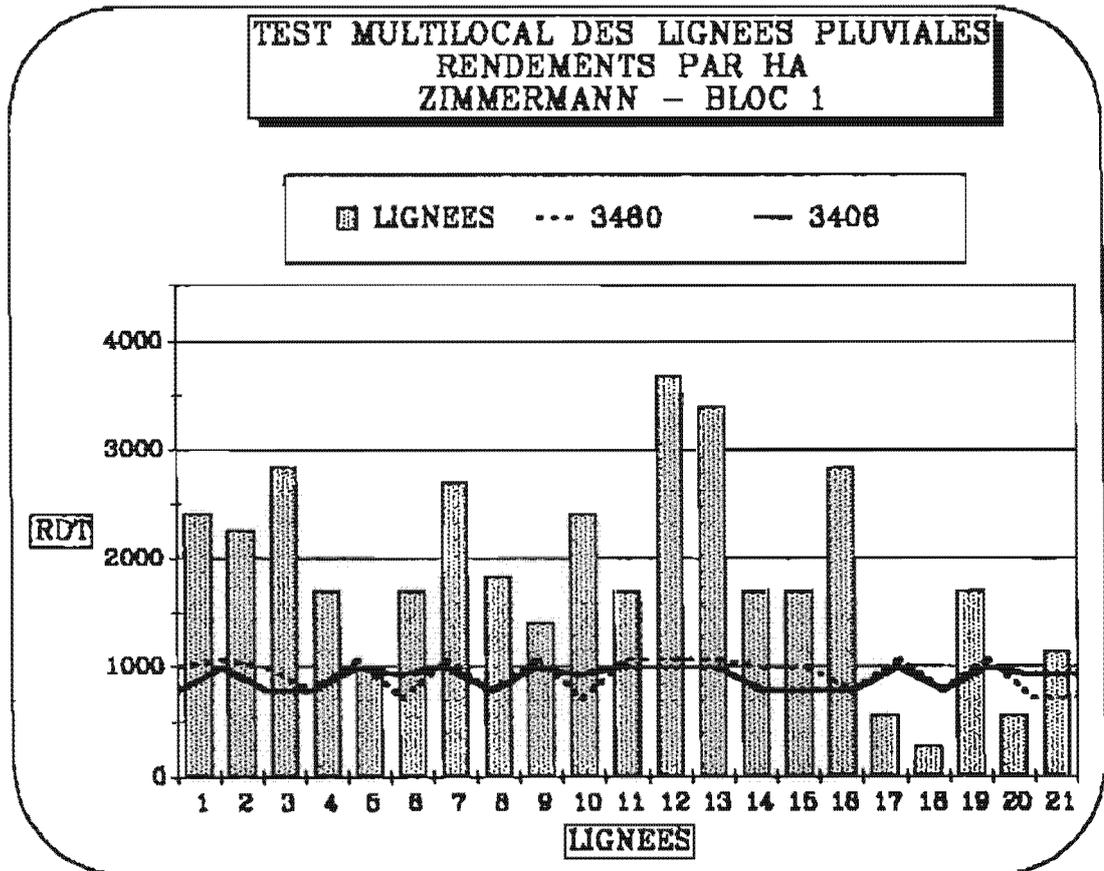


FIGURE 37

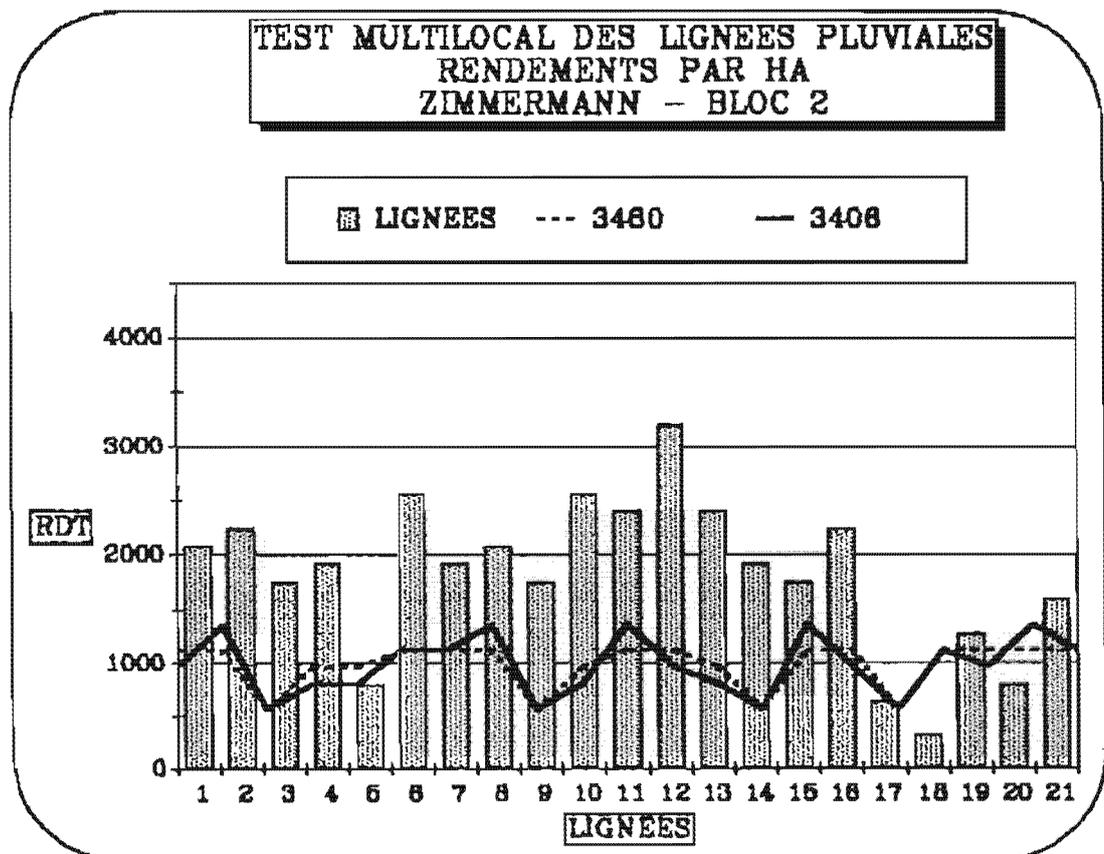


FIGURE 38

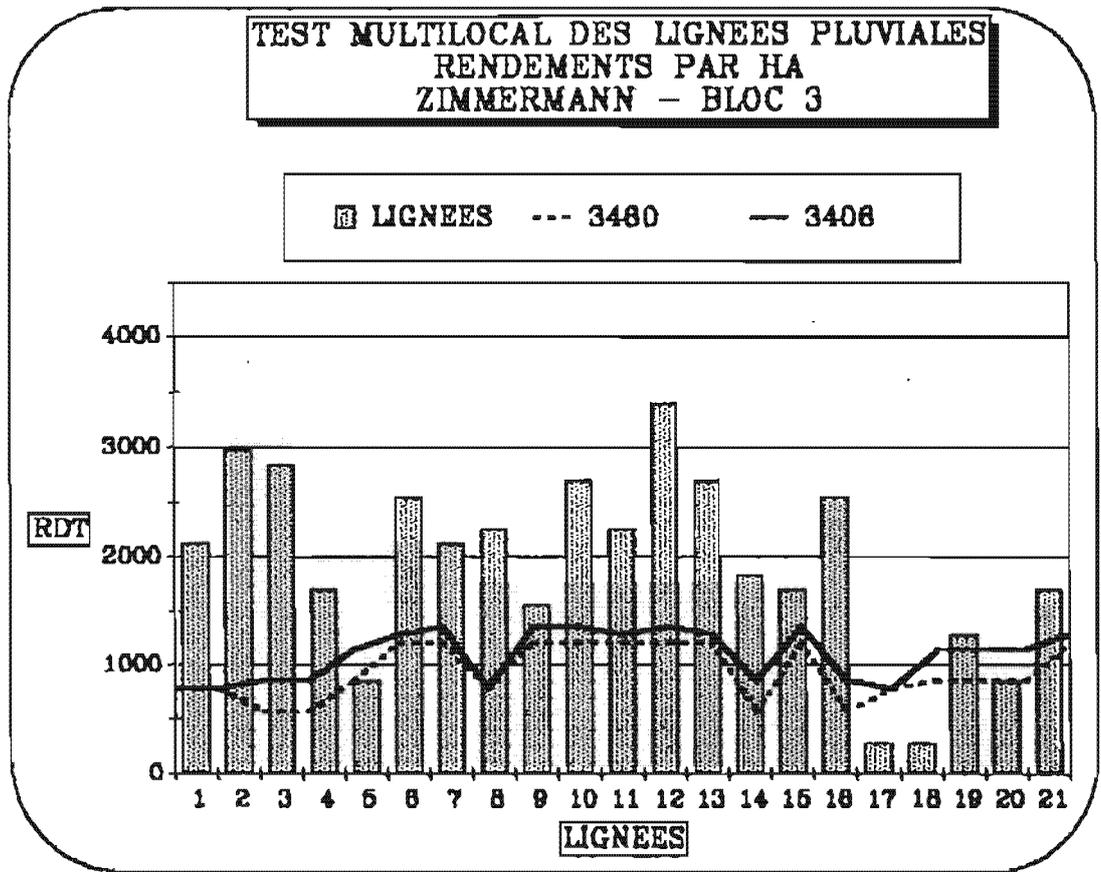
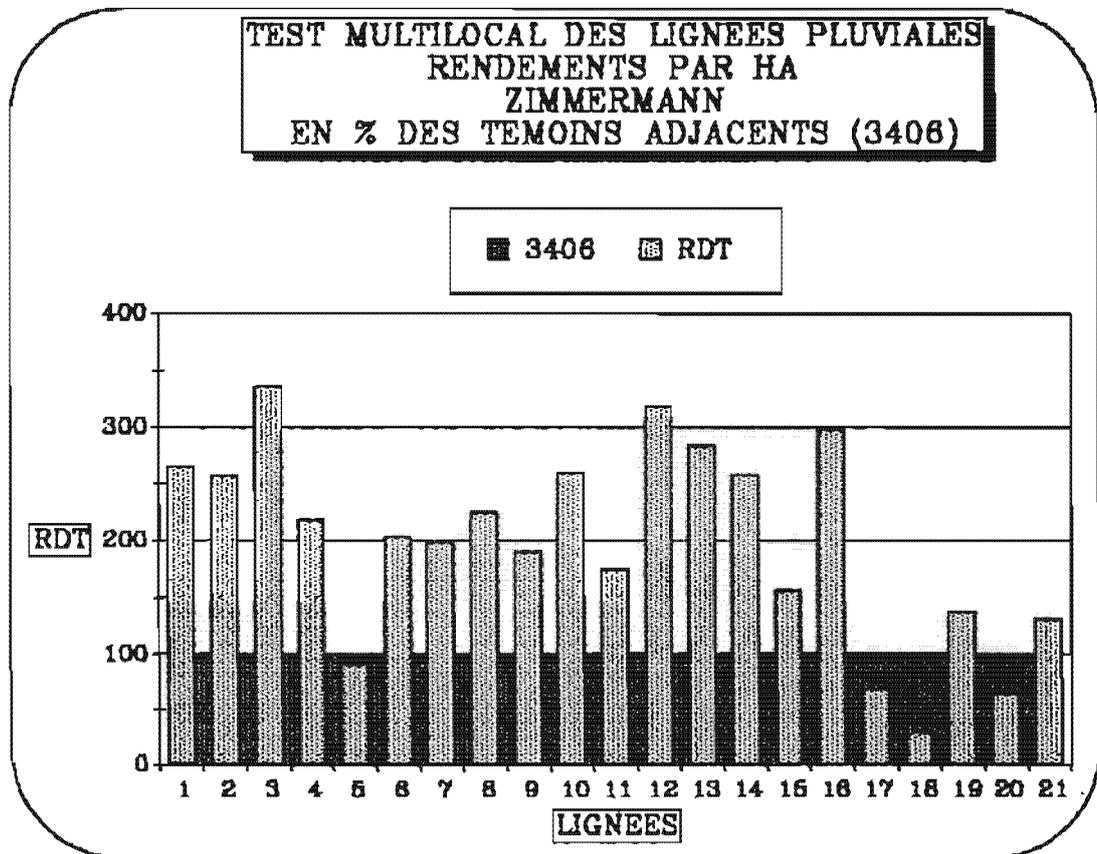


FIGURE 39



qu'elles ont des cycles équivalents à 3460. C'est le cas des lignées 12 et 13 (Cf tableau 7).

Le tableau 10 résume les moyennes des facteurs du rendement.

**TABLEAU 10: Les facteurs du rendement (Zimmermann)**

LIGNÉES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	2210	7.6	3.0	52	79	9955
2	2500	9.4	2.3	40	78	9372
3	2482	11.8	2.3	49	69	14321
4	1777	8.0	3.4	35	60	6979
5	883	12.2	3.2	31	75	9604
6	2275	9.7	3.5	37	78	8920
7	2251	10.1	2.7	52	74	13072
8	2068	11.4	3.0	32	70	9092
9	1582	11.0	2.4	36	68	9926
10	2559	12.0	2.5	49	83	14800
11	2127	13.3	2.2	55	73	18150
12	3436	10.8	3.2	48	72	13054
13	2837	9.1	2.3	74	82	16746
14	1825	8.3	2.4	59	65	12167
15	1724	8.3	3.1	38	70	7829
16	2547	8.1	2.6	55	71	11097
17	498	9.3	3.4	22	24	5033
18	296	5.4	2.6	28	57	3713
19	1422	13.8	2.6	32	68	11005
20	741	8.6	2.9	33	38	7051
21	1481	9.6	2.6	51	67	12278
3406	983	11.2	2.5	38	48	10250
3460	935	9.3	2.7	38	57	8538

La figure 39 traduit les pourcentages moyens des rendements obtenus par rapport au témoin 3406.

On remarquera les fortes valeurs des lignées du fait des faibles rendements

observés sur le témoin.

De ce fait, il sera difficile de faire intervenir cet essai dans l'interprétation multilocale.

#### 3.5.4. L'essai de Betafo

Les figures 40, 41 et 42 montrent les rendements obtenus sur chacun des 3 blocs.

On note les rendements supérieurs de 3406 par rapport à 3460. Ce qui correspond aux observations réalisées par ailleurs durant cette campagne (Essai variétal et test des lignées à Talata).

Certaines lignées dépassent les 3 T/ha.

Les facteurs du rendement sont présentés sur le tableau 11.

**TABLEAU 11: Les facteurs du rendement (Betafo)**

LIGNÉES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	1583	12.8	2.7	61	65	19647
2	2590	18.5	2.1	34	80	15567
3	1957	16.5	2.1	43	65	17833
4	1714	5.7	3.5	56	81	8032
5	1509	5.5	3.2	63	56	8682
6	2394	9.6	3.4	46	74	11113
7	2497	10.5	2.6	42	79	11098
8	2142	16.0	2.8	33	74	13239
9	2038	16.3	2.6	30	84	12404
10	1838	12.1	2.3	48	73	14488
11	1316	14.0	2.3	43	52	15223
12	2536	10.1	3.3	63	68	15995
13	2694	8.4	2.8	57	80	12021
14	1787	10.9	2.4	41	69	11135
15	2775	17.4	3.0	48	71	20911
16	3127	12.7	2.6	58	76	18490

FIGURE 40

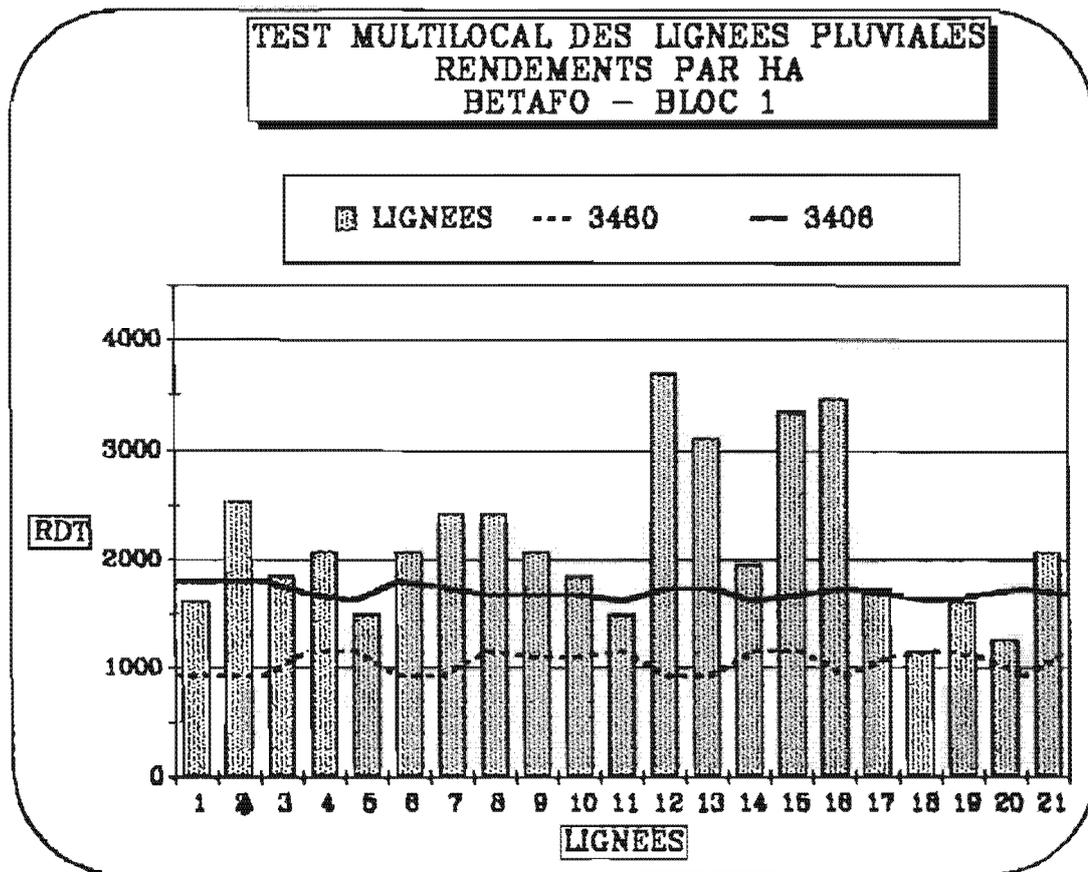


FIGURE 41

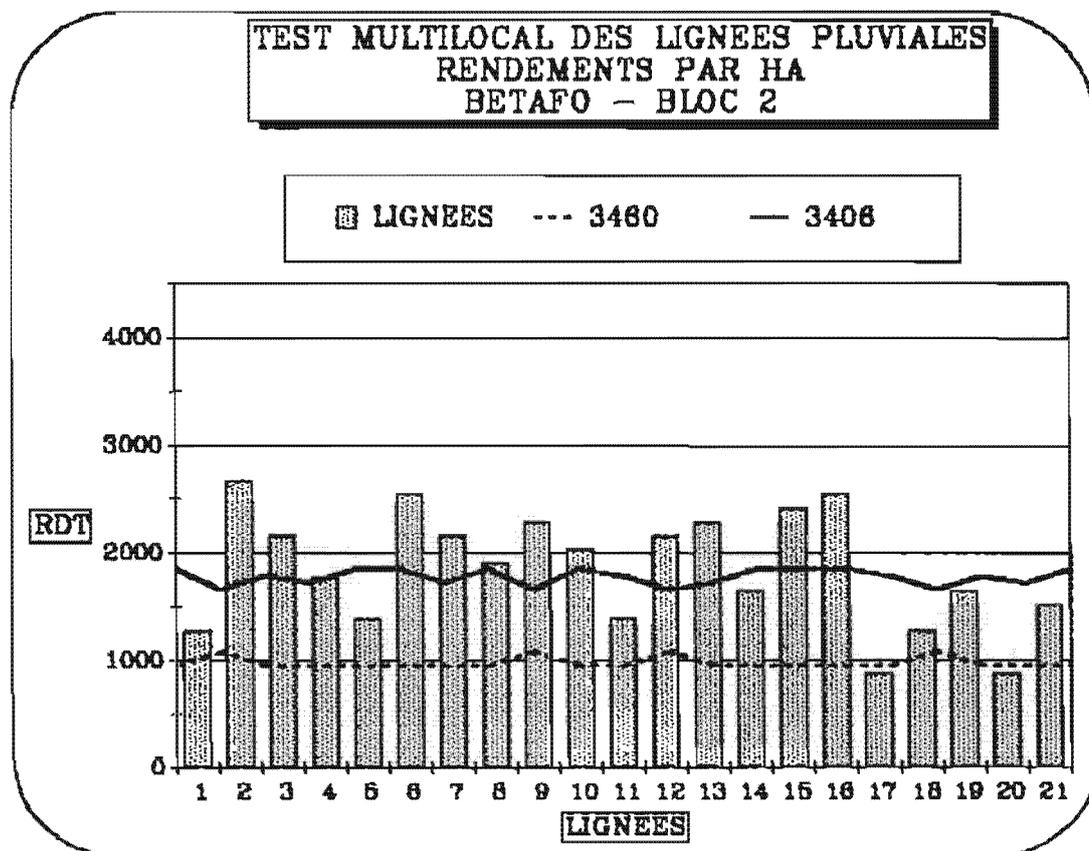


FIGURE 42

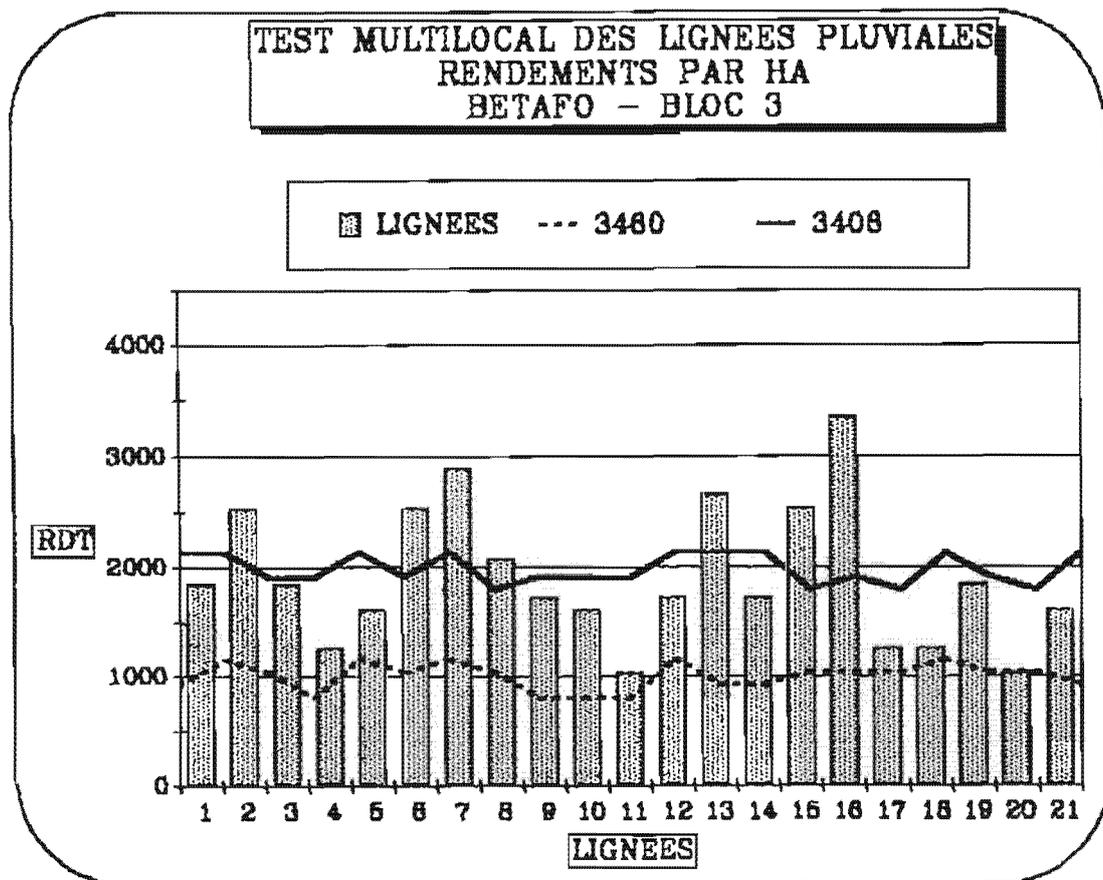
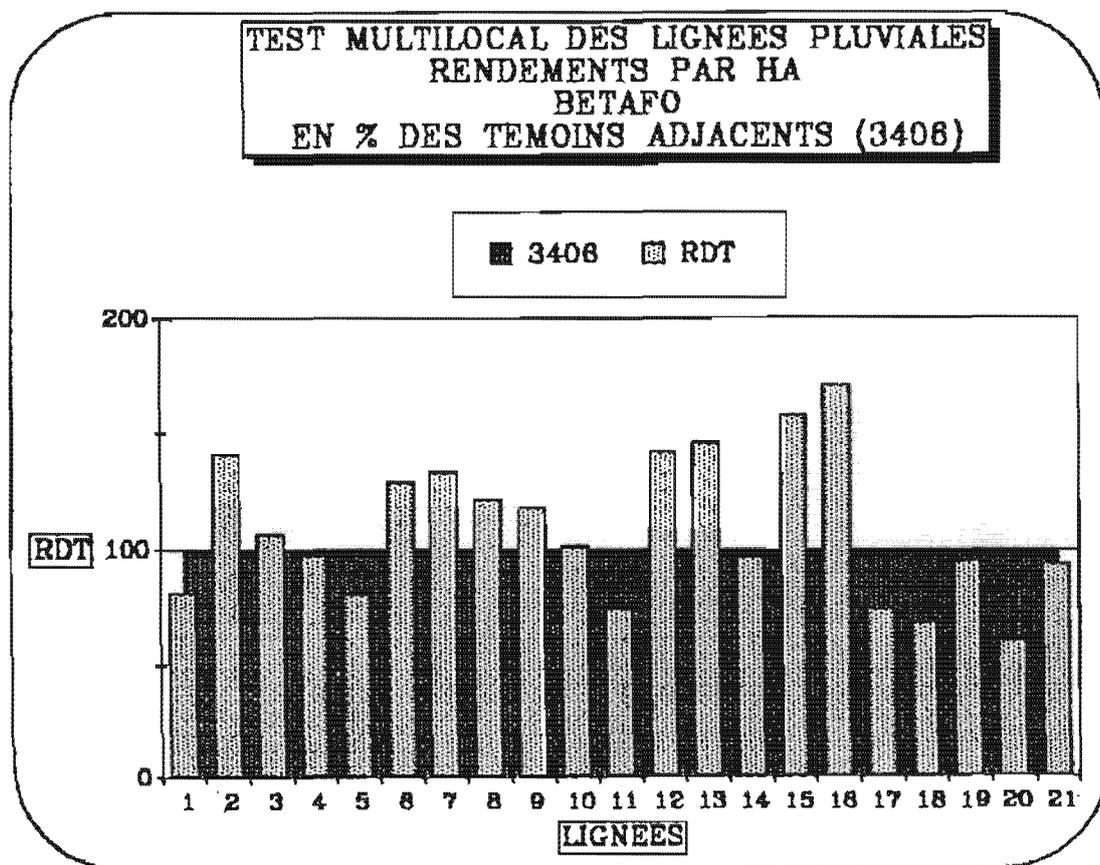


FIGURE 43



LIGNEES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
7	1301	7.9	3.5	40	65	7810
8	1235	8.6	3.0	43	58	9361
9	1710	7.5	3.0	68	74	12800
20	1069	10.4	2.8	24	62	6315
21	1745	8.3	3.1	41	66	8462
3406	1823	11.7	3.1	31	48	9067
3460	1002	8.6	2.7	39	66	8339

La figure 43 montre les pourcentages moyens des rendements obtenus par rapport à 3406.

On retiendra le bon comportement moyen des croisements C2 (lignées 2 et 3), C8 (lignées 6, 7, 8 et 9), C29 (lignées 12 et 13) et C30 (lignées 15 et 16).

### 3.5.5 L'essai de KOBAMA

Les figures 44, 45 et 46 représentent les rendements pour chaque bloc.

On remarque les très bonnes productions obtenues sur certaines lignes qui peuvent dépasser les 4 T/ha pour les lignes 6 et 8 (C8). Ce qui est exceptionnel dans ce milieu (altitude > 1600 m).

Le comportement de 3406 et 3460 est conforme à ce qui a été observé auparavant. Notons que les rendements moyens de ces 2 témoins sont faibles du fait de la stérilité observée sur ce site sélectif, alors que sur les deux sites précédents, ils étaient limités par les problèmes particuliers décrits.

Le tableau 12 traduit les facteurs du rendement.

FIGURE 44

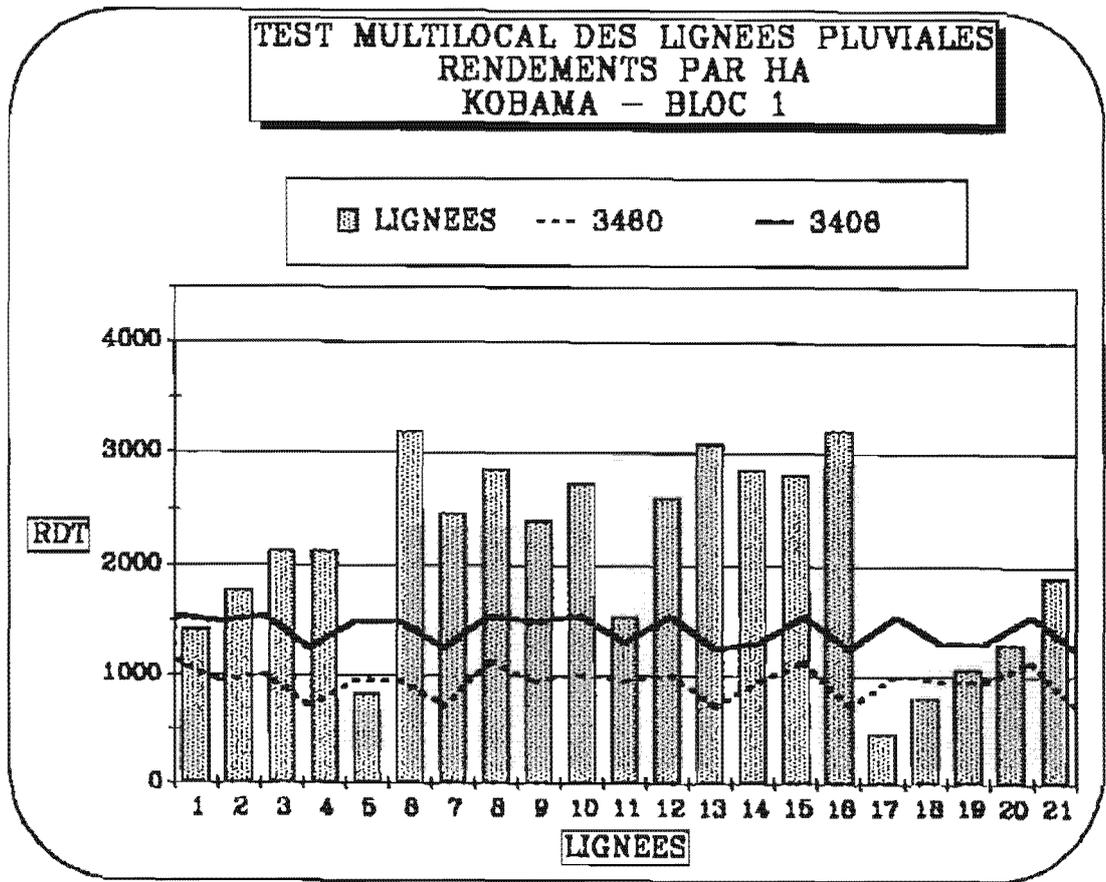


FIGURE 45

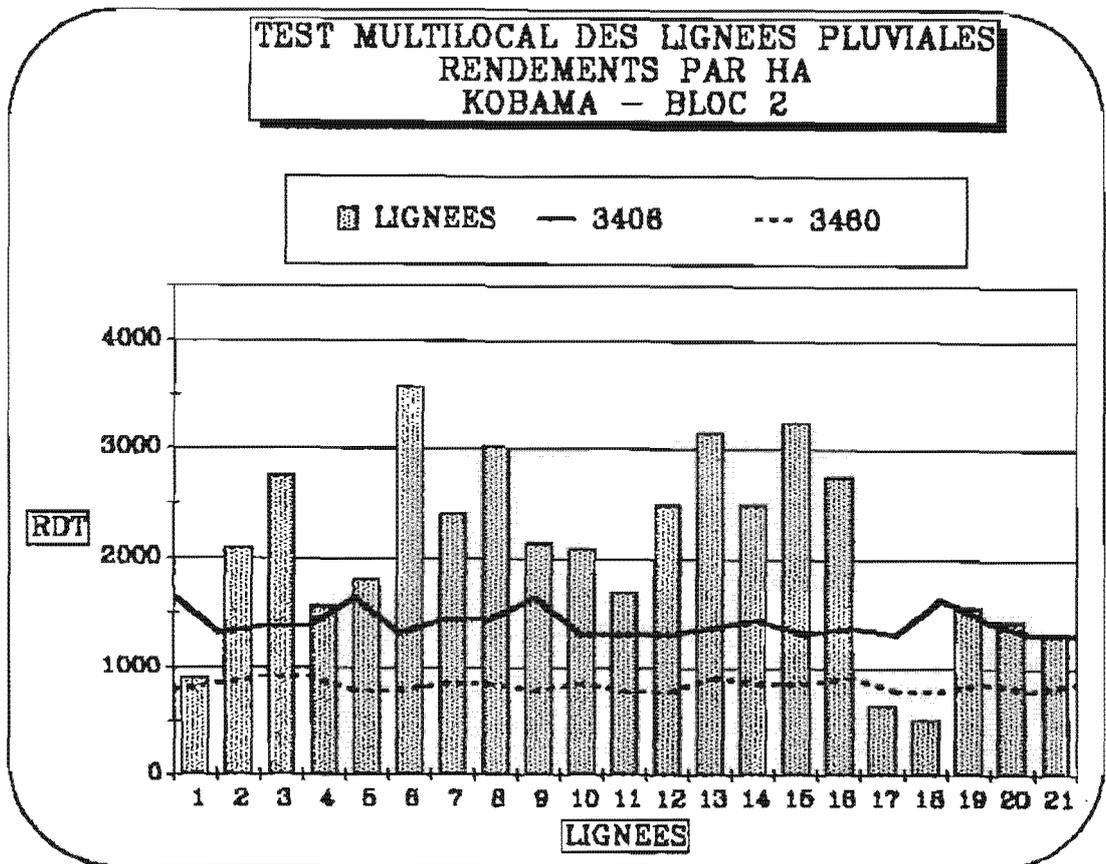


FIGURE 46

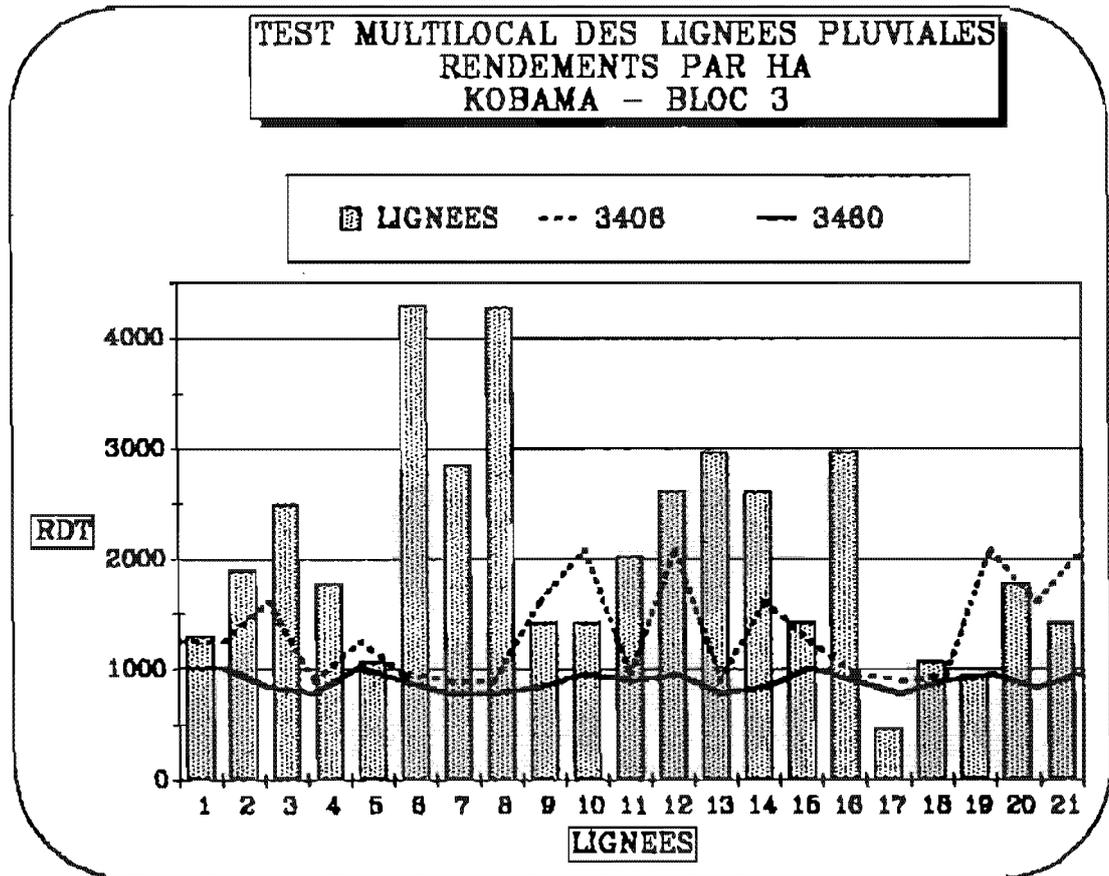
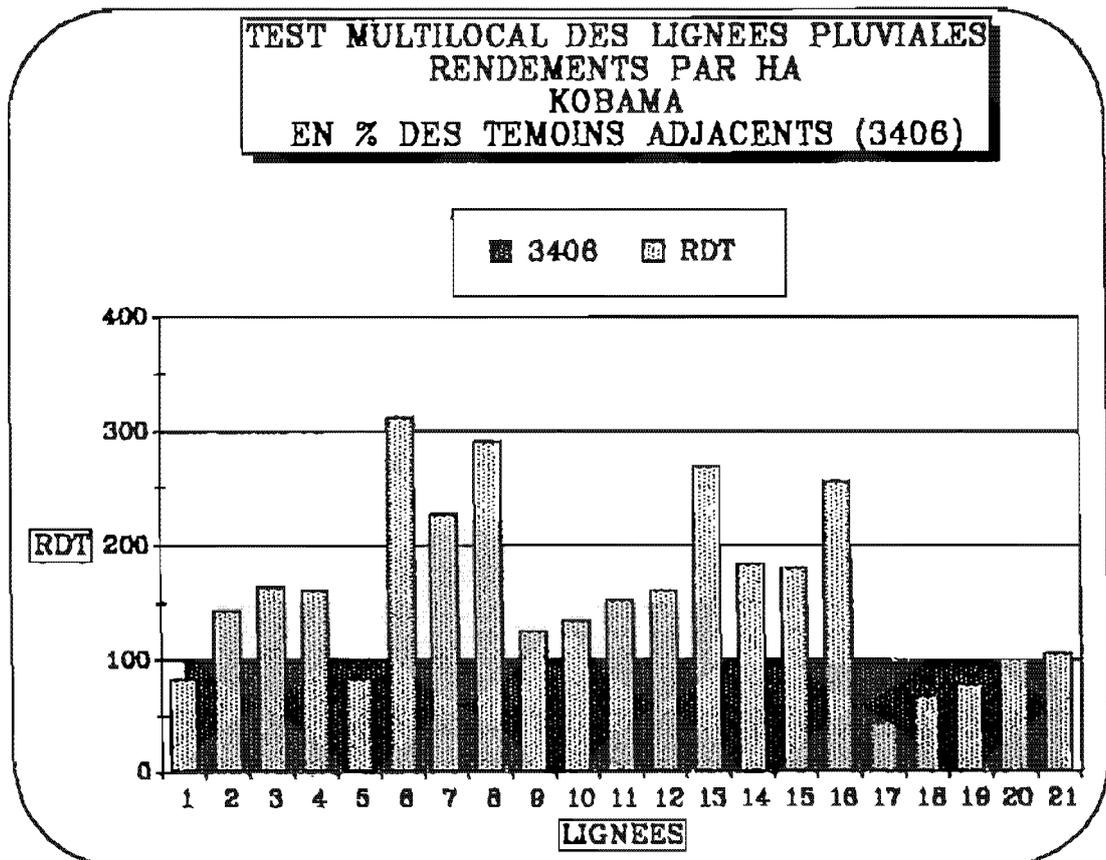


FIGURE 47



**TABLEAU 12: Les facteurs du rendement (KOBAMA)**

LIGNEES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	1220	11.8	2.9	49	57	14385
2	1932	11.5	2.3	43	74	16475
3	2469	14.3	2.6	46	85	16316
4	1836	8.5	3.6	62	51	13112
5	1244	16.8	3.4	23	67	9739
6	3696	11.1	3.7	53	82	14584
7	2585	10.1	2.9	56	78	14174
8	3390	16.3	2.9	54	70	22168
9	1993	12.9	2.3	49	70	15942
10	2091	13.0	2.4	57	73	18636
11	1761	12.3	2.4	51	59	15670
12	2579	12.7	3.3	63	56	19890
13	3076	10.5	3.0	80	51	20892
14	2659	12.9	2.6	74	75	23852
15	2502	10.5	3.1	68	80	17869
16	2985	9.9	2.7	75	51	18486
17	537	6.5	3.8	40	20	6572
18	802	7.8	3.1	44	34	8587
19	1201	7.7	3.2	57	49	11013
20	1514	11.5	3.4	23	53	6561
21	1550	13.4	3.2	25	66	8528
3406	1420	9.0	3.0	48	55	10491
3460	885	9.2	3.0	50	33	11474

La figure 47 montre les pourcentages moyens des rendements obtenus par rapport à 3406.

On retiendra le bon comportement moyen des croisements C2 (lignées 2 et 3), C8 (lignées 6, 7, et 8), C29 (lignées 12 et 13) et C30 (lignées 14, 15 et 16).

Il faut noter le très bon comportement de la lignée 6 qui présente des rendements de l'ordre de 300 % de 3406.

### 3.5.6 La station de Talata

Les essais conduits sur cette station sont décrits par les sélectionneurs dans leur rapport de campagne. Les résultats obtenus pour les lignées communes sont résumés ici.

La figure 48 montre les rendements moyens obtenus avec chaque lignée et témoin.

On note le meilleur comportement de 3406 et 3460 avec un différentiel de l'ordre de 30 % en la faveur de 3406 expliqué par des différences de fertilité des épillets.

La figure 49 traduit les pourcentages présentés par les lignées comparativement au témoin 3406.

On retiendra l'intérêt des croisements C8 (lignées 6, 7, 8 et 9), C29 (lignée 13) et C30 (Lignées 14, 15, et 16).

La lignée 6 a présenté des rendements supérieurs à 6 T/ha.

### 3.5.7 Interprétation multilocale

Les figures 50 à 53 représentent les rendements et facteurs du rendement des lignées comparativement aux témoins, en valeurs moyennes de tous les sites.

Les rendements moyens de 3406 et 3460 sont faibles relativement à leurs potentialités du fait:

- \* des problèmes de croissance observés sur les essais Zimmermann et Betafo,

- \* de la forte stérilité observée sur 3460 durant cette campagne,

- \* des conditions sélectives sur la ferme KOBAMA.

Dans ces conditions, des lignées présentent des rendements moyens supérieurs à 3 T/ha, notamment la lignée 6 dont les potentialités dépassent les 6 T/ha (Talata).

Beaucoup de ces lignées ont une fertilité moyenne supérieure à 60 % et qui peut atteindre les 80 %, alors que 3406 et 3460 sont fertiles à, respectivement, 60 à 50 %.

Les nombres de grains par unité de surface décriment bien les différents croisements:

- \* C1 peu différents des témoins,

- \* C2 (L2 et L3) avec beaucoup de grains (20 000 environ),

FIGURE 48

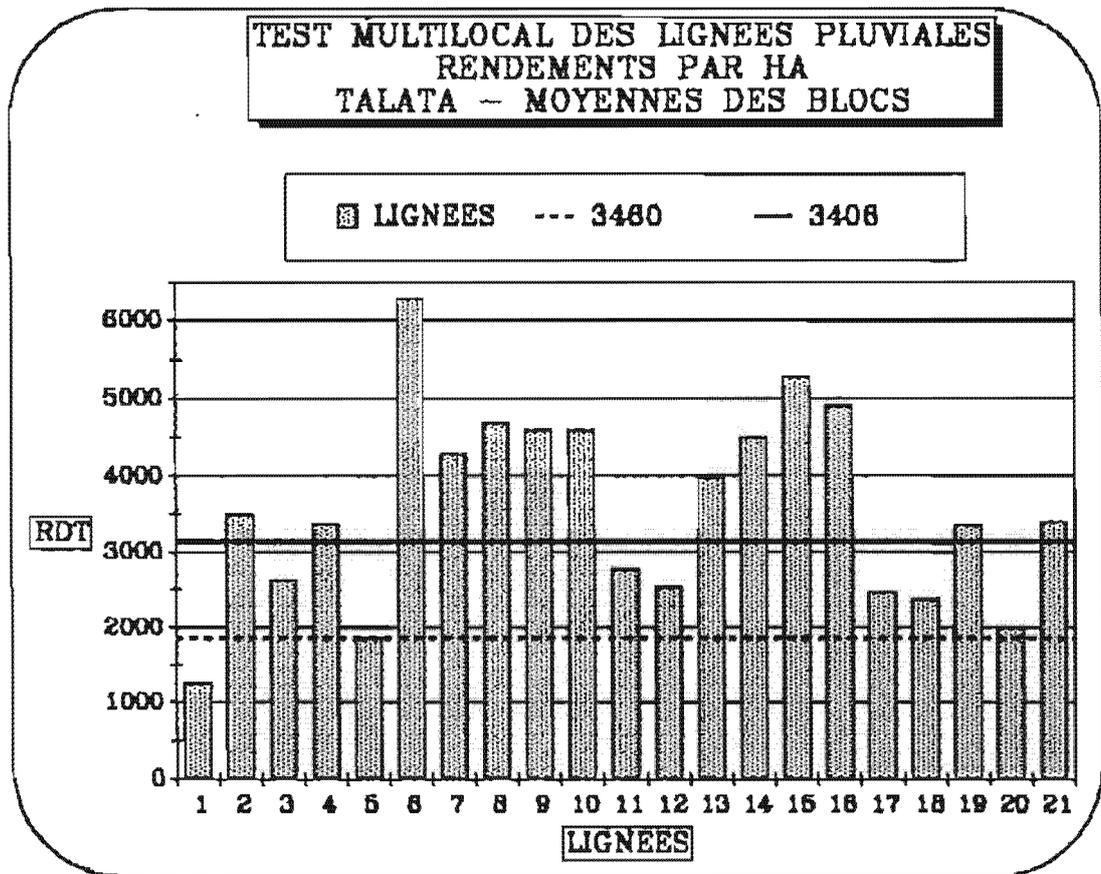


FIGURE 49

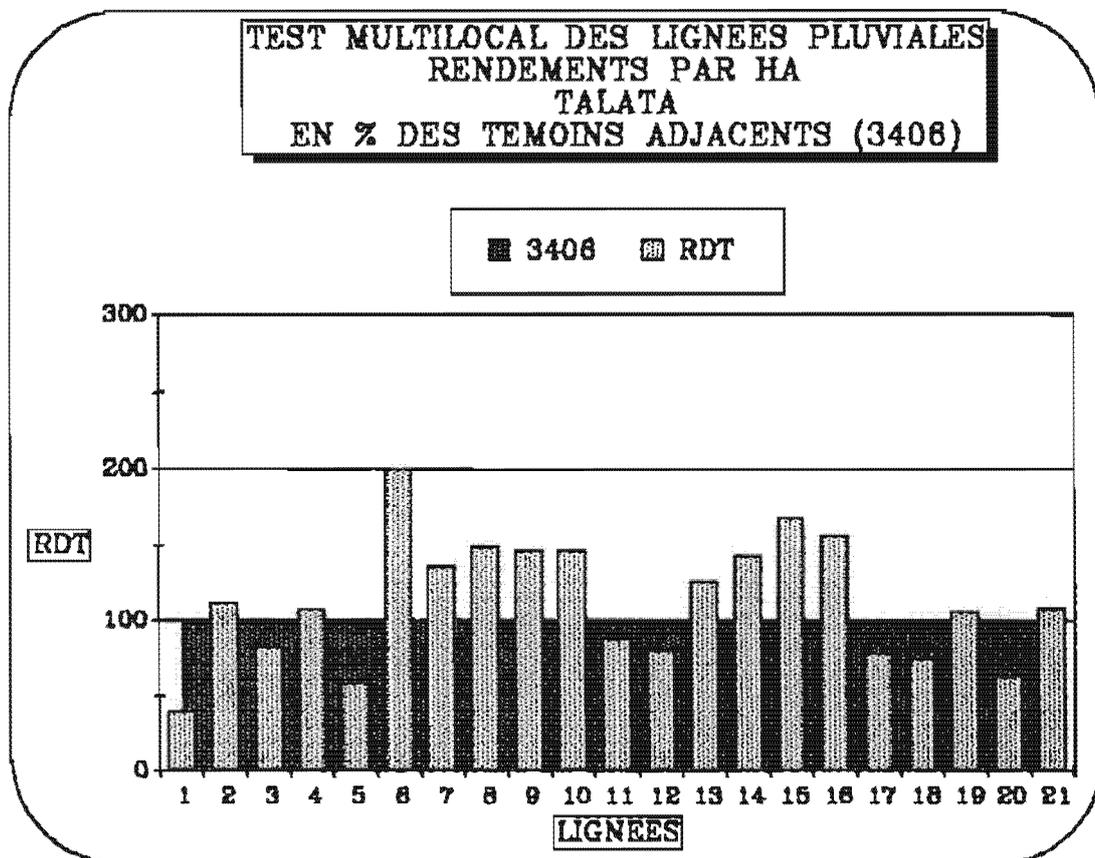


FIGURE 50

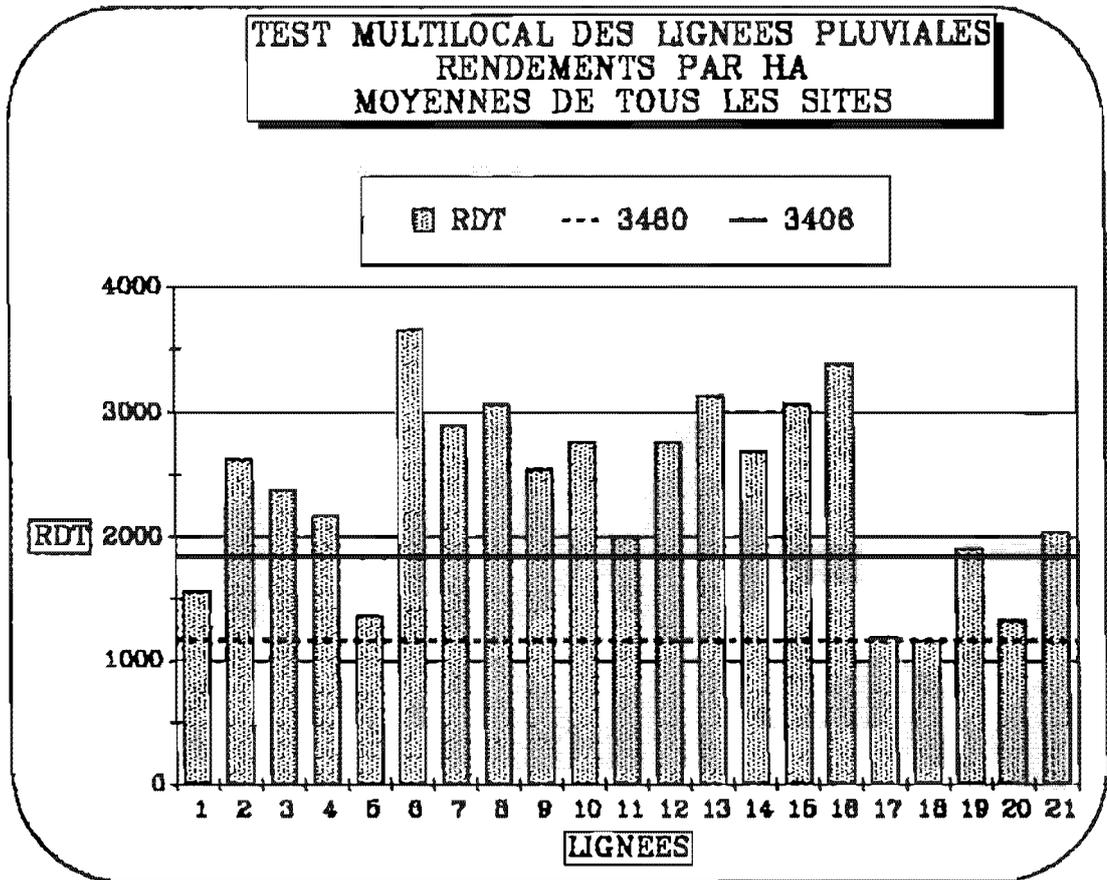


FIGURE 51

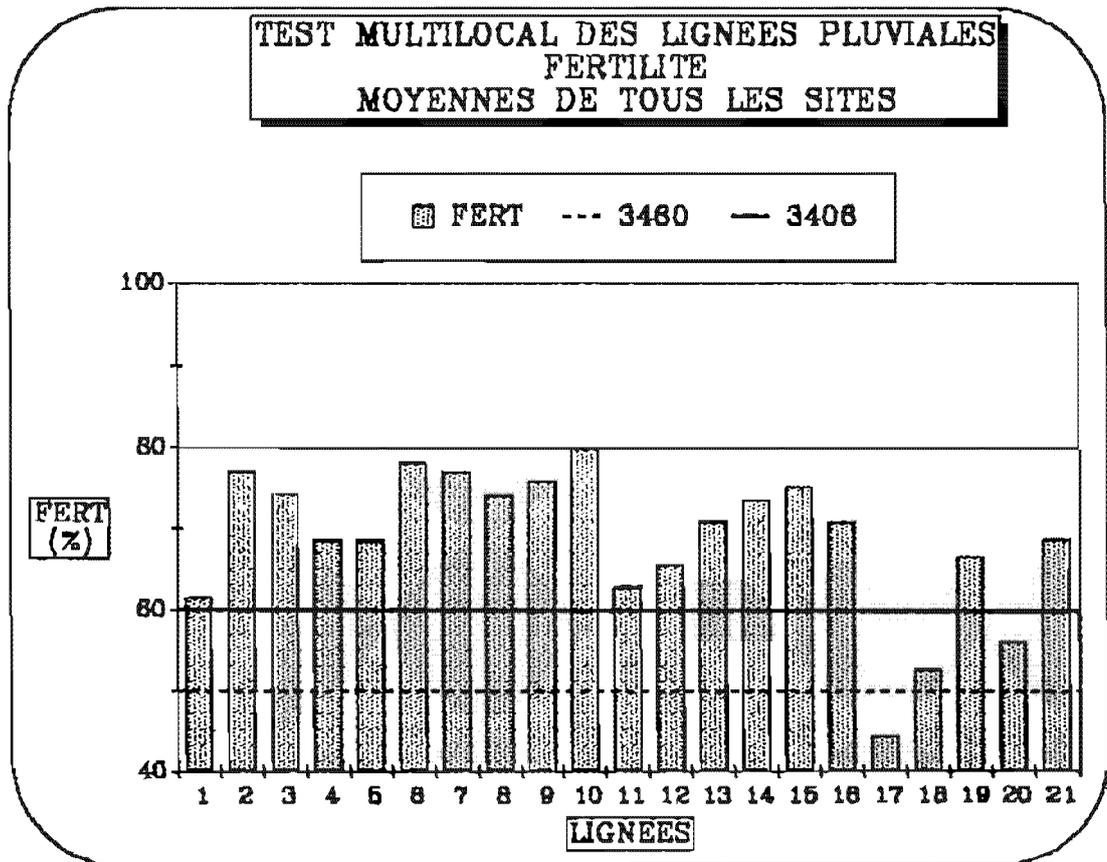


FIGURE 52

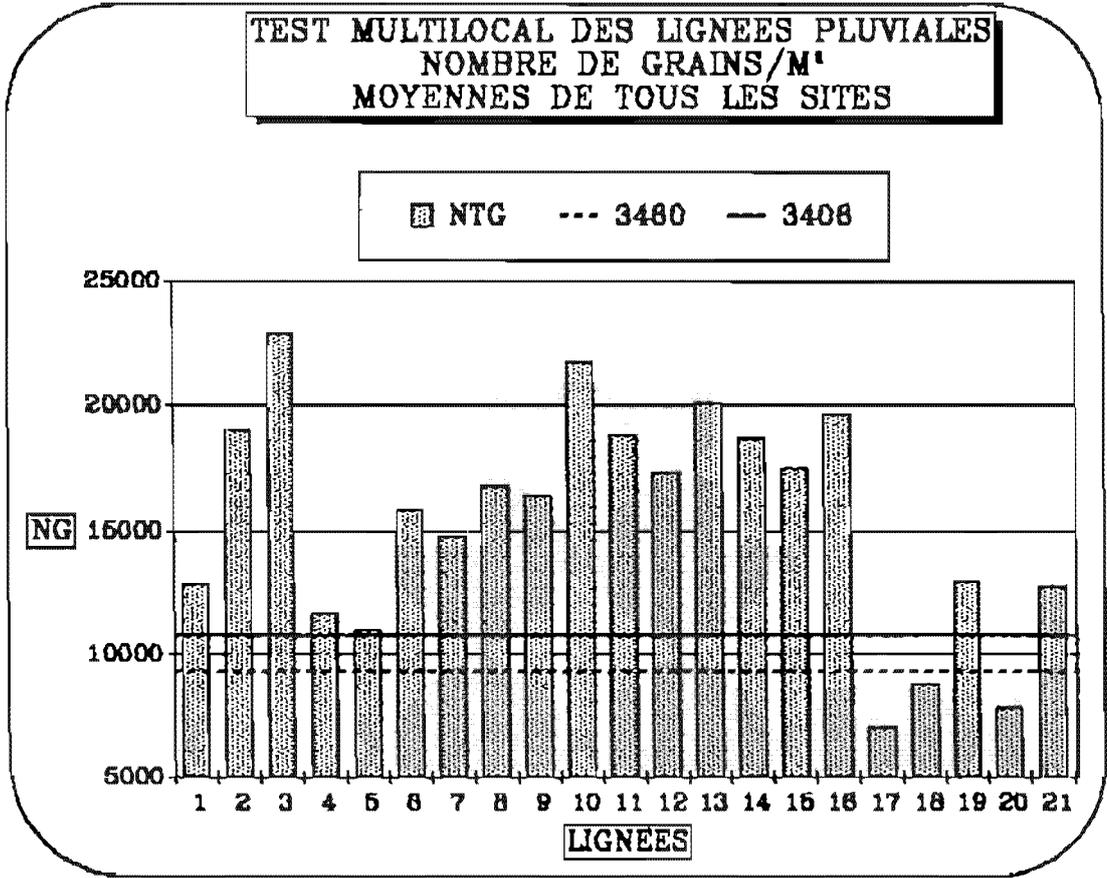
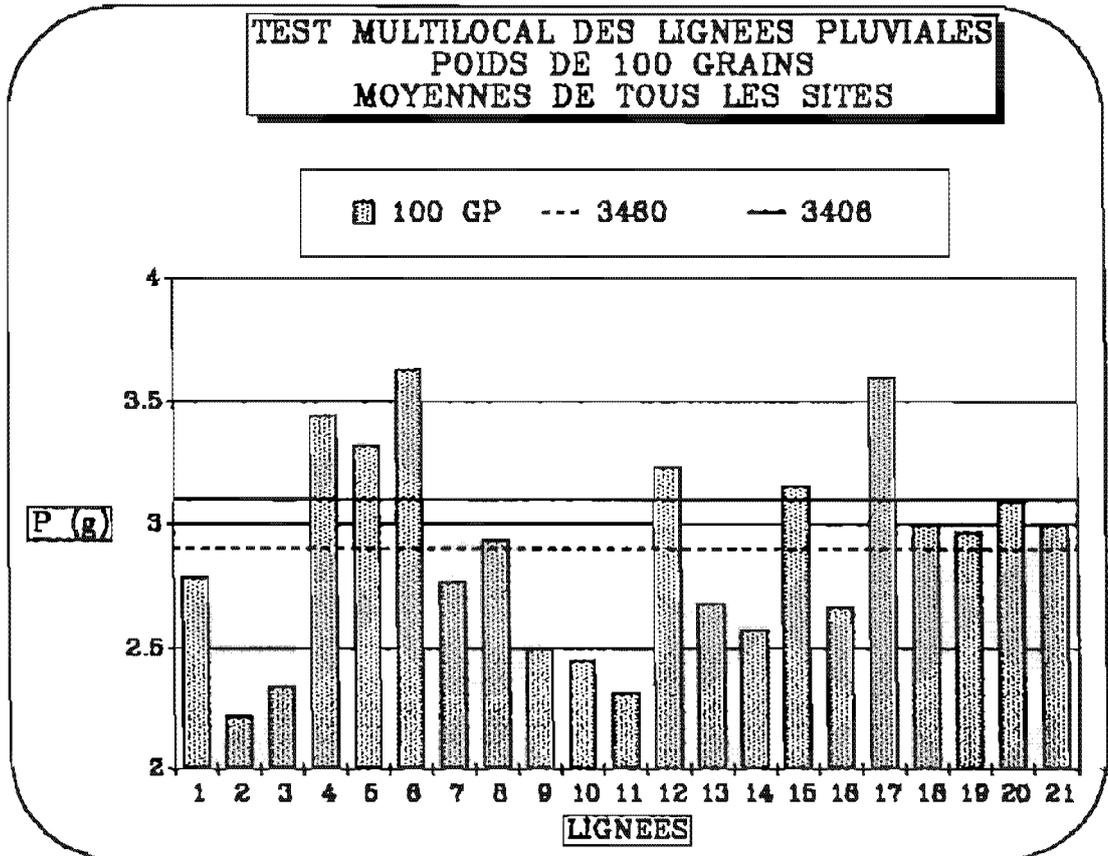


FIGURE 53



caractère peut être dû au parent Shin Eï,

\* C8 (L6 à L9) avec un nombre de grains supérieur aux témoins (15 000),

\* C26 (L10 et L11), C29 (L12 et L13) et C30 (L14 à L16) avec un nombre de grains supérieurs au précédent croisement (entre 15 000 et 20 000),

\* C51 (L17 à L19) et C58 (L20 et L21) sensiblement égaux aux témoins.

Les poids de 100 grains sont très fluctuants et dépendent des types de grains. Notons les forts poids des grains présentés par la lignée 6.

Le comportement des lignées les plus productives s'explique par un bon équilibre entre ces différents facteurs.

Le tableau 13 montre le classement des lignées par rapport à leur rendement exprimé en % du témoin 3406.

TABLEAU 13: Classement des lignées

ORDRE	LIGNEE	% DE 3406
1	16	221
2	6	212
3	13	207
4	8	197
5	12	176
6	7	175
7	3	173
8	14	171
9	15	166
10	2	164
11	10	161
12	4	147
13	9	146
14	11	123
15	1	118
16	21	111
17	19	105
18	5	79

19	20	73
20	17	67
21	18	61

Au sein des meilleures lignées, il y a un ou plusieurs représentants des croisements:

- \* C30 (L16),
- \* C8 (L6, L8 et L7),
- \* C29 (L13),
- \* C2 (L3).

Dans chacun de ces croisements, un des parents est une variété aquatique de haute altitude (Latsidahy et Latsibavy). Ces croisements se distinguent sur tous les sites.

Les figures 54 à 58 représentent les variations des rendements des lignées exprimées en % des témoins adjacents (3406). Un site représente un bloc. Les valeurs ont été triées par lignée de façon croissante.

Les valeurs maximales extrêmes sont à considérer avec prudence car elles traduisent souvent des témoins adjacents très faibles.

Les lignées ont été classées selon leur comportement général pour faciliter la lecture.

Il existe des lignées dont les rendements sont toujours supérieurs au témoin (6, 8, 13, 16, 2, 7 et 15) ou pratiquement toujours (12 et 14).

Certaines sont bien classées mais peuvent être, sur quelques sites, inférieures au témoin ou sensiblement équivalentes (3, 4, 9, 10).

D'autres sont équivalentes au témoin (1, 11, 19, 21).

Enfin, les lignées 5, 17, 18 et 20 sont toujours inférieures au témoin.

### 3.5.8. Actions des basses températures

Les observations réalisées durant cette campagne nous amènent à supposer le rôle déterminant des températures sur le comportement général des variétés ou lignées, et sur leur classement.

Pour illustrer ceci, nous allons considérer deux exemples:

- \* la variété 3460 fortement stérile cette campagne,
- \* la lignée 12 très bien classée en moyenne (5<sup>ème</sup> dans le classement général) et mal classée à Talata (81 % de 3406).

FIGURE 54

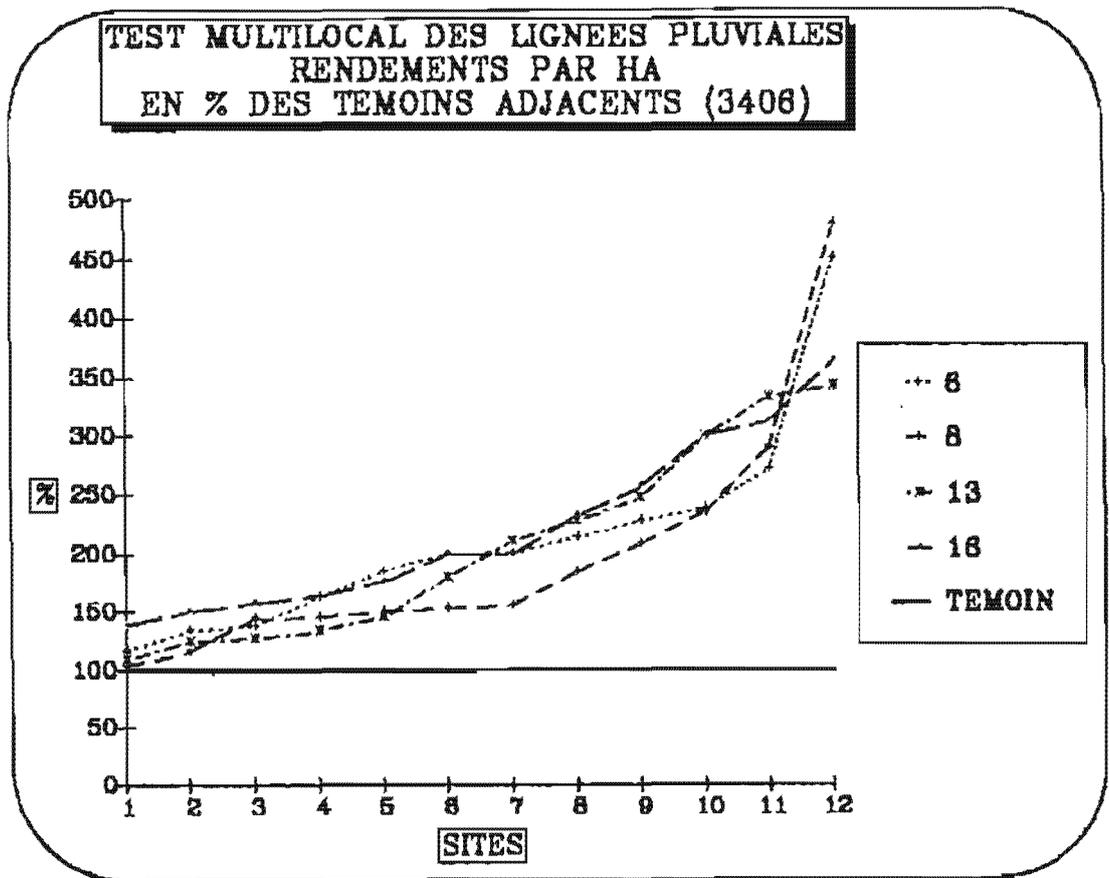


FIGURE 55

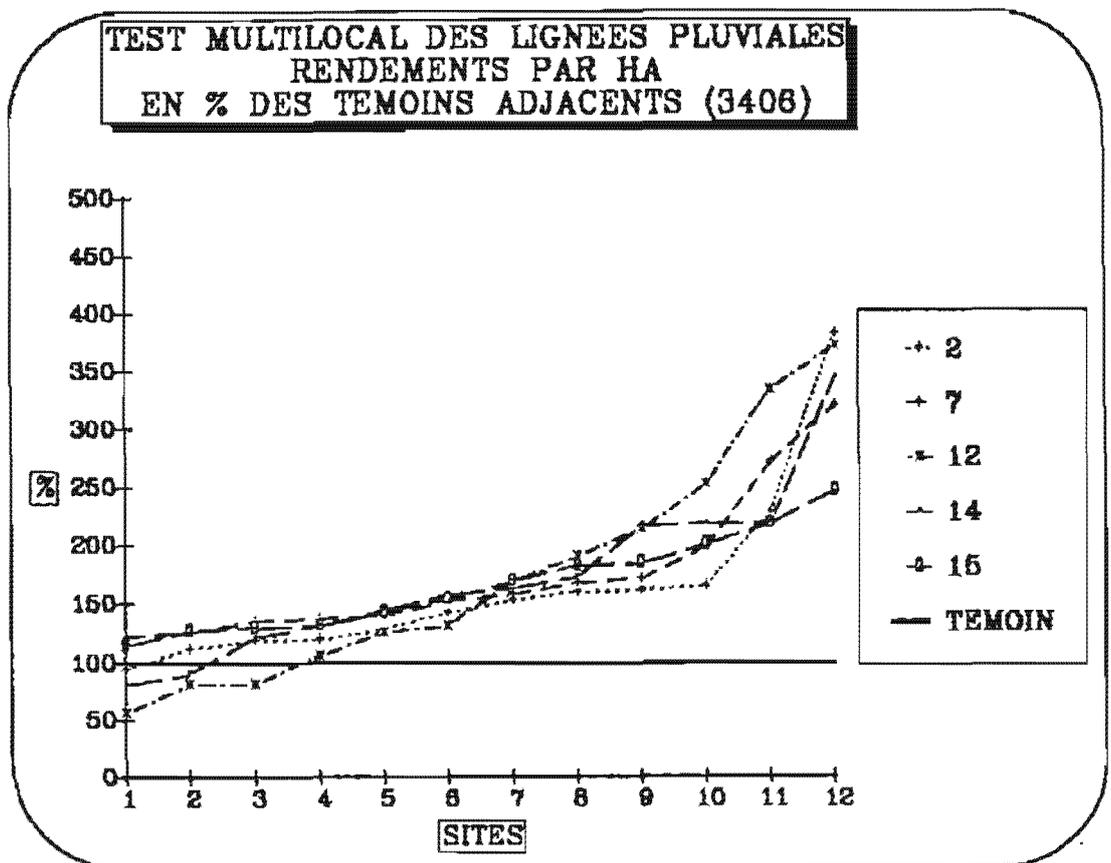


FIGURE 56

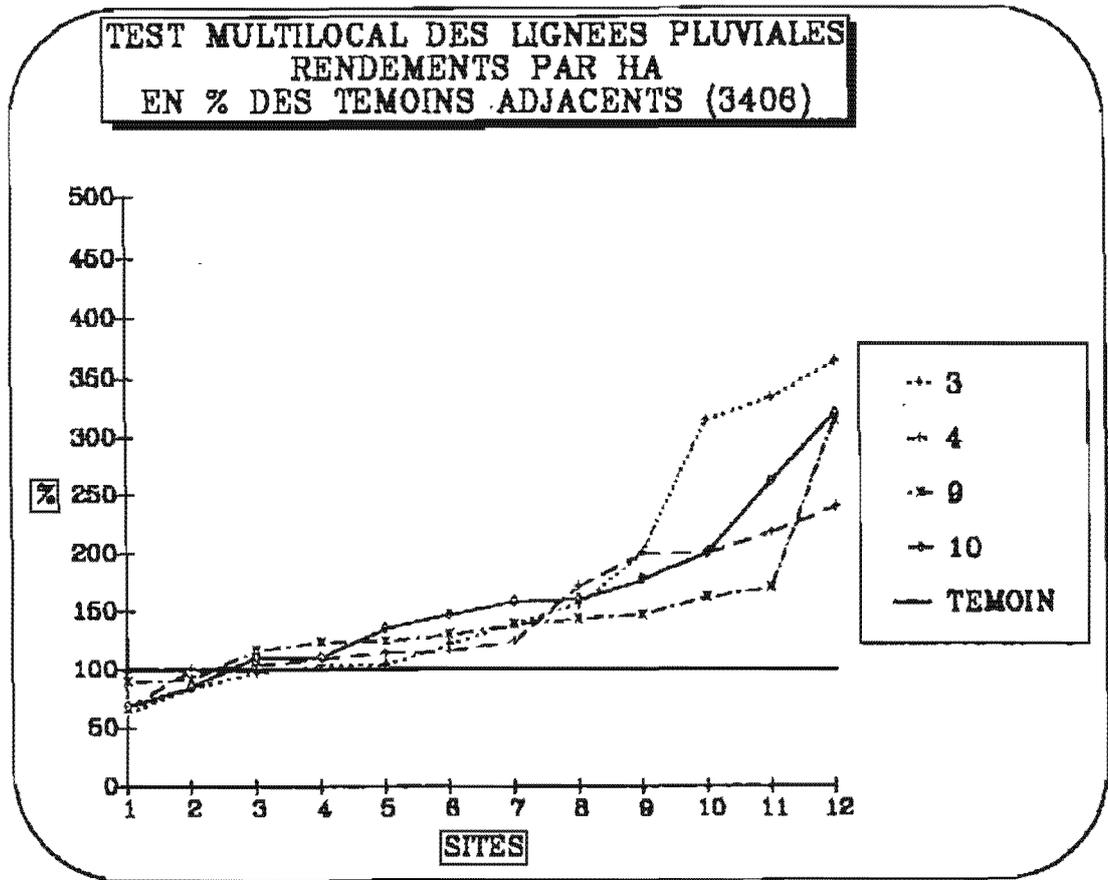


FIGURE 57

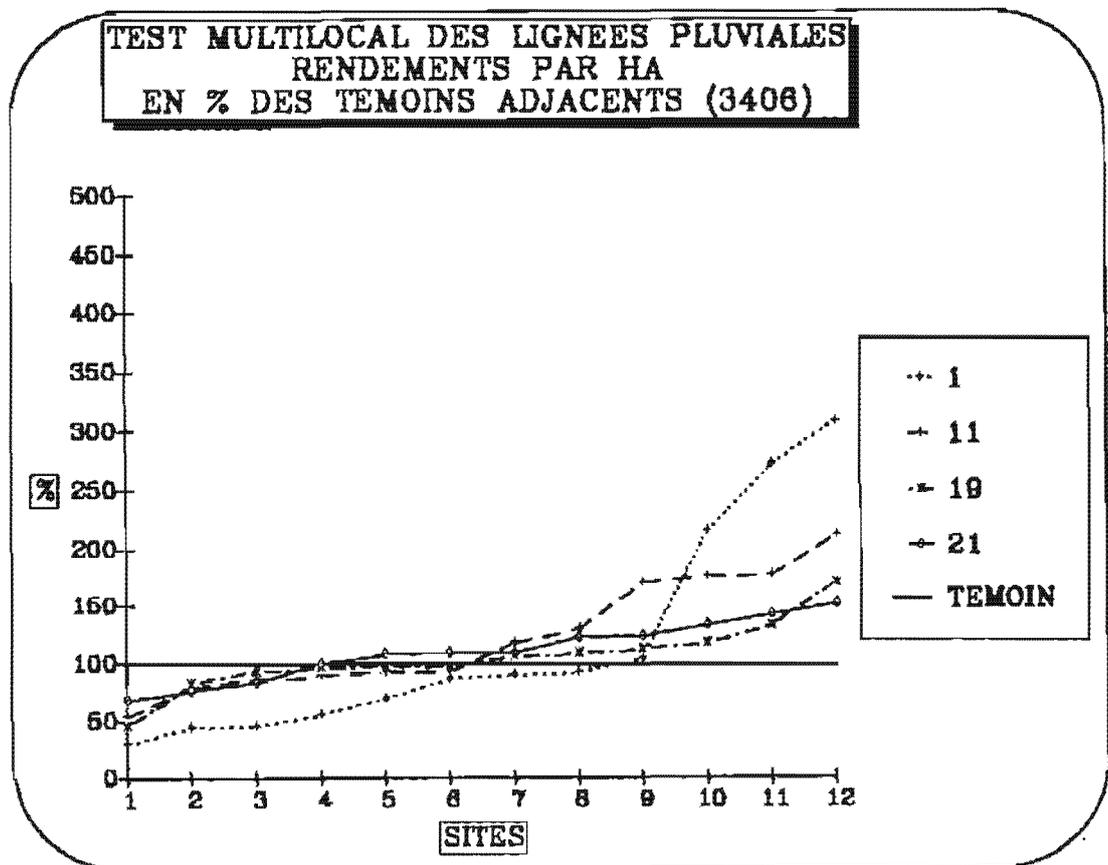


FIGURE 58

TEST MULTILocal DES LIGNEES PLUVIALES  
RENDEMENTS PAR HA  
EN % DES TEMOINS ADJACENTS (3408)

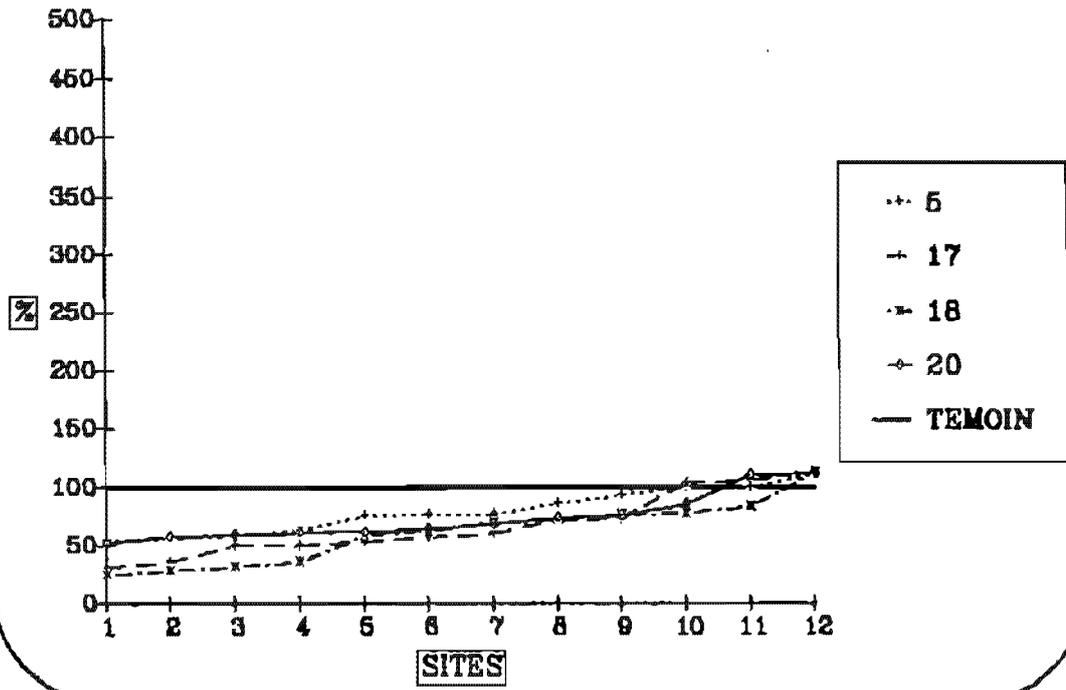


FIGURE 59

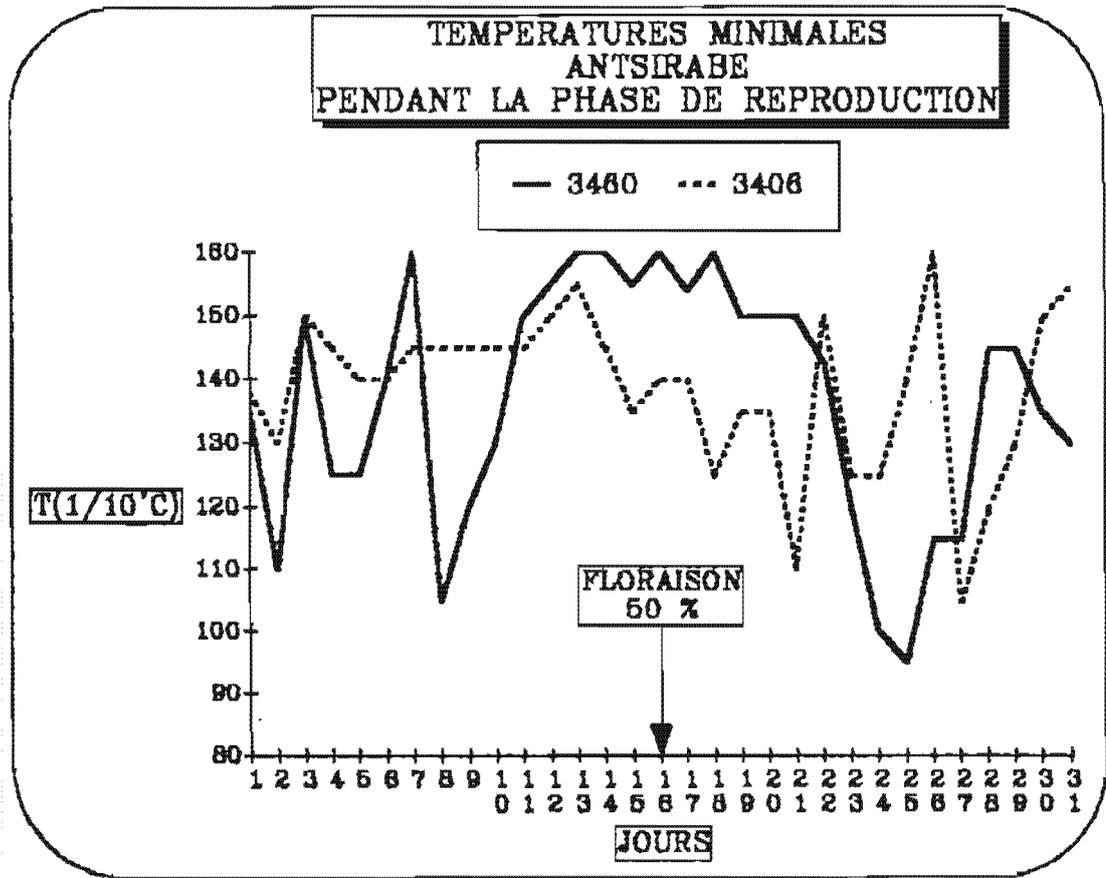
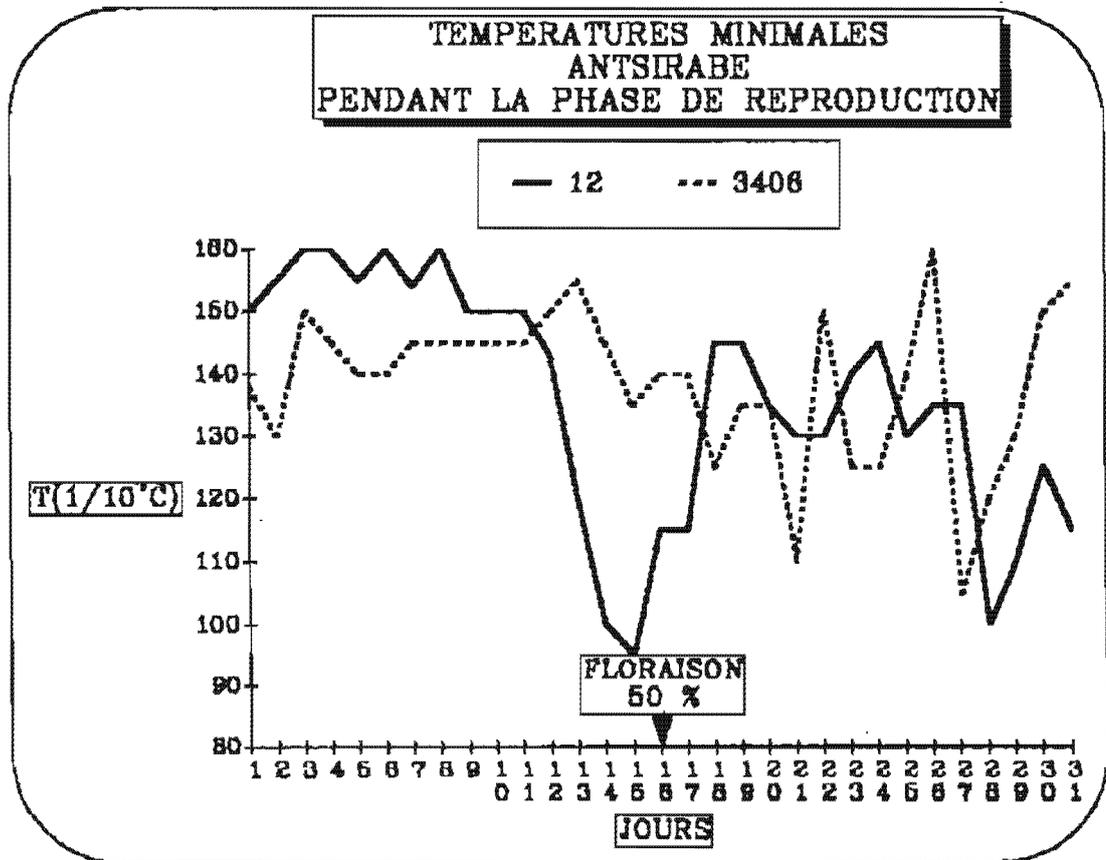


FIGURE 60



Pour ce faire, nous allons considérer les figures 59 et 60 montrant les conditions de températures minimales journalières durant les phases reproductives à Talata.

3460 a connu de très basses températures 10 jours, environ, avant la floraison, soit pendant la phase de méiose pollinique. Il semblerait donc que cette période soit d'une extrême sensibilité.

Quant à la lignée 12, elle a connu des températures très faibles en pleine floraison qui ont persisté pendant 5 à 6 jours.

Il semblerait donc que ces événements climatiques soient d'une grande importance sur le comportement du riz. L'évaluation des lignées s'en retrouve perturbée du fait que:

- \* les lignées présentent des cycles nettement différents,
- \* les facteurs limitants ne peuvent représenter qu'une période très limitée dans le temps, donc apparaissant à des périodes végétatives différentes selon les sites.

Il conviendra donc de pérenniser ce type d'essais afin de soumettre les lignées prometteuses à plusieurs conditions climatiques marquées et d'en évaluer l'influence sur la stabilité des rendements.

### 3.5.9. Conclusion

Les observations précédentes montrent la complexité des interactions Lignées-Milieu (agronomie et climat) et la difficulté de sélectionner rapidement des lignées performantes. Les potentialités existent réellement mais il convient de pérenniser les tests sur plusieurs campagnes.

Cependant, dès cette année, nous pouvons avancer un certain nombre de lignées à tester en plus grandes parcelles selon des essais de type statistique.

Pour les autres, elles seront reconduites en collection testée avec témoins intercalés.

Le nombre respectif de ces lignées n'est pas encore défini car il dépendra, avant tout, des possibilités de mise en place pour la prochaine campagne.

Cependant, les lignées comme 6, 8, 13 et 16 mériteraient une meilleure exploitation durant la prochaine campagne.

On retiendra, pour les mêmes raisons, la nécessité de conserver deux témoins sur ces essais.

## 3.6. LES TESTS DE DEUXIEME CYCLE

### 3.6.1 Présentation

5 lignées issues de la création variétale ont été testées sur 3 sites:

- \* Betafo, sur sol volcanique récent (1450 m),
- \* Zimmerman, sur sol volcanique ancien (1510 m),
- \* Ferme KOBAMA sur alluvions volcanolacustres (1610 m) de faible fertilité.

Elles sont issues des tests de 1<sup>er</sup> cycle conduits la campagne précédente. Il s'agit des 5 lignées qui avaient montré des rendements toujours supérieurs au témoin 3406.

Ces mêmes lignées ont été semées à Talata en station. Il s'agit de:

- \* 1: C29 - F19/5
- \* 2: C8 - F253/3
- \* 3: C8 - F2672/10
- \* 4: C30 - F39/3
- \* 5: C30 - F285/7

Leur comportement a été comparé à celui de 3460 et 3406.

Le dispositif est de type Blocs à 6 répétitions, excepté sur l'essai de Talata où les lignées ont été disposées selon le dispositif de la collection testée avec témoins intercalés.

Les parcelles élémentaires sont d'environ 15 m<sup>2</sup>.

Les techniques culturales sont celles décrites au chapitre 3.3.

Les dates de semis ont été:

- \* Betafo, le 8/11,
- \* Zimmermann, le 13/11,
- \* Kobama, le 6/11.

Les différents cycles semis-maturité sont présentés par le tableau 14.

Les lignées ont été classées par leur précocité moyenne sur les 4 sites. On a, de même, classé les témoins.

**TABLEAU 14: Les cycles semis-maturité des lignées**

LIGNEES	TALATA	ZIM.	KOBAMA	BETAFO	MOYENNE
3406	146	138	155	140	145
2	141	148	155	145	147
3	146	148	158	149	150
5	156	152	162	151	155
1	156	156	161	149	156
4	162	158	174	155	162
3460	165	158	166	160	162

On remarquera que les classements sont sensiblement les mêmes dans chaque site.

Il n'existe pas de lignées plus précoces que 3406.

On notera les différences entre sites avec, en moyenne, pour toutes les lignées et témoins:

- \* Betafo, 150 jours,
- \* Zimmermann, 151 jours,
- \* Talata, 153 jours,
- \* KOBAMA, 162 jours.

Ces variations sont à rapprocher des altitudes et des températures moyennes.

Ces différents sites représentent bien les conditions climatiques de la région.

Les rendements sont appréciés par les pesées parcellaires et les facteurs du rendement sont estimés par des prélèvements de 1 m<sup>2</sup>.

### 3.6.2 Les problèmes rencontrés

Les principaux problèmes sont ceux décrits auparavant et concernent les mauvaises croissances suivies de blocages et malformations paniculaires, problèmes observés notamment sur les essais Zimmermann et de Betafo.

Le tableau 15 résume les rendements observés pour les deux variétés témoins, 3406 et 3460 par site.

**TABLEAU 15: Les rendements par site**

VARIETES	ZIM.	BETAFO	KOBAMA	TALATA
3406	1183	1895	1580	3133
3460	1067	1119	1372	1550

IL existe donc de nettes différences entre les sites. Pour en expliquer les raisons, nous nous référerons au tableau 16 présentant les facteurs du rendement.

**TABLEAU 16: Les facteurs du rendement**

VARIETES	SITES	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
3406	ZIM.	9.3	3.3	30	58	6982
	BETAFO	8.7	3.5	38	72	8101
	KOBAMA	7.4	3.4	46	65	8216
	TALATA	7.9	3.5	68	68	13330
3460	ZIM.	7.2	3.0	29	73	5046
	BETAFO	7.5	3.3	37	68	6977
	KOBAMA	7.7	3.1	54	57	10419
	TALATA	9.8	3.3	37	63	9007

Par rapport à la station de Talata:

\* L'essai Zimmermann se caractérise par un nombre de panicules supérieur mais avec des épis plus petits et des grains mal remplis. Le nombre de grains par unité de surface est plus faible. De plus, une forte stérilité des épillets a affecté les rendements.

\* L'essai de Betafo possède les mêmes caractéristiques avec de meilleures fertilités et remplissages des grains.

\* L'essai de KOBAMA montre une légère baisse du poids des grains pleins mais surtout une plus faible fertilité de épillets.

Ces différentes remarques sont en relation avec les observations de terrain concernant les problèmes décrits ci-avant pour les sites Zimmermann et Betafo. Pour Kobama, elles sont en relation avec l'altitude du site et donc la

baisse des températures qui a affecté les fertilités des épillets et le remplissage des grains.

### 3.6.3. L'essai zimmermann

Le tableau 16 résume les moyennes des facteurs du rendement.

**TABLEAU 16: Les facteurs du rendement (Zimmermann)**

LIGNÉES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	2133	10.6	2.8	43	68	11382
2	2249	9.3	3.2	43	76	10053
3	2292	11.0	3.3	38	74	10428
4	1925	7.9	2.8	56	78	10478
5	1683	8.8	2.7	40	73	8917
3406	1183	9.3	3.3	30	58	6982
3460	1067	7.2	3.0	29	73	5046

On notera les faibles nombres de grains par panicule et par unité de surface, notamment pour les variétés 3406 et 3460.

Les lignées présentent toutes de bonnes fertilités des épillets et de meilleurs nombres de grains par m<sup>2</sup>.

---

#### ANALYSE DE LA VARIABLE : RENDEMENT

---

#### ANALYSE DE VARIANCE

---

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	16047500	41	391402.44				
VAR. FACTEUR	9004680	6	1500780.00	12.60	0.0000		
VAR. BLOCS	3469273	5	693854.62	5.82	0.0008		
VAR. RESIDUELLE	3573547	30	119118.23			345.14	19.3%

MOYENNE GENERALE = 1790.29

---

1 (06)	2 (60)	3 (1)	4 (2)	5 (3)	6 (4)	7 (5)
1183.33	1066.67	2133.33	2248.67	2291.67	1925.00	1683.33

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
3	2291.67	A	
2	2248.67	A	
1	2133.33	A B	
4	1925.00	A B	
5	1683.33	B	
06	1183.33		C
60	1066.67		C

Les rendements moyens présentés par les lignées et témoins sont faibles du fait des problèmes évoqués précédemment.

Le C.V. de l'essai est relativement élevé et nous oblige à raisonner avec prudence.

Dans ces conditions, les lignées ont toutes montré des rendements supérieurs aux témoins. Le classement laisse supposer un meilleur comportement des lignées issues du croisement 8 (L2 et L3).

#### 3.6.4. L'essai de Betafo

Les facteurs du rendement sont présentés sur le tableau 17.

**TABLEAU 17:** Les facteurs du rendement (Betafo)

LIGNEES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	2347	10.4	2.8	52	74	13554
2	2645	9.9	3.5	40	78	9727
3	2857	11.7	3.1	41	76	12001
4	2024	7.9	2.7	57	77	11261
5	2423	10.9	2.8	45	77	11923
0406	1895	8.6	3.5	38	72	8101
0460	1119	7.5	3.3	37	68	6977

Les mêmes observations que celles décrites sur l'essai Zimmermann sont vérifiées ici. Notons les meilleurs taux de fertilité.

---



---

ANALYSE DE LA VARIABLE RENDEMENT

---



---

ANALYSE DE VARIANCE

---



---

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	217121844	34	503583.66				
VAR. FACTEUR	9963904	6	1660650.62	19.31	0.0000		
VAR. BLOCS	5094162	4	1273540.50	14.81	0.0000		
VAR. RESIDUELLE	2063778	24	85990.75			293.24	13.4%

MOYENNE GENERALE = 2187.31

---

1 (06)	2 (60)	3 (1)	4 (2)	5 (3)	6 (4)	7 (5)
1895.00	1119.00	2347.40	2645.40	2857.00	2024.40	2423.00

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

---



---

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
3	2857.00	A	
2	2645.40	A	
5	2423.00	A B	
1	2347.40	A B C	
4	2024.40	B C	
06	1895.00	C	
60	1119.00		D

3 lignées (3, 2, et 5) présentent des rendements supérieurs au témoin 3406. Notons, encore, les meilleures lignées (L3 et L2) issues du croisement C8.

### 3.6.5 L'essai de KOBAMA

Sur ce site, le comportement de 3406 et 3460 est conforme à ce qui a été observé par ailleurs. Notons que les rendements moyens de ces 2 témoins sont faibles du fait de la stérilité observée sur ce site sélectif, alors que sur les deux sites précédents, ils étaient limités par les problèmes particuliers décrits.

Le tableau 18 traduit les facteurs du rendement.

**TABLEAU 18: Les facteurs du rendement (KOBAMA)**

LIGNEES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M²
1	2367	11.2	2.9	43	79	11622
2	3060	8.5	3.4	62	83	12928
3	2894	10.5	3.2	60	78	13967
4	1731	8.2	2.4	76	54	15601
5	2115	11.0	2.5	61	75	15104
3406	1580	7.4	3.4	46	65	8216
3460	1372	7.7	3.1	54	57	10419

On notera les bons taux de fertilité des meilleures lignées. Les rendements intéressants sont obtenus grâce à de meilleurs taux de fertilité et de plus grands nombres de grains par m².

---

#### ANALYSE DE LA VARIABLE RENDEMENT

---

#### ANALYSE DE VARIANCE

---

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	724002694	41	585431.56				
VAR. FACTEUR	715212415	6	2535402.50	11.73	0.0000		
VAR. BLOCS	2303432	5	460686.41	2.13	0.0884		
VAR. RESIDUELLE	6486847	30	216228.23			465.00	21.5%

MOYENNE GENERALE = 2159.90

---

1 (06)	2 (60)	3 (1)	4 (2)	5 (3)	6 (4)	7 (5)
1580.00	1372.00	2366.83	3060.33	2894.00	1731.17	2115.00

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

---

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
2	3060.33	A	
3	2894.00	A B	
1	2366.83	B C	
5	2115.00		C D
4	1731.17		C D E
06	1580.00		D E
60	1372.00		E

Le C.V. trop important de l'essai (21 %) nous oblige à de la prudence lors de l'interprétation.

Notons la supériorité de 3 lignées (L2, L3 et L1) par rapport au témoin 3406 ainsi que la supériorité du croisement 8 (L2 et L3) dont la lignée 2 serait significativement supérieure aux témoins et aux lignées issues des autres croisement.

### 3.6.6 La station de Talata

Les essais conduits sur cette station sont décrits par les sélectionneurs dans leur rapport de campagne. Les résultats obtenus pour les lignées communes sont résumés ici.

Les figures 61 et 62 montrent les rendements obtenus pour chaque lignée et témoin, ainsi que les rendements des lignées exprimés en pourcentages des témoins 3406 voisins.

Par rapport aux autres sites, on observe le meilleur comportement de 3406 et 3460 avec un différentiel de l'ordre de 30 % en la faveur de 3406 expliqué par des différences de fertilité des épillets.

Les rendements présentés sont nettement supérieurs à ceux des autres points d'essai.

Ce sont toujours les mêmes lignées qui se placent en tête, les lignées 2

FIGURE 61

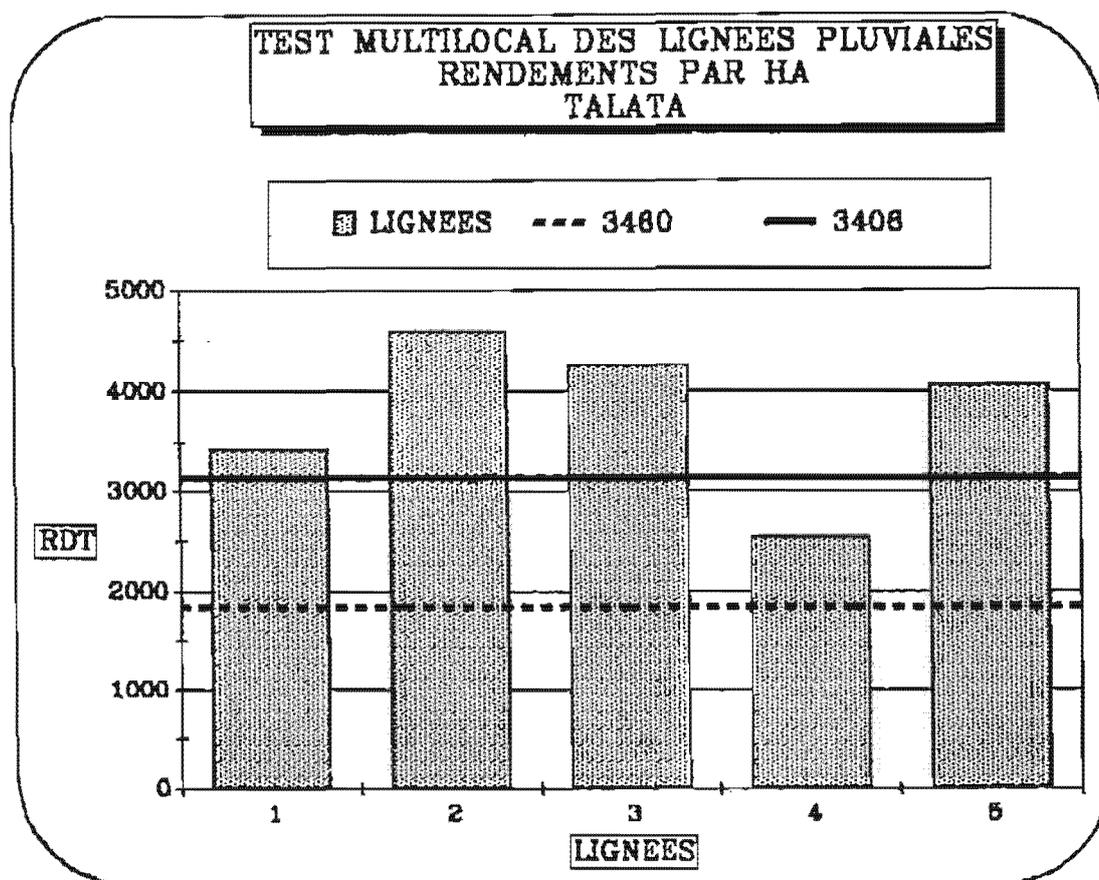
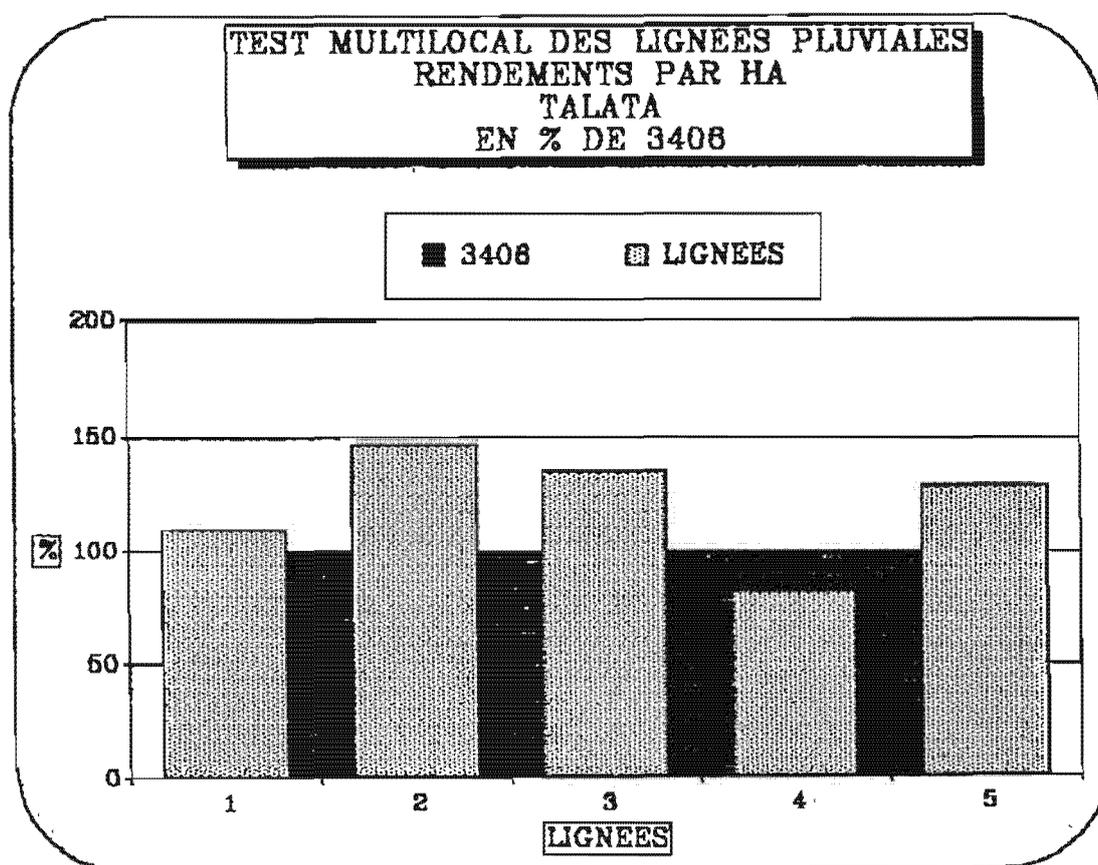


FIGURE 62



et 3 issues du croisement C8. Elles présentent des rendements moyens qui dépassent les 4 T/ha.

### 3.6.7 Interprétation multilocale

Les Figures 63 et 64 représentent les rendements observés sur chacune des répétitions, d'abord pour les lignées du croisement 8, ensuite les autres, et, ceci comparativement au témoin 3406.

Les lignées les plus performantes, L2 et L3, ont des potentialités avoisinant les 5 T/ha. Elles présentent toujours des rendements nettement supérieurs à 3406.

La lignée 4 a un comportement très voisin de 3406.

La figure 65 montre les moyennes obtenues par lignée.

Le tableau 19 traduit les rendements et facteurs du rendement présentés par les lignées et témoins, en moyenne, tous les sites confondus.

**TABLEAU 19: Rendements et facteurs du rendement**

LIGNEES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	2452	10.8	2.9	46	74	12105
2	2943	9.2	3.3	49	79	10972
3	2910	11.0	3.2	47	76	12140
4	1986	8.0	2.6	63	69	12516
5	2356	10.2	2.7	49	75	11985
3406	1773	8.4	3.4	38	65	7746
3460	1288	7.5	3.2	40	66	7510

Les meilleurs rendements sont obtenus grâce à de meilleurs taux de fertilité et nombre de grains par m<sup>2</sup>.

Ce sont toujours les lignées 2 et 3 qui sont en tête.

Le tableau 20 traduit les coefficients de variation.

FIGURE 63

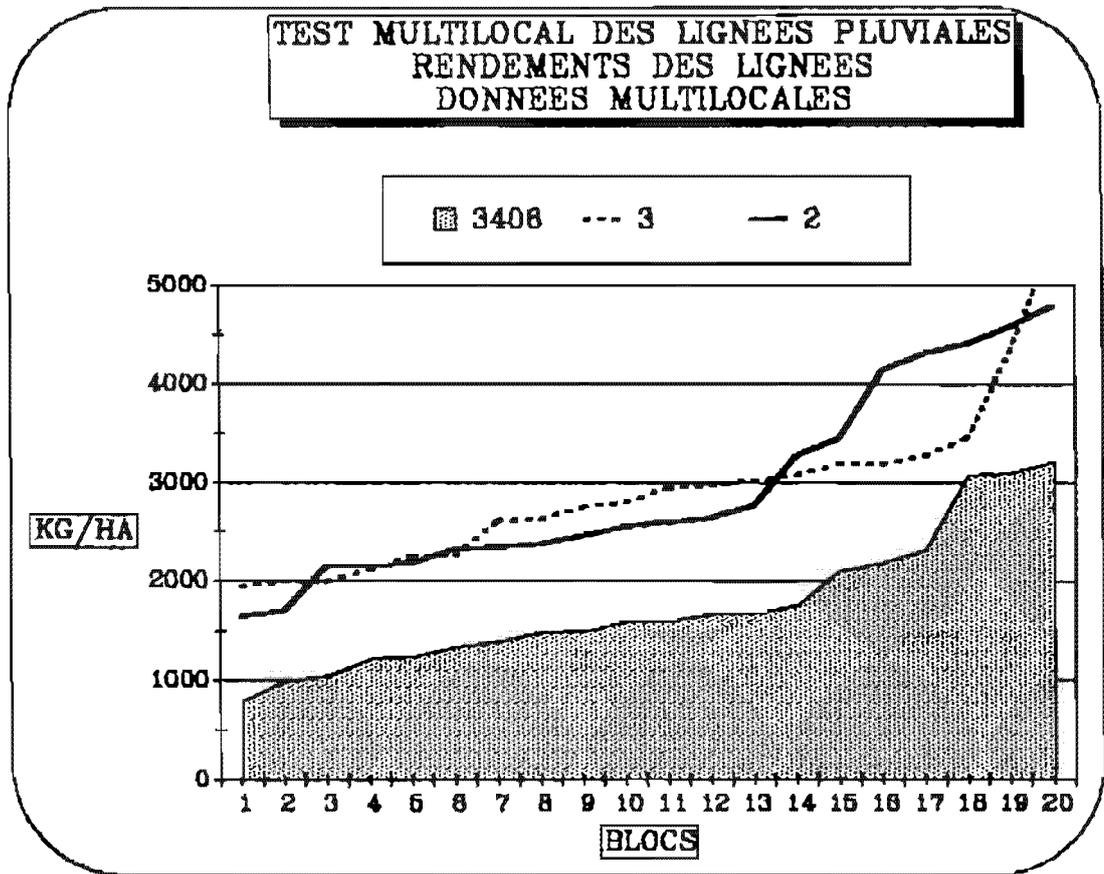


FIGURE 64

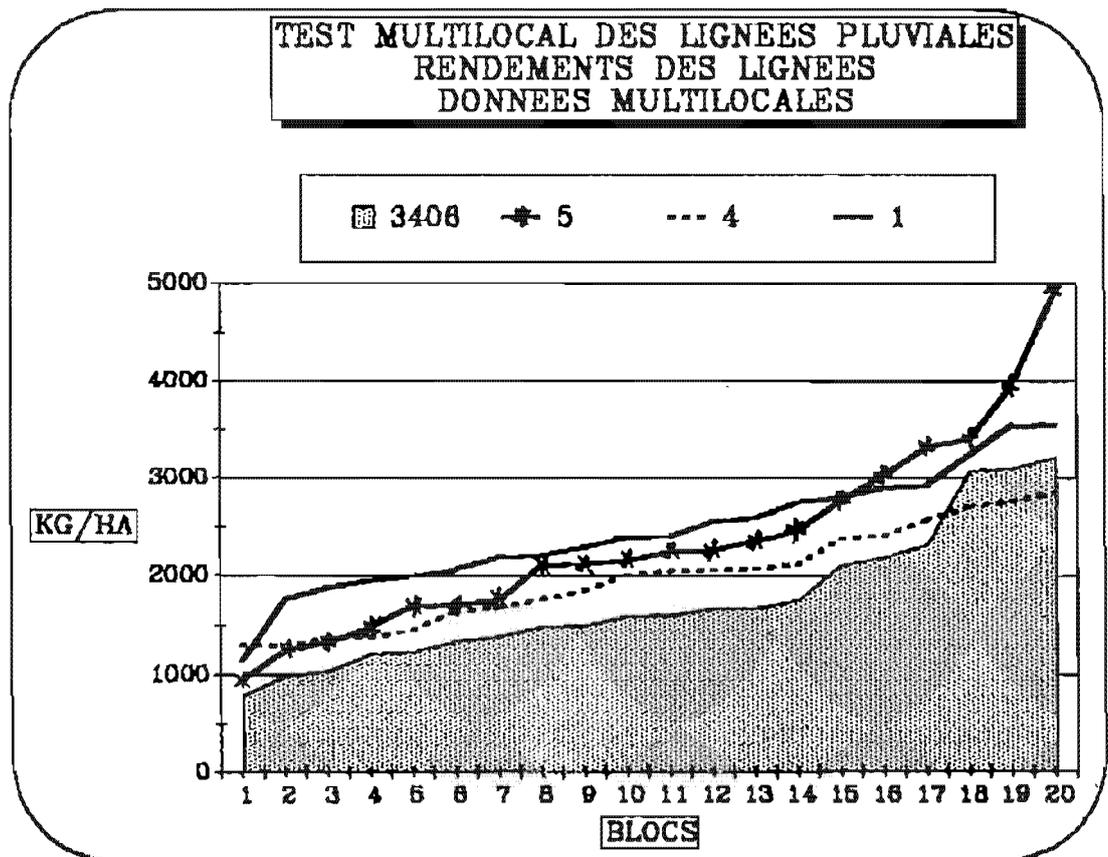


FIGURE 65

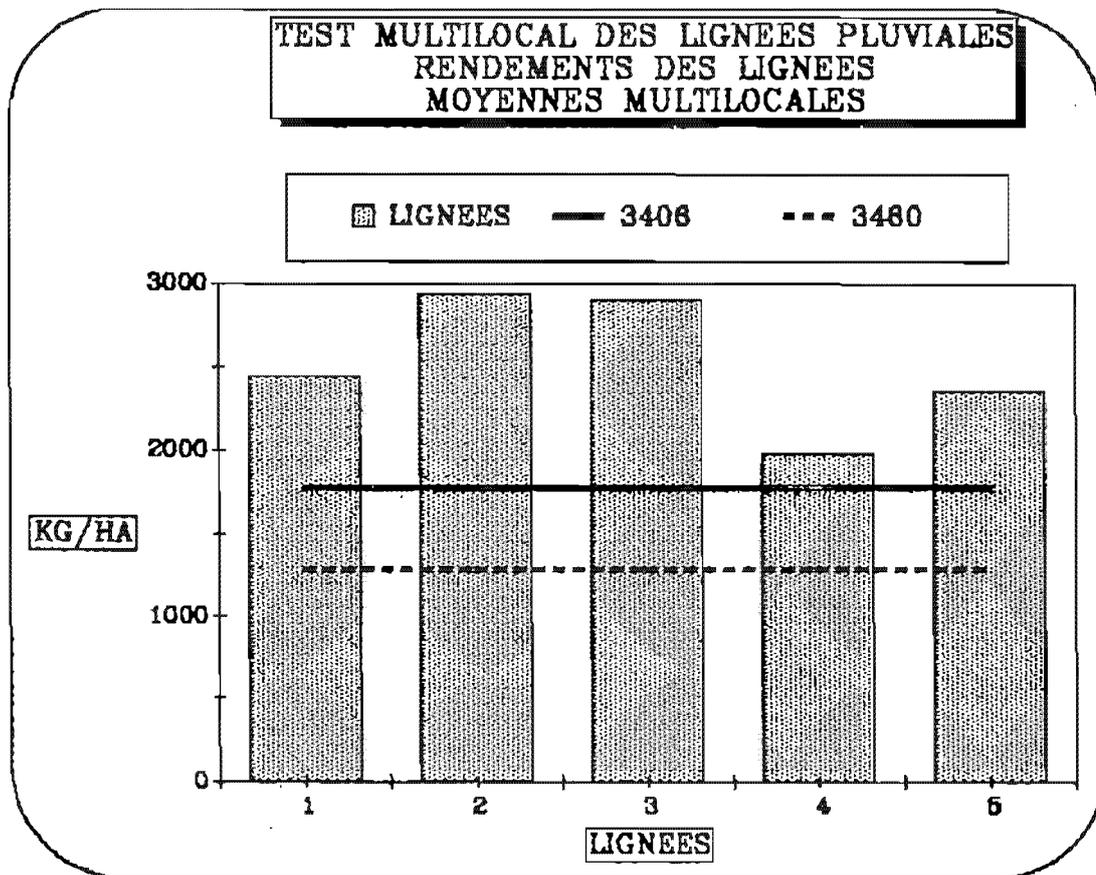
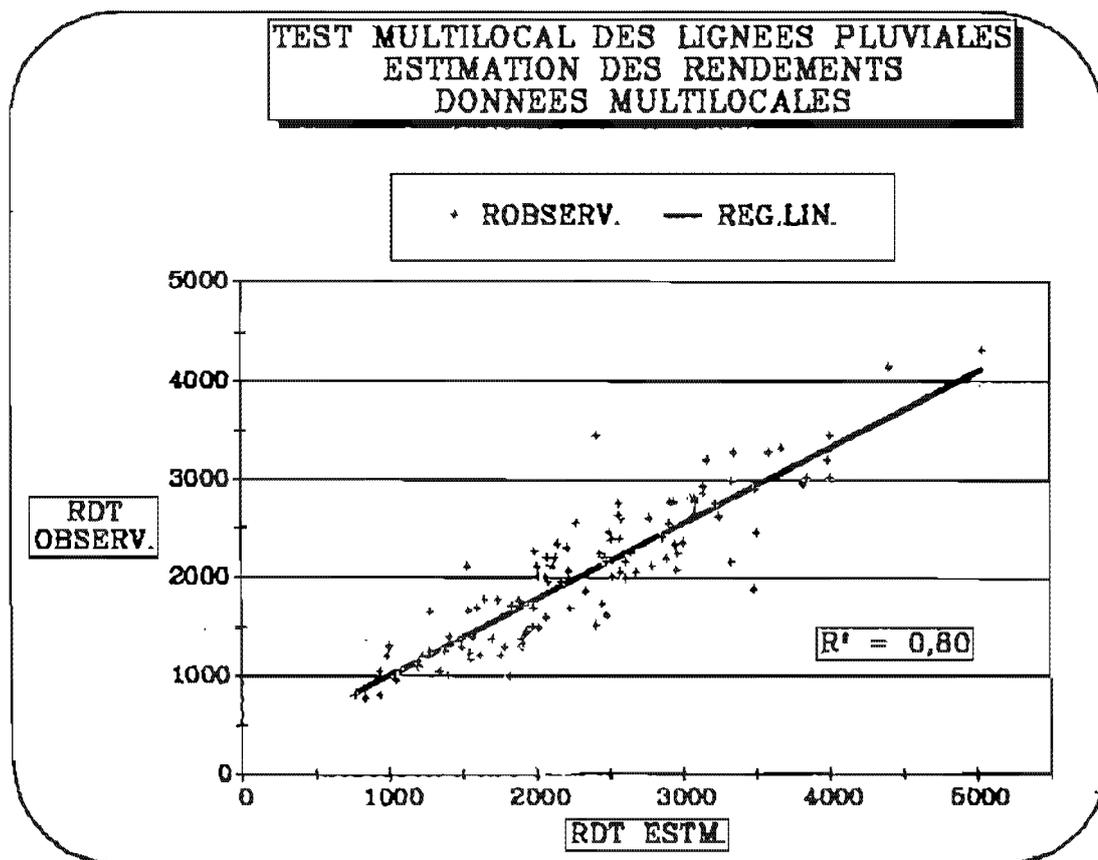


FIGURE 66



**TABLEAU 20: Les coefficients de variation**

LIGNEES	RDT	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	24	18	8	18	8	16
2	33	16	7	26	6	22
3	28	23	5	40	5	22
4	25	24	10	23	18	27
5	40	27	7	36	6	33
3406	39	21	7	25	11	17
3460	25	14	8	32	14	34

Les rendements moyens de 3406 et 3460 sont faibles relativement à leurs potentialités du fait:

- \* des problèmes de croissance observés sur les essais Zimmermann et Betafo,

- \* de la forte stérilité observée sur 3460 durant cette campagne,

- \* des conditions sélectives sur la ferme KOBAMA.

Dans ces conditions, des lignées présentent des rendements moyens voisins des 3 T/ha, notamment les lignées 2 et 3 dont les potentialités dépassent les 4,5 T/ha (Talata).

Beaucoup de ces lignées ont une fertilité moyenne supérieure à 60 % et qui peut atteindre les 80 %, alors que 3406 est fertile à 65%.

Les plus fortes variations concernent les facteurs qui conditionnent les nombres de grains par unité de surface, et traduisent la variabilité des supports agronomiques.

Notons la bonne représentativité des prélèvements de 1 m<sup>2</sup> pour l'estimation des facteurs du rendement (Figure 66).

Un regroupement d'essais a été réalisé sur les 3 sites où le dispositif était celui d'un essai Blocs. Il concerne la variable "Rendement/ha".

---



---

**ANALYSE DE LA VARIABLE RENDEMENT**

---



---

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	F	PROBA
VAR.TOTALE	6717298	20	335864.91		
VAR.LIEU	688334.5	2	344167.25	7.78	0.0069
VAR.LIGNEES	5498088.5	6	916348.06	20.71	0.0000
VAR.INTER.	530875	12	44239.58	1.82	0.0582
E.T.R.: 210.33 RESIDUELLE PONDEREE: 24363.07					
MOYENNE GENERALE = 2045.83					

-----

MOYENNES LIEU:

ZIMMERMANN: 1790.29  
 BETAFO: 2187.31  
 KOBAMA: 2159

-----

MOYENNES LIGNEES ET TEMOINS:

3406	3460	1	2	3	4	5
1552.52	1185.89	2282.52	2651.47	2680.89	1893.52	2073.78

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
3	2680.89	A	
2	2651.47	A	
1	2282.52	A B	
5	2073.78	B	
4	1893.52	B C	
06	1552.78	C D	
60	1185.89	D	

Des différences entre les lignées apparaissent sans qu'il y ait d'interactions Lieu x Lignées.

Les lignées L2, L3, L1 et L5 sont supérieures aux témoins. L4 n'est significativement différente de 3460. L3 et L2 diffèrent de L5 et L4.

### 3.6.2. Conclusion

Les observations précédentes montrent la complexité des interactions Lignées-Milieu (agronomie et climat) et la difficulté de sélectionner rapidement des lignées performantes. Les potentialités existent réellement mais il convient de pérenniser les essais sur plusieurs campagnes.

Certaines lignées testées ont été toujours supérieures au témoin, même sur le site de Talata où les conditions de développement de 3406 étaient bonnes.

Cependant, sur ce site, les lignées ont été classées par rapport à d'autres par le test de deuxième cycle. Voici ce classement:

- \* Lignée 1 : 19
- \* Lignée 2: 4
- \* Lignée 3: 6
- \* Lignée 4: 31
- \* Lignée 5: 11

Ceci laisse donc supposer qu'il existe des lignées supérieures en potentialités, et notamment supérieures à L2 et L3 déjà performantes. Il s'agit de lignées issues du croisement C8.

Les problèmes rencontrés durant cette campagne nous font penser à modifier ce type d'expérimentation pour la prochaine saison, et notamment en incluant un facteur "Niveau de fertilisation".

### 3.7 L'ESSAI CONDUIT AVEC TSIMOKA

Il s'agit d'un test démonstratif en milieu paysan, destiné à montrer l'intérêt des premières variétés diffusées (3406 et 3460) et de techniques culturales (Rotation et fertilisation minérale). Cet essai fait l'objet d'une visite avec des paysans afin de:

- \* identifier les contraintes socio-économiques qui n'ont pu être caractérisées en station,
- \* assurer une diffusion des premiers résultats acquis en ce qui concerne les techniques culturales et les variétés.

Ce type d'essai nous paraît important au niveau des échanges d'informations entre la Recherche et la Vulgarisation.

Les rotations suivantes sont suivies:

- \* RIZ/RIZ,
- \* RIZ/SOJA/MAIS
- \* RIZ/SOJA

Sur chaque culture, les techniques culturales sont celles préconisées par la vulgarisation. Sur le riz pluvial, les mêmes techniques qu'en station ont été réalisées, excepté que le précédent soja est récolté et non enfoui.

De plus, un traitement avec apport de fumier seul est testé (témoin).

C'est la quatrième année de culture. Les variétés 3406 et 3460 ont été cultivées, et un test de comportement de 3408 et CNA4121 a été mis en place sur précédent soja.

Les résultats obtenus sont:

- \* 3406 en monoculture: 2,5 T/ha,
- \* 3406 sur précédent soja: 3,15 T/ha,
- \* 3406 Témoin: 1,48 T/ha.
  
- \* 3460 en monoculture: 2,6 T/ha,
- \* 3460 sur précédent soja: 2,85 T/ha,
- \* 3460 Témoin: 1,46 T/ha.
  
- \* Test des variétés:     3406: 3,48 T/ha,  
                           3460: 2,8 T/ha,  
                           3408: 3,28 T/ha,  
                           CNA4121: 3,16 T/ha.

On notera les bonnes productions présentées par les variétés diffusées ainsi que CNA 4121. Les rendements de 3460 ont été limités pour les raisons évoquées auparavant. Ces bonnes productions traduisent une bonne correction du support agronomique.

Des différences apparaissent entre les traitements. On remarque l'intérêt de la rotation et de la fertilisation minérale.

Le précédent soja apporte 26 % de productions par rapport à la monoculture et pour 3406. La fertilisation minérale permet de doubler les rendements.

Cet essai pourrait être reconduit en incluant des nouvelles lignées et un traitement de semis directs dans une couverture morte ou vive.

Afin de réduire les coûts de production, les traitements insecticides seront réalisés par enrobage des semences à l'aide de Lindane et de pétrole

lampant. Cette technique augmenterait l'efficacité du traitement et permettrait d'éviter les apports généralisés.

### 3.8 VISITES DES PAYSANS

Le 25 mars 1992, une visite des activités conduites à Talata, KOBAMA et Tsimoka a été réalisée. Les participants étaient:

- \* des membres de la CIRVA,
- \* des encadreurs de FIFATA/TSIMOKA,
- \* des encadreurs de l'O.D.R.,
- \* 12 paysans encadrés par l'O.D.R.,
- \* 11 paysans encadrés par TSIMOKA.

Cette visite s'est conclue par la rédaction d'un rapport faisant état des différentes remarques formulées, rapport rédigé par l'O.D.R./P.P.I./R.D.(Cf annexes).

En résumé, nous pouvons signaler ici que:

- \* les paysans préfèrent, dans l'ordre, 3406, 3408 et 3460.
- \* les critères de choix des variétés sont, en premier lieu, la précocité et la productivité,
- \* les paysans ont des difficultés d'approvisionnement en intrants (coût),
- \* il est nécessaire d'élaborer ou diffuser du petit matériel de culture (semoirs, sarclouses),
- \* il existe un problème d'approvisionnement en semences de qualité,
- \* tous les paysans veulent commencer ou continuer la pratique de la riziculture pluviale.

Des actions de multiplication des semences des variétés diffusées ont été initiées chez les paysans par les services de multiplication des végétaux, en relation avec la CIRVA.

Il ressort de ces activités que:

- \* la diffusion risque de se faire spontanément à partir de ces sites de multiplication, étant donné l'intérêt des agriculteurs pour ces premières variétés,
- \* il convient de valoriser au mieux (prix incitatifs) la

production privée de semences,

\* il convient d'encadrer ces producteurs, notamment en ce qui concerne l'ajustement de la fertilisation minérale à la fertilité des sols. En effet, sur précédent Tomates fortement fertilisé, nous avons pu observé des excès d'azote ayant entraîné une forte stérilité de 3408.

## 4 . LA RIZICULTURE AQUATIQUE

### 4.1 PRESENTATION

Les différentes activités conduites concernent :

- \* les tests multilocaux des lignées créées,
- \* les tests de techniques culturales amélioratrices du support agronomique,
- \* 3 essais statistiques destinés à apprécier l'action des facteurs écobuage, forme de fertilisation phosphorée et date de repiquages.

Il n'y a pas eu de problèmes particuliers sur ces différents essais.

### 4.2 LES TECHNIQUES CULTURALES

Sur chacun des essais conduits, un certain nombre de techniques culturales communes ont été pratiquées :

- \* labour de fin de cycle,
- \* semis en pépinières à raison de 10 Kg/are,
- \* fertilisation en pépinières de 60-60-60 unités de N-P-K sous forme d'Urée, Hyper Réno et KCl,
- \* fertilisation en rizières avant repiquage de 30-60-60 unités de N-P-K sous forme d'Urée, Hyper Réno et KCl,
- \* repiquages en poquets 0,20 \* 0,20 m à 4-5 plants,
- \* traitements insecticides contre les poux et desherbages manuels selon les besoins,
- \* apport de 30 unités de N en couverture (plein tallage) sous forme d'Urée.

### 4.3. LES TESTS MULTILOCAUX DES LIGNEES

#### 4.3.1 Présentation

9 lignées issues de la création variétale et criblées en situation multilocale durant la campagne précédente, ont été testées sur 3 sites :

- \* Soanindrarinny (1800 m),
- \* Vinaninony (1875 m) sur sol très humifère à problèmes ,
- \* Vinaninony (1875 m) sur sol humifère à bonne

productivité.

Il s'agit des lignées ou Bulk suivants:

- \* 1: C17-F21 Ped
- \* 2: C34-F49 Ped
- \* 3: C38-F9 Ped
- \* 4: C13 Bulk
- \* 5: C20 Bulk
- \* 6: C41 Bulk
- \* 7: C45 Bulk
- \* 8: C46 Bulk
- \* 9: C131 Bulk

Rappelons que l'objectif est d'identifier des créations de potentialités voisines ou supérieures à Latsidahy, et qui présentent une meilleure stabilité des rendements.

Le dispositif est celui de la collection testée avec témoin intercalé, Latsidahy. A Soaninidrainy, un deuxième témoin a été, de même, installé. Il s'agit de la variété Rojofotsy (1285). Sur ce même site, la variété locale, Rabodo, a été intégrée aux lignées.

Les rendements sont appréciés par les pesées parcellaires. Les facteurs du rendement sont estimés sur des prélèvements de 25 plantes par traitement.

A Vinaninony, les semis ont <sup>eu</sup> lieu le 25 septembre. Pour Soanindrariny, ils ont été réalisés à Talata le 17 octobre.

Il existe très peu de différences de cycles entre les lignées et Latsidahy. Les cycles Semis-Maturité sont compris entre 195 et 206 jours à Vinaninony. A Soanindrariny, ils sont d'environ 180 jours. Seule la variété Rojofotsy est plus tardive et accomplit son cycle en 190 jours.

Les différences entre les sites sont à rapprocher des altitudes respectives et, donc, des conditions de températures spécifiques.

En ce qui concerne les résultats obtenus, le tableau 21 présente les rendements du témoin Latsidahy sur chaque essai.

**TABEAU 21: Les rendements de Latsidahy**

SOAN.	VIN1	VIN2
4392	6019	3359

Il montre la variabilité observée. Ces trois sites représentent bien trois conditions particulières de comportement végétal en altitude. Le tableau 22 reproduit les facteurs du rendement.

**TABLEAU 22: Les facteurs du rendement**

SITES	PAN	100 GP	NG/PAN	FERT	NG/M²
SOAN.	7.9	2.8	72	89	15088
VIN1	12.9	2.7	76	85	24893
VIN2	9.6	2.5	67	83	15741

Le meilleur site, Vin1, se caractérise par un très grand nombre de grains par m², du fait d'un meilleur tallage. Vin2, est limité par le poids des grains, une fertilité, et un nombre de grains plus faibles.

#### 4.3.2. L'essai de Soanindrarin

Les figures 67, 68 et 69 montrent les rendements obtenus par bloc et comparativement à Latsidahy et Rojofotsy.

On notera, tout d'abord, la nette supériorité de Latsidhy par rapport à Rojofotsy, essentiellement expliquée par une différence de fertilité des épillets. Les niveaux de productivité sont moyens (environ 4 T/ha). Une lignée, L1, présente des rendements (5 T/ha) supérieurs à ceux de Latsidahy.

Les moyennes (figure 70) traduisent les faibles différences entre certaines lignées et le meilleur témoin. Le tableau 23 présente le classement des lignées pour leur rendement exprimé en % de Latsidahy.

Notons les plus faibles rendements de la variété locale, Rabodo.

**TABLEAU 23: Rendements en % de Latsidahy**

LIGNEE	%
1	131
2	113
3	111
6	101
4	96
8	95
7	83
5	82
9	79

FIGURE 67

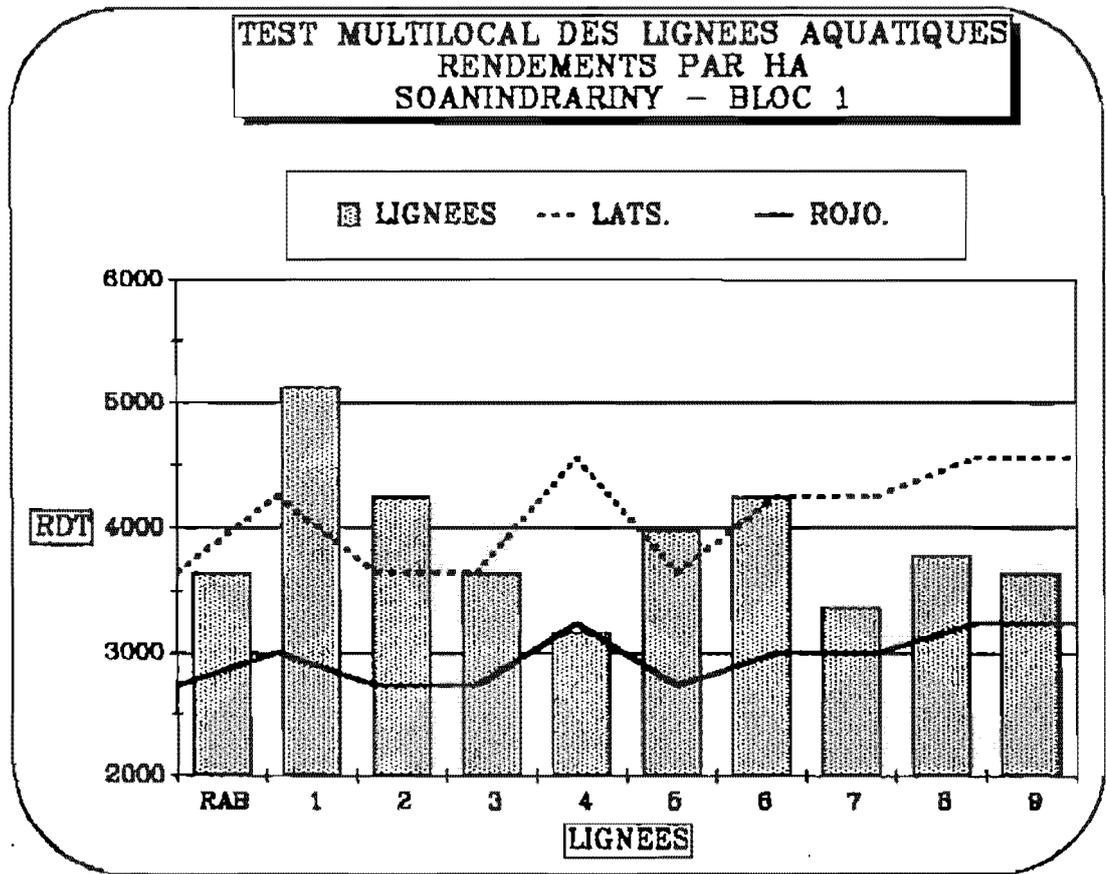


FIGURE 68

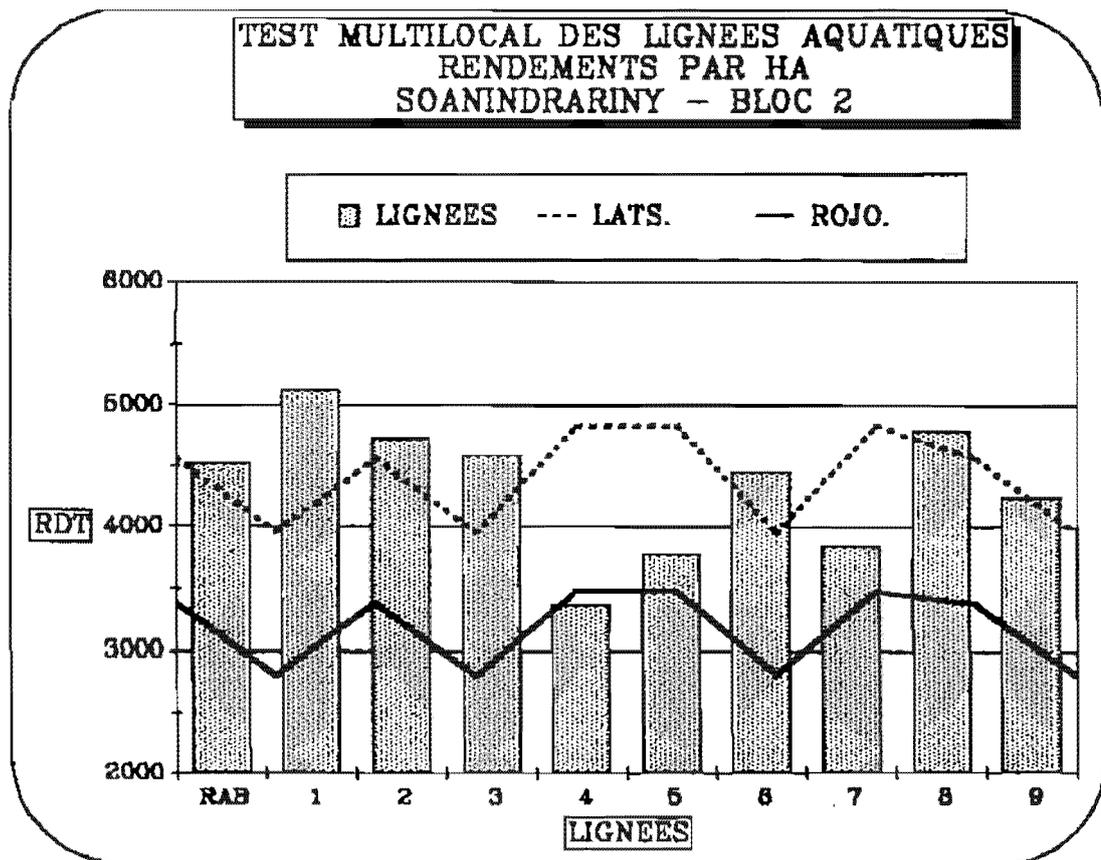


FIGURE 69

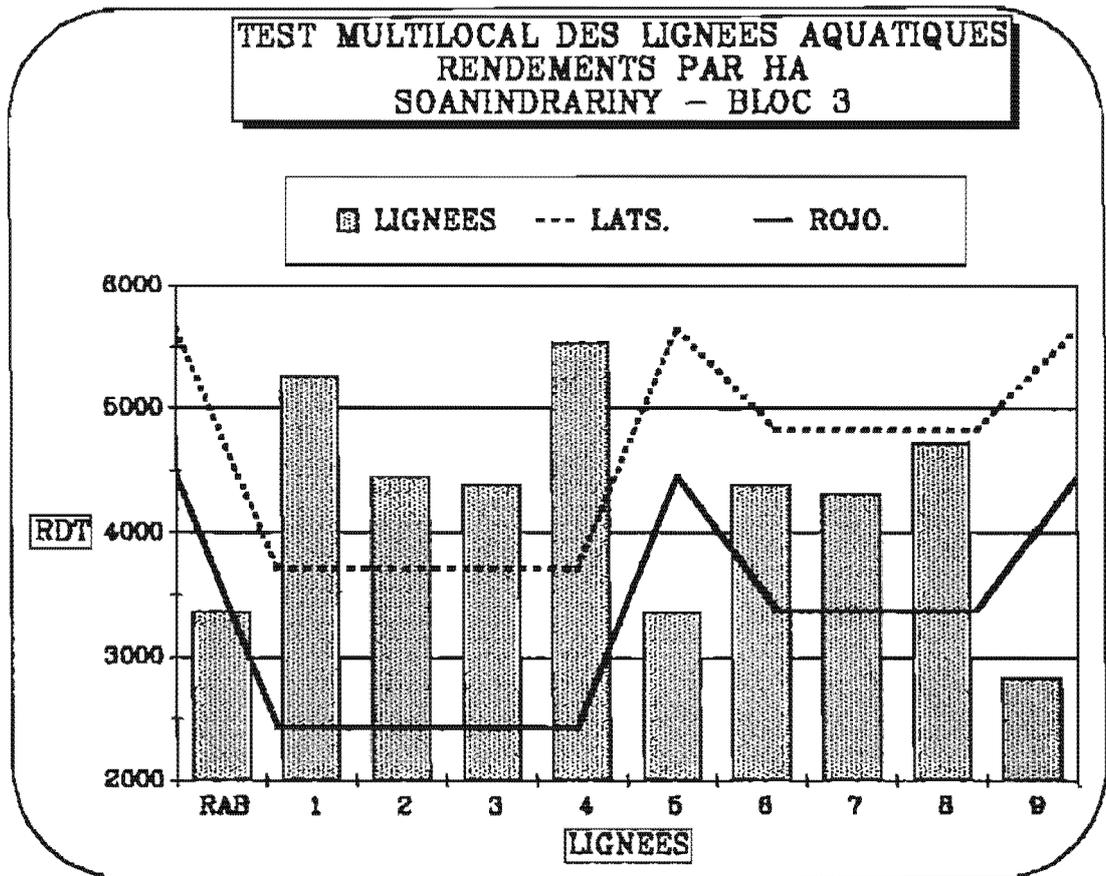
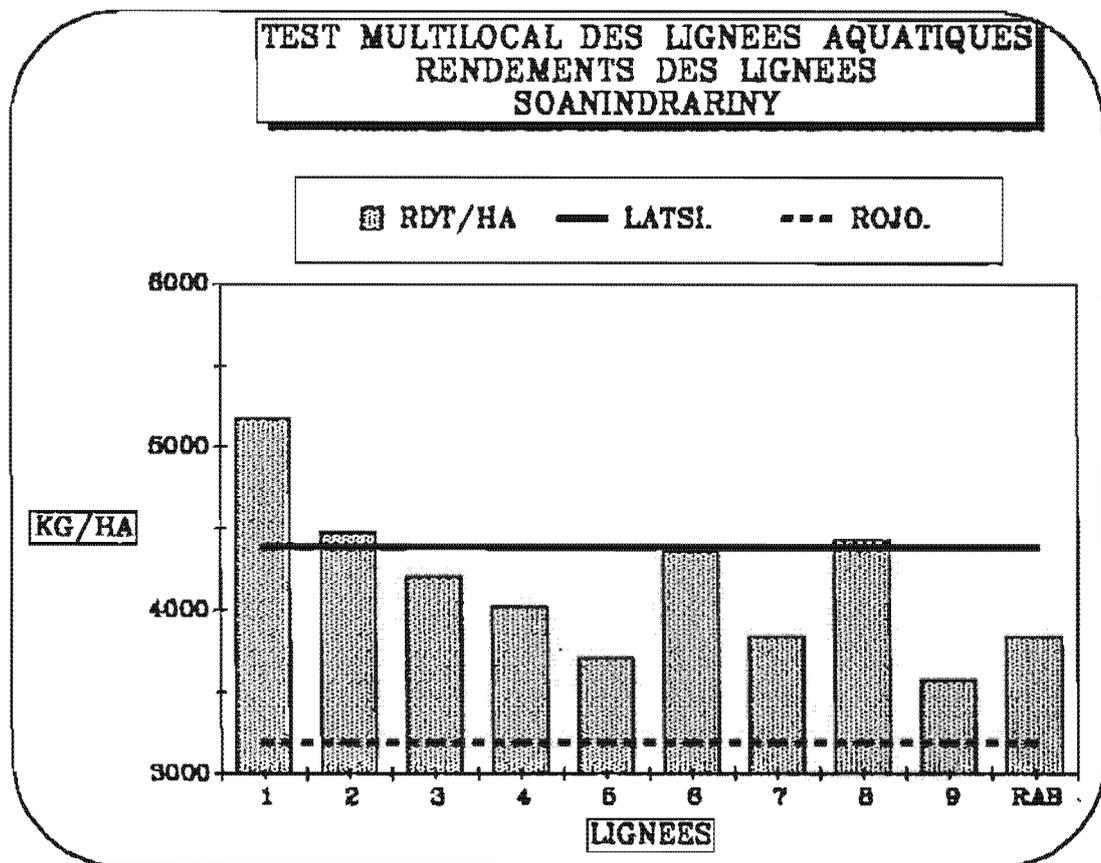


FIGURE 70



Trois lignées se sont particulièrement distinguées, L1, L2 et L3.

Le tableau 24 traduit les facteurs du rendement exprimés en % de ceux de Latsidahy.

TABLEAU 24: Les facteurs du rendement (en % de Latsidahy)

LIGNEES	PAN	100GP	NG/PAN	FERT	NG/M <sup>2</sup>
1	127	102	86	101	109
2	114	92	112	103	128
3	105	106	97	104	102
4	110	95	88	105	98
5	117	88	82	108	95
6	98	104	115	102	104
7	110	96	93	105	101
8	107	98	92	102	100
9	81	98	93	103	78

La fertilité n'explique les différences de comportement. Elle présente une très faible variabilité.

Les variations du rendement sont mieux expliquées par les variations du nombre de grains par M<sup>2</sup> et le poids des grains pleins.

En considérant les résultats obtenus durant les deux campagnes, on peut tracer les courbes de comportement sur les 5 bocs résultants. On obtient les figures 71 à 73 tracées à partir des rendements exprimés en % de ceux de Latsidahy.

L1, L2, L3 et L6 ont pratiquement toujours présenté de meilleurs résultats. L4, L5 et L8 ont un comportement moyen très proche du témoin. Enfin, L7 et L9 sont peu intéressantes.

La figure 74 montre les pourcentages moyens et confirme ces observations.

FIGURE 71

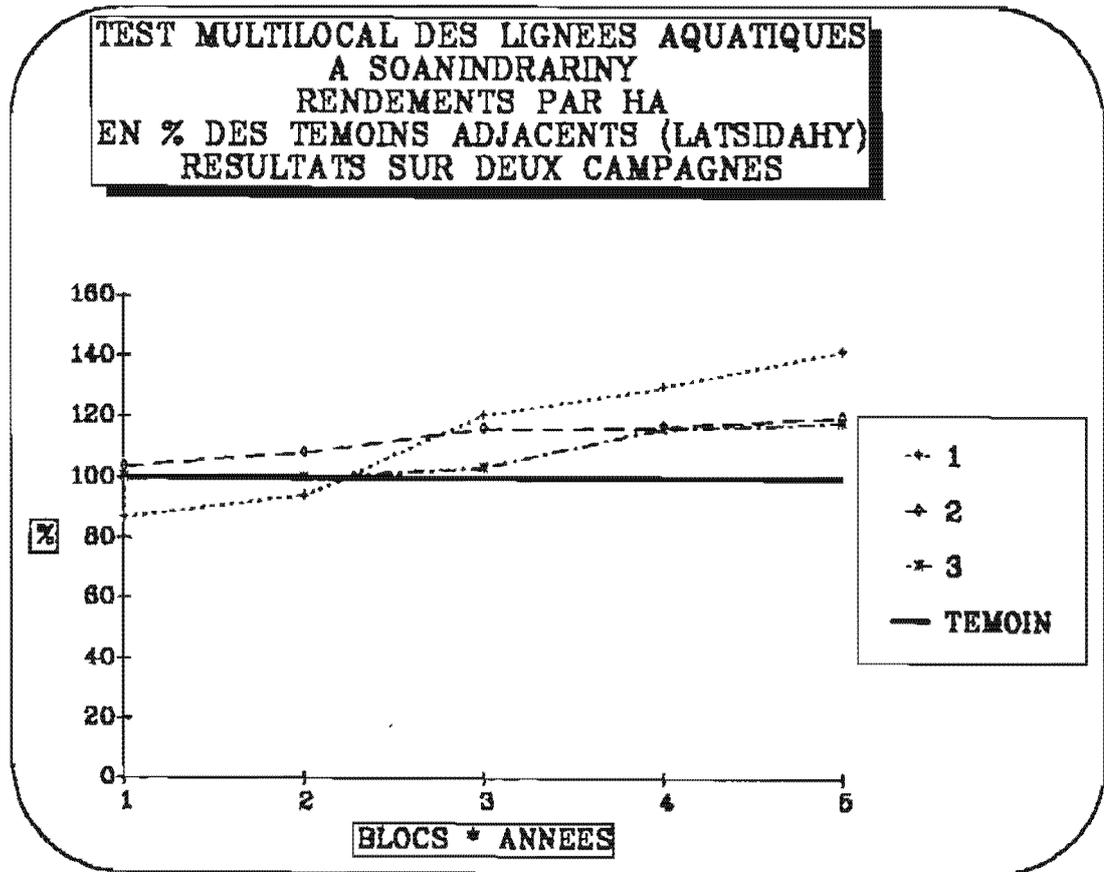


FIGURE 72

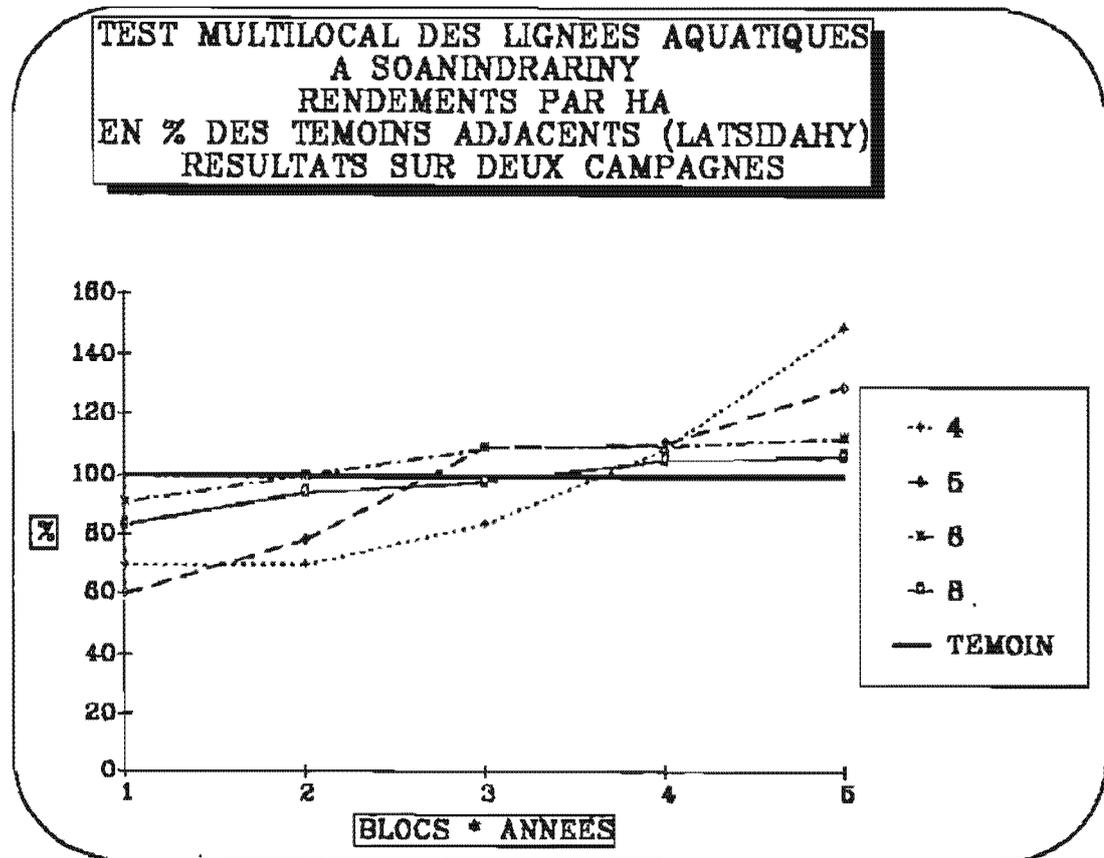


FIGURE 73

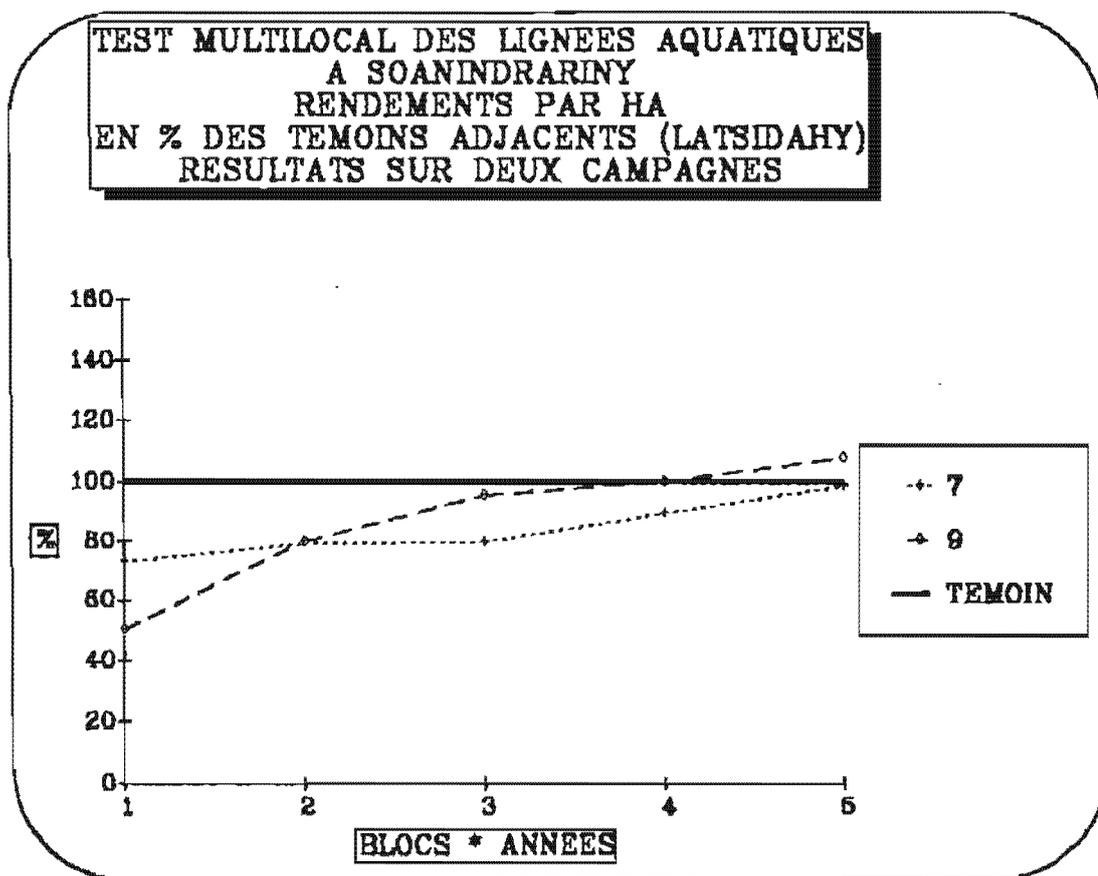
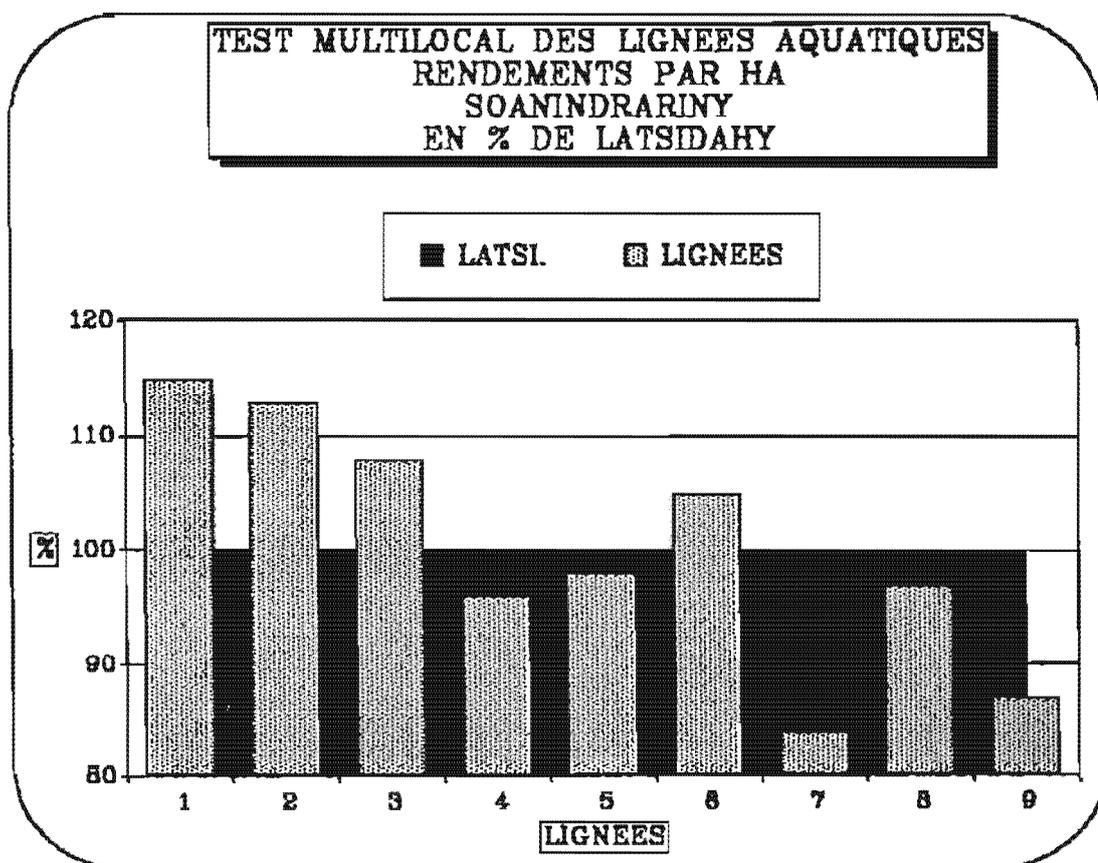


FIGURE 74



#### 4.3.3. L'essai de Vinaninony

Les figures 75, 76 et 77 reproduisent les rendements obtenus, par bloc et comparativement à Latsidahy.

Les niveaux de productivité sont faibles (environ 3,4 T/ha). Le comportement des lignées est très proche de celui de Latsidahy.

Les moyennes (figure 78) traduisent les faibles différences entre toutes les lignées et le meilleur témoin. Le tableau 25 reproduit le classement pour les rendements exprimés en % de Latsidahy.

TABLEAU 25: Rendements en % de Latsidahy

LIGNEE	%
5	115
1	112
2	109
8	107
6	100
3	99
4	99
9	95
7	94

Quatre lignées se sont légèrement distinguées L5, L1, L2 et L8.

L6, L3 et L4 sont équivalentes au témoin.

L9 et L7 sont légèrement inférieures à Latsidahy.

Le tableau 26 traduit les facteurs du rendement exprimés en % de Latsidahy.

FIGURE 75

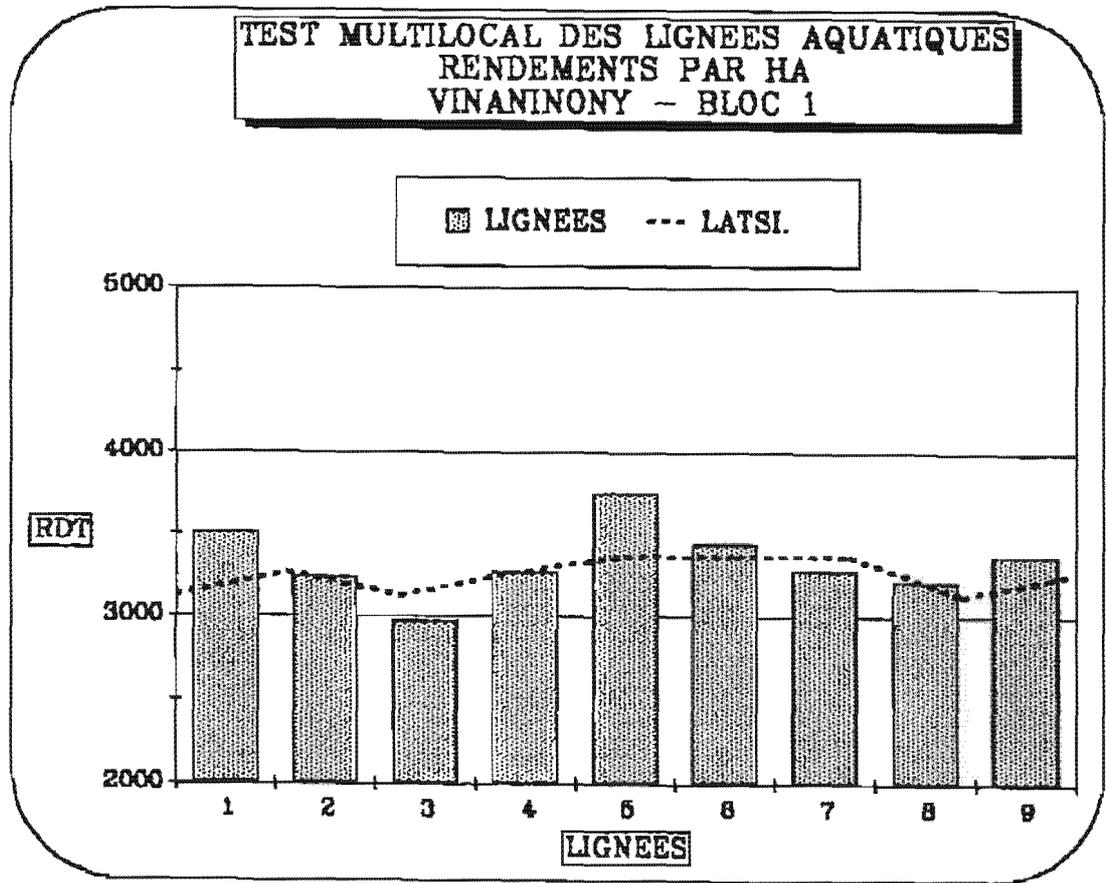


FIGURE 76

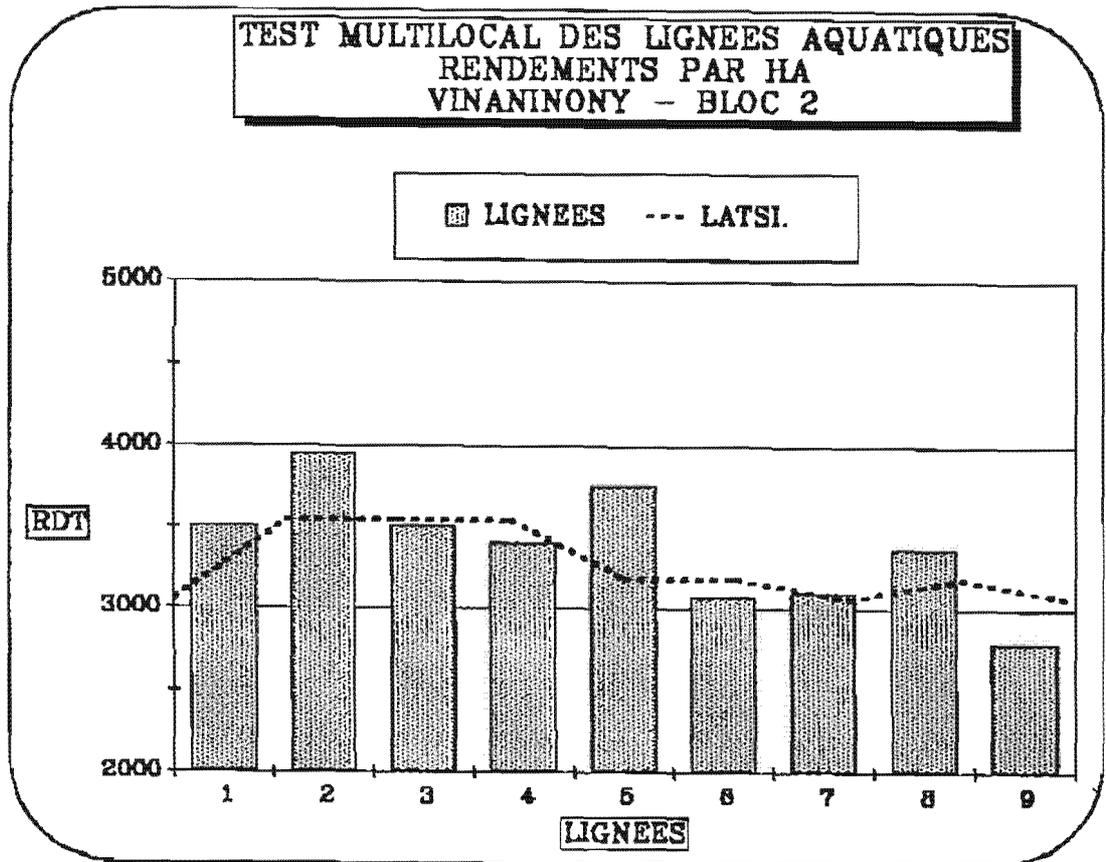


FIGURE 77

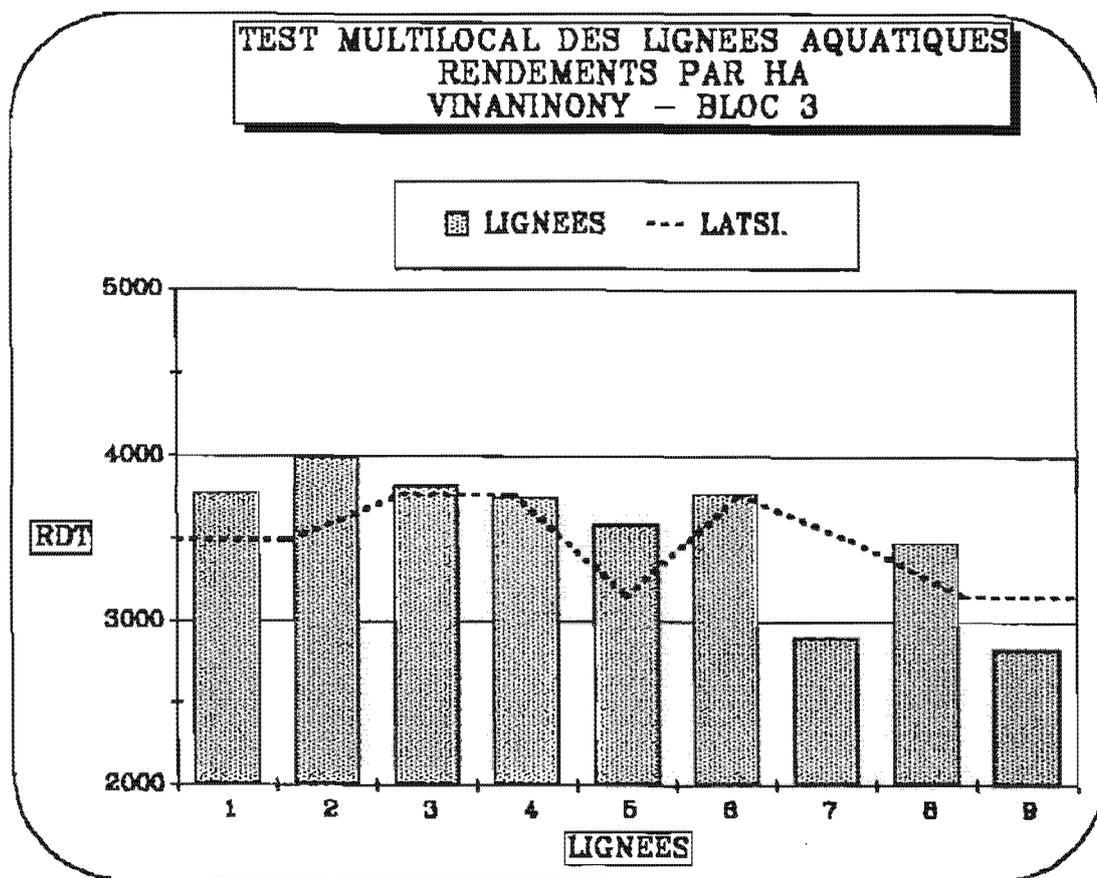
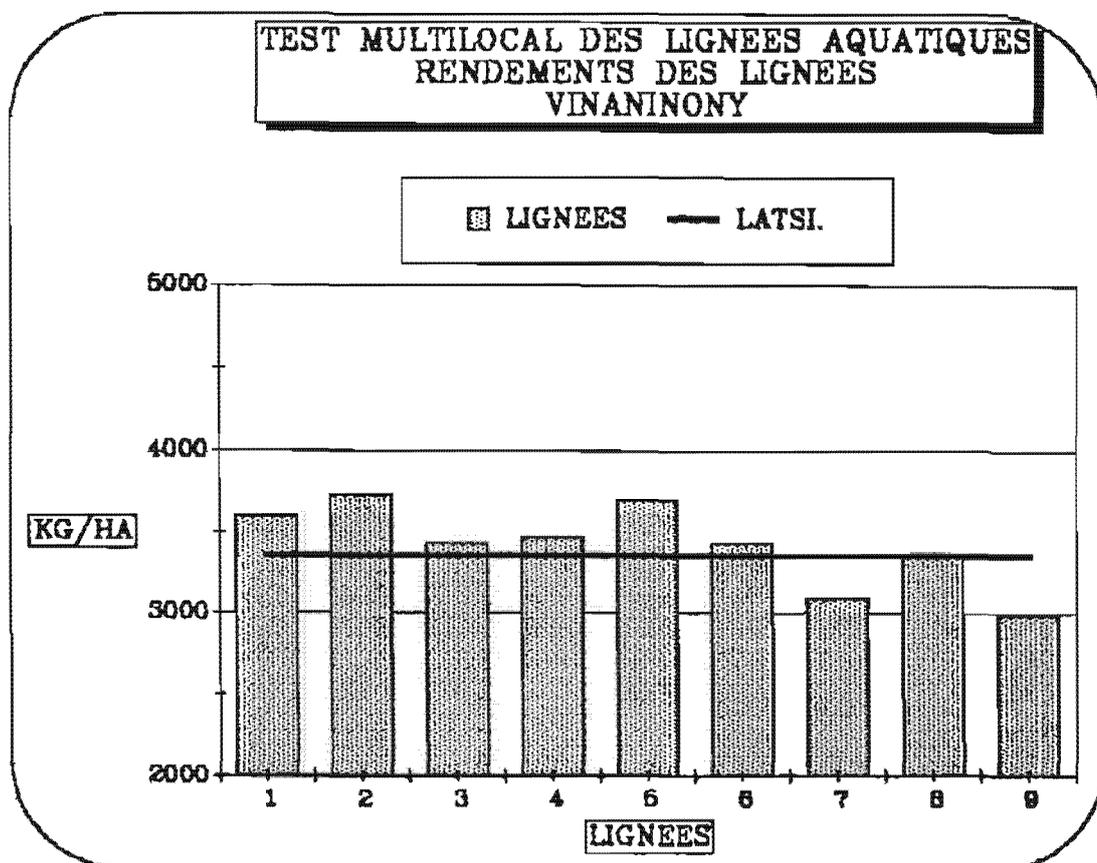


FIGURE 78



**TABLEAU 26: Les facteurs du rendement (en % de Latsidahy)**

LIGNEES	PAN	100GP	NG/PAN	FERT	NG/M'
1	86	112	104	110	87
2	77	96	137	100	105
3	74	116	121	107	89
4	103	94	116	104	113
5	118	94	85	107	103
6	83	97	128	108	109
7	93	98	104	99	96
8	89	97	122	92	108
9	94	98	126	99	102

La fertilité n'explique pas à elle seule les différences de comportement.

Les meilleurs rendements sont issus d'un bon équilibre entre chacune des composantes.

#### 4.3.4. L'essai sélection (Vinaninony)

Cet essai est aussi conduit à Vinaninony mais sur un autre type de sol. Il es décrit par les sélectionneurs dans leur rapport de campagne. Nous résumerons ici les résultats obtenus.

Les figures 79 et 80 montrent les rendements moyens exprimés, tout d'abord, de façon absolue, puis comparativement au témoin Latsidahy (en %).

Nous noterons la très bonne productivité de l'essai (6 T/ha pour Latsidahy). Cela confirme les potentialités exceptionnelles de la population locale et des lignées créées.

Il existe peu de différences entre les lignées et le témoin.

Le tableau 27 présente les résultats concernant les rendements et leurs composantes ainsi que le comportement relativement à Latsidahy ( en % des rendements).

FIGURE 79

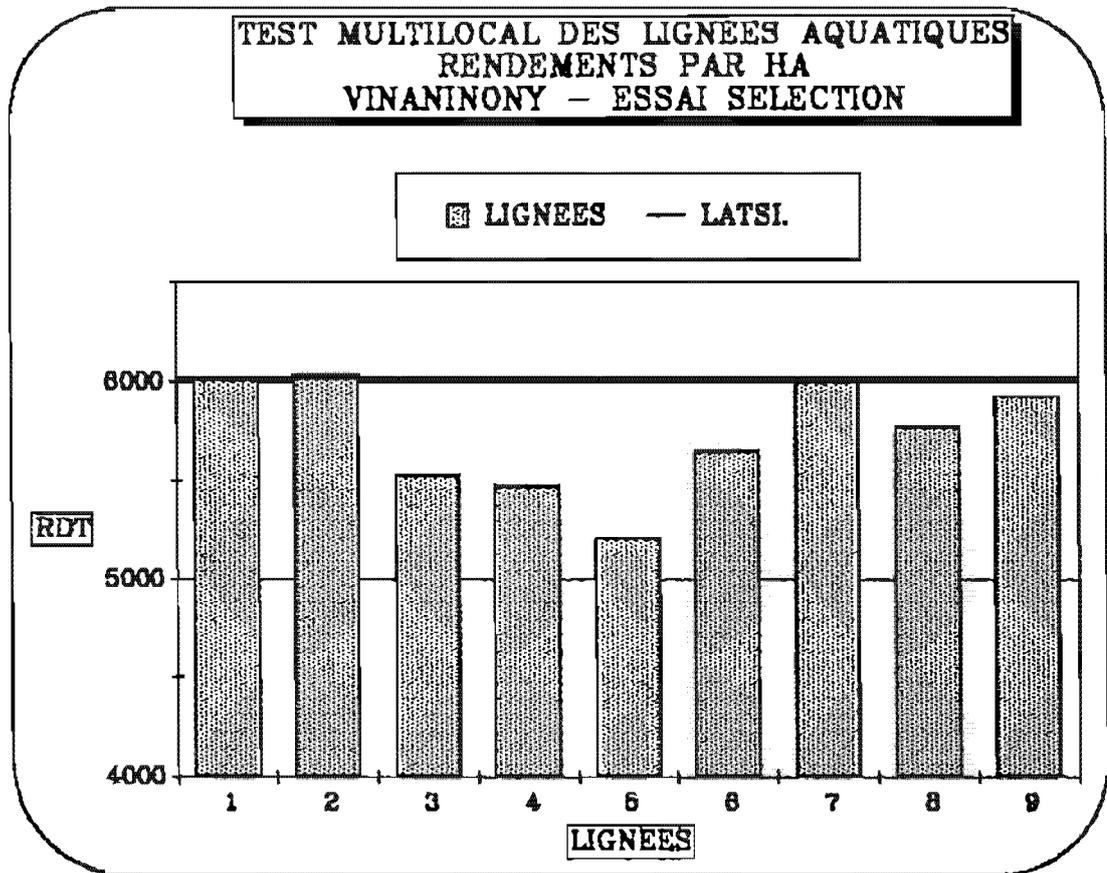
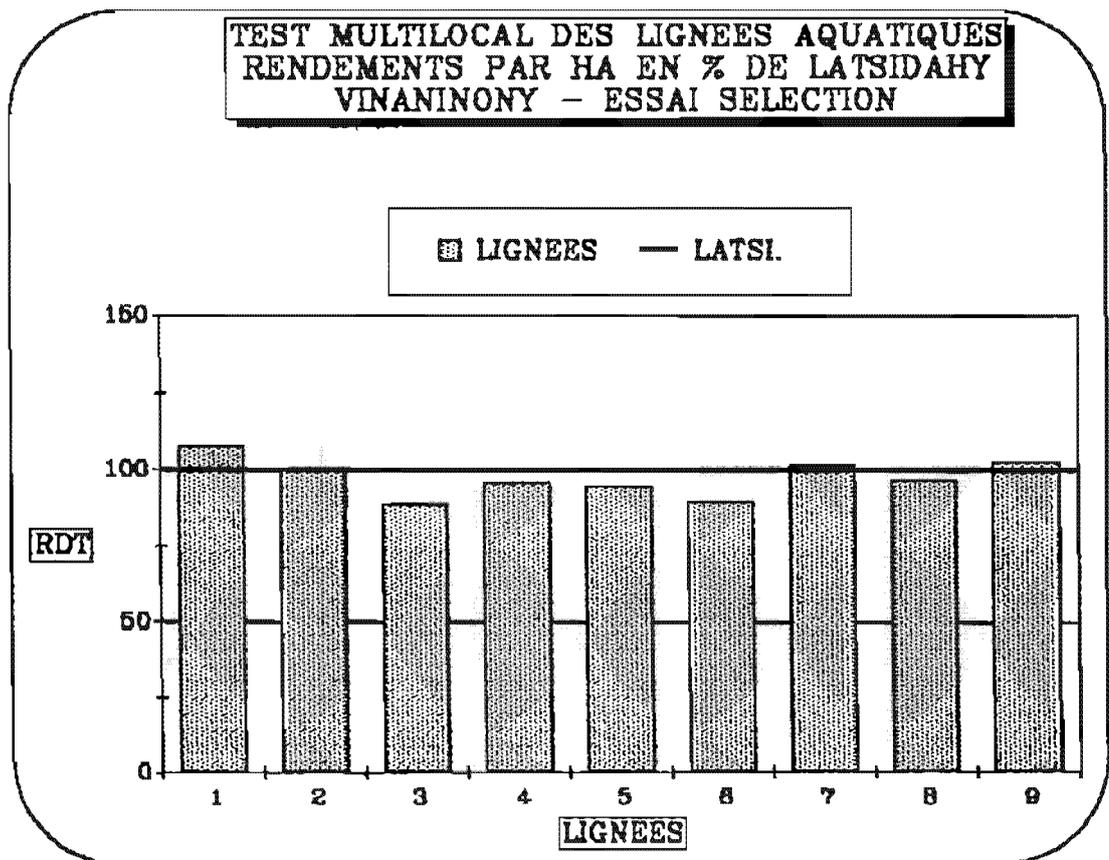


FIGURE 80



**TABLEAU 27: Rendements et facteurs du rendement**

LIGNEE	RDT	RDT %	PAN	100GP	NG/M <sup>2</sup>	FERT	NG/PAN
1	6012	108	13.1	2.6	24893	91	77
2	6042	100	11.8	2.5	26407	89	89
3	5532	89	9.1	3.0	18921	90	83
4	5482	96	14.3	2.5	26719	89	75
5	5208	95	13.4	2.6	28323	86	87
6	5657	90	11.0	2.7	26829	88	97
7	5999	102	12.0	2.6	24499	88	82
8	5782	97	13.3	2.8	23879	83	72
9	5940	103	14.3	2.6	26411	86	74
LATSI	6019		12.9	2.7	24405	85	76

Les rendements présentés par les lignées sont équivalents à ceux du témoin.

On notera le bon niveau de toutes les composantes, et notamment du nombre total de grains par m<sup>2</sup>.

Il existe peu de différences de fertilité des épillets.

#### 4.3.5 Interprétation pluriannuelle à Vinaninony

En considérant les résultats obtenus durant les deux campagnes et sur les deux types d'essai, on peut tracer les courbes de comportement des lignées sur les 9 bocs résultants. On obtient les figures 81 et 82 tracées à partir des rendements exprimés en % de Latsidahy.

Les comportements sont différents de Soanindrariny.

Les lignées 1, 2, 4, 5, 6 et 8 ont présenté des rendements légèrement supérieurs au témoin dans un plus grand nombre de "sites".

L3, L7 et L9 ont un comportement moyen plus faible que Latsidahy sur un plus grand nombre de "sites".

La figure 83 montre les pourcentages moyens et confirme ces observations.

FIGURE 81

TEST MULTILOCAL DES LIGNEES AQUATIQUES  
A VINANINONY  
RENDEMENTS PAR HA  
EN % DES TEMOINS ADJACENTS (LATSIDAHY)  
RESULTATS SUR DEUX CAMPAGNES

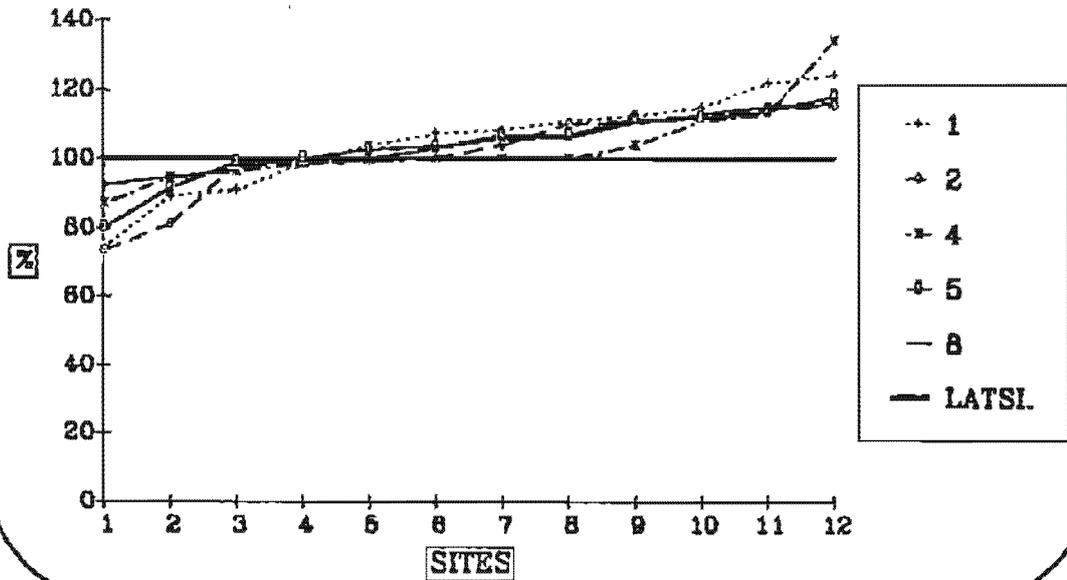


FIGURE 82

TEST MULTILOCAL DES LIGNEES AQUATIQUES  
A VINANINONY  
RENDEMENTS PAR HA  
EN % DES TEMOINS ADJACENTS (LATSIDAHY)  
RESULTATS SUR DEUX CAMPAGNES

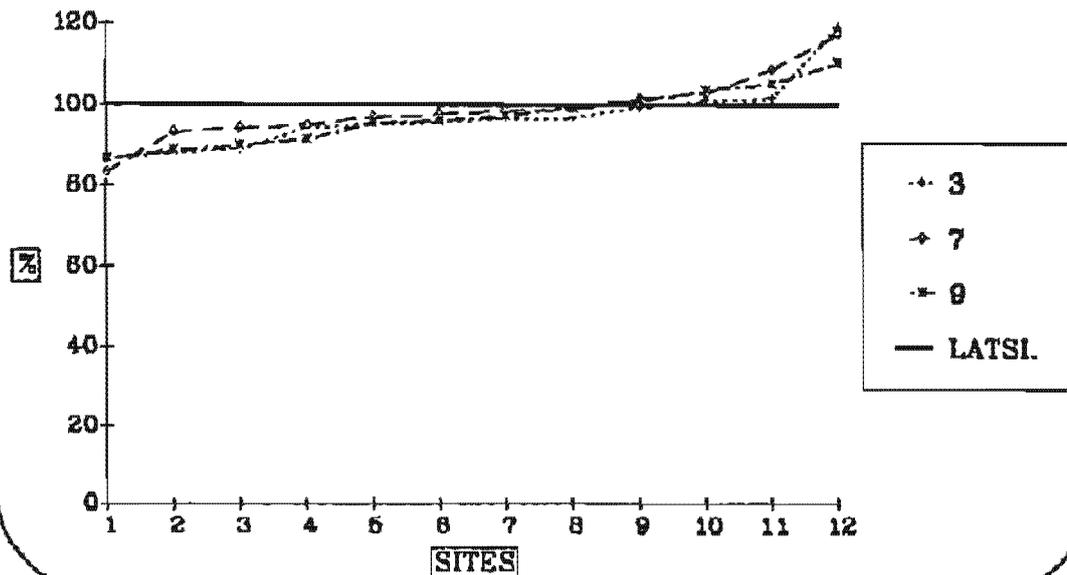
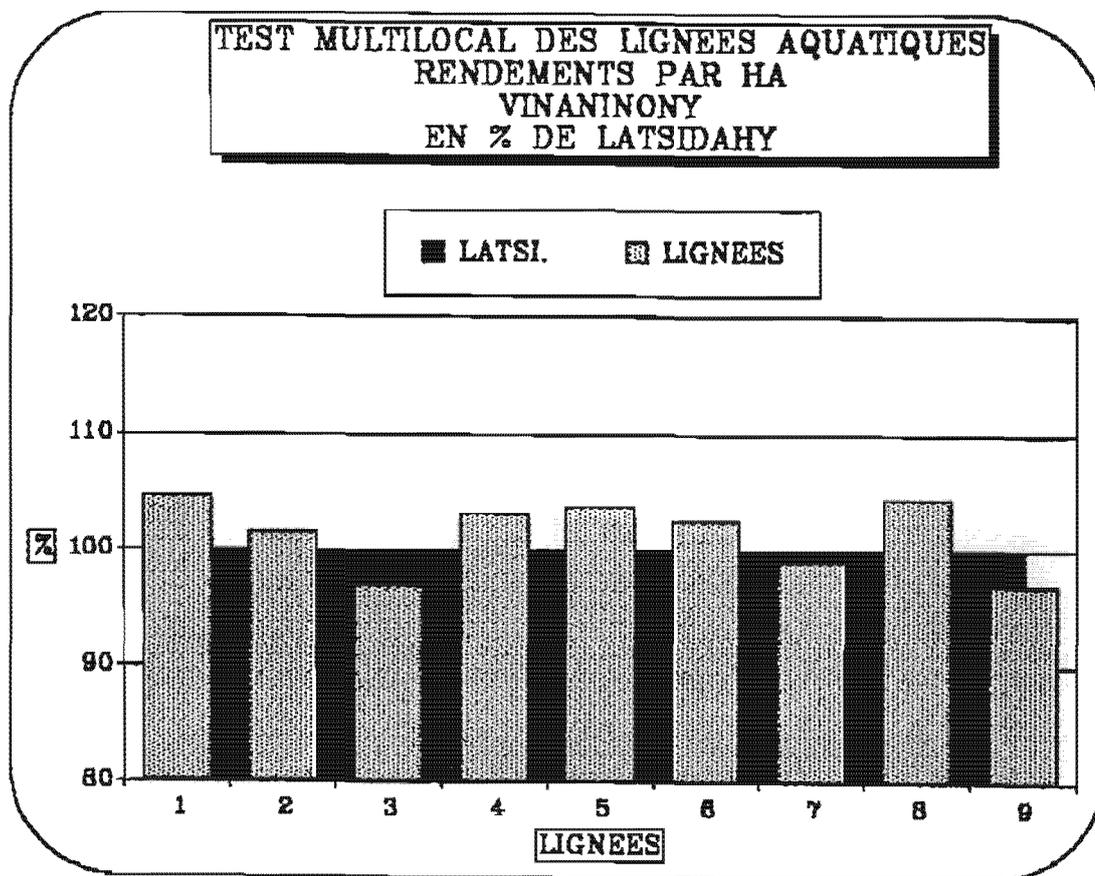


FIGURE 83



#### 4.3.6 Interprétation multilocale

Les résultats obtenus durant ces deux dernières campagne et sur les deux sites nous permettent de tracer les figures 84, 85 et 86. Elles représentent le comportement de chacune des lignées par rapport à Latsidahy.

On remarque que:

- \* il existe 2 lignées (L1 et L2) qui montrent des comportements meilleurs sur un plus grand nombre de "sites",
- \* L3, L4, L5, L6 et L8 ont un comportement moyen,
- \* enfin, L7 et L9 ne sont pas satisfaisantes.

La figure 87 montre les moyennes de chaque lignée et traduit les observations précédentes.

On notera la relativement bonne estimation des rendements par les composantes du rendement (figure 88).

#### 4.3.7. Conclusion

Des résultats précédents, il ressort qu'il existe des lignées de potentialités légèrement supérieures au témoin.

Il serait intéressant d'en vérifier la stabilité des rendements. Cependant, nous n'avons pas connu d'années réellement sélectives du point de vue froid et/ou bactériose. L'étude des coefficients de variation des rendements n'apportera rien. Le facteur qui explique le mieux les variations est le nombre de grains par m<sup>2</sup> (figure 89). Et, ce facteur traduit, en fait, les conditions de support agronomique. Deux raisons peuvent expliquer ceci:

- \* manque de sélectivité relative des années du point de vue de la stérilité des épillets et remplissage des grains,
- \* bon comportement général des témoins et lignées.

Afin de différencier ces deux aspects, il conviendra de:

- \* conduire ce type d'essai de façon pluriannuelle plus prolongée,
- \* d'utiliser un témoin plus sensible, de type Rojofotsy, sur chacun des sites, afin de classer les campagnes plus facilement et de façon plus précise.

FIGURE 84

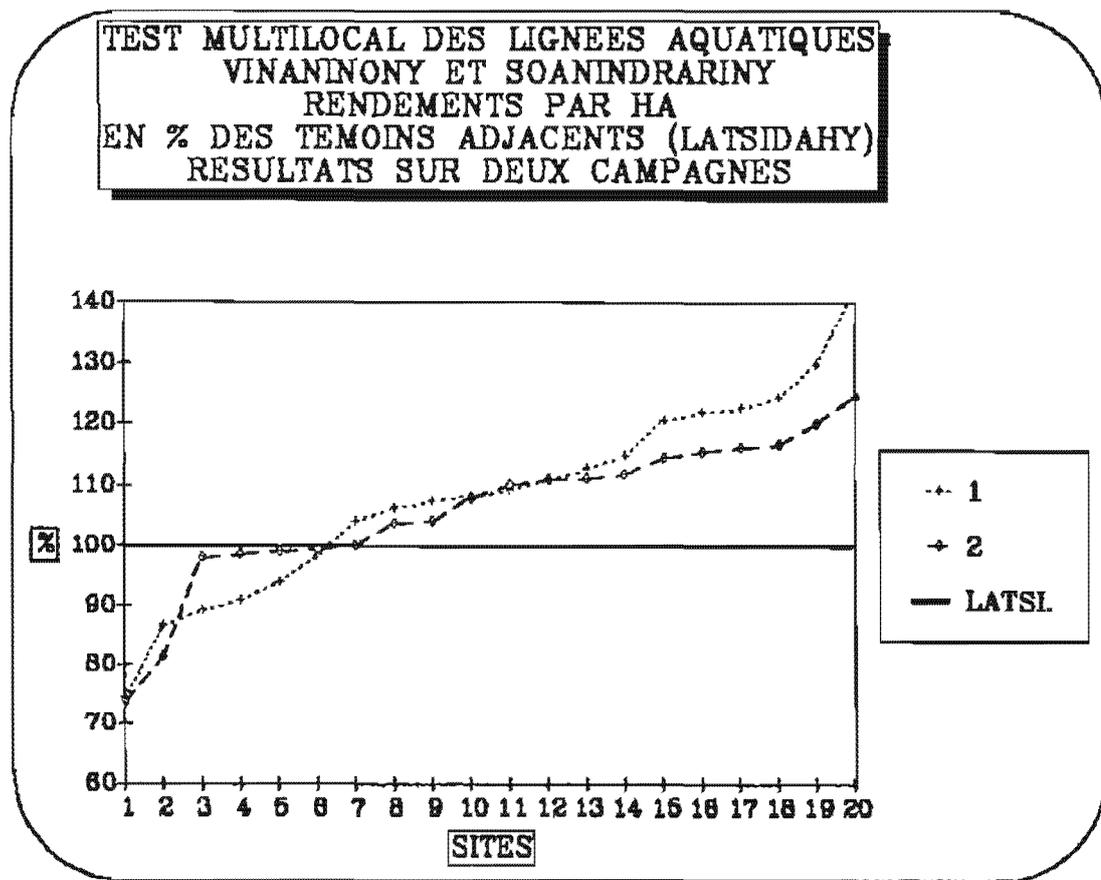


FIGURE 85

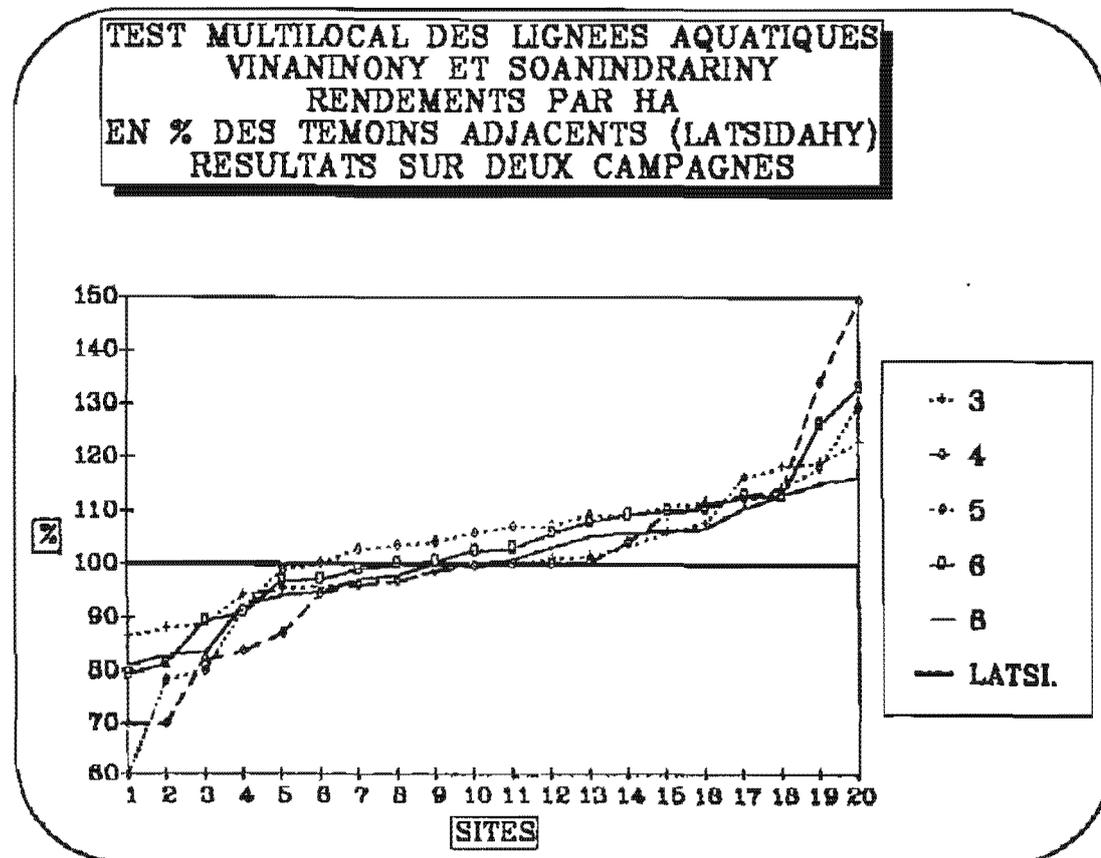


FIGURE 86

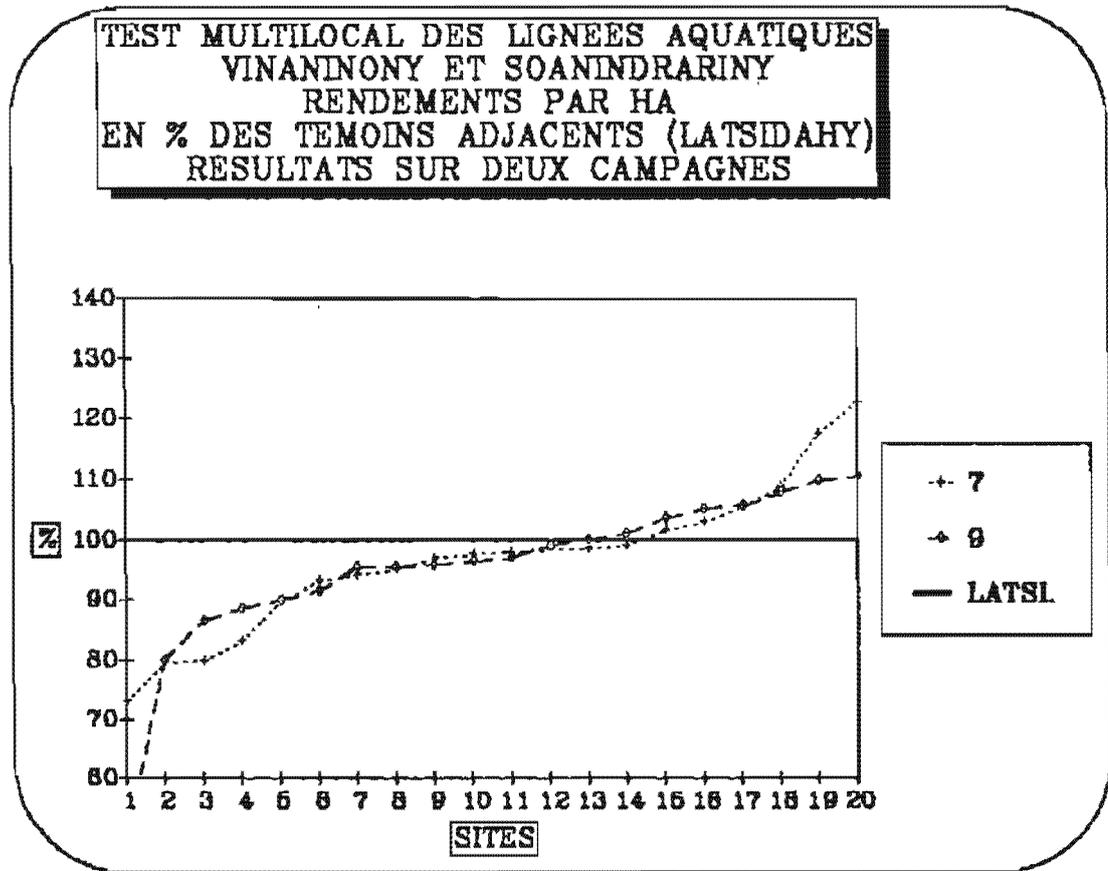


FIGURE 87

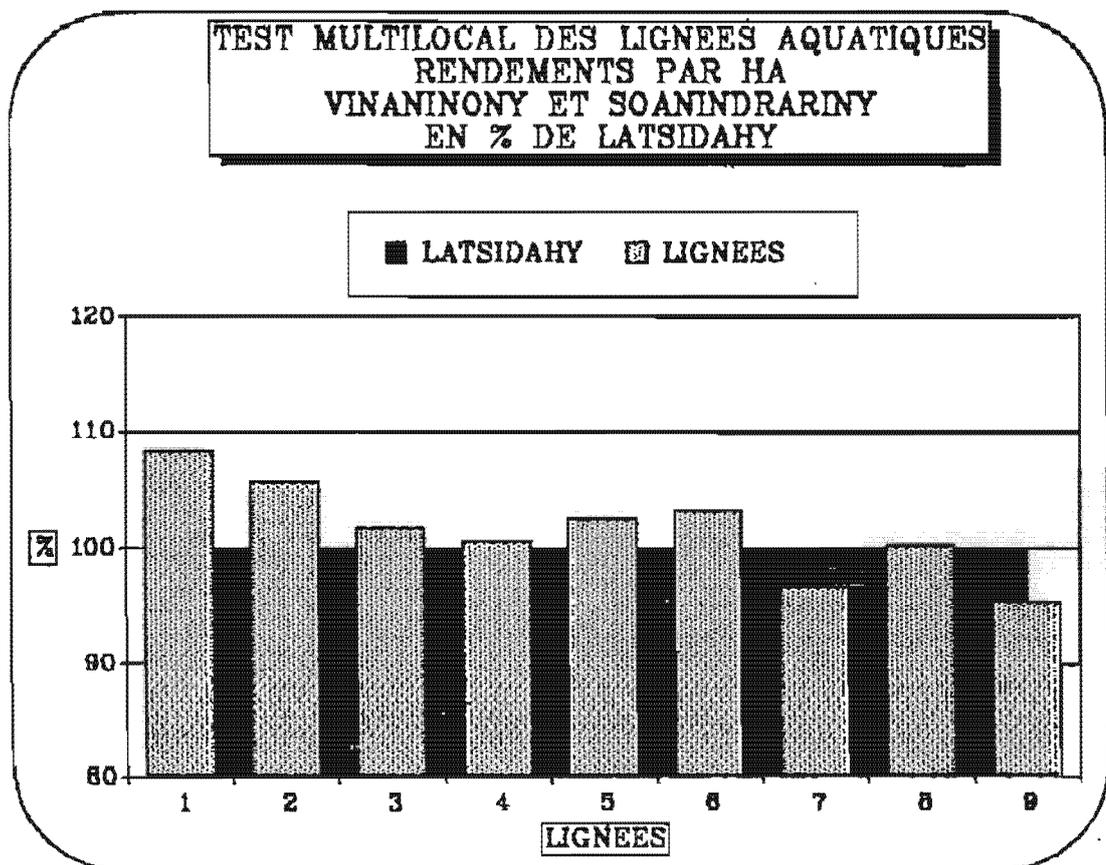


FIGURE 88

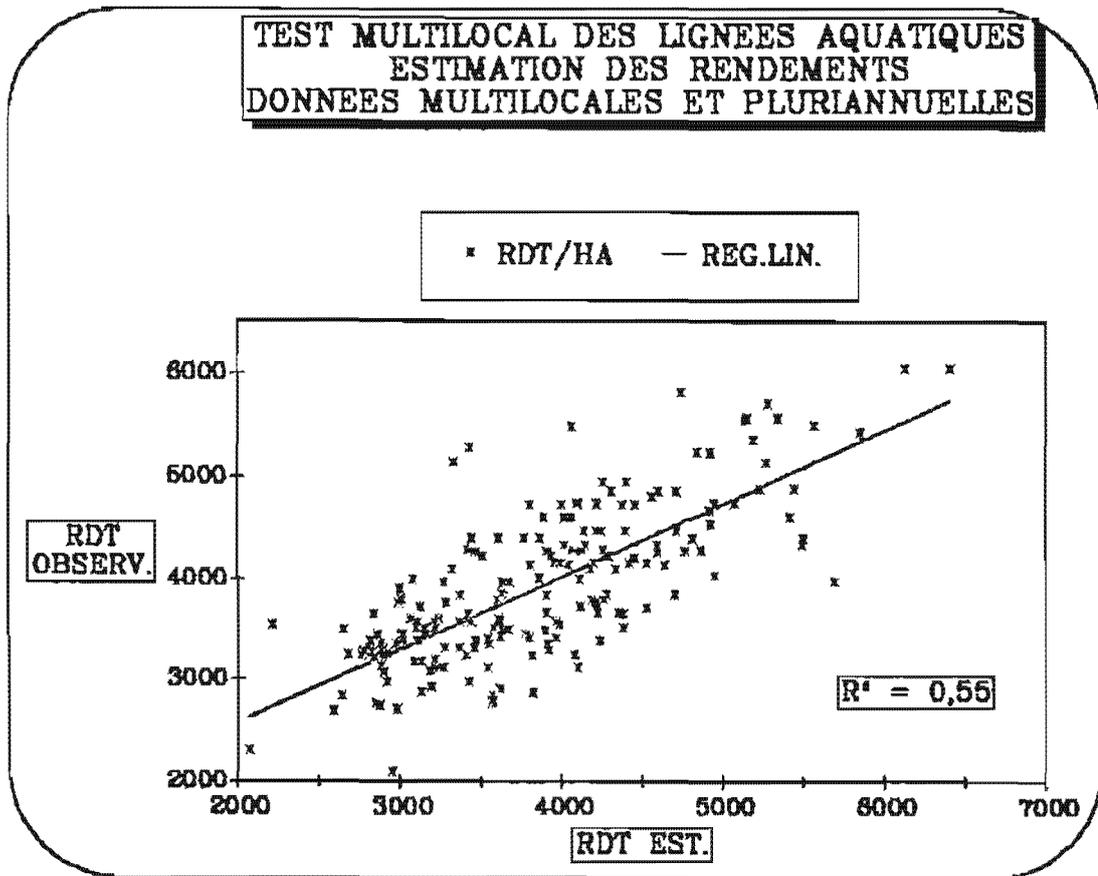
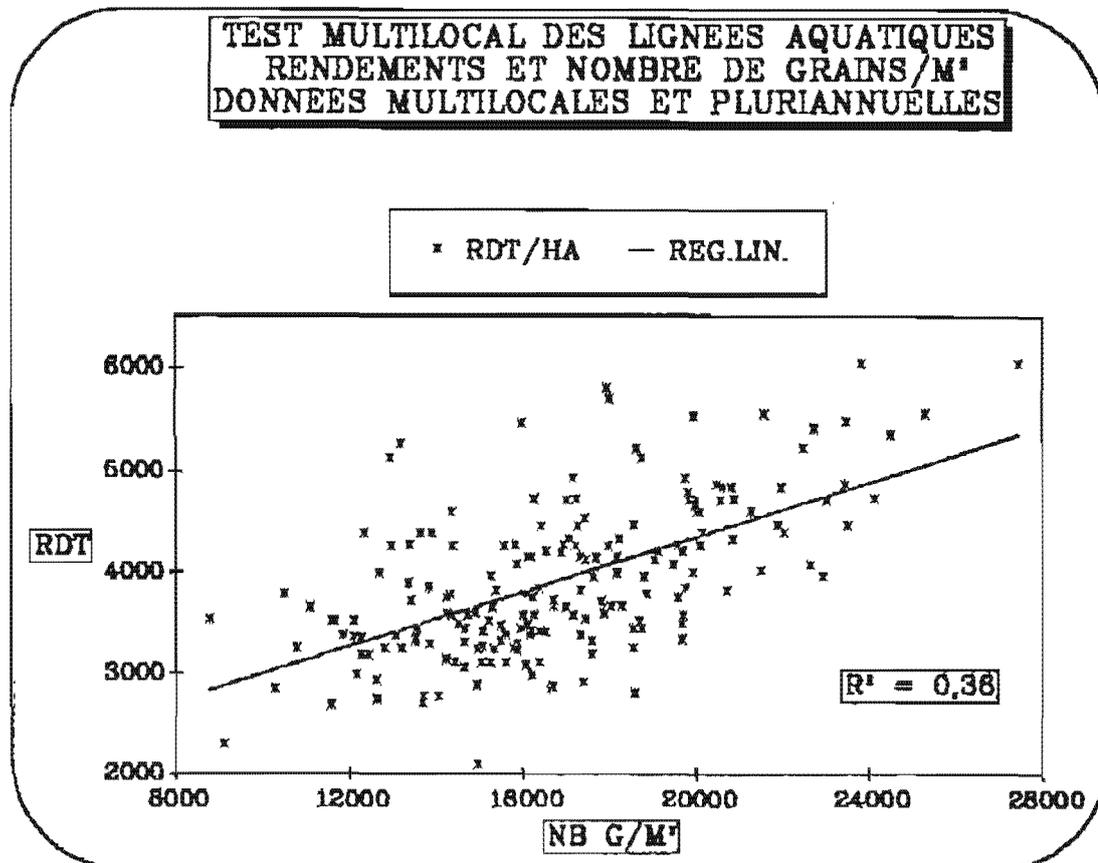


FIGURE 89



#### 4.4. LES ESSAIS AGP

##### 4.4.1. Les actions conduites

Les activités sont conduites à Vinaninony où les contraintes observées sont directement liées à l'altitude. Il s'agit de créer une gamme de supports agronomiques exagérant la variabilité de comportement de la population locale Latsidahy, et d'une variété issue de moyenne altitude, Rojofotsy.

Les premières hypothèses reposant sur le rôle des techniques culturales classiques (labour de fin de cycle, à sec en cours de cycle) du facteur aération/oxydation du sol, n'ont pas été retenues. Leur action est peu efficace. Les fortes teneurs en matière organique sur ces sols de type andique ont pour conséquence une mauvaise utilisation des engrais minéraux apportés. Les techniques classiques ne permettent pas de faire évoluer suffisamment les caractéristiques physico-chimiques pour espérer des réponses nettes. Il conviendra de travailler sur deux voies:

- \* travailler avec ces contraintes,
- ou
- \* modifier les caractéristiques de ces sols.

La création de cette gamme différentielle reposera donc, essentiellement, sur les deux facteurs identifiés à l'issue de la campagne précédente et montrant une variabilité comportementale:

- \* formes de la fertilisation phosphorée,
- \* écobuage.

L'essai, de type orientatif, a été conduit sur les deux sites représentatifs:

- \* site "Bas de plaine" présentant une bonne fertilité,
- \* site "Milieu de plaine" à problèmes.

16 traitements ont été testés en relation avec les deux variétés. Il s'agit de (Tableau 28):

**Tableau 28: Les traitements des essais AGP**

TRAITEMENTS	FERTILISATION	ECOBUAGE
1	F2	0
2	F2	1
3	F2	2
4	F1	0
5	F1	1
6	F1	2
7	F0	0
8	F0	1
9	F0	2
10	T + F0	0
11	T + F4	0
12	F5	0
13	F4	0
14	F3	0
15	F1	4
16	F1	3

**FERTILISATIONS:**

\* F0 = aucun apport

\* F1 = 30-60-60 U de N-P-K (Urée, Hyper Réno et KCl) + 30 N en couverture (Urée),

\* F2 = 30-60-60 U de N-P-K (Phosphate d'ammoniaque + Urée, KCl) + 30 N en couverture (Urée),

\* F3 = 500 Kg/ha de dolomie + 60-150-120 U de N-P-K (Urée, Hyper Réno et KCl) + 30 N en couverture (Urée),

\* F4 = 18-46-60 U de N-P-K (Phosphate d'ammoniaque + KCl) + 42 N en couverture (Urée),

\* F5 = 36-92-60 U de N-P-K (Phosphate d'ammoniaque + KCl) + 30 N en couverture (Urée).

### ECOBUAGES:

- \* 0 = aucun
- \* 1 = 10 T/ha de M.S.
- \* 2 = 20 T/ha de M.S.
- \* 3 = Arrière effet de l'écobuage réalisé il y a 2 ans,
- \* 4 = écobuage il y a 2 ans et écobuage cette année = 2.

TRAITEMENT T: trempage durant 24 heures des plants avant repiquage dans une solution de Phosphate d'Ammoniaque (5 %).

Sur chaque traitement, les deux variétés ont été cultivées.

Les semis ont été réalisés le 25 septembre.

Le tableau 29 résume les différentes phases de développement des variétés sur chaque site.

Tableau 29: Les phases de développement

SITES	VARIETES	INITI.PAN.	FLOR.50%	MAT.50%
BAS	LATSIDAHY	125 j	164 j	206 j
	ROJOFOTSY	131 j	166 j	209 j
MILIEU	LATSIDAHY	121 j	159 j	198 j
	ROJOFOTSY	133 j	169 j	206 j

Nous remarquons les différences entre variétés et sites. Latsidahy est plus précoce que Rojofotsy, notamment sur le site du milieu de plaine.

Les rendements sont appréciés par les pesées parcelles. Les facteurs du rendement sont estimés sur des prélèvements de 25 plantes par traitement.

Le tableau 30 traduit la représentativité des deux sites par les rendements et composantes des deux variétés.

**TABLEAU 30: Les facteurs du rendement**

SITE	VARIETE	RDT	PAN	100GP	NTG/M'	G/PAN	FERT
BAS	LATSIDAHY	6.22	16.0	2.5	31963	81	78
	ROJOFOTSY	2.75	17.2	2.4	28430	67	42
MILIEU	LATSIDAHY	4.19	12.1	2.6	22568	75	79
	ROJOFOTSY	2.82	12.6	2.5	20788	67	54

On remarque les différences entre sites et entre variétés. Rojofotsy présente des rendements faibles du fait d'une fertilité des épillets fortement affectée. Latsidahy présente des potentiels élevés. Le site bas se distingue par des productions plus importantes de la population locale expliquées par un grand nombre de grains par m' et une bonne fertilité.

Ces remarques traduisent bien la spécificité des deux sites et des deux variétés.

#### 4.4.2. Le site bas

La figure 90 montre la variabilité totale présentée par les rendements des deux variétés. On notera la différence de niveau de production décrite auparavant.

Une certaine variabilité a été créée par les différents traitements, notamment pour Rojofotsy.

Les niveaux de production de Latsidahy sont très élevés (jusqu'à 7 T/ha).

Les figures 91 et 92 traduisent les actions des différents traitements.

#### LATSIDAHY

En l'absence d'écobuage (0), les apports de fertilisation minérale marquent nettement. Le témoin est à 4 T/ha, et les traitements F1, F2 et F3, respectivement à 6.5, 6.7 et 6.9 T/ha. Le type de fertilisation semble donc aussi marquer, en faveur de la fertilisation forte et de type Phosphate d'Ammoniaque.

Les différents écobuages ont un effet fortement positif en l'absence de fertilisation. Les rendements sont alors équivalents (6.5 T/ha) aux parcelles fertilisées.

Sur F1, ils ne semblent pas avoir d'action.

FIGURE 90

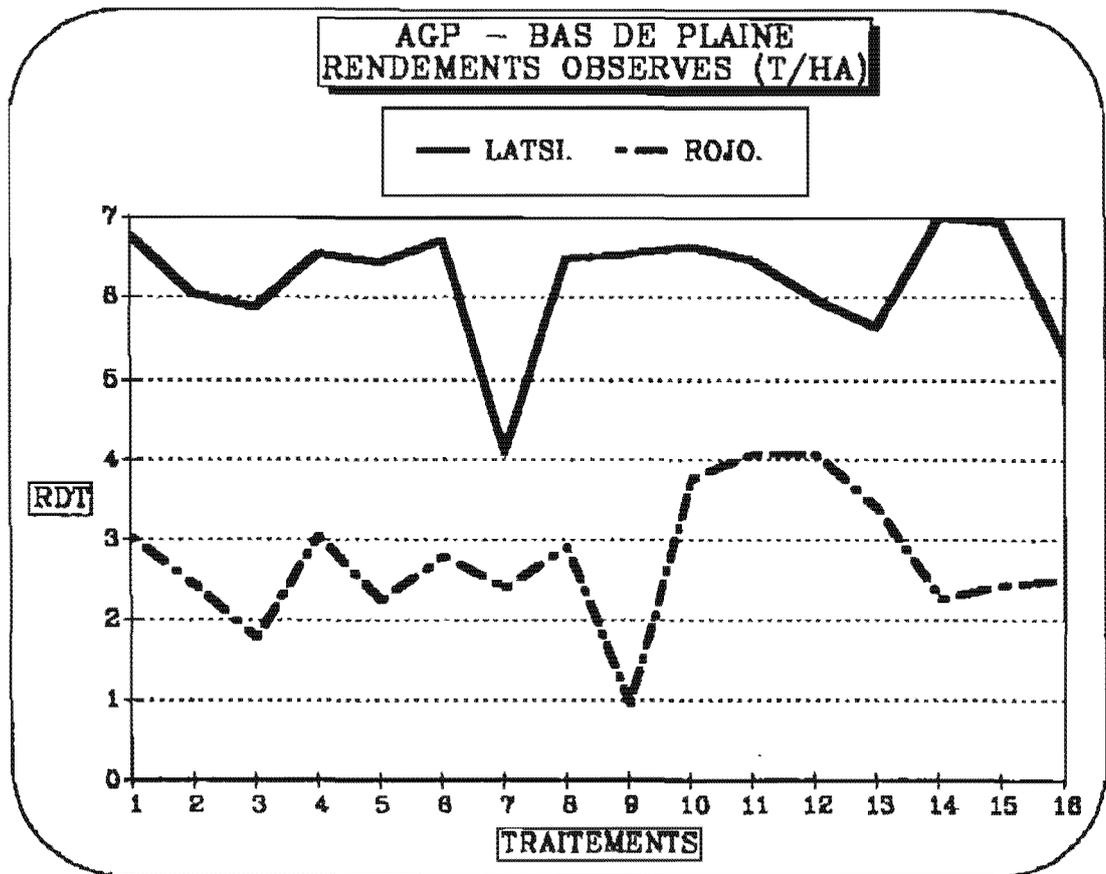


FIGURE 91

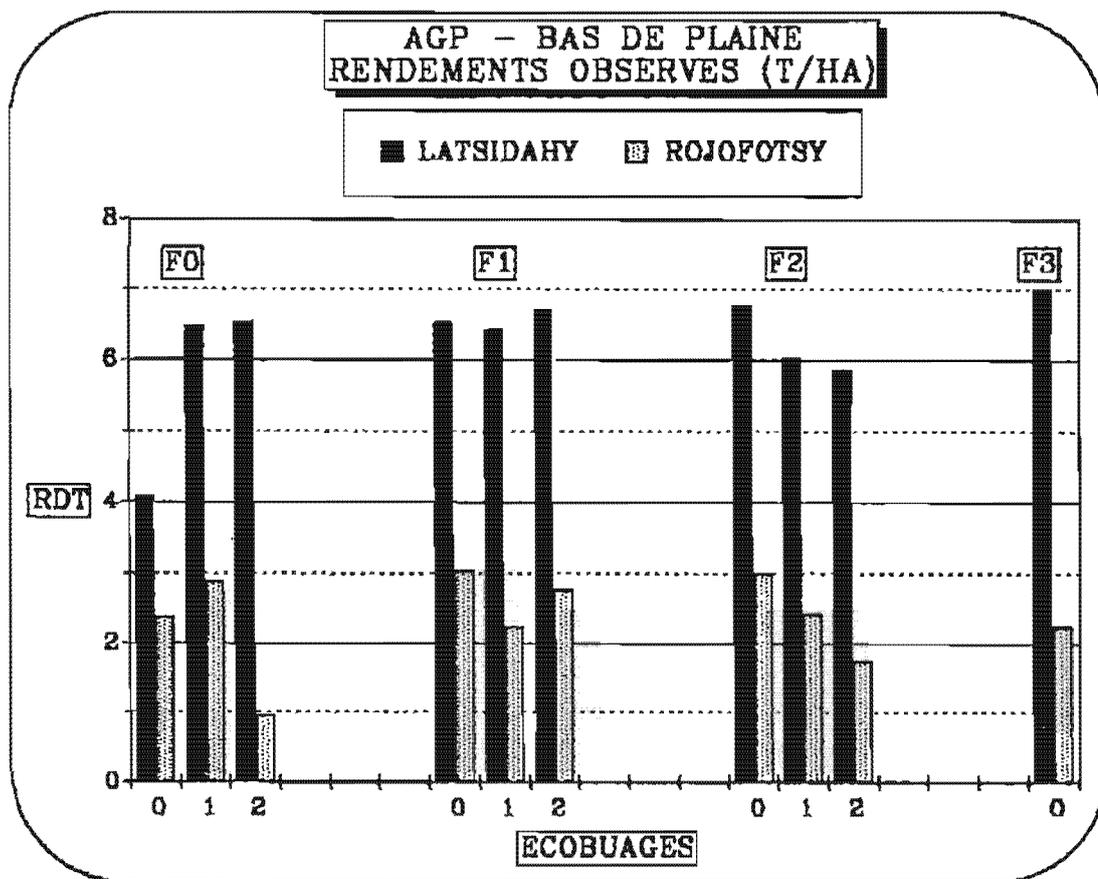
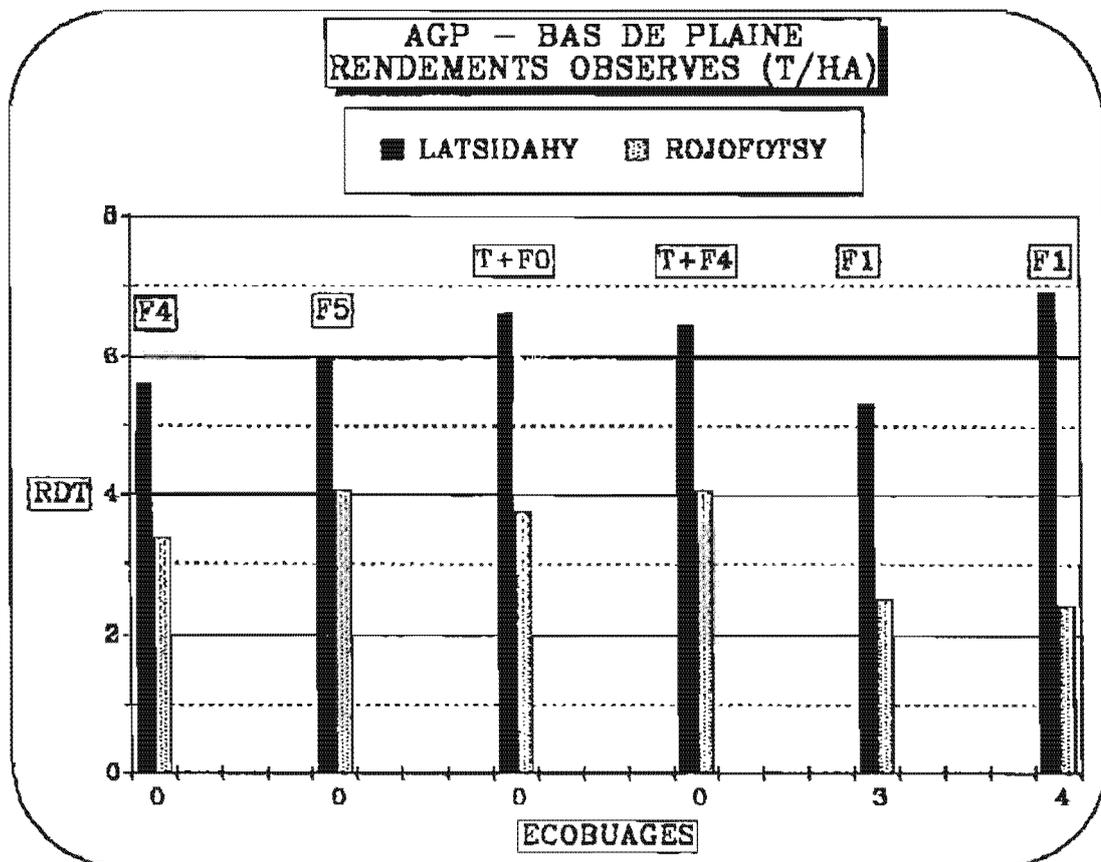


FIGURE 92



Sur F2, ils semblent avoir un effet dépressif.

#### ROJOFOTSY

Du fait des faibles productions obtenues (forte stérilité), l'action des traitements est peu marquée. On notera l'effet dépressif des écobuages, notamment sur F0 et F2.

Les figures 93 à 96 montrent les différentes composantes du rendement sur les traitements les plus marqués.

Au niveau du tallage fertile, la fertilisation minérale marque. Pour un témoin à 8.6 panicules par plante sans écobuage, F1, F2 et F3 présentent respectivement 13.5, 18.2 et 13.4 panicules.

Le type de fertilisation a donc un effet différentiel en faveur du Phosphate d'Ammoniaque.

L'écobuage a un effet très net sur l'augmentation du nombre de panicules pouvant atteindre 22 panicules par plante.

En l'absence de fertilisation, Rojofotsy présente des nombres supérieurs à ceux de Latsidahy.

L'augmentation du nombre de panicules se traduit par une augmentation du nombre total de grains par m<sup>2</sup>. L'action des traitements est identique à celle décrite auparavant.

Les fertilités des épillets sont peu différentes en fonction des types de fertilisation. Par contre, l'écobuage présente un effet dépressif sur ce facteur, notamment sur F0 et F2, pour Rojofotsy et Latsidahy.

De même, le poids des grains est affecté par les écobuages.

Ces différentes remarques montrent que, sur ce type de sol, :

- \* la fertilisation minérale permet d'augmenter la production d'une variété adaptée d'environ 50 %,

- \* le type de fertilisation semble marquer,

- \* sans apport de fertilisation, l'écobuage permet d'atteindre les mêmes niveaux,

- \* l'augmentation des rendements résulte d'une augmentation du nombre de grains par unité de surface,

- \* toute augmentation du nombre de grains se traduit par une stérilité plus forte ainsi qu'un plus faible remplissage de ces grains.

- \* les niveaux atteints sont à leur maximum, un trop fort nombre de

FIGURE 93

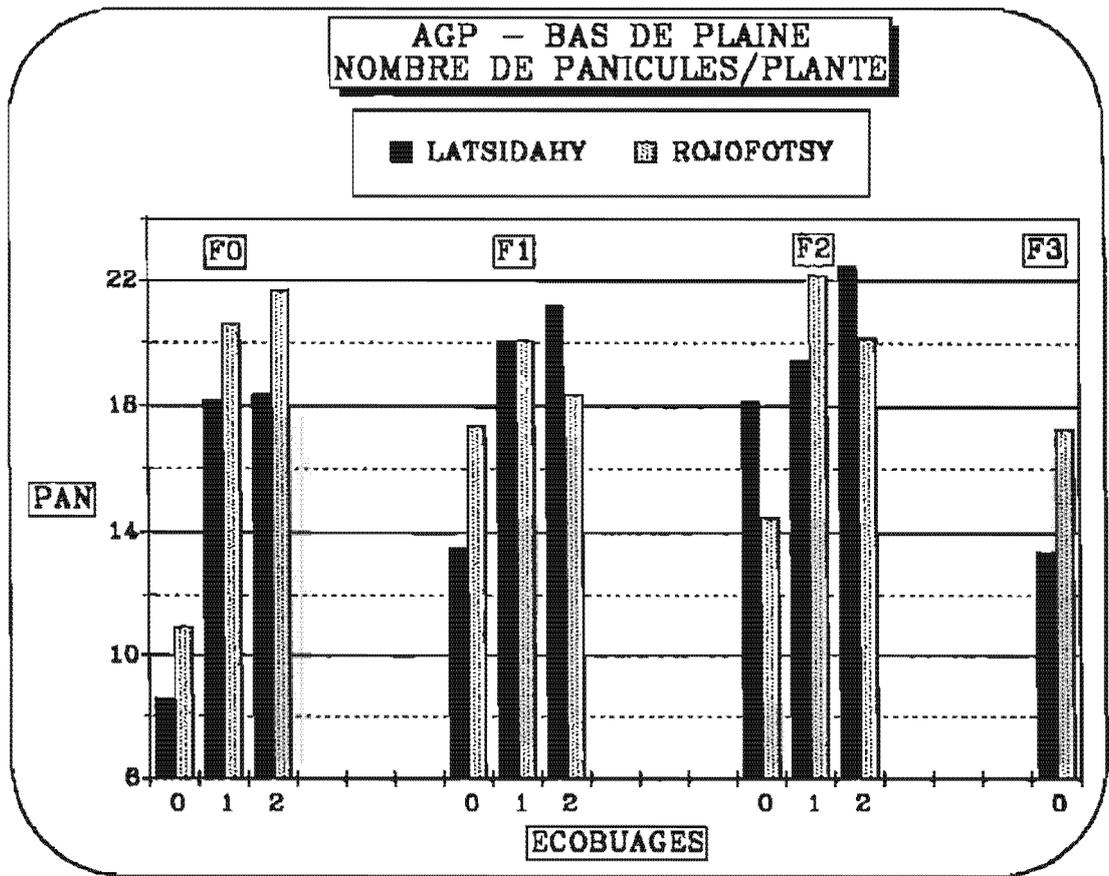


FIGURE 94

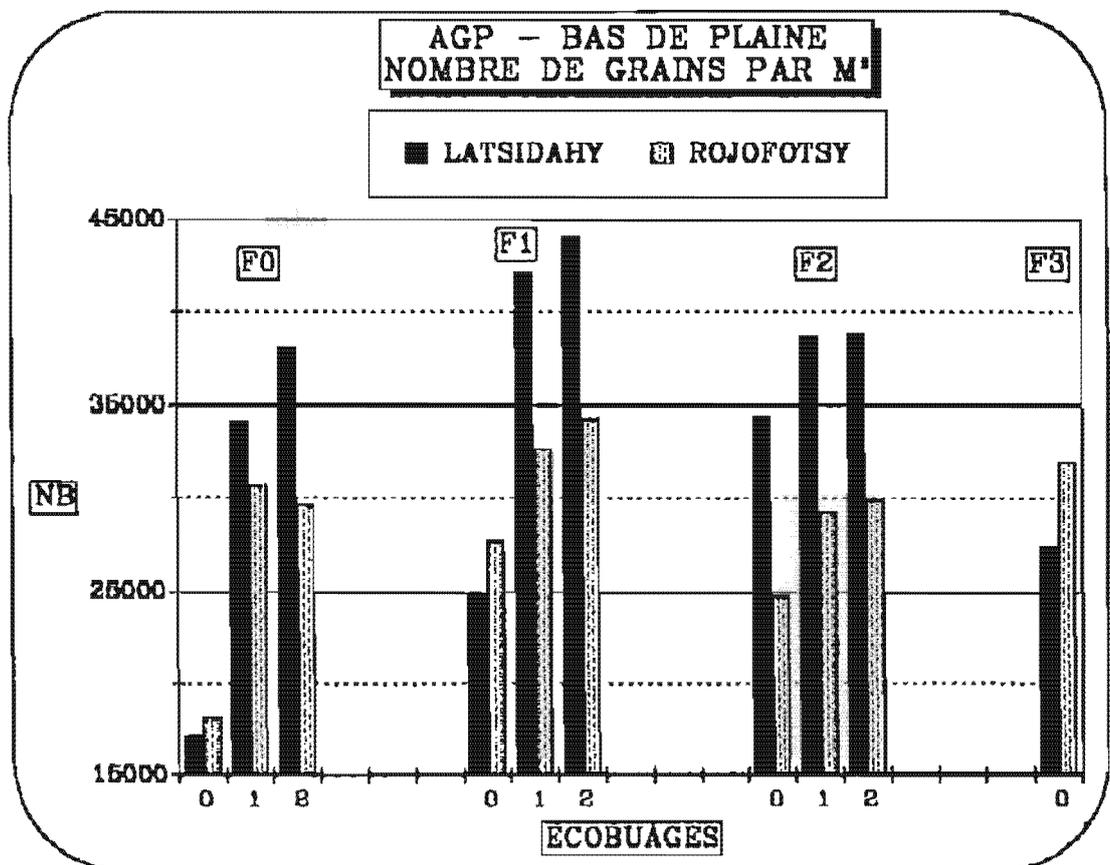


FIGURE 95

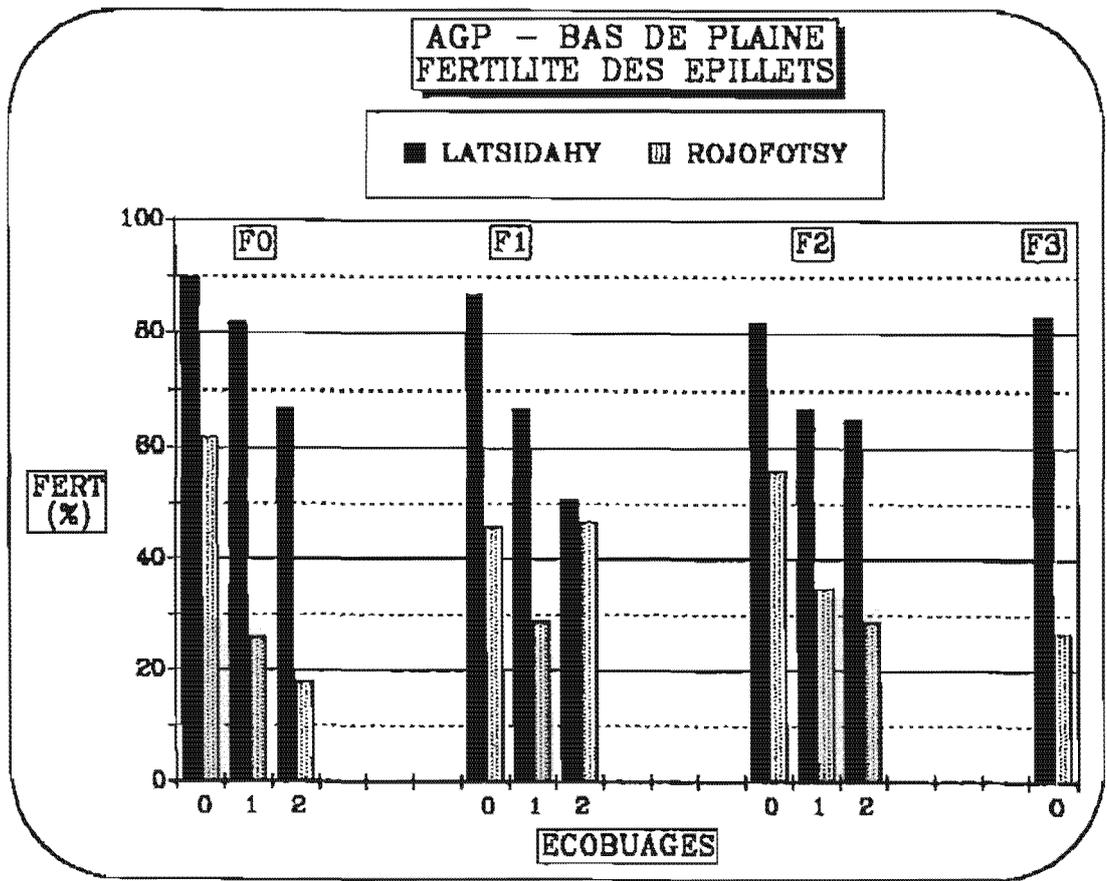
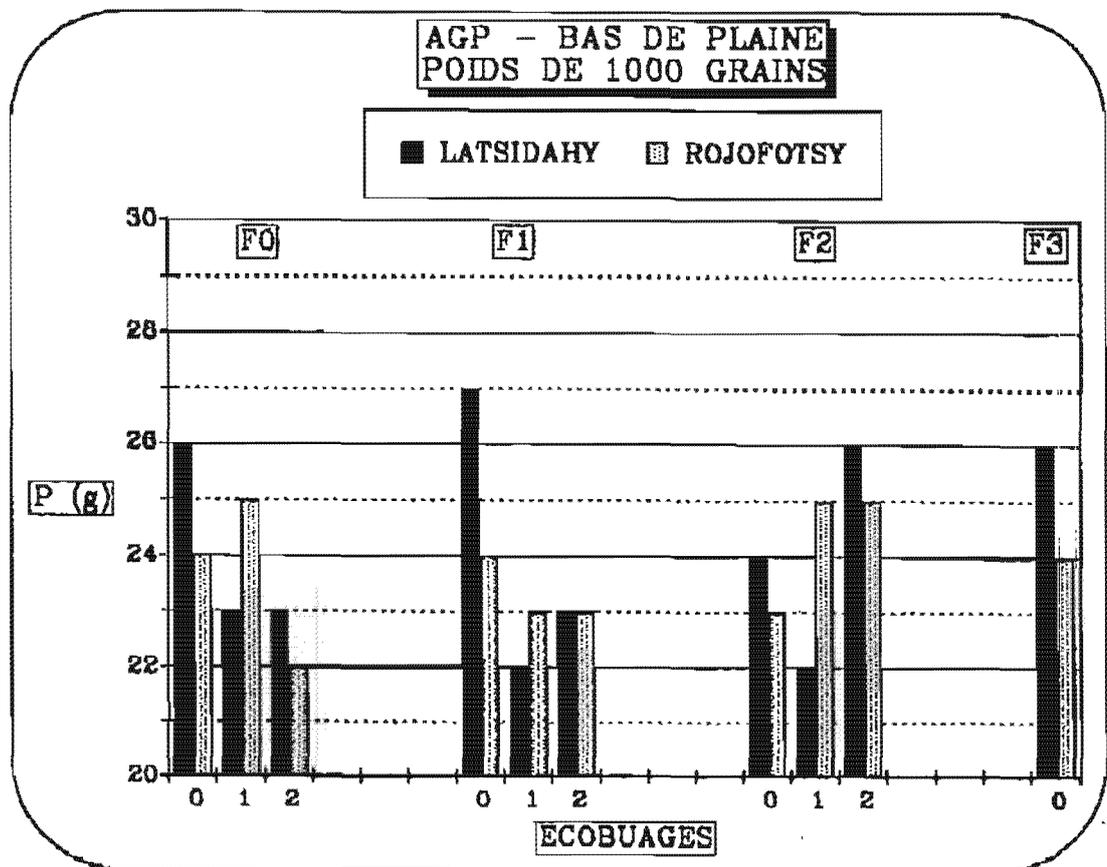


FIGURE 96



grains se traduit alors une baisse des rendements (écobuage sur F2),

\* malgré les bons supports, la variété issue d'un autre milieu est fortement affectée, notamment au niveau de la fertilité des épillets.

Les observations antérieures se trouvent confirmées et nous disposons maintenant de plusieurs éléments pour définir une stratégie d'approche agronomique pour la prochaine phase du projet.

Les actions envisagées porteraient sur les interactions suivantes:

- \* Intensité \* rythme d'écobuage,
- \* écobuage \* types et doses de fertilisations minérales,
- \* écobuage \* fertilisation \* double culture (culture de contre saison + Riz),
- \* techniques de repiquages \* écobuage \* fertilisation.

#### 4.4.3. Le site milieu de plaine

La figure 97 montre la variabilité totale présentée par les rendements des deux variétés. On notera la différence de niveau de production décrite auparavant mais beaucoup moins marquée que sur le site bas.

Une certaine variabilité a été créée par les différents traitements.

Les niveaux de production de Latsidahy sont moins élevés (environ 4 T/ha).

Ceux de Rojofotsy sont équivalents à ceux observés sur le site bas, et présentent une moindre variabilité.

Les figures 98 et 99 traduisent les actions des différents traitements.

#### LATSIDAHY

En l'absence d'écobuage (0), les apports de fertilisation minérale marquent moins nettement. Le témoin est à 3.6 T/ha, et les traitements F1, F2 et F3, respectivement à 4.7 , 4.2 et 4.9 T/ha. Le type de fertilisation semble donc aussi marquer, en faveur de la fertilisation forte et de type classique. Ceci est en contradiction avec les observations de la campagne précédente où le Phosphate d'Ammoniaque semblait favorable.

Les différents écobuages n'ont pas effet positif sur les rendements.

#### ROJOFOTSY

Du fait des faibles productions obtenues (forte stérilité), l'action des traitements est peu marquée. On notera l'effet dépressif des écobuages, notamment sur F0. La fertilisation minérale présente un effet légèrement positif.

FIGURE 97

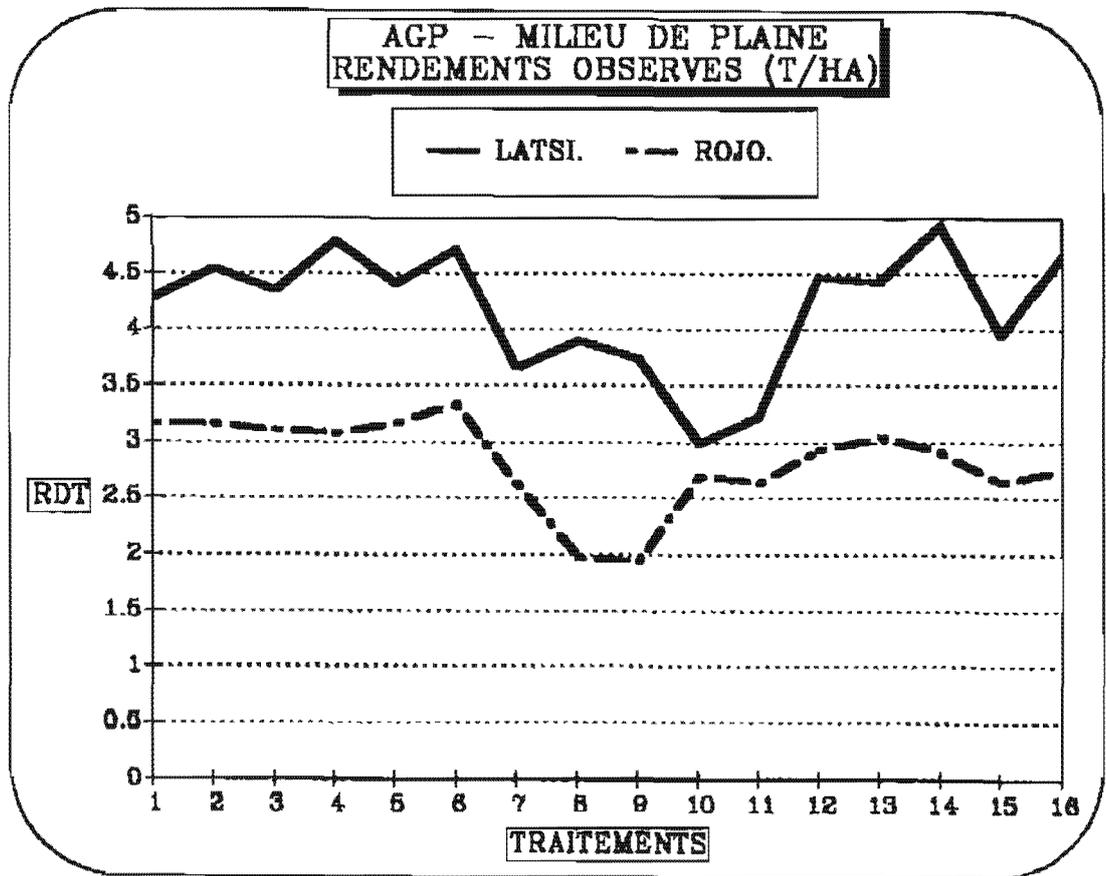


FIGURE 98

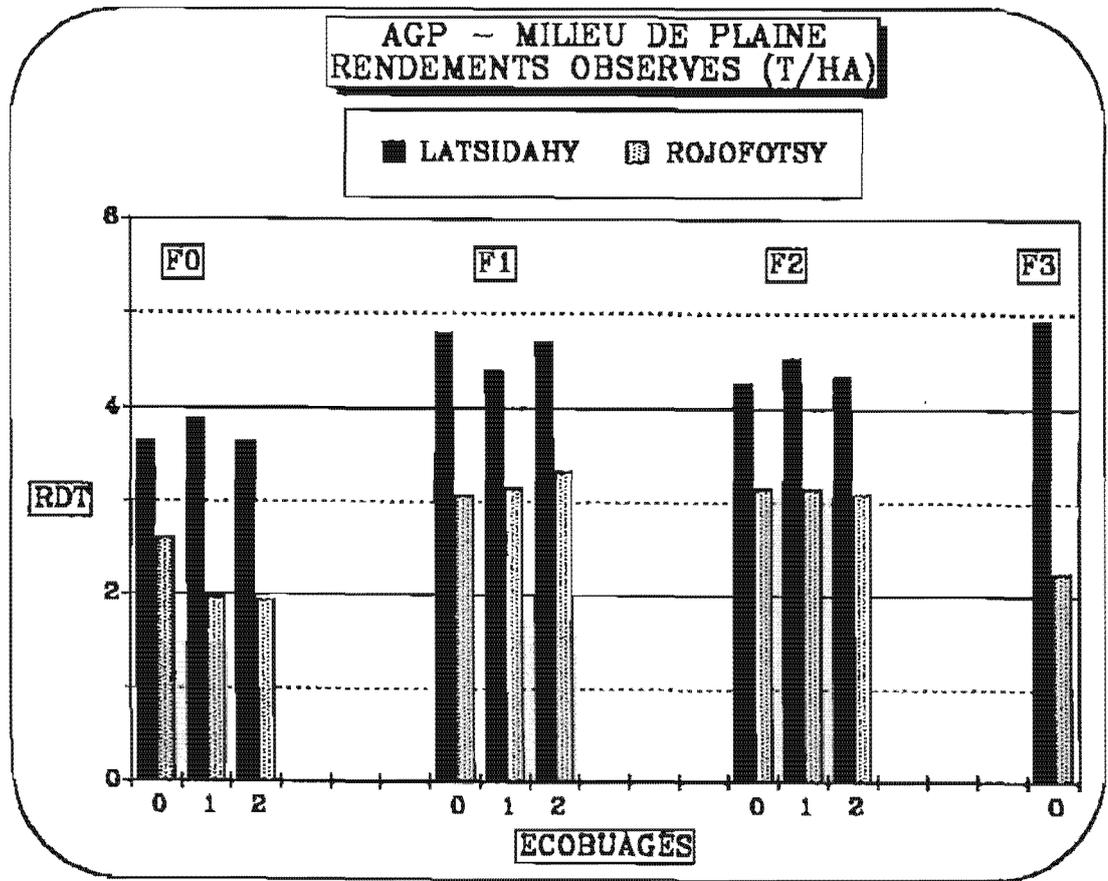
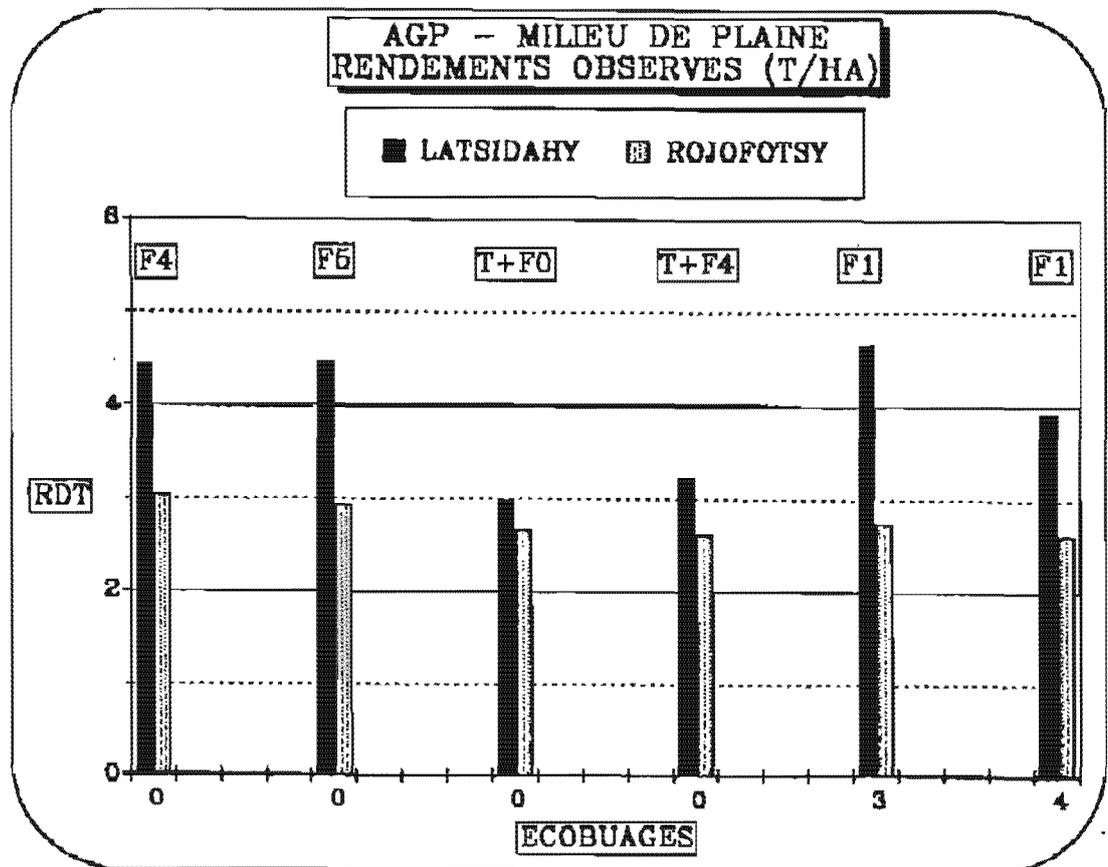


FIGURE 99



Les figures 100 à 103 montrent les différentes composantes du rendement sur les traitements les plus marqués.

Au niveau du tallage fertile, la fertilisation minérale marque peu. Pour un témoin à 8.3 panicules par plante sans écobuage, F1, F2 et F3 présentent respectivement 12.4, 9.6 et 15 panicules. Les niveaux présentés sur le site bas ne sont pas atteints et seule une fertilisation minérale très forte permet de les approcher.

L'écobuage a un effet très net sur l'augmentation du nombre de panicules pouvant atteindre 18 talles fertiles par plante. Son action est nette sur chaque type de fertilisation, notamment sur F1.

En l'absence de fertilisation, Rojofotsy présente des nombres supérieurs à ceux de Latsidahy, de même pour les fortes doses d'écobuage.

L'augmentation du nombre de panicules se traduit par une augmentation du nombre total de grains par m<sup>2</sup>. L'action des traitements est identique à celle décrite auparavant. Les niveaux atteints n'atteignent pas ceux observés sur le site bas.

Les fertilités des épillets sont peu différentes en fonction des types de fertilisation. Par contre, l'écobuage présente un effet dépressif sur ce facteur, pour Rojofotsy et Latsidahy. Cette dépression est plus marquée pour Rojofotsy.

De même, le poids des grains est affecté par les écobuages, notamment pour Rojofotsy. Pour Latsidahy, ils sont beaucoup plus stables.

Ces différentes remarques montrent que, sur ce type de sol, :

- \* la fertilisation minérale permet d'augmenter la production d'une variété adaptée d'environ 20 % pour des fertilisations réalistes,

- \* sans apport de fertilisation, l'écobuage ne permet pas d'atteindre les mêmes niveaux,

- \* l'augmentation des rendements résulte d'une augmentation du nombre de grains par unité de surface, augmentation nettement moins marquée que sur le site bas,

- \* toute augmentation du nombre de grains se traduit par une stérilité plus forte ainsi qu'un plus faible remplissage de ces grains,

- \* l'écobuage, bienqu'il marque nettement sur les nombres de grains, n'a pas d'effet positif sur les rendements du fait de la stérilité

FIGURE 100

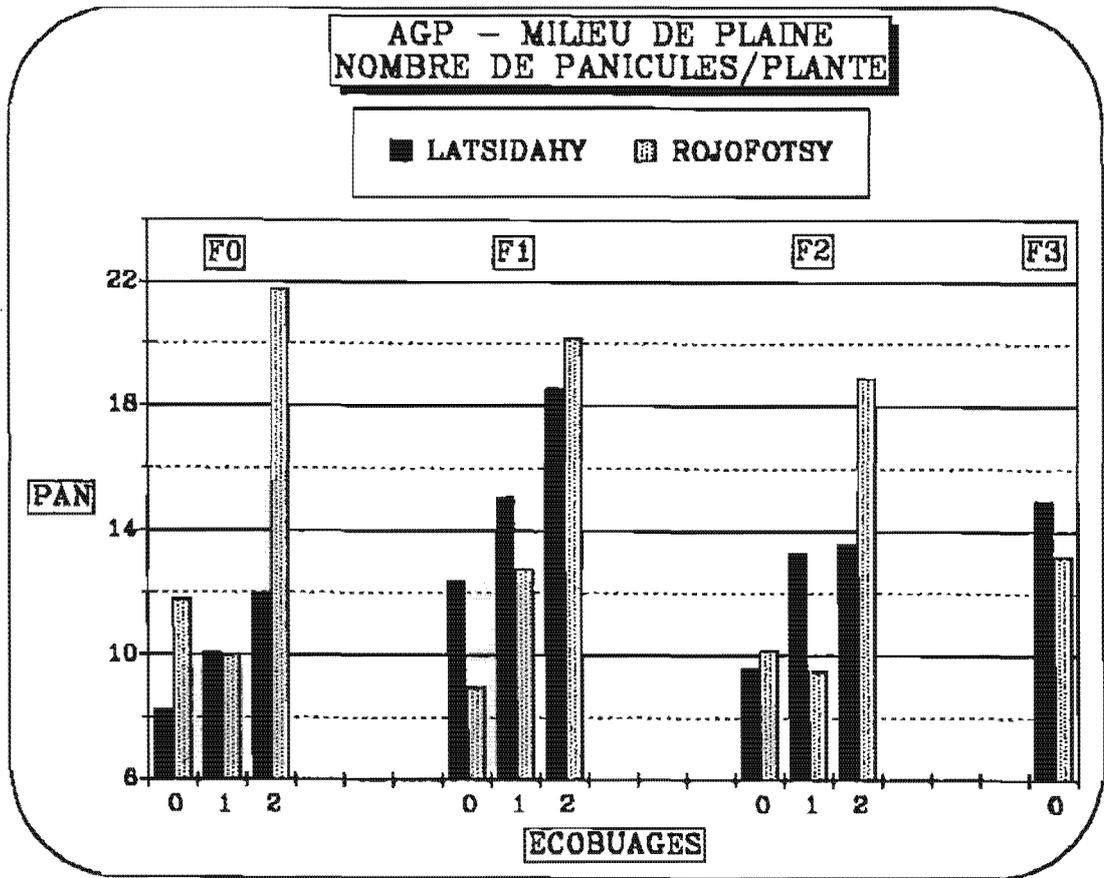


FIGURE 101

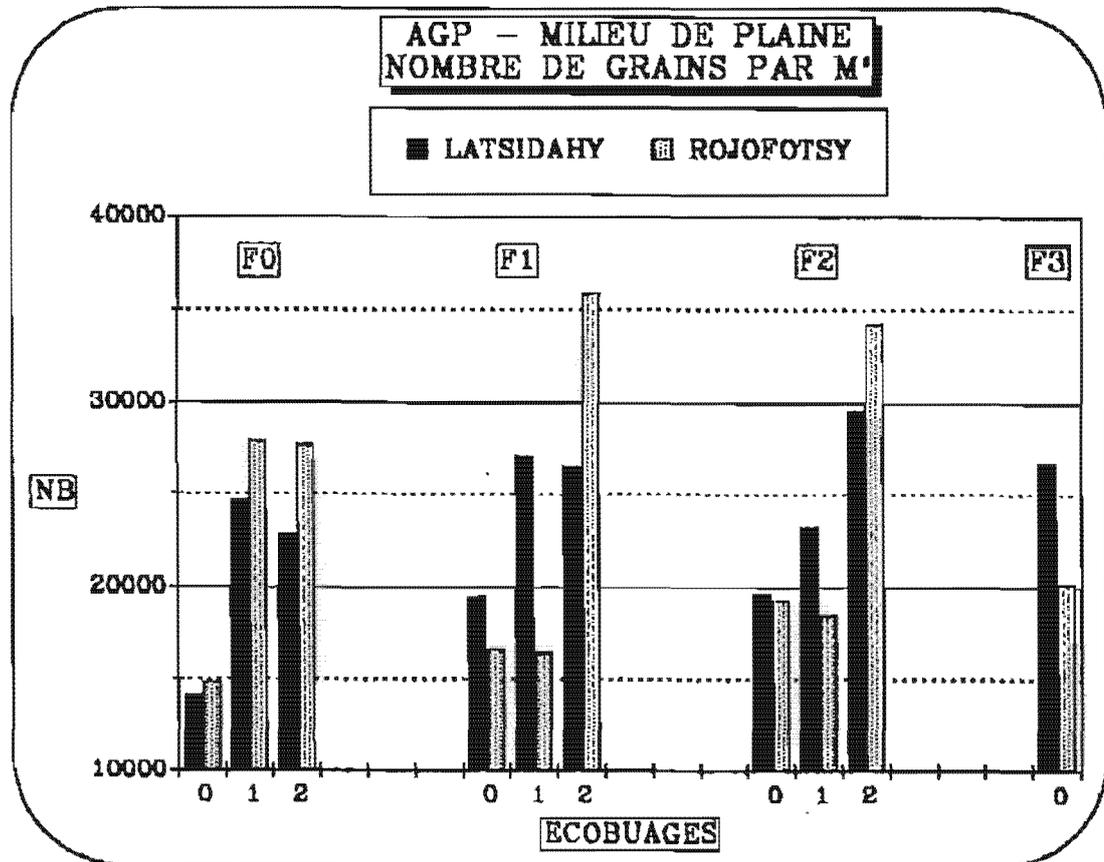


FIGURE 102

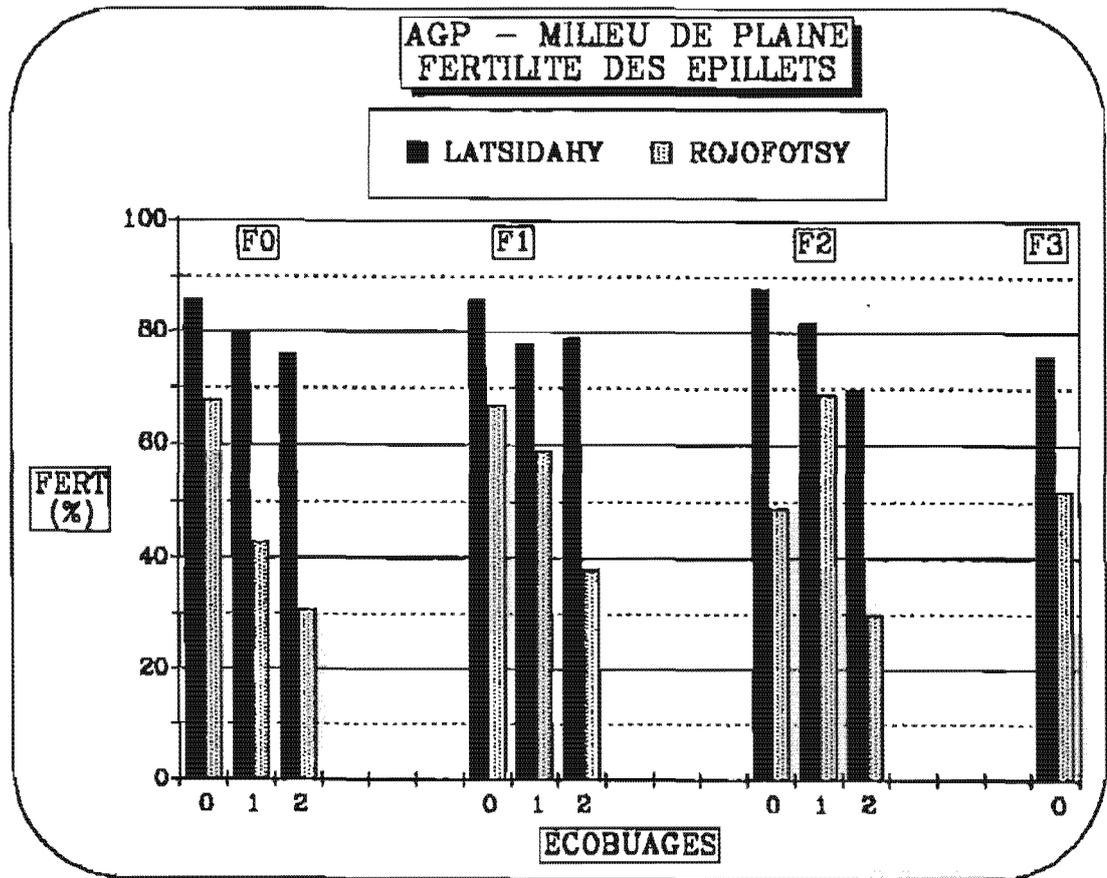
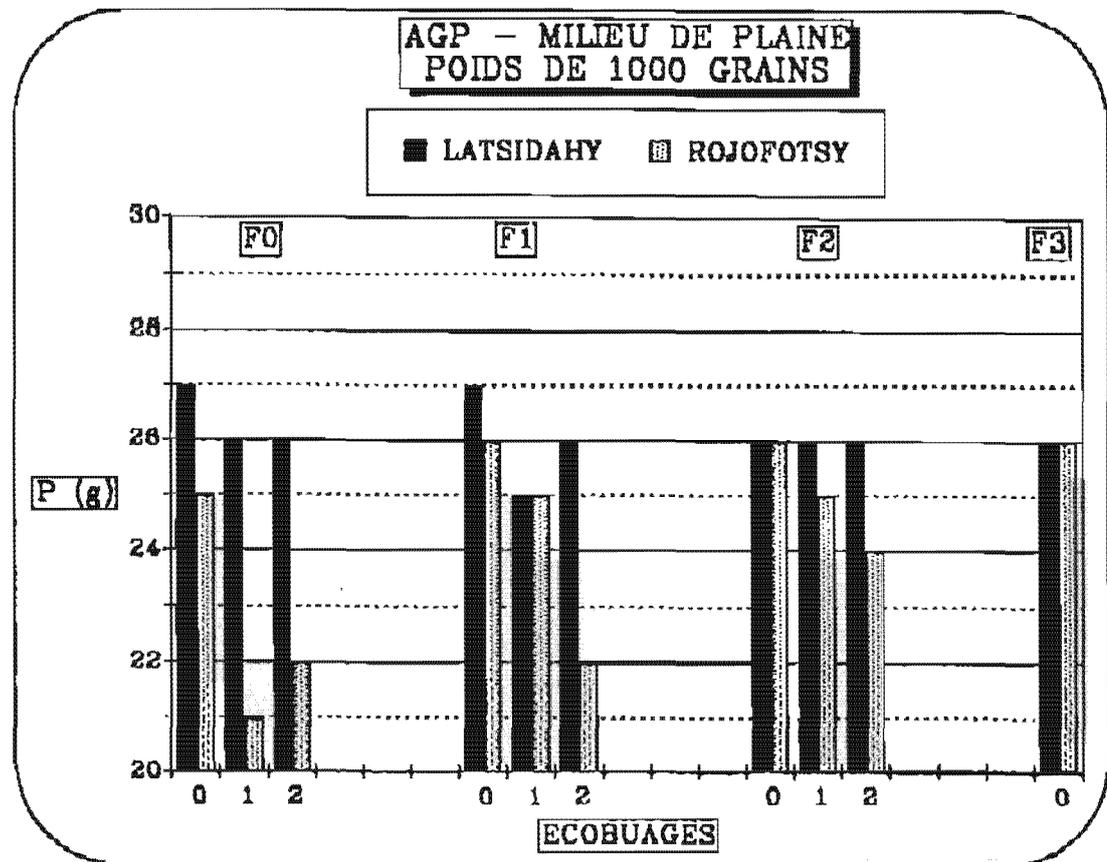


FIGURE 103



provoquée et du moins bon remplissage des grains.

\* la variété issue d'un autre milieu est fortement affectée, notamment au niveau de la fertilité des épillets.

Les observations antérieures se trouvent confirmées et nous disposons maintenant de plusieurs éléments pour définir une stratégie d'approche agronomique pour la prochaine phase du projet.

Les actions envisagées porteront sur les interactions suivantes:

- \* Intensité \* rythme d'écobuage,
- \* écobuage \* types et doses de fertilisations minérales,
- \* écobuage \* fertilisation \* double culture (culture de contre saison),
- \* techniques de repiquages \* écobuage \* fertilisation.

#### 4.4.4. Conclusion

Les différents traitements ont des actions particulières suivant les sites.

Les contraintes identifiées auparavant et concernant les sols de type "milieu de plaine" sont confirmées.

Les traitements pratiqués entraînent bien une variabilité de comportement qui ne se traduit pas toujours sur les rendements observés.

Les deux variétés utilisées traduisent bien une variabilité de comportement variétal.

La figure 104 montre les relations entre les rendements et les nombres de grains par unité de surface. Ces relations sont très nettes pour Latsidahy, mais absentes pour Rojofotsy.

Ceci traduit les deux composantes de notre recherche:

- \* création variétale de variétés adaptées de type Latsidahy,
- \* approche agronomique de valorisation des potentialités de production portant sur l'augmentation du nombre de grains par m<sup>2</sup>.

La figure 105 représente les variations de la fertilité des épillets en fonction des nombres de grains. Pour les deux variétés, il existe une relation négative entre les deux composantes. Pour Rojofotsy, la pente de la courbe est plus forte. Ceci traduit la meilleure plasticité de la population locale et c'est ce caractère que nous recherchons à améliorer par les créations variétales.

FIGURE 104

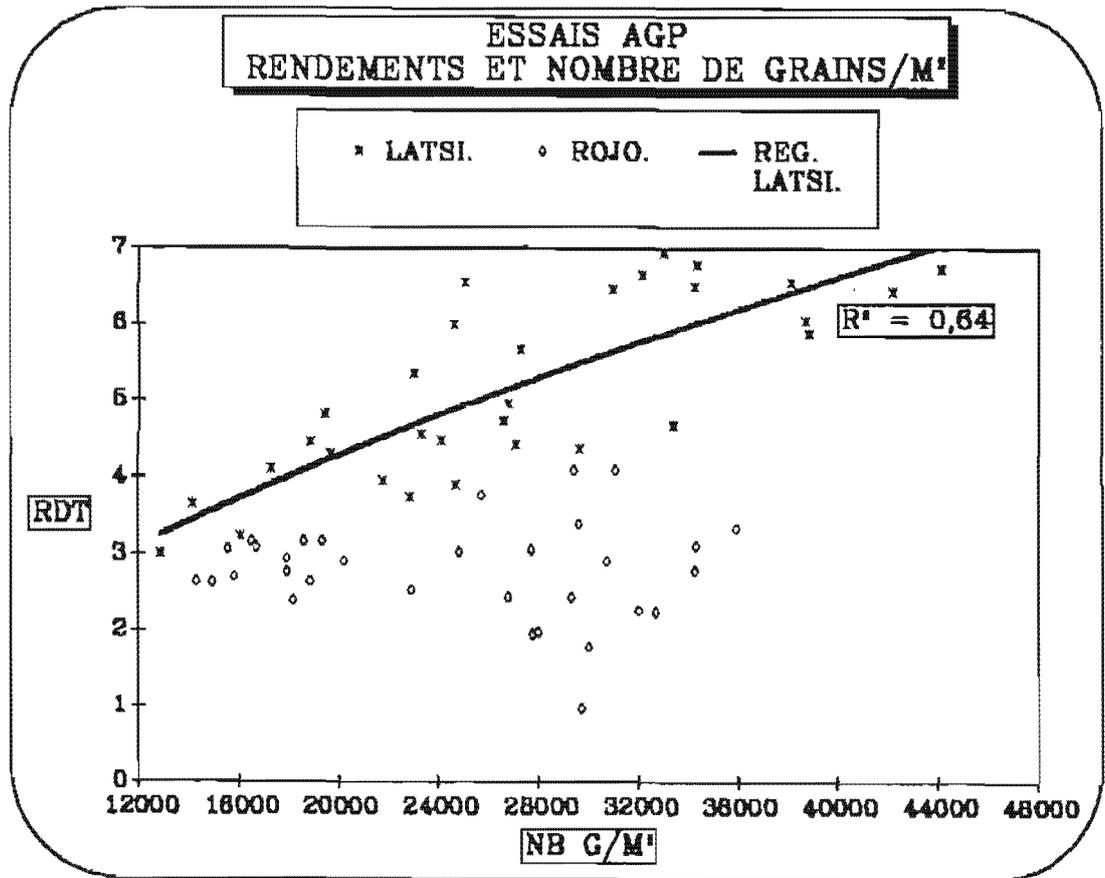
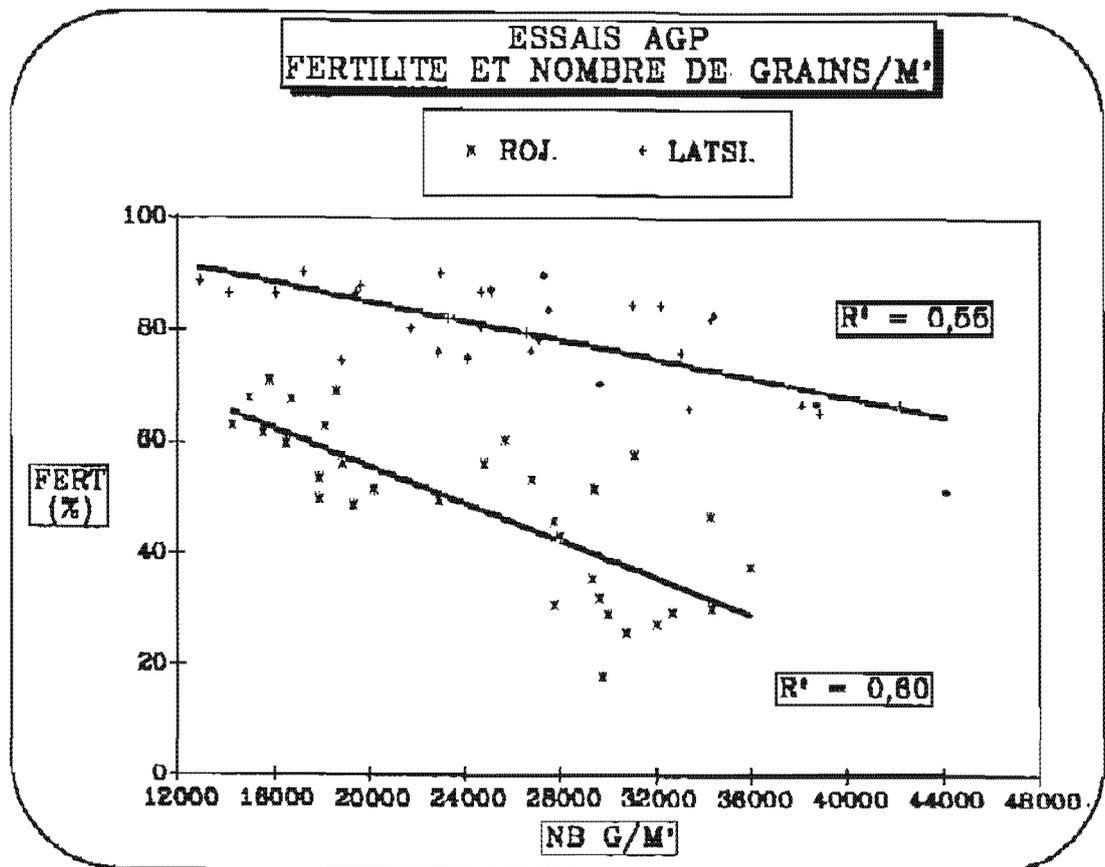


FIGURE 105



## 4.5. LES ESSAIS THEMATIQUES

### 4.5.1. Présentation

3 essais blocs à 6 répétitions ont été installés à Vinaninony sur sol à problèmes. Ils sont destinés à apprécier l'action des facteurs suivants:

- \* intensité de l'écobuage,
- \* forme de la fertilisation minérale,
- \* techniques de repiquage.

Les techniques culturales sont celles décrites auparavant. Les facteurs agronomiques testés sont décrits pour chaque essai.

Chaque parcelle mesure 15 m<sup>2</sup>. Les rendements sont appréciés par les pesées parcellaires et les composantes du rendement sont estimées par des prélèvements de 25 plantes (1 m<sup>2</sup>) par traitement.

Une variété a été cultivée, il s'agit de la population locale, Latsidahy.

Les dates de semis et durées des phases de développement sont celles décrites au niveau des essais AGP.

### 4.5.2 L'essai écobuage

Il s'agit de tester 3 intensités d'écobuage. Un traitement d'apports de cendres a été réalisé pour vérifier si l'effet de l'écobuage n'est pas dû uniquement aux apports de la matière sèche brûlée.

5 traitements sont donc traités:

- \* T0 = pas d'écobuage,
- \* T1 = 10 T/ha de M.S.,
- \* T2 = 20 T/ha de M.S.,
- \* T3 = 30 T/ha de M.S.,
- \* T4 = apports de cendres (20 T/ha de M.S.)

---

---

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RDT (RDT)

---

---

ANALYSE DE VARIANCE

---

---

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	9124667	29	314643.69				
VAR. FACTEUR	2828833	4	707208.25	2.71	0.0590		
VAR. BLOCS	1074667	5	214933.41	0.82	0.5491		
VAR. RESIDUELLE	5221167	20	261058.34			510.94	11.5%

MOYENNE GENERALE = 4453.33

---

MOYENNES FACTEUR ECOBUAGE

---

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T4)
	4950.00	4116.67	4191.67	4366.67	4641.67

Il n'existe pas de différences significatives entre les traitements.  
Cependant notons les rendements plus faibles obtenus sur écobuage.

---

---

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : PAN (PAN)

---

---

ANALYSE DE VARIANCE

---

---

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	393.11	29	13.56				
VAR. FACTEUR 1	260.62	4	65.16	18.98	0.0000		
VAR. BLOCS	63.84	5	12.77	3.72	0.0153		
VAR. RESIDUELLE	68.65	20	3.43			1.85	10.7%

MOYENNE GENERALE = 17.28

---

MOYENNES FACTEUR ECOBUAGE

---

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T4)
	13.77	18.88	20.07	20.03	13.65

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
T2	20.07	A	
T3	20.03	A	
T1	18.88	A	
T0	13.77	B	
T4	13.65	B	

Les écobuages montrent des tallages fertiles significativement différents des autres traitements. La figure 106 montre l'évolution du tallage sur les traitements. L'écobuage favorise très tôt la croissance du tallage.

#### ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : PGP (PGP)

#### ANALYSE DE VARIANCE

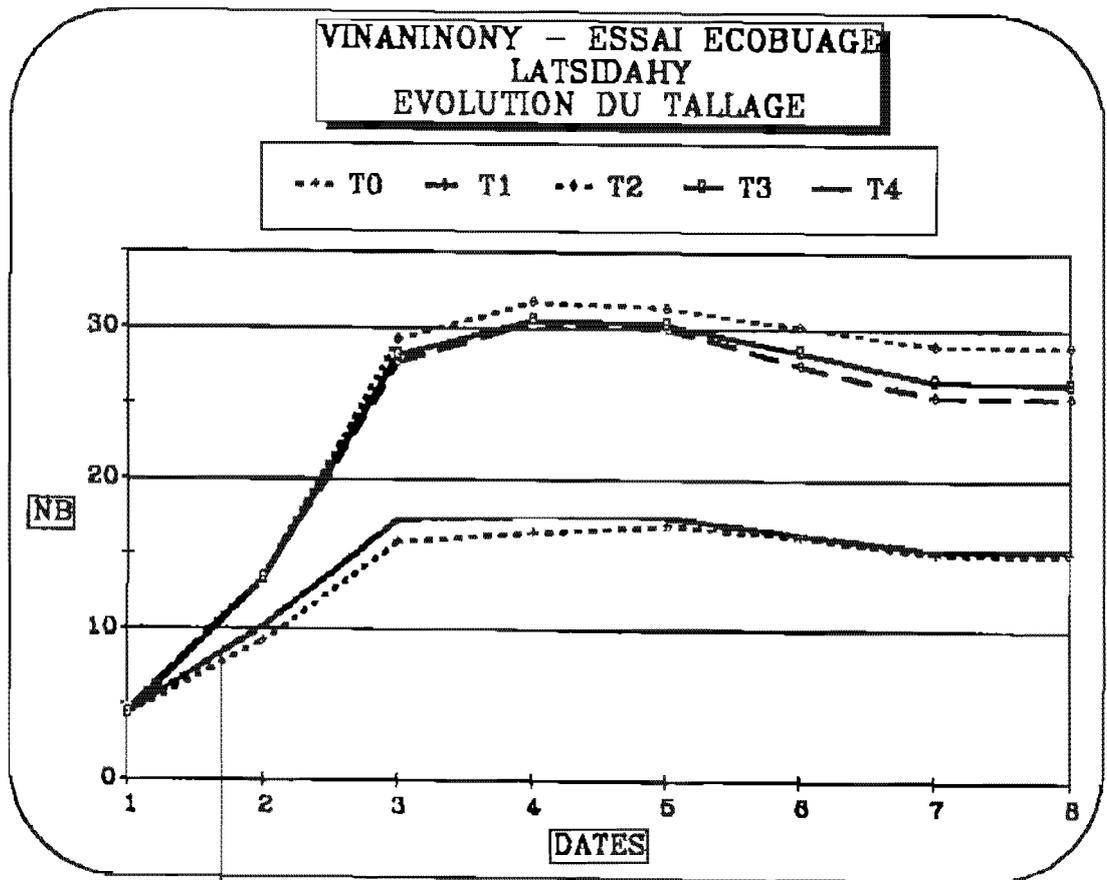
	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	1.02	29	0.04				
VAR. FACTEUR 1	0.40	4	0.10	10.47	0.0001		
VAR. BLOCS	0.43	5	0.09	9.16	0.0001		
VAR. RESIDUELLE	0.19	20	0.01			0.10	4.0%

MOYENNE GENERALE = 2.43

#### MOYENNES FACTEUR ECOBUAGE

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T4)
	2.55	2.38	2.30	2.33	2.58

FIGURE 106



test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
T4	2.58	A	
T0	2.55	A	
T1	2.38	B	
T3	2.33	B	
T2	2.30	B	

L'écobuage se traduit par des grains pleins de plus faible poids.

ANALYSE DE LA 4e VARIABLE : NTG (NTG)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	%19262755800	29	66423296				
VAR.FACTEUR	%1015052480	4	253763120	6.95	0.0012		
VAR.BLOCS	%180777472	5	36155496	0.99	0.4493		
VAR.RESIDUELLE	%730445630	20	36522280			%6043.37	19.2%

MOYENNE GENERALE = 31403.53

MOYENNES FACTEUR ECOBUAGE

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T4)
	25118.00	35707.33	36952.33	35702.50	23537.50

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
T2	36952.33	A	
T1	35707.33	A	
T3	35702.50	A	
T0	25118.00	B	
T4	23537.50	B	

L'écobuage augmente de façon significative le nombre de grains par unité de surface.

---



---

ANALYSE DE LA 5e VARIABLE : G/PAN (G/P)

---



---

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	6473.37	29	223.22				
VAR. FACTEUR 1	203.20	4	50.80	0.35	0.8402		
VAR. BLOCS	3386.97	5	677.39	4.70	0.0054		
VAR. RESIDUELLE	2883.20	20	144.16			12.01	16.3%

MOYENNE GENERALE = 73.57

-----

MOYENNES FACTEUR ECOBUAGE

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T4)
	74.33	77.33	74.17	72.67	69.33

Il n'y a pas de différences significatives entre les traitements.

---



---

ANALYSE DE LA 6e VARIABLE : FERT (FERT)

---



---

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	14080.17	29	485.52				
VAR. FACTEUR 1	10296.00	4	2574.00	20.72	0.0000		
VAR. BLOCS	1299.37	5	259.87	2.09	0.1084		
VAR. RESIDUELLE	2484.80	20	124.24			11.15	19.6%

MOYENNE GENERALE = 56.83

---

MOYENNES FACTEUR ECOBUAGE

---

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T4)
	77.17	47.17	37.83	40.83	81.17

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

---

---

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
T4	81.17	A	
T0	77.17	A	
T1	47.17	B	
T3	40.83	B	
T2	37.83	B	

Les plantes sur parcelles écobuées montrent une plus faible fertilité des épillets.

---

CONCLUSION

---

Le facteur écobuage ne montre pas une amélioration des rendements en première année de culture. Cependant, les potentialités productives sont nettement améliorées, notamment le nombre de grains pa m<sup>2</sup>. Mais une plus forte stérilité et un mauvais remplissage des grains compensent ce facteur. L'action de l'écobuage n'est pas seulement due à l'apport minéral (T4) mais bien à une modification physico chimique des sols.

Il semblerait que ces traitements aient perturbé l'équilibre nutritionnel de la plante. Les observations rappellent les symptômes d'un excès d'azote.

La campagne prochaine, nous cultiverons du riz sur l'ensemble des traitements pour apprécier l'arrière effet de l'écobuage.

#### 4.5.3 L'essai formes de fertilisation

Il s'agit de tester 5 formes de fertilisation minérale apportant toutes 60-60-60 unités de N-P-K sous la forme d'Urée, KCl et:

- \* T0 : Hyper Réno,
- \* T1 : Phosphate d'ammoniaque,
- \* T2 : 11-22-16
- \* T3 : Phosphate bicalcique
- \* T4 : Hyper Réno et trempage des racines dans une solution de phosphate d'ammoniaque (5 %) avant repiquage.

Il s'agit de trouver un traitement favorisant une meilleure réponse aux engrais.

---

#### ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RDT (RDT)

---

#### ANALYSE DE VARIANCE

---

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	6874387.50	29	237047.84				
VAR.FACTEUR 1	1527420.50	4	381855.12	1.45	0.2553		
VAR.BLOCS	65067.50	5	13013.50	0.05	0.9900		
VAR.RESIDUELLE	5281899.50	20	264094.97				513.90
	11.5%						
MOYENNE GENERALE =	4472.67						

---

#### MOYENNES FACTEUR FORMES DE P

---

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T)
	4416.67	4871.67	4526.67	4201.67	4346.67

Il n'existe pas de différences significatives entre les traitements. On notera les rendements à tendance meilleure sur phosphate d'ammoniaque.

=====

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : PAN (PAN)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	82.37	29	2.84				
VAR.FACTEUR 1	18.73	4	4.68	2.53	0.0723		
VAR.BLOCS	26.60	5	5.32	2.87	0.0409		
VAR.RESIDUELLE	37.04	20	1.85			1.36	11.17

MOYENNE GENERALE = 12.29

-----

MOYENNES FACTEUR FORMES DE P

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T)
	12.63	13.68	11.53	11.73	11.87

Il n'y a pas de différences significatives entre les traitements.

=====

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : PGP (PGP)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0.23	29	0.01				
VAR.FACTEUR 1	0.04	4	0.01	1.37	0.2803		
VAR.BLOCS	0.02	5	0.00	0.49	0.7814		
VAR.RESIDUELLE	0.16	20	0.01			0.09	3.47
MOYENNE GENERALE =		2.62					

MOYENNES FACTEUR FORMES DE P

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T)
	2.58	2.57	2.63	2.67	2.65

Il n'existe pas de différences significatives entre les traitements.

ANALYSE DE LA 4e VARIABLE : NTG (NTG)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.
C.V.						
VAR. TOTALE	7403576580	29	13916434			
VAR. FACTEUR 1	7116581760	4	29145440	2.67	0.0619	
VAR. BLOCS	768447424	5	13689485	1.25	0.3223	
VAR. RESIDUELLE	7218547392	20	10927370			73305.66
15.3%						
MOYENNE GENERALE =	21664.27					

MOYENNES FACTEUR FORMES DE P

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T)
	22076.17	24245.17	22192.17	18154.17	21653.67

Il n'existe pas de différences significatives entre les traitements. On notera les plus grands nombres de grains sur Phosphate d'ammoniaque.

ANALYSE DE LA 5e VARIABLE : G/PAN (G/P)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	3058.70	29	105.47				
VAR. FACTEUR 1	667.53	4	166.88	1.96	0.1385		
VAR. BLOCS	690.70	5	138.14	1.62	0.1987		
VAR. RESIDUELLE	1700.47	20	85.02			9.22	13.0%
MOYENNE GENERALE =	70.90						

MOYENNES FACTEUR FORMES DE P

---

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T)
	70.33	71.50	76.67	62.50	73.50

Il n'existe pas de différences significatives entre les traitements.

---

ANALYSE DE LA 6e VARIABLE : FERT (FERT)

---

ANALYSE DE VARIANCE

---

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	333.20	29	11.49				
VAR.FACTEUR 1	29.20	4	7.30	1.24	0.3254		
VAR.BLOCS	186.40	5	37.28	6.34	0.0012		
VAR.RESIDUELLE	117.60	20	5.88			2.42	3.1%

MOYENNE GENERALE = 78.40

---

MOYENNES FACTEUR FORMES DE P

---

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)	4 (T3)	5 (T)
	78.50	76.50	78.83	79.33	78.83

Il n'existe pas de différences entre les traitements.

L'absence de significativité nous empêche de confirmer les résultats de la campagne précédente qui avait mis en évidence l'intérêt de la fertilisation sous forme de Phosphate d'ammoniaque. Elle est supposée mais non démontrée au seuil de 5 %.

4.5.4. L'essai "techniques de repiquages"

Cet essai teste 3 techniques de repiquages:

- \* T0 : semis directs en rizière (pas de repiquage),
- \* T1 : repiquage précoce à 20 jours selon la technique du S.R.I..

(De Laulanier),

- \* T2 : repiquages classiques à 60 jours (1875 m).

=====

ANALYSE DE LA 1re VARIABLE : RDT (RDT)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4036250.50	17	237426.50				
VAR.FACTEUR 1	2177500.50	2	1088750.25	7.56	0.0101		
VAR.BLOCS	417917.25	5	83583.45	0.58	0.7165		
VAR.RESIDUELLE	1440832.75	10	144083.28			379.58	

9.3%

MOYENNE GENERALE = 4091.67

-----

MOYENNES FACTEUR REPIQUAGES

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
	3858.33	4583.33	3833.33

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES HOMOGENES
T1	4583.33	A
T0	3858.33	B
T2	3833.33	B

Le repiquages précoces semblent favorables à l'augmentation des rendements. Notons qu'il y a eu un nombre important de plants manquants sur les semis directs, ce qui a affecté les rendements. Si on considère les rendements estimés sur les prélèvements de 1 m<sup>2</sup>, les moyennes de ce traitement sont de 4,564 T/ha. Il se pourrait donc que ce facteur soit aussi favorable.

=====

ANALYSE DE LA 2e VARIABLE : PAN (PAN)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	85.39	17	5.02				
VAR.FACTEUR 1	26.70	2	13.35	2.67	0.1170		
VAR.BLOCS	8.62	5	1.72	0.34	0.8747		
VAR.RESIDUELLE	50.08	10	5.01			2.24	18.3%

MOYENNE GENERALE = 12.21

-----

MOYENNES FACTEUR REPIQUAGES

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
	13.05	10.48	13.08

Il n'y pas de différences entre les traitements.

=====

ANALYSE DE LA 3e VARIABLE : PGP (PGP)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	0.18	17	0.01				
VAR.FACTEUR 1	0.06	2	0.03	5.20	0.0281		
VAR.BLOCS	0.06	5	0.01	2.32	0.1203		
VAR.RESIDUELLE	0.06	10	0.01			0.07	2.9%

MOYENNE GENERALE = 2.61

-----

MOYENNES FACTEUR REPIQUAGES

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
	2.67	2.53	2.63

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
T0	2.67	A	
T2	2.63	A	
T1	2.53	B	

Les poids de 100 grains ont été plus faibles sur les repiquages précoces.

Les semis directs n'affectent pas ce facteur.

=====

ANALYSE DE LA 4e VARIABLE : NTG (NTG)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.
C.V.						
VAR.TOTALE	7136905424	17	8053260			
VAR.FACTEUR 1	765575272	2	32787636	5.44	0.0251	
VAR.BLOCS	711009976	5	2201995	0.37	0.8615	
VAR.RESIDUELLE	760320176	10	6032017			72456.02

11.9%

MOYENNE GENERALE = 20643.50

-----

MOYENNES FACTEUR REPIQUAGES

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
	22120.17	21862.00	17948.33

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

T0	22120.17	A
T1	21862.00	A
T2	17948.33	B

Le semis direct et les repiquages précoces semblent augmenter les nombres de grains par unité de surface.

ANALYSE DE LA 5e VARIABLE : G/PAN (G/P)

ANALYSE DE VARIANCE

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR.TOTALE	4942.94	17	290.76				
VAR.FACTEUR 1	2504.11	2	1252.06	6.95	0.0129		
VAR.BLOCS	636.94	5	127.39	0.71	0.6328		
VAR.RESIDUELLE	1801.89	10	180.19			13.42	19.2%

MOYENNE GENERALE = 69.94

MOYENNES FACTEUR REPIQUAGES

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
	71.00	83.83	55.00

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

LIBELLES MOYENNES GROUPES HOMOGENES

T1	83.83	A
T0	71.00	A B
T2	55.00	B

Les repiquages précoces augmentent le nombre de grains par panicule.

=====

ANALYSE DE LA 6e VARIABLE : FERT (FERT)

=====

ANALYSE DE VARIANCE

=====

	S.C.E.	DDL	C.M.	TEST F	PROBA	E.T.	C.V.
VAR. TOTALE	282.00	17	16.59				
VAR. FACTEUR 1	162.33	2	81.17	19.17	0.0004		
VAR. BLOCS	77.33	5	15.47	3.65	0.0387		
VAR. RESIDUELLE 1	42.33	10	4.23			2.06	2.5%

MOYENNE GENERALE = 81.33

-----

MOYENNES FACTEUR REPIQUAGES

-----

F 1 :	1 (T0)	2 (T1)	3 (T2)
	77.50	84.83	81.67

test de NEWMAN-KEULS - seuil = 5%

=====

LIBELLES	MOYENNES	GROUPES	HOMOGENES
T1	84.83	A	
T2	81.67	B	
T0	77.50	C	

La fertilité des épillets est meilleure sur les repiquages précoces.

=====

CONCLUSION

=====

Il existe des différences comportementales entre les traitements.

Les repiquages précoces semblent intéressants mais pas pour les raisons attendues. En effet, ce n'est pas par le tallage fertile que se fait l'augmentation des rendements mais par le nombre de grains par unité de surface et par une meilleure fertilité des épillets.

Ces traitements seront intégrés dans le dispositif prévu pour la prochaine campagne.

#### 4.5.5 Conclusion

Ces différents essais ont permis de confirmer des observations réalisées au niveau des test agronomiques:

- \* l'effet de l'écobuage sur la croissance et notamment sur le tallage. En première année les rendements semblent affectés.

- \* l'effet de l'écobuage n'est pas dû aux apports minéraux des combustibles mais bien d'une modification des caractéristiques physico-chimiques des sols,

- \* l'écobuage intervient de façon surprenante sur l'augmentation des nombres de grains par unité de surface,

La fertilisation de type phosphate d'ammoniaque n'a pas eu d'actions significatives sur les facteurs du rendement. Cependant, à la vue des tendances observées, elle sera aussi intégrée dans les prochains dispositifs.

Enfin, les nouvelles techniques de repiquages ou semis directs semblent intéressantes sur le plan agronomique. Il reste à savoir si elles sont réellement applicables au niveau des paysans.

## CONCLUSION

Les différentes actions conduites durant cette campagne mettent en évidence l'intérêt des relations établies et intensifiées avec les organismes de développement rural (KOBAMA, ODR, TSIMOKA, IREDEC) et de Recherche Appliquée (LRI). La complémentarité des moyens, compétences et modes d'intervention nous permet une meilleure efficacité, notamment dans la caractérisation des contraintes du milieu physique et humain.

De cette campagne, on retiendra:

- \* les résultats des essais multilocaux qui, surtout en riziculture pluviale, laissent espérer l'obtention de variétés hautement performantes,
- \* la confirmation de l'intérêt actuel des variétés diffusées par rapport aux variétés ou populations disponibles à l'origine pour les agriculteurs désirant pratiquer la riziculture pluviale,
- \* la demande pressante des paysans pour la définition de variétés et techniques culturales adaptées à leurs besoins et moyens,
- \* les premières définitions des techniques de semis directs dans des couvertures mortes ou vives,
- \* la confirmation de pratiques culturales provoquant une variabilité de comportement variétal en riziculture aquatique de haute altitude,
- \* l'intérêt de la population aquatique locale, Latsidahy,
- \* la définition d'une stratégie d'approche pour la prochaine phase du projet,
- \* une meilleure caractérisation des contraintes du milieu liées aux fortes teneurs en matière organique. Ces contraintes sont communes aux différents pays concernés par la riziculture d'altitude. Les propositions de stratégie d'approche pour le nouveau programme visent à répondre à ces facteurs limitants.

Du fait du nombre considérable de lignées pluviales à tester en conditions multilocales, il convient de définir au mieux un dispositif compatible avec nos moyens actuels. Ce sujet, concernant donc le criblage de lignées et devant aboutir à la multiplication de semences, pourrait, à lui seul, être l'objet d'un projet indépendant.

Nous attendons actuellement la notification de la poursuite du financement de la C.E.E. pour la nouvelle phase envisagée.

# ANNEXES

COMPTE RENDU DE L'EVALUATION  
DE LA VISITE ORGANISEE D'ESSAIS DE RIZ PLUVIAL

I- Généralités

Date: 25 mars 1992

Lieux: Station FOFIFA/Talata, Station paysannale Anjanamiakatra, Ferme expérimentale KOBAMA Andranomanelatra.

Organisateur: Projet Riz d'altitude/FOFIFA.

Visiteurs:

- Des membres de la STAFF CIRVA Antsirabe
- Des encadreurs de FIFATA/TSIMOKA
- Des encadreurs de l'IREDEC
- 12 paysans encadrés par l'ODR Antsirabe
- 11 paysans encadrés par FIFATA/TSIMOKA.

Objets de la visite: faire connaître et apprécier les essais et leurs résultats autour de la culture du riz pluvial d'altitude: tests variétaux, génétique/amélioration des plantes, agronomie, lutte phytosanitaire, malherbologie, couverture morte, etc...

Objet de l'évaluation: Appréciation globale de la culture du riz pluvial et les techniques s'y afférentes par les paysans visiteurs.

II Résultats

1- Les variétés

Sur les 23 paysans, 18 préfèrent 3406 en 1er choix contre 5 pour 3408 et 1 seul pour 3460.

En deuxième choix, 3408 l'emporte avec 18 paysans contre 5 pour 3406.

Enfin, 3460 est le premier en 3è choix, suivi de 3406 (3 contre 1) et de CNA4368 (1), en remarquant qu'en 4è choix, il n'y a eu aucun paysan qui ait choisi CNA-1121. A dire que CNA n'est pas une variété à délaissier.

Concernant les critères de choix de variétés, sur 61 avis (21 et 19), suivies de l'adaptabilité (9), la fertilité des grains (7), la quantité de paille obtenue (3), la qualité des grains (1) et l'égrenabilité dominant les pertes à la récolte (1).

Bref, les variétés que l'on propose actuellement en altitude sont bien appréciées dans l'ensemble.

## 2- Les intrants

Il est évident que ces variétés de riz pluvial ne peuvent extérioriser leurs potentialités qu'associées à l'emploi d'intrants chimiques. Aussi avons-nous demandé aux paysans visiteurs leurs avis sur ce point.

### 21- Sur l'utilisation des engrais minéraux

Sur 23 paysans, plus de la moitié (16) pensent que c'est une pratique nécessaire notamment pour augmenter le rendement (13 avis sur 27). Toutefois, comme contraintes citées, on note:

- 10 trouvent les engrais trop chers
- 3 disent qu'ils ne maîtrisent pas les techniques d'apport
- et 1 pense que les engrais minéraux détériorent le sol.

Bref, une grande majorité sont conscientes de la nécessité de l'apport d'engrais minéraux. Cependant, ils les trouvent hors de portée de toutes les bourses.

### 22- Sur l'utilisation des produits phytosanitaires

On a à peu près les mêmes avis que ceux pour les engrais minéraux. La majorité pense pouvoir l'utiliser (16 sur 23), 13 disent que cela permet une augmentation du rendement, 14 les trouvent trop cher, 4 ne maîtrisent pas leurs techniques d'utilisation et 2 disent que leur disponibilité laisse à désirer.

### 23- Sur l'utilisation des herbicides

10 paysans pensent pouvoir le faire contre 12 restrictions. Et même si les paysans pensent avoir une augmentation de rendement (7 avis sur 28), comme tous les intrants, leurs prix sont actuellement trop élevés (14 sur 28), 5 ne les connaissent point et 2 ne savent pas où les trouver.

De même modo, l'emploi d'herbicides n'est pas encore une pratique à se développer rapidement auprès des paysans.

### 3- Les petits matériels

On dit aussi que le temps de travail est parmi les principaux facteurs limitants de la culture du riz pluvial, notamment sur une concurrence avec la riziculture aquatique. C'est pourquoi nous avons posé ces quelques questions sur les petits matériels pouvant diminuer les temps de travaux, ainsi gagner du temps.

A l'unanimité, les petits matériels sont nécessaires pour développer la culture du riz pluvial: rapidité du travail (13 avis) entraînant une réduction de la main d'oeuvre (6) entraînant par la suite des possibilités d'extension (6) avec en plus un travail moins contraignant (17) et permettant d'avoir une bonne qualité du travail (2). Soit en tout 44 avis "pour" contre 2 avis qui s'expliquent qu'avec un semoir, le semis est trop dense (1), en plus la technique est encore mal maîtrisée (1).

Ainsi dire que les petits matériels, spécialement semoir et la sarceuse sont des désidérata, il faut prendre en compte leur maniabilité, leur disponibilité et leurs coûts pour que puissent-ils intervenir dans la promotion de la culture de riz pluvial.

Enfin, d'autres matériels ont été cités comme désidérata, à savoir des émoteurs tractés (2), des rayonneurs (1), des sarceuses tractées (1) et des pulvérisateurs (1).

#### 4- Rotation - assolement

Une partie de la visite consistait à une évaluation des techniques de rotation/assolement, spécialement à Anjanamiakatra, concernant les précédents culturaux.

Les paysans visiteurs, pensent qu'ils peuvent pratiquer cette technique (17 contre 6) parce que cela permet d'augmenter le rendement (12), c'est une habitude (4), c'est pour le maintien ou le redressement de la fertilité des sols (3). Par contre, des avis négatifs, il en ressort que c'est une technique mal connue (1), qu'il n'y a pas de problèmes fonciers pour qu'on le fasse (1) ou que les terrains sont trop restreints par la pratique (3).

Soit parler de rotation/assolement est accepté par les paysans, mais il faut bien identifier les meilleurs précédents (légumineuse annuelle? graminée annuelle? jachère naturelle? jachère améliorée?)

#### 5- Les contraintes de la culture du riz pluvial

A remarquer d'abord que tous les paysans visiteurs n'ont pas toujours répondu à tous les ordres prioritaires.

CONTRAINTES/ORDRES	1er	2e	3e	4e	5e	6e
1) Prix élevé des intrants	13	4	2	2	-	-
2) Indisponibilité des semences	4	10	1	1	-	-
3) Manque de terrain	6	2	7	1	4	2
4) Manque d'encadrement	-	2	2	9	5	3
5) Manque de temps	-	4	6	4	5	1
6) Rendement non intéressant	-	-	-	2	3	10
TOTAL AVIS	23	22	21	19	18	16

Outre deux autres contraintes citées d'ordre plutôt technique, tels que insuffisance de matériels et crainte des mauvaises herbes, on peut prioriser les contraintes citées comme suit:

- 1- Prix élevé des intrants
- 2- Indisponibilité des semences
- 3- Manque de terrain
- 4- Manque d'encadrement
- 5- Manque de temps
- 6- Rendement non intéressant

## 6- Ce que les paysans préfèrent faire comme test

Suite à tout ce que l'on a visité, on peut dresser le tableau suivant:

Test désiré/ordre	1er	2e	3e	4e	5e	6e	7e
1) Variétés	18	1	2	-	-	-	-
2) Lutte contre les insectes	2	11	2	-	-	-	-
3) Rotations culturales	-	4	4	1	2	-	-
4) Fertilisation	1	3	2	6	2	-	2
5) Petits matériels	-	-	2	2	5	3	2
6) Herbicides	1	2	2	1	1	4	2
7) Zéro labour	1	-	2	5	1	2	3
TOTAL AVIS	23	21	17	15	11	9	9

Tous les paysans à l'unanimité désirent faire de tests sur la culture du riz pluvial en spécifiant les thèmes suivants par ordre prioritaire:

- 1- variétés
- 2- lutte contre les insectes
- 3- rotations culturales
- 4- fertilisation
- 5- petits matériels agricoles
- 6- herbicides
- 7- zéro labour

Il va s'en dire que limiter les risques est parmi les principaux soucis en désirant faire des tests sur des thèmes plus maîtrisés et à la rigueur plus rentables.

### 7- Les possibilités d'extension de la culture de riz pluvial

Étant donné la pertinence des contraintes soulevées par les paysans, est-il possible de continuer, voire d'étendre la culture de riz pluvial?

Mis à part un seul paysan, tous désirent continuer à cultiver le riz pluvial pour plusieurs raisons:

- Augmentation de la production en riz (13)
- Insuffisance de surface en rizière (6)
- Culture de rente (2)
- Pas de surface en rizière (1)
- Facilité de la culture (1)
- Désir d'étendre les cultures de Lanety (1)
- et pour le paysan restrictif: insuffisance de matériels.

L'augmentation de la production de riz en complémentarité avec celle des rizières aquatiques semble être la principale préoccupation.

### B Appréciations de la visite

Tous les visiteurs ont dit être satisfaits de la visite sauf un qui préconise une durée plus longue afin que l'on puisse faire des observations plus approfondies:

- 10 paysans disent avoir fait des découvertes intéressantes sur les variétés

- 10 autres pensent que leurs connaissances générales en matière de riz pluvial se sont nettement améliorées pour mieux préparer l'avenir

et finalement un autre (cadre supérieur mais non moins paysan) a trouvé la visite bien organisée.

### III CONCLUSION

Une telle visite organisée semble être des plus intéressantes, que ce soit pour connaître les activités de la recherche, leurs résultats et leurs évolutions, mais surtout cela permet de réaliser des dialogues entre chercheurs/paysans et paysans/paysans dans le but d'échange de savoir-faires et d'expériences.

Cependant, nous ne pourrions conclure ce compte-rendu sans émettre quelques reproches (disons constructives) émises de parts et d'autres, surtout pour mieux organiser les futures visites:

Le temps de remplissage des fiches semble être trop court pour que les paysans puissent bien réfléchir. De plus, à midi "ventes" "l'on n'a pas d'idée".

Quelques paysans qui font des tests (notamment RD) étaient déçus car l'on n'a pu visiter leurs réalisations.

Beaucoup de paysans se sont attendus à bénéficier d'un repas (la visite ne s'est terminée que vers midi alors qu'ils devaient rejoindre tout de suite après leurs domiciles qui sont souvent éloignés).

Enfin, d'un point de vue plus technique qu'organisationnel quelques agents de développement se sont demandé pourquoi tester des produits, notamment les herbicides, qu'ils ne vulgarisent pas, à savoir le RIFIT, et que l'on peut trouver facilement chez toutes les agences COKOI.

En souhaitant une bonne poursuite aux travaux du Projet Riz d'altitude, puisse ce petit compte rendu servir à quelque chose.

## PHYSICO-CHIMIE ET FERTILITÉ DES SOLS RIZICULTIVÉS MALGACHES D'ALTITUDE

### INTRODUCTION

Les sols d'altitudes malgaches présentent une dynamique interne spécifique liée à leurs matériaux d'origine et aux conditions climatiques auxquelles ils sont soumis. En riziculture inondées, ces contraintes se superposent également aux conditions physico-chimiques propres aux sols submergés.

Dans cette communication, nous rappellerons d'abord quelques effets importants des conditions climatiques sur l'évolution des sols (des sols submergés plus particulièrement) puis à partir d'exemples de sols malgaches rizicultivés de manière inondée ou pluviale, nous mettrons en évidence l'influence favorable ou néfaste de l'origine géologique.

### LES CONTRAINTES CLIMATIQUES DES SOLS D'ALTITUDE

Les basses températures moyennes observées même pendant la saison chaude (correspondant à la culture du riz) constituent la principale contrainte climatique des régions d'altitude (supérieure à 1 500 m). Elles ont pour effet de diminuer d'une manière générale l'activité biologique et microbiologique du sol. Certaines activités microbiennes telles la dégradation de la cellulose, la fixation d'azote et la nitrification y sont particulièrement sensibles (\*).

L'action globale des basses températures résulte en une moindre maturation de matière organique du sol et une tendance à l'accumulation de celle-ci. La Figure 1 montre que la température moyenne en saison chaude à Vinaninony (15° C) correspond à une accumulation de la matière organique, qui peut être d'ailleurs accentuées par l'engorgement.

---

(\* ) DOMMERGUEB et MANGENOT. 1970. *Ecologie microbienne des sols*. MASSON, Paris, 700 p.

La minéralisation de la matière organique des rizières d'altitude est donc successivement ralentie par le froid en saison sèche (hiver austral) et par l'hydromorphie en saison humide.

D'autres activités microbiennes plus spécifiques aux sols engorgés (conditions d'anaérobiose) sont aussi touchées. En effet, en absence d'oxygène, de nombreuses bactéries hétérotrophes utilisent comme accepteurs finaux d'électrons certains substrats minéraux ou organiques qu'elles réduisent, tels les ions ferriques, manganiques et sulfates transformés respectivement en ions ferreux, manganeux et sulfures (ou  $H_2S$ ). Les substances réduites libérées en quantités importantes dans l'eau de saturation peuvent s'avérer toxiques pour le riz. Le froid limitant l'activité microbienne diminue également la libération de ces substances nuisibles et exerce donc une action bénéfique à ce niveau (Figures 2 et 3). Seule la production d'acides organiques (souvent toxiques) due par exemple à l'enfouissement d'un engrais vert, semble stimulée par les basses températures (Figure 4).

Le froid peut aussi limiter la libération d'éléments nutritifs dans la solution du sol : l'exemple du phosphore est bien connu, les basses températures diminuent son assimilabilité.

En fait cet exemple illustre bien l'importance de l'activité microbienne sur la libération du phosphore minéral à partir soit de la fraction organique (minéralisation) soit de la fraction minérale fixée sur les oxydes de fer ferrique (réduction bactérienne).

#### CONTRAINTES PEDOGENETIQUES DES SOLS D'ALTITUDES MALGACHES

A Madagascar, comme une partie importante de l'Afrique de l'Est, les reliefs sont d'origine volcanique plus ou moins récente. Ceci est particulièrement vrai pour les hautes-terres de la région d'Antsirabe (Ankaratra et Vakinankaratra).

Selon l'âge du volcanisme et le climat local (lié à l'altitude et à l'orientation géographique), on identifie une chaîne de sols allant des andosols vrais (volcanisme très récent, pluviométrie importante et températures basses) à des sols ferrallitiques humifères, en passant par une série de sols intermédiaires à caractère andiques plus ou moins marqués.

Ces sols présentent dans leur ensemble de bonnes qualités agronomiques et sont intensivement cultivés, mais dans certaines situations on observe de très mauvaises croissances végétales et de très faibles réponses aux intrants, a priori difficiles à expliquer. Deux types de sol (inondé et exondé), où la culture du riz (irrigué et pluvial) a révélé des problèmes de type nutritionnel, ont été étudiés et certains facteurs responsables de leur mauvais fonctionnement ont pu être identifiés (Cf. Analyses Tableau I).

#### Exemple de Belazao (riziculture pluviale)

Les sols de Belajoa présentent de nombreuses qualités à savoir une texture limoneuse, un bon niveau organique, et des teneurs en bases échangeables relativement faibles mais non limitantes. Pourtant la culture de ces sols n'est possible qu'avec un apport localisé de fumier et de dolomie sans lequel aucune réponse aux engrais n'est observée.

L'analyse de ce sol démontre :

- une très faible décomposition de la matière organique, alors que le milieu est parfaitement aéré ;
- une très faible teneur en phosphore assimilable, alors que le taux de phosphore total est très important ;
- un très haut niveau d'aluminium libre, essentiellement amorphe (extrait par le réactif de Tamm) et une forte teneur d'aluminium échangeable (dépassant le seuil de toxicité).

C'est en fait ce dernier élément (l'aluminium) qui est responsable de la faible fertilité de ce sol. Il intervient d'ailleurs non seulement sous forme échangeable (toxicité aluminique) mais surtout à l'état d'hydroxides amorphes qui peuvent inhiber la dégradation microbienne de la matière organique (\*) et en fixer fortement le phosphore minéral. L'action des amendements localisés peut s'expliquer

- pour le fumier, par une stimulation de la minéralisation de la matière organique du sol (abaissement du rapport C/N) par une

---

(\*) BEL ADJ BRAHIM, 1987. Influence des constituants alumineux et ferriques non cristallins sur les cycles du carbone et de l'azote dans les sols montagnards acides. Thèse Doct. Université de Nancy I, 63 p.

libération du phosphore fixé par substitution de composés organiques au niveau des hydromorphes de fer et d'aluminium et par une complexation de l'aluminium échangeable (diminution de la toxicité ;

- pour l'amendement calcique par une forte augmentation locale du pH et un antagonisme Ca-Al au niveau de l'absorption racinaire ce qui dans les deux cas diminue la toxicité aluminique.

#### Exemple de Vinaninony (riziculture inondée)

Dans la plaine de Vinaninony (1 875 m) coexistent deux types de sol dont l'un, organique (milieu de plaine) présente un caractère andique marqué et l'autre, minéral d'origine alluviale (bas de plaine) est beaucoup plus proche des sols hydromorphes développés sur le socle cristallin. Le sol organique présente des difficultés de réponses aux engrais plus importantes que le sol minéral. Ces deux sols subissant les mêmes contraintes climatiques et hydrologiques (tout au moins en surface), c'est dans leurs caractéristiques physico-chimiques que nous avons cherché l'origine de leur comportement différent vis-à-vis des intrants.

- La toxicité aluminique n'est pas à retenir car les teneurs en aluminium échangeable sont plus faibles dans le sol organique ; d'autre part, en sol inondé, la remontée progressive du pH limite généralement ce type de toxicité.
- La toxicité ferreuse semblait plus probable car les sols organiques libèrent généralement plus de fer ferreux que les sols minéraux. Une incubation in vitro à température constante des sols immergés avec prélèvement de solutions par bougies poreuses a cependant montré que très peu de fer ferreux était libéré dans l'eau de saturation du sol organique (Figure 5).
- Comme dans le sol exondé étudié précédemment, il semble que l'aluminium amorphe, dont le sol organique est très abondamment pourvu, est responsable des problèmes nutritionnels rencontrés. Dans ce cas encore il limite la décomposition de la matière organique et provoque une fixation très importante du phosphore (coef. de Langmuir très élevé : 5 800 ppm pour le sol organique contre 3 800 pour le sol minéral).

Il est intéressant de noter que cet aluminium amorphe est facilement décelé (pour les sols de Vinaninony et Belajoa) par le test de Fieldes et Perrot (\*). Ce test simple peut donc permettre un premier diagnostic.

## CONCLUSION

Cette étude préliminaire des sols d'altitudes présentant des problèmes de fertilité a montré le rôle prépondérant de l'aluminium amorphe dans la dynamique de libération des éléments nutritifs. Son action inhibitrice s'ajoute à d'autres contraintes physiques (basses températures) et physico-chimiques (engorgement). Son étude approfondie constitue une clé pour résoudre les problèmes de fertilité des sols d'altitudes malgaches.

Avril 1991

P. DE GIUDICI

---

(\*) On dépose une pastille de sol frais sur un papier filtre précédemment imbibé d'une solution alcoolique de phénolphtaléine puis séché. On verse ensuite sur le sol quelques gouttes d'une solution de NaF saturée. Les hydroxydes d'aluminium amorphes libèrent des ions  $\text{OH}^-$  selon la réaction  $\text{Al}(\text{OH})_3 + 3 \text{NaF} \rightarrow 3 \text{NaOH} + 3 \text{AlF}_3$ , la coloration en rose de la phénolphtaléine doit être très rapide.

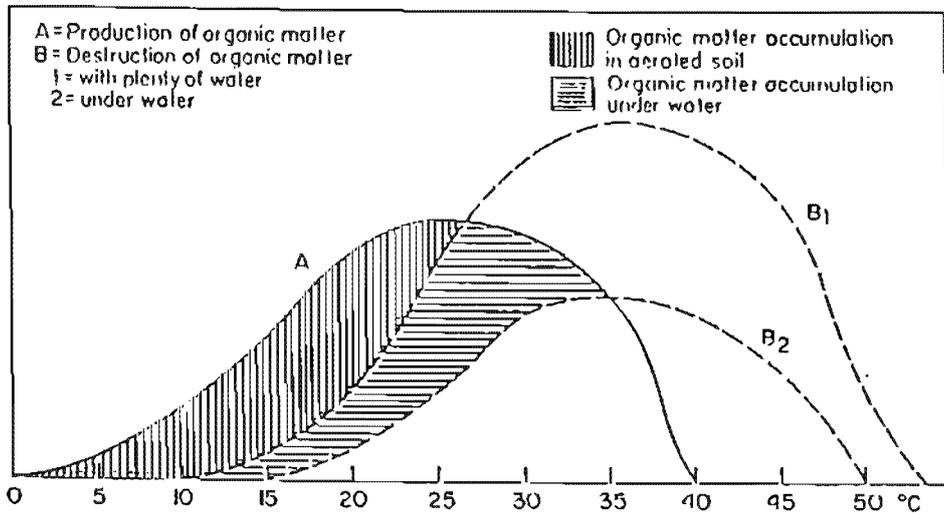


Figure 1 - Influence de la température sur l'évolution de la matière organique.

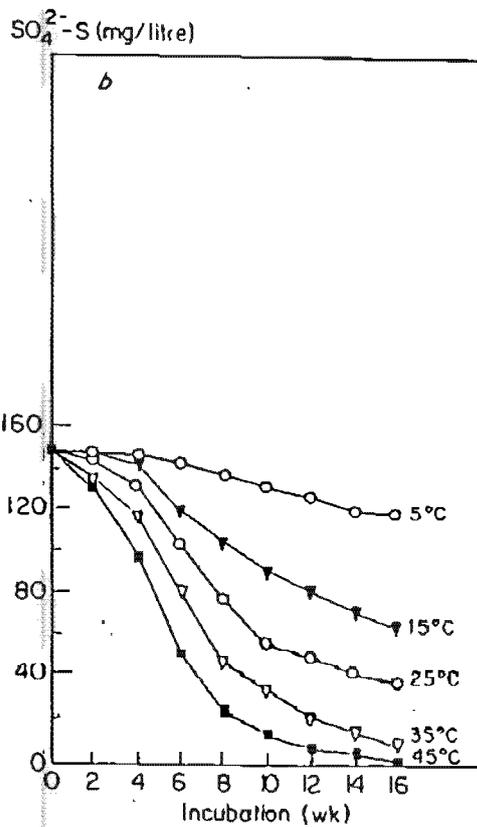


Figure 2  
 Influence de la température sur la réduction des sulfates.

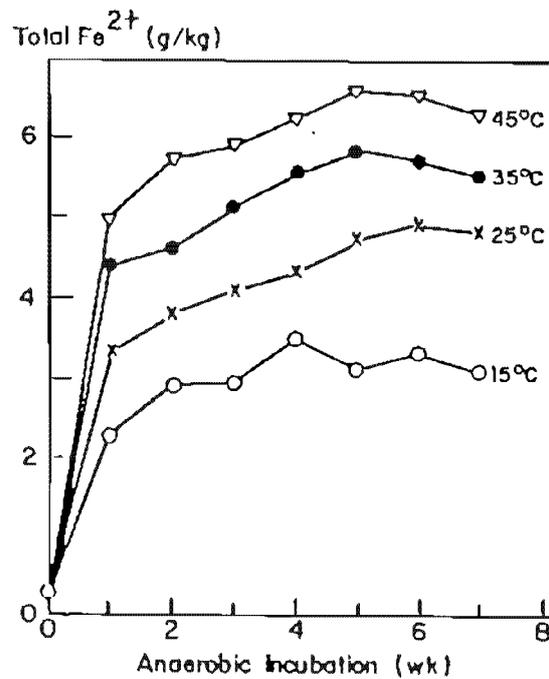


Figure 3  
 Influence de la température sur la réduction du fer.

Ces figures sont extraites du livre "Wetland Soils : Characterization, Classification, and Utilization, 1985 IARI, 553 p."

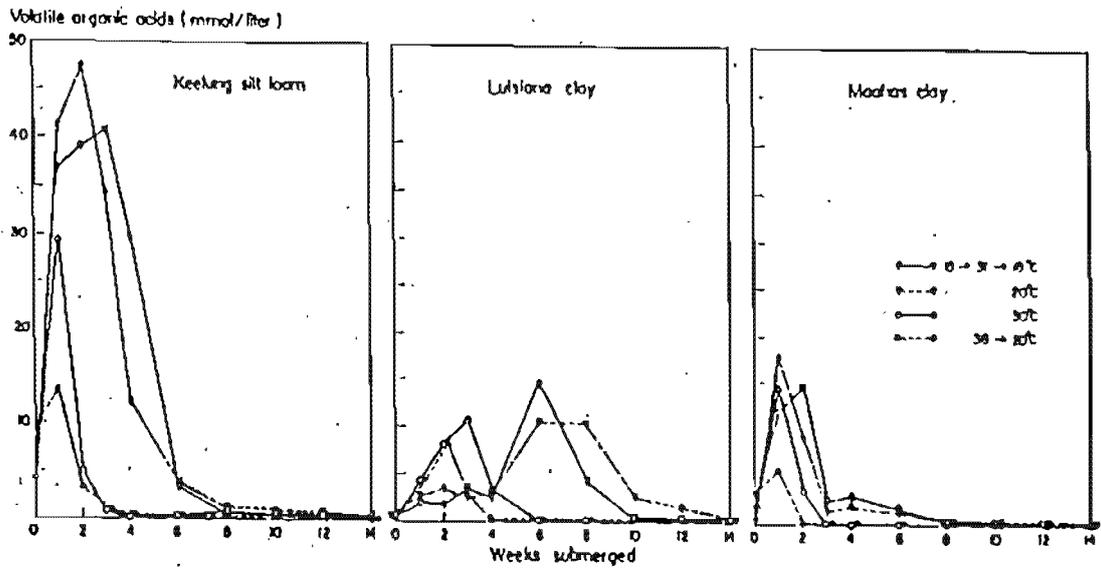


Figure 4 - Influence de la température sur la libération d'acides organiques dans les sols submergés.

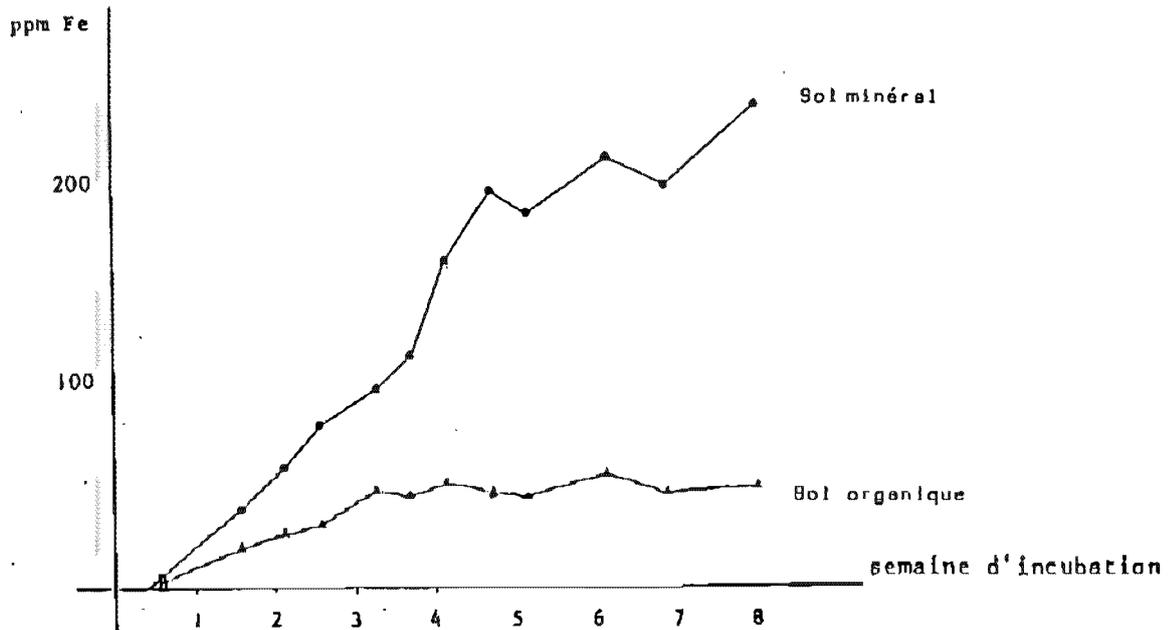


Figure 5 - Libération de fer ferreux dans l'eau de saturation des sols de Vinaninony à 25° C.

			BELAZAO	milieu VINANINONY		
				organique	bas minéral	
Granulométrie	Argile	%	22	14,0	32,8	
	Limon fin	%	50,2	32,1	37,5	
	Limon grossier	%	13,5	13,2	14,0	
	Sable fin	%	9,2	21,7	12,2	
	Sable grossier	%	5,1	18,5	80	
Matière organique	N.O. Totale	%	9,73	21,57	7,47	
	C.O. Total	%	5,86	12,51	4,33	
	N Total	‰	2,83	9,86	3,25	
	C/N		22	13	13	
pH (1/2,5)	H <sub>2</sub> O		4,70	5,00	4,75	
	KCl		4,00	4,20	3,50	
	+ NaF		10,8	9,10	8,80	
Complexe adsorbant (Cobalthexamine)	Ca	meq/100 g	0,57	2,34	4,77	
	Mg	meq/100 g	0,23	0,83	1,35	
	K	meq/100 g	0,13	0,13	0,18	
	Na	meq/100 g	0,12	0,20	0,21	
	Al	meq/100 g	3,11	0,51	3,26	
	T	meq/100 g	4,4	5,30	13,45	
	S/T		24	62	48	
Phosphore	Assimilable (Olsen)ppmP		5,1	28*	82*	
	Total (HClO <sub>4</sub> ) ppmP		1640	3810	2400	
Métaux	CBD (Mehra Jackson)	Fe	‰	40	28	34
		Al	‰	18	31	8
		Si	‰	nd	2,5	2,2
		Mn	‰	1,3	0,1	0,3
	Ox. (Tamm)	Fe	‰	18	7	18
		Al	‰	18	26	7
		Si	‰	1,5	5,4	1,0

Tableau 1 - Analyse des horizons de surface (0-20 cm) des sols de Belazao et Vinaninony.  
 (\*) Méthode "OLSEN modifiée DABIN" (valeurs toujours supérieures aux valeurs "OLSEN non modifiée").

# FACTEURS LIMITANTS DE LA FERTILITÉ DES SOLS MALGACHES D'ALTITUDE

P. DE GIUDICI

(Laboratoire des Radioisotopes - B. P. 3383 Antananarivo)

## Objectifs de l'Etude

Lors de leurs expérimentations, les agrophysiologistes du projet ont constaté que des problèmes de fertilité des sols venaient se superposer aux contraintes climatologiques pour limiter les rendements rizicoles en rétion d'altitude, en conditions pluviales ou irriguées. Au cours de son intervention, le Service de Radioagronomie du LRI a tenté d'identifier et de hiérarchiser les contraintes chimiques et physico-chimiques de la fertilité des sols, de prévoir et d'interpréter les effets de diverses techniques culturales et d'évaluer la représentativité des sols à problèmes dans les zones malgaches d'altitude (Carte pédologique de la plaine de Vinaninony à paraître).

## Riziculture irriguée : Plaine de Vinaninony

Les essais ont été conduits simultanément sur trois sols représentant trois situations morphopédologiques du périmètre de Vinaninony :

- sol dit de "haut de plaine" : sur la pente faible d'un versant (rizières en gradins), sol brun humifère hydromorphe d'origine colluviale (8 % de matière organique), de faible productivité ;
- sol dit de "milieu de plaine", dans la plaine proprement dite mais à proximité du versant, sol humique à gley, à haute teneur en matière organique (20 %) à caractère andique marqué (test NaF positif, riche en Al amorphe), de moyenne productivité ;
- sol dit de "bas de plaine" : dans la plaine proprement dite mais en position centrale, à proximité de la rivière. Sol humique à gley d'origine alluviale, à teneur moyenne en matière organique (7 %), d'assez bonne productivité.

Les faibles rendements obtenus sur le sol de "haut de plaine" peuvent difficilement s'expliquer par ses caractéristiques chimiques et physico-chimiques qui ne montrent pas de valeurs critiques. Il faut peut-être envisager une hypothèse pédo-climatique liée à la position haute des parcelles, avec une circulation plus rapide de l'eau froide issue des résurgences qui n'a pas le temps de se réchauffer, ou bien une plus importante exposition aux vents.

Pour comprendre leur différence de productivité, la fertilité des sols du "milieu" et de "bas de plaine" a été étudiée sous divers aspects :

- aspect chimique : la garniture minérale du sol du "milieu" est plus faible mais on ne constate aucune carence d'après les seuils généralement admis. L'analyse des pailles de riz sur sol du milieu de plaine indique néanmoins une carence en silicium.
- aspect physico-chimique (oxydo-réduction) : le sol de milieu de plaine très organique montre des conditions beaucoup plus réductrices après submersion avec une accumulation importante de fer ferreux. Néanmoins, ce fer ferreux est en grande partie insolubilisé ou fixé sur les oxyhydroxydes électronégatifs et reste peu abondant dans la solution du sol, ce qui diminue fortement les risques de toxicité. De plus, les techniques culturales qui favorisent la réoxydation et limitent la libération de fer ferreux (apport de terre de colline, assec, labour de fin de cycle) n'ont pas montré d'incidence positive nette sur les rendements.

- aspect biochimique : les fortes teneurs en aluminium amorphe présentes dans le sol du milieu de plaine diminuent la biodégradabilité des substrats organiques. L'aluminium amorphe est aussi responsable du fort pouvoir fixateur du sol vis-à-vis du phosphore qui peut être à l'origine de déséquilibre alimentaire pour les végétaux et la microflore. Le turn-over des éléments minéraux est fortement ralenti, ce qui explique certainement une meilleure efficacité des formes d'engrais directement utilisables par la culture par rapport à celle nécessitant l'intervention de microorganismes (hydrolyse de l'urée ou solubilisation bactériennes de phosphates naturels). Cet aspect de la fertilité semble présenter une influence prépondérante dans le comportement agronomique de ce type de sol.

En provoquant, de manière brutale, la minéralisation d'une partie de la matière organique, l'écobuage pourrait stimuler la réponse de l'activité microbienne et augmenter l'efficacité des engrais. L'arrière effet de l'écobuage montre en effet une action positive mais il est encore actuellement difficile de déterminer s'il s'agit d'une action purement chimique (libération de substances minérales par combustion des pailles et de la matière organique du sol) ou microbiologique. La pratique de l'écobuage doit être néanmoins très surveillée sur les sols très organiques (tourbe à plus de 30 % de matière organique), la somme des cations libérés dépasseraient de beaucoup la capacité d'échange du sol et les éléments seraient entraînés par les nappes circulantes.

### Riziculture pluviale

Dans le domaine du riz pluvial, certains problèmes de fertilité ont été également décélés, particulièrement sur les sols de Belazao (Tritriva) qui présentent une basse productivité et une faible réponse aux engrais. Pour ces sols ferrallitiques humifères à caractère andique, développés sur roches basiques, le problème semble également plus de nature microbiologique que purement chimique (quoiqu'on constate une forte carence en phosphore et quelques risques de toxicité aluminique ou manganeeuse). L'aluminium amorphe encore une fois très abondant limite la minéralisation de la matière organique dont le rapport C/N reste très élevé. L'efficacité des intrants minéraux est conditionnée par la présence de matière organique bien décomposée (fumier par exemple) qui permet la reprise de l'activité microbienne.

L'écobuage peut exercer une action positive s'il est conduit avec précaution, notamment par la libération de base échangeable (supérieure à celle provenant de la combustion des pailles).

### Conclusion

Cette étude a mis en évidence le rôle essentiel de l'activité microbiologique dans la fertilité des sols d'altitude, au sein d'un milieu généralement peu favorable du point de vue climatique (basses températures) et physico-chimique (aluminium amorphe abondant) à la vie microbienne. C'est dans cette direction que doivent s'orienter les recherches si l'on veut augmenter et régulariser la productivité rizicole de ce type de sols qui présentent par ailleurs des caractéristiques physiques et chimiques peu limitantes.

		SOL ORGANIQUE (Tourbe, Vinaninony) Ecobuage brutal		SOL HUMIFERE (sol brun rouge, Ferme KOBAMA) Ecobuage modéré	
		Témoïn	Ecobué	Témoïn	Ecobué
Matières organiques	M.O. T %	45,81	1,19	10,40	9,89
	N total %	15,32	1,49	4,06	4,15
	C/N	17	4,6	15	14
pH (1/2,5	Eau	4,40	6,70	4,20	4,30
	KCl	3,95	6,15	4,05	4,25
Complexe adsorbant Cobalthexamine meq/100 g	Ca <sup>++</sup>	9,59	14,79	0,55	1,04
	Mg <sup>++</sup>	1,22	1,36	0,21	0,52
	K <sup>+</sup>	0,07	0,11	0,21	0,78
	No <sup>+</sup>	0,17	0,06	0,14	0,14
	T (S/T)	15,53	6,07	4,46 (25 %)	4,03 (61 %)
Phosphore assimilable (Olsen) ppm	16	80	8	8	

ANNEXE II : EFFETS DE L'ECOUAGE SUR LES CARACTERISTIQUES CHIMIQUES DE DEUX SOLS MALGACHES D'ALTITUDE.

CROTALARIA (Couverture)

Analyse chimique

Phosphore	0,186 %
N <sub>total</sub>	20,10 ‰
Mg	0,29 %
Ca	0,50 %
Na	0,01 %
K	2,03 %