

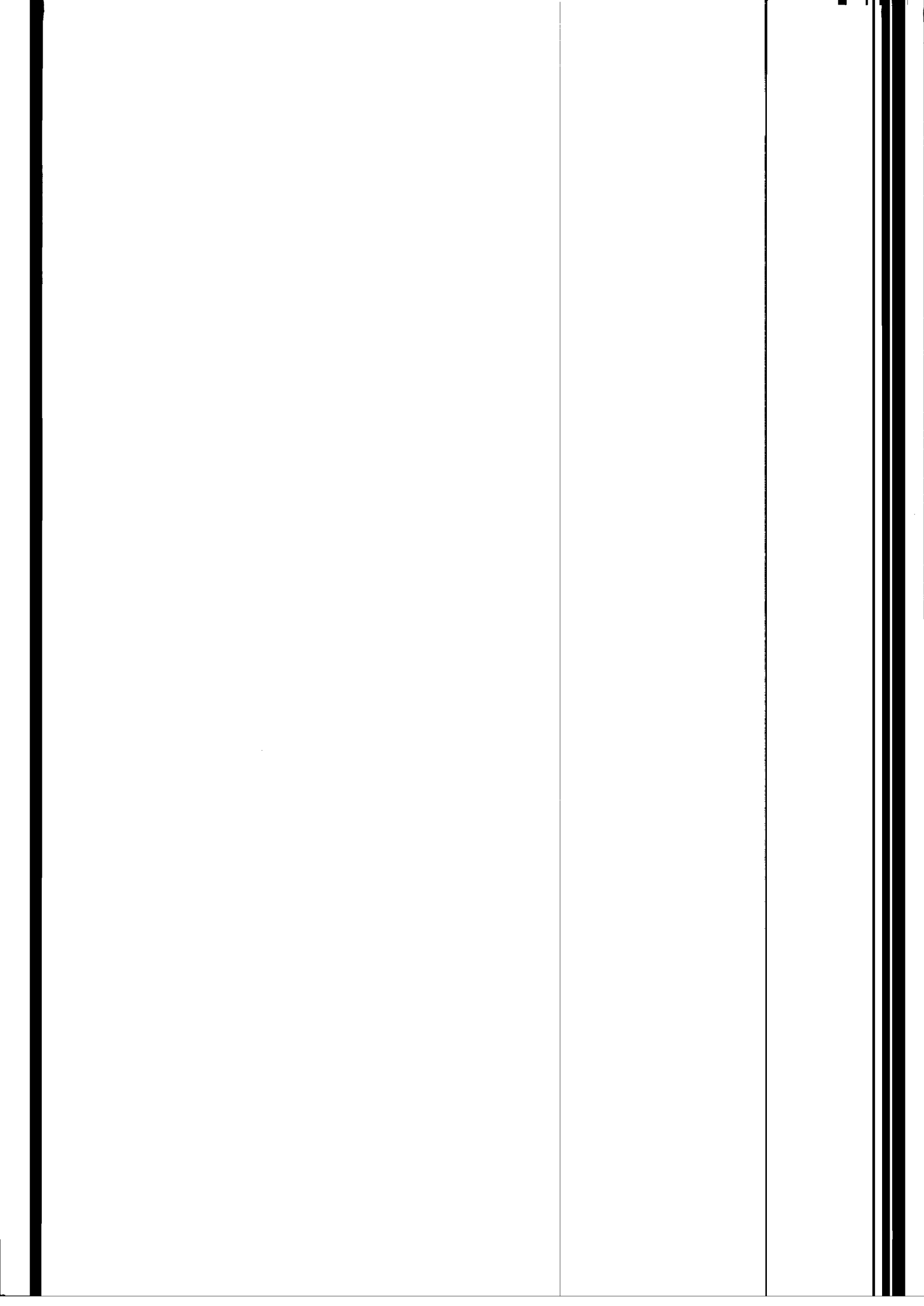
**Convention RPA/CIRAD-IRAT
Projet AGROPASTORIL DO NORDESTE
- Miguel ALVES -
(Etat du Piaui, Nord-Brésil)**

**Gestion des sols et des cultures
en périmètre irrigué et en conditions
de cultures pluviales dans les zones de
frontières agricoles du Nord-Brésil 1989-1992**

Responsables du projet de recherche-développement :
Agronomes : Lucien SÉGUY
Serge BOUZINAC

**Agronomes brésiliens chargés du projet
agricole à la Sulamerica Agropecuaria :**
à la direction : Ricardo MONTEIRO
à la Sulanor : Herbert HOLZHAUSEN
Technicien : Francisco Gabriel RODRIGUES

1992

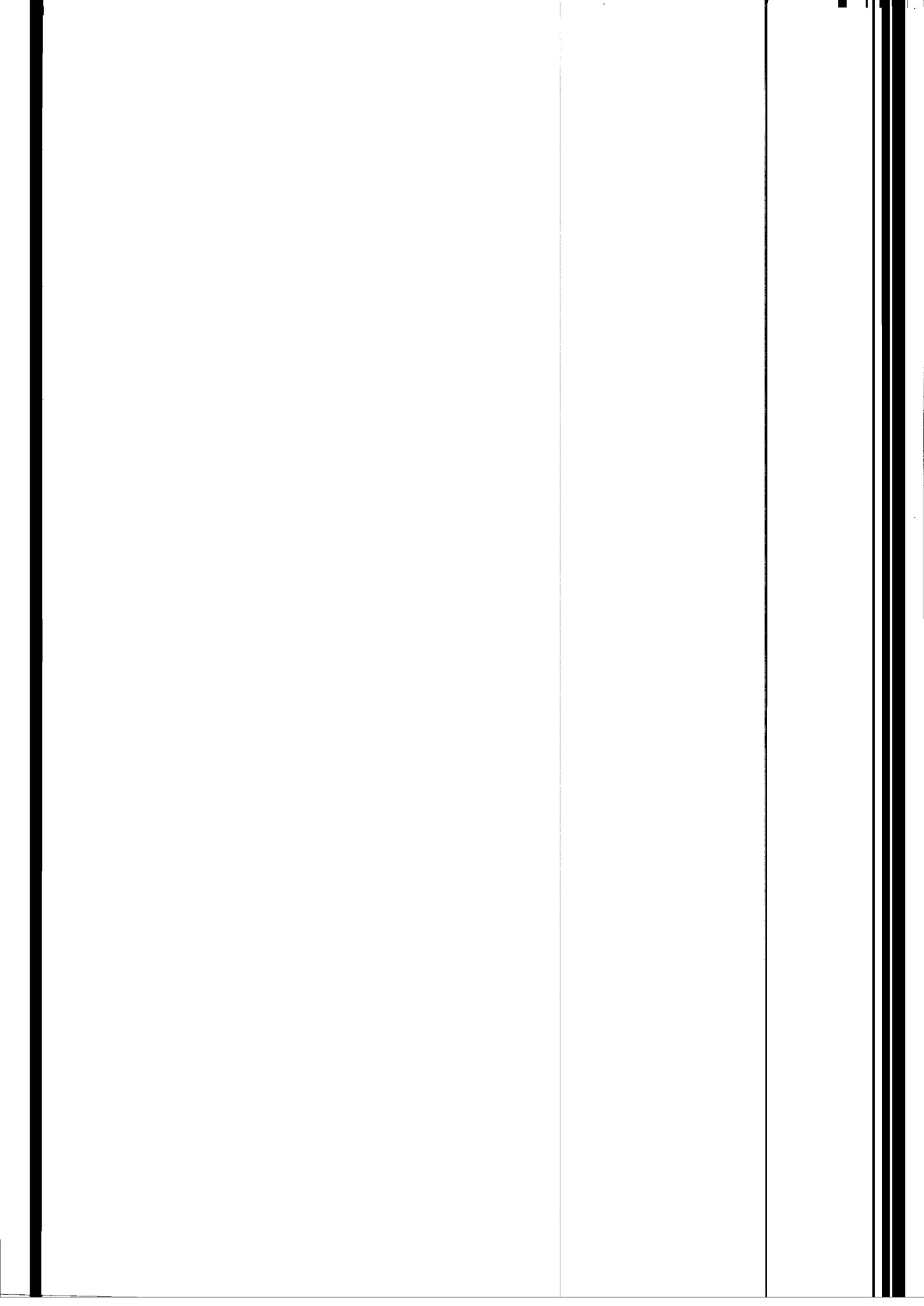


Avis au lecteur

Le lecteur trouvera dans ce document de synthèse 1991-92 :

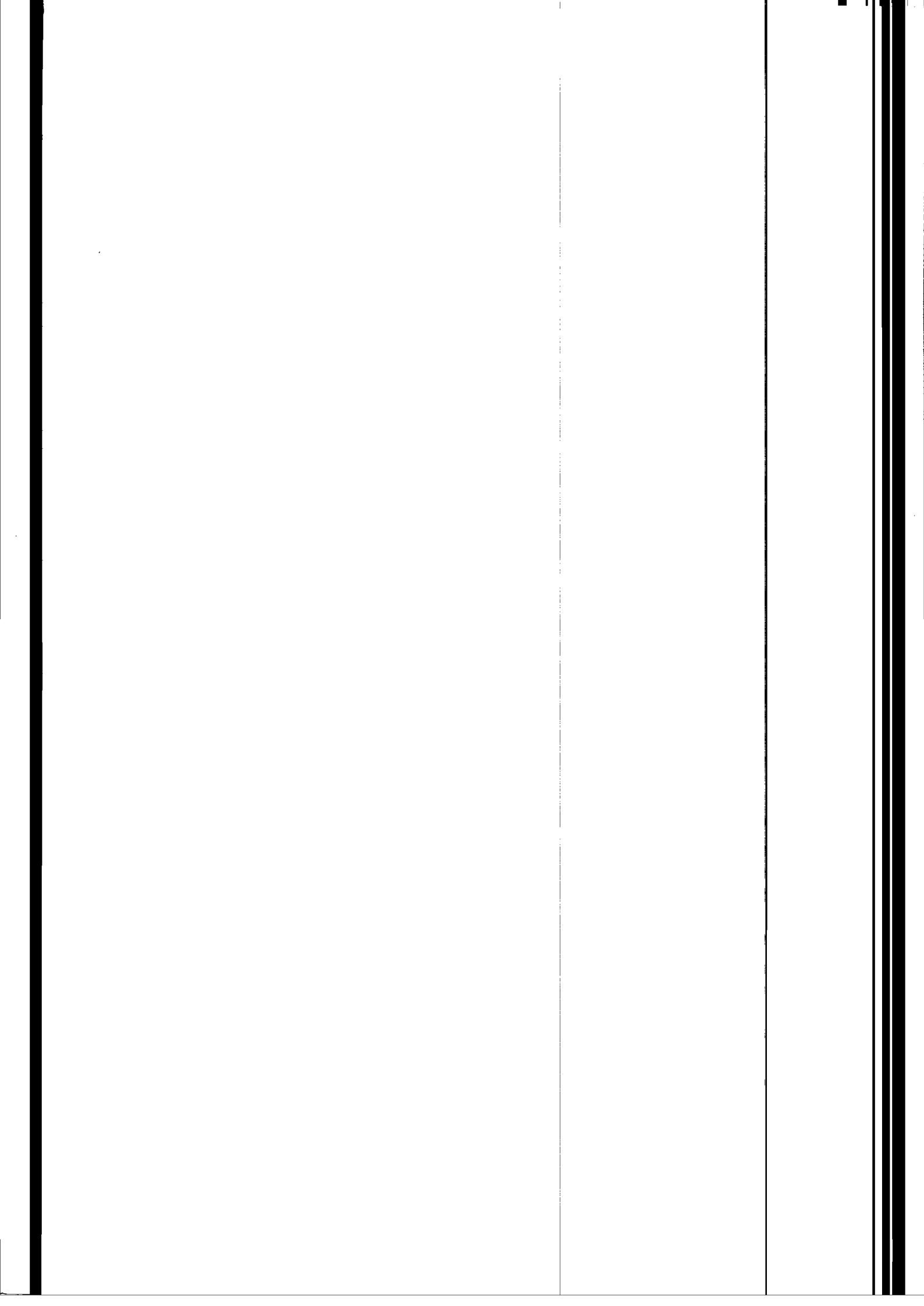
- Dans un premier chapitre :
 - un rappel du descriptif du projet : objectifs, structures, type d'aménagement, problématique de développement. Ce premier chapitre est nécessaire, tous les ans pour situer le projet au lecteur.
- Dans un deuxième chapitre :
 - Highlights 1991-92 et résultats confirmés sur trois ans d'expérimentation en conditions d'exploitation réelles.
- Enfin dans un troisième chapitre :
 - les recommandations de la recherche pour le projet ;
 - les principaux axes stratégiques pour la recherche en 1993.
- Et en annexe :
 - le programme de recherche 1993 dans ses grandes lignes ;
 - les moyens nécessaires à sa mise en oeuvre.

L. SEGUY



Sommaire

Avis au lecteur	3
Introduction : Le projet Agropastoril do nordeste	7
Rappel des caractéristiques significatives essentielles(1)	7
Rappel des modalités d'intervention opérationnelle de la recherche	8
Concept et objectifs	8
Quelques principes généraux et règles de base	9
Structure opérationnelle de la recherche dans le projet	9
Les systèmes irrigués à base de riz	11
La mise en œuvre de la double culture annuelle de riz irrigué	12
Problématique générale (rappel)	12
La recherche sur les systèmes irrigués, face à cette problématique	15
Highlights 1991-92 sur les systèmes irrigués	16
Sur le riz irrigué de saison sèche, le plus productif	16
Sur le riz de saison des pluies, le moins productif	19
Résultats confirmés sur les systèmes irrigués	23
Les systèmes de cultures pluviaux	25
Problématique générale	25
Résultats de la recherche sur les systèmes de cultures pluviaux face à cette problématique, 1989-1992	25
Recommandations techniques pour le projet	42
Sur les variétés	42
Sur les systèmes de culture	43
Principaux axes stratégiques pour la recherche	47
Moyens à mettre en œuvre	49



Introduction :

Le projet Agropastoril do nordeste

Rappel des caractéristiques significatives essentielles(1)

Le projet Agropastoril do nordeste appartient à la Société brésilienne d'assurances "Sulamerica" qui recycle une part de ses revenus dans l'agriculture ; son département "agropastoral" a ainsi développé plusieurs grands projets de développement sur des spéculations aussi diverses que le café, l'élevage, l'hévéa, et plus récemment le projet de riz irrigué Agropastoril do nordeste, qui a vu le jour en 1987.

Il est situé à 4° de latitude Sud, dans l'Etat du Piaui (Nord Brésil), à 120 km au nord de la capitale de l'Etat, Teresina, dans le petit village de Migule Alves, sur la berge du rio Parnaíba.

Il a pour vocation d'alimenter en riz de qualité (qui vient normalement du **sud**) les grandes capitales du nord et nord-est : Teresina, São Luis (Maranhão), Belem (Para), Fortaleza (Ceara) ; ses capacités d'usinage et de commercialisation actuelles se situent aux alentours de 20 000 tonnes de riz par an (photo 1).

Pour la recherche appliquée, il présente de multiples intérêts :

- sa dimension : actuellement 2 400 hectares, dont environ 2 000 hectares irrigués et 400 hectares en cultures pluviales ;
- il se développe dans une région déshéritée du point de vue infrastructures, sans recherches préalables ;
- il fait appel à des techniques d'aménagement peu coûteuses, qui sont un objet de recherche essentiel de l'IRAT pour les bas-fonds africains ;
- il se situe dans une région où l'IRAT a une solide expérience et compétence (2), zone similaire (et proche) à celle de Bacabal au Maranhão, sous 1 800 mm de pluies réparties sur cinq à six mois et une végétation naturelle de palmiers *Babaçus (Orbygna martiana)*.

L'intervention actuelle de l'IRAT (3), comme consultant, est basée sur trois types d'actions complémentaires intégrées, qui constituent un ensemble opérationnel pour l'aide à la prise de décision des responsables du projet :

(1) Ces caractéristiques essentielles du projet ainsi, que les modalités d'intervention de la recherche sont rappelées systématiquement à l'entrée de chaque rapport annuel, pour situer le projet au lecteur.

(2) Fixation de l'agriculture itinérante dans la région du Colais (1978-1982).

(3) Intégrée à partir du second semestre 1990 à la convention CIRAD/RHODIA.

- Le montage et le suivi-évaluation d'unités expérimentales de création-diffusion de technologies, qui créent le champ des options de développement « futurs possibles », comparées aux systèmes actuels.
- Appui direct à la production sur le projet, sous forme de conseil permanent, bâti sur les résultats concrets, et praticables, des unités expérimentales et sur notre large expérience de ces problèmes en milieu tropical.
- Appui indirect, par des experts consultants extérieurs, si besoin est (CIRAD).

Nous présenterons ici, une synthèse des principaux résultats expérimentaux agronomiques obtenus depuis 1989, et les grands axes futurs de développement technique pour le projet.

Rappel des modalités d'intervention opérationnelle de la recherche

Concept et objectifs

La recherche système, en prise directe sur le développement, doit concilier les **objectifs** suivants :

- fournir des alternatives systèmes de cultures qui soient agronomiquement justifiées, techniquement praticables, économiquement stables et plus motivantes que les systèmes actuellement pratiqués ;
- permettre, à tout moment, au cours du processus de fixation de l'agriculture de :
 - ™hiérarchiser les facteurs limitants,
 - ™donner des solutions praticables et plus lucratives,
 - ™les expliquer scientifiquement,
 - ™servir de support de formation pour les utilisateurs, vulgarisateurs et agronomes généralistes en formation.

Ces objectifs complémentaires nécessitent la pérennisation des actions de recherche pour pouvoir :

- évaluer, améliorer et préserver la fertilité du capital sol, à moindre coût;
- confronter les nouvelles propositions techniques à un pas de temps suffisant (les éprouver) ;
- répondre prévisionnellement, à tout moment, à des changements notables d'ordre climatiques et économiques (capacité d'adaptation).

Le contenu du programme doit, non seulement viser la résolution des problèmes immédiats formulés par les utilisateurs, mais aussi et surtout, offrir des perspectives de développement à plus long terme qui intègrent les meilleurs modes de gestion de l'espace et des sols.

Quelques principes généraux et règles de base

La recherche système conduite en conditions d'exploitations réelles (vraie grandeur), pour, avec et chez les utilisateurs, peut être un outil déterminant dans la séquence recherche-développement, dans la mesure où :

- Dans la formation des innovations agrotechniques, elle tient compte des possibilités d'appropriation, ce qui implique simultanément :
 - qu'elles soient analysées sous les aspects agrotechniques, temps de travaux et calendriers, aspects économiques et organisationnels ;
- Pour faire progresser les systèmes de cultures, il ne soit plus question d'isoler les facteurs de production les plus importants, mais au contraire de les pratiquer en interactions pour en analyser, à la fois :
 - les antagonismes qui sont facteurs de rejet de la sédentarisation ;
 - les synergies les plus attractives, qui, au contraire, permettent de concilier les impératifs de conservation et d'amélioration du milieu physique avec les impératifs locaux économiques ;
- Ses interventions doivent donc être impérativement pérennisées pour assurer :
 - des propositions éprouvées par rapport à leur adoption par les utilisateurs ;
 - la compréhension de l'évolution de la fixation de l'agriculture sur un terroir déterminé ;
 - la création d'un outil performant d'aide à la prise de décision (conseil de gestion) ;
 - une "responsabilisation" véritable de la recherche appliquée ;
 - une formation permanente et une "professionnalisation accélérée" des différents partenaires : chercheurs, développeurs, utilisateurs en général.

Structure opérationnelle de la recherche dans le projet

Trois unités de "création-diffusion" de technologies, pratiquées en conditions d'exploitation réelles, ont été installées ; elles correspondent aux unités de paysage les plus différenciées pour encadrer la variabilité maximale de fertilité du facteur sol :

■ Deux unités dans le périmètre irrigué (et/ou irriguable) :

- une sur les sols alluviaux de meilleure fertilité (Sulanor I-P.04, Tableau 1) ;
- une sur les sols alluviaux de plus basse fertilité : sols très sableux, à texture très hétérogène, très pauvres en bases, en matière organique, P_2O_5 et K_2O (Sulanor I-P.08, Tableau 1).

Ces deux unités traitent de la mise au point continue des meilleures options techniques et économiques pour la fixation de la riziculture irriguée. Elles étudient en interactions, les facteurs de production suivants :

Tableau 1 : Variation de fertilité des sols en fonction des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols, Agropastoril do Nordeste, PI

		pH eau	P (ppm)	K (ppm)	Ca + Mg (meq/100 g)	Al (meq/100 g)	M.O. (%)
Sols très sableux de basses potentialités (P-08)	I	5,2	3	35	1,7	0,3	0,2 à 0,5
	II	5,3	4	43	2,3	0,5	
Sols argileux de fortes potentialités (P-04)	I	5,5	20	47	> 10	0,1	1,5 à 2,3
	I	5,4	19	70	> 10	0,2	

- modes de travail du sol x rotations (modes de gestion) ;
- modes d'entretien de la fertilité minérale et organique ;
- variétés de riz, maïs, soja (progrès amélioration variétale par produit).

■ Une unité de création-diffusion, en conditions de cultures pluviales sur l'unité de paysage de collines à palmiers Babaçu (*Orbygna martiana*), sur sols d'origine sédimentaire, très remaniés avec localement horizons gravillonnaires en surface.

Cette unité traite de la fixation de l'agriculture pluviale dans un milieu extrêmement sensible à l'érosion (L. Séguy, S. Bouzinac *et al.*, 1983).

Les facteurs de production étudiés en interactions, sont les mêmes que dans le périmètre irrigué, avec toutefois, une priorité absolue accordée aux techniques de lutte contre l'érosion, dont les techniques de semis direct, avec couverture permanente du sol.

Dans chaque unité, et pour alimenter les systèmes spécifiques développés dans chaque milieu différencié, sont introduites, puis sélectionnées les cultivars de riz pluvial, irrigué, maïs, soja, qui permettent la meilleure optimisation agrotechnique et économique des systèmes.

Les systèmes irrigués à base de riz

Un système d'aménagement peu coûteux, original, qui préserve les unités de paysage originelles :

Le projet est installé sur la berge du rio Parnaíba, sur terrasses alluviales dont la granulométrie est extrêmement variable et hétérogène à courte distance en fonction de la nature des alluvions (bourrelets de berge, lit majeur du rio, anciens méandres, etc.).

Les surfaces strictement planes y sont de très faible importance et les sols sont extrêmement hétérogènes : granulométrie, S, T, teneurs en matière organique varient dans de très larges proportions en fonction du matériau de base et de ses relations avec le régime hydrologique.

L'aménagement du périmètre irrigué est composé de deux parties :

une infrastructure très classique comprenant :

T^m une digue de protection circulaire pour isoler le projet des crues, qui porte un canal de ceinture principal pour l'irrigation du périmètre intérieur,

T^m un drain central qui est le produit de la rectification des rus intérieurs,

T^m des pompes d'irrigation et de drainage.

Cette structure de base est simplifiée au maximum.

une infrastructure originale entre canal de ceinture et drain principal : un réseau temporaire, refait à chaque cycle de culture de diguettes en courbes de niveau, implantées tous les dix centimètres de dénivelé. La topographie originelle du paysage est conservée sans aucune nécessité de terrassement, d'où un coût d'aménagement global modeste.

La culture de riz irrigué est implantée, à chaque cycle, à travers la séquence d'opérations suivantes :

- préparation du sol à l'offset en conditions pluviales ;
- après affinage de la surface, passage d'un *land plane* pour éliminer le microrelief (mais sans modifier la pente naturelle du terroir) ;
- semis du riz en conditions mécanisées, pluviales ;
- passage d'un rouleau ;
- mise en courbes de niveaux (diguettes de +/- 40 cm de hauteur, avec outils mécanisés appropriés, voir photos), tous les 10 cm de dénivelé ;
- resemis des diguettes avec un semoir à la volée monté à l'avant du tracteur ;
- puis irrigation à partir du canal principal jusqu'au drain central par gravité, de diguettes en diguettes, dans lesquelles sont ménagées des ouvertures pour assurer

la circulation de l'eau. Ce système d'irrigation nécessite un personnel qualifié pour une bonne conduite de l'eau sur l'ensemble du périmètre ;

– l'irrigation peut ainsi se faire jusqu'à des côtes qui sont à plus de 15 m au dessus du niveau du fleuve (voir photos) ;

– à chaque cycle de culture, les courbes de niveaux (diguettes) sont détruites par un outil spécialement adapté (outil à disques) et la morphologie originelle du terrain est retrouvée, ce qui évite de condamner définitivement le projet à la seule spéculation riz irrigué ;

– le coût à l'hectare de ce type d'aménagement est nettement moins coûteux que les systèmes classiques (aux environs de 1 000 US\$/ha).

La mise en œuvre de la double culture annuelle de riz irrigué

C'est un des objectifs essentiels du projet, la capacité de l'usine étant supérieure à 20 000 tonnes de riz usiné par an.

Problématique générale (rappel)

La mise en œuvre de la double culture riz à un haut niveau de productivité se heurte à quatre problèmes essentiels simultanément :

■ Un problème **d'ordre technique et économique** (planification) : il faut respecter strictement le calendrier agricole de la double culture irriguée, calendrier qui doit utiliser au maximum la capacité des divers équipements, donc les placer dans les périodes climatiques les plus favorables, dès lors qu'elles sont compatibles avec l'objectif de maximisation de la productivité de riz.

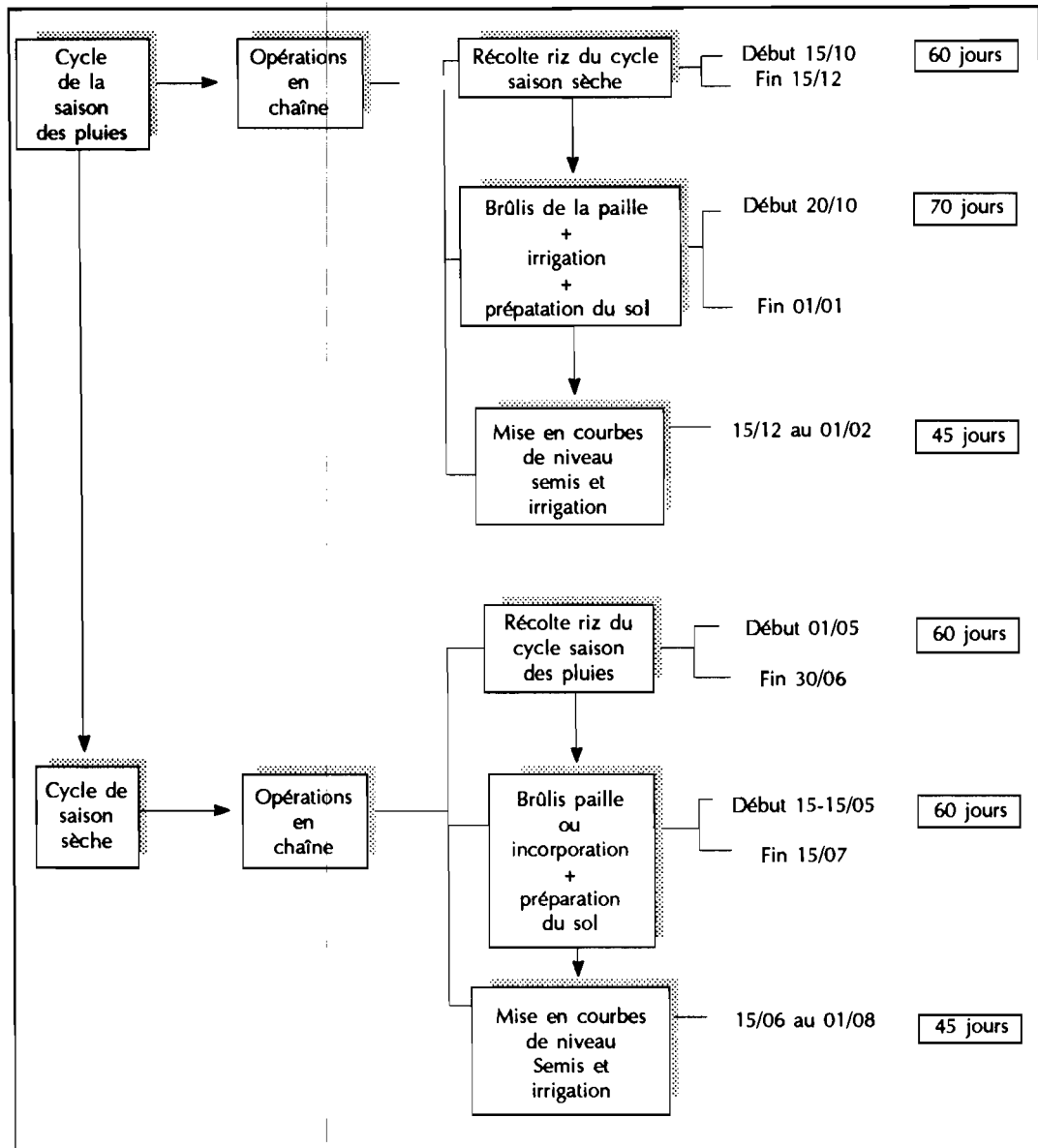
Le calendrier idéal qui respecte ces exigences est présenté schématiquement page suivante.

La résolution de ce problème majeur, nécessite, simultanément :

- une bonne planification et une excellente organisation logistique ;
- un parc mécanisé suffisamment équipé.

Toute erreur dans le calendrier se reporte sur le cycle suivant avec comme conséquences essentielles :

- perte de surface cultivée, non respect de la double culture ;
- perte de capacité des équipements et corrélativement :
- salissement des parcelles qui ne sont pas cultivées, soit globalement une perte substantielle de production et une augmentation importante des coûts de production.



■ Trois problèmes de nature **agronomique** :

- le problème des infestations des parcelles par resemis des riz laissés sur le champ à la récolte ;
- le problème de pollution croissante des parcelles par les riz rouges ;
- les hétérogénéités de productivités, liées à l'extrême variabilité de fertilité du facteur sol (potentialités physico-chimiques et biologiques, caractéristiques de rétention pour l'eau).

□ Le **problème de surdensité** créé par les resemis des riz provenant des pertes à la récolte est crucial : les pertes à la récolte peuvent être considérables comme le montrent le tableau 2 et la figure 6 : jusqu'à **deux tonnes à l'hectare**. Ces pertes sont liées à trois facteurs, simultanément :

- la **verse**, lorsque la productivité approche du potentiel maximal soit 8-9 t/ha, surtout dans les parties les plus basses du périmètre, sur les unités de sols organiques les plus fertiles ;
- la **perte de grains par les grilles de la moissonneuse-batteuse** lorsqu'elle saute les diguettes de retenue de l'eau, dont la densité peut couvrir plus de 40 % de la surface plantée, lorsque la pente dépasse 1,5 % ;
- le **différentiel de maturité à la récolte** (1) entre grains issus des diguettes et entre diguettes ; le riz naît en effet, dix à quinze jours plus tard sur les diguettes, le temps que l'eau d'irrigation gagne la totalité de la diguette par capillarité en début de cycle.

Tableau 2 : Variation de production à la récolte mécanisée du riz irrigué, sur l'ensemble du périmètre aménagé, en fonction du facteur type de sol et de la verse, Agropastoril do Noredeste, décembre 1988, cycle riz de saison sèche.

Variété	Type de sols(1)	Parcelles de grande culture	Riz non versé(2) [kg/ha]	Riz versé(2) [kg/ha]	Pertes à la récolte sur riz versé (%)
CICA 8	Sol riche	06C	8 000	5 725	28,5
		3A et 3B	8 125	5 950	26,8
	Sol pauvre	10	6 430	4 500	30,1
Mética 1	Sol riche	3 c	7 370	6 325	14,2

(1) Type de sol :

- sol riche, riche en M.O., $S > 10$ meq/100 g
- sol pauvre, pauvre en M.O., $S < 3$ meq/100 g

(2) Moyenne de quatre répétitions de 20 m²/parcelle

Ces grains perdus, dont la quantité peut dépasser 2 t/ha, créent des conditions de croissance très défavorables au semis suivant :

- la surdensité facilite la croissance de plants très fins, fragiles, très sensibles à la verse ;
- cette pollution constante complique toute velléité de changement de variété, qui est une des voies essentielle du progrès technologique.

□ **Le problème des riz rouges.** Ces semences, également très polluantes, ont été apportées sur le projet par les semences. Leur proportion s'accroît de cycle en cycle. La possibilité de contrôle dans la culture est nulle.

(1) Ce problème est maintenant nettement minimisé par la confection de diguettes dont la configuration nouvelle permet :

- une émergence homogène du riz ;
- des pertes moindres à la récolte.

Grâce à une nouvelle machine, beaucoup plus performante.

□ La **variabilité du facteur fertilité du sol** est importante sur le projet. Il faut donc niveler la productivité vers le haut, vers le potentiel des sols les plus riches, ce qui entraîne :

- la nécessité d'itinéraires techniques différenciés en fonction du type de sol ;
- des contraintes supplémentaires pour la planification des opérations mécanisées et du calendrier agricole.

La recherche sur les systèmes irrigués, face à cette problématique

Elle porte essentiellement sur la mise au point des systèmes de cultures irrigués les plus performants, bâtis, à la fois sur l'option double culture riz annuelle mais aussi sur des rotations riz-maïs, riz-soja, dans lesquelles la culture de riz est réservée à la saison sèche (cycle le plus productif) et les cultures de maïs et soja sont pratiquées en saison des pluies.

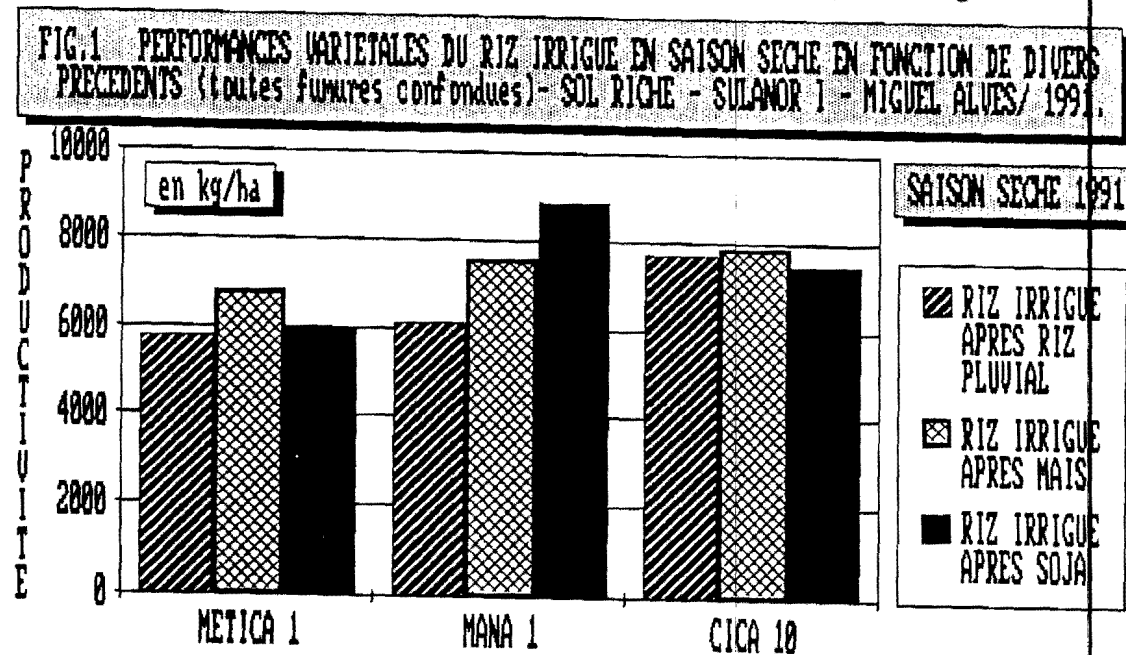
L'optimisation de ces systèmes vise les objectifs de :

- diversification des activités agricoles, avec possibilité de multiplier des semences pour la région nord (soja, maïs, coton, riz) ;
- résolution des problèmes de pollution par les riz rouges et les riz laissés au champ à la récolte ;
- minimisation des coûts de la double culture annuelle en favorisant :
 - des coûts minimums et des marges à l'hectare maximales durant le cycle de saison des pluies, le moins productif,
 - une concentration des investissements sur le cycle de saison sèche, le plus productif.

Highlights 1991-92 sur les systèmes irrigués

Sur le riz irrigué de saison sèche, le plus productif

La variété **Mana 1**, à très elle qualité de grains (1), se montre la plus productive : elle dépasse **900 kg/ha** sur précédent soja de saison des pluies (figure 1).



La variété **CICA 10**, qui est la variété actuelle du projet, est extrêmement stable, sa productivité se maintient aux environs de **8 000 kg/ha**, quelque soit le précédent cultural de saison des pluies et le niveau de fumure (figures 1 et 2).

Metica 1, est nettement inférieure aux deux variétés précédentes, avec une productivité moyenne voisine' de **6 000 kg/ha** (figure 1).

Des trois variétés **Mana 1**, est celle qui répond le mieux à l'azote : sa productivité est toujours la plus élevée sur précédent soja de saison des pluies, quel que soit le niveau de fumure (figure 3).

Sur ce type de sol, alluvial, à fortes potentialités, l'application du niveau de fumure faible (A_1 : 150 kg/ha - 5-25-25 + 150 kg urée en couverture) est suffisant pour maintenir les rendements entre **7 500 et 8 500 kilos** pour les deux meilleures variétés : **CICA** et **MANA 1** (figure 3) ; de même, pour ce qui concerne la couverture azotée, la combinaison **200 kg/ha** de sulfate d'ammoniaque à 30 jours + **50 kg/ha** d'urée à 60 jours permet d'assurer **8 000 kg/ha** avec la variété **CICA 10** (figure 4).

(1) Grain très long, fin, seul défaut : rendement à l'usinage faible, aux environs de **60 %**, avec des enveloppes très abrasives. Sa qualité de grain usiné mérite une commercialisation spéciale (présentation, **prix**, exportation vers **Europe**).

Convention RPA/CIRAD-IRAT
Projet AGROPASTORIL DO NORDESTE
- Miguel ALVES -
(Etat du Piaui, Nord-Brésil)

**Gestion des sols et des cultures
en périmètre irrigué et en conditions
de cultures pluviales dans les zones de
frontières agricoles du Nord-Brésil 1989-1992**

Responsables du projet de recherche-développement :

**Agronomes : Lucien SÉGUY
Serge BOUZINAC**

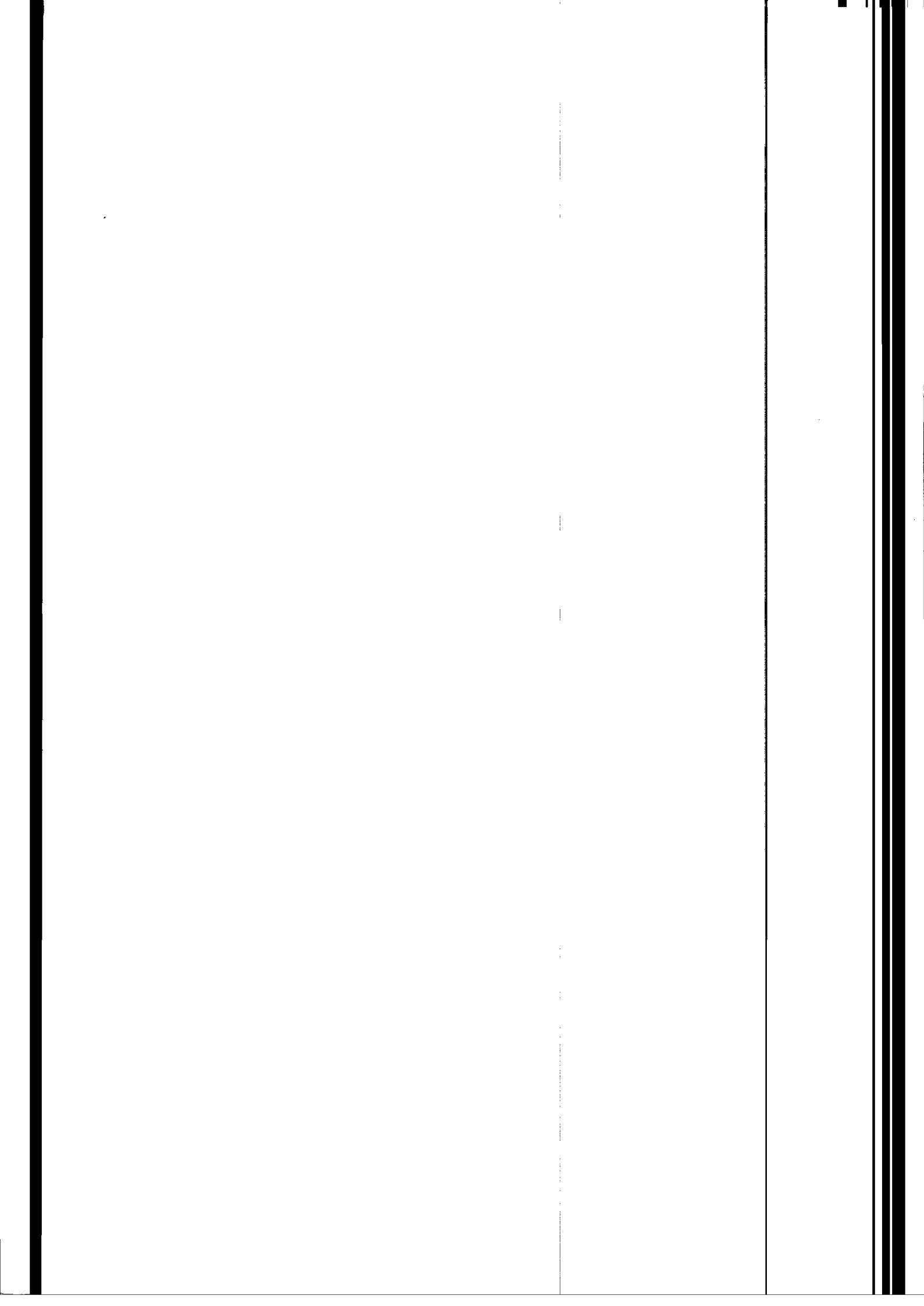
**Agronomes brésiliens chargés du projet
agricole à la Sulamerica Agropecuaria :**

à la direction : Ricardo MONTEIRO

à la Sulonor : Herbert HOLZHAUSEN

Technicien : Francisco Gabriel RODRIGUES

1992



Avis au lecteur

Le lecteur trouvera dans ce document de synthèse 1991-92 :

Dans un premier chapitre :

- un rappel du descriptif du projet : objectifs, structures, type d'aménagement, problématique de développement. Ce premier chapitre est nécessaire, tous les ans pour situer le projet au lecteur.

Dans un deuxième chapitre :

- Highlights 1991-92 et résultats confirmés sur trois ans d'expérimentation en conditions d'exploitation réelles.

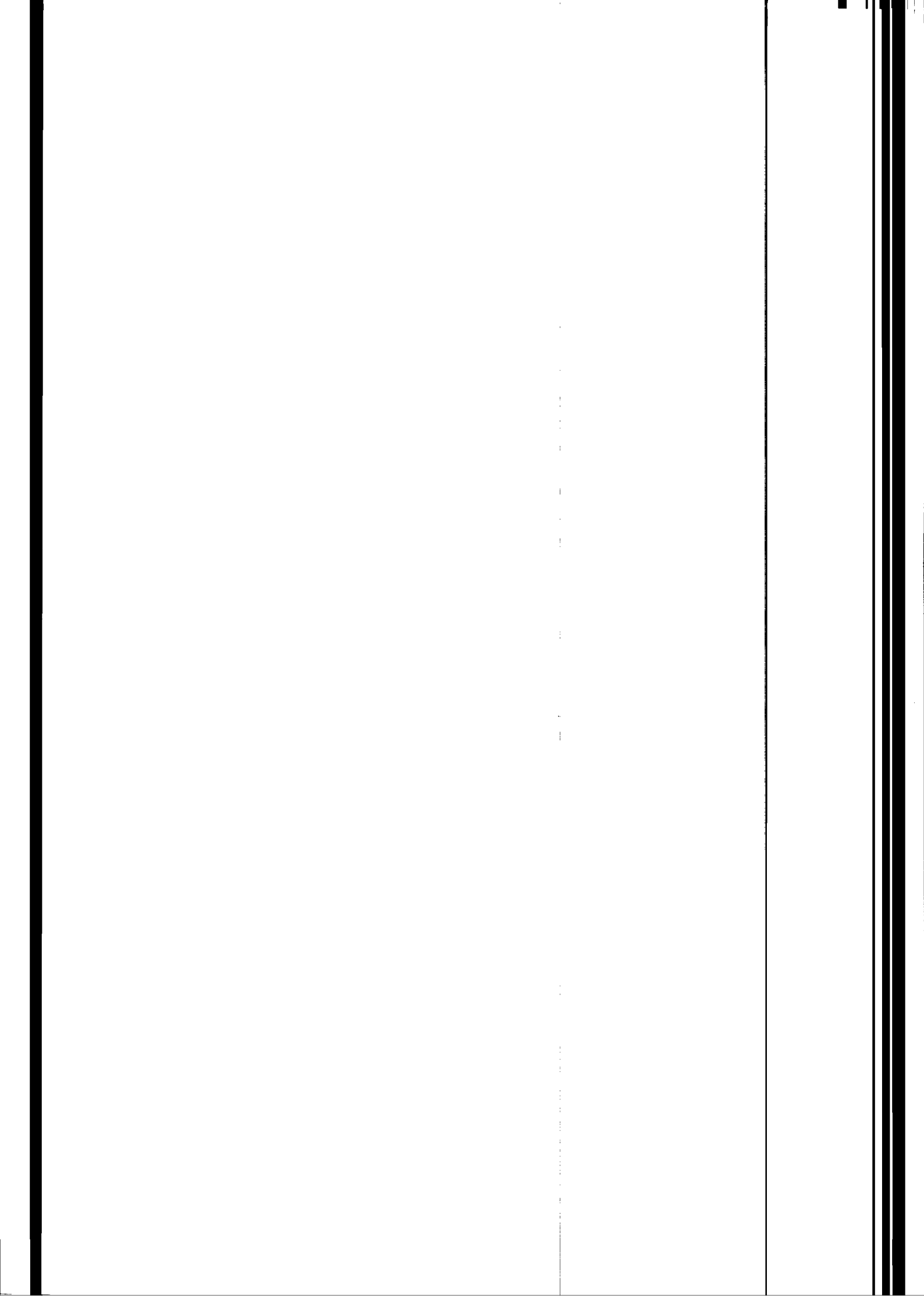
Enfin dans un troisième chapitre :

- les recommandations de la recherche pour le projet ;
- les principaux axes stratégiques pour la recherche en 1993.

Et en annexe :

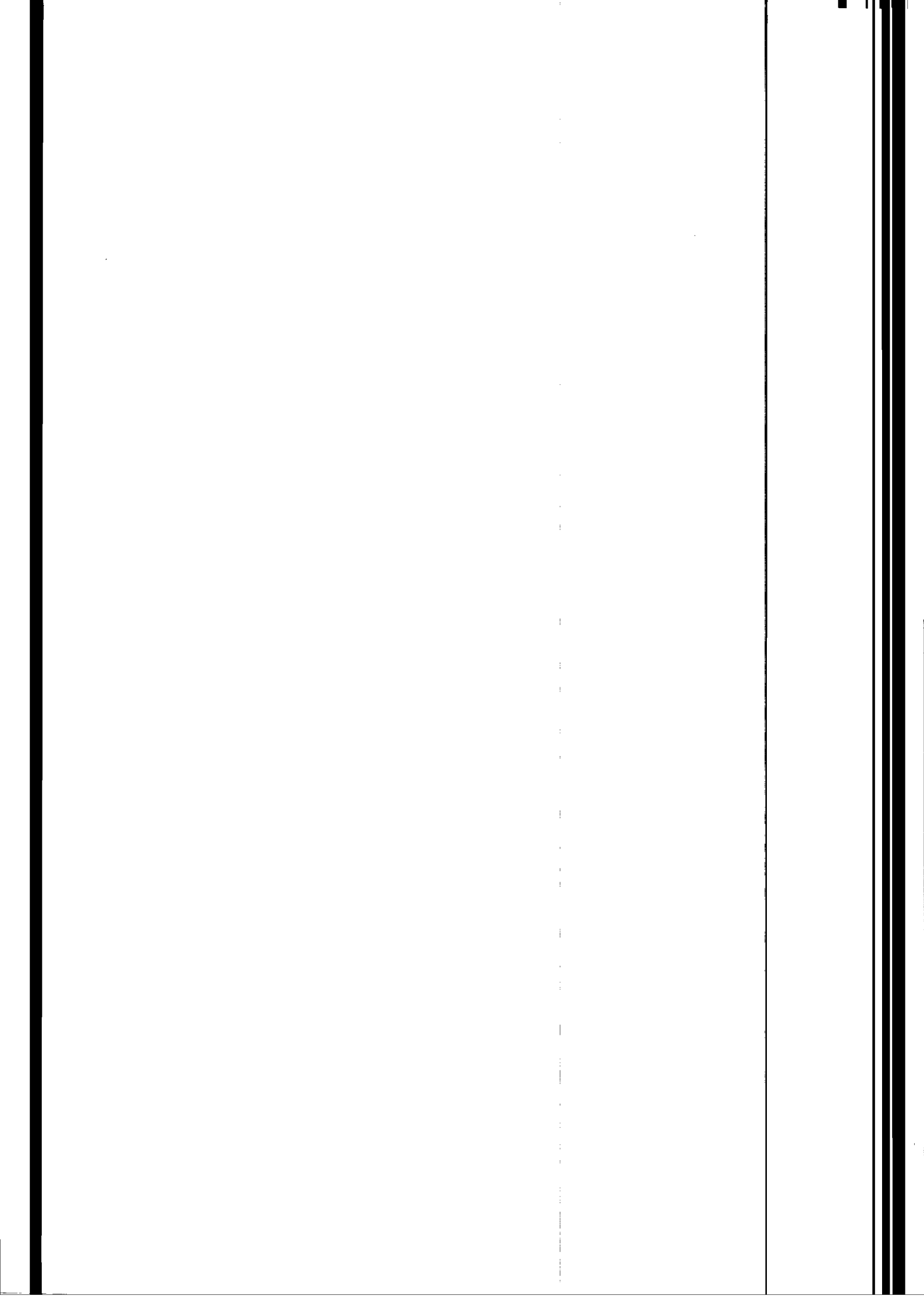
- le programme de recherche 1993 dans ses grandes lignes ;
- les moyens nécessaires à sa mise en oeuvre.

L. SEGUY



Sommaire

Avis au lecteur	3
Introduction : Le projet Agropastoril do nordeste	7
Rappel des caractéristiques significatives essentielles(1)	7
Rappel des modalités d'intervention opérationnelle de la recherche	8
Concept et objectifs	8
Quelques principes généraux et règles de base	9
Structure opérationnelle de la recherche dans le projet	9
Les systèmes irrigués à base de riz	11
La mise en œuvre de la double culture annuelle de riz irrigué	12
Problématique générale (rappel)	12
La recherche sur les systèmes irrigués, face à cette problématique	15
Highlights 1991-92 sur les systèmes irrigués	16
Sur le riz irrigué de saison sèche, le plus productif	16
Sur le riz de saison des pluies, le moins productif	19
Résultats confirmés sur les systèmes irrigués	23
Les systèmes de cultures pluviaux	25
Problématique générale	25
Résultats de la recherche sur les systèmes de cultures pluviaux face à cette problématique, 1989-1992	25
Recommandations techniques pour le projet	42
Sur les variétés	42
Sur les systèmes de culture	43
Principaux axes stratégiques pour la recherche	47
Moyens à mettre en œuvre	49



Introduction :

Le projet Agropastoril do nordeste

Rappel des caractéristiques significatives essentielles(1)

Le projet Agropastoril do nordeste appartient à la Société brésilienne d'assurances "Sulamerica" qui recycle une part de ses revenus dans l'agriculture ; son département "agropastoral" a ainsi développé plusieurs grands projets de développement sur des spéculations aussi diverses que le café, l'élevage, l'hévéa, et plus récemment le projet de riz irrigué Agropastoril do nordeste, qui a vu le jour en 1987.

Il est situé à 4° de latitude Sud, dans l'Etat du Piaui (Nord Brésil), à 120 km au nord de la capitale de l'Etat, Teresina, dans le petit village de Migule Alves, sur la berge du rio Parnaíba.

Il a pour vocation d'alimenter en riz de qualité (qui vient normalement du sud) les grandes capitales du nord et nord-est : Teresina, São Luis (Maranhão), Belem (Para), Fortaleza (Ceara) ; ses capacités d'usinage et de commercialisation actuelles se situent aux alentours de 20 000 tonnes de riz par an (photo 1).

Pour la recherche appliquée, il présente de multiples intérêts :

- sa dimension : actuellement 2 400 hectares, dont environ 2 000 hectares irrigués et 400 hectares en cultures pluviales ;
- il se développe dans une région déshéritée du point de vue infrastructures, sans recherches préalables ;
- il fait appel à des techniques d'aménagement peu coûteuses, qui sont un objet de recherche essentiel de l'IRAT pour les bas-fonds africains ;
- il se situe dans une région où l'IRAT a une solide expérience et compétence (2), zone similaire (et proche) à celle de Bacabal au Maranhão, sous 1 800 mm de pluies réparties sur cinq à six mois et une végétation naturelle de palmiers *Babaçus (Orbygna martiana)*.

L'intervention actuelle de l'IRAT (3), comme consultant, est basée sur trois types d'actions complémentaires intégrées, qui constituent un ensemble opérationnel pour l'aide à la prise de décision des responsables du projet :

(1) Ces caractéristiques essentielles du projet ainsi, que les modalités d'intervention de la recherche sont rappelées systématiquement à l'entrée de chaque rapport annuel, pour situer le projet au lecteur.

(2) Fixation de l'agriculture itinérante dans la région du Colais (1978-1982).

(3) Intégrée à partir du second semestre 1990 à la convention CIRAD/RHODIA.

□ Le montage et le suivi-évaluation d'unités expérimentales de création-diffusion de technologies, qui créent le champ des options de développement « futurs possibles », comparées aux systèmes actuels.

□ Appui direct à la production sur le projet, sous forme de conseil permanent, bâti sur les résultats concrets, et praticables, des unités expérimentales et sur notre large expérience de ces problèmes en milieu tropical.

□ Appui indirect, par des experts consultants extérieurs, si besoin est (CIRAD).

Nous présenterons ici, une synthèse des principaux résultats expérimentaux agronomiques obtenus depuis 1989, et les grands axes futurs de développement technique pour le projet.

Rappel des modalités d'intervention opérationnelle de la recherche

Concept et objectifs

La recherche système, en prise directe sur le développement, doit concilier les **objectifs** suivants :

– fournir des alternatives systèmes de cultures qui soient agronomiquement justifiées, techniquement praticables, économiquement stables et plus motivantes que les systèmes actuellement pratiqués ;

– permettre, à tout moment, au cours du processus de fixation de l'agriculture de :

TMhiérarchiser les facteurs limitants,

TMdonner des solutions praticables et plus lucratives,

TMles expliquer scientifiquement,

TMservir de support de formation pour les utilisateurs, vulgarisateurs et agronomes généralistes en formation.

Ces objectifs complémentaires nécessitent la pérennisation des actions de recherche pour pouvoir :

– évaluer, améliorer et préserver la fertilité du capital sol, à moindre coût;

– confronter les nouvelles propositions techniques à un pas de temps suffisant (les éprouver) ;

– répondre prévisionnellement, à tout moment, à des changements notables d'ordre climatiques et économiques (capacité d'adaptation).

Le contenu du programme doit, non seulement viser la résolution des problèmes immédiats formulés par les utilisateurs, mais aussi et surtout, offrir des perspectives de développement à plus long terme qui intègrent les meilleurs modes de gestion de l'espace et des sols.

Quelques principes généraux et règles de base

La recherche système conduite en conditions d'exploitations réelles (vraie grandeur), pour, avec et chez les utilisateurs, peut être un outil déterminant dans la séquence recherche-développement, dans la mesure où :

- Dans la formation des innovations agrotechniques, elle tient compte des possibilités d'appropriation, ce qui implique simultanément :
 - qu'elles soient analysées sous les aspects agrotechniques, temps de travaux et calendriers, aspects économiques et organisationnels ;
- Pour faire progresser les systèmes de cultures, il ne soit plus question d'isoler les facteurs de production les plus importants, mais au contraire de les pratiquer en interactions pour en analyser, à la fois :
 - les antagonismes qui sont facteurs de rejet de la sédentarisation ;
 - les synergies les plus attractives, qui, au contraire, permettent de concilier les impératifs de conservation et d'amélioration du milieu physique avec les impératifs locaux économiques ;
- Ses interventions doivent donc être impérativement pérennisées pour assurer :
 - des propositions éprouvées par rapport à leur adoption par les utilisateurs ;
 - la compréhension de l'évolution de la fixation de l'agriculture sur un terroir déterminé ;
 - la création d'un outil performant d'aide à la prise de décision (conseil de gestion) ;
 - une "responsabilisation" véritable de la recherche appliquée ;
 - une formation permanente et une "professionnalisation accélérée" des différents partenaires : chercheurs, développeurs, utilisateurs en général.

Structure opérationnelle de la recherche dans le projet

Trois unités de "création-diffusion" de technologies, pratiquées en conditions d'exploitation réelles, ont été installées ; elles correspondent aux unités de paysage les plus différenciées pour encadrer la variabilité maximale de fertilité du facteur sol :

■ Deux unités dans le périmètre irrigué (et/ou irriguable) :

- une sur les sols alluviaux de meilleure fertilité (Sulanor I-P.04, Tableau 1) ;
- une sur les sols alluviaux de plus basse fertilité : sols très sableux, à texture très hétérogène, très pauvres en bases, en matière organique, P_2O_5 et K_2O (Sulanor I-P.08, Tableau 1).

Ces deux unités traitent de la mise au point continue des meilleures options techniques et économiques pour la fixation de la riziculture irriguée. Elles étudient en interactions, les facteurs de production suivants :

Tableau 1 : Variation de fertilité des sols en fonction des propriétés physico-chimiques et biologiques des sols, Agropastoril do Nordeste, PI

		pH eau	P (ppm)	K (ppm)	Ca + Mg (meq/100 g)	Al (meq/100 g)	M.O. (%)
Sols très sableux de basses potentialités (P-08)	I	5,2	3	35	1,7	0,3	0,2 à 0,5
	II	5,3	4	43	2,3	0,5	
Sols argileux de fortes potentialités (P-04)	I	5,5	20	47	> 10	0,1	1,5 à 2,3
	I	5,4	19	70	> 10	0,2	

- modes de travail du sol x rotations (modes de gestion) ;
- modes d'entretien de la fertilité minérale et organique ;
- variétés de riz, maïs, soja (progrès amélioration variétale par produit).

■ Une unité de création-diffusion, en conditions de cultures pluviales sur l'unité de paysage de collines à palmiers Babaçu (*Orbygna martiana*), sur sols d'origine sédimentaire, très remaniés avec localement horizons gravillonnaires en surface.

Cette unité traite de la fixation de l'agriculture pluviale dans un milieu extrêmement sensible à l'érosion (L. Séguy, S. Bouzinac *et al.*, 1983).

Les facteurs de production étudiés en interactions, sont les mêmes que dans le périmètre irrigué, avec toutefois, une priorité absolue accordée aux techniques de lutte contre l'érosion, dont les techniques de semis direct, avec couverture permanente du sol.

Dans chaque unité, et pour alimenter les systèmes spécifiques développés dans chaque milieu différencié, sont introduites, puis sélectionnées les cultivars de riz pluvial, irrigué, maïs, soja, qui permettent la meilleure optimisation agrotechnique et économique des systèmes.

Les systèmes irrigués à base de riz

Un système d'aménagement peu coûteux, original, qui préserve les unités de paysage originelles :

Le projet est installé sur la berge du rio Parnaíba, sur terrasses alluviales dont la granulométrie est extrêmement variable et hétérogène à courte distance en fonction de la nature des alluvions (bourelets de berge, lit majeur du rio, anciens méandres, etc.).

Les surfaces strictement planes y sont de très faible importance et les sols sont extrêmement hétérogènes : granulométrie, S, T, teneurs en matière organique varient dans de très larges proportions en fonction du matériau de base et de ses relations avec le régime hydrologique.

L'aménagement du périmètre irrigué est composé de deux parties :

□ une infrastructure très classique comprenant :

TM une digue de protection circulaire pour isoler le projet des crues, qui porte un canal de ceinture principal pour l'irrigation du périmètre intérieur,

TM un drain central qui est le produit de la rectification des rus intérieurs,

TM des pompes d'irrigation et de drainage.

Cette structure de base est simplifiée au maximum.

□ une infrastructure originale entre canal de ceinture et drain principal : un réseau temporaire, refait à chaque cycle de culture de diguettes en courbes de niveau, implantées tous les dix centimètres de dénivelé. La topographie originelle du paysage est conservée sans aucune nécessité de terrassement, d'où un coût d'aménagement global modeste.

La culture de riz irrigué est implantée, à chaque cycle, à travers la séquence d'opérations suivantes :

- préparation du sol à l'offset en conditions pluviales ;
- après affinage de la surface, passage d'un *land plane* pour éliminer le microrelief (mais sans modifier la pente naturelle du terroir) ;
- semis du riz en conditions mécanisées, pluviales ;
- passage d'un rouleau ;
- mise en courbes de niveaux (diguettes de +/- 40 cm de hauteur, avec outils mécanisés appropriés, voir photos), tous les 10 cm de dénivelé ;
- resemis des diguettes avec un semoir à la volée monté à l'avant du tracteur ;
- puis irrigation à partir du canal principal jusqu'au drain central par gravité, de diguettes en diguettes, dans lesquelles sont ménagées des ouvertures pour assurer

la circulation de l'eau. Ce système d'irrigation nécessite un personnel qualifié pour une bonne conduite de l'eau sur l'ensemble du périmètre ;

– l'irrigation peut ainsi se faire jusqu'à des côtes qui sont à plus de 15 m au dessus du niveau du fleuve (voir photos) ;

– à chaque cycle de culture, les courbes de niveaux (diguettes) sont détruites par un outil spécialement adapté (outil à disques) et la morphologie originelle du terrain est retrouvée, ce qui évite de condamner définitivement le projet à la seule spéculation riz irrigué ;

– le coût à l'hectare de ce type d'aménagement est nettement moins coûteux que les systèmes classiques (aux environs de 1 000 US\$/ha).

La mise en œuvre de la double culture annuelle de riz irrigué

C'est un des objectifs essentiels du projet, la capacité de l'usine étant supérieure à 20 000 tonnes de riz usiné par an.

Problématique générale (rappel)

La mise en œuvre de la double culture riz à un haut niveau de productivité se heurte à quatre problèmes essentiels simultanément :

■ Un problème **d'ordre technique et économique** (planification) : il faut respecter strictement le calendrier agricole de la double culture irriguée, calendrier qui doit utiliser au maximum la capacité des divers équipements, donc les placer dans les périodes climatiques les plus favorables, dès lors qu'elles sont compatibles avec l'objectif de maximisation de la productivité de riz.

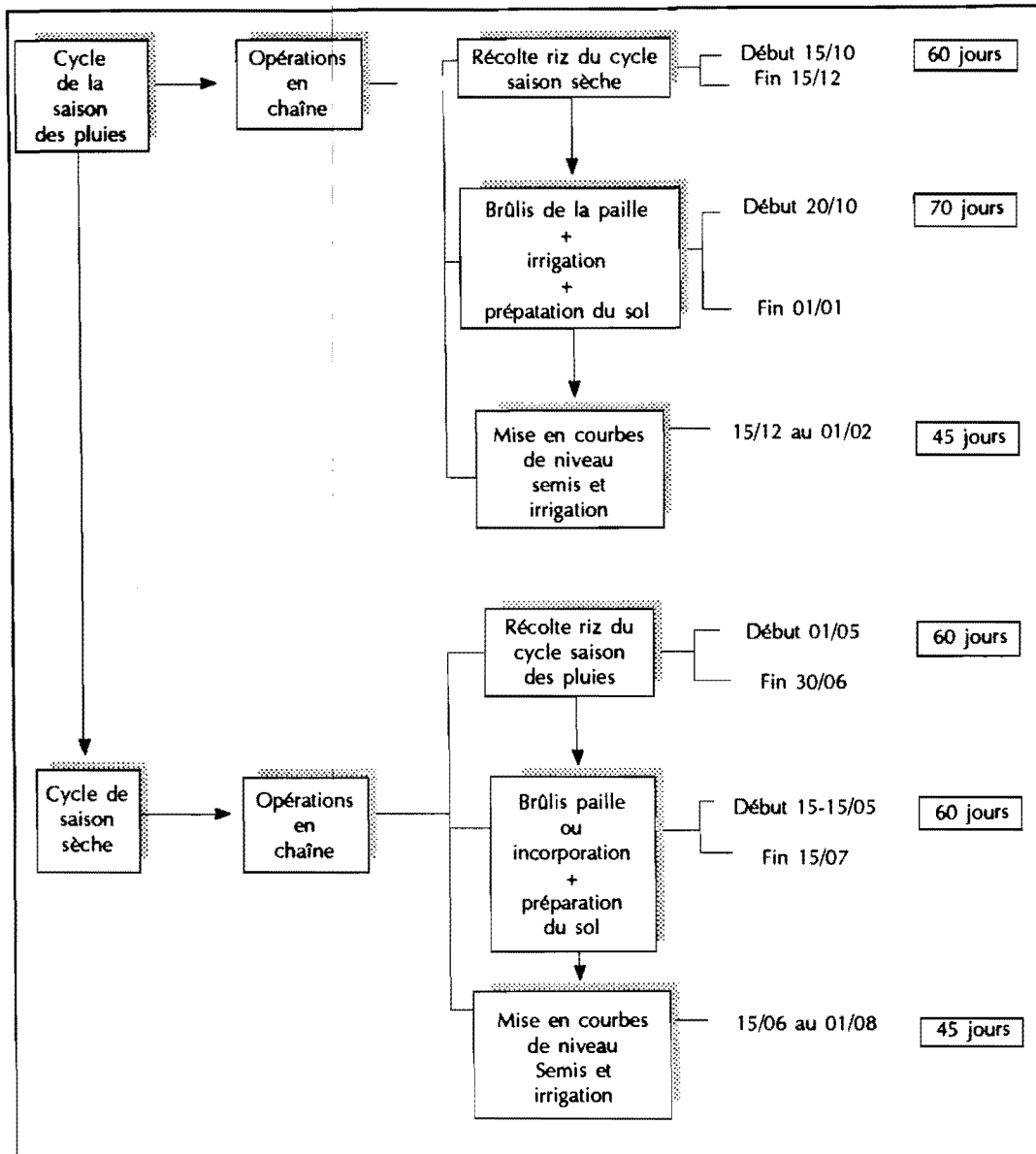
Le calendrier idéal qui respecte ces exigences est présenté schématiquement page suivante.

La résolution de ce problème majeur, nécessite, simultanément :

- une bonne planification et une excellente organisation logistique ;
- un parc mécanisé suffisamment équipé.

Toute erreur dans le calendrier se reporte sur le cycle suivant avec comme conséquences essentielles :

- perte de surface cultivée, non respect de la double culture ;
- perte de capacité des équipements et corrélativement :
- salissement des parcelles qui ne sont pas cultivées, soit globalement une perte substantielle de production et une augmentation importante des coûts de production.



■ Trois problèmes de nature **agronomique** :

- le problème des infestations des parcelles par resemis des riz laissés sur le champ à la récolte ;
- le problème de pollution croissante des parcelles par les riz rouges ;
- les hétérogénéités de productivités, liées à l'extrême variabilité de fertilité du facteur sol (potentialités physico-chimiques et biologiques, caractéristiques de rétention pour l'eau).

□ Le **problème de surdensité** créé par les resemis des riz provenant des pertes à la récolte est crucial : les pertes à la récolte peuvent être considérables comme le montrent le tableau 2 et la figure 6 : jusqu'à **deux tonnes à l'hectare**. Ces pertes sont liées à trois facteurs, simultanément :

- la **verse**, lorsque la productivité approche du potentiel maximal soit 8-9 t/ha, surtout dans les parties les plus basses du périmètre, sur les unités de sols organiques les plus fertiles ;
- la **perte de grains par les grilles de la moissonneuse-batteuse** lorsqu'elle saute les diguettes de retenue de l'eau, dont la densité peut couvrir plus de 40 % de la surface plantée, lorsque la pente dépasse 1,5 % ;
- le **différentiel de maturité à la récolte** (1) entre grains issus des diguettes et entre diguettes ; le riz naît en effet, dix à quinze jours plus tard sur les diguettes, le temps que l'eau d'irrigation gagne la totalité de la diguette par capillarité en début de cycle.

Tableau 2 : Variation de production à la récolte mécanisée du riz irrigué, sur l'ensemble du périmètre aménagé, en fonction du facteur type de sol et de la verse, Agropastoril do Noredeste, décembre 1988, cycle riz de saison sèche.

Variété	Type de sols(1)	Parcelles de grande culture	Riz non versé(2) [kg/ha]	Riz versé(2) [kg/ha]	Pertes à la récolte sur riz versé (%)
CICA 8	Sol riche	06C	8 000	5 725	28,5
		3A et 3B	8 125	5 950	26,8
	Sol pauvre	10	6 430	4 500	30,1
Mética 1	Sol riche	3 c	7 370	6 325	14,2

(1) Type de sol :

- sol riche, riche en M.O., $S > 10$ meq/100 g
- sol pauvre, pauvre en M.O., $S < 3$ meq/100 g

(2) Moyenne de quatre répétitions de 20 m²/parcelle

Ces grains perdus, dont la quantité peut dépasser 2 t/ha, créent des conditions de croissance très défavorables au semis suivant :

- la surdensité facilite la croissance de plants très fins, fragiles, très sensibles à la verse ;
- cette pollution constante complique toute velléité de changement de variété, qui est une des voies essentielle du progrès technologique.

□ Le **problème des riz rouges**. Ces semences, également très polluantes, ont été apportées sur le projet par les semences. Leur proportion s'accroît de cycle en cycle. La possibilité de contrôle dans la culture est nulle.

(1) Ce problème est maintenant nettement minimisé par la confection de diguettes dont la configuration nouvelle permet :

- une émergence homogène du riz ;
- des pertes moindres à la récolte.

Grâce à une nouvelle machine, beaucoup plus performante.

□ La **variabilité du facteur fertilité du sol** est importante sur le projet. Il faut donc niveler la productivité vers le haut, vers le potentiel des sols les plus riches, ce qui entraîne :

- la nécessité d'itinéraires techniques différenciés en fonction du type de sol ;
- des contraintes supplémentaires pour la planification des opérations mécanisées et du calendrier agricole.

La recherche sur les systèmes irrigués, face à cette problématique

Elle porte essentiellement sur la mise au point des systèmes de cultures irrigués les plus performants, bâtis, à la fois sur l'option double culture riz annuelle mais aussi sur des rotations riz-maïs, riz-soja, dans lesquelles la culture de riz est réservée à la saison sèche (cycle le plus productif) et les cultures de maïs et soja sont pratiquées en saison des pluies.

L'optimisation de ces systèmes vise les objectifs de :

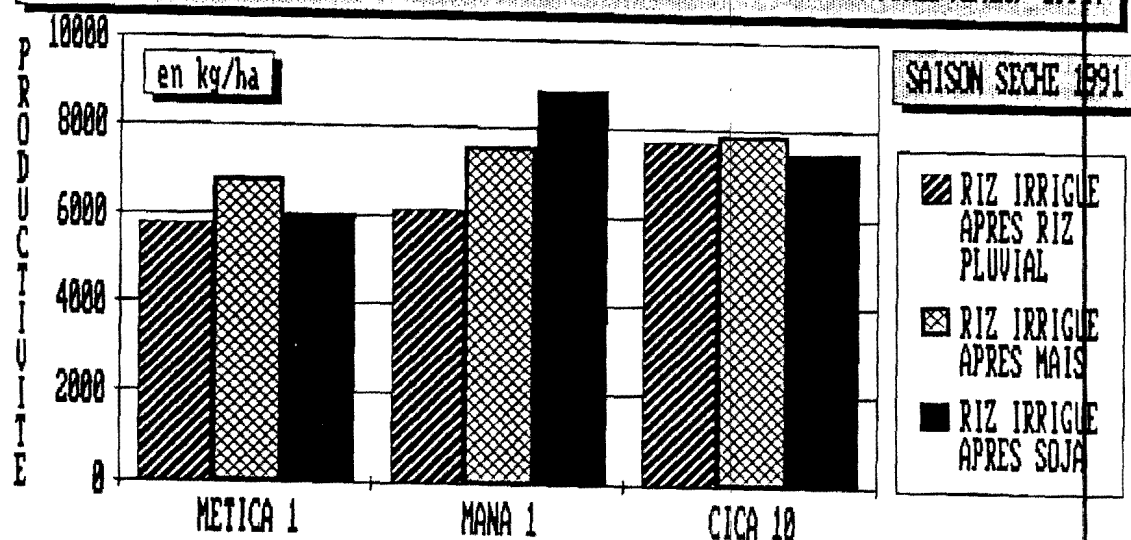
- diversification des activités agricoles, avec possibilité de multiplier des semences pour la région nord (soja, maïs, coton, riz) ;
- résolution des problèmes de pollution par les riz rouges et les riz laissés au champ à la récolte ;
- minimisation des coûts de la double culture annuelle en favorisant :
 - des coûts minimums et des marges à l'hectare maximales durant le cycle de saison des pluies, le moins productif,
 - une concentration des investissements sur le cycle de saison sèche, le plus productif.

Highlights 1991-92 sur les systèmes irrigués

Sur le riz irrigué de saison sèche, le plus productif

La variété **Mana 1**, à très elle qualité de grains (1), se montre la plus productive : elle dépasse **900 kg/ha** sur précédent soja de saison des pluies (figure 1).

FIG.1 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ IRRIGUE EN SAISON SECHE EN FONCTION DE DIVERS PRECEDENTS (toutes fumures confondues) - SOL RICHE - SULANOR 1 - MIGUEL ALVES/ 1991.



La variété **CICA 10**, qui est la variété actuelle du projet, est extrêmement stable, sa productivité se maintient aux environs de **8 000 kg/ha**, quelque soit le précédent cultural de saison des pluies et le niveau de fumure (figures 1 et 2).

Metica 1, est nettement inférieure aux deux variétés précédentes, avec une productivité moyenne voisine' de **6 000 kg/ha** (figure 1).

Des trois variétés **Mana 1**, est celle qui répond le mieux à l'azote : sa productivité est toujours la plus élevée sur précédent **soja** de saison des pluies, quel que soit le niveau de fumure (figure 3).

Sur ce type de sol, alluvial, à fortes potentialités, l'application du niveau de fumure faible (A_1 : 150 kg/ha - 5-25-25 + 150 kg urée en couverture) est suffisant pour maintenir les rendements entre **7 500 et 8 500 kilos** pour les deux meilleures variétés : **CICA** et **MANA 1** (figure 3) ; de même, pour ce qui concerne la couverture azotée, la combinaison **200 kg/ha** de sulfate d'ammoniaque à 30 jours + **50 kg/ha** d'urée à 60 jours permet d'assurer **8 000 kg/ha** avec la variété **CICA 10** (figure 4).

(1) Grain très long, fin, seul défaut : rendement à l'usinage faible, aux environs de **60 %**, avec des enveloppes très abrasives. Sa qualité de grain usiné mérite une commercialisation spéciale (présentation, **prix**, exportation vers **Europe**).

FIG.2 PRODUCTIVITES DU RIZ IRRIGUE EN SAISON SECHE EN FONCTION DE DIVERS PRECEDENTS x NIVEAUX DE FUMURE -(Q, 04) - SULANOR I - MIGUEL ALVES -1989/1991.

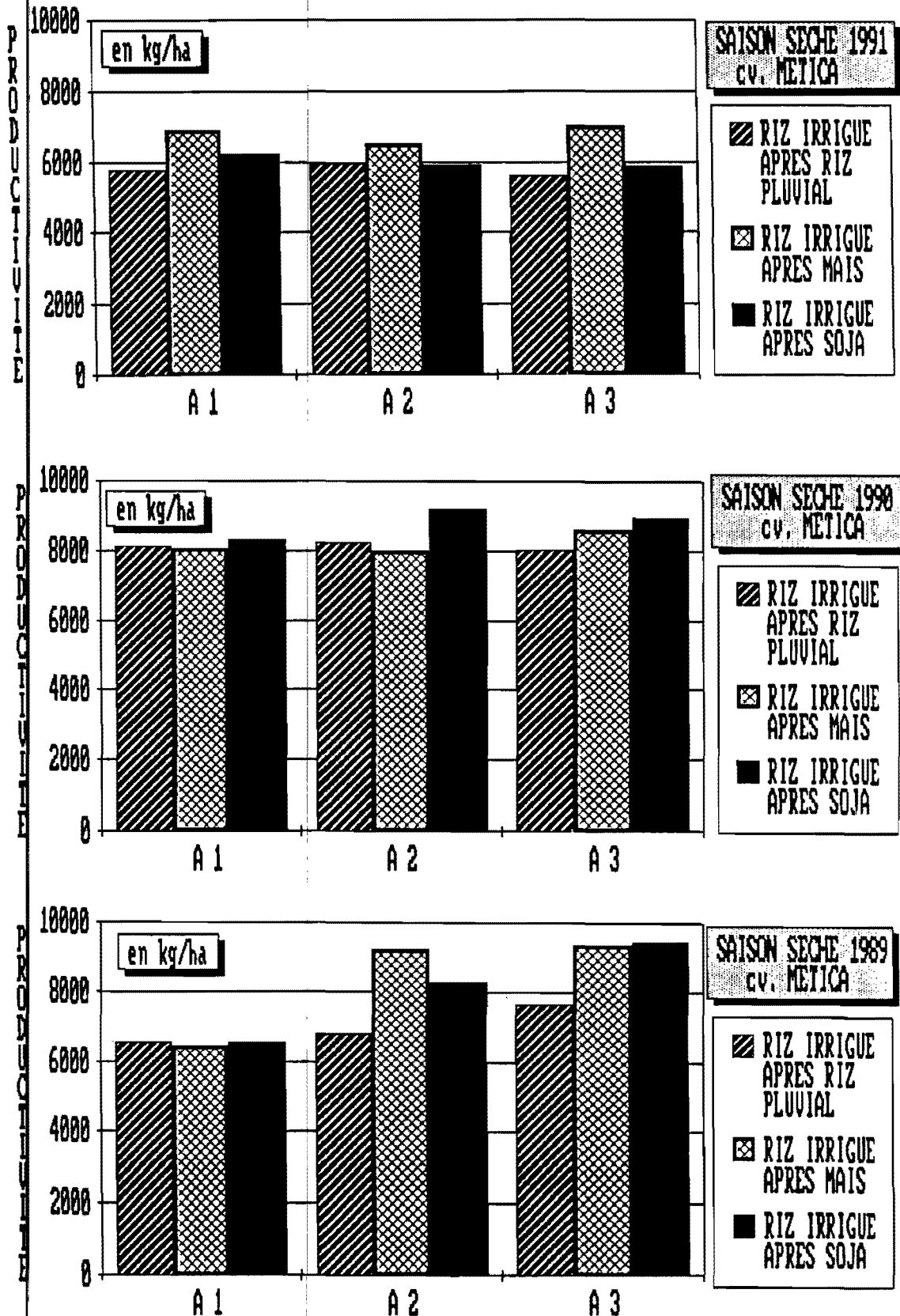


FIG.3 PRODUCTIVITES DE 3 VARIETES DE RIZ IRRIGUE EN SAISON SECHE EN FONCTION DE DIVERS PRECEDENTS x NIVEAUX DE FUMURE -(Q. 84) - SULANOR I - MIGUEL ALVES/ 1991.

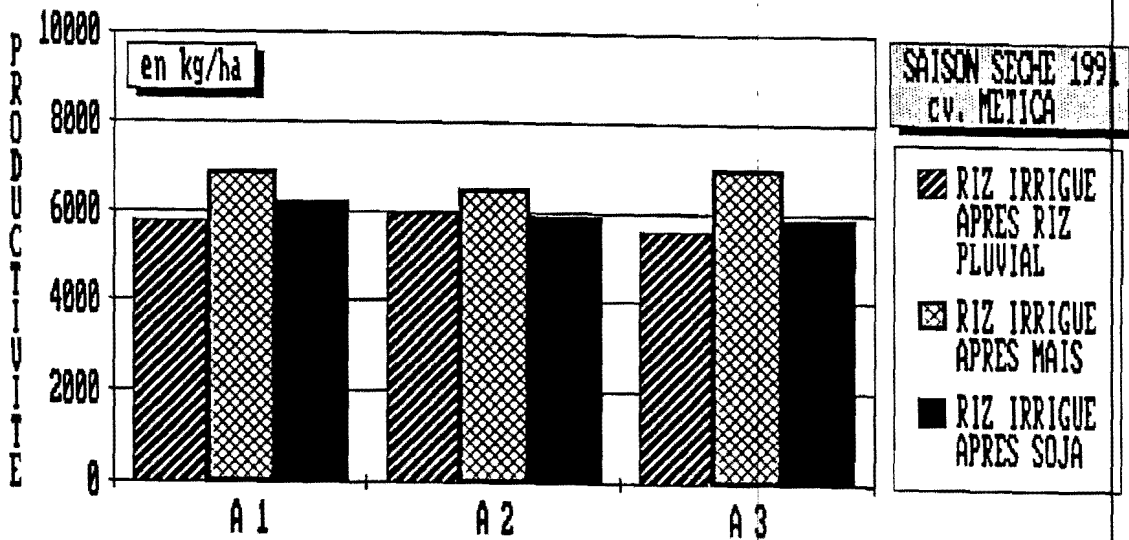
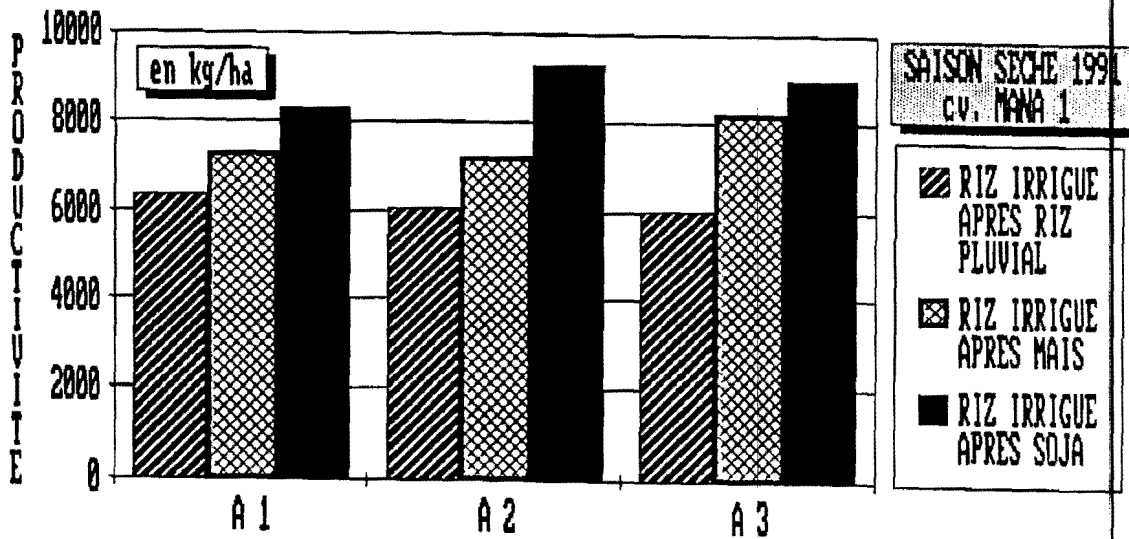
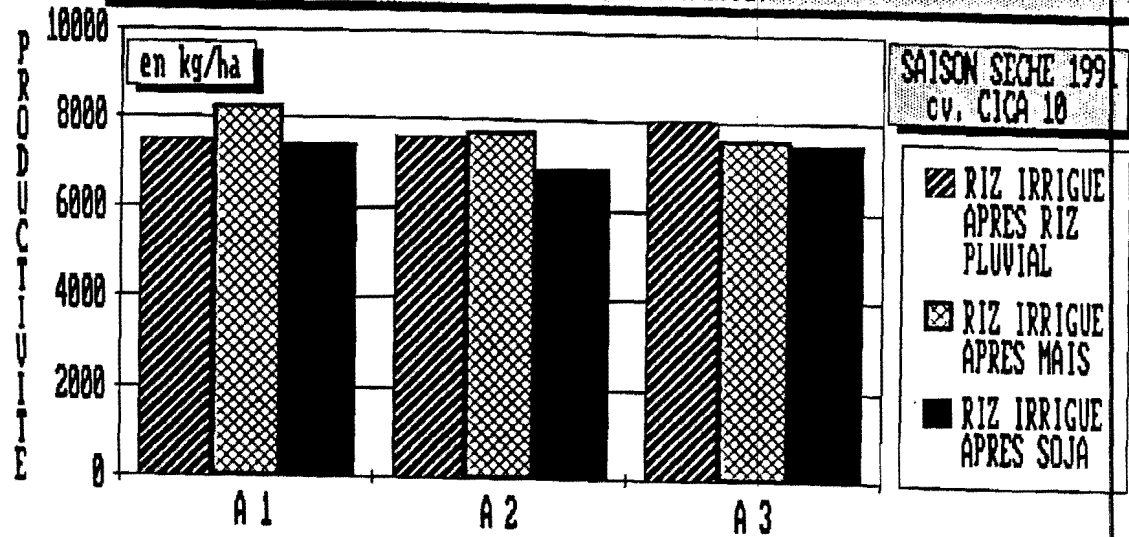
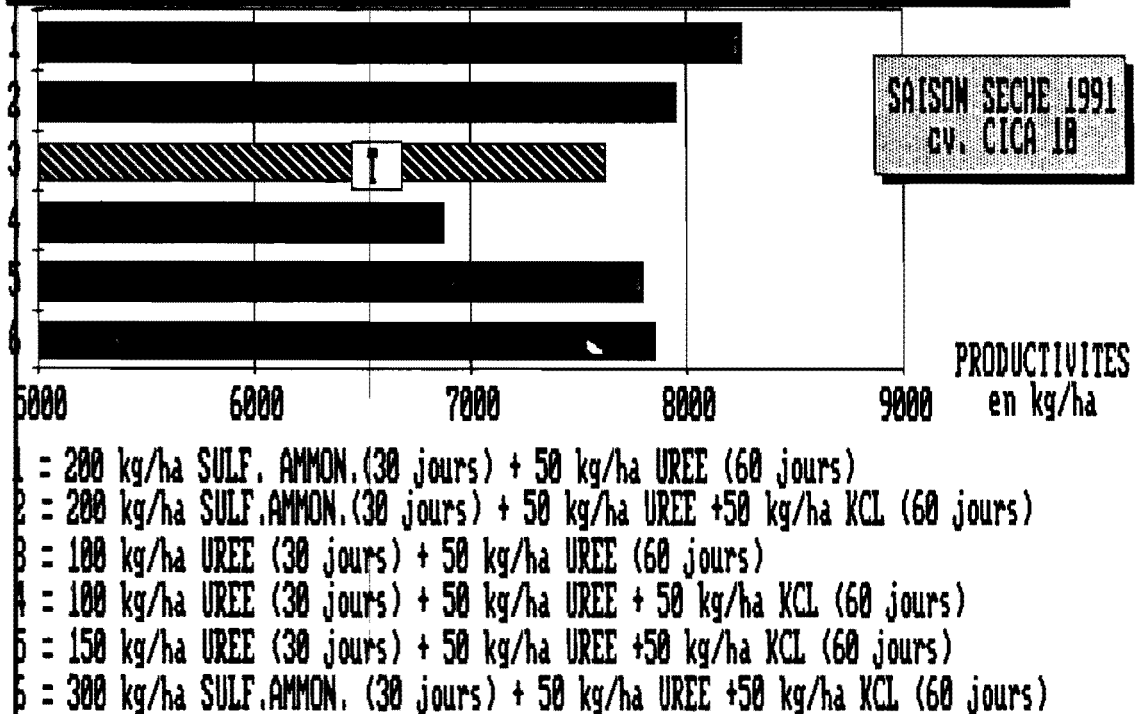


FIG.4 INFLUENCE DE DIVERSES COUVERTURES N & K SUR PRODUCTIVITE RIZ IRRIGUE
EN SAISON SECHE - SULANDOR I - 1991



Sur le riz de saison des pluies, le moins productif

Notre objectif essentiel est : résolution des problèmes de pollution par les riz rouges et les riz laissés au champ à la récolte.

La technique du **semis direct** alliée à l'utilisation de variétés à **aptitudes pluviales, de cycle court**, permet de maîtriser ces deux problèmes qui sont maintenant cruciaux pour le maintien économique du projet :

- malgré une année climatique catastrophique, puisque le cycle semis-récolte du riz pluvial n'a reçu que **deux mois de pluies** avec un semis du 10 février 1992 (figure 5). La variété n° 183, de cycle court (95 jours) produit plus de 2 200 kg/ha en semis direct (figures 6, 7) avec 50 à 60 % de grains vides, sur les sols en position topographique la plus élevée du périmètre irrigué, soit **sans assistance de la nappe phréatique** ;
- un brûlis bien réalisé, des pailles du cycle de saison sèche, complété par l'application de gramoxone (1 à 1,5 l/ha en deux applications, à une semaine d'intervalle) **avant semis**, sur les riz laissés en terre du cycle précédent, permet une excellente maîtrise des riz rouges et des riz laissés en terre, avec un degré de pollution estimé à moins de 2 % ;
- de plus, l'utilisation d'un **riz de cycle court**, permet **d'éliminer à la récolte** le peu de riz polluants (rouge + variété du cycle précédent) car ils sont de cycle plus long, de 15 à 20 jours, donc encore verts à la récolte et éliminés avec les

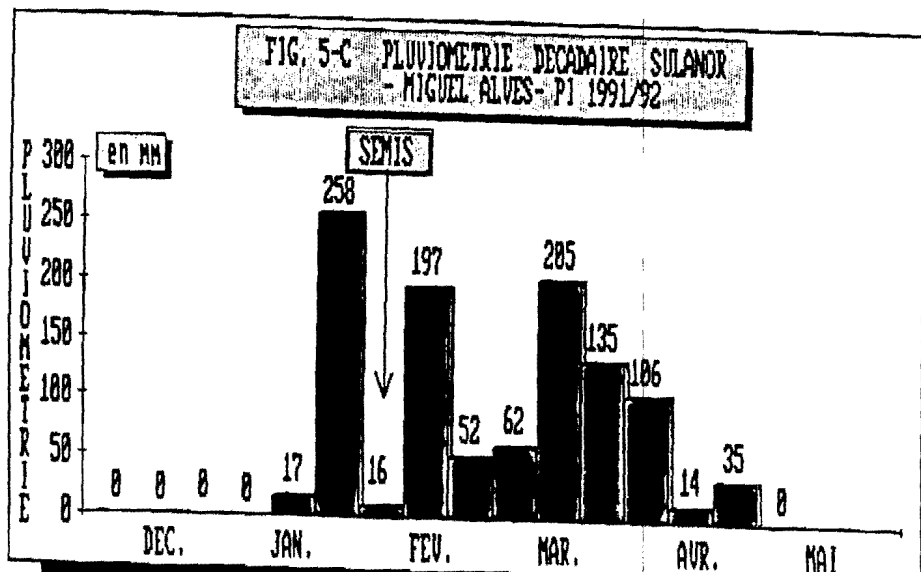
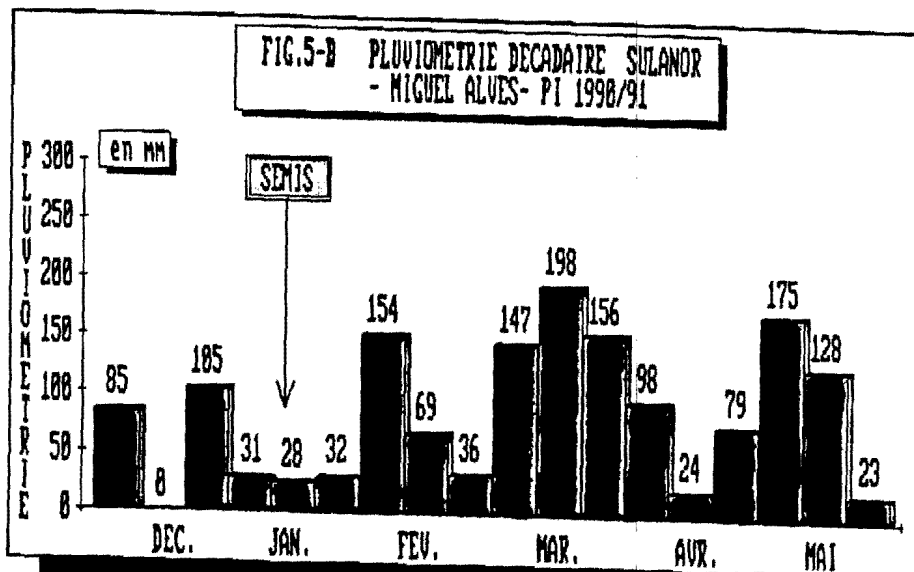
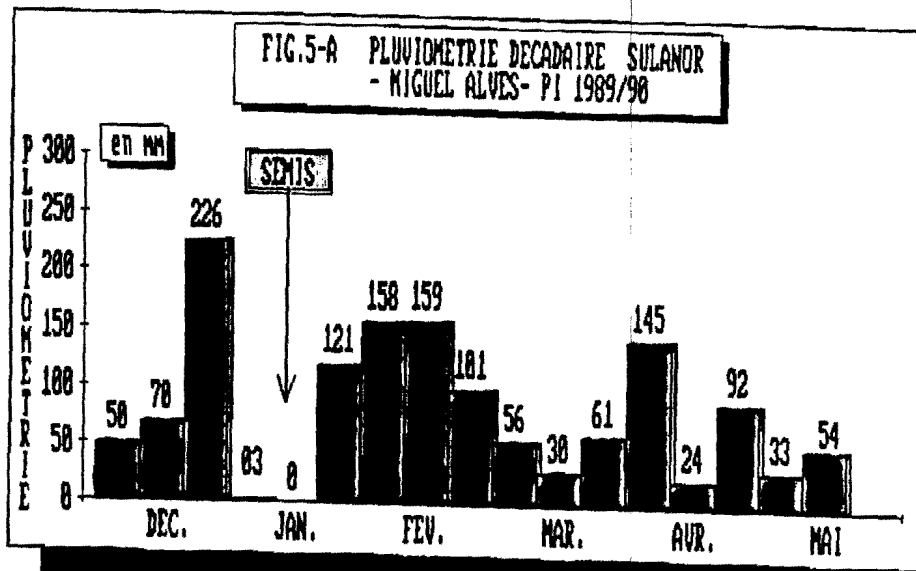


FIG.6 PRODUCTIVITES DU RIZ PLUVIAL, EN SAISON DES PLUIES, EN FONCTION DE 2 TRAVAUX DU SOL x 3 PRECEDENTS (toutes fumures confondues) - SOLS RICHES - (Q, 04) - SULANOR I - MIGUEL ALVES/ 1992.

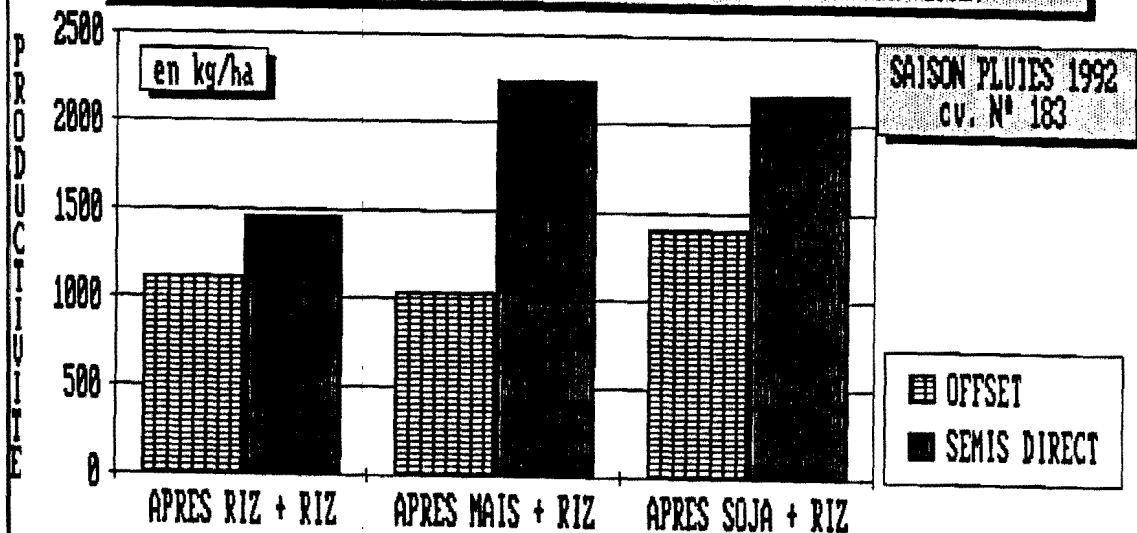
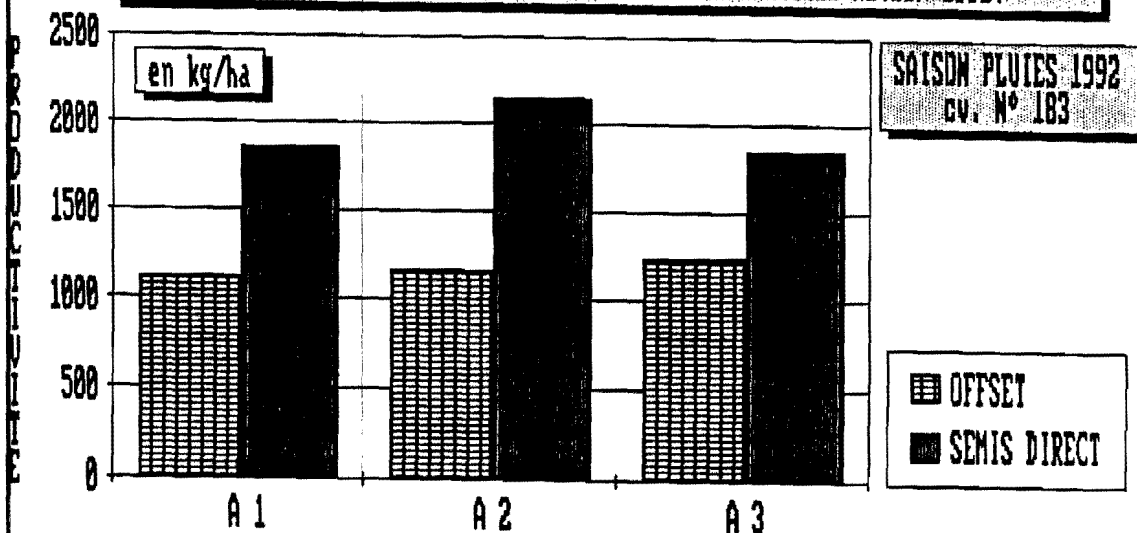


FIG.7 PRODUCTIVITES DU RIZ PLUVIAL, EN SAISON DES PLUIES, EN FONCTION DE 2 TRAVAUX DU SOL x 3 NIVEAUX DE FUMURE (tous precedents confondues) -SOLS RICHES (Q, 04) - SULANOR I - MIGUEL ALVES/ 1992.

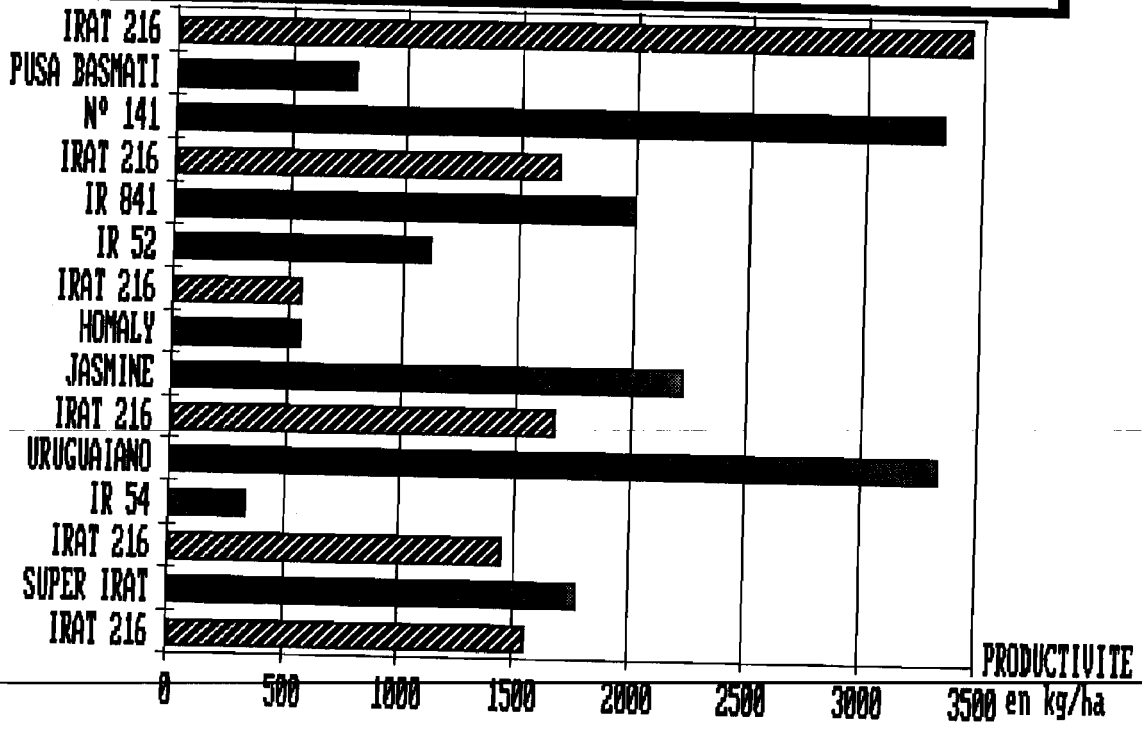


impuretés. La variété à cycle court, créée sur le projet (n° 183) présente, en outre, une qualité de grain excellent, long et fin et un rendement à l'usage exceptionnel (rendement en grains entiers supérieur en moyenne à 60 % en conditions d'alimentation hydrique non limitantes).

Parmi les nouvelles variétés en sélection, à cycle court, de très belle qualité de grain, qui pourront être utilisées dans ce système "nettoyant" de semis direct en saison des pluies, citons :

- Uruguiano (figure 14) ;
- Ciwini blanc, matériel fixé en cours de multiplication et évaluation ;
- MN₁ et MN₂, matériel fixé en cours de multiplication et évaluation.

**FIG.14 PERFORMANCES VARIETALES RIZ EN CONDITIONS PLUVIALES ET SEMIS DIRECT
- SEMIS MANUEL -SOLS PAUVRES (Q.08) - SULANOR I / 1992**



Cette technique de semis direct x variété de cycle court, permet en outre, de pouvoir changer de cultivar sur le projet sans générer de mélange incontrôlable, soit d'incorporer les progrès de la recherche dans ce domaine.

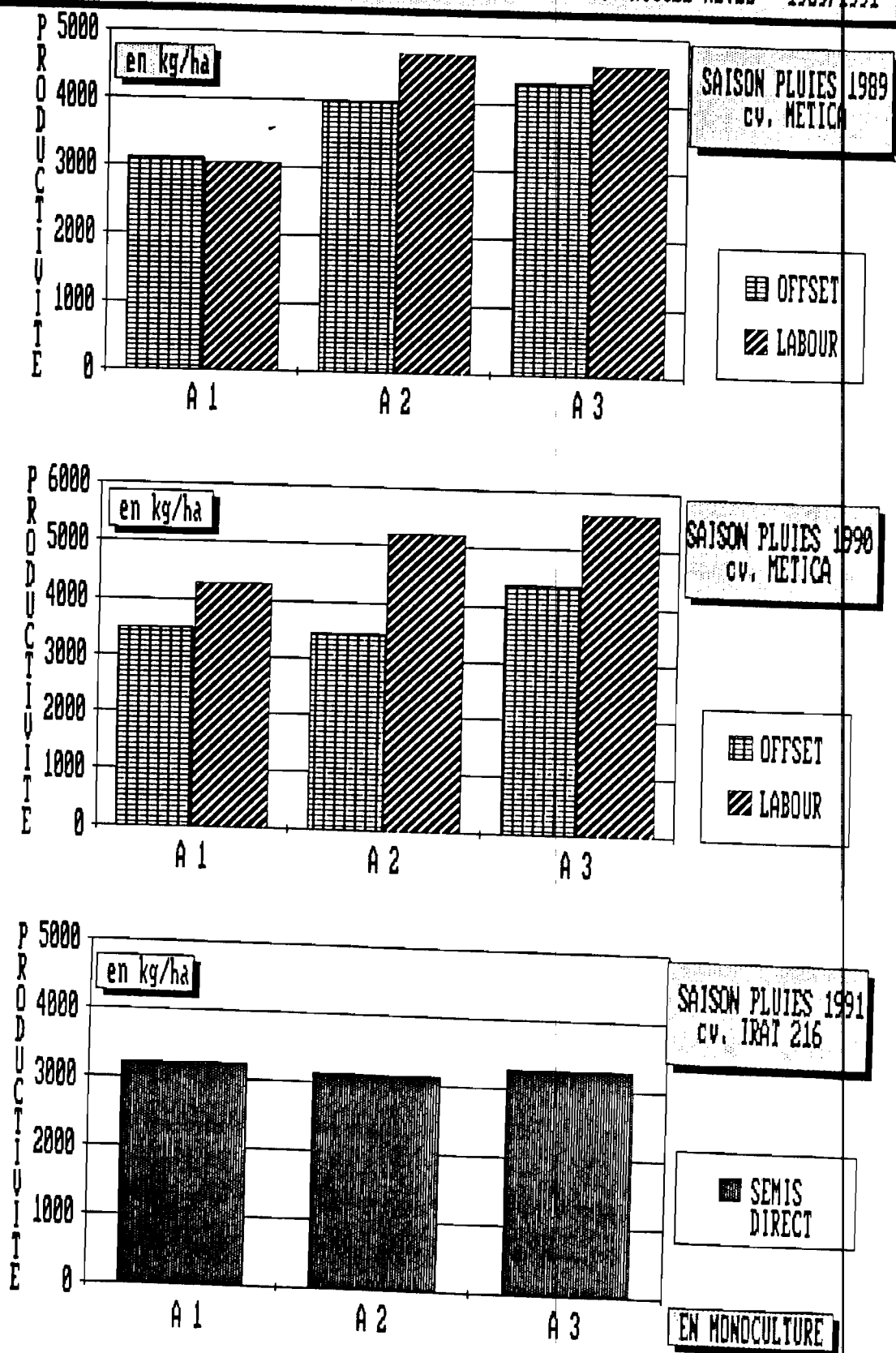
Résultats confirmés sur les systèmes irrigués

Les résultats réunis dans les figures 2 et 8, qui résument l'évolution des rendements cumulés annuels dans le système "riz pluvial en saison des pluies suivi de riz irrigué en saison sèche", de 1989 à 1992, avec une forte variabilité climatique au cours des trois saisons des pluies, confirment les conclusions suivantes :

- le total de production de riz par hectare et par an, oscille entre **12 et 14 tonnes par hectare**, avec une production de riz pluvial de saison des pluies qui s'échelonne entre 2 000 kg/ha dans le cas le plus défavorable à 5 tonnes en année pluviométrique abondante et régulière et des productivités relativement stables avoisinant 8 000 kg/ha pour le riz irrigué de saison sèche ;
- sur ce type de sol à fortes potentialités, si l'effet des fortes fumures minérales est significatif la première année, il devient négligeable à partir de la seconde année (figures 1 et 2), surtout avec la variété **CICA 10**.

Les cultures de soja et maïs qui entraient au cours du cycle de saison des pluies, comme option "nettoyante" en rotation avec le riz irrigué de saison sèche, ne sont plus reconduites à partir de cette année, en raison de leurs possibilités extrêmement limitées d'extension sur le périmètre irrigué ; en effet, 90 % de la surface de ce dernier est engorgée de façon permanente, voire inondée légèrement dans les parties les plus basses en cas d'excès pluviométriques, soit des conditions d'hydromorphie extrêmement limitantes pour ces cultures ; les résultats néanmoins intéressants obtenus sur les deux années précédentes, sont dus à la position topographique du site expérimental qui se situe sur les 10 % de la surface la plus élevée. Ce sont des lanières de sols, exondées, dominant le périmètre, totalement hors de portée de l'influence de la nappe phréatique (**bourrelets de berge**).

FIG. B PRODUCTIVITES DU RIZ PLUVIAL EN FONCTION DE 3 NIVEAUX DE FUMURE x 2 TRAVAUX DU SOL, EN SAISON DES PLUIES - SOLS RICHES - SULANOR I - MIGUEL ALVES - 1989/1991



Les systèmes de cultures pluviaux

Problématique générale

Relèvent des systèmes de cultures pluviaux, deux grandes catégories d'unités de paysage et de sols :

- les sols très sableux de bas-fond, avec enclaves de sols localement salés ;
- les sols des collines sur matériau sédimentaire, à faciès textural et organique très hétérogène, avec passées locales de gravillons ferrugineux dans l'horizon de surface.

■ **La première catégorie des sols très sableux de bas-fond** peut être intégrée à l'aménagement pour produire du riz irrigué en **saison sèche** avec irrigation, avec toutefois deux exigences :

- forte consommation d'eau (faible capacité de rétention) ;
- niveau fort de fumure minérale (+ correction au thermophosphate).

En saison des pluies, compte tenu de leur position basse dans la topographie, ces sols bénéficient de l'influence de la nappe phréatique et peuvent donc supporter une culture de riz pluvial. Toutefois, étant donné le fort risque d'inondation, seul le riz peut être envisagé.

■ **La seconde catégorie de sols développés sur matériau sédimentaire**, de l'unité de paysage des collines en demi-orange, à pentes fortes, supérieures à 5-7 %, portant des forêts naturelles de palmiers Babaçus, présentent un facteur très limitant à leur mise en culture : leur extrême sensibilité à l'érosion, malgré un potentiel de production intéressant, bien que très hétérogène (L. Séguy *et al.*, 1983). La recherche doit donc mettre l'accent en priorité sur les modes de gestion des sols et des cultures qui permettent de préserver le capital sol et l'espace rural : les techniques de semis direct avec couverture morte permanente sont sans aucun doute, les plus urgentes à mettre au point (voir photos).

Résultats de la recherche sur les systèmes de cultures pluviaux face à cette problématique, 1989-1992

■ Sur l'unité sols pauvres de bas-fond, à faciès sableux

Highlights 1992

Ces sols, à faciès sableux, occupent plus de 25 % de la surface du périmètre irrigué ; ils présentent de fortes hétérogénéités texturales, teneur en matière organique, richesse en bases, à **très courte distance** ; localement apparaissent même des auréoles de sols salés stériles.

Malgré les conditions climatiques désastreuses (figure 5), les meilleures variétés : CIAT 20, Diwoni et Mana 1 atteignent une productivité de 4 000 kg/ha sur le niveau de fumure le plus élevé A₂ avec technique de semis direct qui génèrent les niveaux de productivité les plus élevés (figures 9 et 10 ; tableau 3) ; dans les mêmes conditions, les cultivars N° 183 et CIAT 24, obtiennent des rendements supérieurs à 3 000 kg/ha (figure 2 et tableau 3) ; dans tous les cas, ces cinq variétés sont nettement supérieures au témoin IRAT 216 ; et présentent une qualité de grain supérieure à celle de IRAT 216.

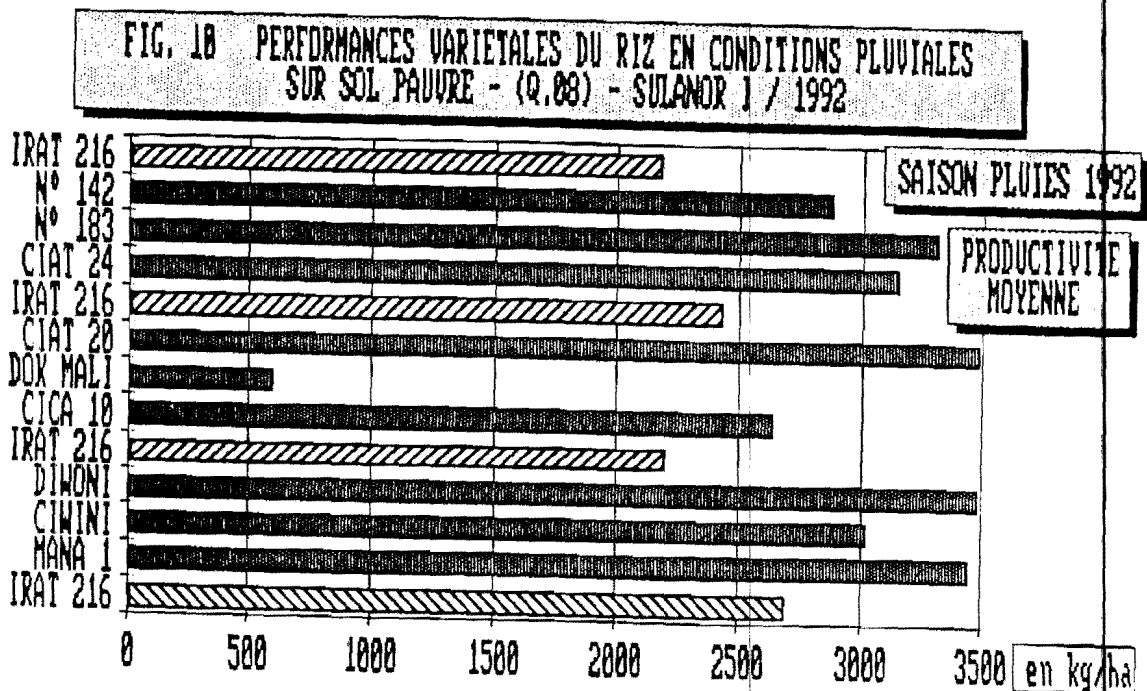
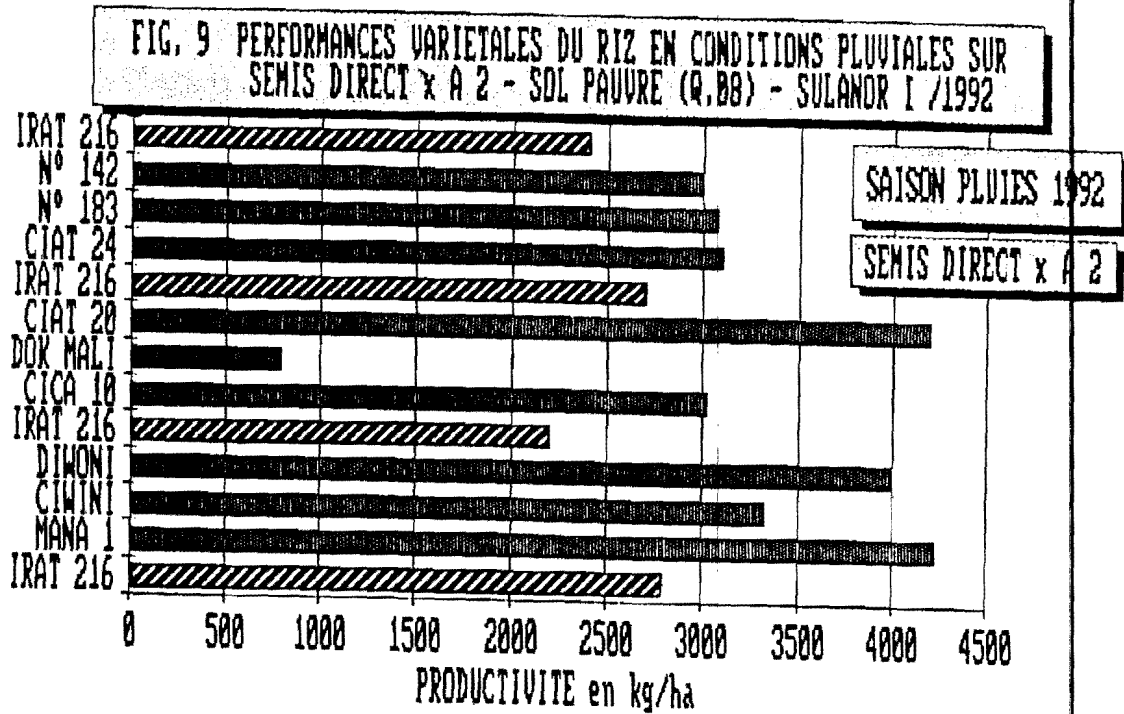


Tableau 3. Productivité du riz pluvial sur sol pauvre de bas-fond, à faciès sableux, saison des pluies 1992. Projet Agropastoral do Nordeste, Miguel Alves PIAUI.

Variété	Modes de gestion des sols						Productivité moyenne générale X_c
	Offset		Semis direct (3)				
	A_2 (2)	% T	A_2 (2)	% T	A_2 (2)	% T	
N° 183	3 250 (166)		3 100 (129)		2 025 (92)		2 792 (128)
IRAT 216 (témoin) T	1 950 (100)		2 400 (100)		2 200 (100)		2 183 (100)
N° 142	2 650 (137)		3 000 (121)		3 000 (129)		2 883 (128)
N° 183	3 700 (192)		3 075 (120)		3 175 (130)		3 317 (144)
CIAT 24	3 450 (180)		3 100 (118)		2 900 (113)		3 150 (133)
IRAT 216 (témoin) T	1 900 (100)		2 700 (100)		2 700 (100)		2 433 (100)
CIAT 20	2 600 (135)		4 200 (136)		3 650 (139)		3 486 (146)
Dok Mali	0		800 (33)		1 000 (39)		600 (25)
CICA 10	1 900 (96)		3 025 (130)		3 000 (121)		2 640 (117)
IRAT 216 (témoin) T	2 000 (100)		2 200 (100)		2 400 (100)		2 200 (100)
Diwoni	2 750 (129)		4 000 (170)		3 700 (149)		3 482 (150)
Ciwini	2 750 (121)		3 325 (133)		3 000 (116)		3 025 (123)
Mana 1	2 300 (95)		4 225 (159)		3 825 (144)		3 450 (134)
IRAT 216 (témoin) T	2 550 (100)		2 800 (100)		2 750 (100)		2 700 (100)
		$X_{OF,A2} = 2 410$		$X_{SD,A2} = 2 996$		$X_{SD,A1} = 2 810$	
		$\frac{X_{SD,A2}}{X_{OF,A2}} \times 100 = 124$		$\frac{X_{SD,A2}}{X_{SD,A1}} \times 100 = 107$			

(1) Cinq répétitions de 10 m²/cultivar + 8 000 m²/cultivar récoltés mécaniquement. Dispositif expérimental : collection testée avec témoin intercalé (IRAT 216).

(2) Fumure minérale : $A_1 = 300$ kg/ha 4-20-20 + micro au semis + 150 kg/ha urée ; $A_2 = A_1$ + thermophosphate Yoorin tous les deux ans.

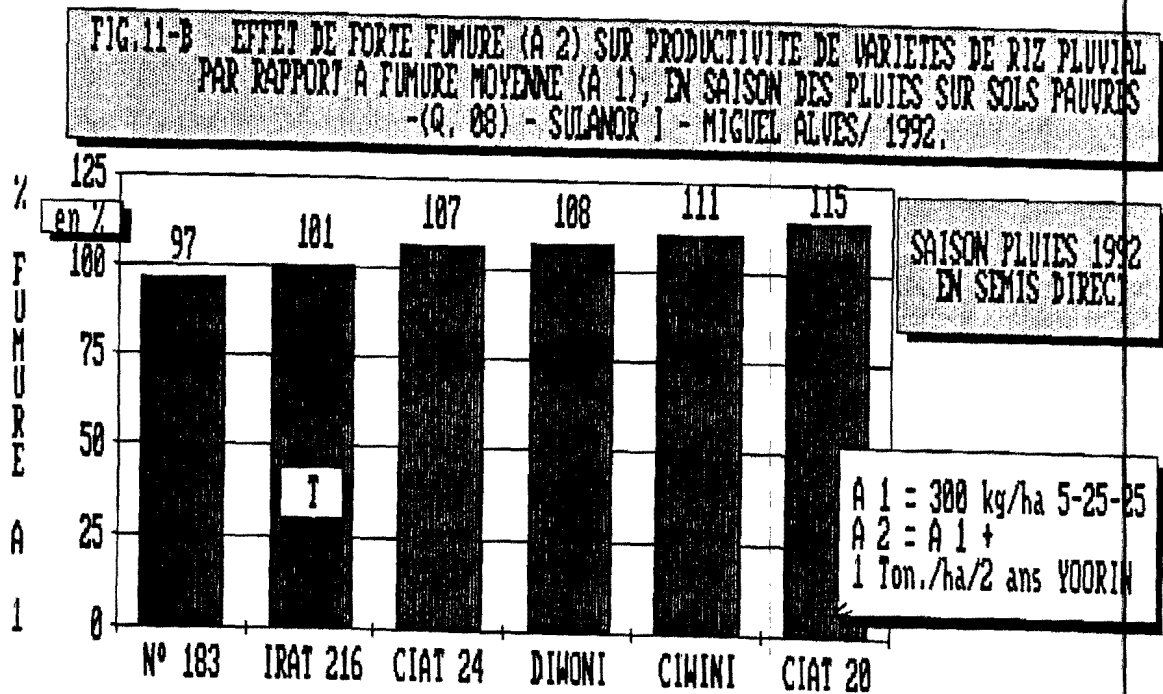
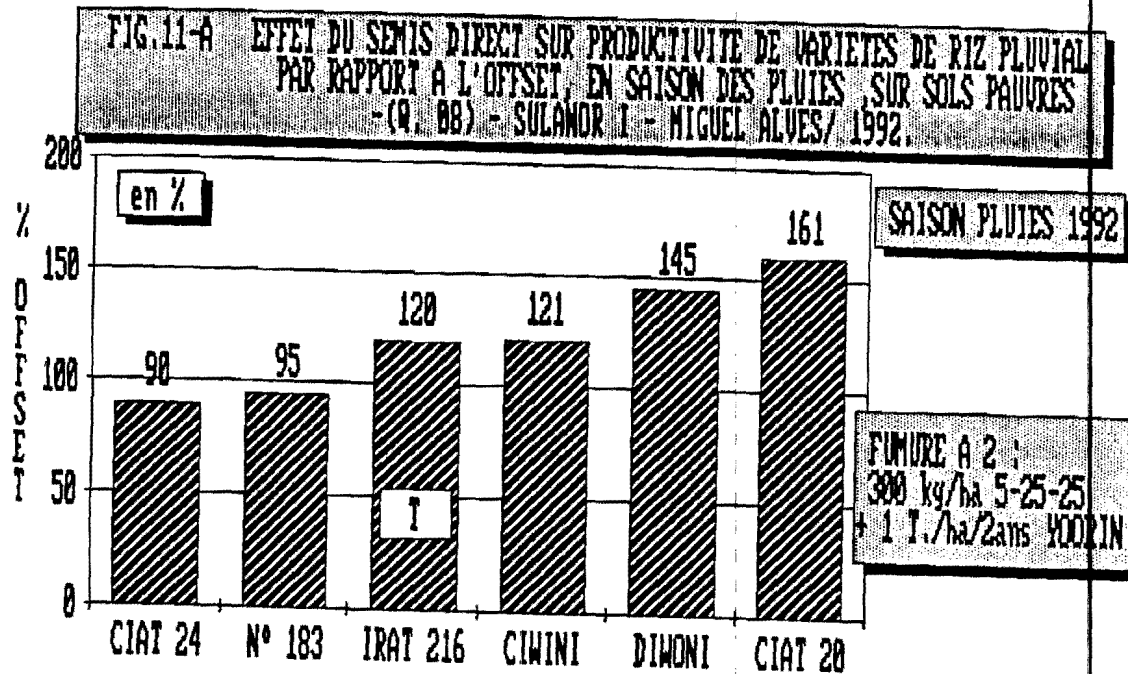
(3) Sur couverture de *Calopogonium mucunoides* + pailles de riz, après herbicide de présemis (1,5 l/ha Roundup + 1,5 l/ha 2-4 D amine + 1 l/ha Reglone une semaine après).

Le semis direct est la meilleure technique de semis sur ce support, surtout pour les deux meilleures variétés CIAT et Diwoni qui produisent respectivement 61 % et 45 % de plus que sur la préparation du sol à l'offset (figure 11a).

L'effet du niveau de fumure est moins important que celui des techniques culturales, puisque les gains de rendements produits sur la fumure forte A_2 par rapport à la fumure moyenne A_1 , vont de 8 à 15 % pour les meilleures variétés Diwoni et CIAT 20 (figure 11b).

Parmi les nouvelles variétés prometteuses (figure 14), se révèlent les cultivars N° 141 et Uruguaiano, qui se montrent nettement plus productives que IRAT 216, sur ce support ; leur productivité dépasse 3 300 kg/ha dans ces conditions climatiques sévères et dépasse largement celles de l'ensemble des variétés testées.

En résumé, les résultats obtenus confirment (comme le montrent les figures 12 et 13) que même en conditions de déficit pluviométrique marqué, le riz pluvial présente une bonne **stabilité de production** sur ce support : les rendements des



meilleures variétés sont régulièrement supérieurs à 4 000 kg/ha malgré des années climatiques très dissemblables. Cette stabilité de la productivité, indique que le riz pluvial s'alimente en eau à partir de la nappe phréatique. Ce résultat est **essentiel**, car il conforte les possibilités de culture de riz pluvial en saison des pluies sur le périmètre, dont la majeure partie des sols se trouve dans la même position topographique.

FIG.12 PRODUCTIVITE DU RIZ PLUVIAL EN FONCTION DE LA FUMURE x TRAVAIL DU SOL,
SUR SOLS PAUVRES (Q,08) - SULANOR 1 - MIGUEL ALVES /1989 ET 1990

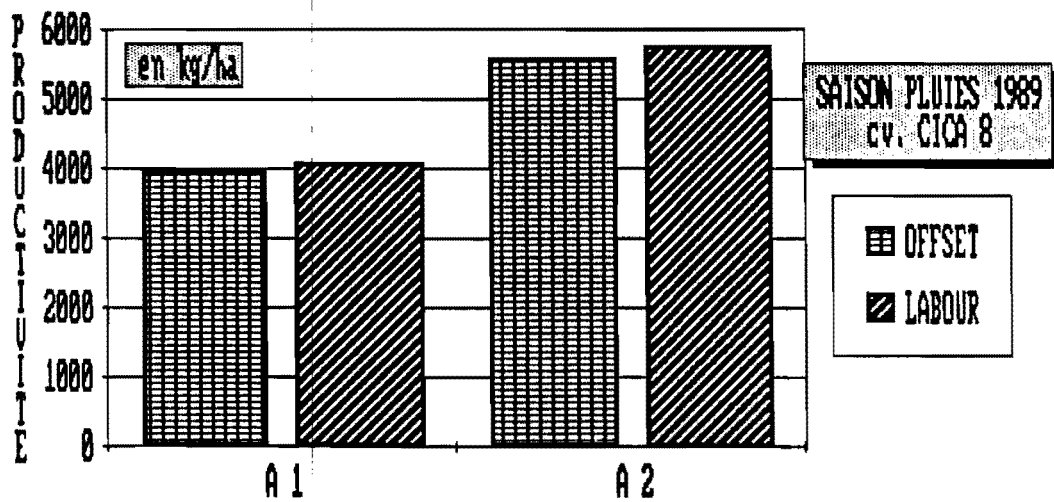
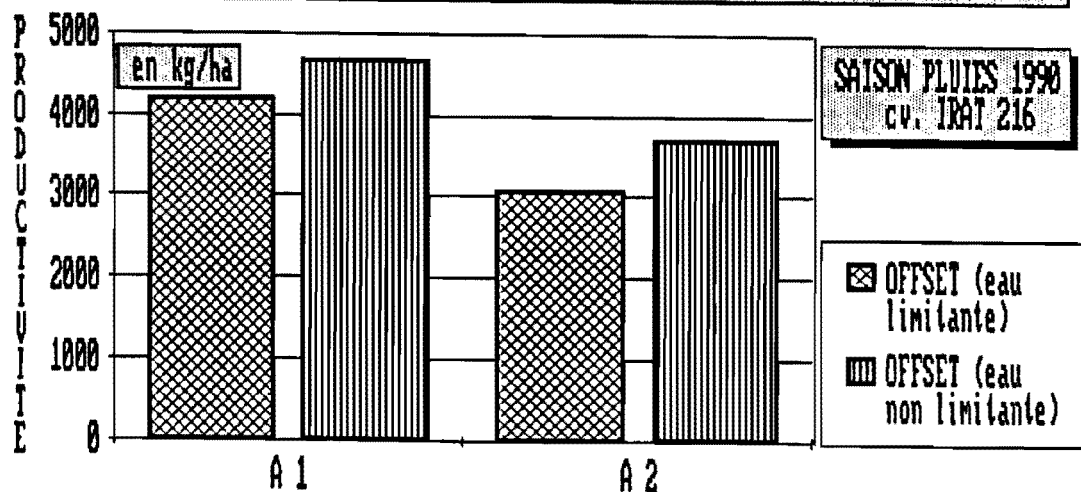


FIG.12-B PRODUCTIVITE DU RIZ PLUVIAL EN FONCTION DE LA FUMURE x CONDITIONS HYDRIQUES,
SUR SOLS PAUVRES - Q, 08 - SULANOR 1 -MIGUEL ALVES/ 1990



■ Sur les sols à faciès remaniés des collines en demi-orange couverte de végétation à palmier babaçus (*Orbygnia martiana*)

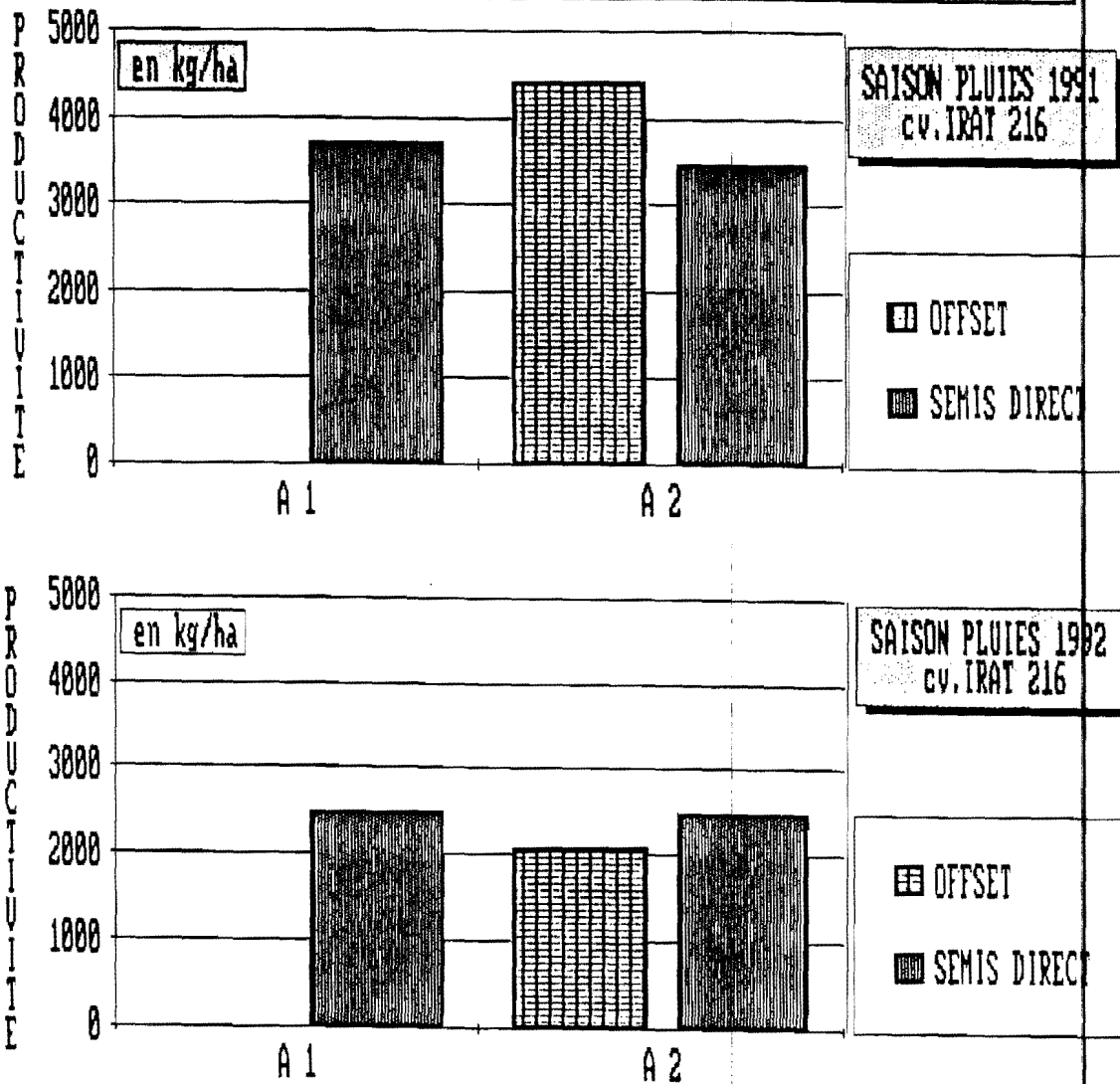
Les conditions climatiques sévères sont partiellement sélectives pour les différentes cultures dans ce type de milieu.

Highlights 1992

■ Tri et sélection variétale riz

Les variétés, maintenant fixées, N^{os} 285 à 297, sont nettement supérieures au témoin IRAT 216, dans ces conditions de sécheresse : elles produisent entre

FIG. 13 PRODUCTIVITE DU RIZ PLUVIAL EN FONCTION DE LA FUMURE x TRAVAIL DU SOL, SUR SOLS PAUVRES (Q.08) - SULANOR I - MIGUEL ALVES/ 1991 ET 1992



1 000 et 1 650 kg/ha contre 600 à 950 kilos pour le témoin, soit des gains de rendements compris entre 23 et 100 % ; la variété 183, de cycle court, qui a moins souffert de ce fait de la sécheresse, produit 2 550 kg/ha, soit 165 % de plus que le témoin. De l'ensemble du matériel testé, les N^{os} 183 et 285 à qualité de grain exceptionnelle, sont sans aucun doute les plus intéressantes (figure 15 et tableau 4).

FIG. 15 COLLECTION TESTEE RIZ PLUVIAL, EN CONDITIONS MECANISEES ET SEMIS DIRECT
UNITE PLUVIALE - SUIVANT 11 - 1992

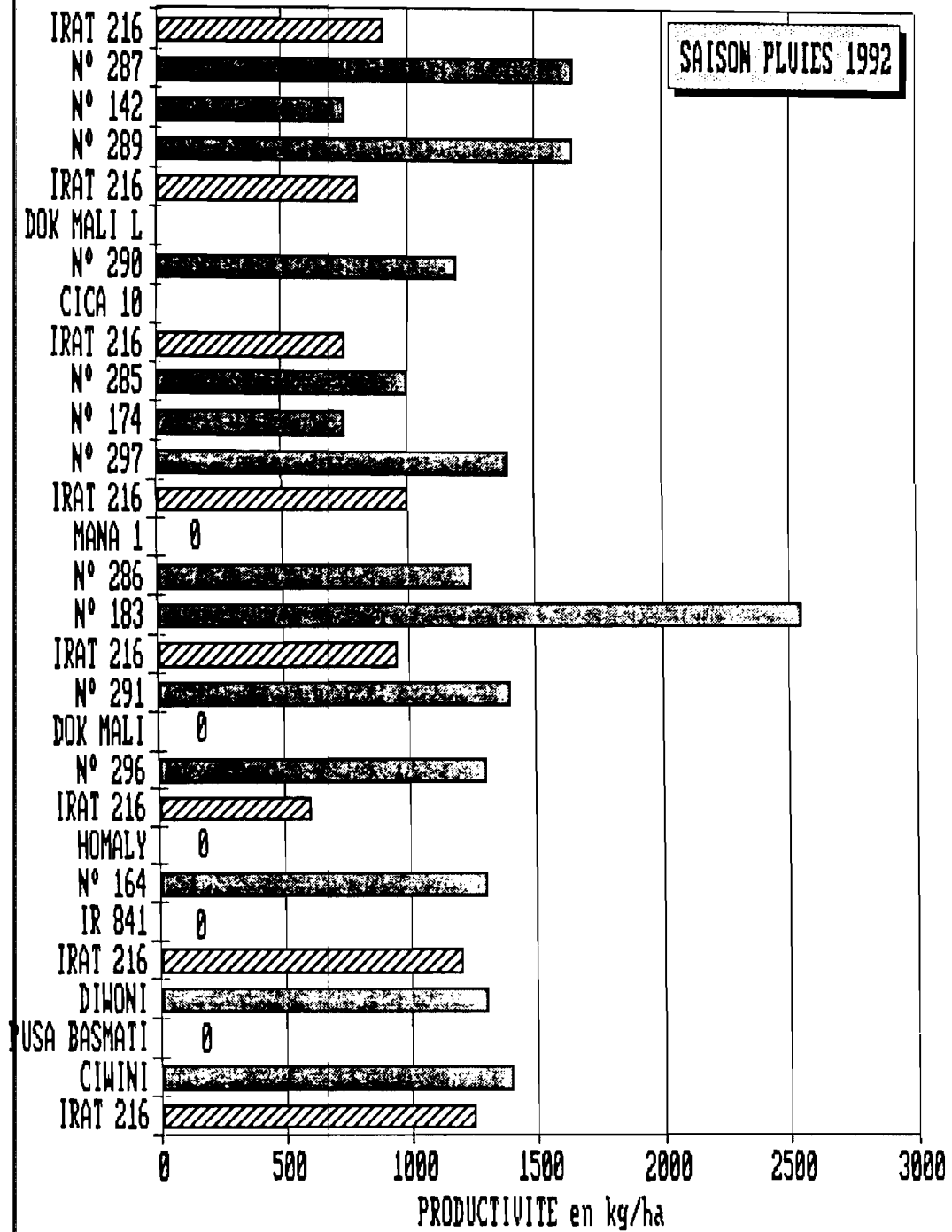


Tableau 4. Productivité (kg/ha) des principales variétés de collection, en conditions pluviales strictes. Projet Agropastoril do Nordeste. Saison des pluies 1992.

Cultivar (1)	Productivité (kg/ha)	(% T)	Pyriculariose (3)	
			Foliaire	Du cou
IRAT 216 (T)	900	100	2-3	1
287	1 650	189	1-2	1
142	750	88	1-2	1
289	1 650	200	1-2	1
IRAT 216 (T)	800	100	1-2	1
Dok Mali L*	0	-	2	1
290	1 200	155	1-2	1
Cica 10	0		2-3	1
IRAT 216 (T)	750	100	2-3	1
285	1 000	123	1-2	1
174	750	86	3-4	3
297	1 400	149	1-2	1
IRAT 216 (T)	1 000	100	2-3	1
Mana 1	0	-	1-2	1
286	1 250	128	2-3	1
183**	2 550	265	1-2	1-2
IRAT 216 (T)	950	100	2-3	1
291	1 400	162	1-2	1
Dok Mali*	0	-	2	1
296	1 300	189	2	1-2
IRAT 216 (T)	600	100	3	1
Homaly	0	-	2	1
164	1 300	144	3	2
IR 841 (2)	0	-	4-5	5-6
IRAT 216 (T)	1 200	100	2	1
Diwoni	1 300	107	1-2	1
Pusa Basmati (2)	0	-	5-6	5-6
Ciwini	1 400	113	1-2	1
IRAT 216 (T)	1 250	100	2	1

(1) 1 000 m²/cultivar. Collection testée en semis direct et conditions d'exploitations réelles.

(2) Variétés très sensibles à la pyriculariose foliaire et du cou.

(3) Echelle de notation internationale : de 1 (0 à 5 % surface détruite) à 9 (75 à 100 % surface détruite) ; de 1 (0 à 5 % panicules détruites) à 9 (75 à 100 % panicules attaquées).

* Variétés à cycle long > 120 jours.

** Variétés à cycle court = 95 jours.

Les conditions de sécheresse exceptionnelles ont aussi révélé le très bon comportement vis-à-vis de la sécheresse des variétés "irriguées" IR 841 et Jasmine ; elles présentent cependant, comme Pusa Basmati une très forte sensibilité à la pyriculariose foliaire et du cou (tableau 4) ; néanmoins, leur qualité de résistance à la sécheresse, notée supérieure à celle de IRAT 216, mérite d'être exploitée en croisement. Elles présentent, de plus, un grain parfumé (croisements avec les surinamiens × pluviaux).

La variété "Super IRAT 216" mutant sélectionné dans IRAT 216, paraît plus productive que IRAT 216, et son grain légèrement plus fin (à suivre).

Le cultivar N° 141 se montre également très intéressant dans l'ensemble, tant pour sa haute productivité en année sèche (figure 14) que pour sa qualité de grain long et fin ; il doit être semé à forte densité pour compenser son faible coefficient de tallage.

La variété Uruguaiano (sélection probable dans IRGA 410), originaire du sud (30° de latitude Sud) se comporte remarquablement en conditions pluviales : bons niveaux de résistance à la pyriculariose, rhynchosporiose, *Manatephorus c.*, à la verse, excellente qualité de grain long et fin (tableau 8), et haut potentiel de productivité, avec premier cycle de 100 jours environ (variété très intéressante pour la Camargue) (figures 14 et 19).

Parmi les sélections récentes, signalons une quarantaine de lignées du Pool de sélection récurrente CNA-IRAT 5, dont une quinzaine de cycle court, à qualité de grains exceptionnelle et résistante aux maladies et à la verse.

Signalons aussi, la sélection d'un Ciwini blanc, à grain remarquable, très long et fin, un Ciwini jaune à cycle court (+/- 90 jours).

■ Essai variétal maïs hybrides, programme RPA/IRAT-CIRAD

Trois objectifs essentiels :

- identifier les hybrides du programme RPA/IRAT bien adaptés à cette région ;
- vérifier la stabilité de production de ces hybrides en fonction des écologies brésiliennes productrices de maïs ou potentielles ;
- diversifier les systèmes de cultures en conditions pluviales.

Les résultats essentiels sont réunis dans le tableau 9 et la figure 20, et mettent en évidence :

Tableau 8. Rendements en grains entiers à l'usinage des variétés de la collection de riz conduite en conditions pluviales sur sols à faciès sableux. QO8, Sulanor 1, 1992.

Variétés	% de grains à l'usinage
Uruguaiano	58,0
N° 141	46,5
Diwoni**	21,5
Mana 1**	17,0
Super IRAT 216	42,0
CIAT 20	56,0
CIAT 24	59,0
Dok Mali**	18,0
Jasmine	26,5
IRAT 216	60,5
OBQI	61,5
N° 183	53,0
Diwoni en conditions irriguées	56,0

* Conditions irriguées

** Cycles plus longs qui ont souffert de la sécheresse en phase de remplissage des grains, en culture pluviale (rendements très bas, en grains entiers).

FIG.19 PERFORMANCES VARIETALES RIZ EN CONDITIONS PLUVIALES ET SEMIS DIRECT
- SEMIS MANUEL - UNITE PLUVIALE - SULANOR II / 1992

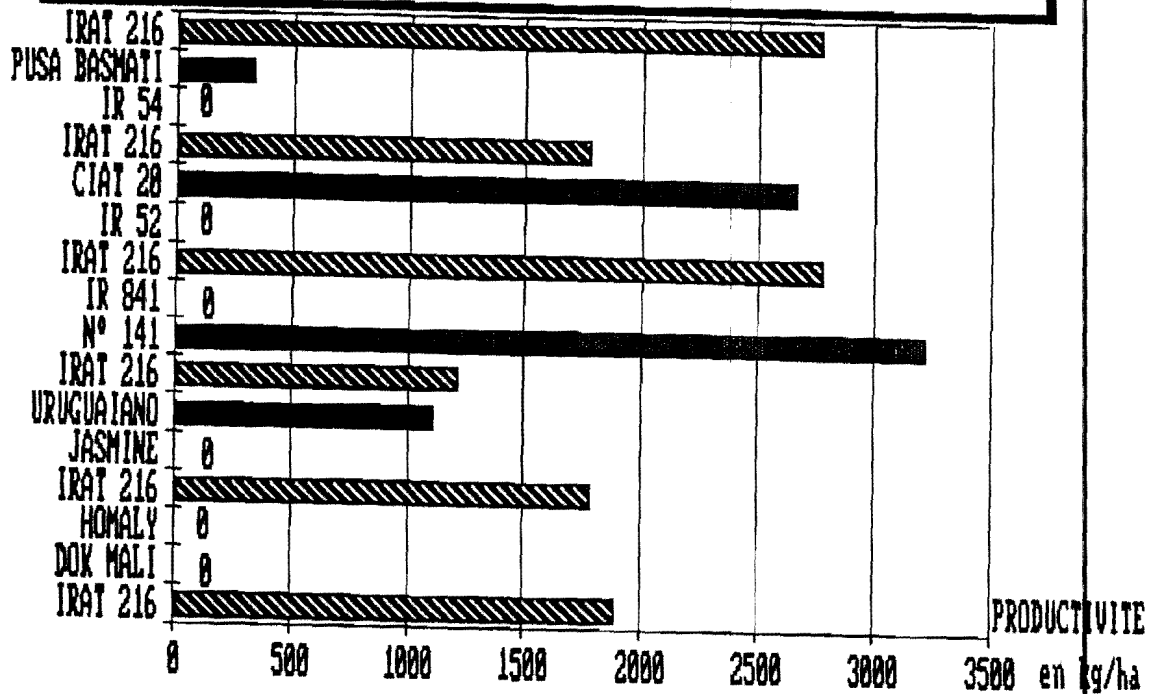


Tableau 9. Compétition d'hybrides de maïs (1). Sur l'unité pluviale Sulanor II. Miguel ALVES, Piauí, 1992.

Classification	Hybride	Productivité (kg/ha)	% T
1	Pioneer 3210	6 305	100
2	IR3006	6 092	97
3	Dina 170	6 090	97
4	IR3004	5 997	94
5	IR3003	2 879	93
6	IR30	5 756	91
7	IR3014	5 726	91
8	IR2008	5 692	90
9	IR3009	5 682	90
10	IR3012	5 533	88
11	IR3002	5 504	87
12	IR31	5 371	85
13	IR3011	5 290	84
14	IR3005	5 150	81
15	IR3001	4 925	78
16	AG612	4 850	77
17	IR4002	4 709	75
18	IR4001	4 586	73
19	IR3012	4 071	65
20	AG302.A	3 784	60

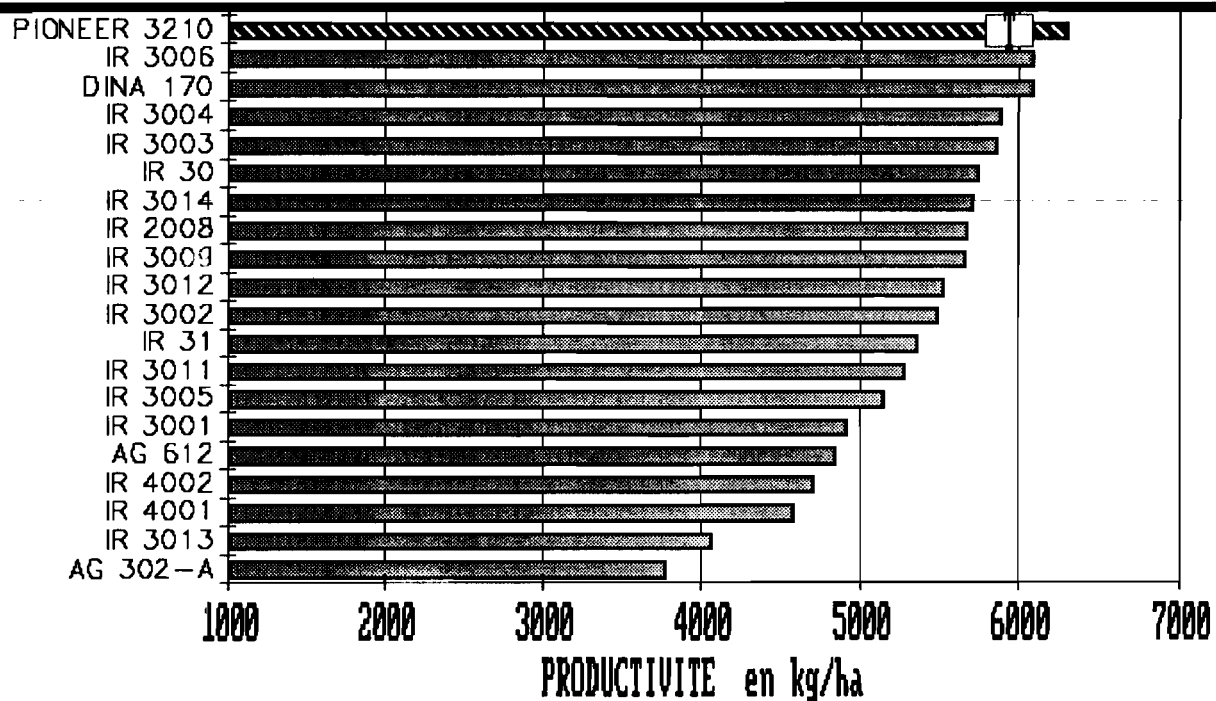
(1) Essai statistique à quatre répétitions ; Moyenne = 5 344,75 kg/ha ; C.V. = 25,2702 % ; ETM = 675,315 ; ETR = 1 350,63

* Effet variétal non significatif

Fumure : 300 kg/ha de 05-25-25 au semis + 150 kg/ha d'urée à 30 jours

Herbicide : Triamex 5 l/ha en postémergence précoce.

FIG.20 COMPETITION D' HYBRIDES DE MAIS - SULANOR II - MIGUEL ALVES /PI -1992



- la moyenne générale de productivité de l'essai est élevée : 5 344 kg/ha, compte tenu des conditions climatiques peu favorables ;
- l'effet variétal n'est pas significatif ;
- malgré la faible précision de l'essai (CV = 25,2 %, ETR = 1 650,63), on note que l'hybride Pioneer 3210 reste le plus productif avec 6 305 kg/ha. Cependant, **sept hybrides RPA/IRAT** produisent entre 90 et 97 % du témoin P 3210, ce sont par ordre de productivité décroissante : IR3006 (6 092 kg/ha), IR3004 (5 897 kg/ha), IR3003 (5 879 kg/ha) **IR30** (5 756 kg/ha), IR3014 (5 726 kg/ha), IR2008 (5 692 kg/ha), IR3009 (5 689 kg/ha) ; à signaler la bonne performance des hybrides commerciaux : DINA 170 avec 6 090 kg/ha et **IR30** avec 5 726 kg/ha. Tous ces hybrides sont nettement supérieurs aux hybrides AG (AGG12, AG302-A), résultats confirmés sur le projet AGRIPPEC, dans des conditions climatiques plus limitantes en eau.

■ Résultats confirmés

• Techniques de travail du sol

La technique de semis direct, maintenant bien maîtrisée, confirme sa totale efficacité dans la lutte contre l'érosion sur ces sols sensibles situés sur pentes fortes supérieures à 6-10 %.

A l'inverse, la technique offset accroît chaque année les préjudices enregistrés les années précédentes, et après trois ans d'utilisation continue, le potentiel de production du sol décroche nettement par rapport à celui du sol protégé par couverture morte permanente (tableaux 5 et 6 et figures 15, 16 et 17) :

Tableau 6. Productivités du maïs, soja, sorgho, riz dans les systèmes de cultures pluviaux, conduits en **grande culture** avec technique de **semis direct***. Unité pluviale, Sulanor II, 1992.

Sondages (20 m ²)	Maïs - AG302.A	Soja Cariri	Sorgho IRAT 204	Riz n° 83
R ₁	4 200	3 000	4 000	5 000
R ₂	5 800	3 000	4 000	5 200
R ₃	5 400	2 800	5 000	4 200
R ₄	5 600	2 400	3 800	5 000
R ₅	4 800	3 200	3 800	5 200
R ₆	5 000	2 200	4 000	5 000
R ₇	6 000	2 000	4 000	4 200
R ₈	5 400	3 200	3 800	3 600
R ₉	3 600	2 400	4 000	4 000
R ₁₀	5 900	3 000	4 000	4 000
	5 170	2 720	4 040	5 540
CV %	15	15,9	8,67	13,1
Ecart type	780,4	434,1	350,23	597

* Fumure niveau A₁ = 300 kg/ha 5-25-25 + 150 kg/urée sur riz, maïs, sorgho, **pas de couverture N** sur soja. Conditions d'alimentation hydrique des différentes cultures, **non limitantes**.

Tableau 5. Productivité (1) du riz pluvial dans trois systèmes de cultures conduits avec deux niveaux de fertilisation minérale. Sol à faciès gravillonnaire des unités pluviales, Sulanor II, 1992.

Mode de travail du sol X niveau de fumure	Riz après maïs	Riz après soja	Monoculture		
	IRAT 216	IRAT 216	IRAT 216	Mana 1	N° 183
Offset X A ₁ (2)	400 (100)	1 450 (100)	1 000 (100)	1 700 (100)	2 200(4) (100)
Offsets X A ₂ (2)	1 550 (100)	1 975 (100)	1 300 (100)	1 900 (100)	1 650(5) (100)
*Semis direct A ₁ (2)	2 600 (650)	2 750 (190)	2 150 (215)	2 700 (159)	2 200(4) (100)
*Semis direct A ₂ (2)	2 875 (185)	3 225 (163)	2 675 (206)	2 450 (129)	2 150(4) (130)
Effet moyen semis direct (témoin offset = 100)	280	349	210	143	113
Effet moyen niveau fumure (A ₁ = 100)	147	124	126	99	86
Effet moyen précédent cultural (monoculture = 100)	104	132	100	-	-

(1) Six répétitions de 20 m² par traitement.

(2) Niveau de fertilisation minérale. A₁ = 300 kg/ha 5-25-25 + 150 kg/ha urée. A₂ = A₁ + 1 500 kg/ha thermophosphate Yoorin/4 cultures.

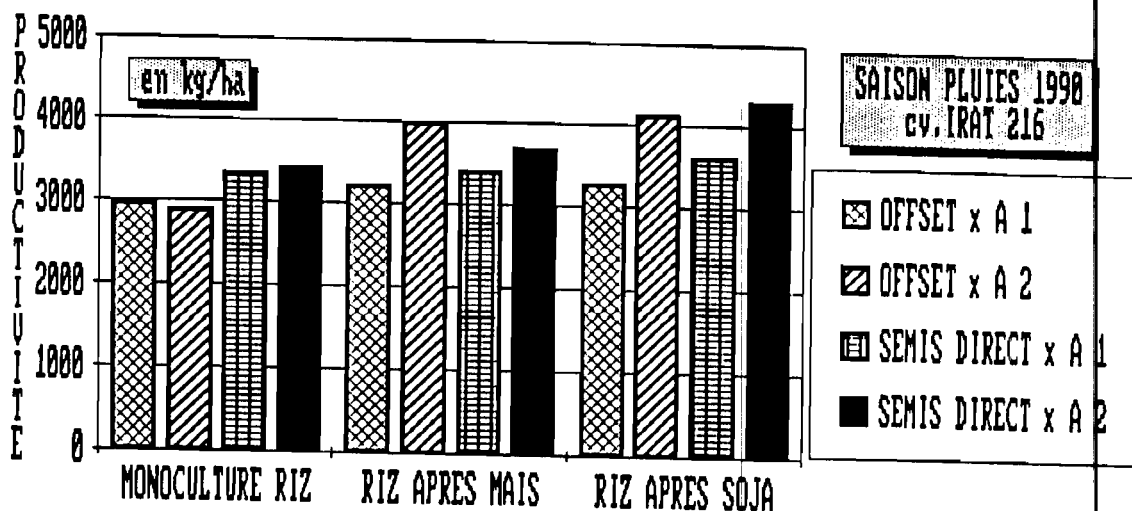
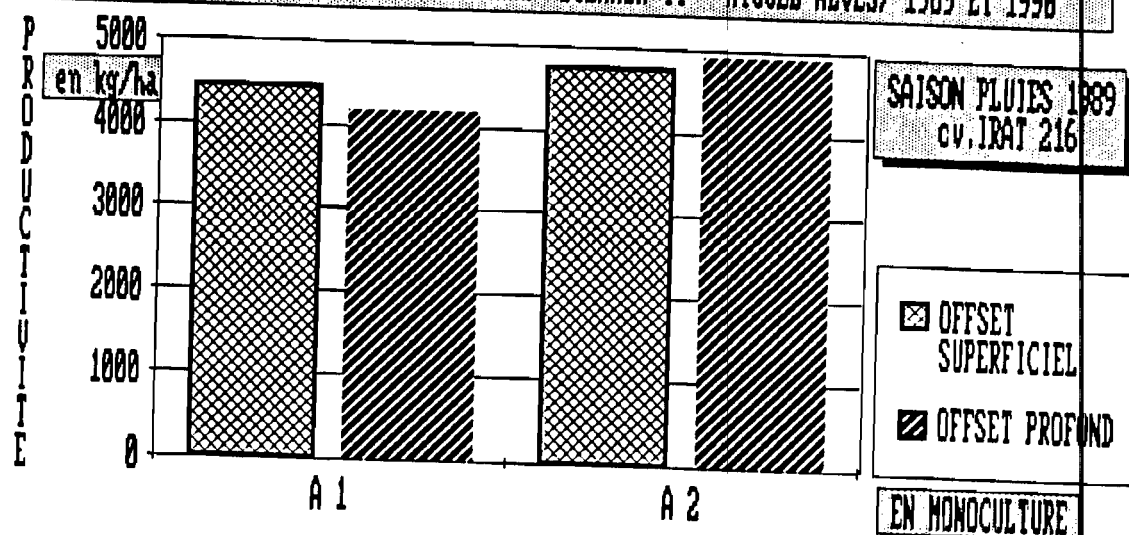
* Semis direct sur couverture de pailles de riz + *Calopogonium mucunoïdes* (+/- 8 t/ha MS), après herbicide de présemis.

(4) 50 % de pertes dus à l'échaudure en fin de cycle.

(5) 60-70 % de pertes dus à l'échaudure en fin de cycle.

- l'effet moyen du semis direct dans couverture morte sur la productivité du riz pluvial, par rapport à la technique offset, se traduit par des augmentations de rendements qui vont de + 110 à + 250 % sur la variété IRAT 216, + 43 % sur la variété à cycle moyen Mana 1 et + 13 % pour la variété à cycle court N° 183 ;
- les rendements moyens obtenus sur offset (tous niveaux de fumure confondus) sont compris, pour la variété IRAT 216 entre 1 000 kg/ha et 1 600 kg/ha suivant les précédents culturaux, contre 2 400 à 3 000 kg/ha avec semis direct (tableau 5 et figure 17) ;
- l'effet précédent cultural est significatif sur la productivité de IRAT 216 : le précédent soja produit, en moyenne par rapport à la monoculture + 32 %, le précédent maïs + 4 % (tableau 5) ;
- parmi les variétés, Mana 1 confirme, malgré le handicap de son cycle long en conditions de sécheresse, un excellent comportement (à exploiter en croisement) ; la variété N° 183 a été très touchée par la sécheresse (50 à 70 % de pertes), car cultivée sur une parcelle située au sommet de la toposéquence, extrêmement gravillonnaire, offrant un pourcentage de terre fine très limité (conditions de sécheresse exacerbées) (tableau 5). Par contre, en conditions d'alimentation hydrique non limitantes, cette même variété N° 183, produit **4 540 kg/ha**, avec un grain long et fin d'excellente qualité (tableau 6). Dans les mêmes conditions d'alimentation hydrique non limitantes, la technique de semis direct conduit à des productivités excellentes en grande culture = 2 720 kg/ha pour la variété de

FIG. 16 PRODUCTIVITE DU RIZ SUR DIVERS PRECEDENTS EN FONCTION DE LA FUMURE x TRAVAIL DU SOL, SUR UNITE PLUVIALE- SULANDR II - MIGUEL ALVES/ 1989 ET 1990



soja Cariri, 4 040 kg/ha pour la variété de sorgho IRAT 204 et 5 170 kg/ha pour l'hybride maïs A6.302.A (tableau 6).

■ Désherbage chimique de riz pluvial

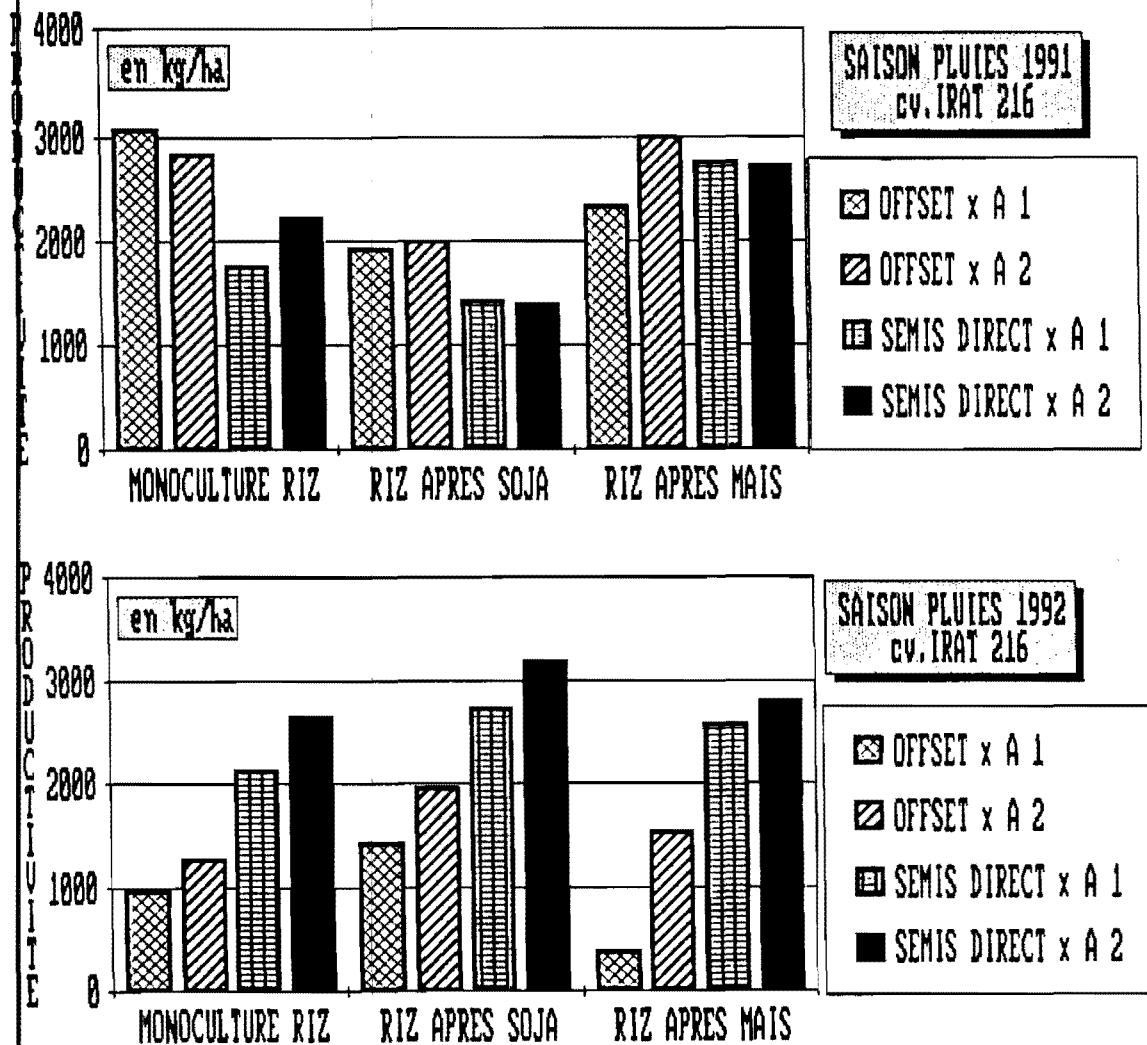
Parmi les diverses matières actives expérimentées en pré- et postémergence, se distinguent (tableau 7) :

– en **préémergence** : l'Oxadiazon à la dose de **600 ma/ha** jusqu'à la dose de 1 000 g/ha, complété par une application de 480 g ma/ha de 2-4 D amine 30 jours après le semis ;

– en **postémergence** :

- Propanil + 2-4 D ester (3 600 g + 280 gma/ha),

FIG. 17. PRODUCTIVITE DU RIZ SUR DIVERS PRECEDENTS EN FONCTION DE LA FUMURE x TRAVAIL DU SOL, SUR UNITE PLUVIALE - SULANDR II - MIGUEL ALVES/ 1991 ET 1992



- le mélange Propanil + Oxadiazon + 2-4 D (2 700 g + 600 g + 480 g),
- le mélange Propanil + Molinate + Pendimethaline + 2-4 D (2 520 g + 2 520 g + 750 g + 480 g).

Les deux derniers mélanges sont assez phytotoxiques mais très efficaces sur la flore adventice locale, composée essentiellement de :

- chez les graminées : *Echinochloa colonum*, *Digitaria ciliaris*, *insularis*, *Eleusine indica*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Leptochloa* sp. ;
- chez les dicotylédones : *Argetarum conizoides*, *Physalis angulata*, *Cassia tora*, *Scoparia dulcis*, *Spigelia anthelmia*, *Meremia* sp., *Ipomea* sp., *Sida* sp. ;
- chez les cyperacées : *Fimbristylis milliacea*, *Cyperus Luzalae*, *Dichromena ciliata*.

La nouvelle matière active Quinclorac, graminicide, se révèle peu efficace contre *Dactyloctenium aegyptium*, et son action doit être complétée par celle du Propanil.

Tableau 7. Essai herbicides sur riz pluvial, saison des pluies 1992 (cv N° 183). Projet Agropastoril do Nordeste. Miguel Alves. Piauí.

Traitements doses x époques d'application (1) (g ma/ha)	Effet herbicide (échelle EWRC) (2)		Productivité (kg/ha)	(% ¹)		
	Sur riz (phytotoxicité)	Sur adventices (efficacité)				
1. Oxadiazon 2-4 D	100 g 480 g	(T) pré post	2	1	3 850	100
2. Propanil + Oxadiazon + 2-4 D	2 700 g 600 g 480 g	post post post	2	2-3	2 750	79
3. Propanil + Oxadiazon + 2-4 D	3 600 g 600 g 480 g	post post post	2	2-3	2 750	92
4. Propanil + 2-4 D	3 600 g 480 g	post post	2	2	3 100	120
5. Oxadiazon + 2-4 D	1 000 g 480 g	(T) pré post	3	1	2 150	100
6. Propanil + 2-4 D ester	4 320 g 336 g	post post	2	2	2 450	125
7. Propanil + Molinate + Pendimethaline + 2-4 D	2 520 g 3 600 g 750 g 480 g	post post post post	1	3-4	1 750	99
8. Propanil + Molinate + Pendimethaline + 2-4 D	3 600 g 3 600 g 750 g 480 g	post post post post	1	3-4	2 050	129
9. Oxadiazon + 2-4 D	1 000 g 480 g	(T) pré post	2	1	1 400	100
10. Quinclorac + 2-4 D	250 g 96 g	post post	3	2	1 350	86
11. Quinclorac + Propanil + 2-4 D	250 g 2 160 g 98 g	post post post	2	2	1 950	113
12. Quinclorac	375 g	post	4-5	2	1 350	72
13. Fenoxa Prop Ethyl + 2-4 D	120 g 480 g	post (séparés) post (séparés)	3	3	1 400	69
14. Oxadiazon + 2-4 D	1 000 g 4 800 g	(T) pré (T) post	2	1	2 200	100
15. Oxadiazon + 2-4 D	1 000 g 480 g	(T) pré (T) post	2	1	1 950	100
16. Oxadiazon + 2-4 D	600 g 480 g	pré post	3	1	1 800	92
17. Oxadiazon + 2-4 D	800 g 480 g	pré post	2	1	2 050	104
18. Oxadiazon + 2-4 D	1 200 g 480 g	pré post	2	1	2 000	101
19. Oxadiazon + 2-4 D	1 000 g 480 g	(T) pré (T) post	2	1	2 000	100
20. Pendimethaline + 2-4 D	1 500 g 480 g	pré post	2	1	2 275	110
21. Pendimethaline + 2-4 D	1 500 g 480 g	pré post	2	1	1 650	78
22. Propanil + Oxadiazon + 2-4 D	2 700 g 600 g 480 g	post post post	2	3	*950	43
23. Oxadiazon + 2-4 D	1 000 g 480 g	(T) pré (T) post	2	1	2 250	100

(1) Dispositif expérimental : collection testée en grande culture, avec témoin intercalé, répété (T)

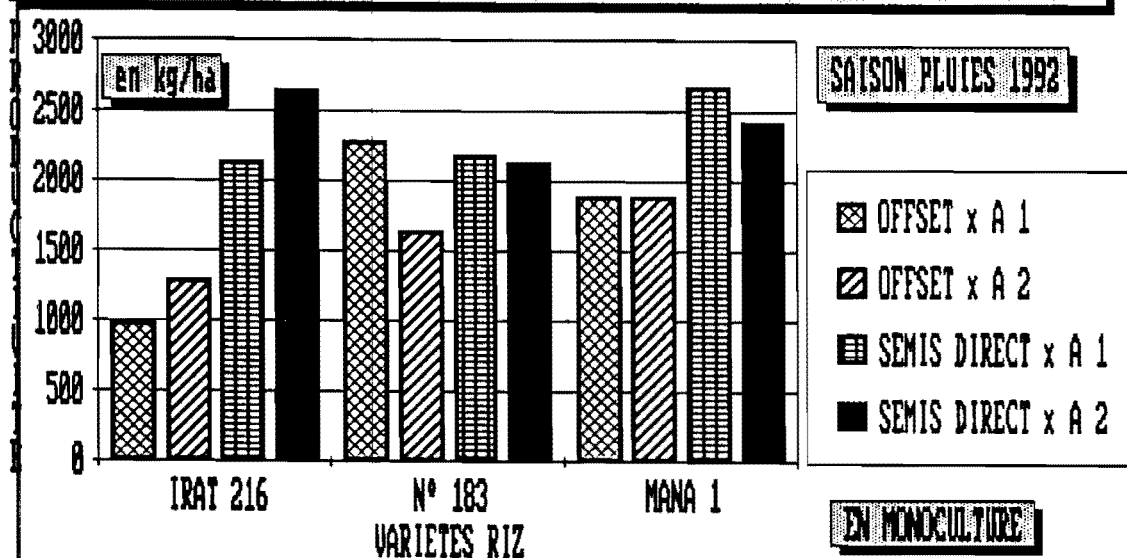
* Cultivar : N° 183, cultivé en semis direct, herbicide de présemis : 1,5 l glyphosate + 1 l 2-4 D amine

* Produits commerciaux : 1, 5, 9, 14, 15, 19, 23 : Ronstar SC ; 4 et 5 : Herbanil ; 7 et 8 : Herbanil ; 10 et 11 : Fajet ; 13 : Furoro ; 20, 21 : Herbadox ; les autres traitements : mélanges de ces différents produits.

(2) Echelle EWRC : efficacité note 1 = 100 % contrôle, à 9 = 0 % contrôle. Phytotoxicité, note 1 = sans, note 9 (perte totale)

* Parcelle sur sol gravillonnaire très touchée par la sécheresse.

FIG. 18 PERFORMANCES VARIETALES DU RIZ, PRATIQUE EN MONOCULTURE, EN FONCTION DE LA FUMURE x TRAVAIL DU SOL, SUR UNITE PLUVIALE - SULANDR II- MIGUEL ALVES/ 1992



Recommandations techniques pour le projet

Les résultats acquis et confirmés au cours de ces sept cycles culturaux ont été confrontés à des conditions climatiques très variables, parfois exceptionnelles comme cette année 1992, ce qui leur confère une solide garantie pour nos recommandations.

Sur les variétés

Conditions irriguées de saison sèche

■ Les variétés : CICA 10 et Mana 1 (1)

Attention : Mana 1 mérite, par sa qualité de grains : très long fin, facilité de cuisson, **goût européen**, une voie de commercialisation plus lucrative tant au **Brésil** qu'à l'**exportation** ; il faut donc créer un **nouveau produit commercial**, ce qui suppose une prospection de marché préalable dans les grandes capitales brésiliennes du **Nord** et du **Sud** ; la création de nouveaux produits commerciaux, de qualité supérieure devient maintenant nécessaire si le projet veut absorber les progrès de la recherche dans ce domaine. Sinon à quoi sert-elle ? Il y a donc urgence à exploiter ces nouveaux produits : Mana 1, Diwoni pour l'instant, *Pusa basmati*, Ciwini blanc dès 1993-94.

■ Les variétés *Pusa basmati*, Ciwini blanc vont être multipliées activement dans ce sens.

■ La variété *Pusa basmati* présente un grain et des qualités culinaires qui sont supérieures au meilleur produit brésilien ; cette variété présente cependant une nette sensibilité à la pyriculariose, mais qui ne s'exprime pas sur les sols riches en conditions d'irrigation ; elle pourrait donc être cultivée sur ces sols, de même que les cultivars IR841, Jasmine ; l'ensemble de ces trois variétés **permettrait de créer un ou deux produits "riz parfumés"**, pays beaucoup plus cher par le consommateur (en Europe, ce type de riz se vend aux environs de 4 US\$/500 g) ; les variétés **Mana 1, Ciwini blanc, Diwoni** pourraient **constituer un autre produit haut de gamme à grain fin très long**, cuisson rapide et facile.

Encore une fois, il convient de faire rapidement et rigoureusement une prospection de marché pour ces diverses possibilités, aussi bien dans les grandes capitales, même du Sud-Brésil et en **Europe** (les usiniers du Sud de la France, par exemple

(1) Nous disposons maintenant sur le projet de mutants de Mana 1 de cycle plus court, et de rendement à l'usinage supérieur. Des contacts pourraient être pris avec des usiniers et supermarchés français pour créer ces filières de l'extérieure.

important de Guyane le riz cargo **Mana 1** pour achever de l'usiner sur place et le vendre en Europe. Il y a là une filière à exploiter, mais seulement dans cette qualité de grains, comme dans les riz haut de gamme parfumés).

Conditions irriguées de saison des pluies avec aménagement sur sols à faciès sableux

Multiplier activement la variété **Urugaiano** qui a de bonnes aptitudes pluviales, très beau grain, de même que les variétés **CIAT20, 183, Diwoni** ; ces variétés, à très belle qualité de grains, sont moins **exigeantes** en eau que CICA 10 et sont de cycle **plus court**, ce qui permet d'éliminer à la fois les riz rouges et les riz laissés en terre du cycle précédent (surtout pour les variétés **183** et Urugaiano).

Conditions irriguées de saison des pluies avec aménagement sols à faciès argileux

■ CICA 10 et Mana 1

Sur les systèmes de culture

■ Riz irrigué saison sèche

Concentrer des investissements maximaux car c'est le plus productif.

Elever la productivité sur les sols à faibles potentialités à faciès sableux. Renforcer la fertilisation NPK avec 350 à 400 kg/ha de 4-20-20 + microéléments dont S + 150 à 200 kg/ha d'urée en couverture en deux applications (tallage et montaison).

Introduire **Mana 1** → marché commercial plus lucratif (attention cette variété répond mieux que CICA 10 à l'azote et ne verse pas : appliquer 200 à 250 kg/ha d'urée en deux applications).

Respecter le calendrier de la double culture.

Attention : après la récolte en saison sèche, pour les parcelles qui seront semées en saison des pluies, avec la technique de semis direct ou préparation minimale à l'offset, la paille doit être parfaitement brûlée pour éliminer les riz rouges, riz laissés en terre.

Pour ce faire ne pas brûler la paille des andains ; passer un rouleau "landaise" sur la paille derrière la moissonneuse-batteuse pour réaliser un contact très intime au sein de la paille et **brûler**, ensuite détruire les diguettes.

■ Riz irrigué de saison des pluies avec aménagement

L'option aménagée avec "taipas" (diguettes) est la solution de **sécurité** de **moindre risque**, mais aussi la plus coûteuse. Dans cette option aménagée, il faut aussi, **éliminer** au maximum les riz rouges et les riz laissés en terre, pour ce faire :

- préparer le sol (méthode conventionnelle) puis planer, rouler (**ne pas semer**) ;
- faire les taipas ;
- donner un **bain** pour amorcer l'émergence des riz rouges plus les riz restés en terre ;
- dès que les riz ont 10 à 15 jours appliquer 1 l/ha de gramoxone ;
- renouveler l'application une semaine après si nécessaire ;
- donner un **second bain** et semer le riz en prégermé par avion sur sol saturé.

→ semer les variétés **Uruguiano, 183**, ce cycle court, qui permettront de compléter l'élimination des riz rouges et riz laissés en terre qui risquent encore de naître après les traitements herbicides.

■ Riz pluvial de saison des pluies sans aménagement, dans le périmètre irrigué (option faible risque et de moindre coût)

Sur les parties basses du modelé et en règle générale, partout où les moissonneuses-batteuses ont créé un microrelief important, passer un offset léger, à grande vitesse après les trente-quarante premiers millimètres de pluies (ces parcelles auront été brûlées en fin de saison sèche, il n'y a donc aucune masse végétale à enfouir) ; ce passage d'offset doit être superficiel : +/- 10 cm d'épaisseur. Les parties plus hautes des parcelles, où la surface n'a pas été abîmée à la récolte seront plantées en semis direct.

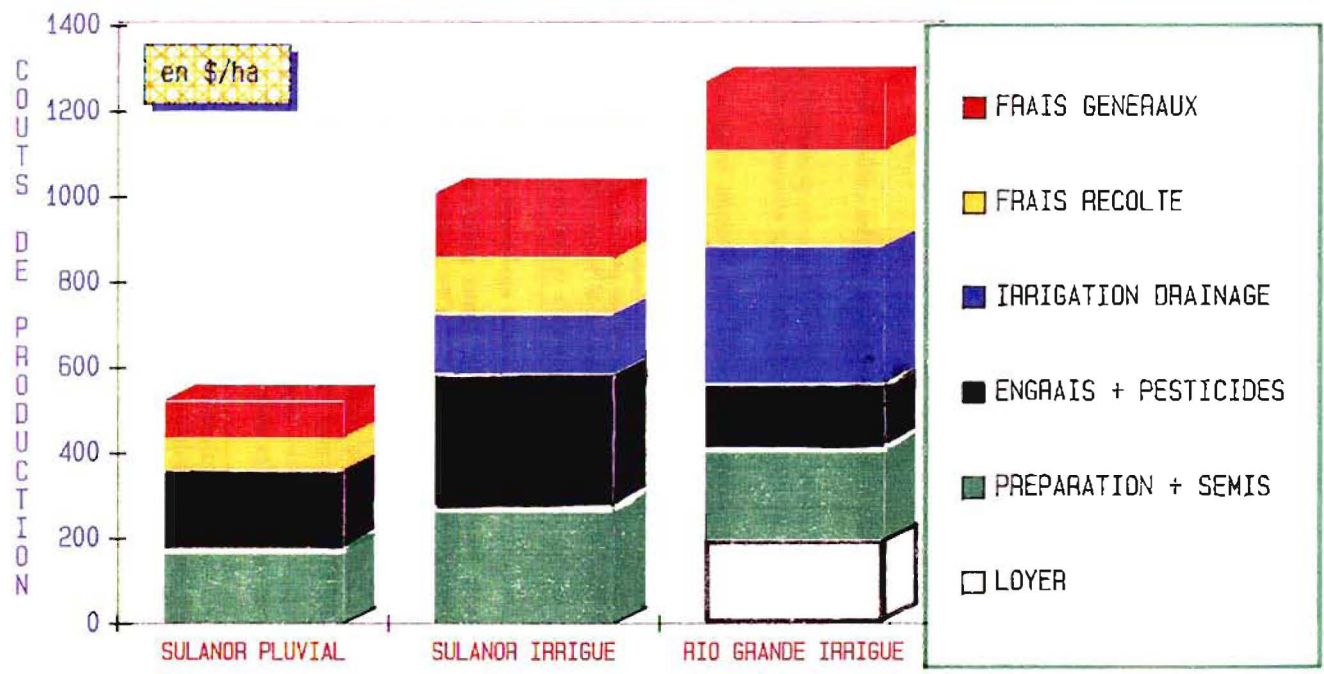
Avant de semer, laisser sortir les premiers riz, traiter avec 1 l à 1,5 l/ha de gramoxone ; si il existe des repousses plus robustes après ce premier traitement, renouveler l'application une semaine après la première ; puis semis direct des variétés 183, Uruguiano, CIAT 20, de cycle plus court que les riz rouges et que CICA 10 (les semences seront traitées avec Tecto 100 (300 kg/ha) + Semevin 350 RA (1,5 l/100 kg).

Les coûts de production de ce système de culture, est d'environ 530 US\$/ha, soit la moitié de ceux du riz irrigué avec aménagement (Figure 21) ; une production de 300 kg/ha de paddy permet de couvrir les coûts.

Ce système offre donc une série d'avantages conséquents pour le projet :

- **réduction de moitié** des coûts de production ;
- augmentation très importante de la **capacité des équipements mécanisés**, à travers :
 - une meilleure **portance** des sols tant au semis qu'à la récolte,

FIG.21 COÛTS DE PRODUCTION COMPARES DE 3 SYSTEMES DE PRODUCTION DE RIZ DANS LES ETATS DU PIAUI ET DU RIO GRANDE DO SUL -1992



- **facilité de récolte** avec pertes réduites à 2-4 %,
- **respect du calendrier** du riz irrigué de saison sèche, le plus productif,
- **élimination progressive et accélérée des riz rouges**, des riz laissés en terre et des adventices pérennes (*Ischaemun*, *Rottboellia*).

Une surface significative doit être réservée à ces techniques en 1993 : +/- 300 à 400 hectares.

Attention : prévoir, pour l'ensemble du périmètre, des insecticides efficaces contre les attaques de punaises (*Tibraca limbativentris*, *Oebalus poecilus*) :

- **Sevin 850 PM** (1,6 kg/ha, Carbaryl, toxicité moyenne) ;
- **Sumithion 500CE** (1,5 à 2 l/ha, organophosphoré, toxicité moyenne).

■ Riz pluvial de saison des pluies, sur les collines hors périmètre irrigué

Éliminer toutes les zones à **gravillons** qui ne produisent jamais rien (une semaine sans pluie, au moment critique suffit pour éliminer le riz) et qui **cassent** les outils.

Utiliser les variétés 183, CIAT 20, Diwoni, Uruguaiano en semis direct aux premières pluies (herbicide de présemis : 1,5 l Roundup + 1,5 l 2-4 D) une semaine après 1 l/ha Préglone.

Attention : utiliser l'herbicide de préémergence **Ronstar SC** en sol humide, **2 l/ha**. Traiter les semences avec Tecto 100 + Semevin 350RA, semis avec espacement à **40 cm**. Meilleure option en cas de sécheresse.

D'autres options de cultures sont également possibles :

- maïs Pioneer 3210, avec **semis précoce**, herbicide Primestra 6 l/ha en préémergence, ou **Triamex** 5 l/ha en postémergence précoce. Semences traitées au Semevin 350RA. ;
- sorgho, IRAT à très belle qualité de grain (alimentation humaine), variétés IRAT 204, 202, semé en mélange avec *Calopogonium muconoides* pour refaire la **couverture morte** pour l'utilisation rationnelle de la technique de semis direct ;
- soja, variété Cariri, avec herbicide lasso (6 l/ha) en préémergence, semences inoculées et traitées avec **tecto 100**, **semis précoce**.

Attention : ces diverses options possibles, autres que le riz, nécessitent une prospection préalable du marché local (Piauí, Maranhão). **Urgent**.

Enfin, il est nécessaire dès maintenant d'**aménager** une **dizaine d'hectares**, pour amorcer tout le programme **riz hybrides** à venir.

Principaux axes stratégiques pour la recherche

■ Sur les unités expérimentales

Riz irrigué de saison sèche - 1992

Poursuite de l'amélioration variétale en mettant l'accent sur : haute productivité, sans verses, et qualité de grain.

Multiplication des variétés les plus prometteuses actuelles pour le projet :

- Mana 1, Urugaiano, 183, CIAT 20, Diwoni, Ciwini blanc, MN₁, MN₂, etc. ;
- riz parfumés : Pusa basmati, IR841, Jasmine ;
- multiplication G₀, G₁, G₂ ;
- multiplications préliminaires lignés riz hybrides.

Comparaison des productivités en grande culture et en conditions irriguées des variétés Mana 1 et CICA 10.

Riz de saison des pluies - 1993

Riz pluvial dans le périmètre irrigué : techniques de semis direct et préparation minimale des sols, comparées aux techniques irriguées avec aménagement :

- sur sol argileux à fortes potentialités (Q04) ;
- sur sol sableux à faibles potentialités (Q08).

Evaluations comparées en grande culture (100 à 150 ha sur chaque type de sol) :

- productivités à l'hectare ;
- coûts de production à l'hectare ;
- marges à l'hectare ;
- flexibilité et capacité des équipements avec conséquences sur le calendrier de la double culture ;
- nettoyage des parcelles dans le système de double culture (riz rouges).

Gestions de la fertilité minérale x modes de travail du sol x variétés à aptitudes pluviales et irriguées.

Riz pluvial sur collines

Gestions agrotechnique et économique des systèmes de cultures en rotation avec techniques de semis direct (riz, maïs, sorgho, soja).

Sélection variétale riz en conditions pluviales pour l'ensemble du matériel génétique × pressions de sélection (pyriculariose, verse). Multiplication G_0 , G_1 , G_2 , R_1 des meilleures variétés pluviales et irriguées.

Collections maïs (Rhodia), sorgho, vigna.

■ Sur le projet

Conseil de gestion permanent sur :

- suivi de la fertilité des sols du périmètre (indicateurs analytiques sols, plantes) ;
- suivi de l'évolution de la flore adventice et méthodes de contrôle ;
- suivi de l'évolution de la pression parasitaire des insectes prédateurs (*Tibrata L.*, *Oebalus P.*, *Diatraeas*) ;
- suivi technique par télédétection (avec IRAT).

Moyens à mettre en œuvre

Année 1993 - Cycle de saison des pluies et saison sèche

■ Engrais : Yoorin Master (Mitsui) - 350 tonnes

- formule 04-20-20 + micro = 18 tonnes ;
- urée = 9 tonnes ;
- KCl = 2 tonnes.

■ Herbicides :

- Roundup = 60 litres ;
- Préglone = 60 litres ;
- Herbanil 368 = 250 litres ;
- 2-4 D = 80 litres ;
- Ronstar SC = 80 litres ;
- Poast = 10 litres ;
- Basagran = 10 litres ;
- Iriamex = 30 litres ;
- Gramoxone = 50 litres ;
- Laço = 30 litres.

■ Insecticides :

- Semevin 350RA = 100 litres ;
- + insecticides du projet : Sevin 850PM ou Sumithion 500CE.

■ Fongicide :

- Tecto 100 = 20 kg.

■ Semences :

- riz du projet (+ Fazenda Progresso) ;
- maïs Pioneer 3210 = 100 kg ;
- soja Teresina = 200 kg ;
- + 1 sac de Cariri, Emgopa 305, Serido.



Les techniques de semis direct sont maintenant bien dominées sur couverture morte à base de restes de cultures + calopogonium – les effets sur la productivité des cultures et l'érosion sont spectaculaires



Les techniques de semis direct sont maintenant bien dominées sur couverture morte à base de restes de cultures + calopogonium – les effets sur la productivité des cultures et l'érosion sont spectaculaires



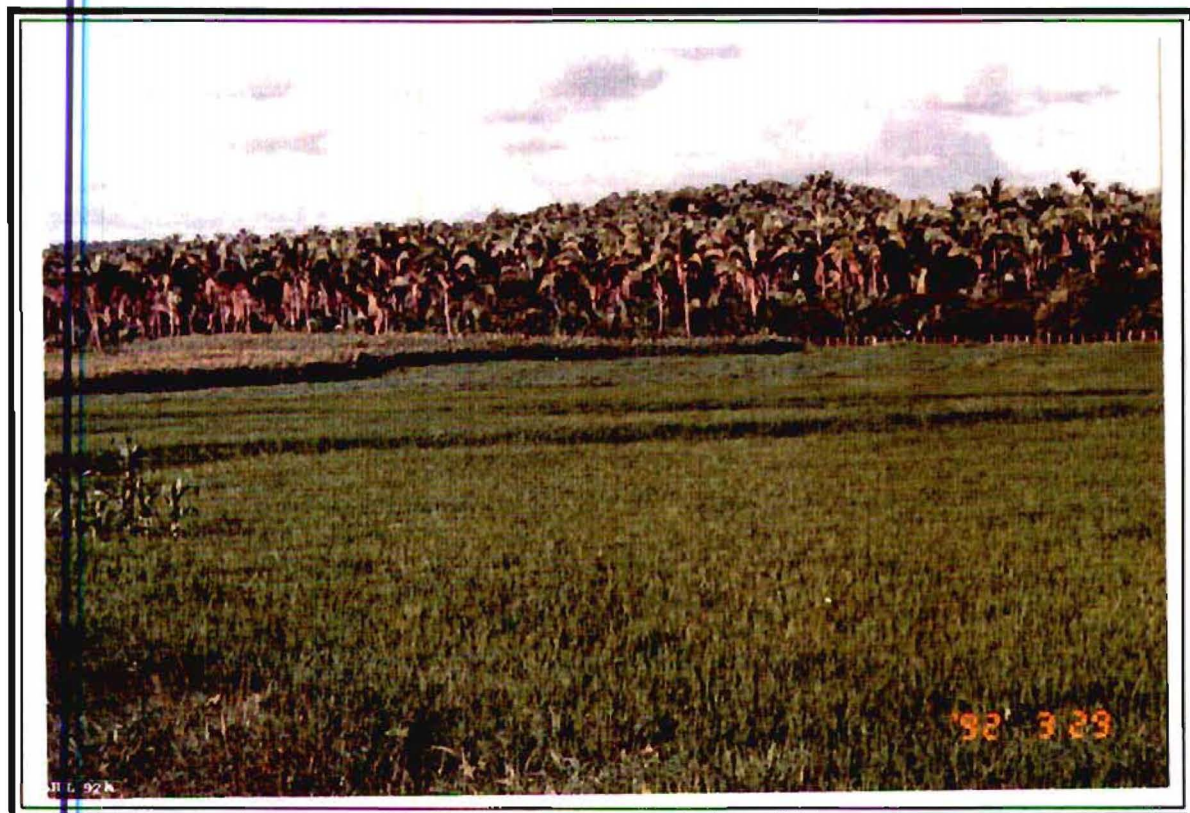
La sélection de matériel à très haute productivité et belle qualité de grains est un objectif prioritaire (ici le N° 183)



La sélection de matériel à très haute productivité et belle qualité de grains est un objectif prioritaire (ici le N° 183)



Détail de la panicule N° 183



Aspect général des cultures sur l'unité pluviale des collines à sols remaniés à gravillons

La Goutte d'Encre .

ATELIER DE REPROGRAPHIE

67.65.30.96