

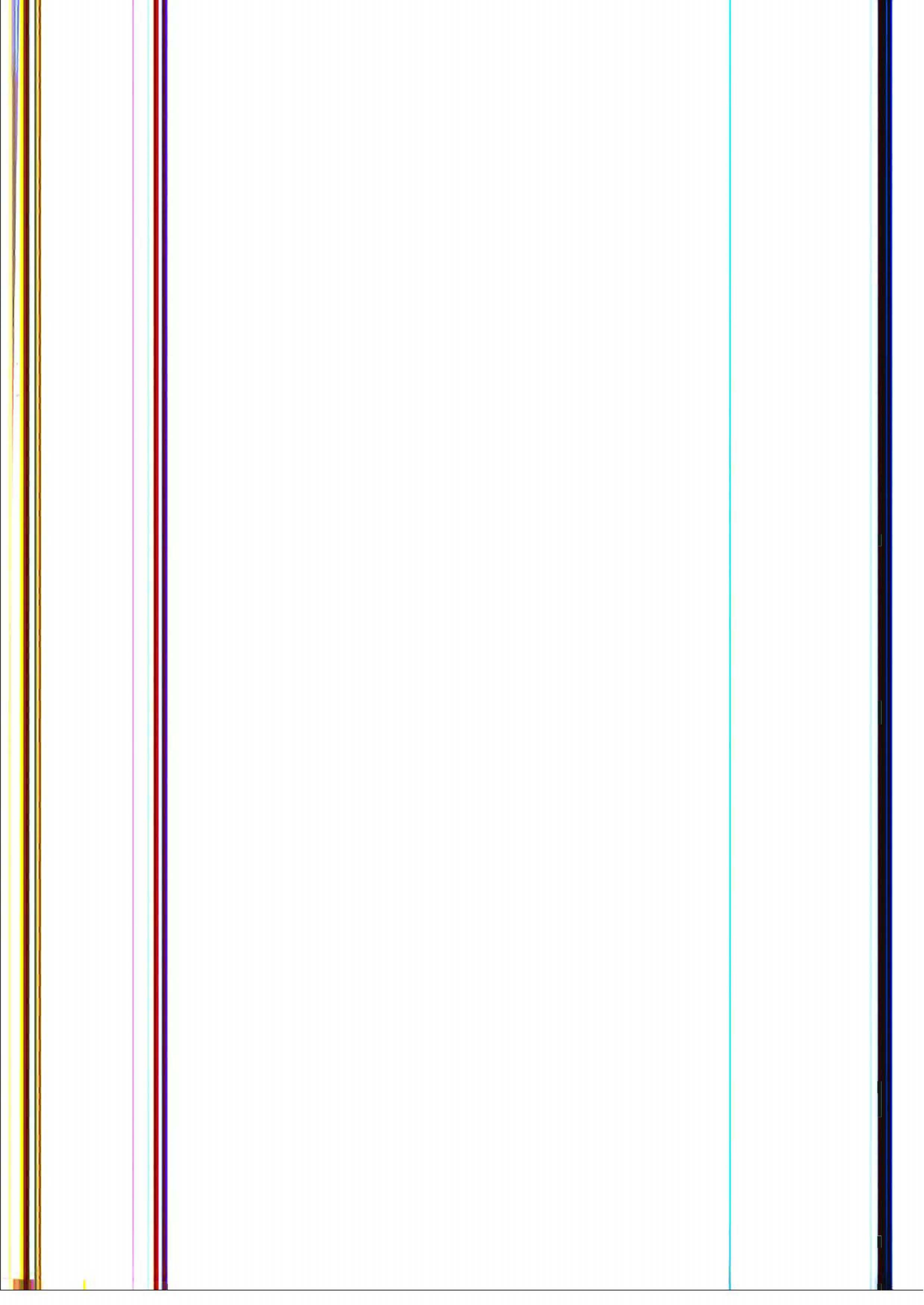


**LE SEMIS DIRECT DU RIZ PLUVIAL DE
HAUTE TECHNOLOGIE DANS LA ZONE
TROPICALE HUMIDE
DU CENTRE NORD DU MATO GROSSO
AU BRESIL**

*Techniques actuelles, Intégration dans les systèmes
mécanisés de semis direct à base de soja + "safrinhas"
et dans la réforme des pâturages dégradés*

Août 1998

CIRAD-CA Goiania - Goiás Brésil
L. Séguy, S. Bouzinac
Programme GEC



**LE SEMIS DIRECT DU RIZ PLUVIAL DE
HAUTE TECHNOLOGIE DANS LA ZONE
TROPICALE HUMIDE
DU CENTRE NORD DU MATO GROSSO
AU BRÉSIL**

*Techniques actuelles, Intégration dans les systèmes
mécanisés de semis direct à base de soja + "safrinhas"
et dans la réforme des pâturages dégradés*

Août 1998

CIRAD-CA Goiania - Goiás Brésil
L. Séguy, S. Bouzinac
Programme GEC

SEMIS DIRECT DU RIZ PLUVIAL DE HAUTE TECHNOLOGIE

Principes de base- Systèmes de culture



Semis direct sur Mil



Semis direct sur *Brachiaria D.*



Semis direct sur *Arachis P.*



Semis direct sur *Brachiaria R.*
+ paille Maïs



Variétés modernes, de haute productivité, stable
Grain long fin, type 1



AGRONORTE

PRÉFECTURE
SINOP

1998

Le semis direct du riz pluvial de haute technologie dans la zone tropicale humide du centre nord du Mato Grosso au Brésil

• *Techniques actuelles, Intégration dans les systèmes mécanisés de semis direct à base de soja + "safrinhas" (1) et dans la réforme des pâturages dégradés.*

Séguy L., Bouzinac S., Maronezzi A.C., Taffarel W., Taffarel J. (2)

Résumé :

Le riz pluvial est maintenant une culture noble, de haute technologie, qui peut produire plus de 6 000 Kg/ha de grain de qualité supérieure, égale à celles des meilleurs riz irrigués du Sud du Brésil. Mais jusqu'à maintenant, malgré les progrès génétiques remarquables accomplis, le riz pluvial, très exigeant pour la gestion du profil cultural, n'avait pu intégrer les systèmes de semis direct à base de soja qui ont conquis près de 3 000 000 d'hectares au cours des 8 dernières années dans le Centre Ouest brésilien. Le CIRAD-CA vient de construire, entre 1993 et 1998, diverses options lucratives de semis direct du riz pluvial ; ces systèmes de culture, permettent maintenant au riz pluvial de qualité, d'intégrer la pratique continue du semis direct préservatrice de l'environnement, pouvant assurer sa pérennisation dans la zone tropicale humide de l'Ouest et du Nord du Brésil.

Mots-clefs : riz pluvial, haute technologie, semis direct, "safrinha", systèmes de culture.

1. Introduction

Les performances agronomiques et technico-économiques du riz pluvial ont beaucoup progressé au cours des 10 dernières années dans l'Ouest et Centre Ouest du Brésil, grâce notamment aux travaux de recherche conjoints CNPAF-EMBRAPA/CIRAD-CA, qui ont permis de faire progresser en même temps, l'amélioration du potentiel productif des cultivars et les systèmes de culture capables d'exprimer ce potentiel (O.P. Morais et al., 1995-4 ; J. Kluthcouski et al., 1995-3 ; S. Bouzinac, L. Séguy, 1995-1).

La culture du riz pluvial est ainsi passée du statut de culture rustique, peu exigeante en intrants, traditionnellement réservée à l'ouverture des terres nouvellement défrichées, au statut de partenaire privilégié du soja dans les systèmes mécanisés avec travail du sol, de l'Ouest brésilien (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1995-9, 1997-12 - Fig. 1).

Plus récemment, à partir de 1992, un nouveau progrès technologique décisif a été franchi avec la création de cultivars à qualité de grain égale ou supérieure à celle des meilleures variétés irriguées, apportant une forte valeur ajoutée à la culture du riz pluvial (3) (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1995-9, 1996-11, 1997-12).

À ses nouvelles lettres de noblesse, il manque cependant l'essentiel pour que ces nouveaux cultivars de haute technologie puissent être valorisés à la hauteur de leurs performances et gagner ainsi un espace permanent dans les rotations en terre de vieille culture : le riz pluvial de qualité doit intégrer les systèmes de semis direct construits sur le soja comme culture principale.

Ces systèmes de semis direct à base de soja, qui sont des produits de la recherche CIRAD-CA (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1996-11) ont conquis, en moins de 8 ans, plus de 2 800 000 hectares dans les états du Centre Ouest.

Si les techniques de semis direct ont parfaitement réussi aux cultures telles que le soja, le maïs, le mil, le sorgho, les pâturages (*le genre Brachiaria en particulier* - Séguy L., Bouzinac S. et al. 1996-10), elles

(1) "Safrinha" signifie "petite récolte" en portugais, et s'adresse aux cultures de succession, de fin de cycle des pluies.

(2) - Séguy L. et Bouzinac S., agronomes du CIRAD, basés à Goiânia.

- Maronezzi A.C., agronome, gérant de la firme AGRONORTE - Sorriso - MT.

- Taffarel W. et Taffarel J., producteurs de Sinop, adeptes et praticants du semis direct depuis 1990.

(3) Variétés du CIRAD-CA de Goiânia, de Agronorte à Sorriso, et du CNPAF/EMBRAPA.

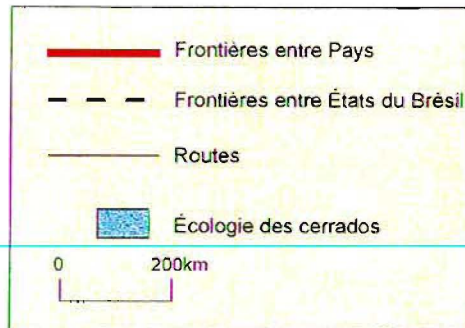
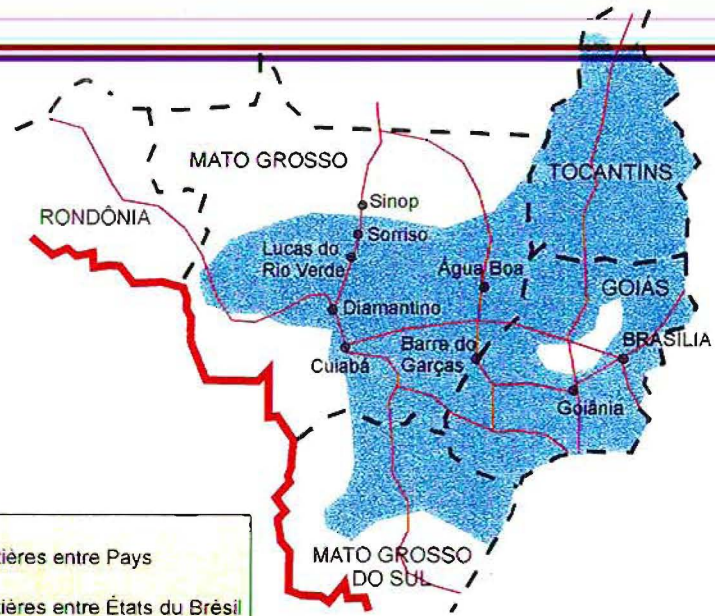
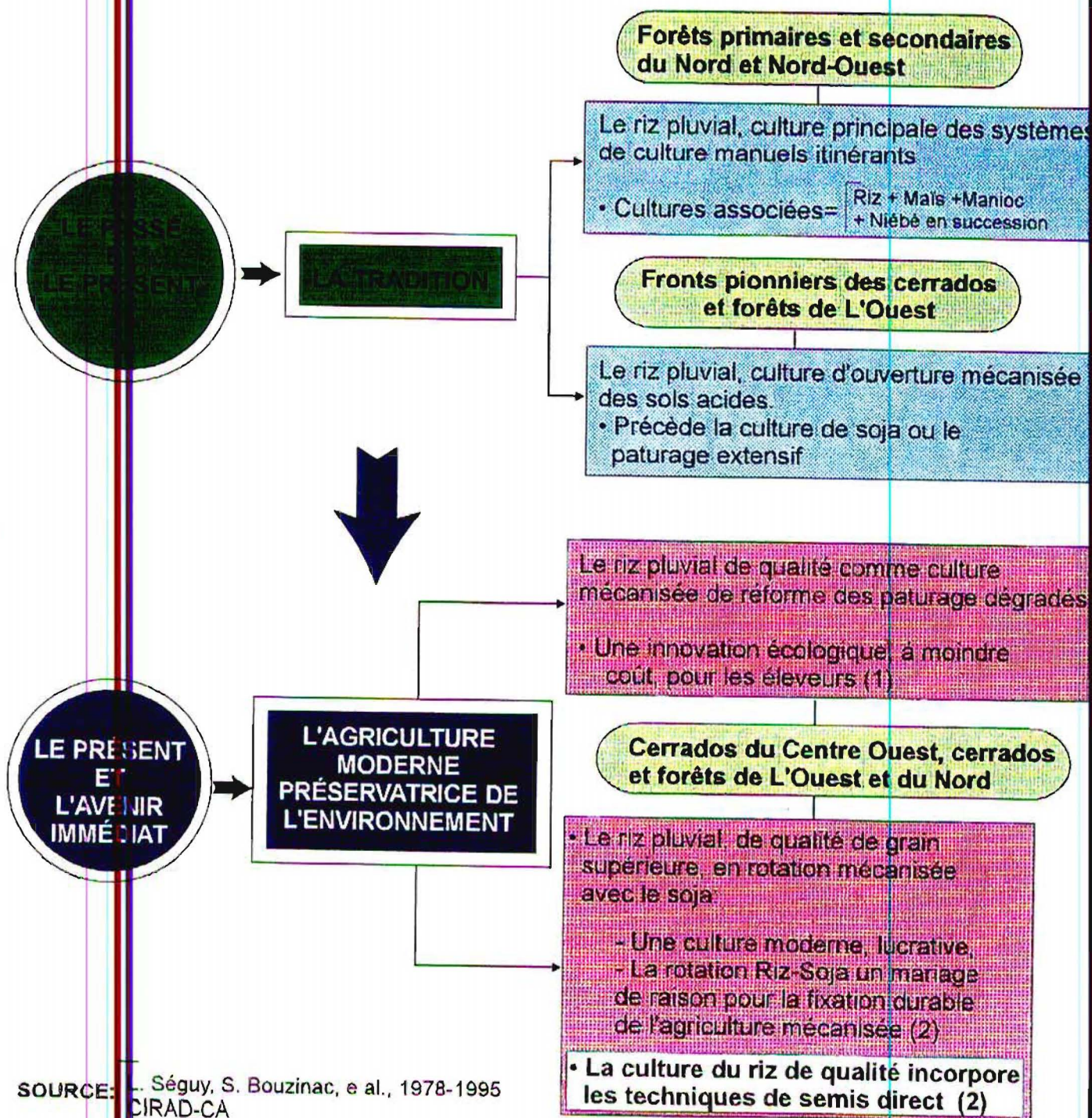


FIG. 1

EVOLUTION DES SYSTEMES DE CULTURE Á BASE DE RIZ PLUVIAL DANS LES ZONES CLIMATIQUES FAVORISÉES DE L'OUEST ET DU NORD BRÉSIL



SOURCE: L. Ségué, S. Bouzinac, e al., 1978-1995
CIRAD-CA

(1) Technologie - EMBRAPA/CNPAF
(2) Technologies - CIRAD-CA

se sont avérées très limitantes pour la productivité du riz pluvial dans les systèmes de semis direct à une seule culture annuelle pratiqués sur les seuls résidus de récolte, comme l'ont montré les travaux de recherche du CIRAD-CA dans le centre nord du Mato Grosso, entre 1987 et 1992 : le rendement moyen du riz pluvial obtenu en grande culture en rotation avec le soja, sur 5 ans, a été de 3 093 Kg/ha avec labour profond du sol au soc, contre 1835 Kg/ha avec offset continu et 1 655 Kg/ha avec semis direct réalisé sur les seuls résidus de récolte (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1996-11).

Le riz pluvial s'est révélé le plus mauvais élève du semis direct, à cause principalement, de son exigence en forte macroporosité dans le profil cultural. L'espace poral créé, avec rotation soja-riz pratiquée en semis direct sur les seuls résidus de récolte, est insuffisant, tout au moins au départ, pour assurer un développement racinaire puissant (*surface d'interception, profondeur*) qui conditionne l'obtention de hautes productivités, stables.

De plus, ce système de semis direct construit sur une seule culture annuelle, favorise une très forte concurrence des adventices difficilement maîtrisable, même à coût très élevé, la couverture du sol par la paille étant trop insuffisante.

Ces deux fortes contraintes agronomiques : espace poral trop limité (*aspects quantitatif et qualitatif*) et concurrence des adventices ont été les principaux facteurs responsables de l'échec de la culture de riz pluvial dans les systèmes de semis direct qui n'offrent pas une couverture totale du sol en surface, entre 1985 et 1992 (L. Séguy, S. Bouzinac et al., 1996-11).

Le présent article, se propose, sur plusieurs étapes successives, de montrer avec quelles techniques de semis direct il faut gérer le profil cultural pour intégrer et pérenniser, avec succès, le riz pluvial dans les systèmes mécanisés de semis direct à base de soja, et l'utiliser comme option économique de rénovation des pâturages dégradés.

2. Les bases agronomiques de l'élaboration de productivités élevées et stables de riz pluvial, entre 1983 et 1992, avec travail du sol.

(*) Elles ont été rigoureusement établies par les travaux de recherche du CIRAD-CA et du CNPAF/EMBRAPA entre 1983 et 1989, à partir des études sur les systèmes de culture à base de riz pluvial, dans des conditions pédoclimatiques très contrastées des cerrados du centre ouest (Kluthcouski J. et al., 1994-3, Séguy L., Bouzinac S. et al., 1989-7, Bouzinac S., Séguy L., 1994-1) ; ces travaux de recherche systémiques ont permis de comprendre, hiérarchiser les mécanismes majeurs qui régissent les relations "profils culturaux-riz pluvial", à partir de dispositifs expérimentaux pérennisés (*) plurilocaux qui permettent d'acquérir un ensemble rigoureux de données biologiques et agronomiques sur le fonctionnement des cultures en rotations soumises à divers modes de travail du sol (rendements, composantes du rendement et leur variabilité interannuelle, itinéraires culturaux, calendrier et faisabilité des travaux, effets cumulatifs des systèmes sur l'évolution du statut de fertilité des sols, etc...). Cet ensemble de données pluriannuelles, plurilocales, constitue des références de base et offre des possibilités de généralisation à partir d'éléments explicatifs : croissance, développement, formation de la production dans les systèmes de culture et analyse de leur stabilité interannuelle.

Le chapitre à suivre, synthétise l'essentiel des résultats généralisables obtenus, sur sols ferrallitiques des cerrados du centre ouest brésilien.

2.1 La composante des systèmes, "mode de gestion du profil cultural", est toujours la plus importante : le travail profond du sol (*le labour au soc étant le plus performant*) associé aux rotations et/ou

(*) Ce sont des unités de recherche construites sur des "matrices modélisées de systèmes de culture" qui créent et évaluent une très large gamme de systèmes diversifiés et pérennisés, en prenant les systèmes de culture traditionnels comme référence permanente ; ces matrices sont conduites en conditions d'exploitation réelles et à l'échelle d'unités de paysage représentatives (Séguy L. et al., 1996-11).

successions de cultures (*soja, maïs, soja + sorgho, mil, maïs, crotalaires, cajanus*), et à une fumure minérale NPK comportant une part importante ou dominante de thermophosphate ⁽⁵⁾ sont, en toutes situations de sol et climat, les techniques combinées qui conditionnent l'obtention des productivités de riz pluvial les plus élevées et les plus stables. Cette règle de production est parfaitement illustrée aussi bien au niveau des unités plurilocales de recherche, (Fig. 2) entre 1984 et 1991, que dans son application sur des dizaines de milliers d'hectares dans les cerrados de divers états du centre ouest (Fig. 3), comme l'ont révélées les enquêtes ⁽⁶⁾ effectuées en 1989 et 1990, traduisant ainsi que ces technologies de gestion du sol ont une portée d'application très vaste dans l'agriculture mécanisée du centre ouest et qu'elles sont reproductibles d'une année sur l'autre (Séguy L., Bouzinac S., 1989-7 ; Séguy L., Bouzinac S. et Yokoyama L., 1990-8).

2.2 Le facteur variétal, constitue également une composante importante :

- Par sa puissance racinaire, soit son aptitude à coloniser rapidement les horizons superficiels et surtout profonds du sol, qualité qui garantit une meilleure utilisation ⁽⁷⁾ de l'eau et des éléments minéraux (en particulier P).

- Par sa résistance stable aux principales maladies cryptogamiques (résistance horizontale de nature polygénique) telles que la Pyriculariose des feuilles et du cou (*Pyricularia oryzae*), les maladies des taches de grains (*Phoma, Phyllosticta, Helminthosporium, etc.*) les maladies des gaines (*Tanathephorus*).

- Par son fort potentiel de productivité ⁽⁸⁾, sa stabilité.

2.3 Les qualités agronomiques essentielles que doit présenter le profil cultural pour offrir un support favorable à la culture du riz pluvial

La caractérisation des propriétés physico-chimiques et biologiques effectuée entre 1985 et 1991, sous les divers modes de gestion des sols et des cultures, en toutes situations pédoclimatiques, a mis en évidence (Séguy L. et al., 1989-7 ; Kluthcouski J. et al., 1994-3 ; Bouzinac S., Séguy L., 1995-1) :

- Une résistance mécanique à la pénétration du sol (détection des horizons compactés) toujours nettement moindre sous travail profond du sol x rotations, indiquant l'absence de discontinuité physique dans le profil, par opposition au travail superficiel aux engins à disques x monoculture, qui présente toujours un profil cultural compacté après 2 à 3 ans de monoculture ⁽⁹⁾ (Fig. 4).

- Une vitesse d'infiltration de l'eau toujours bien supérieure sous travail profond du sol x rotations que sous travail superficiel x monoculture (Fig. 4).

- Une redistribution progressive, en profondeur, de la matière organique et des bases (Ca, Mg, K) sous travail profond x rotations, contre une forte concentration de ces mêmes paramètres dans les 15 premiers cm du profil sous travail superficiel x monoculture (Fig. 5 et 6).

- L'élimination, par l'effet rotation, des toxines biologiques qui s'accumulent dans la rhizosphère du riz pluvial en monoculture (L. Séguy et al., 1989-7).

- Une réduction très importante de la concurrence des adventices qui deviennent plus facilement maîtrisables, et au moindre coût, sous travail profond x rotations.

- L'examen plus intime de la structure du sol, a montré que sous travail profond du sol (sols ferrallitiques argilo-sableux de Goiânia et sablo-argileux de Alvorada), le travail profond x rotations provoque

⁽⁵⁾ Thermophosphate Yoorin master et Bz - Son efficacité est liée, à la fois, à son apport équilibré en P, Ca, Mg, oligo-éléments et surtout Si (décisive pour renforcer la lutte contre les maladies cryptogamiques - Séguy L., Bouzinac S. et al., 1989-7 ; 1993-11).

⁽⁶⁾ Enquêtes réalisées par le CNPAF/EMBRAPA de Goiânia et le CIRAD-CA sur financement du Ministère Français des Affaires Étrangères.

⁽⁷⁾ La capacité du système racinaire, à intercepter et extraire les éléments minéraux les moins mobiles ou plus fortement retenus par le complexe argilo-humique, est aussi un critère important de choix variétal.

⁽⁸⁾ Plus récemment, à partir de 1989, le CIRAD-CA a montré l'intérêt majeur de la qualité de grain (long fin le plus prisé du marché) pour exprimer économiquement le potentiel du riz pluvial.

⁽⁹⁾ L'apparition de la compaction dépend à la fois du type de sol (texture, structure), de l'agressivité climatique et de l'intensité de l'utilisation des engins à disques en fonction du niveau d'humidité.

une augmentation significative de la macroporosité et des macroagrégats, par rapport au travail superficiel du sol augmentant sa porosité globale mais améliorant aussi très significativement sa qualité (Moreira, J. A. dans Séguy L., Bouzinac S. et al., 1986-6).

2.4 Les conséquences des propriétés agronomiques du profil cultural sur le développement racinaire

L'enracinement est le reflet de la qualité du profil cultural ; il traduit de manière dynamique la résultante des propriétés physico-chimiques et biologiques du profil cultural. Dans toutes les situations de sols et de risques climatiques étudiées à l'échelle des cerrados du centre ouest, l'enracinement du riz pluvial est toujours nettement plus important en volume et profondeur sous travail profond x rotations que sur travail superficiel aux disques x monoculture, comme l'illustre parfaitement la figure 7.

L'obtention des meilleures productivités interannuelles, les plus stables de riz pluvial sont toujours hautement corrélées positivement, à la fois, à une vitesse élevée d'infiltration de l'eau, à une moindre résistance mécanique à la pénétration, à une faible densité apparente en dessous de 10 cm de profondeur ($d \leq 1,10$), et à une forte densité racinaire en profondeur ; à l'inverse, les plus faibles rendements de riz pluvial sont toujours fortement corrélés négativement avec des densités apparentes élevées (surtout dans les horizons en dessous de 10 cm de profondeur = $d \geq 1,15 - 1,20$), de faibles vitesses d'infiltration de l'eau, une forte résistance mécanique à la pénétration et une faible densité racinaire en profondeur (L. Séguy, S. Bouzinac et al., 1996-11).

() En définitive, la pratique continue du travail profond du sol x rotations et/ou successions, offre un profil cultural toujours très poreux, dans lequel les fluides et les organes racinaires peuvent circuler avec facilité et rapidement ; dans ces conditions, le système racinaire du riz pluvial peut assurer sa nourriture (eau, éléments minéraux, substances de croissance) dans un grand volume de sol facilement accessible sur une grande profondeur, qui permet de garantir de fortes productions de matière sèche, stables, même en conditions climatiques peu favorables (10).*

À l'inverse, tout profil cultural peu poreux, où domine la microporosité, et qui peu comporter des horizons compactés entre 10 et 30 cm de profondeur conduit toujours à de faibles productivités de matière sèche, même en conditions climatiques favorables ; le système racinaire concentré dans les 15 premiers cm du sol, occupe un espace allentatoire réduit et subit tous les excès climatiques (sécheresse ou au contraire excès pluviométrique) ; le travail du sol aux disques pratiqué de manière inadéquate (conditions d'humidité, intensité) et le semis direct sur les seuls résidus de récolte conduisent à ce type de profil cultural "sensible", défavorable à la culture du riz pluvial.

Ce sont ces principes de base qui guident la gestion du profil cultural pour le riz pluvial qui vont être utilisés pour la construction du semis direct dans les chapitres à suivre.

3. Construction du semis direct de riz pluvial : plusieurs étapes successives, des systèmes de culture diversifiés (11)

• *L'échec du transfert Nord-Sud des technologies de travail du sol et donc la nécessité de gérer les sols tropicaux autrement.*

• *Les techniques de travail profond du sol (transfert Nord-Sud de technologies), bien que très efficaces pour restaurer rapidement la fertilité des sols dégradés par la monoculture de soja pratiquée aux*

⁽¹⁰⁾ L'enracinement du riz pluvial, dans un profil cultural "favorable", atteint régulièrement 1,20 m de profondeur à la floraison, ce qui garantit plus de 100 mm de réserve utilisable d'eau en sols de texture argilo-sableuse, et plus de 60 mm en sol de texture sablo-argileuse.

⁽¹¹⁾ Les recommandations à suivre sont extraites des études sur les systèmes de culture en semis direct conduites par le CIRAD-CA sur les fronts pionniers entre 1993 et 1998, qui ont permis de comparer une large éventail de systèmes et d'analyser rigoureusement le poids de chacune des composantes de ces systèmes sur la productivité du riz pluvial et sa stabilité (lois de la production).

disques, ont montré très vite leurs limites : dans les conditions de sol et de climat du centre ouest, la pratique continue du travail profond du sol accélère fortement la minéralisation de la matière organique, conduisant à la perte de plus de 50% du taux d'humus en 6 ans (*fronts pionniers de la zone tropicale humide du centre nord du Mato Grosso*) : cette évolution négative de la fertilité compromet l'espoir de fixer de façon durable une agriculture performante et stable ; ces techniques de travail profond ne peuvent être employées que temporairement pour corriger les caractéristiques physico-chimiques des sols dégradés (L. Séguy, S. Bouzinac, 1996-11).

Face à une telle situation, il fallait donc cultiver autrement et le CIRAD-CA et ses partenaires du développement (12) ont élaboré entre 1989 et 1995, sur les frontières agricoles du centre nord du Mato Grosso, des systèmes de culture à base de soja, construits sur la pratique continue du semis direct, qui ont conquis aujourd'hui près de 3 millions d'hectares dans les états du centre ouest (L. Séguy, S. Bouzinac et al., 1996-11).

Ces systèmes, qui protègent totalement le sol contre l'érosion, reproduisent le fonctionnement de l'écosystème forestier. Ce sont de grands producteurs de biomasses renouvelables à moindre coût, protectrices et alimentaires pour les cultures, au-dessus du sol ; ils sont également de puissants restructurants du profil cultural et d'efficaces recycleurs des éléments nutritifs lixiviés en profondeur qui permettent d'assurer une intense activité biologique, pourvoyeuse alimentaire importante, à moindre coût (Séguy L., Bouzinac et al., 1996-11).

Ces systèmes de culture, pratiqués en semis direct continu, qui sont véritablement adaptés aux conditions pédoclimatiques de la zone tropicale humide, sont aussi les moins exigeants en intrants, les plus lucratifs et les plus stables (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1996-11).

3.1 Trois étapes successives pour incorporer progressivement le riz pluvial de haute technologie, en semis direct, dans les systèmes de culture à base de soja

Dans une première étape, entre 1992 et 1994, le riz pluvial a été incorporé à ces systèmes de semis direct par un travail profond du sol, en tête de rotation. Les meilleurs systèmes aux plans agrotechnique et économique sont construits sur trois ans et comportent cinq à six cultures successives :

- première année : labour profond avant riz plus semis direct en succession de sorgho et mil ;
- deuxième année : semis direct de soja plus semis direct en succession de sorgho et mil ;
- troisième année : semis direct de soja plus semis direct en succession de sorgho et mil ou semis direct pâturage pour trois à quatre ans (*Panicum, Brachiaria*).

Les meilleures variétés, à haute qualité de grain (*long fin*), dans ce système produisent aux environs de 3 tonnes à l'hectare en présence de la fumure de correction progressive NPK (13), et régulièrement au-dessus de 4 tonnes à l'hectare avec la fumure de correction forte phosphatée (14) appliquée pour cinq à six cultures sur trois ans, aussi bien en expérimentation qu'en grande culture sur des milliers d'hectares (15) (Fig. 8) (Séguy L., Bouzinac et al., 1997-12).

Ces résultats reproductibles remarquables sont obtenus aussi bien sur des terres de vieille culture que sur des terres nouvellement défrichées et sur des pâturages dégradés, en écologie de forêts et de cerrados humides (Fig. 8) (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1996-11, 1997-12).

Les performances économiques de la culture de riz sont très attractives dans les meilleurs systèmes, avec des marges nettes qui dépassent 300 dollars à l'hectare (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1996-11, 1997-12).

Ensuite, dans une deuxième étape, entre 1993 et 1995, le CIRAD a mis au point, d'abord, les techniques de semis direct sur la culture de riz pluvial, qui permettent de l'intégrer dans les systèmes de

(12) Le producteur Munefume Matsubara, les coopératives Cooperlucas (*Lucas do Rio Verde - MT*), Coosol (*Sorriso - MT*), Comicel (*Sinop - MT*).

(13) Taux de saturation de bases supérieur ou égal à 40 pour cent - 40N + 75 P₂O₅ + 75 K₂O + 4 Zn/ha.

(14) Taux de saturation de base supérieur ou égal à 40 pour cent - 2 000 Kg/ha de thermophosphate + 600 Kg/ha de gypse/trois ans + 36 K₂O + 60 à 85 N annuelle. Cette fumure forte de correction s'applique pour cinq à six cultures et la part de l'engrais qui revient à chaque culture est inférieure à celle de la fumure de correction progressive annuelle.

(15) Productivité de 4 680 Kg/ha sur plus de 1 000 ha, sur les Fazendas de référence : Progresso et Piccolo en 1993-1994, Lucas do Rio Verde, MT.

culture à base de soja, à tout moment, sans interrompre la pratique continue du semis direct. Les itinéraires techniques performants qui sont créés répondent aux exigences agronomiques de la culture (*profil cultural avec forte macroporosité, forte teneur en matière organique à turn over rapide, bien pourvu en SiO_2 , P_2O_5 assimilables*). Ils utilisent le semis direct précoce de légumineuses à enracinement pivotant profond, suivi du semis direct tardif du riz pluvial.

Les principaux résultats, réunis dans la figure 9, montrent que ces itinéraires riz pluvial avec semis direct sur sol protégé sont nettement plus productifs que les mêmes itinéraires pratiqués à l'offset sur sol nu, à condition que les légumineuses qui précèdent le semis direct du riz (*genres *Sesbania* et *Crotalaria**) soient desséchées et laissées sur pied au moment du semis ; le gain de productivité avec cet itinéraire par rapport à celui réalisé à l'offset en sol nu est supérieur à 45 pour cent.

Les meilleures productivités de riz pluvial, en semis direct tardif, sont obtenues sur précédent *Crotalaire (spectabilis, retusa)* ; ce précédent, correctement géré, permet d'atténuer l'importance du niveau de correction de l'acidité et de phosphatage sur la productivité qui se situe autour de 4 000 Kg/ha en semis direct de décembre, soit 60 à 80 jours après les premières pluies utiles. Comme dans le cas de la culture de soja en semis direct tardif, la biomasse qui précède le semis permet de maintenir des conditions de fertilité proches de celles que possède le profil cultural aux premières pluies utiles (Fig. 9).

Plus récemment, entre 1995 et 1998, le CIRAD-CA, avec l'appui de divers partenaires du développement (¹⁶) a pu diversifier très largement les systèmes de semis direct du riz pluvial, toujours dans le centre nord du Mato Grosso, en zone tropicale humide, terre d'élection du riz pluvial de haute technologie ; ces nouveaux systèmes sont actuellement en cours de validation dans les écologies de forêts et des cerrados.

• Trois nouveaux systèmes de semis direct du riz pluvial, intégrés dans les systèmes à base de soja + safrinhas, ont été mis au point (Fig. 10, 11 et tableau 1).

1^{er} Cas ⇨ Semis direct de riz pluvial de cycle court en octobre

* Les cultivars doivent être de cycle court (90-105 jours), de qualité supérieure de grains (type 1 de la classification brésilienne) et sont récoltés en janvier, avant la récolte de Rio Grande do Sul, au moment où le prix du riz de qualité est toujours le plus élevé (13 à 17 US\$/sac de 60 Kg).

Avantage donc financier de cette option, avec un inconvénient toutefois : récolte sous la pluie.

Le précédent cultural détient les clés de la réussite ou de l'échec du semis direct du riz pluvial ; c'est lui, en effet, qui déterminera l'état du profil cultural l'année suivante. L'année qui précède le semis direct du riz pluvial, il faut donc, appliquer les modes de gestion du sol et des cultures qui répondent aux exigences agronomiques de la culture définies dans les chapitres précédents : forte macroporosité et teneur élevée en matière organique à turn over rapide dans le profil cultural sont garanties par la succession annuelle en semis direct soja de cycle court (à moyen) + maïs ou mil ou sorgho en succession, associés au *Brachiarua ruzizensis*.

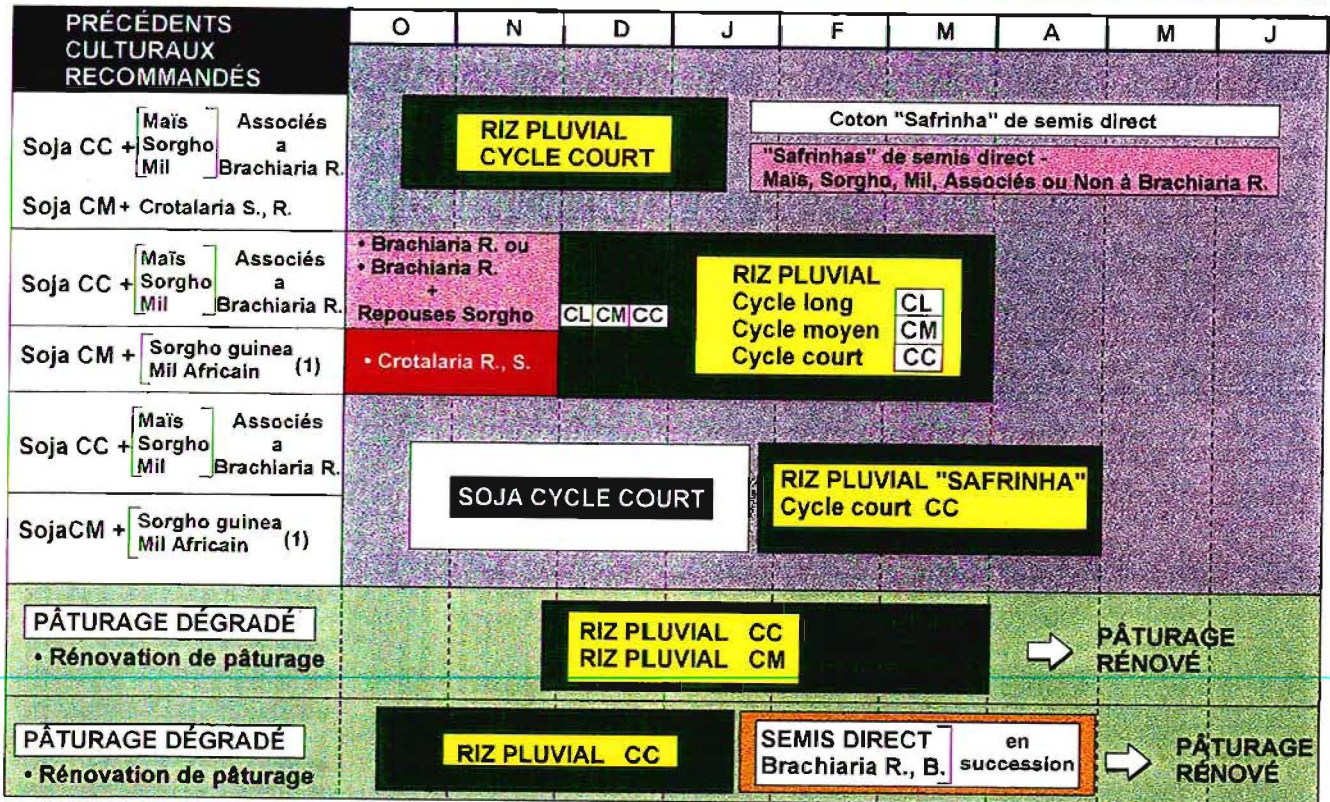
Ces cultures de succession appelées "safrinhas" (*petite récolte en langue portugaise*), principalement mils et sorghos (¹⁷), au delà de produire entre 1 500 et plus de 3 000 Kg/ha de grain de qualité, fournissent en association avec *Brachiarua r.* une très forte biomasse : supérieure à 7-8 tonnes/ha de matière sèche en surface et plus de 5 t/ha de racines réparties entre la surface et plus de 1,5 m de profondeur (*forte recharge en C, restructuration du profil cultural* - L. Séguy, S. Bouzinac, résultats non publiés - 1997-98).

Le sol reste couvert par une forte biomasse en saison sèche ; aux premières pluies, les semences

(¹⁶) Agronorte (Sorriso - MT) - Préfecture de Sinop (Sinop - MT)

(¹⁷) Cultivars africains, indiens et du CIRAD-CA ; semences disponibles à Agronorte, partenaire du CIRAD-CA - Sorriso - MT - Tél/Fax (065) 544 2431.

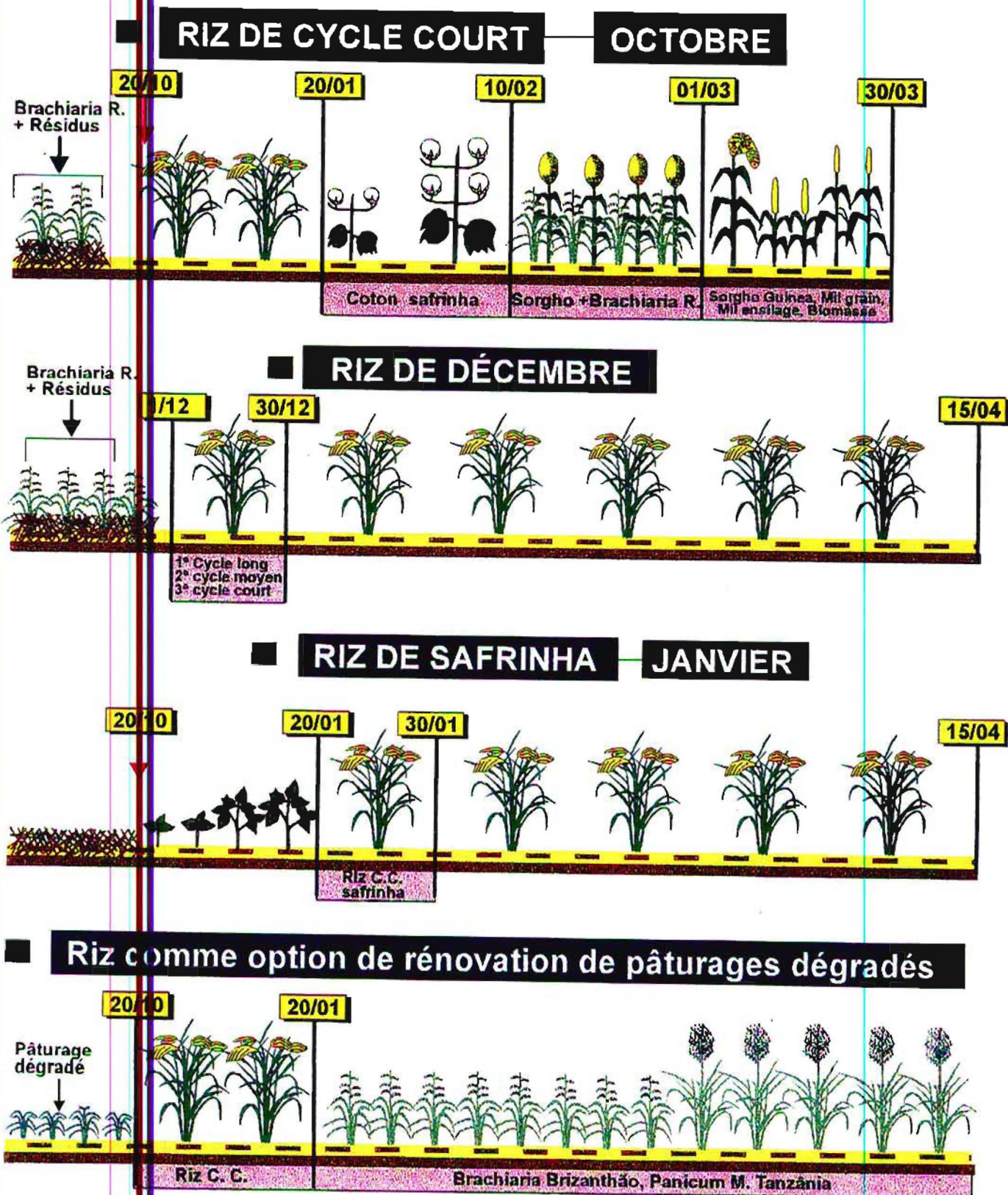
FIG. 10 LES SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT DU RIZ PLUVIAL DE HAUTE TECHNOLOGIE EN ZONE TROPICALE HUMIDE DES CERRADOS ET FORÊTS DU CENTRE-NORD MATO GROSSO - MT - 1998



SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA; Maronezzi A. C., AGRONORTE; Kerber A., PRÉFECTURE SINOP - MT, 1998
 (1) - Forte biomasse

FIG. 11

LES SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT DU RIZ PLUVIAL DE HAUTE TECHNOLOGIE DANS LA ZONE TROPICALE HUMIDE DES CERRADOS ET FORÊTS DU CENTRE NORD MATO GROSSO (Frontières agricoles du sud de l'Amazonie)



SOURCE: Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA
Maronuzzi A. C., AGRONORTE - Sorriso, MT - 1998

Tableau 1 - Les systèmes de semis direct du riz pluvial dans le centre nord du Mato Grosso, en rotation avec les successions à base de soja et les pâturages, pratiqués en semis direct - Écologies des cerrados (*) (Sorriso) et forêts () (Sinop) - MT**
 Source : Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA - 1997.

Précédents possibles	Systèmes de semis direct du riz pluvial	Avantages	Inconvénients
<p>■ Succession ① en semis direct :</p> <p>- Soja de cycle court + sorgho ou mil (*) associé à <i>Bracharia r.</i></p>	<p>Option ① ⇒ Semis direct riz pluvial cycle court en octobre</p> <p>Option ② ⇒ Semis direct riz pluvial cycles court, moyen et long en décembre</p>	<p>Récolte en janvier</p> <p>Récolte en avril-mai</p>	<p>Prix le plus élevé payé au producteur</p> <p>Récolte sous la pluie (séchage obligatoire)</p> <p>Opérations en séquence avec soja. Optimisation utilisation équipements</p> <p>Prix payé moins attractif</p>
<p>■ Succession ② en semis direct :</p> <p>- Soja de cycle moyen + sorgho guinea (*) ou mil (*) en succession à très forte biomasse</p>	<p>• Semis direct de <i>Crotalaria sp.</i> en octobre</p> <p>↓</p> <p>• Semis direct riz pluvial cycles court, moyen et long en décembre</p>	<p>Récolte en avril-mai</p>	<p>Opérations en séquence avec soja. Optimisation utilisation équipements</p> <p>Prix payé moins attractif</p>
<p>■ Succession ① ou ② (forte biomasse)</p>	<p>• Semis direct soja cycle court en octobre</p> <p>↓</p> <p>• Semis direct riz pluvial cycle court (<i>safrinha</i>) fin janvier</p>	<p>Récolte fin de janvier</p> <p>Récolte en mai</p>	<p>Risque économique minimum</p> <p>Système très lucratif</p> <p>Calendrier cultural chargé</p>
<p>■ Cas le plus général</p> <p>- 2 ou 3 années successives de successions ① et ②</p> <p>- Pâturage de longue durée</p>	<p>Idem semis direct du riz pluvial après les successions ① et ②</p>		

(*) Partenaires du CIRAD-CA : Agronorte à Sorriso et Sinop et Préfecture de Sinop - MT.

(†) Sorgho de type guinea et mils à haute productivité de biomasse, même en conditions de semis tardif de la "safrinha", proche de la fin du cycle des pluies. Ce matériel génétique garantit, au delà du rôle d'écran en surface, une restructuration très efficace du profil cultural en surface et profondeur et le recharge en carbone (garanties de forte macroporosité et de stock important de M.O. à turn over rapide pour le riz pluvial suivant).

(*) Consulter l'entreprise Agronorte, pour la disponibilité de semences de ces matériels - Sorriso - MT - Tel/Fax (065) 544 2431

de mil, sorgho, laissées sur le sol à la récolte naissent, le sorgho et le *Brachiaria r.* repartent par multiplication végétative, l'ensemble produisant une forte biomasse additionnelle jusqu'au moment du semis direct de riz entre le 15 et le 25 octobre.

* 8 à 10 jours avant semis direct du riz pluvial, dessication de la biomasse verte [par hectare : 2,5l de Glyphosate + 1,5l de 2-4 D amine ou 40 g de Sumisoya (¹⁸)], puis semis direct du riz pluvial, en présence d'engrais soluble localisé sous la ligne de semis [400 Kg/ha de Fosmag 518 (6-16-16 + oligos) + 80 à 100 Kg de thermophosphate Yoorin master] ; au semis direct du riz pluvial, appliquer 1 l/ha de Gramoxone mélangé à l'herbicide résiduel [Ronstar (¹⁸), Herbadox (¹⁸)].

* *Il est très important dans ce système de semis direct où la couverture morte de paille de graminées est très conséquente, d'apporter entre 20 et 30 Kg N/ha sous la ligne de semis pour compenser la forte immobilisation initiale de l'azote ; de même, la première couverture N-K, peut être appliquée plus tôt, 25 jours après le semis.*

* *Autre contrainte forte à éviter : Les mils communs fourragers qui sont utilisés aujourd'hui sur plusieurs millions d'hectares dans le centre ouest, en succession du soja, produisent peu de biomasse surtout lorsqu'ils sont plantés trop tard (avril), aussi bien au dessus de la surface du sol (où le rôle d'écran n'est plus garanti et laisse envahir les parcelles par *Panicum maximum*, *Andropogon gayanus* qui occasionnent un surcoût de contrôle herbicide l'année suivante) que dans le profil cultural (biomasse racinaire faible, effets restructurant et recycleurs déficients). Dans ces conditions, les qualités requises pour le semis direct du riz pluvial l'année suivante ne sont plus remplies et le risque d'échec de la culture est élevé. Il faut donc utiliser des cultivars de mil (¹⁷) ou sorgho de type guinea (¹⁷), qui sont capables de produire de fortes biomasses même en conditions de semis tardives et qui peuvent donc assurer ainsi les fonctions nécessaires pour recréer les conditions dans le profil cultural favorables au succès du semis direct de riz pluvial (création d'une forte macroporosité, forte recharge en matière organique).*

*A noter enfin, que la biomasse de sorgho guinea contrôle parfaitement les pestes végétales du semis direct en terre de culture, telles que *Andropogon gayanus*, *Panicum maximum*, *Cyperus rotundus**

*La productivité du riz pluvial dans ce type de système, a atteint en grande culture, 5 400 Kg/ha en 1995/96, sur la Fazenda Taffarel à Sinop (la succession précédent le semis direct de riz était dans ce cas soja + maïs associé au *Brachiaria r.*, le cultivar : CIRAD 141).*

2^e Cas ⇒ Semis direct de riz pluvial, en décembre

* *Ce système est à la fois le plus logique et le plus performant pour l'optimisation de l'utilisation des équipements mécanisés (capacité, flexibilité, coûts), puisque le semis direct de riz pluvial fin novembre-décembre prend le relai du semis direct de soja qui commence en octobre et se poursuit jusqu'en début décembre sur le même précédent cultural, et que la récolte de ce riz pluvial s'effectue en sec, après celle du soja. Les prix payés au producteur sont cependant inférieurs à ceux du semis direct d'octobre, car la récolte de Rio Grande do Sul est déjà sur le marché.*

Dans ce système de semis direct du riz pluvial de décembre, cycles courts, cycles moyens et longs peuvent être utilisés pour mieux gérer le risque climatique de fin de saison des pluies et étaler la récolte ; les cultivars sont de haute productivité, comprise entre 4 500 et 6 000 Kg/ha, qualité de grain supérieure de type 1, la mieux payée du marché (¹⁹). De nombreux résultats confirmant les performances de ce système de semis direct reproductible, très important pour le nord du Mato Grosso, sont exposés dans le chapitre à suivre.

(¹⁸) Sumisoya = Flumioxazin ; Ronstar = Oxadiazon ; Herbadox = Pendimethalin

(¹⁹) Rendement à l'usinage = > 53% de grains entiers, grain long fin, à très long fin (Variétés Agronorte - Soriso-MT).

Précédent culturel ⇒ 2 options de culture sont également performantes pour préparer le profil culturel l'année qui précède le semis direct de riz pluvial :

1^{re} option ⇒ le même précédent que dans le cas du semis direct d'octobre : soja + en succession, sorgho ou mil de forte biomasse associé au *Brachiaria ruziziensis* ; entre le début des pluies fin septembre et le semis vers le 15-25 décembre, le *Brachiaria r.* associé ou aux repousses de sorghos ou aux levées de mil, reproduisent une forte biomasse, étouffent les mauvaises herbes (*forte allélopathie du Brachiaria r., et du sorgho*), et reconstituent la structure du sol, dispensant toute opération culturale (*laisser faire la nature ; on pourrait également si les premières pluies sont précoces, faire pâturer la biomasse jusqu'à fin novembre et laisser ensuite repartir la biomasse jusqu'au 15 décembre pour effectuer le semis direct de riz pluvial*).

8 jours avant semis, mêmes opérations de dessiccation de la biomasse et de semis direct du riz pluvial que dans le 1^{er} cas, de semis d'octobre.

2^e option : utiliser le précédent soja de cycle moyen + sorgho guinea ou mil à cycle long de très forte biomasse, sans *Brachiaria r.* associé.

Aux premières pluies en octobre, dessiccation de la biomasse après départ de la végétation (1,5 l glyphosate + 1,5 l/ha 2-4 D amine ou 40 g/ha de Sumisoya) et semis direct de *Crotalaria spectabilis*, qui, au delà de fixer de l'azote, renforcera rapidement la macroporosité.

À partir du début décembre, dessiccation de la crotalaire avec 2 l/ha de Reglone (*Diquaf*) ; 5 jours après, semis direct de riz pluvial en présence d'herbicide résiduel ^(*) mélangé à 1 l/ha de Gramoxone (*Paraquat*), en présence des mêmes niveaux d'engrais minéral localisé sous la ligne de semis (*idem le cas n° 1*).

Ces systèmes permettent de produire entre 4 500 et plus de 6 000 Kg/ha pour les meilleurs cultivars, comme l'indiquent les résultats CIRAD-CA, du tableau 2, obtenus à Sinop en 1996/97, en écologie de forêts.

Tableau 2 - Productivité (*) des meilleurs cultivars de riz pluvial de haute technologie, en semis direct - Sinop - MT 1996/97

Varlétés	Productivité (Kg/ha)
CIRAD 18	6 848
CIRAD AEDA 100	6 468
CIRAD MN1	6 159
CT 5747	6 047
CIRAD AEDA 33	5 723
CIRAD 300	5 653
CIRAD BSL 210 L 3	5 554
CIRAD 141 (Témoin 1995/97)	5 372
IRAT 216 (Témoin 1991/92)	4 885

(*) Résultats obtenus en semis direct mécanisé et conditions d'exploitation réelles.

1 000 m²/cultivar - collection testée.

ETM du témoin 141 = 251 Kg ; CV% = 4,7

^(**) Diverses options sont également efficaces pour le contrôle des adventices :

- En pré-émergence :
 - Ronstar Sc (2,5 l/ha, soit 1 000 g i.a./ha Oxadiazon) + post-tardif 1 l/ha de 2-4 D amine
 - Herbadox (3 l/ha, soit 1 500 g i.a./ha Pendimethalin) + en post précoce 1,5 l/ha Basagran (*Bentazone*)

- En post précoce : (20-25 JAS) : le mélange Furore (*Fenoxprop-p-ethyl* + Ally (*metsulfuron methyl*) aux doses respectives de : 0,8 l/ha + 3 à 4 g/ha de produit commercial (p.c.) ; le produit Verdict (*Haloxypol-methyl*) peut être également utilisé dans ce mélange à la place du Furore à la dose de 0,18 à 0,22 l/ha de p.c.

* Pour en savoir plus, à la fois sur les itinéraires techniques détaillés et sur les meilleurs cultivars adaptés au semis direct en zone de forêts et dans les cerrados humides, consulter notre partenaire AGRONORTE - Sorriso - MT Tél. : Fax (065) 544 2431.

• En 1998, les rendements obtenus aussi bien à Sinop (zone de forêts) qu'à Somiso (cerrados), en terres de vieille culture, sont particulièrement intéressants et significatifs, puisqu'ils ont été obtenus sous pluviométrie limitante en fin de montaison et début d'épaison (effet probable de El Niño - tableau 3).

Tableau 3 - Conditions pluviométriques déficitaires en 1998, en écologies de forêts (Sinop) et des cerrados (Somiso), du centre nord du Mato Grosso

		Décembre 1997	Janvier 1998	Février 1998	Mars 1998	Avril 1998
1 ^o décade	Forêts	36	28	120	113	28
	Cerrados	42	64	104	104	4
2 ^o décade	Forêts	175	85	73	132	0
	Cerrados	144	103	58	141	0
3 ^o décade	Forêts	4	177	229	91	20
	Cerrados	24	181	207	32	3

(*) Semis fin décembre - Arrêt des pluies le 26/03 à Sinop, jusqu'au 10/04 (28 mm)
 Arrêt des pluies le 20/03 à Somiso jusqu'au 10/04 (4 mm)
 La phase de fin de montaison-épiaison la plus critique pour le riz pluvial est intervenue fin mars début avril, en pleine sécheresse.

• Dans ces conditions climatiques qui ne permettent pas d'exprimer totalement le potentiel des systèmes et variétés, les rendements moyens obtenus sur semis direct sont sensiblement équivalents à ceux du travail profond et oscillent entre 4 040 et 4 330 Kg/ha en zone de forêts (Sinop), et entre 4 400 et 4 600 Kg/ha en zone de cerrados (Somiso) - (Fig. 12).

La variété CIRAD 141, qui couvre plus de 120 000 ha dans le seul état du Mato Grosso en 1998 (Source : Agronorte), confirme son excellente adaptabilité aux systèmes de semis direct et sa très bonne stabilité de production - (Fig. 13).

• Divers nouveaux cultivars présentent des rendements plus élevés que ceux de CIRAD 141, aussi bien en semis direct qu'avec travail profond du sol (Fig. 12 et 14), et la plupart d'entre eux offrent une qualité de grain supérieure (95 à 98% de grain long fin à très long fin).

• La moyenne des rendements des 6 meilleures variétés (Agronorte) cultivées en semis direct, dans les itinéraires techniques de haute technologie (*) qui visent la productivité maximum (semences traitées, fumure minérale forte, traitements fongicides en fin de cycle), est voisine de 5 500 Kg/ha, soit 13% d'augmentation de rendement par rapport à la moyenne du témoin CIRAD 141 (tableau 4) ; la productivité de ce matériel génétique de pointe a été nettement limitée par le fort déficit hydrique de fin de cycle.

(*) Fumure forte = 120 à 130 N - 170 P2O5 - 120 K2O + oligo E./ha ; 2 applications de fongicides : le premier au gonflement-émission des premières panicules, le second à la floraison, pour assurer une protection totale contre les maladies de tâches de grains (Phoma, Phyllosticta, etc...).

Tableau 4 - Performances, en semis direct, des meilleurs cultivars (*) comparés à la variété témoin la plus cultivée au centre nord du Mato Grosso : CIRAD 141, dans des itinéraires techniques qui visent les productivités maximums - CIRAD-CA/AGRONORTE - Sinop - MT - 1998.

Variétés	Productivité (Kg/ha)	% du témoin CIRAD 141
CIRAD 141 (T)	4 643	
YM 22 (*)	5 640	121
CIRAD 141	4 974	
YM 200 (*)	5 809	117
CIRAD 141	4 872	
YM 198 (*)	5 696	117
CIRAD 141	4 824	
BSL 2 000 (*)	5 614	116
CIRAD 141	4 830	
YM 114 (*)	5 138	106
CIRAD 141	4 907	
YM 208 (*)	5 044	103

Moyenne du témoin CIRAD 141	4 842	ETM = 112 CV = 2,3 %
Moyenne des nouveaux cultivars de haute technologie	5 490	113

Source : L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA ; AGRONORTE - Sorriso - MT - 1998.

(*) Collection testée conduite en grande culture et conditions mécanisées (1 000 m²/cultivar).
- Matériel génétique de AGRONORTE - Sorriso - MT

L'évaluation des meilleurs cultivars pluviaux, en conditions imiguées, au Maranhão au cours de la saison sèche 1997, pour connaître leur potentiel lorsqu'ils sont cultivés sous insolation maximum et sans aucune limitation (nutritions hydrique, minérale), a montré que le potentiel des 25 meilleures variétés est supérieur à 9 000 Kg/ha, 4 variétés dépassent même 11 000 Kg/ha (Fig. 15 et 16 - Séguy L., Bouzinac S., Santos R. P. S., Yokokura T., Arari, 1997 - Résultats non publiés).

Il n'est donc pas déraisonnable de penser, qu'en année normale, sans limitations pluviométrique, des objectifs de rendements supérieurs à 7 - 8 000 Kg/ha sont maintenant à notre portée.

- La comparaison des biomasses de couverture en semis direct : mil, sorgho et crotalaire, montre qu'elles sont sensiblement équivalentes pour la productivité du cultivar CIRAD 141, dans les conditions climatiques limitantes de 1998 (Fig. 13).

- Les trois types de biomasse, peuvent donc être utilisés, sous réserve qu'elles assurent bien les

conditions agronomiques requises pour le profil cultural du riz pluvial de semis direct suivant (*restructuration, forte macroporosité, forte recharge en M.O.*) ; encore une fois, le choix des espèces de mils, sorghos guineas, associés ou non à *Bracharia r.*, crotalaire, et leurs dates de semis (*donc le choix de la succession annuelle*) sont déterminants pour garantir une forte biomasse au dessus et dans le profil cultural, soit des conditions favorables pour le semis direct de riz.

• **Au plan économique**, les tableaux 5, 6, 7, réunissent les coûts de production et marges d'un hectare de riz pluvial en 1998, et permettent de comparer les performances des divers itinéraires techniques pratiqués en travail profond du sol avec ceux du semis direct, en présence de 3 niveaux d'intensification croissants ; ils mettent en évidence :

- En année déficitaire en pluies, fin mars et avril, donc avec risque climatique important (*cas cependant rare*), les marges nettes les plus lucratives sont obtenues avec la fumure faible, qui est très bien valorisée avec le cultivar rustique CIRAD 141 cultivé en semis direct (*tableau 5*) ; la marge nette atteint sur ce traitement 275 US\$/ha contre 154 US\$ pour la fumure moyenne et 60 US\$/ha pour la fumure forte (*la fumure forte ne permet pas d'exprimer le plein potentiel de rendement des meilleurs cultivars, en conditions hydriques limitantes*).

- Les coûts de production et les marges nettes/ha mesurés, sont comparables entre semis direct et travail profond du sol (*tableau 6*) ; la marge d'amélioration des coûts de production reste importante sur le semis direct, en gérant mieux le contrôle des mauvaises herbes, au moindre coût.

- L'utilisation de nouveaux cultivars plus productifs que le témoin CIRAD 141, malgré les conditions de production limitantes et l'utilisation d'un très fort niveau d'intrants (*haute technologie* ⁽²²⁾ = fumure forte + traitements fongicides de fin de cycle → coûts de 820 à 840 US\$/ha), offre des marges nettes encore supérieures à 200 US\$/ha, 2 fois plus élevées que celle de CIRAD 141, à productivité plus limitée ; ces marges doivent plus que doubler en année à pluviométrie normale, hors intervention négative de el Niño (*tableau 7*).

- *La haute technologie appliquée au riz pluvial de semis direct de décembre (variétés très productives, forte fumure, traitements fongicides de fin de cycle), offre des marges nettes de plus de 200 US\$/ha même en année climatique défavorable, qui peuvent doubler voire tripler en année normale où ces nouveaux cultivars peuvent produire de 6 à 8 000 Kg/ha.*

- *L'utilisation d'un faible niveau d'intrants, en semis direct, avec le cultivar CIRAD 141 et les nouvelles variétés plus productives, assurent en année à pluviométrie normale, des marges nettes comprises entre 250 et 450 US\$/ha avec des coûts de production voisins de 500 US\$/ha, en terre de vieille culture (risque économique minimum).*

- *Pour éviter le risque toujours possible de déficit hydrique de fin de cycle, il est recommandé d'effectuer le semis direct des cycles de 125-130 jours entre le 25 novembre et le 10 décembre, le semis direct des cycles de 115 à 120 jours entre le 10 et le 25 décembre, et enfin celui des cycles courts entre le 25 décembre et le 5-10 janvier.*

3^e Cas ⇒ Semis direct de riz pluvial comme "safrinha" (*petite récolte*) de succession annuelle du soja de cycle court, pratiqué en semis direct.

Comme dans le 1^o cas (semis direct de octobre), les cultivars sont de qualité technologique supérieure (type 1), de cycle court et conduits avec un minimum d'intrants, pour minimiser à la fois, le risque climatique de fin de cycle des pluies, et le risque économique.

Précédent cultural ⇒ Comme dans les cas n° 1 et n° 2, l'année qui précède le semis direct du riz, est effectué un semis direct de soja de cycle court à moyen + sorgho ou mil associé à *Bracharia ruziziensis* (*construire une forte couverture du sol, recharger en carbone en surface et dans le profil cultural, restructurer le profil, contrôler les adventices*).

Aux premières pluies, fin septembre, début octobre, à la reprise de végétation, dessiccation de la biomasse dès que possible, puis semis direct de soja à cycle court.

Tableau 5 - Coûts de production et marges du riz pluvial CIRAD 141 (1), en semis direct et en présence de 3 niveaux de fertilisation minérale - Écologie des forêts - Sinop - MT - 1997/98.

Opérations	Fumure forte 1,5 t/ha Yoorin/3 ans (2) + 500 Kg/ha 6-16-16 (117 N/ha)			Fumure moyenne 500 Kg/ha 6-16-16 + 100 Kg/ha Yoorin (2) (117 N/ha)			Fumure faible 250 Kg/ha 6-16-16 + 100 Kg/ha Yoorin (2) (45 N/ha)		
	Unité/ha	Qté./ha	Coûts/ha	Unité/ha	Qté./ha	Coûts/ha	Unité/ha	Qté./ha	Coûts/ha
1. Pré-semis									
· Amortissement Yoorin (2)	t	1,5	157,0	-	-	-	-	-	-
· Application Yoorin (2)	h	0,6	10,0	-	-	-	-	-	-
· Herbicides totaux	h	0,5	33,1	h	0,5	33,1	h	0,5	33,1
Sous total			200,1			33,1			33,1
2. Semis									
· Semences	Kg	50	30,0	Kg	50	30,0	Kg	50	30,0
· Traitement semences	l	0,5 +	12,9	l	0,5 +	12,9	l	0,5 +	12,9
· Herbicides pré.	l	3	40,9	l	3	40,9	l	3	40,9
· Fumures NPK	Kg	500	127,5	Kg	500	127,5	Kg	250	63,7
· Fumure Yoorin (2)	-	-	-	Kg	100	23,7	Kg	100	23,7
· Semis opérations	h	0,7	23,1	h	0,7	23,1	h	0,7	23,1
Sous total			234,4			258,1			194,3
3. Développement									
· Herbicides post.	l	1,5	32,6	l	1,5	32,6	l	1,5	32,6
· Fumure couverture + application	Kg	250	78,1	Kg	250	78,1	Kg	150	39,0
· Insecticides	nb. appl.	3	51,4	nb. appl.	3	51,4	nb. appl.	3	51,4
Sous total			162,1			162,1			123,0
4. Récolte et transport									
	Kg	4 310	99,1	Kg	4 013	92,3	Kg	4 058	93,3
5. Coûts fixes									
			70,0			70,0			80,0
6. Coûts totaux									
			766			616			503,7
7. Recettes									
	Kg	4 310	826	Kg	4 013	769	Kg	4 058	778
8. Marges nettes									
			+ 60			+ 154			+ 275

Source : L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA ; Maronezzi A. C., Agronorte - Sorriso - MT - 1998.

(1) Coûts mesurés en conditions d'exploitation réelles sur les mêmes itinéraires techniques en rotation.

(2) Thermophosphate Yoorin master (17,5% P₂O₅ + 25% SiO₂ + 20% Ca + 9% Mg + oligo E.)

Tableau 6 - Coûts de production et marges comparés entre Itinéraires techniques du riz pluvial en 1997/98, pratiqués avec travail profond du sol et en semis direct (Cultivar CIRAD 141 - Écologie des forêts - Slnop - MT - 1997/98).

Opérations	Scarification profonde			Semis direct		
	Unité/ha	Qtté./ha	Coûts/ha	Unité/ha	Qtté./ha	Coûts/ha
1. Pré-semis						
· Travail du sol	h	3,3	57,9	-	-	-
· Herbicides totaux (appl. + produits)	-	-	-	-	-	33,1
Sous total			57,9			33,1
2. Semis						
· Semences	Kg	50	30	Kg	50	30
· Traitement semences	ℓ	0,5 +	12,9	ℓ	0,5 +	12,9
· Herbicides pré.	ℓ	3,	40,9	ℓ	3,	40,9
· Fumures MPK + Yoorin (²)	Kg	500 + 100	151,2	Kg	500 + 100	151,2
· Semis opérations	h	0,7	23,1	h	0,7	23,1
Sous total			258,1			258,1
3. Développement						
· Herbicides post.	ℓ	1,0	10,3	ℓ	1,5	32,5
· Fumure couverture + application	Kg	250	78,1	Kg	250	78,1
· Insecticides	nb. appl.	3,	51,4	nb. appl.	3,	51,4
Sous total			139,8			162,0
4. Récolte et transport	Kg/ha	4 008	92,2	Kg/ha	4 013	92,3
5. Coûts fixes			70,0			70,0
6. Coûts totaux			617			615,0
7. Recettes	Kg	4 008	768	Kg	4 013	769,0
8. Marges nettes			+ 151			+ 154

Source : L. Séguy, S. Bouzlnac, CIRAD-CA ; Maronezzi A. C., Agronorte - Soriso - MT - 1998.

(¹) Coûts mesurés en conditions d'exploitation réelles sur une surface supérieure à 10 hectares, contrôlées par la recherche - Fumure moyenne = 117 N + 80 P₂O₅ + 120 K₂O + oligo E./ha.

(²) Thermophosphate Yoorin master (17,5% P₂O₅ + 25% SiO₂ + 20% Ca + 9% Mg + oligo E.)

Tableau 7 - Coûts de production et marges comparés entre le cultivar CIRAD 141 et la moyenne des 6 meilleures nouvelles variétés (1) cultivés en semis direct, avec fumure forte et protection fongicide (Haute technologie) Écologie des forêts - Sinop - MT - 1997/98.

Opérations	Témoïn CIRAD 141			Moyenne des 6 meilleures nouvelles variétés (1)		
	Unité/ha	Qtté./ha	Coûts/ha	Unité/ha	Qtté./ha	Coûts/ha
1. Pré-semis						
· Amortissement Yoorin	t	1,5	157,0	t	1,5	157,0
· Application Yoorin	h	0,6	10,0	h	0,6	10,0
· Herbicides totaux	h	0,6	33,1	h	0,6	33,1
Sous total			200,1			200,1
2. Semis						
· Semences	Kg	50	30	Kg	50	30
· Traitement semences	l	0,5	12,9	l	0,5	12,9
· Herbicides pré.	l	3	40,9	l	3	40,9
· Fumures NPK	Kg	500	127,5	Kg	500	127,5
· Semis opérations	h	0,7	23,1	h	0,7	23,1
Sous total			234,4			234,4
3. Développement						
· Herbicides post.	l	1,0	10,3	l	1,0	10,3
· Fumure couverture NK	Kg	350	86,5	Kg	350	86,5
· Insecticides	nb. appl.	3	51,4	nb. appl.	3	51,4
· Fongicides (2)	nb. appl.	2	50,6	nb. appl.	2	50,6
Sous total			198,8			198,8
4. Récolte et transport	Kg/ha	4 842	111,4	Kg/ha	5 490	126,3
5. Coûts fixes			79,6			79,6
6. Coûts totaux			824			839
7. Recettes	Kg	4 842	928	Kg	5 490	1 052
8. Marge nette			+ 104			+ 213

Source : L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA ; Maronezzi A. C., Agronorte - Somiso - MT - 1998.

(1) Variétés Agronorte.

(2) Fumure forte = 120 à 140 N + 170 P₂O₅ + 120 K₂O + oligo E./ha.

(3) Deux applications fongicides en fin de cycle pour assurer une protection totale contre les tâches de grains.

Fin janvier, au fur et à mesure de la récolte du soja, appliquer 1 l/ha de gramoxone ou gramocil, si nécessaire, et semis direct de riz pluvial à cycle court avec minimums d'intrants ; les coûts de production doivent rester entre 100 et 130 US\$/ha, qui correspondent à une productivité très modeste, facilement accessible, (tableau 9).

Une productivité de 2 000 Kg/ha, relativement facile à atteindre dégage des marges brutes très lucratives, comprises entre 130 et 300 US\$/ha avec un risque économique très limité (cf. tableau 9).

Cas plus général ⁽²²⁾

Les systèmes de semis direct du riz pluvial des cas n° 1, 2 et 3 sont présentés après seulement un an de rotation avec les successions à base de soja + safrinhas à forte biomasse.

Il est évident que ces systèmes du riz pluvial peuvent être également pratiqués après 2 ou 3 ans successifs de soja + safrinha à forte biomasse ou après pâturage de longue durée, dès lors que les qualités du profil cultural correspondent aux exigences du semis direct, précédemment décrites.

3.2 Le riz pluvial de semis direct, comme alternative économique de réforme et de rénovation des pâturages dégradés

L'état du Mato Grosso possède 15 millions d'hectares de pâturages naturels et cultivés, dont la plus grande part située dans la zone tropicale humide.

Le CIRAD-CA a construit entre 1990 et 1995, des systèmes de culture en semis direct, qui intègrent les activités de production de grains et l'élevage dans le centre nord du Mato Grosso ; ces systèmes sont moins dépendants des conditions économiques locales très chaotiques, et protègent complètement le sol (L. Séguy, S. Bouzinac et al., 1996-11).

• Pour les éleveurs qui ne souhaitent pas intégrer la production de grains dans leur exploitation, le CNAF/EMBRAPA a créé et diffusé sur des dizaines de milliers d'hectares un système de réforme et de rénovation des pâturages, appelé système "barreirão" (Kluthcouski J. et al., 1991-3) ; ce système utilise le riz pluvial pour rénover le pâturage dans toutes ses potentialités : le pâturage dégradé est préincorporé et trituré aux engins à disques en fin de saison des pluies et à l'entrée de la saison des pluies suivante puis labouré (*labour profond au soc*), et semé avec du riz pluvial de cycle court + *Brachiaria b.* ; ce dernier est mélangé à l'engrais qui est localisé sous la ligne de semis, aucun herbicide n'est utilisé ; le niveau de fumure est quantifié de manière à laisser un effet résiduel conséquent sur le pâturage (40 N - 90 P₂O₅ - 70 K₂O/ha). Après récolte du riz pluvial (entre 2 000 et 3 000 Kg/ha de rendement), le *Brachiaria b.* se développe jusqu'à la saison sèche pour pouvoir supporter une charge de bétail/ha, 3 fois supérieure à celle des pâturages conduits traditionnellement.

• Le CIRAD-CA s'est attaqué à l'amélioration de ce système entre 1996 et 1998 et à mis au point un système équivalent au "barreirão" de réforme et rénovation des pâturages dégradés, mais sans labour en semis direct ; ce nouveau système constitue en quelque sorte le prolongement technologique et logique du "barreirão".

Il vise, en premier lieu, une gestion plus écologique et préservatrice de la ressource sol (*restructuré par le pâturage + termites*), et en second lieu, l'amélioration de la facilité d'exécution et de la capacité de rénovation, avec un équipement mécanisé minimum (*pulvérisateur et semoir de semis direct*).

(*) D'autres systèmes de semis direct du riz pluvial sont actuellement en cours d'ajustement ; le semis direct de riz pluvial se fait sur des cultures de successions du soja qui utilisent des légumineuses associées aux sorghos et mils à forte biomasse, de nouvelles espèces (*graminées*).

Deux itinéraires techniques performants sont maintenant au point et utilisables :

- 1^{ère} option : semis direct tardif du riz pluvial, (après la fin du semis direct du soja), soit vers la fin novembre, début décembre ; dans ce cas, où le nouveau pâturage ne disposera que de faibles réserves d'eau en fin de cycle pour produire une forte biomasse à l'entrée de la saison sèche, riz pluvial et *Bracharia b.*, ou le *Panicum maximum* (cv. *Tanzânia*) sont plantés en semis direct décalés : le pâturage dégradé est desséché à l'herbicide ⁽²⁾ 10 jours avant semis direct du riz et le pâturage est implanté en semis direct 20 à 25 jours après le semis de riz, dans l'interligne (45 cm d'espacement - le cultivar CIRAD 141 est recommandé dans ce système). Au semis du riz pluvial, une fumure de 450 Kg/ha de Fosmag 518 (6-16-16 + oligo E.) + 120 Kg/ha de thermophosphate Yoorin, est localisée sous la ligne ; 30 à 40 jours après le semis, une couverture de 100 à 200 Kg/ha de 20-0-20 est apportée à la volée.

- 2^{ème} option : semis direct précoce de riz pluvial, (avant semis direct du soja), dès le début des premières pluies utiles entre le 10 et le 25 octobre ; comme dans le cas précédent, le pâturage est desséché à l'herbicide total après reprise de végétation ⁽²⁾ et une variété de riz pluvial de cycle court (grain long fin - type 1, variété Agronorte) est implantée en semis direct avec les mêmes niveaux de fumure que dans la première option (espacement entre lignes : 30 cm) ; la récolte du riz pluvial a lieu fin janvier ; en séquence, avec la récolte, le pâturage (*Bracharia b.* ou *Panicum m.*) est installé en semis direct ; dans ce cas, le pâturage est donc implanté en succession annuelle du riz pluvial.

La productivité du riz pluvial dans ces deux systèmes, dépasse facilement 3 000 Kg/ha (Fig. 17) ; les performances économiques de la 1^{ère} option, extraites des expérimentations CIRAD-CA/Préfecture de Sinop, en conditions d'exploitation réelles en 1998, montrent que les coûts de production de ce système "barreirão" en semis direct, sont légèrement inférieurs à ceux du système original avec labour et que les marges nettes sont nettement plus attractives (+ 74%) sur la seule culture de riz pluvial (*) (tableau 10) ; sur ce même pâturage dégradé, la productivité du soja (cv. *Uirapuru*) est nettement inférieure à celle du riz pluvial (Fig. 17) ; ce dernier reste toujours la meilleure option de rénovation des pâturages dégradés.

L'option 2 est la plus facile à réaliser, la plus productive : des rendements de riz supérieurs à 3 500 - 4 000 Kg/ha peuvent être obtenus et le pâturage implanté en succession par semis direct peut être pâturé dès la fin mai, car il dispose de 3 mois de pluies, donc de conditions de pleine croissance après la récolte du riz de cycle court.

À noter, enfin, que dans cette option 2, le *Bracharia ruziziensis* peut être installé en semis direct et succession du riz pluvial en association avec maïs, ou sorgho (sans tanins), mil ; ces associations en succession du riz, permettent d'augmenter encore la productivité du pâturage : quantité de biomasse, recettes (récolte des grains), qualité du pâturage ou de l'ensilage ; elles laissent en outre, au producteur, le choix de l'option élevage pendant 3 à 4 ans sur le pâturage rénové ou celle de produire des grains, en utilisant les systèmes de semis direct du soja et du riz, dès l'année suivante.

4. Conclusions

Le riz pluvial de haute technologie, production noble au même titre que les meilleures variétés irriguées, est une culture d'élection qui peut tirer aujourd'hui pleinement parti des conditions climatiques privilégiées de la zone tropicale humide de l'Ouest et du Nord du Brésil.

(2) Herbicide total : glyphosate 3,5 à 4 l/ha + 1,5 l/ha de 2-4 D amine pour éliminer les dicotylédones résistantes qui ont pollué le pâturage dégradé (lianes en général).

(*) Les résultats relatifs à la productivité, pérennité du pâturage et production de viande seront publiés ultérieurement (CIRAD-CA/Agronorte/Préfecture de Sinop).

Tableau 9 - Semis direct du riz pluvial : hypothèses de coûts et de marges brutes (en US\$/ha)

* Estimations à ± 5% - Séguy L., Bouzinac S., CIRAD-CA - 1997

Riz de semis direct : cycle court d'octobre et cycles court, moyen et long de décembre		Riz de "safrinha" en semis direct après soja de cycle court Semis fin janvier				
Opérations		Faible niveau intrants A		Minimum d'intrants B		
Coût en US\$/ha						
<ul style="list-style-type: none"> • Dessiccation biomasse 25,0 • Semis direct (opération + semences traitées) 87,0 • Engrais au semis 127,0 • Engrais couverture (N - K) 45,0 • Herbicides 1 - Option Ronstar + 2-4 D 63,0 2 - Option Herbadox + Basagran 73,3 3 - Option Herbadox + 2-4 D 47,1 4 - Option Furoro + Ally 35,0 • Insecticides 25,0 ■ Récolte + séchage (15% récolte) 156,0 ■ Recette = Productivité 1 038 Estimée à 5 000 Kg/ha (*) 		<ul style="list-style-type: none"> Dessiccation biomasse 14,5 Semis : opération + semences traitées + 100 Kg/ha Fosmag 518 25,5 Insecticide 12,90 Sous total 87,5 		<ul style="list-style-type: none"> Dessiccation biomasse 14,5 Semis : opération + semences traitées + 100 Kg/ha Fosmag 518 11,5 (*) Insecticide 12,90 Sous total 62 		
		2 hypothèses de rendement et coûts (*)				
		A		B		
		① 1 200 Kg/ha	② 2 000 Kg/ha	① 1 200 Kg/ha	② 2 000 Kg/ha	
		Productivité	25,0	42,0	25,0	42,0
		Récolte	25,0	42,0	25,0	42,0
		Coûts de production	112,5	129,5	87	104
		Recette	250,0	417	250	417
		Marge brute	137,5	287,5	163	313
Coûts de production		Marges brutes				
Option ①	528			508		
Option ②	538			500		
Option ③	512			526		
Option ④	500			538		

(*) Prix payé au producteur = 12,5 US\$/60 Kg. En réalité, la productivité du riz de cycle court d'octobre est inférieure à celle du riz de cycle moyen de décembre, (entre 3 000 et 4 000 Kg/ha), mais le prix payé est beaucoup plus élevé (15 à 18 US\$/sac), ce qui revient à une recette équivalente.

(*) Seulement le prix des semences produites sur l'exploitation, sans traitement + l'opération de semis.

(*) Fonction du niveau de risque pris par l'agriculteur (risque climatique de fin de cycle des pluies et risque économique).

Tableau 10 - Coûts de production et marges comparés sur le système "barreirão"(*) de rénovation des pâturages dégradés, pratiqués avec travail profond et semis direct (Cultivar CIRAD 141 - Écologie des forêts - Sinop - MT - 1998).

Opérations	Semis direct			Labour profond		
	Unité/ha	Qté./ha	Coûts/ha	Unité/ha	Qté./ha	Coûts/ha
1. Pré-semis						
· Travail du sol	-	-	-	h	4,4	87,6
· Herbicides totaux	h	0,6	57,5	-	-	-
Sous total			57,5			87,6
2. Semis						
· Semences	Kg	50	30,0	Kg	50	30,0
· Traitement semences	-	-	12,9	-	-	12,9
· Fumures NPK	Kg	450	114,7	Kg	450	114,7
· Fumure Yoorin (²)	Kg	120	28,4	Kg	120	28,4
· Semis	h	0,7	23,1	h	0,7	23,1
Sous total			209,1			209,1
3. Développement						
· Couvertures	Kg	2000	62,3	Kg	200	62,3
· Insecticides	nb. appl.	01	15,1	nb. appl.	01	15,1
· Resemis pâturage	h	0,4	16,1	h	0,4	16,1
Sous total			93,5			93,5
4. Récolte et transport	Kg	3 276	75,3	Kg/ha	3 143	72,3
5. Coûts fixes			70,0			70,0
6. Coûts totaux			505			532
7. Recettes	Kg	3 276	628	Kg	3 143	602
8. Marge nette			+ 122			+ 70

Source : L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA ; Maronezzi A. C., Agronorte - Soriso - MT - 1998.

(¹) Coûts mesurés en conditions d'exploitation réelles sur le même pâturage dégradé.

(²) Thermophosphate Yoorin master (17,5% P₂O₅ + 25% SiO₂ + 20% Ca + 9% Mg + oligo E.).

L'extension de sa surface de culture et surtout sa pérennisation dans les systèmes de culture mécanisés de grand impact sur la production nationale, dépend maintenant à la fois, essentiellement de son intégration effective aux systèmes de semis direct à base de soja + safrinhas (*sorghos, mils, pâturages*), qui croissent exponentiellement ⁽²⁴⁾ et de son utilisation comme culture de rénovation des pâturages dégradés qui occupent des dizaines de millions d'hectares dans les cerrados du centre nord brésilien.

Plusieurs systèmes de semis direct du riz pluvial sont maintenant disponibles et sont en cours de validation aussi bien en zones écologiques des cerrados que des forêts humides du centre nord du Mato Grosso ; construits pour des systèmes mécanisés ils peuvent être très facilement adaptés aux systèmes manuels en semis direct pour les petites agricultures paysannes du centre ouest et Nord du Brésil.

Ces systèmes de semis direct du riz pluvial offrent diverses options de culture, correspondant chacune à un choix différencié de gestion du risque économique.

Les performances technico-économiques du riz pluvial de haute technologie (*productivité élevée, qualité de type 1*) dans ces différents systèmes, les possibilités d'échelonnement de la production entre janvier et mai, sont remarquables, et viennent enrichir, diversifier les performances du soja, de l'élevage (*Fig. 10 et 11*) ; ces nouveaux systèmes qui lèvent définitivement les dernières barrières au "tout semis direct", peuvent permettre au Brésil, de supprimer à court terme les importations de riz, et même d'exporter sur les marchés du Nord, compte tenu de son coût de revient moitié moins cher que celui du riz irrigué et de sa qualité commerciale exceptionnelle et diversifiée pouvant répondre à la demande la plus exigeante qui va du grain très long fin, type Surinam ⁽²⁵⁾ au grain très long fin aromatique ⁽²⁶⁾, qualités qui sont très prisées et très fortement rémunérées sur des marchés déjà solidement implantés en Europe ⁽²⁶⁾ et aux USA.

Enfin, cette intégration du riz pluvial par le semis direct dans une agriculture respectueuse de l'environnement, durable et diversifiée, constitue certainement un exemple à suivre pour les pays en voie de développement de la zone tropicale humide.

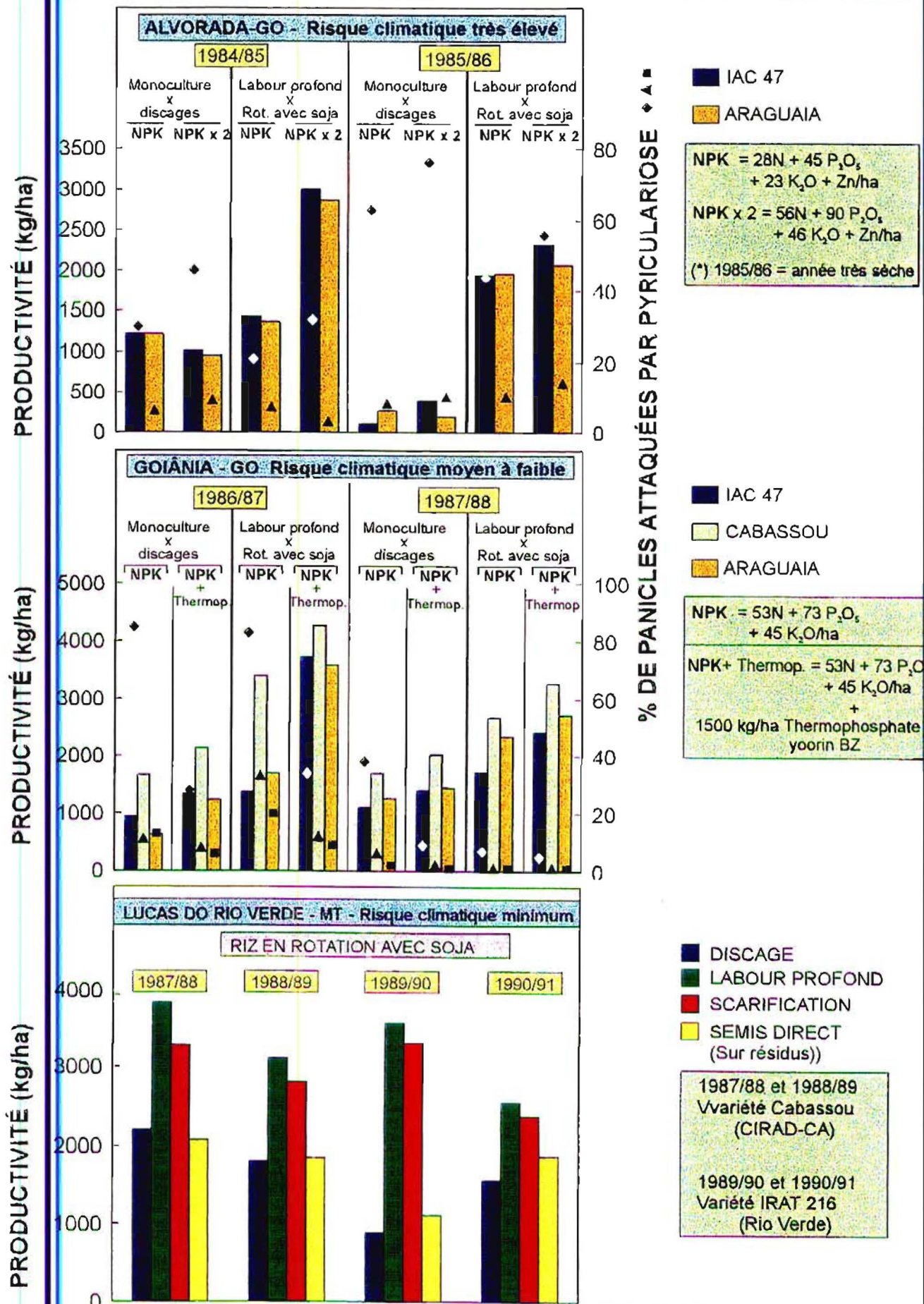
(24) Les systèmes de semis direct à base de soja occupent aujourd'hui près de 3 millions d'hectares dans le centre ouest et plusieurs millions d'hectares sont encore à conquérir dans les états de l'ouest et du nord.

(25) Variétés CIRAD-CA et variétés Agronorte - 1998.

(26) Riz aromatique de type "Basmati", en provenance de l'Inde et du Pakistan, vendu dans les supermarchés européens entre 4 et 6 US\$/Kg.

FIG. 2

PRODUCTIVITÉ DU RIZ PLUVIAL, ENTRE 1984 ET 1991, DANS DIVERSES CONDITIONS DE RISQUE CLIMATIQUE DANS LES CERRADOS DU CENTRE OUEST-



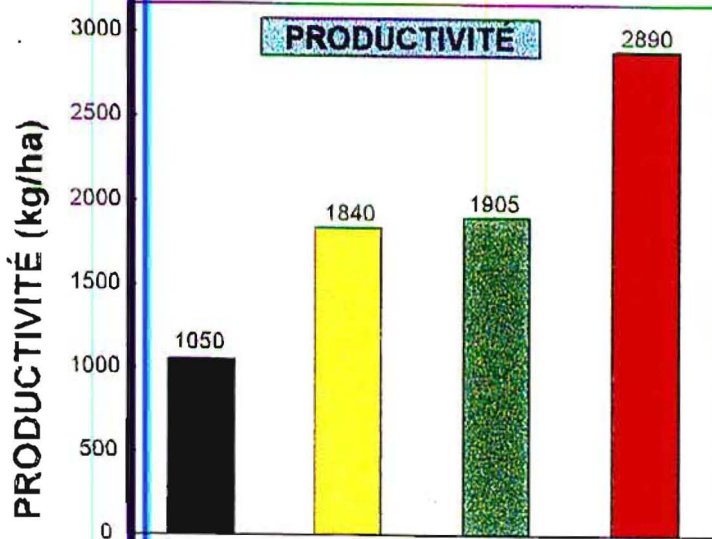
(*) SOURCE: CIRAD-CA et CNPAF/EMBRAPA - 1984-1991, Goiânia, GO -

FIG. 3

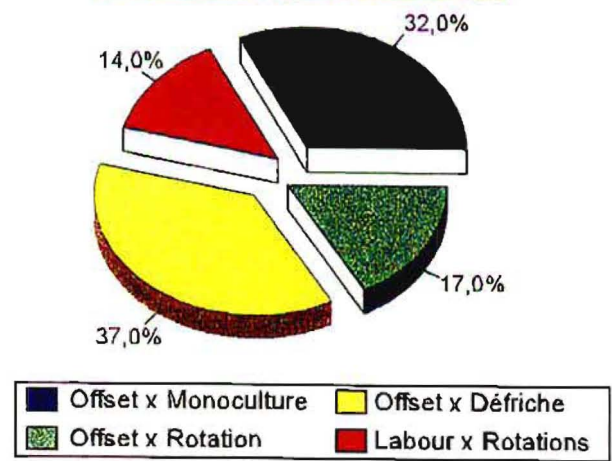
ADOPTION PAR LES PRODUCTEURS, DES SYSTÈMES DE CULTURES MIS AU POINT PAR LA RECHERCHE CIRAD/EMBRAPA DANS 3 ÉTATS DE L'OUEST BRÉSILIEN - 1990

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac (CIRAD-CA)
L. Yokoyama (EMBRAPA/CNPAF)
EMATER du Centre Ouest
Brésil -1990

1 - RIZ⁽¹⁾ 1678 hectares
9,8% surface totale

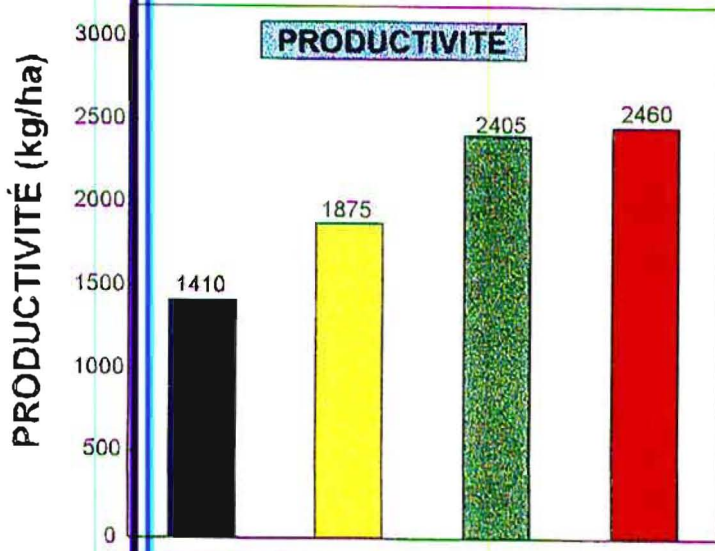


Fréquence d'adoption des systèmes en fonction de la surface totale riz (%)

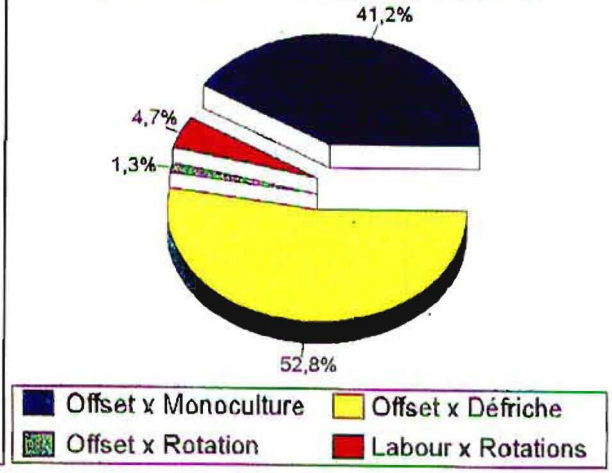


(1) Surface plantée en riz pluvial dans le Centre Ouest en 1990 → 1.011.450 ha
Productivité moyenne → 1427 kg/ha

2 - SOJA⁽²⁾ 13716 hectares
81% Surface totale



Fréquence d'adoption des systèmes en fonction de la surface totale soja (%)

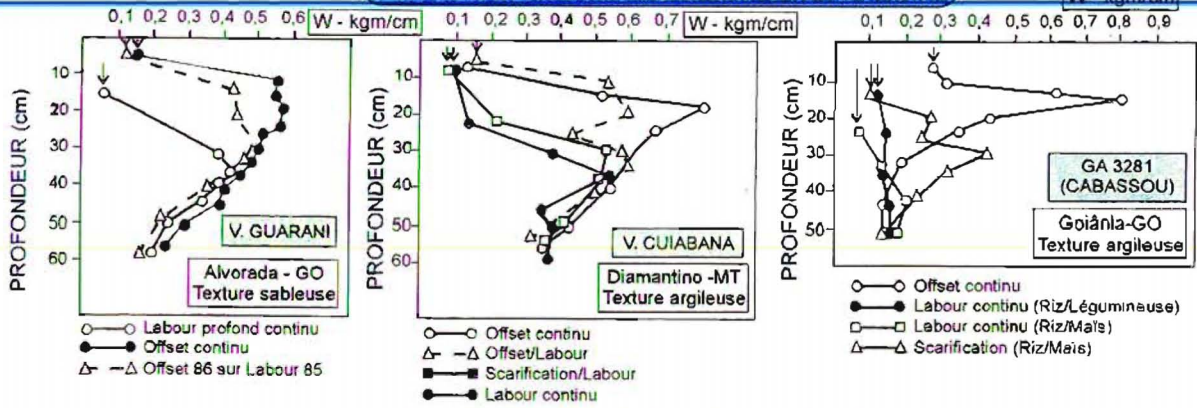


(2) Surface plantée en soja dans le Centre Ouest en 1990 → 3.454.858 ha
Productivité moyenne → 1998 kg/ha

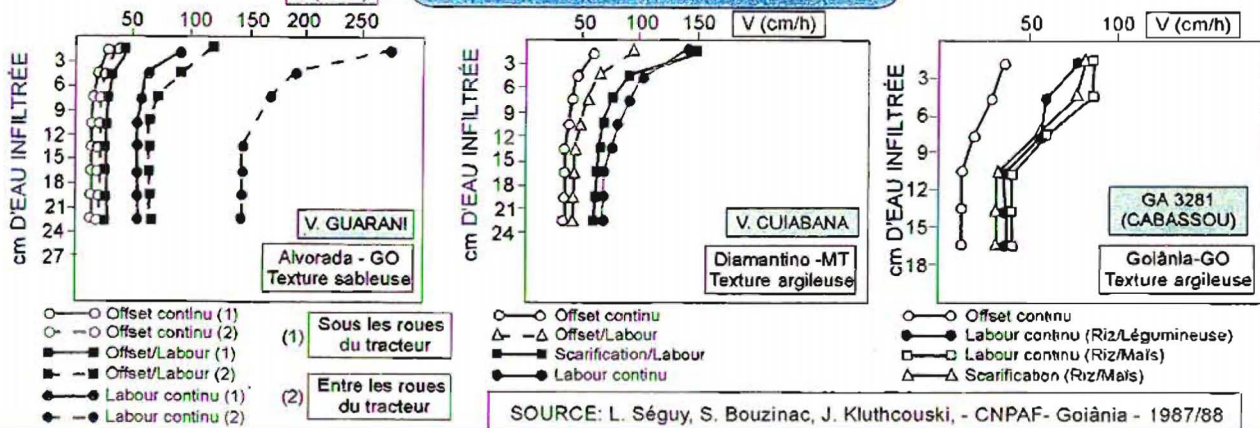
FIG. 4

PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DE SOLS FERRALLITIQUES DU CENTRE-OUEST BRÉSILIEN
SOUS DIVERS MODES DE GESTION DU SOL

RÉSISTANCE MÉCANIQUE À LA PÉNÉTRATION



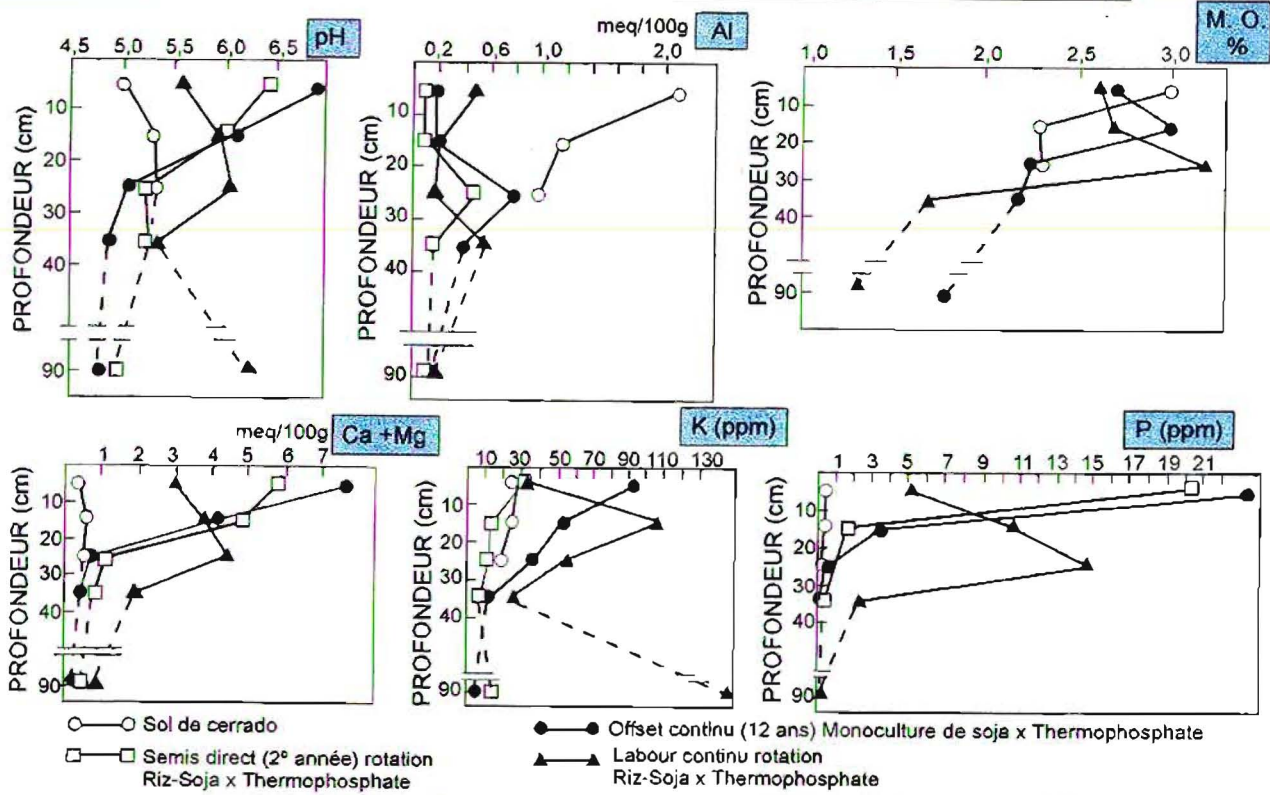
VITESSE D'INFILTRATION DE L'EAU



SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, J. Kluthcouski, - CNPAF- Goiânia - 1987/88

FIG. 5

ÉVOLUTION DES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES, EN SOLS FERRALLITIQUES DES CERRADOS HUMIDES DU CENTRE NORD MATO GROSSO (BRÉSIL), SOUS DIVERS MODES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES - DIAMANTINO - MT



SOURCE: L. S. Séguy, S. Bouzinac, et al., - CNPAF/EMBRAPA- Goiânia-GO, 1989

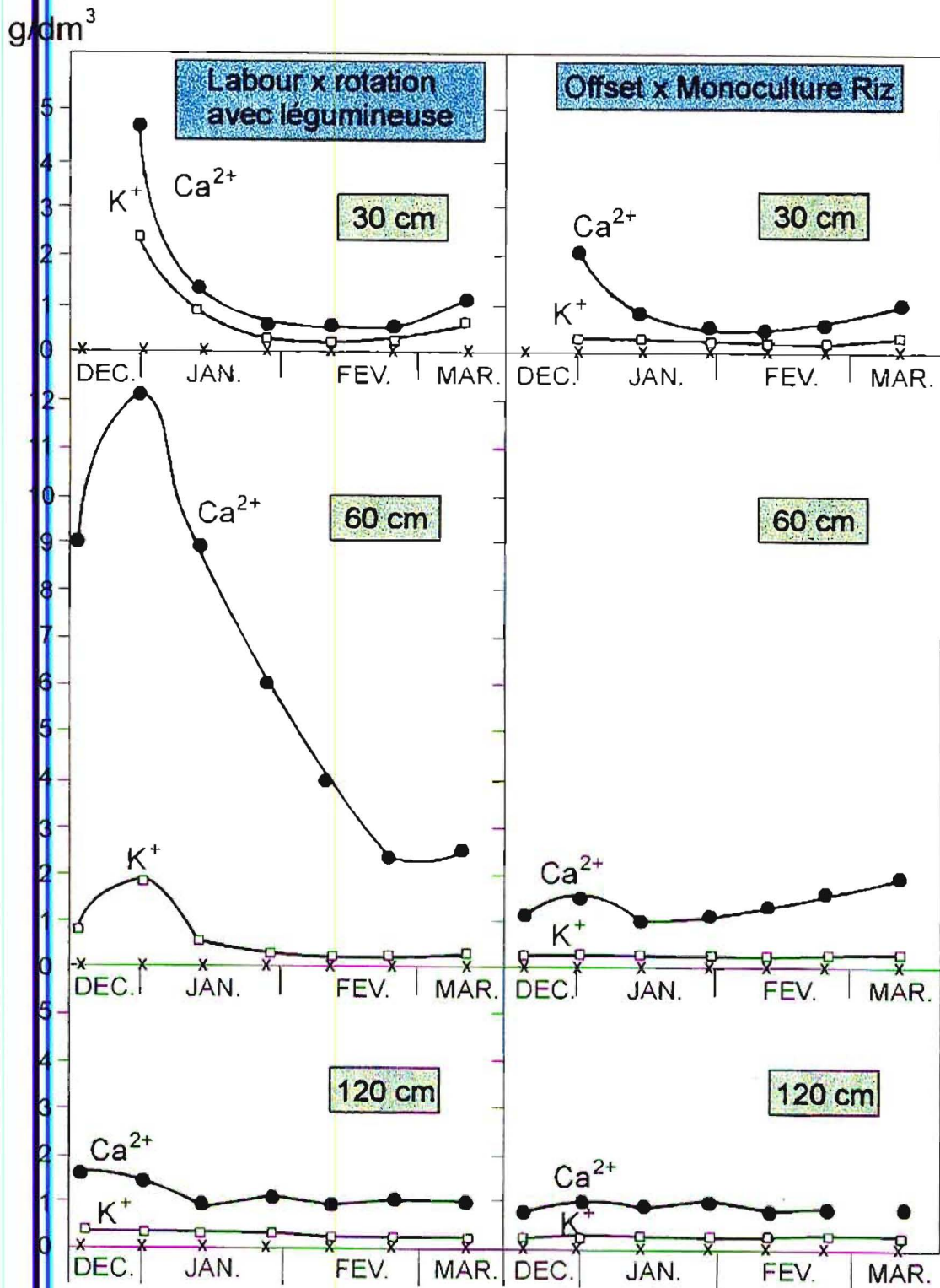


FIG. 6

ÉVOLUTION DANS LE TEMPS DES CONCENTRATIONS DANS LA SOLUTION DU SOL DE Ca ET K À TROIS PROFONDEURS SOUS 2 MODES DE GESTION - SOL FERRALLITIQUE ROUGE FONCÉ.

• SOURCE: M. de Raissac., A. Moreira., - CNPAF - Goiânia - 1985/86

FIG. 7 DENSITÉS RACINAIRES DU RIZ PLUVIAL SOUS DIVERS MODES DE GESTION DE SOLS FERRALLITIQUES DU CENTRE-OUEST BRÉSILIEN, DANS DIVERSES ÉCOLOGIES =

- À fort risque climatique → ALVORADA - GOIÁS
- À risque climatique modéré → GOIÂNIA - GOIÁS
- Favorable, sans risque climatique → DIAMANTINO - MATO GROSSO

1984-87

SOURCE = [L. Ségué, S. Bouzinac - CIRAD-CA
CNPAP/EMBRAPA - FAZ. Progresso

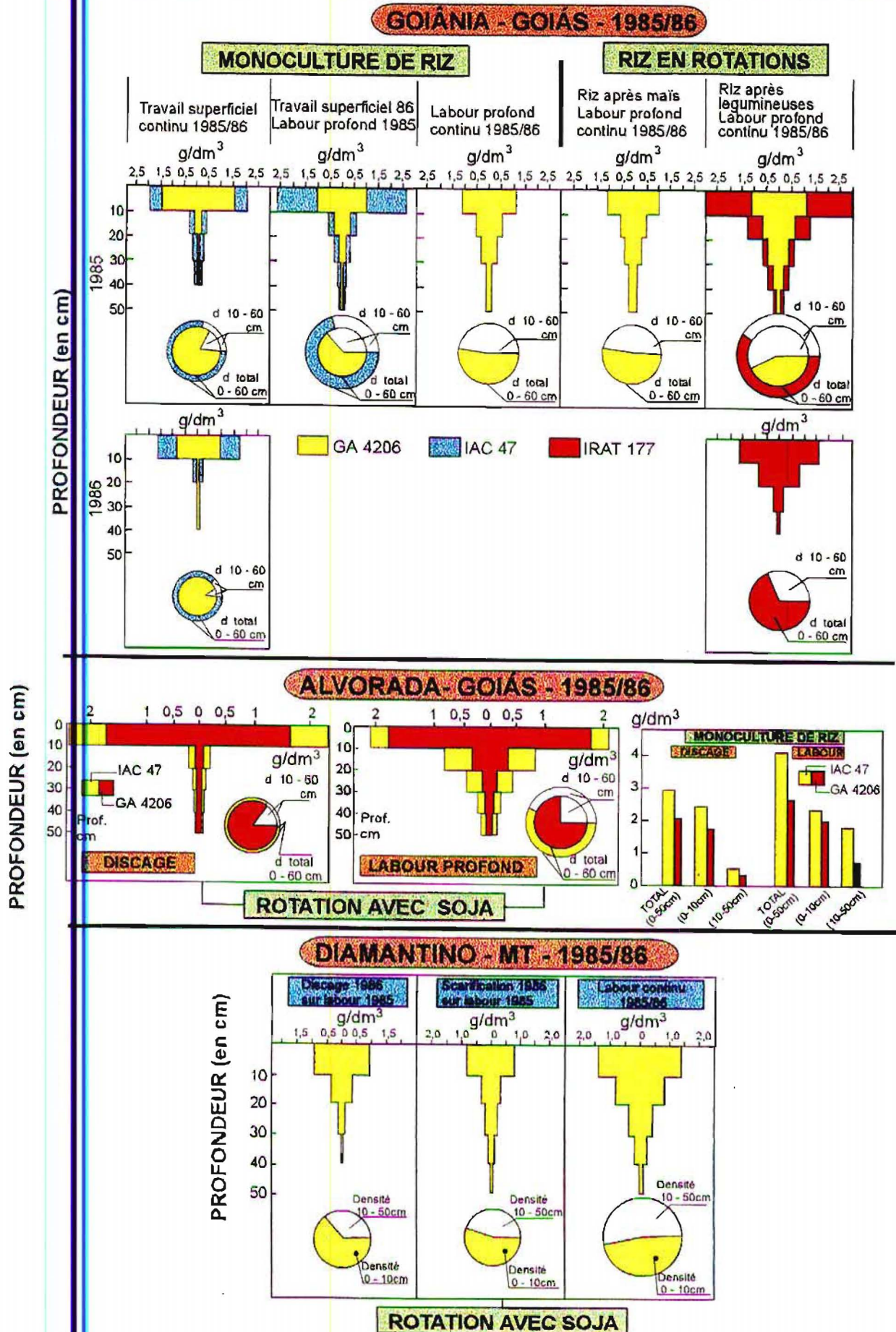
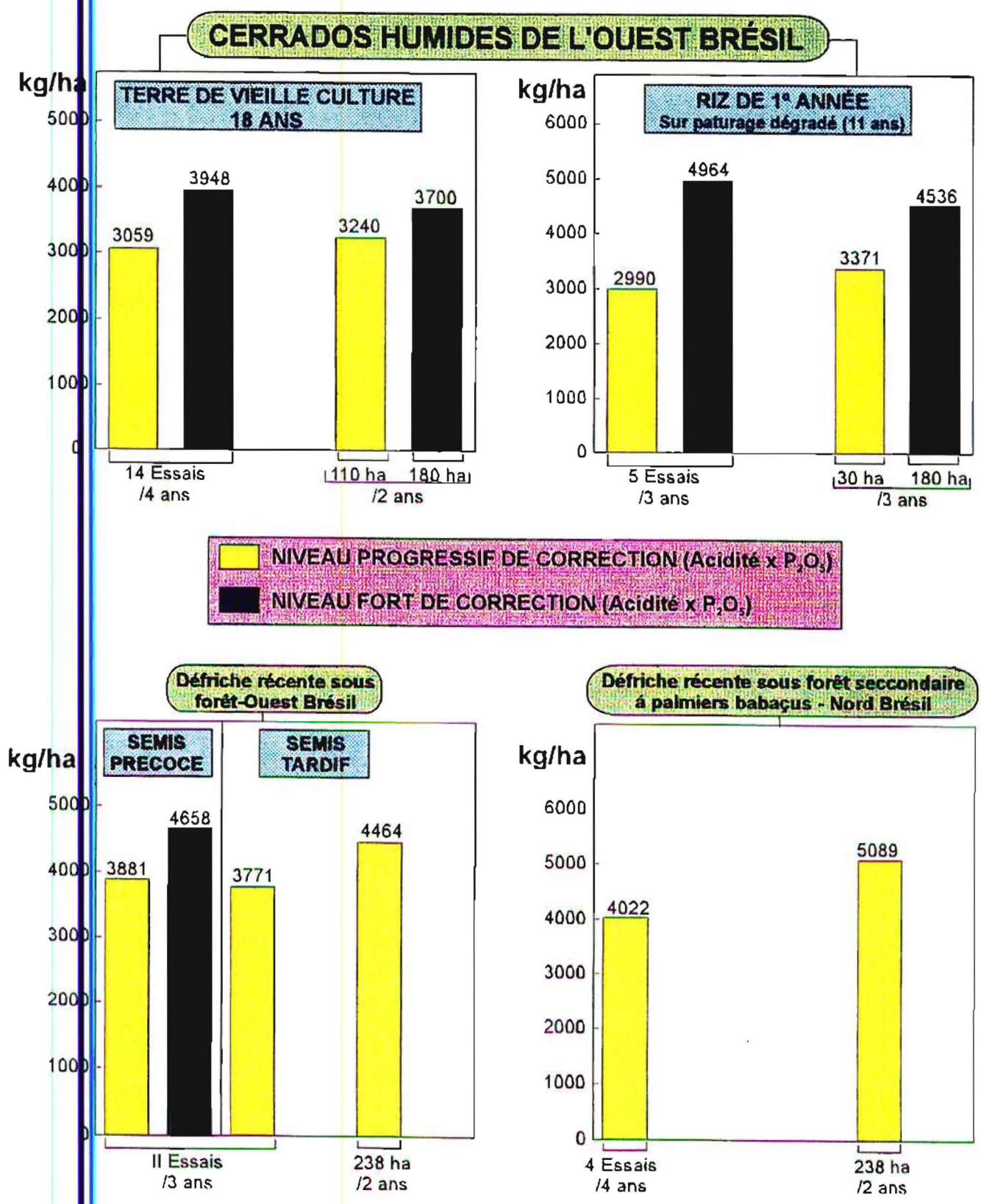


FIG. 8

PERFORMANCES MOYENNES DE NOUVEAUX CULTIVARS DE RIZ PLUVIAL DE QUALITÉ DE GRAIN SUPÉRIEURE (long à très long fin) EN ESSAIS ET EN GRANDE CULTURE - MT - 1991/1994

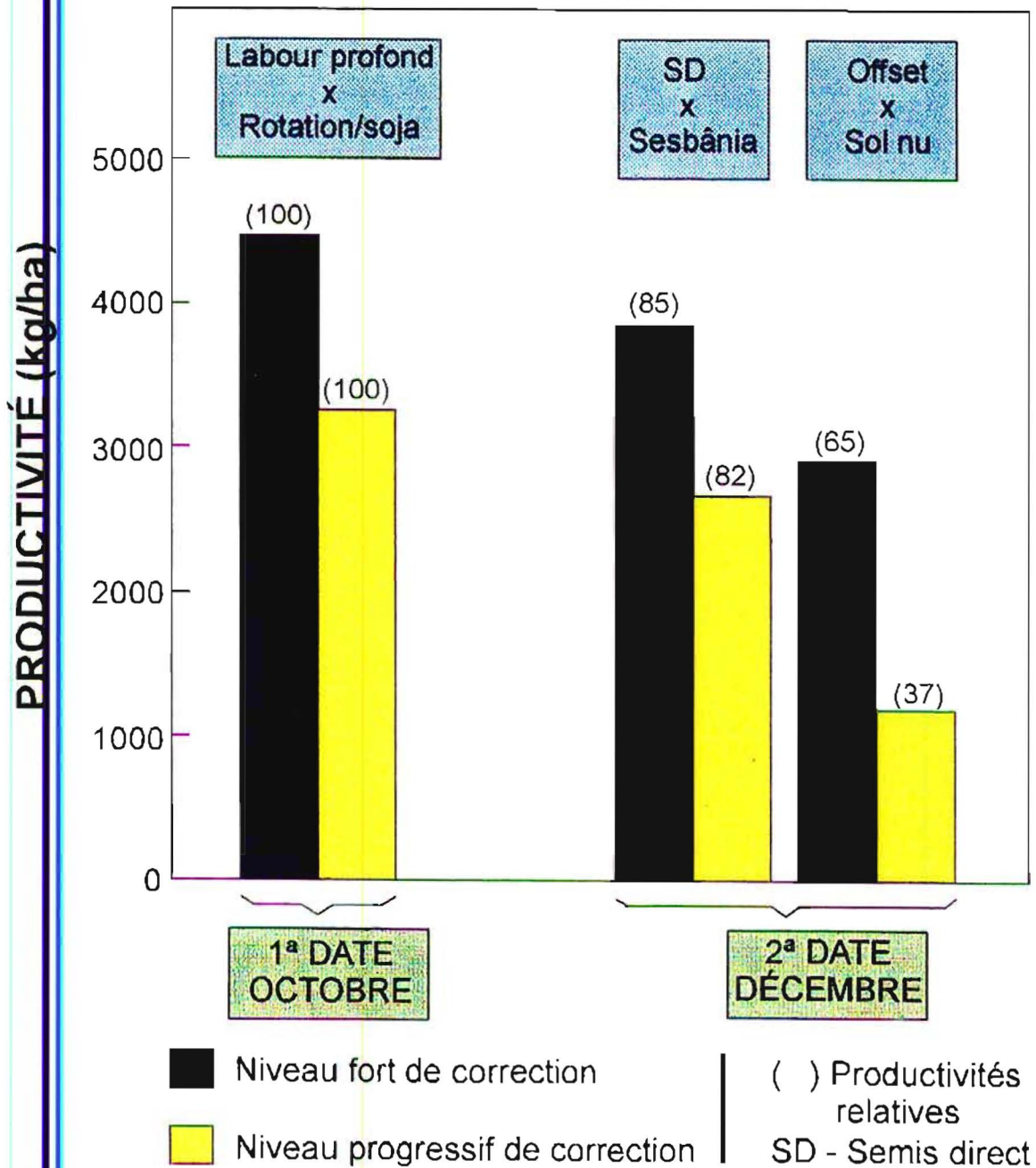


SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac et al., 1990/1995
CIRAD-CA + COOPERLUCAS

FIG. 9

PRODUCTIVITÉ DU RIZ PLUVIAL EN FONCTION

- De la date de semis
- Du niveau de correction du sol
- Du mode de travail du sol



- Écologies des forêts et cerrados humides
- (*) Moyenne de 4 essais conduits en conditions d'exploitation réelles → 100 ha

- Sinop et Lucas do Rio Verde MT - 1994

SOURCE: [L. Séguy, S. Bouzinac et al., 1994
CIRAD-CA + COOPERLUCAS.

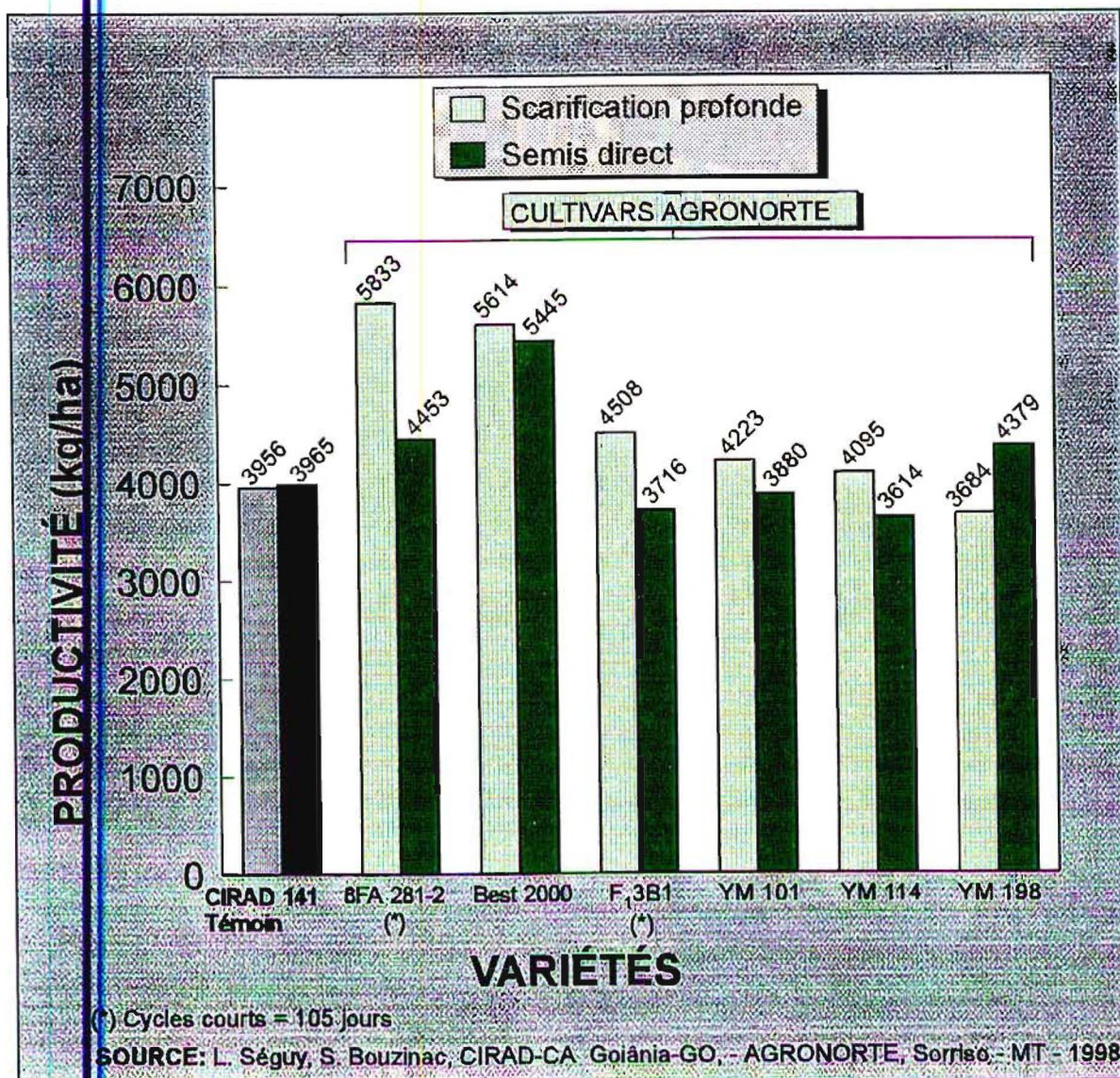


FIG. 12 Productivité en grandes parcelles mécanisées, de cultivars de riz pluvial de haute technologie, (*grain long fin*), sur scarification profonde x précédent soja et semis direct sur biomasse de sorgho guinea, en écologie de forêt, dans le sud de l'Amazonie - SINOP - MT - 1998.

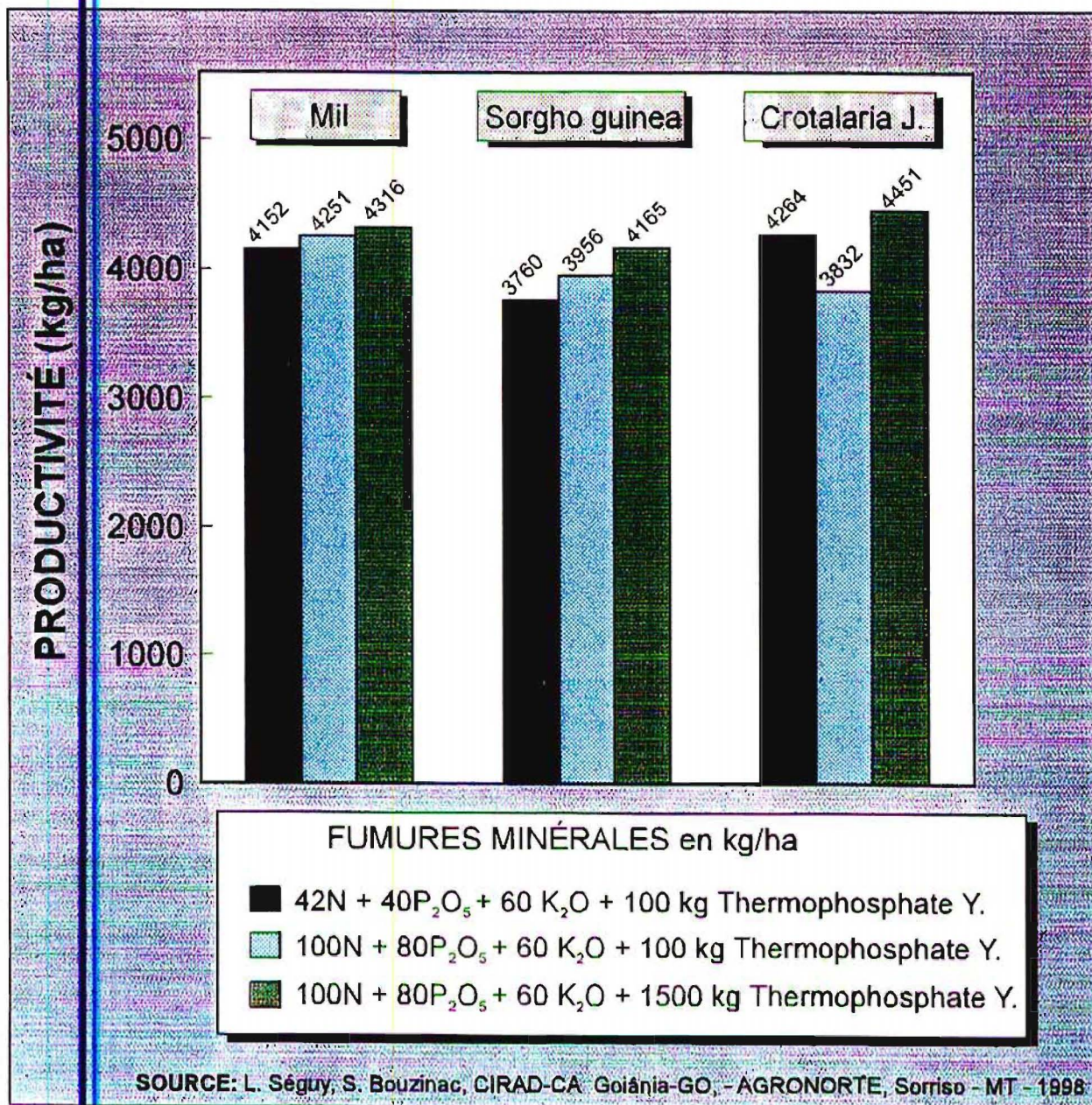


FIG. 13 Productivité du riz pluvial de haute technologie (Cv. CIRAD 141) en semis direct et grandes parcelles mécanisées, implanté sur 3 biomasses différentes, en écologie de forêt dans le sud de l'Amazonie - SINOP - MT - 1998

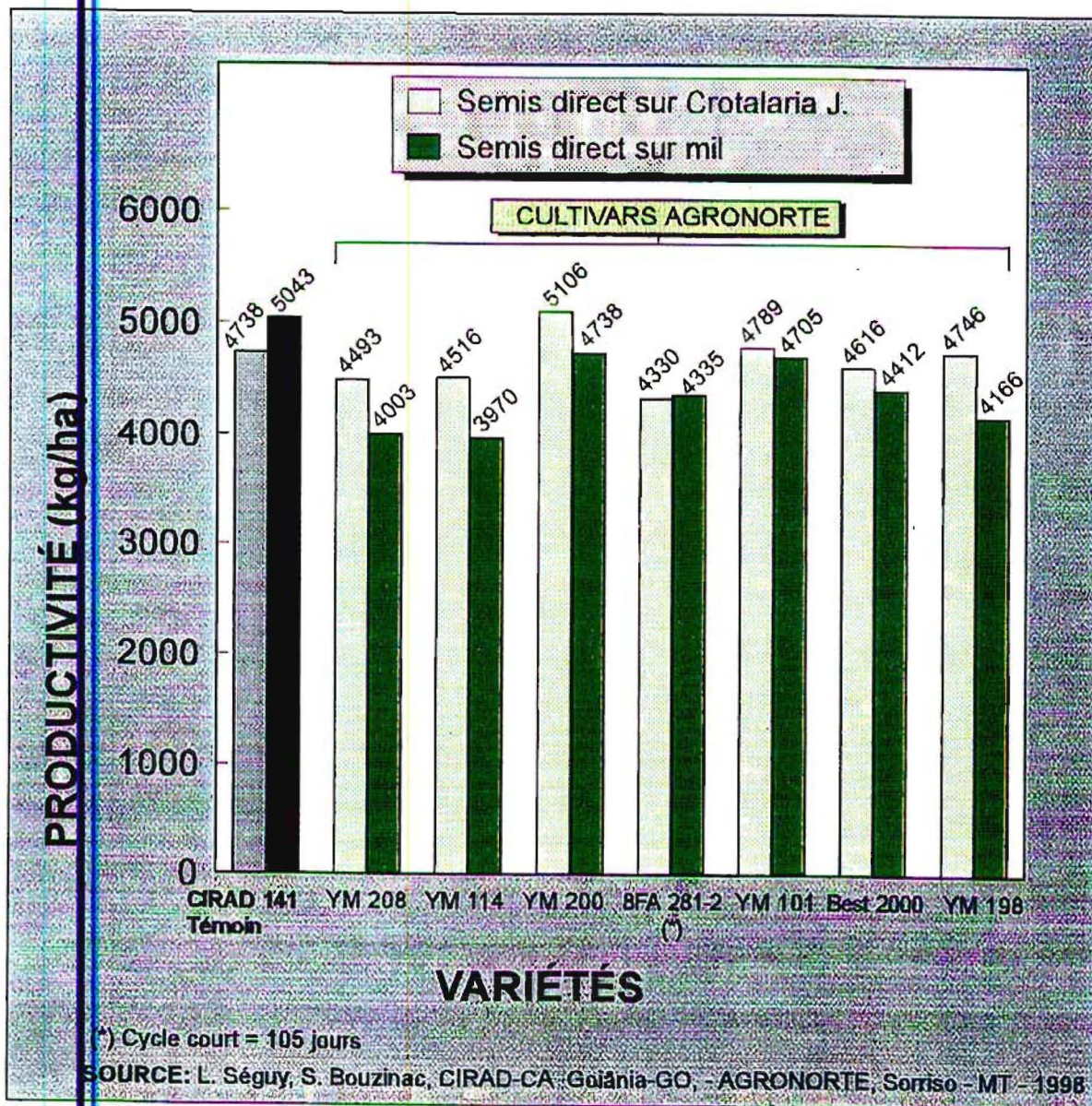


FIG. 14 Productivité, en grandes parcelles mécanisées, de variétés de riz pluvial de haute technologie (*grain long fin*) cultivées en semis direct sur 2 biomasses différentes (*Crotalaria J.*, *Mil*) en écologie des cerrados et terre de vieille culture, dans le sud de l'Amazonie - SORRISO - MT - 1998.

FIG. 15 **PERFORMANCES DE NOUVEAUX CULTIVARS DE RIZ PLUVIAL DE HAUTE TECHNOLOGIE ÉVALUÉS EN CONDITIONS IRRIGUÉES - ARARI-MA - 1995/97**

SOURCE: L. Odey, G. Bourzoinc, CIRAD-CA
 Reginaldo Soares Santos, Takumi Yokokura - EMAPA - MARANHÃO

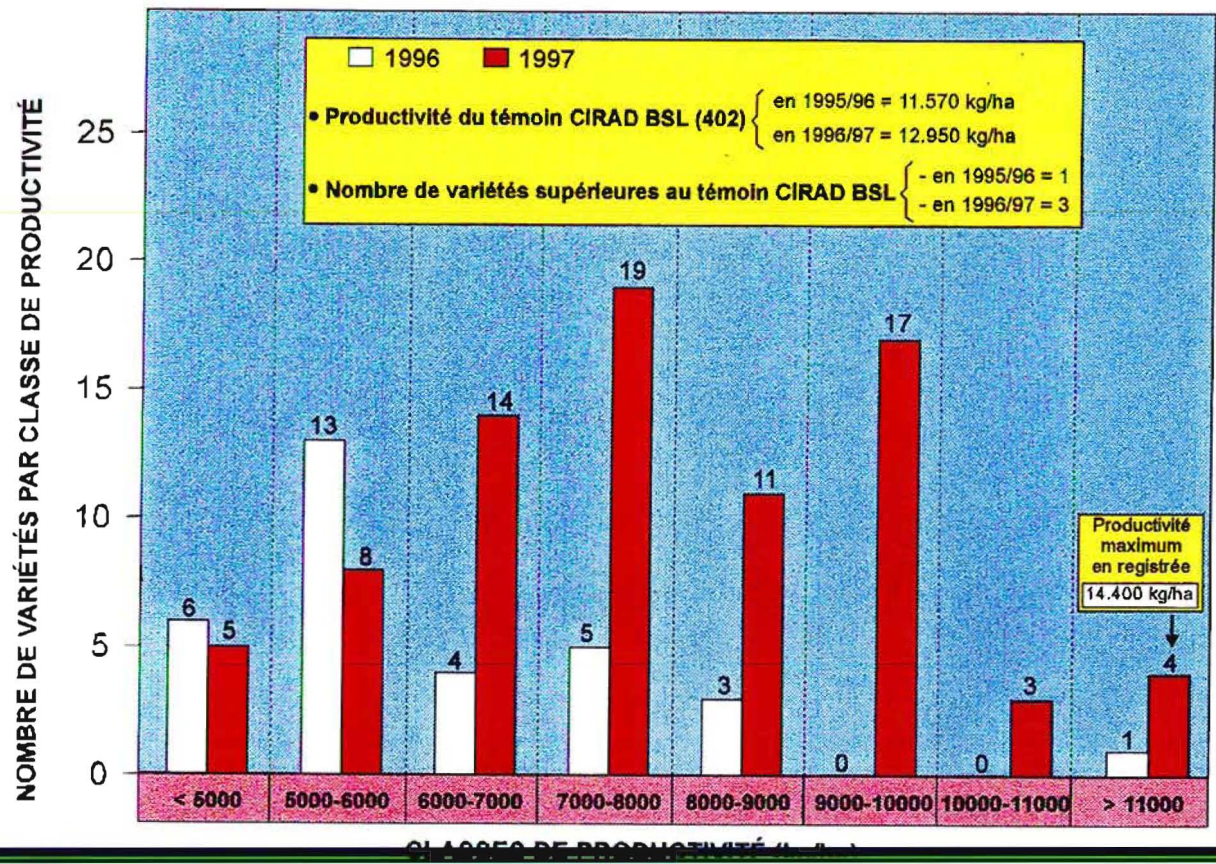
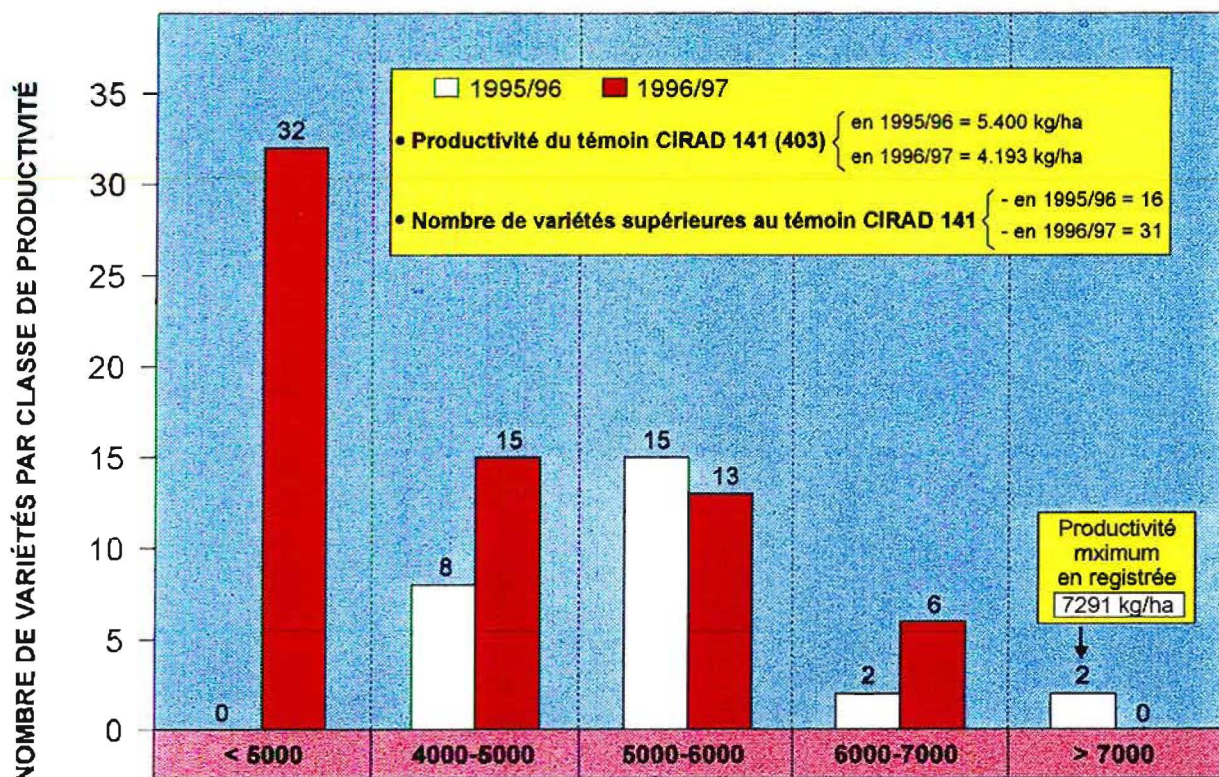


FIG. 16 PERFORMANCES DE NOUVEAUX CULTIVARS DE RIZ PLUVIAL DE HAUTE TECHNOLOGIE, ÉVALUÉES EN CONDITIONS PLUVIALES FAVORABLES - SINOP-MT - 1995/97

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD-CA - 1995/97



37

CLASSES DE PRODUCTIVITÉ (kg/ha)

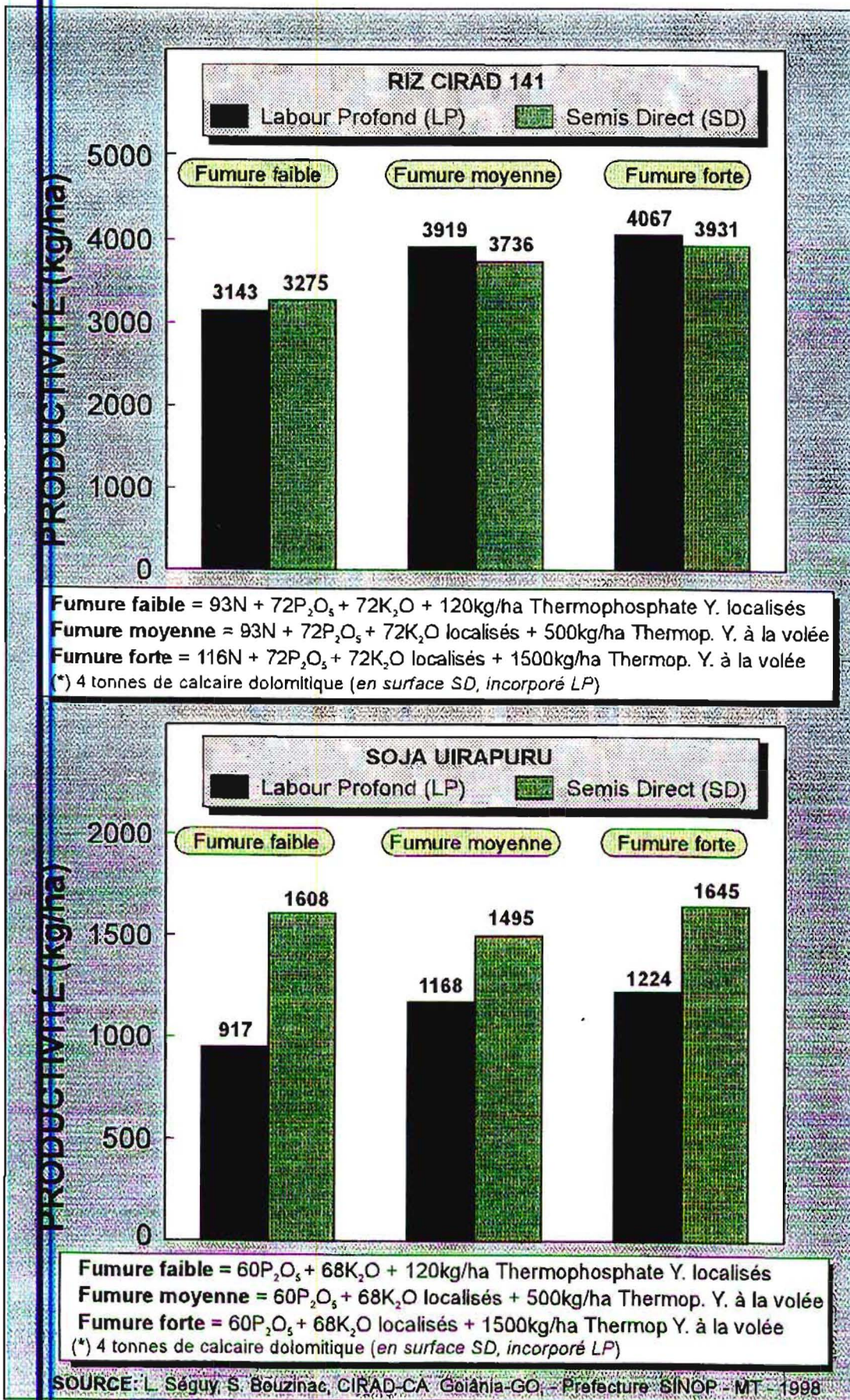


FIG. 17 Productivité du riz pluvial et du soja, pratiqués en vue de la réforme de pâturage dégradé de *Brachiaria D.*, en semis direct et avec labour profond, dans la région des forêts du sud de l'Amazonie - SINOP - MT -

Bibliographie

1. **Bouzinac S., Séguy L.** In : *Conferência Internacional de arroz para a América Latina et o Caribe*, 9, 1994. Goiânia. *Arroz na América Latina : perspectivas para o incremento da produção et do potencial produtivo*. Goiânia EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995 v. 1 EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60). O arroz como componente de sistemas agrícolas na região Centro Norte do Mato Grosso. p. 123-137.
2. **Kluthcouski J., Pacheco A. R., Teixeira S. M., et Oliveira T. de** - *Renovação de pastagens de cerrados com arroz*. O sistema barreira - 1991 - Goiânia, EMBRAPA/CNPAP - GO - Brasil - documento 33 - 20 p.
3. **Kluthcouski J., Pinheiro B. da S., Yokoyama L. P.** In : *Conferência Internacional de arroz para a América Latina et o Caribe*, 9, 1994. Goiânia. *Arroz na América Latina : perspectivas para o incremento da produção et do potencial produtivo*. Goiânia EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995 v. 1 EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).
4. **Morais O. P. de** In : *Conferência internacional de arroz para a América Latina et o Caribe*, 9, 1994. Goiânia. *Arroz na América Latina : perspectivas para o incremento da produção et do potencial produtivo*. Goiânia EMBRAPA-CNPAP-APA, 1995 v. 1 EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60). Fatores fisiológicos et genéticos que afetam o melhoramento de arroz para maior rendimento p. 83-91.
5. **Séguy L. et al.**, - *Técnicas de preparo do solo* - CNAPF/EMBRAPA - Circular técnica nº 17 - 1984 - p. 26 - Goiânia - GO - Brasil.
6. **Séguy L., Bouzinac S. et al.**, 1986 - *Criação de sistemas agrícolas alternativos no centro-oeste brasileiro e suas consequências agro-econômicas na fixação da agricultura* - Doc. interno - CNPAP/EMBRAPA-CIRAD-CA - p. 66 - Goiânia - GO - Brasil.
7. **Séguy L., Bouzinac S., Pacheco A.** Os principais fatores que condicionam a produtividade do arroz de sequeiro e sua sensibilidade a brusone nos latossolos vermelho-escuros de altitude. Goiânia - Go, 1989. Doc. interne CIRAD-CA BP 5035 34032 Montpellier Cedex 1 - France - 39 p.
8. **Séguy L., Bouzinac S., Yokoyama L.**, 1990 - *Évaluation de l'adoption par les agriculteurs du centre ouest brésilien, des technologies mises au point par la recherche franco-brésilienne*. Doc. interne 1990 - 107 p. - BP 5035 - Montpellier Cedex 1 - France.
9. **Séguy L., Bouzinac S., Tallebois J., Trentini A.** Une révolution technologique : le riz pluvial de qualité en zone tropicale humide. Des performances reproductibles sur la voie de celles du blé en région tempérée. Doc. interne CIRAD-CA 1995. 29 p. BP 5035, 34032 - Montpellier - France.
10. **Séguy L., Bouzinac S.** Petit guide de gestion des couvertures pour les systèmes de culture mécanisés en semis direct dans les régions tropicales chaudes et humides de basse altitude du Centre-Ouest brésilien. Doc. interne CIRAD-CA 1996 - 80 p. BP 5035, 34032 Montpellier Cedex 1 - France.
11. **Séguy L., Bouzinac S., Trentini A., Cortés N. de A.** In *Agricultura et desenvolvimento* nº 12 Décembre 1996. L'agriculture brésilienne des fronts pionniers p 2-61 Dec. 1996. ISSN 1249-9951 BP 5035 - 34032 Montpellier Cedex 1 - France.
12. **Séguy L., Bouzinac S., Trentini A.** - *Une révolution technologique : la culture du riz pluvial au Brésil* - International Rice Commission Newsletter, 1997 - vol 46 - FAO - p. 45-61 - Rome - Italie.

LA GOUTTE D'ENCRE

**53 place Thermidor
Le Parvis des Facultés
34000 MONTPELLIER
FRANCE
Tél : 04-67-65-30-96**