

**SYSTÈMES DE CULTURE POUR LA REGION
CENTRE NORD DE L'ETAT DU MATO GROSSO.
- RECOMMANDATIONS TECHNIQUES 1993 -**

**CIRAD-CA
COOPERLUCAS
RHODIA AGRO S.A**

TABLE DE MATIÈRES

- Avis au lecteur.....	1
I - Pour situer les entraves agronomiques.....	2
II - Apprendre a reconnaître et hiérarchiser les facteurs limitants.....	5
III - Respecter les règles et les bases de l'élaboration de la production de grains au niveau regional.....	10
IV - Comment restaurer la fertilité du profil cultural.....	27
V - Après avoir restauré la fertilité du profil cultural, privilégier les technologies de semis direct.....	30
VI - Comment commencer et adopter les technologies de semis direct - Les principales erreurs a éviter.....	35
VII - Technologies de semis direct dominées.....	38
VIII - Performances des techniques de semis direct proposées par rapport au système de monoculture de soja x offset.....	41
IX - Préparant le futur = L'intégration production de grains-paturages.....	47
Annexes.....	49
Bibliographie.....	58

AVIS AU LECTEUR

Le présent document approfondit les questions relatives au diagnostic agronomique du fonctionnement des relations sol-cultures, dans les régions du centre nord de l'état du Mato Grosso. Il comporte des éléments complémentaires aux divers documents déjà élaborés sur les systèmes de culture par le Cirad-Ca (L. Seguy, S. Bouzinac et alii - 1992).

Ce document est destiné en priorité, aux agronomes, techniciens agricoles et aux agriculteurs de la région, afin de permettre la progression des connaissances et de préciser les recommandations qui doivent, dans ce domaine, prendre en compte les spécificités locales (sol, climat, systèmes de cultures, etc...).

Ainsi conçu, ce document n'a pas pour ambition d'être une oeuvre scientifique, et ne prétend pas être une synthèse des travaux de recherche conduits dans ce domaine.

Il s'agit d'un ouvrage technique qui montre de la manière la plus simple possible, certains aspects majeurs des relations entre les modes de gestion du sol et le comportement des cultures dans la régions (1)

Il doit servir à mieux orienter le producteur, en situant ses problèmes agronomiques, et en indiquant les principales voies technologiques qui permettent de résoudre ses problèmes sur sols ferrallitiques des micro régions de Lucas do Rio Verde, Tapurah, Nova Mutum, Sorriso et Sinop (2).

Ce documents est le fruit d'un travail conjoint de l'équipe du Cirad-Ca (L. Seguy, S. Bouzinac) avec l'équipe d'agronomes de la Cooperlucas, menée par Ayrton Trentini, et avec les précieuses contributions de :

- Mr. Munefume Matsubara - Propriétaire de la Fazenda Progresso
- Mr. Waldir Giaretta - Directeur technique de la Cooperlucas
- Mr. Neri Artmann - Président de la Cooperlucas
- Mr. Luiz Matsubara - Vice Président de la Cooperlucas

Luclen Seguy - Cirad-Ca

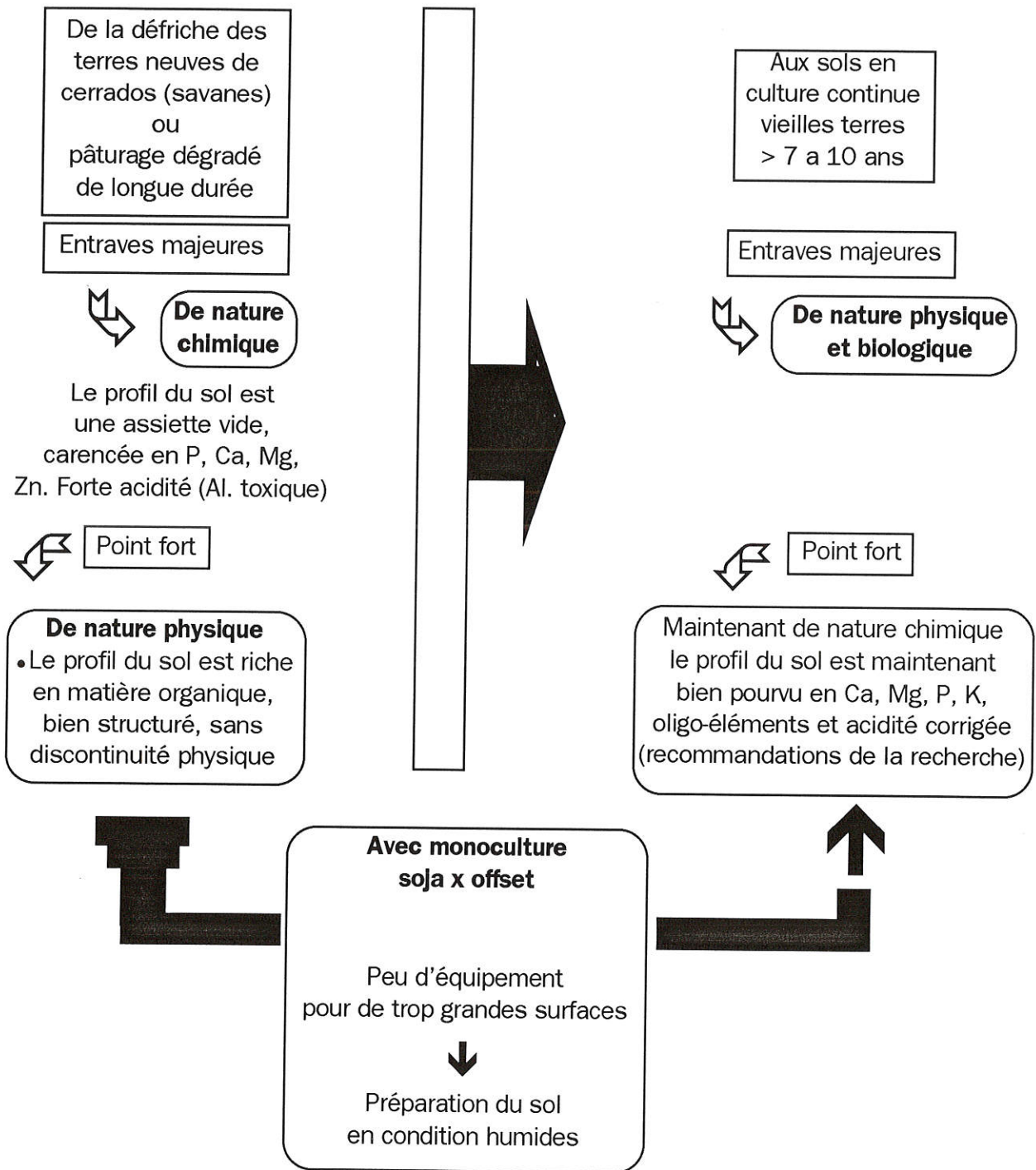
(1) Pour en savoir plus... consulter la bibliographie Annexe 6 (p 58).

(2) Des répétitions volontaires sont effectuées tout au long du texte, ceci pour une meilleure fixation des propositions technologiques.

I ⇒

POUR SITUER LES ENTRAVES AGRONOMIQUES

Comprendre comment le sol évolue sous culture continue (*)



(*) Voir tableaux 1 et 2 «Analyses physico-chimiques du profil cultural» avant et après restauration de la fertilité du sol (parties encadrées pages 3 et 4).

**CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHEMIQUES DES LATOSSOLS ROUGES-JAUNES
SOUS CERRADO ET SOUS PÂTURAGE DEGRADE - MT - 1986 -**

Profondeur échantillon (cm)	Granulometrie						pH Eau	M.O. %	P (ppm)	K (ppm)	meq./100 ml		
	Sable Grossier	Sable Fin	Limon	Argile	Ca + Mg	Al					CEC	V%	
0-10	18,8	21,7	5,7	53,9	5,0	3,0	0,5	27	0,4	2,1	7,2	9,4	
10-20	17,5	26,6	5,7	50,2	5,3	2,3	0,4	25	0,6	1,2	6,4	7,2	
20-30	16,4	24,6	5,8	53,2	5,3	2,3	0,3	20	0,6	1,0	7,1	6,9	
0-10	29,0	33,3	5,4	32,3	4,8	3,6	2,0	25	0,6	0,9	8,7	8,0	
10-20	28,7	27,8	9,1	34,4	4,7	3,4	1,0	22	0,5	1,0	9,4	6,2	
20-30	24,3	30,8	5,8	39,1	4,7	3,3	1,0	22	0,7	1,0	9,6	8,2	

**SOUS
CERRADO
(1)**

Assiette vide
en termes chimiques.
Points forts :
- excellent structure
physique
- teneur en matière
organique

**SOUS
PÂTURAGE
DEGRADE
(2)**

(1) Sol de sommet de colline (2) Sol situé a mi-pente.

Source : Fazenda Progresso - MT - 1986
L. Seguy, S. Bouzinac

Laboratoire LAGRO - Campinas



ANALYSES CHIMIQUES DU PROFIL CULTURAL APRÈS RESTAURATION DE LA FERTILITÉ - MT - 1991

Modes de gestion des sols et des cultures	Profondeur des échantillons (cm)	pH		M.O. %	meq./100 ml					V %	P (ppm)
		CaCl ₂	Eau		Ca	Mg	Al	K	CEC		
Monoculture Soja x Offset (T) (1)	0-10	4,9	5,5	1,0	2,9	1,1	0,1	0,21	8,4	50,1	8,3
	10-20	5,0	5,6	1,0	2,0	0,8	0,1	0,12	6,3	46,2	2,6
	20-30	5,2	5,6	1,0	0,5	0,3	0,4	0,09	4,3	20,7	5,3
Monoculture Soja x Labour prof.	0-10	4,5	5,1	1,1	2,7	0,9	0,1	0,17	9	42,0	2,6
	10-20	4,4	5,0	0,9	2,7	1,0	0,1	0,08	10,2	37,1	5,3
	20-30	4,5	5,1	0,7	2,5	0,8	0,1	0,10	9,8	34,7	5,3
Rotation Soja-Maïs Labour prof.	0-10	5,1	5,7	1,5	1,9	0,5	0,1	0,15	5,3	47,6	3,0
	10-20	5,5	6,1?	1,3	2,1	0,7	0,1	0,16	4,5	64,2	7,6
	20-30	5,0	5,6	1,3	1,8	0,8	0,1	0,14	6,4	41,0	5,0
Systèmes alternant 1 seule culture avec 2 en succession x Semis direct	0-10	4,7	5,3	2,4	2,0	0,9	0,1	0,21	7,8	39,8	6,6
	10-20	5,1	5,7	2,2	2,8	2,0	0,1	0,17	6,8	58,6	10,0
	20-30	5,2	5,8	2,0	1,2	0,9	0,1	0,12	4,8	58,5	7,6
Rotation Soja-Riz Labour prof.	0-10	4,6	5,2	1,7	2,5	1,0	0,1	0,24	8,3	49,6	9,6
	10-20	4,7	5,3	1,3	2,8	0,9	0,1	0,10	8,5	44,7	4,0
	20-30	5,0	5,6	1,3	2,5	0,7	0,1	0,10	6,1	53,9	7,8
Système Soja-Maïs 5 ans de semis direct (*)	0-10	4,3	4,9	2,0	3,4	0,8	0,1	0,20	10,2	43,2	9,5
	10-20	3,6	5,2	3,4	2,5	1,0	0,1	0,14	8,3	43,7	2,3
	20-30	4,9	5,5	3,8	0,8	0,4	0,1	0,12	7,1	18,6	1,2

(*) Plus de 20 galeries de 2-3 cm de diamètre, verticales, sur 1,20 m de profondeur/m² creusées par des larves de bousiers.

(1) Référence négative.

- **Source** : CIRAD-CA - Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - 1991 - L. Seguy, S. Bouzinac
- **Laboratoire** - Lagro - Campinas



NIVEAUX DE FERTILITÉ POUR HAUTES PRODUCTIVITÉS
(Fazenda Progresso - MT - L. Seguy, S. Bouzinac 1992)



II ⇒

APPRENDRE A RECONNAITRE ET HIERARCHISER LES FACTEURS LIMITANTS

Comment évaluer le statut de fertilité du sol?

Ⓐ SANS MOYENS POUR CELA, CE QUI EST LE CAS LE PLUS COURANT CHEZ LES AGRICULTEURS

Par des évaluations visuelles portant sur le sol et le développement des cultures → cahier de notations pour chaque parcelle, tous les ans, suivant les schémas ① et ② (pages 6 et 7).

Ce cahier permet de visualiser l'évolution du statut de la fertilité des parcelles, et des productivités correspondantes → permet d'identifier les causes: une opération culturale peut avoir des effets sur plus de 1 ou 2 années, comme par exemple :

- correction du sol,
- semelle d'offset
- résidus toxiques de certains pesticides

D'où l'importance d'examiner les séquences de cultures pour prendre en compte les effets des précédents culturaux, ante-précédents, sur l'évolution du statut de fertilité et les productivités correspondantes.

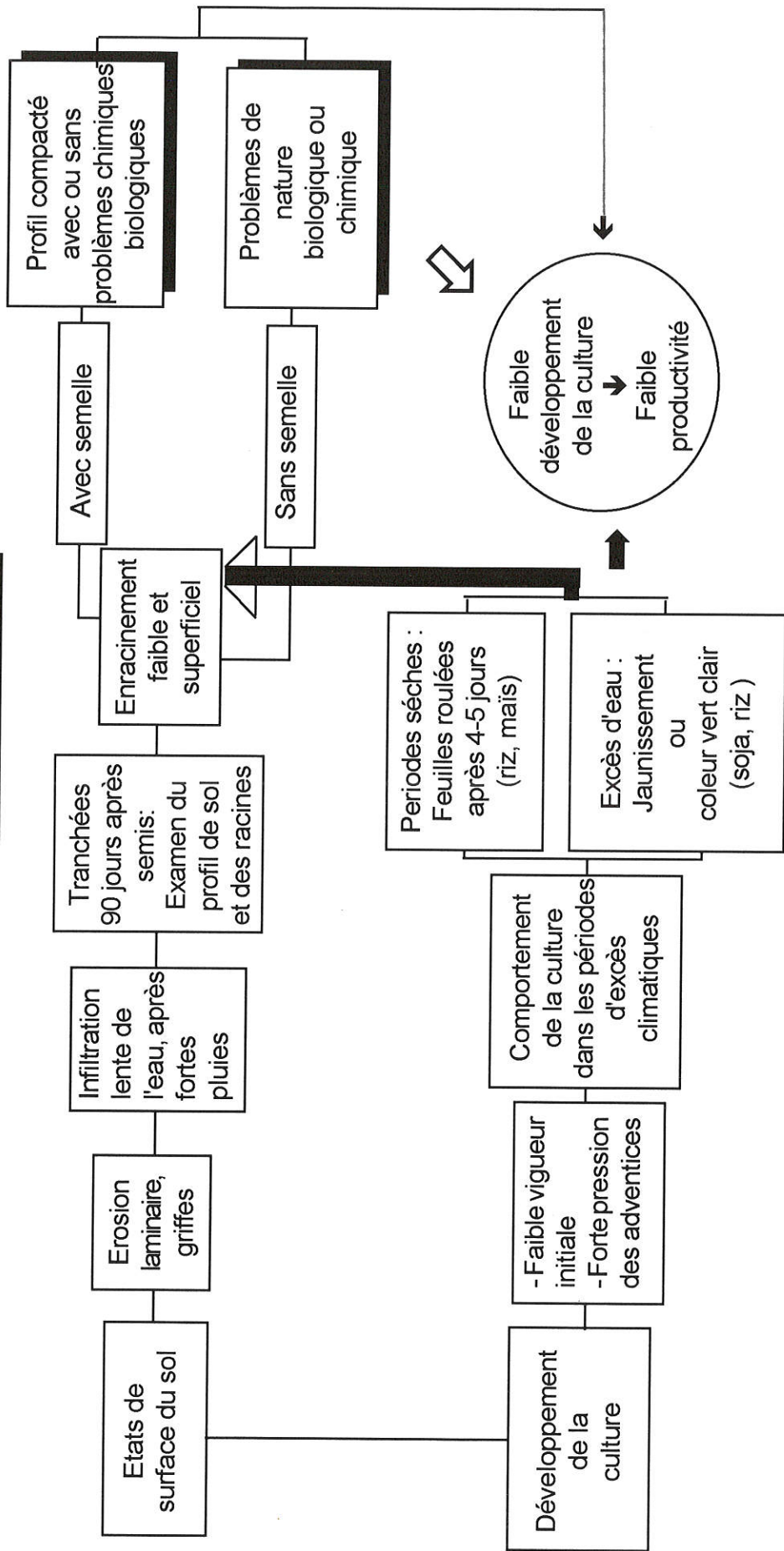
→ Un des points clé du diagnostic, est l'examen du profil racinaire à 90 jours après le semis (Riz, soja, maïs).

La productivité des cultures est extrêmement corrélée au volume de l'enracinement et à sa profondeur:

→ - plus la surface de contact entre le sol et les racines est grande, plus la surface d'interception de l'eau et des éléments minéraux augmente - «plus les bras sont longs, particulièrement en sols pauvres, meilleures seront les alimentations hydrique et minérale et donc le développement de la culture». [Recherches Cirad-Ca(1986-1992)- cf. bibliographie en annexe 7 - page 58].

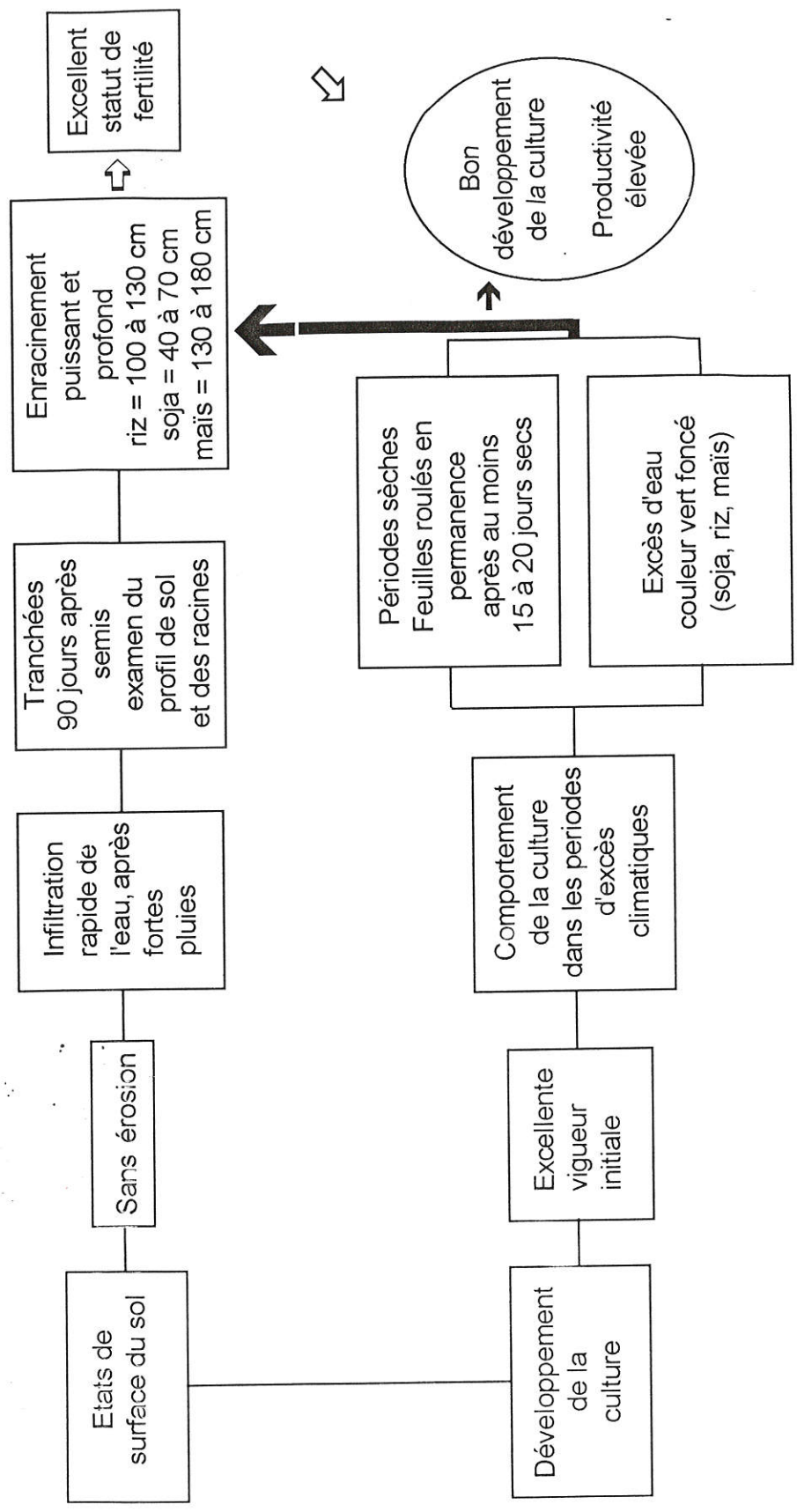
En résumé : plus le volume d'enracinement et sa profondeur sont importants, plus la productivité et le statut de fertilité du sol augmentent. Le profil d'enracinement est la synthèse du statut de fertilité du sol, le reflet de son niveau de fertilité globale (facteurs physiques, biologiques et chimiques).

**SCHÉMA 1 - NOTATIONS VISUELLES SIMPLES SERVANT DE GUIDE POUR L'AIDE AU DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE
POUR LES FAIBLES PRODUCTIVITÉ**



SCHEMA 2 - NOTATIONS VISUELLES SIMPLES SERVANT DE GUIDE POUR L'AIDE AU DIAGNOSTIC AGRONOMIQUE

POUR LES PRODUCTIVITÉS ÉLEVÉES



(B) SI L'AGRICULTEUR A LES MOYENS

Il ne doit pas se dispenser des notations visuelles → schémas ① et ② (pages 6 et 7).
Outre ces notations il peut :

• pour évaluer le degré de compactation du sol → utiliser un pénétrömètre d'impact (type STOLF de la Planalsucar).

Attention au degré d'humidité du sol: → faire les mesures à la capacité au champ, soit en conditions de profil humide, mais après 48 heures sans pluies.

Quelques normes à la capacité au champ (poids de 4 Kg et descente de 40 cm à chaque impact).

- Sol compacté : plus de 15 coups pour atteindre 50-65 cm de profondeur
- Sol non compacté : 8 à 10 coups, 55 à 60 cm de profondeur

Pour évaluer le statut chimique → Analyses du sol

Quelques normes d'application générale (cf. Lopes, Van Raij et Embrapa - bibliographie en annexe 7).

Ca + Mg (meq./100 ml)

< 2,4 faible
2,4 à 4,8 moyen
> 4,8 élevé

K⁺ échangeable (meq./100 ml)

< 0,10 (39 ppm) faible
0,10 à 0,30 (39 à 117 ppm) moyen
> 0,30 (117 ppm) élevé

P assimilable (ppm) - Mehlich

< 6 faible
6 à 12 moyen
> 12 élevé

Carbone C%

< 0,8 faible
0,8 à 1,4 moyen
> 1,4 élevé

M.O. (C% x 1,72)

< 1,38 faible
1,38 à 2,40 moyen
> 2,40 élevé

**Al³⁺ (meq./100 ml)
Degré de saturation %**

< 5 faible
5 à 45 moyen
> 45 élevé

Ces niveaux critiques sont indicatifs, ils ne prennent pas en compte l'influence des modes de gestion des sols et des cultures sur la dynamique d'enracinement.

Ils sont valables pour un travail du sol superficiel à l'offset (20 cm de sol travaillé).

Mais que signifie un niveau critique de 6 ppm de P ?

↳ - sur une préparation du sol superficielle à l'offset entraînant la formation d'une semelle? → enracinement superficiel.

- sur un labour profond? → enracinement profond.

Les niveaux critiques adéquats doivent être définis en fonction des modes de gestion des sols et des cultures (modes de préparation x rotations et/ou successions), car ce sont eux qui déterminent la dynamique des propriétés physico chimiques et biologiques du profil et par conséquent la dynamique du système racinaire de chaque culture qui ont des exigences différentes (il existe aussi des différences entre variétés d'une même espèce).

Autrement dit, les meilleurs niveaux de fumure minérale doivent être définis dans le cadre de système de cultures, sur une séquence de 5 à 6 cultures (ou plus).

- Pour atteindre des productivités de :**
- soja \geq 4 000 Kg/ha
 - riz \geq 4 500 Kg/ha
 - maïs \geq 6 000 Kg/ha,

Après la restauration de la fertilité, les analyses de sol doivent présenter **sur 30 cm d'épaisseur,** les intervalles de valeurs suivantes (L. Seguy, S. Bouzinac - 1986-1993).

pH		M.O. %	meq./100 ml					P (ppm)	V % Saturation de bases
CaCl ₂	Eau		Ca	Mg	Al	K	CEC		
entre	entre	entre	entre	entre		entre	entre	entre	entre
5,0	5,6	1,7	2,0	0,8	< 0,2	0,15	6,5	5	40
et	et	et	et	et		et	et	et	et
5,4	6,0	3,0	3,5	1,3		0,24	10	10	60

III ➔

RESPECTER LES RÈGLES ET BASES DE L'ÉLABORATION DE LA PRODUCTION DE GRAINS AU NIVEAU REGIONAL

Les résultats de recherches du Cirad-Ca, sur les systèmes de culture, conduits durant 6 ans, combinant divers modes de préparation du sol x diverses rotations et/ou successions, montrent que les cultures ont des exigences différentes, d'où les règles suivantes (Voir pages 13, 14, 18 et 19).

A - Choisir les meilleurs modes de gestion des sols et des cultures en fonction :

- des exigences de chaque culture
- de l'état physique du profil cultural.

● Niveau de réponse des principales cultures (soja, riz, maïs) et des cultures en succession (sorgho et mil), aux modes de gestion des sols et des cultures, en terre vieille (L. Seguy, S. Bouzinac, 1986-1993).

	Cultures principales			Cultures en succession
	Soja	Riz	Maïs	Sorgho ou Mil
Modes de préparation des sols	++	+++	+	Semis direct obligatoire
Rotations et/ou successions	+++	+++	+	++
Niveau de correction du sol	++	+	++	+
		+++	+++	+++

FC = Fumure correctrice (Niveau élevé avec thermophosphate et gypse).

FP = Fumure progressive (NPK sur la ligne de semis)

+ = Réponse faible ; **++** = Réponse moyenne ; **+++** = Réponse forte

MEILLEURS MODES DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES

	Meilleure technique de travail du sol	Meilleure rotation et/ou succession	Préférence en termes de fumure pour atteindre productivités élevées (*)
Riz	Labour profond ou Scarification	2 sojas sur les 2 années antérieures	Thermophosphate Yoorin + gypse
Soja	Semis direct Travail profond	2 ou 3 pailles de céréales durant les 2 années antérieures ou 2 pailles succesives	Thermophosphate Yoorin + gypse
Maïs	Semis direct Travail profond	1 soja ou 2	Aucune
Cultures en succession sorgho mil	Semis direct	soja riz possible (**)	Thermophosphate Yoorin + gypse

(*) Riz \geq 5 000 Kg/ha ; Soja \geq 4 200 Kg/ha ; Maïs \geq 6 000 Kg/ha

(**) Semences traitées avec Tecto + Vitavax + Semevin [Thiabendazole + (Carboxin + Thiram) + Thiodicarb].

En résumé

Les modes de gestion du sol : modes de travail du sol combinés aux rotations et/ou successions de cultures sont les facteurs prépondérants qui influencent le plus la productivité des cultures; en fait, les résultats obtenus sur 6 ans montrent que, sur les cultures de soja et de riz, les meilleurs modes de gestion du sol et des cultures permettent, en présence du même niveau d'intrants, de pratiquement doubler la productivité (Voir graphiques de rendements moyens de soja et de riz sur 6 ans - Cirad-Ca).

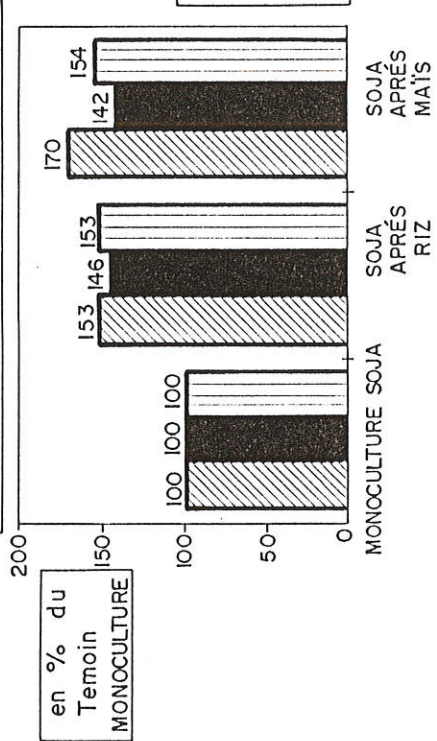
Toutefois, pour atteindre les productivités les plus élevées, les plus lucratives et stables, il faut associer simultanément :

- **les meilleurs modes de gestion relatifs à chaque culture,**
- **un niveau de correction périodique du profil du sol, qui associe le thermophosphate Yoorin master (+ 2 tonnes/ha) et le gypse (600 Kg/ha); ce niveau de correction doit être appliqué sur une séquence de 5 cultures en 3 ans, et être renouvelé tous les 3 ans.**

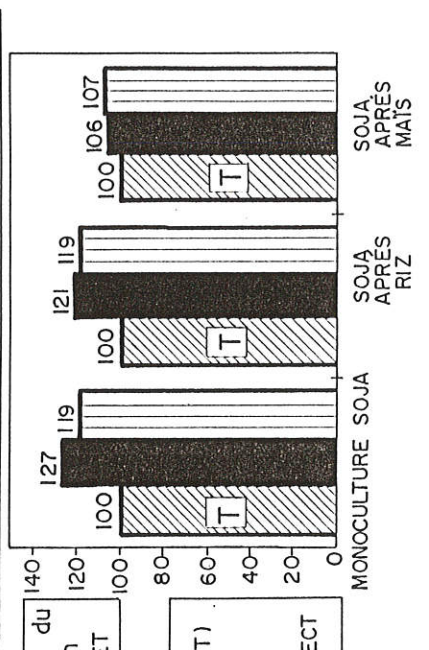


EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DES MODES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES, SUR LA PRODUCTIVITÉ DU SOJA (1) 1986/1992-FAZ. PROGRESSO-MT

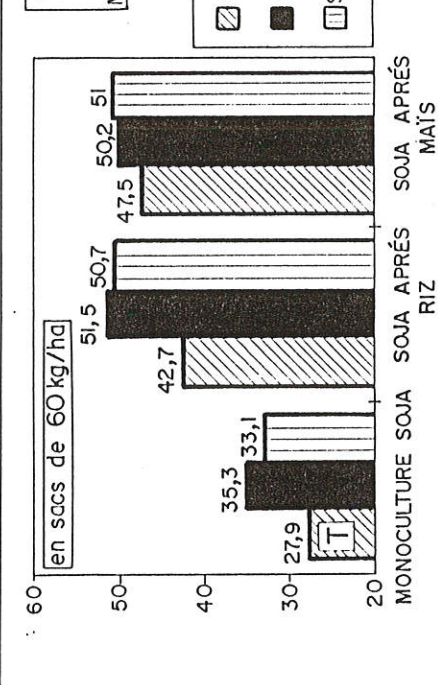
EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DU FACTEUR ROTATION SUR LA PRODUCTIVITÉ RELATIVE DU SOJA - FAZ. PROGRESSO/MT 1986/1992



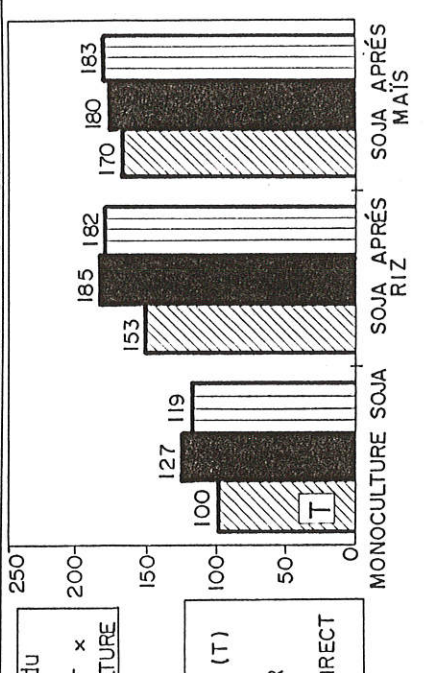
EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DU FACTEUR TRAVAIL DU SOL SUR LA PRODUCTIVITÉ RELATIVE DU SOJA FAZ. PROGRESSO/MT - 1986/1992



PRODUCTIVITÉ MOYENNE, SUR 6 ANS, DU SOJA DANS DIVERS SYSTEMES DE CULTURE - FAZ PROGRESSO/MT 1986/1992

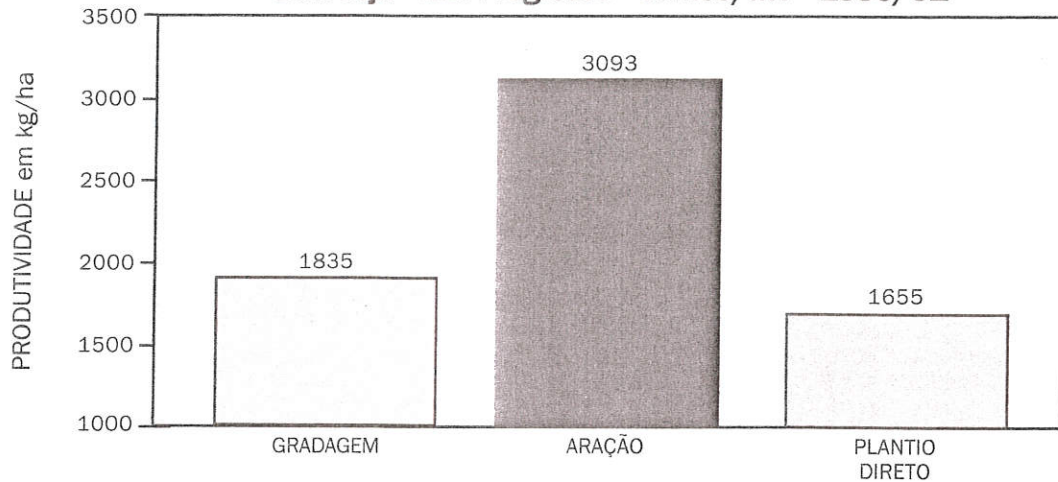


EFFET MOYEN, SUR 6 ANS, DES FACTEURS TRAVAIL DU SOL x ROTATIONS, SUR LA PRODUCTIVITÉ RELATIVE DU SOJA FAZ. PROGRESSO/MT 1986/1992



• (1) AVEC NIVEAU DE FERTILISATION PROGRESSIVE = 400 kg/ha O2-20-20+ Sous la ligne de semis+ correction calcaire dolomique (2 à 3 t/ha) Tous les 3 ans
 • SOURCE : CIRAD - CA (L. Seguy , S. Bouzinac.)

Produtividade média sobre 5 anos do arroz de sequeiro em rotação com soja - faz. Progresso - sorriso/MT - 1986/91



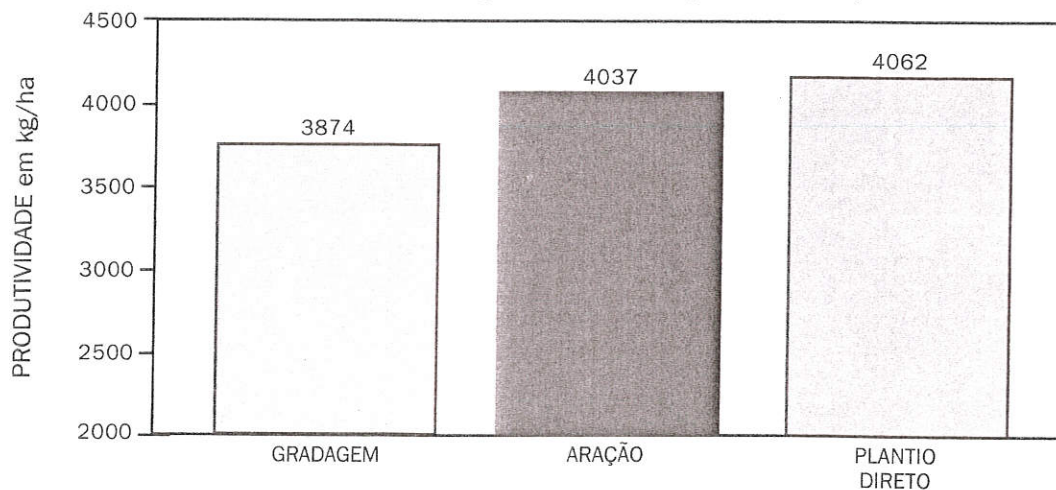
↓

O ARROZ EXIGE SEMPRE UMA FORTE MACROPOROSIDADE

↓

O PREPARO DO SOLO COM ARADO DE AIVECAS SATISFAZ A ESTA NECESSIDADE, EM PRIORIDADE. O ESCARIFICADOR, EM SEGUNDA PRIORIDADE.

Produtividade média sobre 6 anos, do milho em rotação com soja sobre 3 modos de preparo do solo. Fazenda Progresso - Sorriso/MT - 1986/92



LES EXIGENCES DES CULTURES SONT DIFFÉRENTES, EN FONCTION DES MODES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES -

Cependant, pour toutes les cultures, les systèmes **avec rotations** de cultures **sont toujours nettement supérieurs aux systèmes de monocultures** (soja, riz):

- en termes agronomiques,
- en termes techniques,
- en termes économiques - (Voir graphiques «Performances des systèmes», pages 20,25,26).

Après avoir restauré la fertilité du profil cultural, les meilleures performances des cultures de soja et de maïs sont obtenus avec les technologies de **semis direct**.

Au contraire, **la culture de riz pluvial** (cultivars à grain long fin) a besoin d'une **recomposition de la macroporosité** du profil cultural pour exprimer un haut potentiel productif et stable. Cette recomposition de la macroporosité peut s'effectuer par :

- + labour profond
 - + scarification profonde
- } de fin ou de début
} de saison des pluies

Dans l'organisation des meilleurs systèmes (optimisation) au niveau de la propriété, la **combinaison des systèmes à base de soja et de riz (cultivar à grain long et fin)**, prévient le risque de compactation du sol, en alternant les techniques de semis direct et le travail profond.

Par exemple :

1^o année sur travail profond précédent le riz de semis précoce (début Octobre) + cultures de succession en semis direct.

Suivi de :

2 ans de semis direct { **Année 2** - soja + cultures de succession en semis direct
Année 3 - soja en semis direct + travail profond en fin de saison des pluies.

Soit, en 3 ans, 5 cultures :

- + 4 en semis direct
- + 1 avec travail profond (voir «Meilleur système recommandé pour la région» page 39).

B CONSTRUIRE LES SYSTÈMES À PARTIR DES MEILLEURS MODES DE GESTION DU SOL ET DES CULTURES

Systèmes qui peuvent être montés :

- 1 - À une seule culture annuelle,
- 2 - À une culture annuelle, alternée avec 2 cultures en succession l'année suivante
- 3 - Deux cultures en succession annuelle (avantages comparés - Voir graphique page 20).

C CHOISIR TOUJOURS LE SEMIS PRÉCOCE, GARANTIE DE PRODUCTIVITÉS ÉLEVÉES POUR LES CULTURES PRINCIPALES : SOJA, RIZ, MAÏS

+ Toutes les cultures répondent positivement au semis précoce.

Ceci permet, au-delà d'une productivité plus forte :

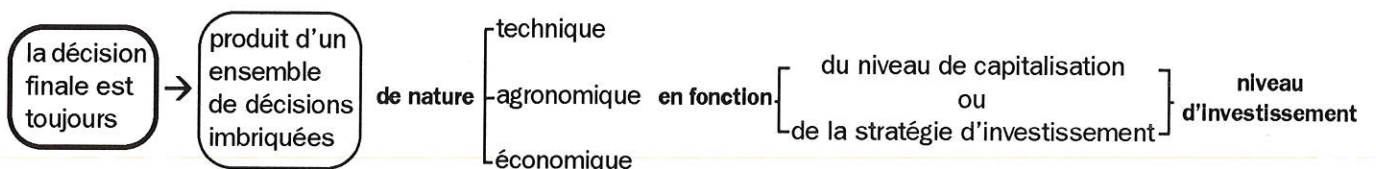
- de protéger le sol contre l'impact des pluies (éviter la formation de croûte, l'érosion)
- une implantation plus facile des cultures en succession après la culture principale, afin de pérenniser la technique de semis direct,
- de tirer tous les bénéfices agronomiques, techniques et économiques des technologies créées → Voir performances pages 26, 36, 41 et 42.

Le semis précoce peut commencer après 40 à 60 mm de pluies (sur une période de 5 jours), à partir du début Octobre.

D COMMENT CONSTRUIRE LES MEILLEURES MARGES NETTES/HA, LES PLUS STABLES, DE MOINDRE RISQUE, COMPATIBLES AVEC L'AMÉLIORATION CONSTANTE DE LA FERTILITÉ DU CAPITAL SOL?

1 - Évaluer et situer le statut de fertilité des parcelles, selon le diagnostic simplifié proposé dans les chapitres I et II.

2 - En fonction du diagnostic, prendre les décisions adéquates:

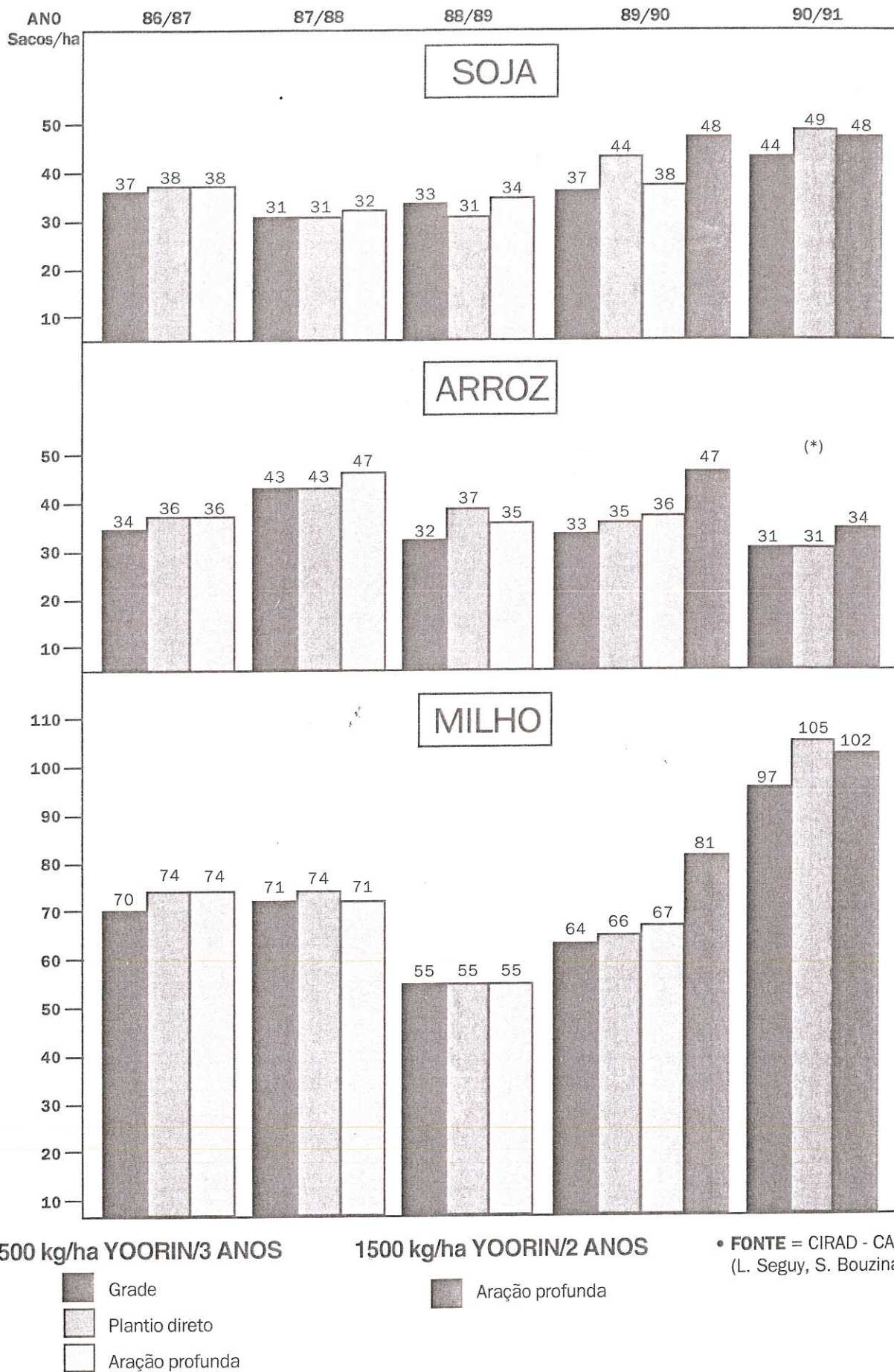


déclslons agronomiques : modes de gestion des sols et des cultures les plus favorables à un enracinement précoce profond, un bon contrôle des adventices et des insectes.

→ **déclslons techniques** : optimiser l'utilisation de ses équipements, capacité, flexibilité, durabilité.

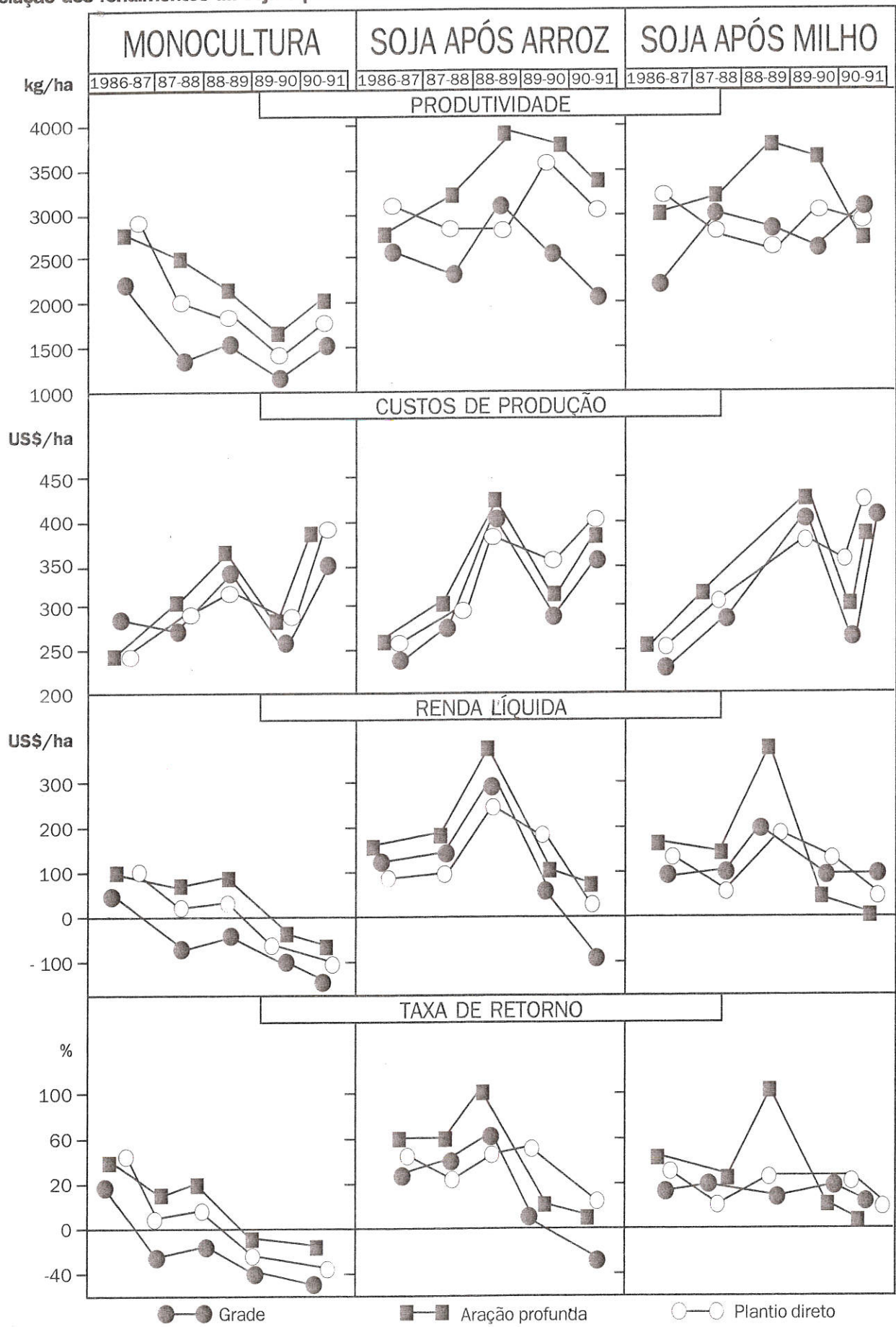
→ **déclslons économiques** : maximiser les revenus au moindre coût,

- ↳ systèmes tampon de moindre risque (L. Seguy et al 1986-93- p 20)
- ↳ ensemble de systèmes diversifiés, plus stables face aux fluctuations climatiques et économiques.

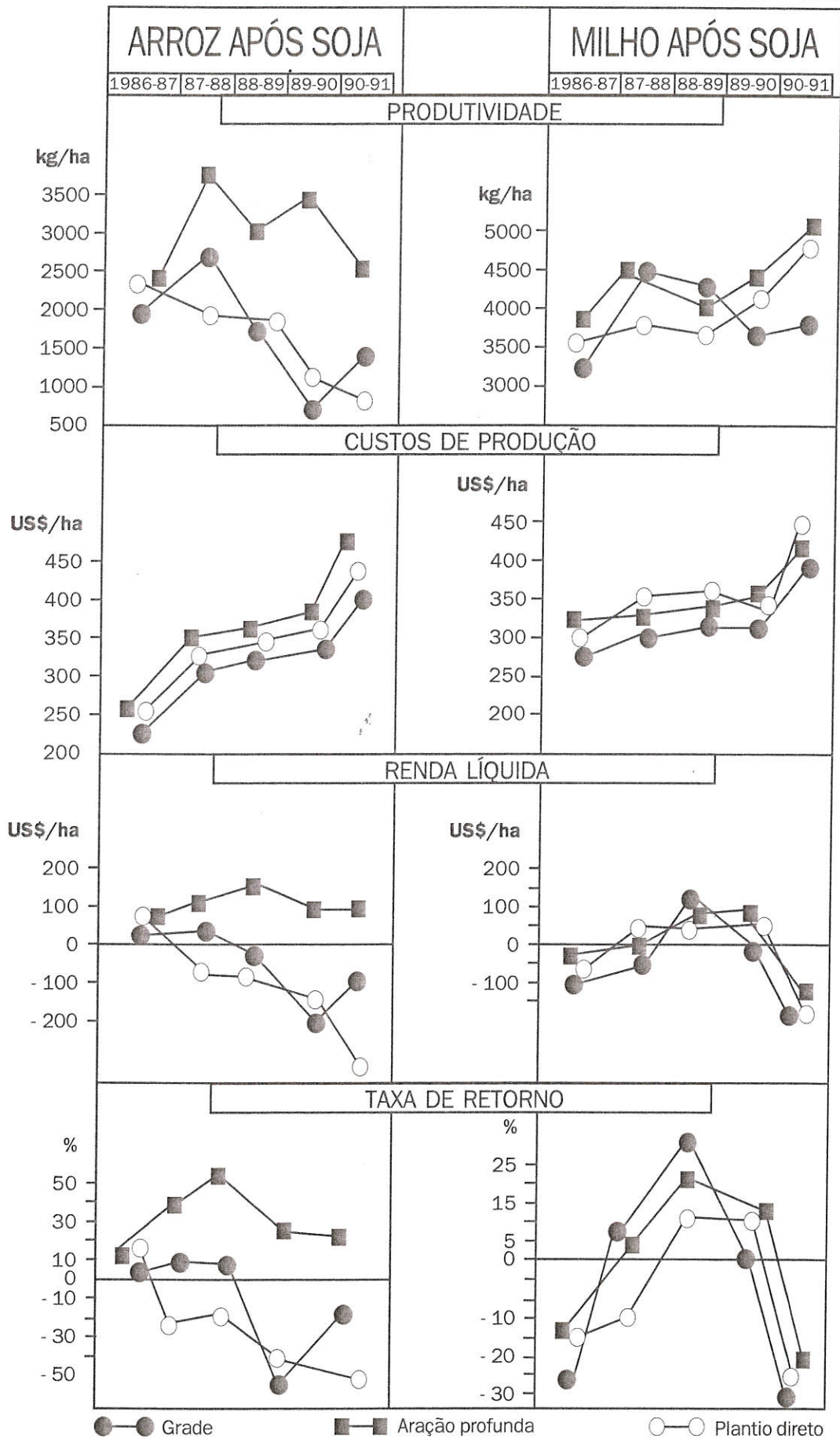


Evolução dos custos de produção - 1986/91

(*) - Arroz agulhinha

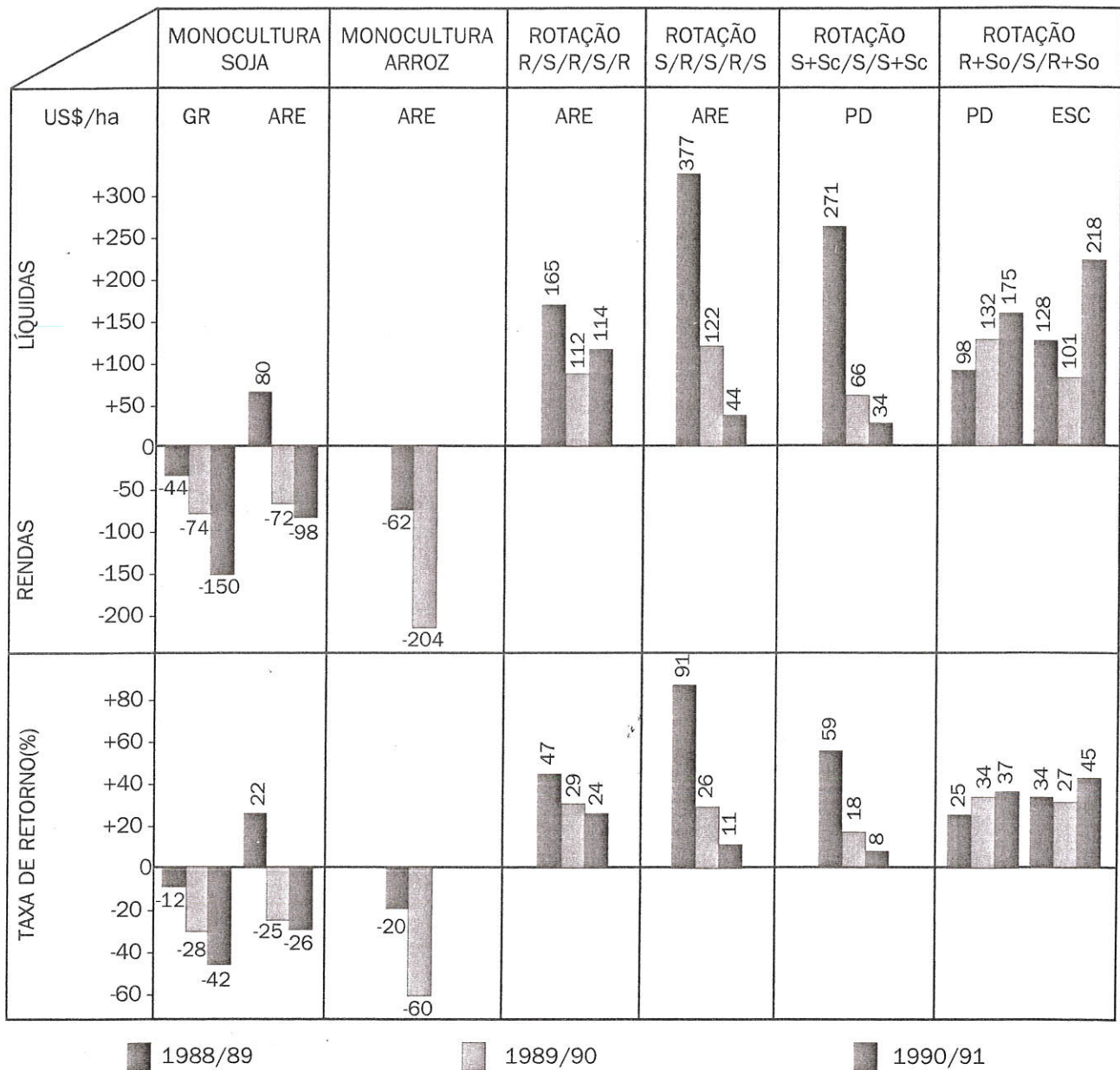


• FONTE = CIRAD-CA (L. Seguy, S. Bouzinac.)



• FONTE = CIRAD-CA (L. Seguy, S. Bouzinac.)

Performances econômicas dos melhores sistemas de culturas comparados com os das monoculturas de soja e arroz - 1988/91. FAZ. PROGRESSO - MT.



GR - Gradagem
PD - Plantio direto

ESC - Escarificação
So - Sorgo

ARE - Aração profunda com aivecas
S - Soja
R - Arroz

**LUCRAR É SINÔNIMO DE USO DE ROTAÇÕES E SUCESSÕES DE CULTURAS:
SISTEMAS TAMPÕES DE MELHOR GESTÃO DO RISCO ECONÔMICO.**

• FONTE = CIRAD-CA (L. Seguy, S. Bouzinac.)

E SUIVRE LES RECOMMANDATIONS

- ① - **Restauration de la fertilité du profil cultural,**
- ② - **Ensuite, privilégier les technologies de semis direct** utilisant les meilleurs systèmes de culture; actuellement, la meilleure séquence est la suivante :
 - ↳ 5 cultures en 3 ans → 1 travail profond
 - suivi de 4 semis direct (cf. meilleur système p. 39)

Pour ceux qui ne peuvent investir dans le fort niveau de correction sur toute la propriété la même année.

→ Stratégie de correction forte échelonnée sur 3 ans, 1/3 de la surface par an.

ANNÉE 1	ANNÉE 2	ANNÉE 3	ANNÉE 4
Riz + Sorgho ou Mil	Soja + Sorgho (et/ou Mil)	Soja	Riz + Sorgho (et/ou Mil)
	Riz + Sorgho (et/ou Mil)	Soja + Sorgho (et/ou Mil)	Soja
		Riz + Sorgho (et/ou Mil)	Soja + Sorgho (et/ou Mil)

1/3 de la surface corrigée par an, plantée avec riz + sorgho (et/ou mil)

- Capitalisation progressive
- ↳ Assolement optimisé des meilleurs systèmes par année
- Ensemble tampon de gestion du risque économique :
 - grande capacité et souplesse d'utilisation du matériel,
 - marges/ha maximisées à partir de la 3^e année et capitalisation progressive de l'agriculteur.

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES SUR LA GESTION DES SOLS ET DES CULTURES SUR TERRE NEUVE ET APRÈS PATURAGE DÉGRADÉ.

L'adoption d'une stratégie de correction de sol dépend simultanément :

- de facteurs économiques locaux : prix des intrants, prix payés aux producteurs, conditions de crédits
- de facteurs agronomiques : parmi les alternatives possibles, choisir celle de moindre risque, reproductible dans le contexte pédoclimatique.

Dans la région des cerrados humides du Centre Nord du Mato Grosso :

- la correction forte (2 t/ha de calcaire dolomitique + 2 t/ha de thermophosphate Yoorin + 600 Kg/ha de gypse + 160 Kg/ha de KCl) constitue une alternative reproductible plus lucrative, quand elle est associée à:
 - . un travail du sol profond (labour ou scarification),
 - . un semis précoce (début Octobre),
 - . une variété de riz de haute productivité, stable, à grain long fin : la variété Ciat 20 (Progresso) remplit ces conditions ainsi que les cultivars Cirad-Ca 285 et Cirad-Ca 141.

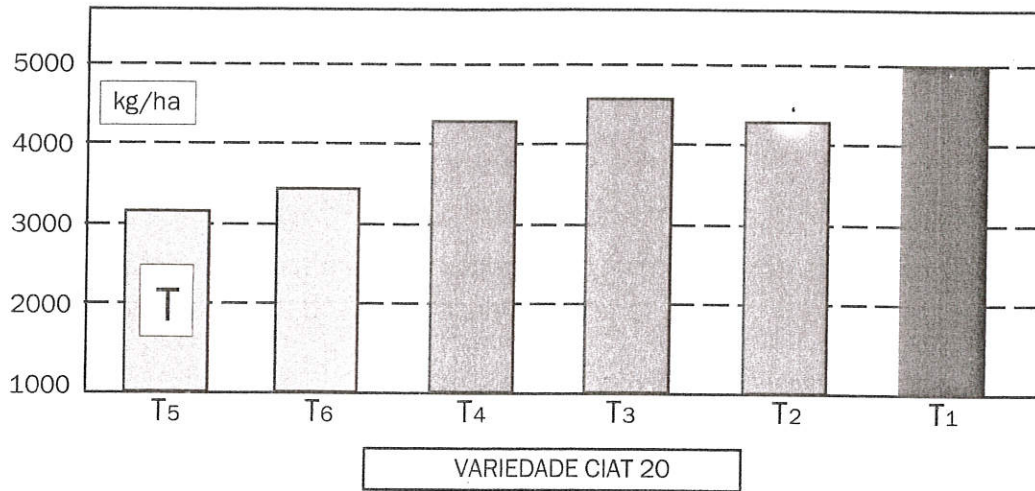
■ Ce fort niveau de correction devra être amorti sur 3 ans, comme le démontrent nos résultats reproductibles antérieurs, car il permet de maintenir la productivité des meilleurs systèmes de cultures durant 3 années, avec possibilité de récolter cinq cultures, la première sur travail profond et les autres en semis direct :

1^{er} année = riz + sorgho, 2^e année = soja + sorgho, 3^e année = soja

■ L'amortissement de ce fort niveau de correction est possible aussi sur 2 ans, cependant avec des bénéfices moins immédiats pour le producteur. Les marges nettes(*), sur un plan d'amortissement de 3 ans, varient de 85 à plus de 200 U.S.\$/ha (Voir résultats économiques p. 23).

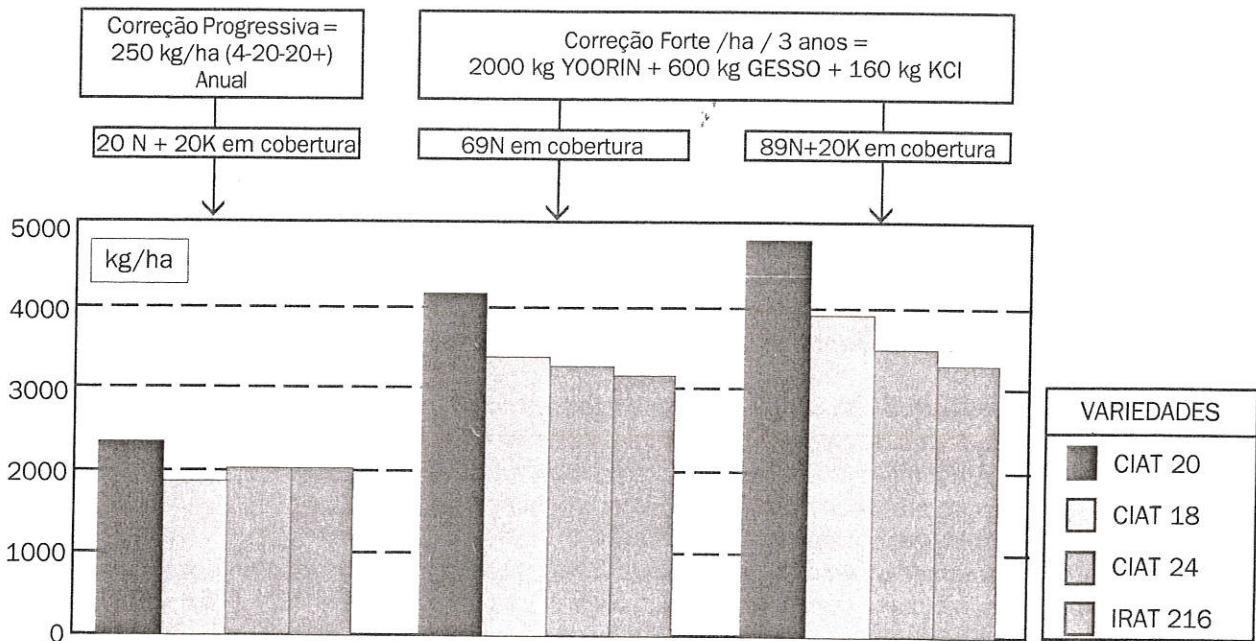
(*)Marges nettes en U.S.\$/ha = Recettes/ha [charges variables cultures (C.P.) + 20% charges fixes].

(*) **Produtividades do arroz de sequeiro em função do nível de correção química do perfil cultural - Cooperlucas - Lucas do Rio Verde/MT 1992/93.**



ADUBAÇÃO em kg/ha

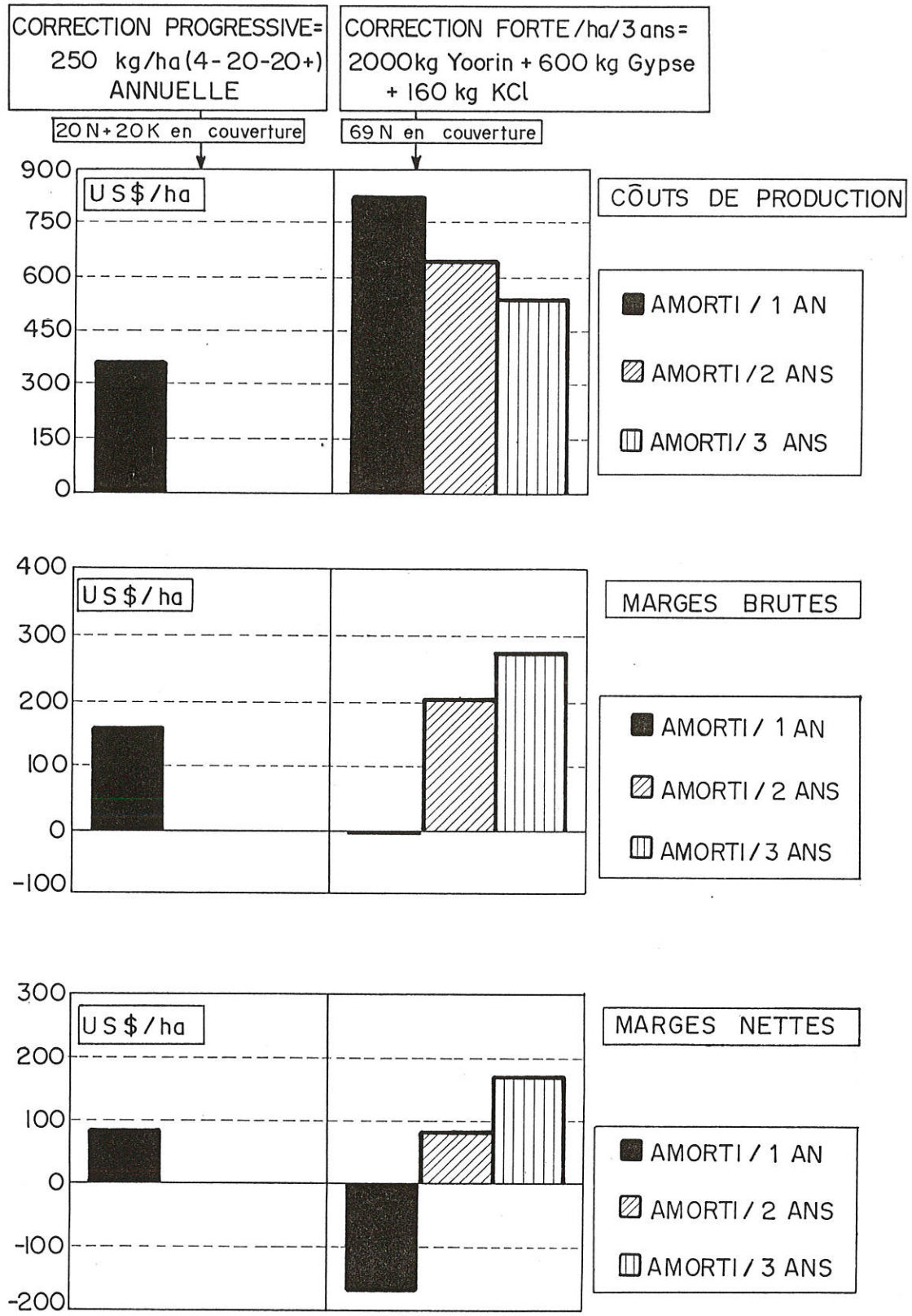
T ₅ = 250 (04-20-20+)/ano	T ₃ = 1500 YOORIN + 600 GESSO/3 anos
T ₆ = 500 (04-20-20+)/ano	T ₂ = 1500 YOORIN + 500 SUPERSIMPLES/3 anos
T ₄ = 1000 YOORIN + 500 SUPERSIMPLES/3 anos	T ₁ = 2000 YOORIN + 600 GESSO/3 anos



(*) - 1º Ano de lavoura sobre pasto degradado (>10 anos)
 - Aplicação de 2t/ha de calcário dolomítico em todos os tratamentos de adubação.

• FONTE = CIRAD-CA (L. Seguy, S. Bouzinac.)

PERFORMANCES ECONOMIQUES DU RIZ PLUVIAL, EN FONCTION DE 2 NIVEAUX DE CORRECTION CHIMIQUE DU SOL ET DE 3 HYPOTHÈSES D'AMORTISSEMENT - COOPERLUCAS-MT 1992/93



• SOURCE= CIRAD-CA (L. Seguy, S. Bouzinac.)

RECOMMANDATIONS TECHNIQUES SUR LA GESTION DES TERRES DE VIEILLE CULTURE

**En conditions
d'exploitation réelles**

- confirmation sur les 4 années consécutives de productivité de soja, supérieures à 4 000 Kg/ha avec pointe à 4 350 Kg/ha.
- confirmation également de productivités de riz pluvial supérieures à 5 000 Kg/ha avec maximum à 6 620 Kg/ha.

Ces résultats sont reproductibles et ne peuvent être obtenus qu'avec un respect strict des systèmes de cultures mis au point.

Dans ces systèmes, les modes de gestion des sols et des cultures sont prépondérants pour la formation des plus hautes productivités, comme pour leur stabilité.

Les systèmes recommandables en terre de vieille culture :

- pour les producteurs qui privilégient au maximum la culture de soja :

- . première année : soja + sorgho, mil
- . deuxième année : soja + sorgho, mil
- . troisième année : soja

un travail profond + correction du sol en première année, quatre semis direct en suivant

- pour les autres :

- . première année : riz + sorgho, mil
- . deuxième année : soja + sorgho, mil
- . troisième année : soja

soit 5 cultures en 3 ans

Dans ces systèmes de culture :

- le riz pluvial requiert, à la fois :

- au moins deux années de précédent soja,
- travail profond du sol + semis précoce (fin Septembre-20 Octobre),
- fertilisation corrective de fort niveau à base de thermophosphate,
- variété de belle qualité de grain, productive, stable : Ciat 20, puis 285 ou CNA 7066, 141,

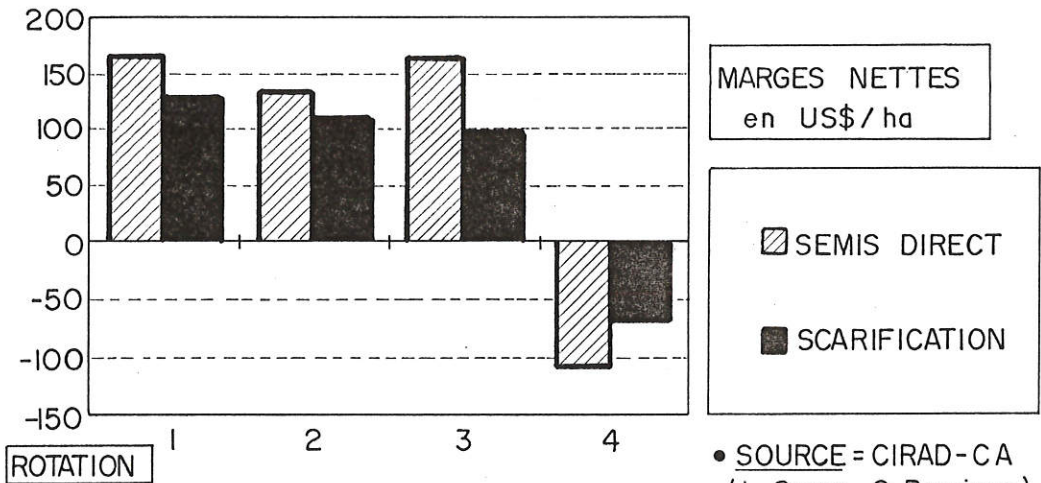
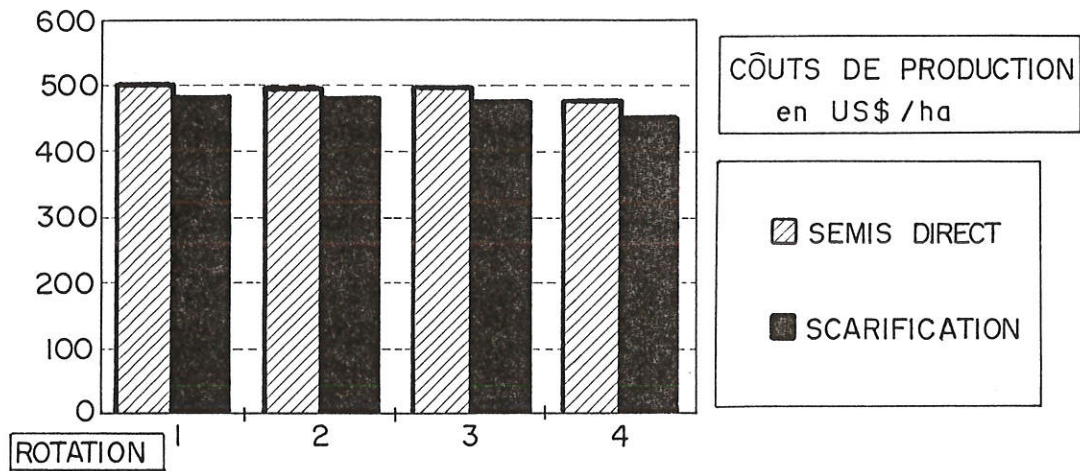
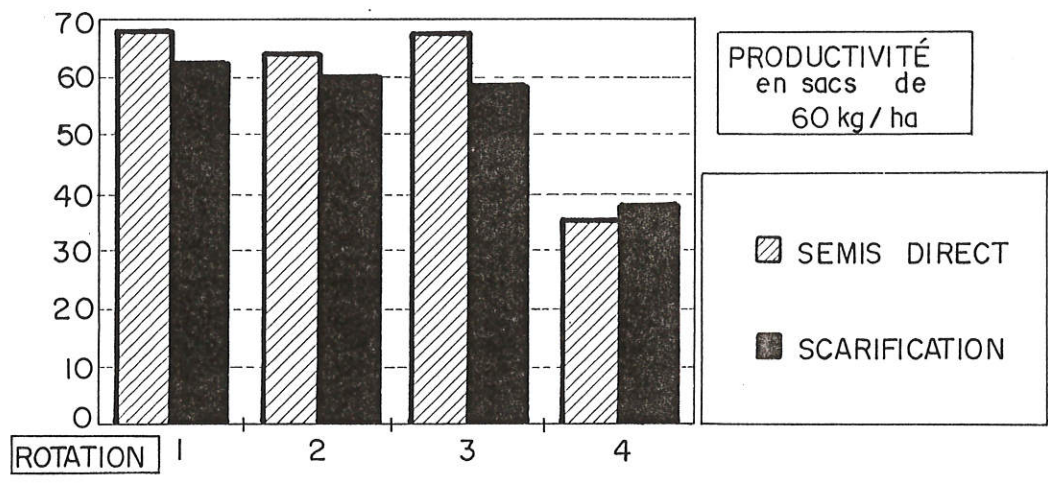
- le soja requiert, à la fois :

- . un maximum de paille dans les deux années précédentes,
- . un semis direct précoce (15 Octobre-15 Novembre),
- . fertilisation minérale de bon niveau → deuxième et troisième années après riz + sorgho → correction forte phosphatée appliquée sur riz à base de thermophosphate Yoorin (2t/ha) + gypse (0,6t/ha) appliqué tous les 3 ans pour 5 cultures + 100 Kg/ha de KCl pour chaque culture de soja.

Comme en terre de culture neuve, le phosphatage de fond périodique (2 t/ha thermophosphate) associé au gypse (0,6 t/ha)(1), constitue un facteur décisif de sécurité et stabilité monétaire, et une garantie d'amélioration du potentiel de production du sol.

(1) Dans les cas où l'urée a substitué le sulfate d'ammoniaque au cours des quatre ou cinq dernières années, pour la fertilisation azotée des céréales (riz, maïs).

PERFORMANCES AGRO-ÉCONOMIQUES DU SOJA DANS DIVERS SYSTÈMES DE CULTURE, AVEC CORRECTION PHOSPHATÉE DE FORT NIVEAU, COMPAREÉS À CELLES DU SYSTÈME DE MONOCULTURE.
FAZ. PROGRESSO/MT 1989/90 et 1991/92



• SOURCE = CIRAD-CA (L. Seguy, S. Bouzinac.)

- ROT.1 = Maïs + Sorgho / Soja / Maïs + Sorgho / Soja
- ROT.2 = Riz + Cajanus / Soja / Riz + Cajanus / Soja
- ROT.3 = Riz + Calopogonium / Soja / Riz + Calopogonium / Soja
- ROT.4 = Monoculture soja

INFLUENCE DE DIVERS MODES DE GESTION DE LA FERTILISATION MINÉRALE SUR LES PERFORMANCES AGRO-ECONOMIQUES DES MEILLEURS SYSTÈMES DE CULTURE, EN TERRE DE VIEILLE CULTURE, APRÈS 18 ANS DE CULTURE CONTINUE - FAZENDA PROGRESSO - MT - 1992/93

1. PRODUCTIVITÉ (Kg/ha)

2. PERFORMANCES ÉCONOMIQUES (en US\$/ha)

		1. PRODUCTIVITÉ (KG/HA) (1)							
		RIZ CIAT 20			SOJA SERIEMA				
		APRÈS		APRÈS		APRÈS		APRÈS	
↓	TRAITEMENTS FUMURE MINÉRALE	Rot. I	1990/91 Riz + Sorgho 1991/92 Soja + Sorgho	Rot. III	Soja + Sorgho Soja	Rot. II	1990/91 Soja + Sorgho 1991/92 Soja + Sorgho	Rot. IV	Soja Riz + Sorgho
T 6.	250 Kg/ha NPK annuel + 3 t/ha calcaire (1990)		2 416		5 255		2 862		3 211
T 8.	500 Kg/ha NPK annuel + 3 t/ha calcaire (1990)		2 120		5 175		3 419		3 889
T 9.	500 Kg/ha T. Yoorin annuel + 100 Kg/ha KCl annuel		3 058		5 094		3 284		3 908
T 11.	500 Kg/ha T. Yoorin + 600 Kg/ha gypse (1992) + 100 Kg/ha KCl annuel		3 248		5 925		3 725		4 162
T 12.	1 000 Kg/ha T. Yoorin/3 ans + 100 Kg/ha KCl annuel		2 293		5 201		2 741		2 786
T 13.	1 000 Kg/ha T. Yoorin/2 ans + 100 Kg/ha KCl annuel		2 885		5 778		3 977		4 148
T 14.	1 500 Kg/ha T. Yoorin/3 ans + 100 Kg/ha KCl annuel		2 564		5 469		2 772		2 836
T 15.	1 500 Kg/ha T. Yoorin/2 ans + 100 Kg/ha KCl + 600 Kg/ha gypse (1992)		3 489		6 622		3 942		4 346

● (1) Tous les traitements fumure reçoivent le même niveau N en couverture (riz = 89 N/ha).

. Formule NPK riz + 04-20-20 + ; Formule NPK soja = 02-20-20 +

PERFORMANCES ÉCONOMIQUES (en U.S.\$./ha)												
	RIZ CIAT 20						SOJA SERIEMA					
	Rot. I			Rot. III			Rot. II			Rot. IV		
(1)	CP	MB	ML	CP	MB	ML	CP	MB	ML	CP	MB	ML
T 6.	397	+ 6	- 73	454	+ 422	+ 332	329	+ 77	+ 10	335	+ 120	+ 53
T 8.	453	- 100	- 191	515	+ 348	+ 245	396	+ 89	+ 10	404	+ 147	+ 66
T 9.	467	- 43	- 5	508	+ 341	+ 240	381	+ 84	+ 7	392	+ 161	+ 83
T 11.	481	+ 60	- 35	534	+ 453	+ 346	399	+ 129	+ 49	406	+ 183	+ 102
T 12.	411	- 29	- 111	469	+ 398	+ 304	332	+ 56	- 10	333	+ 62	- 4
T 13.	482	- 1	- 98	540	+ 423	+ 315	412	+ 152	+ 69	414	+ 173	+ 90
T 14.	451	- 24	- 115	510	+ 402	+ 300	364	+ 22	- 51	366	+ 36	- 37
T 15.	548	+ 33	- 76	611	+ 493	+ 371	466	+ 99	+ 6	472	+ 143	+ 49

(1) CP = Coûts de production en US\$/ha

MB = Marges brutes en US\$/ha

ML = Marges nettes en US\$/ha = $\text{Recettes/ha} - [\text{Charges variables de la culture (CP)} + 20\%]$.

IV ⇒ **COMMENT RESTAURER LA FERTILITÉ DU PROFIL CULTURAL**

(A) POURQUOI RESTAURER LA FERTILITÉ DU PROFIL CULTURAL?

. Pour exprimer ou se rapprocher au moindre coût possible, du potentiel des espèces cultivées dans les conditions de sol et de climat de la région.

. La recherche du Cirad-Ca, sur les systèmes de cultures entre 1986 et 1993, a montré la **possibilité de produire et reproduire à grande échelle des rendements de plus de 4 200 Kg/ha de soja et de plus de 5 000 Kg/ha de riz pluvial à grain long fin** (Fazendas Progresso et Ranchão, et unité expérimentale de la Cooperlucas - MT - 1993).

La restauration des propriétés physico-chimiques et biologiques du profil cultural **sur une profondeur de 30 cm**, permet non seulement d'atteindre ces niveaux de productivité, mais aussi de les reproduire, entraînant une meilleure stabilité économique au cours du temps.

(B) QUAND RESTAURER LA FERTILITÉ DU PROFIL CULTURAL?

+ Chaque fois que les parcelles sont conduites durant plusieurs années successives (plus de 3 ans) en système de monoculture de soja et travaillés exclusivement à l'offset.

+ chaque fois qu'il s'agit de :

- éliminer les principaux facteurs limitants du développement racinaire des cultures : semelle d'offset, semelle de labour,

- limiter une pression forte et croissante des adventices,

- redistribuer en profondeur les bases = Ca, Mg, le phosphore, la potasse, la matière organique : soit la vie biologique, qui sont autant de facteurs pour attirer et favoriser le développement racinaire en profondeur, lequel assurera d'excellentes alimentations minérale et hydrique des cultures et par conséquent des rendements élevés, stables et reproductibles, malgré la variabilité pluviométrique interannuelle.

+ L'approfondissement du profil de sol accessible aux racines des cultures permettra un développement racinaire à une profondeur de :

- 40 à 80 cm pour le soja

- 100 à 130 cm pour le riz

- 140 à 180 cm pour le maïs

Toujours associés au semis précoce, de tels développements racinaires permettent, par exemple dans le cas du riz, même durant la phase reproductive, la plus critique, **de supporter, sans perte significative de productivité**, plus de 15 jours consécutifs sans pluies (Voir schéma - page 56).

C LES TECHNOLOGIES DE RESTAURATION DE LA FERTILITÉ DU PROFIL CULTURAL

ON ASSOCIE TOUJOURS :

- un travail profond —————→ labour profond (soc) ou scarification profonde
 - une correction forte, { 2 000 Kg/ha de themophosphate Yoorin
 - amortissable sur 2 ou 3 ans { + 600 Kg/ha de gypse
- ⇒ Pour 5 cultures en 3 ans

LABOUR PROFOND ET SCARIFICATION DE FIN DE SAISON DES PLUIES

A partir de fin Mars (15-30 Mars), commencer les opérations de trituration et de pré-incorporation des restes culturaux, visant à faciliter la décomposition de la matière organique, l'infiltration de l'eau et l'émergence des adventices. Cette opération doit être faite à l'offset lourd pour les restes culturaux de riz et maïs, et à l'offset léger pour ceux de soja.

A partir du 15-20 Avril, passer un offset léger sur ces parcelles pré-incorporées afin d'éliminer les adventices, de créer un mulch en surface, qui induira une rupture de la capillarité et permettra de conserver l'eau dans le profil jusqu'au 15 Juin.

En suivant, immédiatement après le passage d'offset, commencer le labour profond (charrue à socs) et/ou la scarification profonde à partir du 20 Avril (1). La profondeur de travail devra se situer entre 30 et 40 cm. C'est au cours de ce travail profond de fin de cycle que l'on peut incorporer la fumure corrective de fond ; pour ce faire, elle devra être appliquée après le passage d'offset lourd et avant celui d'offset léger.

Quand les mottes commencent à devenir importantes, arrêter les préparations de sol. Le labour peut être réalisé en moyenne jusqu'au 15 Juin, alors que l'on peut poursuivre la scarification jusqu'à fin Juin.

Quant à la capacité des équipements avec cette technique de labour de fin de cycle, une seule charrue trisocs, peut, en 40 jours, préparer environ 300 ha, et le chisel peut effectuer pendant la même période plus de 400 ha. Les conditions de travail du sol sont toujours idéales : humidité du sol adéquate et soleil en permanence, sans risque d'érosion pluviale ou éolienne.

Ne plus travailler le sol jusqu'au moment du semis : une surface à structure grossière permet d'éviter la salissement précoce par les adventices.

La correction à base de themophosphate et gypse, **peut aussi être appliquée juste avant le semis**. Elle sera alors incorporée avec un vibroculteur pour préserver la structure grossière de surface, immédiatement avant le semis.

En résumé - Le travail profond du sol doit être effectué en fin de saison des pluies, ou à la charrue à socs ou au chisel, après avoir passé 2 offsets, afin de conserver assez d'eau dans le profil du sol.

La correction du profil du sol au themophosphate + gypse peut être réalisé :

- aussi bien avant le travail profond de fin de saison des pluies,

- que juste avant le semis, incorporé au vibroculteur.

Dans ces 2 modes de préparation recommandés, la structure du lit de semences doit toujours être relativement grossière, ce qui évitera la formation précoce de croûte de battance, la forte pression initiale des adventices et qui permettra la conservation de la macroporosité. Toute pulvérisation excessive de la surface du sol doit être évitée, surtout en sol trop humide.

(1) La scarification profonde ne doit pas être utilisée en sol trop humide ; dans le cas de pluies tardives, laisser passer au moins 48 heures après les pluies avant de reprendre la scarification.

D LES ERREURS À ÉVITER LORS DE LA RESTAURATION DE LA FERTILITÉ DU PROFIL

1 AU SUJET DES TECHNOLOGIES DE TRAVAIL DU SOL

- Ne jamais brûler les restes de récolte.

- Ne jamais trop pulvériser la surface du sol, fait qui arrive encore trop fréquemment dans la région:

- en saison sèche, sur sol sec lors de l'incorporation des amendements correctifs,

- en saison des pluies, sur sol trop humide, avant le semis.

(*) **Pour éviter ces excès nuisibles pour le capital-sol :**

- appliquer et incorporer les amendements de correction avec le travail profond de fin de saison des pluies, sur sol encore humide.

avant le semis, en sol humide, il est préférable d'appliquer, si nécessaire, 0,5 à 1,0 l/ha de Gramoxone sur les adventices, juste avant le semis, plutôt que de repasser l'offset trop souvent.

Labour et scarification profonds devront toujours être effectués en fin de saison des pluies et précédés d'offset afin de conserver l'eau dans le profil, et devront pénétrer profondément dans le profil, incorporer de manière la plus homogène possible les engrais chimiques, organiques et les amendements en profondeur.

2 AU SUJET DE L'APPLICATION DES AMENDEMENTS (Calcaire, thermophosphate)

Attention à la possibilité (d'ailleurs trop fréquente dans la région) de **correction excessive du sol.**

Ce problème assez commun apparaît quand les amendements, utilisés à dosage élevé, sont incorporés trop superficiellement dans les 10 à 20 premiers cm. Souvent, chaulage de 2 à 4 t/ha et application de thermophosphate (2t/ha) sont réalisés simultanément et incorporés superficiellement. L'incorporation de ces amendements, généralement effectuée à l'offset dans un faible volume de sol, provoque une correction excessive superficielle du profil presque toujours aggravée par la présence de semelle d'offset. De fait, la présence de semelle freine l'infiltration verticale de l'eau, facilitant l'engorgement et la saturation en eau de l'horizon superficiel dans nos conditions pluviométriques. La simple saturation presque permanente de cet horizon, en conditions naturelles, provoque des changements dans le potentiel redox du sol, qui se traduisent, entre autres, par une élévation substantielle du pH du sol, d'autant plus importante que le niveau de correction est important dans un faible volume de sol. Dans ces conditions, plusieurs oligo-éléments sont bloqués et non assimilables par les cultures : le manganèse, le zinc, le fer, en priorité, entraînant des aspects chlorotiques sur soja et un développement végétatif réduit.

● **Pour éviter ce problème de correction excessive superficielle du profil cultural :**

- le calcaire devra toujours être incorporé en profondeur, (30-40 cm)

- la charrue à socs est le meilleur outil pour réaliser cette opération ; la technique de labour profond, décrite au chapitre «restauration de la fertilité du profil », est idéale en sol encore humide. Le calcaire est incorporé à la fin de la saison des pluies sur 30 à 40 cm de profondeur.

- la technique de scarification peut aussi être utilisée: on recommande dans ce cas , 2 passages profonds à la fin de la saison des pluies sur sol encore humide (ou 1 passage en fin de cycle des pluies et un second passage au début des pluies suivantes, avant semis).

Pour les agriculteurs qui ont déjà souffert de ce problème de correction excessive superficielle du sol, **le seul moyen économique de récupérer le profil du sol est de réaliser un travail du sol profond à la fin de la saison des pluies suivante**, (labour profond de fin de saison des pluies de préférence, ou scarification) et d'incorporer 600 Kg/ha de gypse durant cette opération, afin de faciliter la migration des bases en profondeur. Le travail profond permettra, outre l'approfondissement du profil de sol accessible aux racines, de diluer l'excès d'amendements dans un grand volume de sol, tout en éliminant les problèmes de blocage d'oligo-éléments, nuisibles à la productivité.

V ⇒

APRÈS AVOIR RESTAURÉ LA FERTILITÉ DU PROFIL CULTURAL PRIVILÉGIÉ LES TECHNOLOGIES DE SEMIS DIRECT

Comment fonctionne le semis direct ?

- La forêt amazonienne, un modèle de fonctionnement à reproduire pour l'agriculture.

Comment traduire ce modèle en concepts réalistes et en pratiques agricoles accessibles aux agriculteurs ?

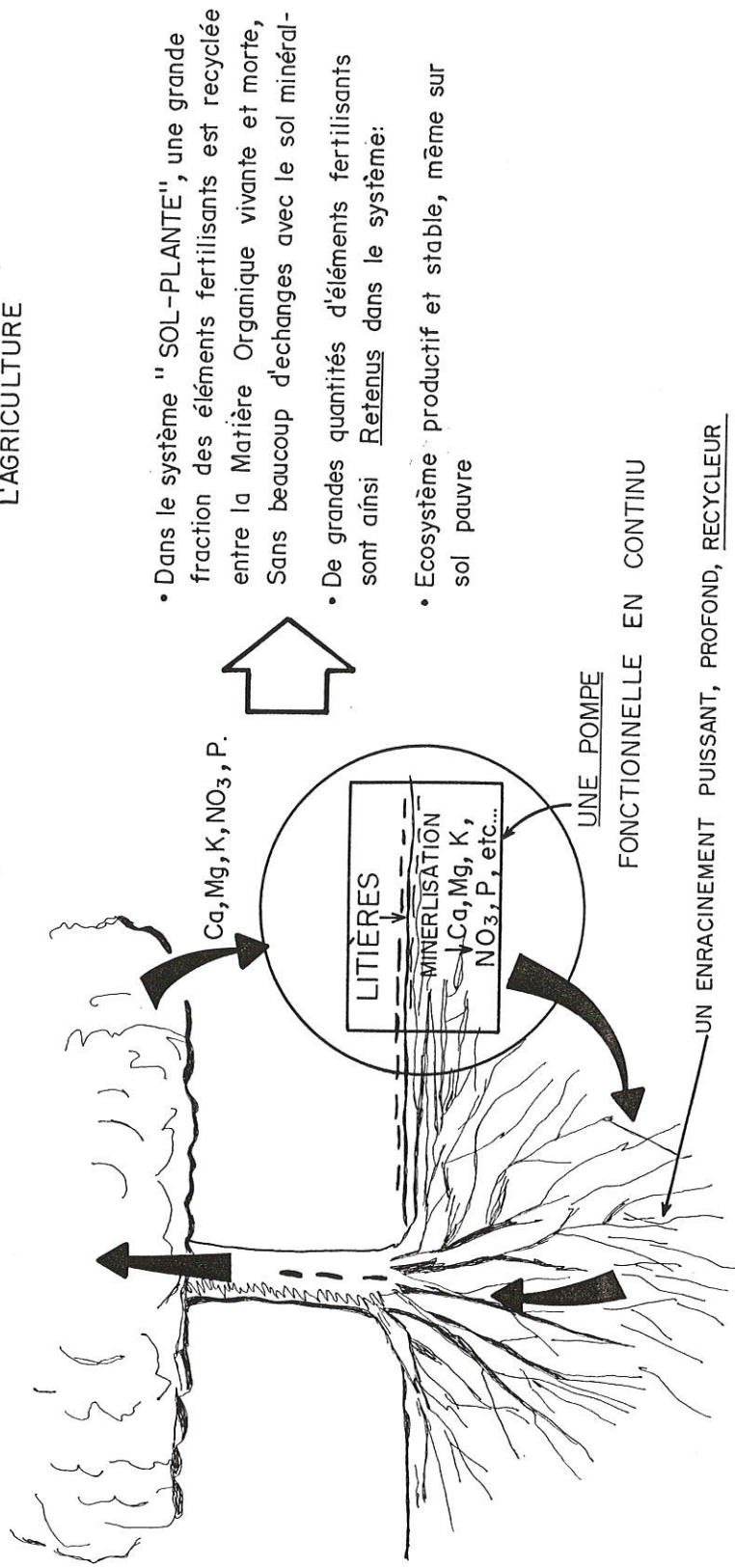
- Les systèmes mainteneurs de fertilité { protecteurs initiaux
recycleurs finaux

L'exemple des systèmes de cultures en voie de diffusion dans le centre-nord du Mato Grosso:

5 cultures en 3 ans { 1 travail profond
4 semis direct en suivant

Voir dans les pages à suivre, les réponses à ces questions, illustrées sous forme de dessins.

LA FORÊT ÉQUATORIALE OMBROPHILE → UN MODELE DE FONCTIONNEMENT A REPRODUIRE POUR L'AGRICULTURE



- Dans le système " SOL-PLANTE", une grande fraction des éléments fertilisants est recyclée entre la Matière Organique vivante et morte, Sans beaucoup d'échanges avec le sol minéral-
- De grandes quantités d'éléments fertilisants sont ainsi Retenus dans le système:
- Ecosystème productif et stable, même sur sol pauvre

	Kg /ha / AN		Mg	
	N	P	K	Ca
• Matériaux dus à érosion pluviale	12	3,7	220	29
• Litière	199	7,3	68	206
• Bois tombé	36	2,9	6	82
• Décomposition racines	21	1,1	9	15
■ Total apporté	268	15	303	332
↳ % Biomasse totale	13	11	33	12
				75
				19

SOURCE = NYE (1961)

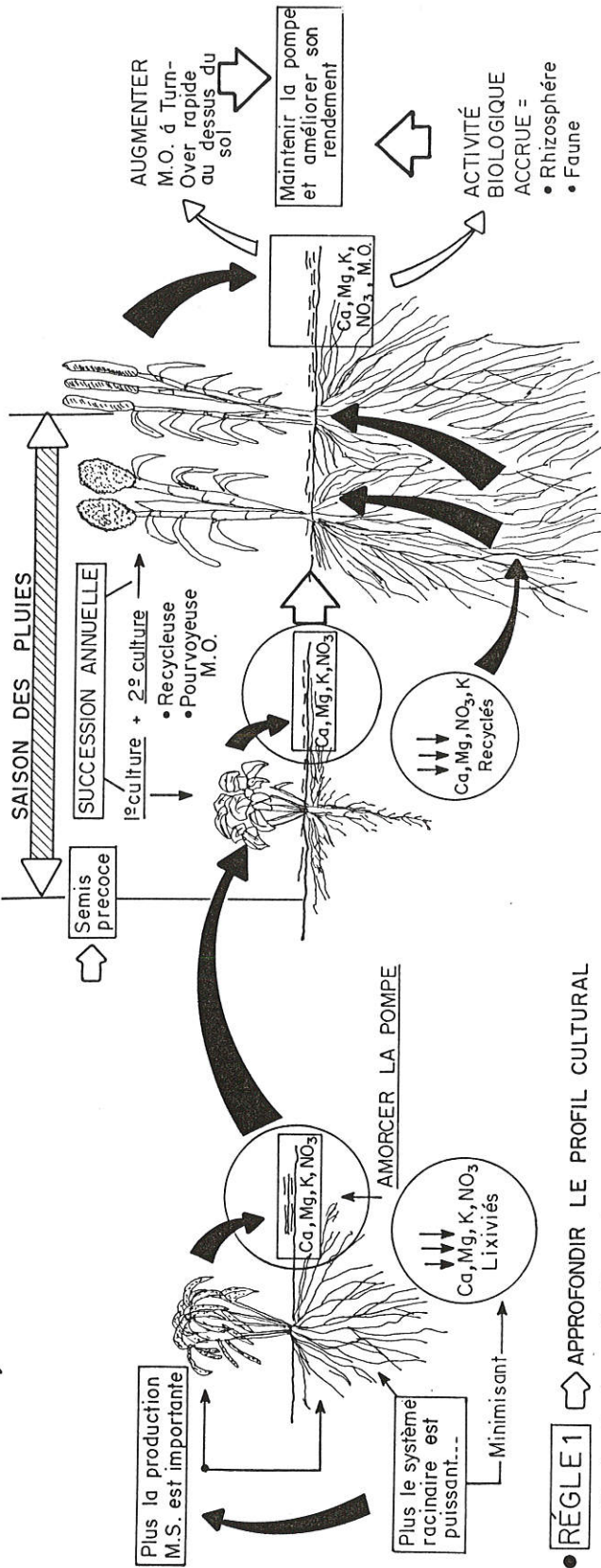
COMMENT TRADUIRE CE MODELE EN CONCEPTS ET PRATIQUES AGRICOLES ACCESSIBLES AUX AGRICULTEURS

EN ZONES TROPICALES ET EQUATORIALES CHAUDES ET HUMIDES DE BASSE ALTITUDE

- L. SEGUY
- S. BOUZINAC
- H. CHARPENTIER
- R. MICHELLON
- P. JULIEN

- SOLS FERRALLITIQUES → 63% sols Tropiques Humides (Oxisols + Ultisols)
- PLUVIOMETRIE ≥ 1800 mm
- ETM Riz pluvial = 400mm
- Drainage profond → > 700mm

LE CONCEPT DE BASE: AMORCER LA POMPE "CULTURE - M. O. SOL"



REGLE 1 APPROFONDIR LE PROFIL CULTURAL

- Restructurer, redistribuer bases et M.O. en profondeur.
- Faciliter migration bases en profondeur

COMMENT SIMULTANEMENT:

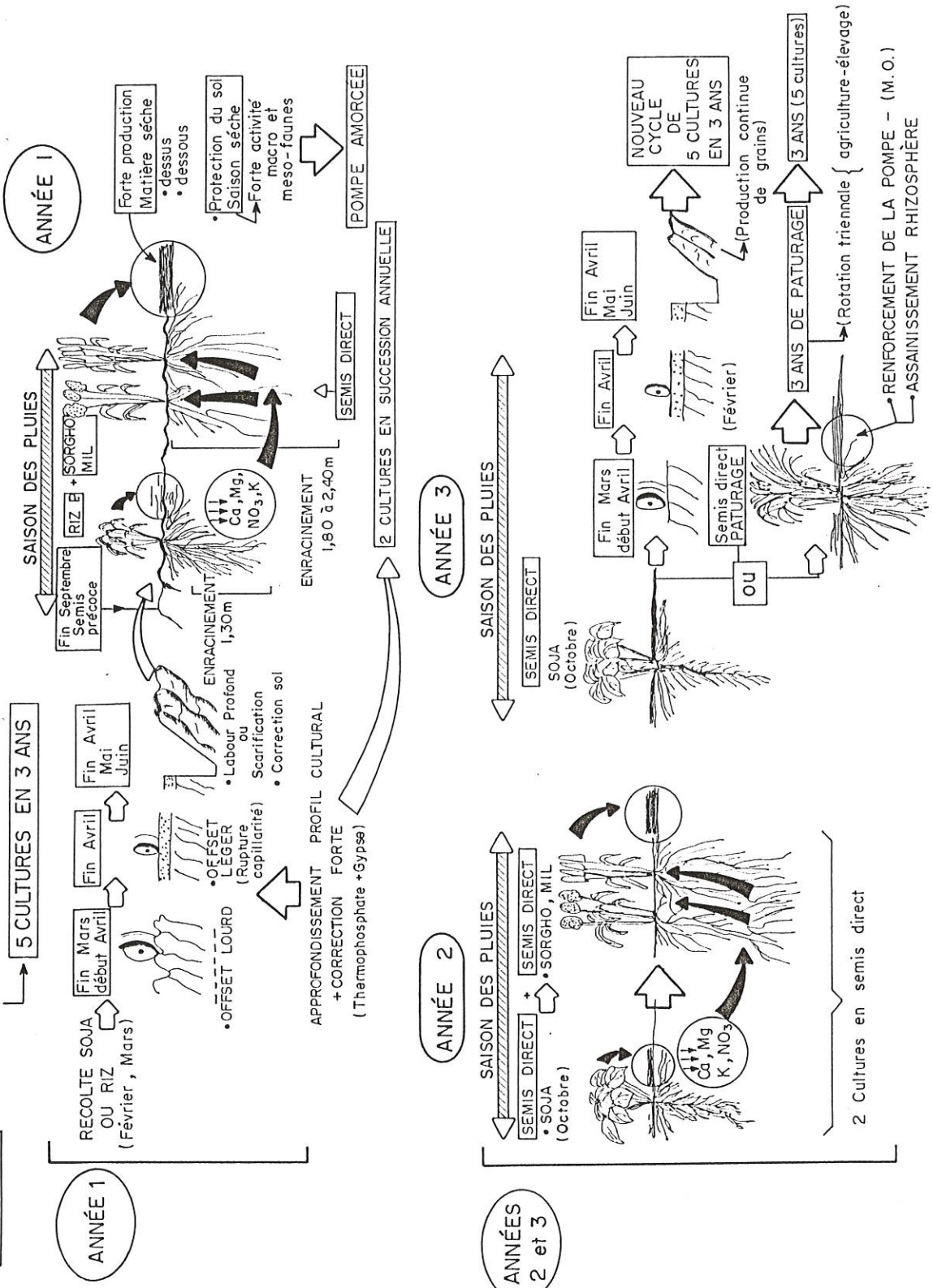
- Travail profond (Labour au soc, Scarification)
- Correction forte, base Thermophosphate + Gypse
- Fin cycle des pluies → Minimiser les pertes

REGLE 2 SYSTEMES A 2 CULTURES EN SUCCESSION ANNUELLE

- Semis précoce, à la 1^{re} pluie utile (±30-40mm - 5jours)
- Le Seconde culture est à enracinement très profond, Recycler [Sorgho, Mil] ± 1,80 à 2,40m
- Forte production de matière sèche, même en conditions climatiques déficitaires

- Couverture morte importante en saison sèche =
- Tampon thermique, humidité, + obscurité =
- Forte activité continue de la Faune
- RÉDUIRE AU MAXIMUM, LES PERTES ANNUELLES DU SYSTÈME - "M. O. SOL"

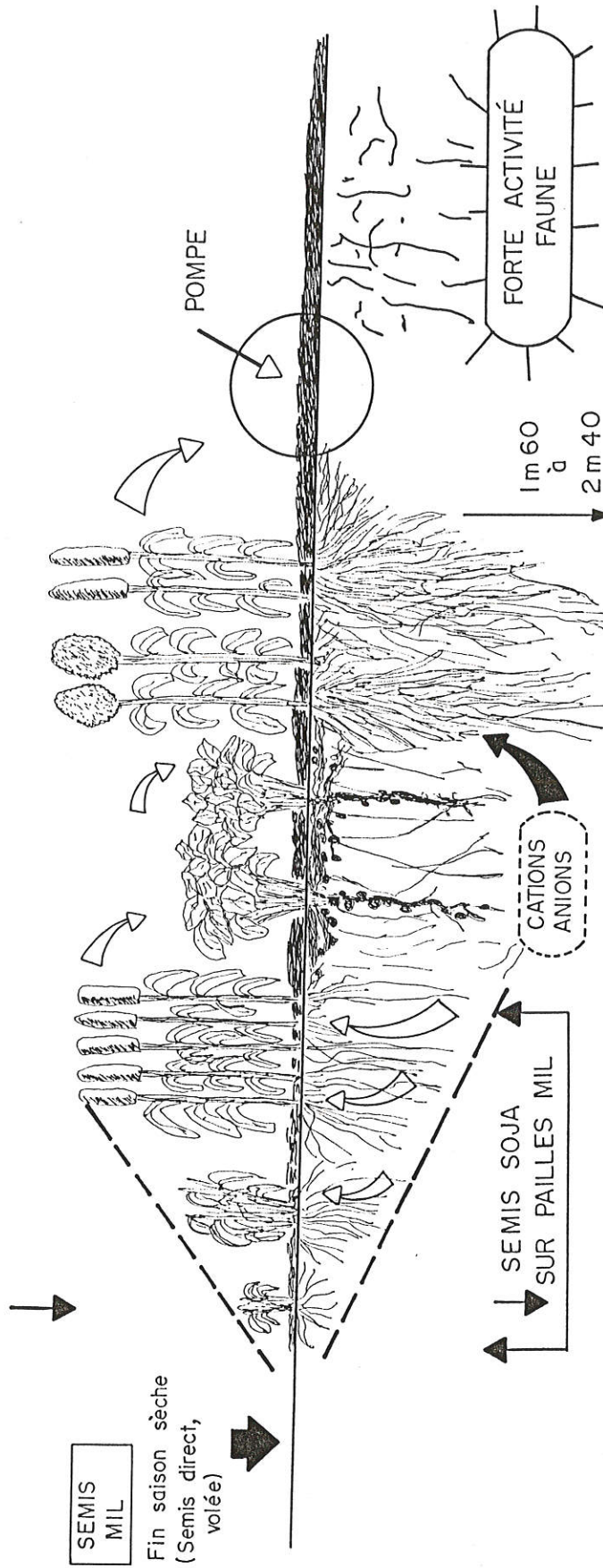
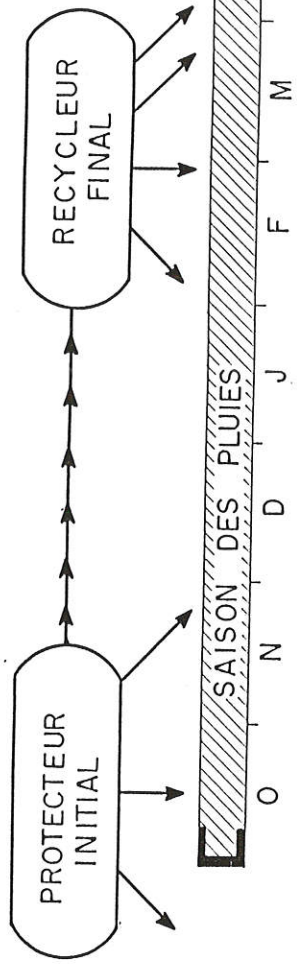
EXEMPLE → SYSTÈMES DE CULTURE EN VOIE DE DIFFUSION DANS LE CENTRE NORD MATO GROSSO - CIRAD-CA



"SYSTEME "MAINTENEUR DE FERTILITÉ"

SUR CULTURE SOJA (*) - L. SEGUY, S. BOUZINAC - MT/1993.

- Étalement semis direct soja sur 50-60 jours
- Facilité
- Rendements Stables
- Capital-sol, totalement protégé



VI ⇒ COMMENT COMMENCER ET ADOPTER LES TECHNOLOGIES DE SEMIS DIRECT? LES PRINCIPALES ERREURS À ÉVITER

A COMMENT IMPLANTER LE SEMIS DIRECT ?

En obéissant aux règles suivantes :

En partant du système de monoculture de soja et du profil de sol préparé exclusivement aux offsets :

① Le semis direct est recommandé pour les cultures de soja et les cultures en succession annuelle : maïs, sorgho et mil.

② Le semis direct devra être toujours implanté dans des systèmes qui utilisent rotations et/ou succession de cultures.

+ De fait, même dans le système de monoculture de soja, le semis direct, bien que toujours plus productif que le travail à l'offset, entraîne des marges nettes/ha, en moyenne, négatives sur 5 ans.

Année agricole	Productivités en Kg/ha		Marges nettes/ha en U.S.\$ (*)	
	Offset	Semis direct	Offset	Semis direct
1986-87	2 543	2 784 (1)	+ 56	+ 97
1987-88	1 416	1 968	- 65	0
1988-89	1 572	1 800	- 44	+12
1989-90	1 320	1 470	- 74	- 82
1990-91	1 525	1 592	- 150	- 158
Moyenne de 5 ans	1635	1 923 → (+ 18%)	- 55	- 26

(*) Avec même niveau d'intrants et correction chimique progressive du profil

(1) Labour la 1^{re} année (décompactation du profil)

+ Dans les systèmes de cultures qui utilisent des rotations de culture, le semis direct de soja est toujours plus productif et lucratif que le travail à l'offset (exemple : rotation avec riz).

Année agricole	Productivités en Kg/ha		Marges nettes/ha en U.S.\$ (*)	
	Offset	Semis direct	Offset	Semis direct
1986-87	2 765	3 110	+ 105	+ 113
1987-88	2 465	2 880	+ 129	+ 116
1988-89	3 135	2 890	+ 225	+ 200
1989-90	2 365	3 740	+ 59	+ 148
1990-91	2 136	3 145	- 77	+ 27
Moyenne de 5 ans	2 627	3 143 → (+ 20%)	+ 88	+ 121

● Marges nettes/ha = Recettes/ha - [charges variables de la culture (C.P.) + 20% charges fixes]

③ Mais c'est sur le système utilisant 2 cultures en succession annuelle, après 2 pailles de céréales successives, que le soja exprime son plus haut potentiel en semis direct, dès lors que sont réunies les conditions suivantes :

+ semis précoce = Octobre
 + profil du sol = - approfondissement avec labour profond
 - corrigé avec 2 t/ha thermophosphate Yoorin
 + 600 Kg/ha gypse pour 5 cultures en 3 ans

Dans les successions riz ou soja + cultures de succession la 1^{re} année

Anées agricoles	Productivités en Kg/ha	Marges nettes/ha en U.S.\$/ha (*)
1989-90	4 090	192
1990-91	4 122	150
1991-92	4 162	102
Moyenne de 3 ans	4 124	148

(*) Sans prendre en compte les bénéfices de la culture en succession annuelle (sorgho ou mil).
 Source : Cirad-Ca

B LES MEILLEURES MANIÈRES DE RENTRER DANS LE SEMIS DIRECT

↳ Pour les agriculteurs ayant peu de moyens
 + Utiliser la succession annuelle soja-mil-

1^{ère} année ⇒ Semis précoce du soja en Octobre
 ↳ Semis du mil en succession, avec 2 technologies possibles :

- ① Au fur et à mesure de la récolte de soja, semer à la volée 15 a 20 Kg/ha de mil, et en suivant, passer l'offset léger (niveleur), peu profond et à grande vitesse.
- ② Au fur et à mesure de la récolte, semis direct de 15 Kg/ha de mil.

(*) Attention dans ces 2 options, les semences de mil seront traitées avec 300 g de Tecto + 300 g de Vitavax + Thiram/100 Kg de semences (Thiabendazol + Carboxin + Thiram)

2^{ème} année - À la récolte du mil - Conserver des semences de mil, pour resemis.
 Fin Août suivant : Nouveau semis de mil sur la moitié de la surface (avec semences traitées, en semis direct ou à la volée).

- A partir du 10 Octobre, commencer le semis direct de soja, sur l'autre moitié de la surface sur pailles de mil de succession, récolté en Juin.

- Ensuite, semis direct sur la moitié de la surface qui a été replantée de mil en Août (jusqu'au 15-20/12) :

- Dessécher le mil avec 1,5 l/ha de Roundup + 1,5 l/ha de 2-4 D en mélange,
- 5 jours après, commencer le semis direct de soja dans la paille de mil sur pied.
- Après la récolte du soja, semis direct de sorgho et/ou mil en succession.

(*) Attention : si 5 jours après l'application du mélange herbicide de pré-semis, il reste des adventices très compétitives pour le soja, compléter le traitement herbicide avant de semer ; dans le cas d'*Euphorbia heterophylla*, appliquer 1 l/ha de Gramoxone; dans le cas de *Cyperus* sp, appliquer 50 à 72 ml/ha de Sirius.

↳ **Pour les agriculteurs qui ont les moyens et la capacité d'absorber les technologies de pointe :**

- **Appliquer le meilleur système recommandé :**

+ 5 cultures en 3 ans, après avoir restauré la fertilité du profil cultural (Voir meilleur système recommandé - page 39).

Attention : en terre neuve, la 1^{re} année de défriche, dans la succession riz grain long fin (cultivars Progresso, Cirad-Ca 141 et Cirad-Ca 285) + sorgho et/ou mil, inoculer le sorgho et/ou mil avec *Rhizobium*, pour mettre la culture de soja dans des conditions idéales de croissance, l'année suivante.

C

ERREURS A ÉVITER, DANS TOUS LES CAS

En premier lieu, éviter la correction excessive superficielle du profil cultural, en incorporant trop superficiellement les amendements (calcaire dolomitique, thermophosphate); leur incorporation profonde est indispensable.

Ne jamais laisser d'adventices pérennes ou semi-pérennes : *Brachiarias* (*decumbens*, *brizantha*, *humidicola*), *Panicum*, *cynodons* et *cyperus*. Ces adventices nécessitent l'utilisation de dosages plus élevés de Roundup : de 4 à 6 l/ha en 2 applications de 2 à 3 l chacune, réalisées à une semaine d'intervalle.

Éliminer aussi les adventices les plus compétitives pour la culture du soja :

- *Euphorbia heterophylla* (Gramoxone, Gramocil 1 l/ha)
- *Cyperus*, *Flavus*, *acicularis* (Reglone 2 l/ha, Sirius 72 ml/ha)

VII ⇨ TECHNOLOGIES DE SEMIS DIRECT DOMINÉES - L. Seguy, S. Bouzlnac - Cirad-Ca

Sans diffusion actuellement (*)

Riz de cycle court + calopogonium (Herbicide Pendimethaline en pré-émergence + 2-4 D amine a 45 J.A.S.)	Limites d'utilisation de ces technologies Problème de rotation avec soja Pollution par calopogonium (*)
Maïs + calopogonium (Herbicide Alachlor sélectif des 2 cultures)	cycle court de riz Indispensable (1) + contrôle imparfait de la croissance du calopogonium par 2-4 D amine (50 J.A.S.)
⇨ Système continu alternées ou non → J.A.S. = Jours après semis	prix payé au producteur trop bas pour le maïs

(*) Calopogonium et flore adventice des régions humides du centre ouest brésilien peuvent être contrôlés, avec traitement herbicide de pré-semis suivant :

- 1,5 l/ha de Roundup + 1,5 à 2,0 l/ha de 2-4 D
- Une semaine après, juste avant le semis, si nécessaire : 1,5 l/ha de Reglone (Diquat) ou 1 l/ha Reglone + 0,5 l/ha Gramoxone (Paraquat).

Sur la culture du riz, l'utilisation simultanée de :

- un cultivar précoce,
- un espacement de 17 à 25 cm entre lignes,
- une application de 1 à 1,5 l/ha de 2-4 D amine (45 à 60 J.A.S.) ou 3,3 g de ALLY (Metsulfuron m.), permettent de contrôler le calopogonium jusqu'à la récolte sans coût additionnel.

Dans le cas extrême où l'on ne peut le contrôler jusqu'à la récolte, appliquer avant la récolte 1,5 à 2,0 l/ha de Reglone (ou Gramoxone).

Ces mêmes technologies sont aussi utilisables avec le Siratro (*Macroptilium atropurpureum*), le soja perenne, avec les mêmes limitations et recommandations.

La technologie maïs + calopogonium peut avoir un grand succès maintenant avec le développement de l'élevage porcin dans la région.

(1) Des variétés à grain long fin, de potentiel élevé, et cycle court, sont en cours de fixation pour ce système.

L'herbicide ALLY (metsulfuron méthyl), à la dose de 3,3 g/ha permet un bon contrôle du calopogonium et ouvre ainsi une nouvelle perspective intéressante pour cette technologie.

En phase de diffusion actuellement

⇒ **LE MEILLEUR SYSTÈME RECOMMANDÉ POUR LA REGION**
(Lucas do Rio Verde, Nova Mutum, Sorriso, Sinop e Tapurah)

ANNÉE 1

RIZ + CULTURES DE SUCCESSION

Début Avril

Offset lourd

20/04

Offset léger et,
↳ Labour profond
ou
scarification
+ correction de sol
2 t/ha de Yoorin
+ 0,6 t/ha de gypse (1)
+ 160 Kg de KCl
ou
2 t/ha de calcaire (2)

Début Octobre

Vibroculteur ou offset
semis de riz **Clat 20**, 285, 141 (*)
(semences traitées avec
Tecto + Vitavax + Thiram)
. Herbicide Furore 0,8 à 1 l/ha (25 J.A.S.)
ou Ronstar Sc 2,5 l/ha en pré, sol humide
. Herbicide 2-4 D 1 l/ha, ou
1 semaine après Furore,
ou 45 J.A.S. après Ronstar Sc.
+ 100 Kg/ha d'urée à 30 J.A.S. (1)
+ 100 Kg/ha 20-0-20 60 J.A.S. (1 e 2)

Début Février

Au fur et à mesure de la récolte
• 1 l/ha de Gramoxone
• Semis direct de sorgho (3)
(Sorgho inoculé avec Rhizobium)

Fin Février Jusq'à fin Mars

1 l/ha de Gramoxone
Semis mil (3)
ou sorgho "vassoura" (3)
(*Guineensis*)
(inoculés avec Rhizobium)

Au semis - Espacement entre lignes = 40-42 cm
- 50 Kg/ha d'urée (niveau fumure corrective) (1)
ou 250 Kg/ha de 04-20-20 (niveau fumure progressive) (2)

(1) **Fumure corrective** - Investissement élevé → moindre risque économique

(2) **Fumure progressive** - Investissement faible → risque plus élevé



ANNÉE 2

SOJA + CULTURES EN SUCCESSION

• **1/2 surface**
(A)

Début Octobre

• 1,5 l de Roundup + 1,5 l 2-4 D
• Une semaine après
1 l/ha de Gramoxone, si *Euphorbia h.*
ou 1 l/ha de Reglone,
ou 3,3 g/ha Ally } si *Calopogonium muc.*
ou 72 ml de Sirius
si *Cyperus flavius, acicularis*
• **Semis direct soja (+ 100 Kg/ha de KCl) (*)**
(Cristalina, Seriema, Emgopa 306, Emgopa 308,
Emgopa 313)
semences traitées avec Tecto + Thiram + inoculant
. Herbicide - 25 J.A.S. + Flex + Fuzilade (1 l + 1 l/ha)
ou Fuzilade + classic, (1 l + 80 g/ha) ou Pivot (1 l/ha)
si la pression d'*Euphorbia h.* est forte
Application de Cerone 720 (140 ml/ha) - 30 J.A.S. (4)

20 Février

. au fur et à mesure de la récolte :
. 1 l/ha de Gramoxone
. Semis direct de sorgho

Fin Février à fin Mars

. 1 l/ha de Gramoxone
. Semis direct
- Sorgho (3)
- Mil (3)

• **1/2 surface**
(B)

Fin Août

Semis direct mil
en sec

20 Octobre à 20 Novembre

1,5 l Roundup + 1,5 l 2-4D
1 semaine après → 1 l/ha de Gramoxone
ou Reglone idem semis } si
direct début Octobre } nécessaire

Fin Mars

1 l/ha de Gramoxone
. Semis direct
- sorgho vassoura (3)
- et/ou mil (3)



ANNÉE 3

SOJA

Début Octobre

idem (A) année 2
culture principale
(1^{re} moitié surface)
semis début
Octobre

Début Avril

Offset lourd

20/04

Puis labour profond
ou
scarification
+ correction forte

**NOUVELLE SÉQUENCE
DE 3 ANS -
5 CULTURES
. 1 TRAVAIL PROFOND
SUIVI DE
. 4 SEMIS DIRECTS**

(*) ou 350 Kg 02-20-20 +
si fumure progressive

(3) Variétés en cours de multiplication par le CIRAD-CA - Semences disponibles à partir de 1994-95.

(4) Technologie en cours de validation.

Ces cultures en succession constituent des options de diversification, en succession du soja et du riz dans les meilleurs systèmes de cultures (Seguy L., Bouzinac S., 1990-92). Ces cultures sont implantées en semis direct au fur et à mesure de la récolte de la première culture. Les investissements réalisés sur ces cultures de succession sont minimes (entre 50 et 100 U.S.\$/ha). Il s'agit d'options de moindre risque, recycleuses d'éléments minéraux, protectrices du capital-sol, qui permettent d'assurer l'utilisation de semis direct sur au moins 4 cultures successives - (Seguy L., Bouzinac S. - 1990-1992).

- La vocation de ces produits peut être : production de grains, ensilage, alcool, production de farine de qualité pour les cultivars les plus nobles (vitreux), de pâtes alimentaires.

Sur 450 cultivars, il y a deux ans, nous avons sélectionné, pour ces diverses utilisations possibles :

- 43 cultivars de mil ;
- 42 cultivars de sorgho.

- Ces matériels ont été expérimentés en 1993 à diverses dates de semis encadrant les possibilités extrêmes d'implantation de la culture de succession : de fin Février à fin Mars, et sur deux niveaux de correction chimique du profil cultural : le niveau fort et le niveau progressif.

- Les principaux résultats obtenus, sur les meilleurs cultivars, attirent les conclusions suivantes:

- **sur la culture de sorgho** - Dans les conditions exceptionnellement sèches cette année, en fin de cycle, huit cultivars se distinguent nettement ; parmi ces cultivars, le **CSR 660**, se montre, de loin le plus productif aussi bien en grains qu'en paille ; il produit plus de 5 t/ha de paille et plus de 1 000 Kg/ha de grains, en présence du faible niveau de correction, et plus de 10 t/ha de paille et 3 130 Kg/ha de grains en présence du niveau fort de correction ; ce matériel, et les cultivars **BF 80-9-8-12, CSR 382, IS 14306, IS 10401, IS 19306, IS 23570, CSR 644** sont d'excellents recycleurs d'éléments minéraux, car ils présentent, tous un profond enracinement, entre 1,60 mètre au minimum et 2,40 mètres ; ils sont, en outre pourvus, d'un grain d'excellente qualité pour des utilisations comme : substitut partiel à la farine de blé, fabrication de biscuits, pâtes (grains **durs**, translucides).

- **Sur la culture de mil** - Une trentaine de cultivars montrent d'excellentes performances dans toutes les conditions de cultures expérimentées (dates de semis x niveaux de correction). En première date de semis, quel que soit le niveau de correction, ces cultivars dépassent 2 t/ha de grains (avec maxi à 3 220 Kg/ha → IP 5823; en date tardive (28 Mars), ces mêmes cultivars dépassent 1 000 Kg/ha de grains en présence du niveau progressif de correction, et plus de 2 000 Kg/ha avec fort niveau de correction ; la production de paille, pour les meilleurs cultivars est comprise entre 7 000 et 9 000 Kg/ha ; les meilleurs cultivars sont : IP 5693, IP 4142, IP 6465, IP 10481, **IP 6133**, IP 8827, IP 12234, IP 5156, IP 8808, IP 4724, **IP 5131**, IP 5032, IP 4944, IRAT 31, IP 3571, IP 8868, IP 5721, IP 12401, IP 4852, IP 4989, IP 6444, IP 5870, **IP 5823**, IP 5162, IP 5151, IP 6167, IP 5763, IP 4919, IP 5942, IP 11243, **IP 5786**.

⇨ **Les meilleurs cultivars de sorgho et de mil sont en phase de multiplication active. Disponibilité de semences, à partir de Juillet 1994.**

La vocation pour l'alcool, l'ensilage est également envisageable pour les meilleurs cultivars de ces deux espèces.

(1) Le maïs constitue aussi une option intéressante de culture en succession, dès lors qu'on l'implante avant la fin Février (Maïs, variété rustique).

VIII →

**PERFORMANCES DES TECHNIQUES DE SEMIS DIRECT DANS LES
SYSTÈMES DE CULTURES PROPOSÉES (*) PAR RAPPORT AU
SYSTÈME DE MONOCULTURE DE SOJA X OFFSET**

(A)

PERFORMANCES AGRONOMIQUES

**Système de monoculture
de soja
1 culture/an**

**Système alternant
1 seule culture annuelle
avec 2 cultures en succession.
3 cultures/2ans**

**Systèmes avec 2
cultures/an
en succession.
5 cultures/ 3 ans**

Pertes de production importantes par défaut de valorisation du potentiel pédo-climatique disponible (**)

. Productivité limitée, n'exprime pas le potentiel variétal.
(entre 1 800 et 3 000 Kg/ha)

. Evolution rapide de la pression parasitaire:
- Champignons
- Nématodes (*Meloidogyne*, puis *heterodera*)

● **Productivités dominées (et reproductibles)**

Soja = 3 600 à 4 200 Kg/ha

Rlz grain long fin = 4 200 à 5 400 Kg/ha

- Cultures en succession = 1 200 à 3 000 Kg/ha
(Sorgho, mil)

- Couverture excellente du sol.
- Contrôle total de l'érosion.
- Contrôle facilité de la pression parasitaire (champignons, nématodes)
- Meilleur contrôle des adventices.

- **Important recyclage des éléments minéraux**, grâce aux cultures de succession = Ca, Mg, K, NO₃, etc...
 - ↳ Minimisant les pertes annuelles par lessivage en profondeur, et l'acidification du sol
 - ↳ Réduction des fumures minérales

Développement d'une intense vie biologique dans le profil cultural :

+ annélidées, arthropodes, bactéries et larves de coléoptères

↳ (plus de 15 galeries/m²)

(*) Conclusion également valable pour les conditions du Nord du Brésil : pré-amazonie et forêts secondaires à palmiers babaçus (*Orbygnia martiana*).

() Sol et climat**

B**PERFORMANCES TECHNIQUES**

- **Système de monoculture de soja
1 culture/an**

- Période de travail limitée pour le matériel agricole
- Pour le travail du sol:
 - ↳ 60-80 jours -> 30-50 jours utiles
 Pour la récolte:
 - ↳ 60-80 jours -> 40-60 jours utiles
- Souplesse et rapidité d'exécution limitées pour les outils, en sol humide (H> C.P) (*)

↳ Après une pluie de 80 mm impossible de travailler à l'offset pendant au moins 72 h.

**Systèmes alternant
1 seule culture annuelle
avec
2 cultures en succession:
3 cultures/2 ans**

**Systèmes avec
2 cultures/an
en succession annuelle
5 cultures/3 ans**

- **Augmentation de 60 à 80% de la capacité des équipements**

↳ pour le travail du sol:
100-130 jours -> 70-80 utiles

↳ pour la récolte:
100-110 jours utiles

- **Excellente souplesse** et rapidité d'intervention dans toutes les conditions et surtout en sol humide, pour les opérations de semis et de récolte. Après 80 mm de pluies, les opérations de semis peuvent recommencer après 12 à 18 heures d'arrêt.
- Durabilité plus grande des tracteurs.
- Economie de carburant (40 à 60%)

C**PERFORMANCES ÉCONOMIQUES**

- . Forte sensibilité économique :
- . Marges nettes réduites ou négatives (exemple : 1991)
- . Faible expression du potentiel productif disponible.

- **Moindre sensibilité économique** -> ample gamme de choix de systèmes diversifiés
- **Marges nettes** plus attractives et plus stables
Entre 150 et plus de 450 U.S.\$./ha (centre nord et Nord du Brésil)
- **Milleur profit du potentiel productif** disponible (technologies x potentiel pédo-climatique)

(*) Humidité supérieure à la capacité au champ

**TEMPS DE TRAVAUX(H/HA), COMPARÉS POUR LES DIVERS MODES DE TRAVAIL DU SOL ET SEMIS
FAZENDA PROGRESSO - 1989**

DISCAGE		LABOUR		SCARIFICATION		SEMIS DIRECT	
Opération	Temps H/ha	Opération	Temps H/ha	Opération	Temps H/ha	Opération	Temps H/ha
2 offset lourds	1,8	1 offset lourd	0,9	1 offset lourd	0,9	Herbicideage	(1) 0,6 ou (2)1,2
2 pulvérisages	1,2	labour	2,2	1 scarification	1,0		
Semis	0,6	1 pulvérisage	0,6	1 pulvérisage	0,6	Semis	0,8
Total	3,6	Total	4,3	Total	3,1	Total	1,4 ou 2,0

* Source = CIRAD-CA (L. Seguy - S. Bouzinac)

(1) Une seule application de pré-semis.

(2) 2 applications de pré-semis, à une semaine d'intervalle.

1. PREPARATION DU SOL EN FONCTION DES CONDITIONS D'UMIDITÉ

Outill	Proche de la capacité au champ Temps (h/ha)	US\$/ha	Sol très humide > capacité au champ (*) heures/ha	US\$/ha
Rome Plow (offset lourd)	0,9	10,7	1,4	16,6
Pulvériseur léger	0,6	7,4	0,9	11,1
Charrue trisoc (labour)	2,2	17,3	2,6	20,4
Chisel (scarification)	1,0	9,0	-	

(*) Humidité à la capacité au champ = 48 heures après la dernière pluie, en sol déjà humide.

SEMIS DES DIFFÉRENTES CULTURES AVEC OU SANS ENGRAIS INCORPORÉ À LA LIGNE

■ Semis conventionnel	Semoir sans engrais (1)		Semoir avec engrais (2)	
	Temps/ha	Coût (U.S.\$/ha)	Temps/ha	Coût (U.S.\$/ha)
{ Soja (SLC) Mais (Turbomax) Riz (Pack)	0,6	10,25	1,0	17,08
	0,6	10,21	1,0	17,02
	0,6	7,34	1,0	12,25
■ Semis direct	0,8	11,96	1,0	14,9

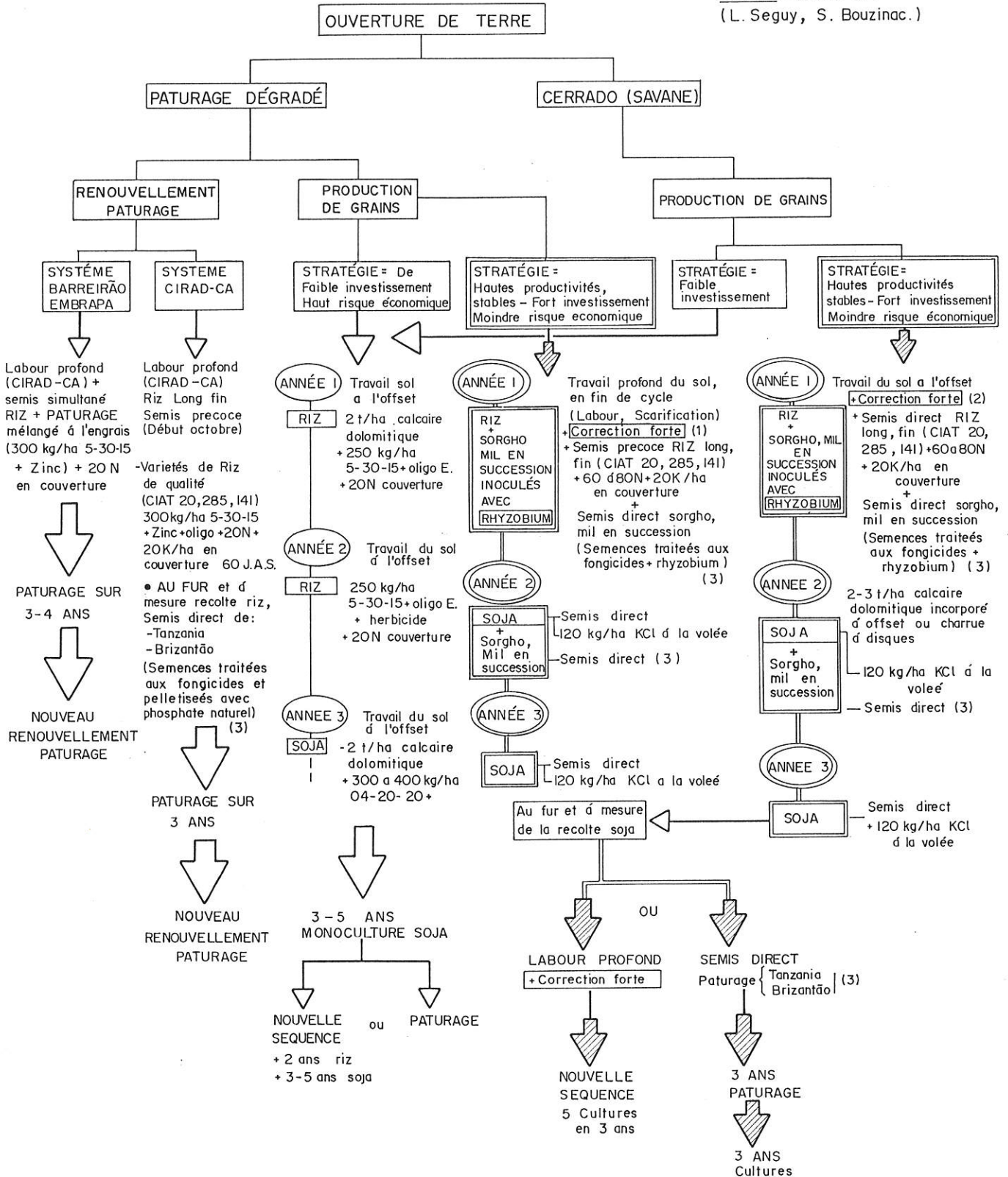
Source = Cirad-Ca - Fazenda Progresso (L. Seguy - S. Bouzinac) -

(1) Fumure corrective

(2) Fumure progressive sur la ligne

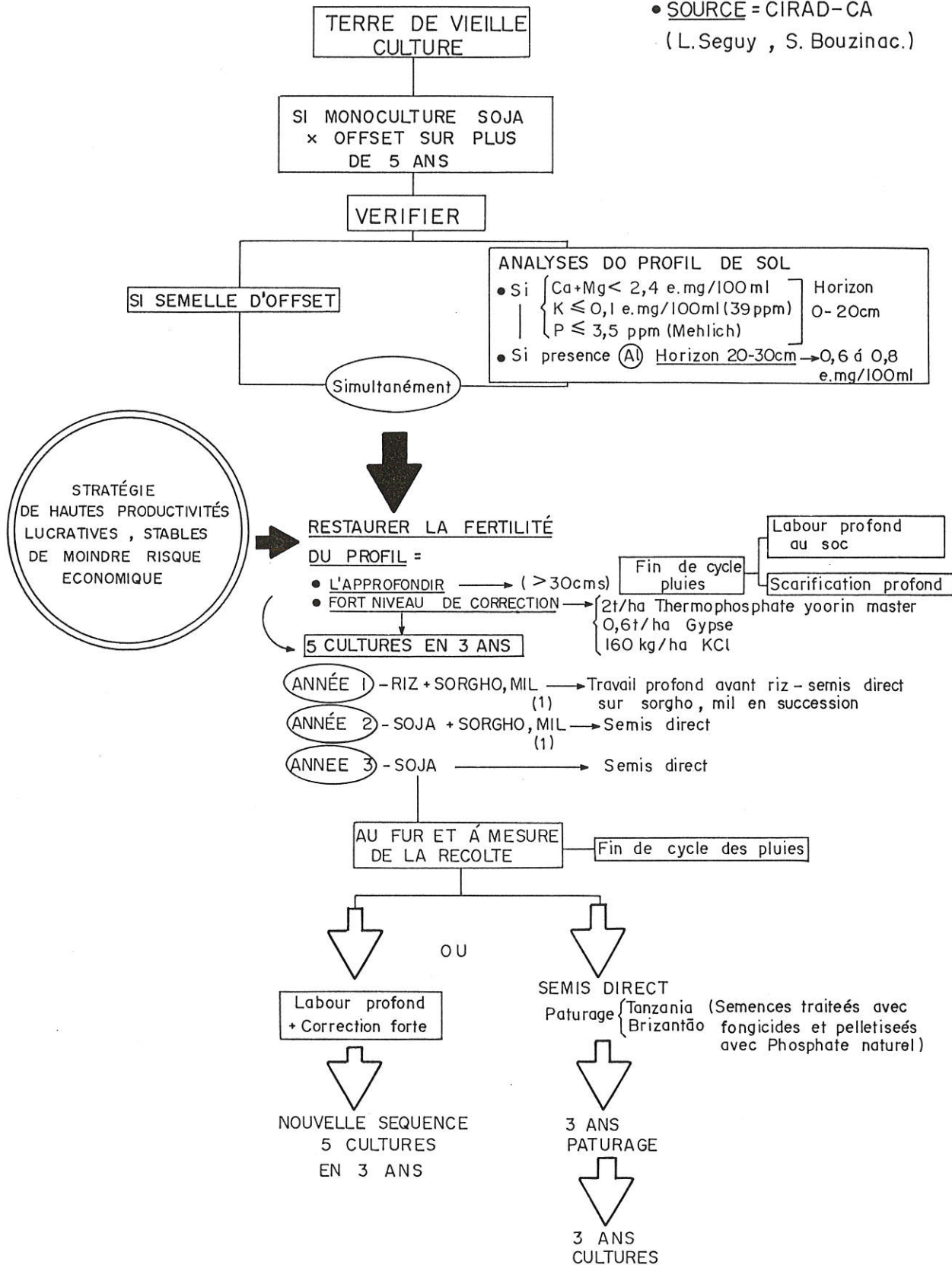


SOURCE = CIRAD-CA
(L. Seguy, S. Bouzinac.)



(1) 4- 5 t/ha Calcaire dolomitique + 2t/ha Thermophosphate yoorin master + 0,6t/ha Gypse + 120 kg/ha KCl
 (2) 2 t/ha Calcaire dolomitique + 2t/ha Thermophosphate yoorin master + 0,6 t/ha Gypse + 120 kg/ha KCl
 (3) Semences traitées avec Tecto + Vitavax + Thiram et pelletisées avec phosphate naturel

• SOURCE = CIRAD-CA
(L.Seguy, S. Bouzinac.)



(1) Semences traitées aux fongicides = Tecto + Vitavax + Thiram

IX ⇒ **PREPARANT LE FUTUR = L'INTEGRATION PRODUCTION DE GRAINS-ÉLEVAGE**

↳ Vers une nouvelle agriculture fixée et rentable (sustainability) qui valorise mieux les ressources naturelles:

↳ **L'Intégration production de grains-élevage**

Une agriculture fixée et rentable doit valoriser au maximum les ressources naturelles disponibles, les canaliser au bénéfice de l'exploitation agricole, pour diminuer l'emploi d'intrants chimiques (engrais, pesticides).

Une telle agriculture doit s'appuyer sur des pratiques efficaces de conservation du sol ; parmi ces pratiques, **les plus efficaces sont les techniques de fertilisation organo-biologiques qui favorisent les cycles biologiques**. Les technologies de semis direct constituent un premier pas décisif, dans ce sens, toutefois, elles sont encore fortes consommatrices de pesticides :

↳ Nécessité de créer des technologies plus écologiques, qui exploitent mieux les ressources naturelles (disponibles ou à créer).

Pour cela, **parmi les possibilités, 2 chemins complémentaires :**

- ⇒ - **la rotation tri ou quadriennale «production de grains-pâturage»**- rotation tous les 3 ou 4 ans des 2 activités,
- ⇒ - **les successions annuelles** - production de grains suivie de pâturage (cultures sur tapis vivants).

Justifications

① **En termes agronomiques**, les pâturages à base de graminées (***Panicums*, *Brachiarias*, *Paspalum***, etc...) sont des agents actifs de création et de maintien d'une bio structure stable:

- + 7 t/ha/an de matière organique, effets de granulation et de stabilisation de la structure,
- + stimulation de l'activité biologique, pour être à la fois support et aliment de la faune et de la flore, desquelles dépendent les conditions nutritionnelles des cultures.
- + stimulation physiologique par des activateurs de croissance qui améliorent la nutrition des cultures et leur résistance aux maladies et aux insectes en général.

② **En termes économiques** - Diminuer les coûts de production par la diminution de l'emploi d'intrants chimiques (engrais, pesticides)

+ Augmenter la productivité des cultures des systèmes et leur stabilité au cours du temps et par conséquent maximiser les marges nettes/ha.

+ Capitaliser l'agriculteur, diminuer sa dépendance économique, et, donc, minimiser le risque économique.

LES SYSTÈMES «PRODUCTION DE GRAINS-PÂTURAGES» EN ROTATION TRIENNALE (*)

(*) Recherches sur la partie élevage, élaborées et suivies par le Dr Nelson de Angells Cortês de l'Empaer

La Fazenda Progresso est maintenant organisée à partir de cette rotation triennale. C'est donc un terrain privilégié du suivi de l'évolution de la fertilité, et de ses conséquences agro-économiques sur les productions (grains, viande).

- Premières performances des pâturages, installées par semis direct (L. Seguy, S. Bouzinac, 1992, 7)

Pâturage		Production de matière verte (coupé à 40 cm du sol du 15/03 au 15/06/92 (Kg/ha))	Appétibilité
Espèce	Variété		
<i>Panicum maximum</i> ,	Tanzania	22 370	Bonne
<i>Panicum maximum</i> ,	Tobiata	21 750	Moyenne
<i>Panicum maximum</i> ,	Centenário	23 000	Faible
<i>Brachiaria brizantha</i> ,	Brizantão	34 750	Bonne
<i>Chloris gayana</i> ,	Rhodes	10 750	Nulle

Les espèces le plus intéressantes sont : *Panicum maximum* (Tanzania), *Brachiaria brizantha* (Brizantão).

- Étude de trois modes de nutrition bovine, durant la saison sèche : du 20/06 au 15/09/1992 [Résultats aimablement communiqués par notre partenaire de l'Empaer, le Dr Nelson de Angells Cortês (Voir bibliographie - annexe 7)]

L'étude porte sur la mesure du gain de poids de trois lots de bovillons de 27 mois (croisement : Nelore x Caracu), soumis à trois régimes nutritionnels :

- (A) ensilage + complément concentré → ensilage de maïs, consommation de 16 Kg/tête/jour + complément concentré composé de 60% maïs + 30 % résidu de soja + N, + 7% soja grain + 3% sels minéraux → consommation de 4,8 Kg/tête/jour de concentré;

- (B) pâturage + complément concentré → 4,6 Kg/tête/jour (même concentré qu'en (A))

- (C) pâturage seul (Tanzania et Brizantão).

- Les gains de poids, après 84 jours de saison **sèche** sont exposés dans le tableau ci-après.

	Régime nutritionnel	Gain de poids (Kg/tête/jour)	Marge nette (U.S.\$/tête)
Bétail confiné	(A)	0,714	52,03
Demi confiné	(B)	0,786	59,77
Libre	(C)	0,423	75,57

On note que le pâturage installé après cultures de grains, procure les meilleures marges nettes par tête et un gain de poids de 0,423 Kg/jour/tête, durant la saison sèche, période durant laquelle les pâturages traditionnels sont totalement secs et improductifs.

Ces premiers résultats sont très prometteurs et ouvrent la voie de l'intégration agriculture-élevage qui doit être une voie royale et qui sera à partir de 1993 un des sujets centraux de nos études à la Cooperlucas ; les filières production exclusive de grains et production de grain en rotation avec l'élevage vont être comparées sur les 4 à 5 ans à venir, sous les aspects agronomiques, économiques et techniques; en particulier, une grande importance sera donnée à l'évaluation de l'utilisation comparée des ressources naturelles, capitalisation de l'agriculteur, systèmes de gestion du moindre risque. La voie est ouverte, les premiers résultats sont conformes à nos hypothèses de travail (L. Seguy, S. Bouzinac, 1992).

ANNEXES

1 - Évolution des systèmes de production. **Qu'a fait la recherche ?**

2 - Restaurer la fertilité du profil cultural. **Comment la recherche a réussi ?**

3 - **Les meilleures technologies pour restaurer le profil cultural** et réduire la pression des adventices, Pour ceux qui peuvent investir dans la fumure corrective recommandée.

4 - **Dynamique du développement racinaire des cultures**, en fonction de la date de semis (Cirad-Ca - L. Seguy, S. Bouzinac - 1993).

5 - **Croissance racinaire du riz pluvial**, consommation d'eau et réserve utile sous travail profond x rotation avec soja, en semis précoce (Cirad-Ca - L. Seguy, S. Bouzinac - 1993).

6 - **Rentabilité économique de la recherche appliquée au niveau régional.**

7 - **Bibliographie.**

1

EVOLUTION DES SYSTÈMES DE PRODUCTION SUR LES CERRADOS HUMIDES DU CENTRE NORD DU MATO GROSSO 1986-1992 - CIRAD-CA

Qu'a fait la recherche ?

ETAPES → Partant de

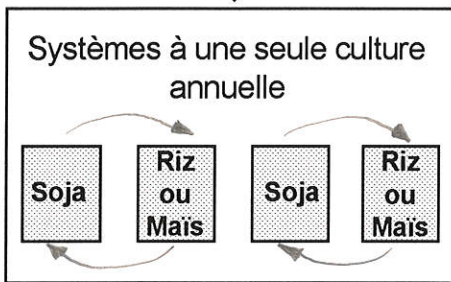
1986

1

MONOCULTURE DE SOJA

Produit = Soja
Monoculture x Offset

2

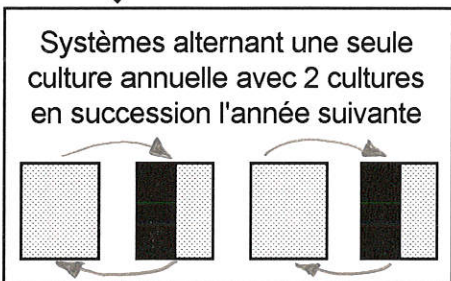


Création et évaluation [agronomiques, techniques, économiques]

- Restaurer la fertilité
- Installer le semis direct

Produits : Soja, maïs, riz, mil et guar

3

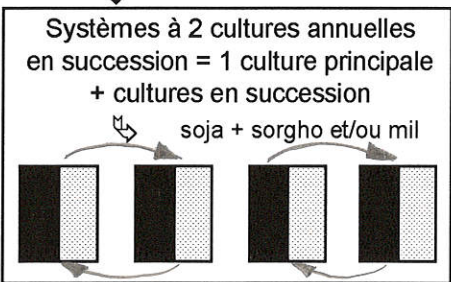


Produits de qualité et diversification
Modes de gestion du sol

- Labour [Fin de saison de pluies, Début de saison de pluies]
- Scarification [Fin de saison de pluies, Début de saison de pluies]
- Discage
- Semis Direct

Rotations et Successions

4

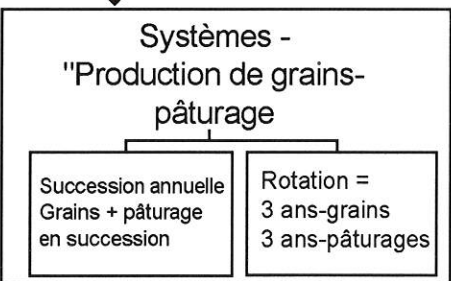


X Niveaux de correction du sol

- Correction progressive
- Correction élevée

sur 6 ans

5



Meilleure gestion des ressources naturelles

- Diminuer les coûts de production : - moins d'intrants chimiques (pesticides, engrais minéraux)
- augmenter les productivités et leur stabilité
- augmenter revenus nets/ha
- Capitaliser l'agriculteur avec des systèmes "production de grains-élevage" de moindre risque économique.

1992

2

RESTAURER LA FERTILITÉ DU PROFIL CULTURAL

Comment la recherche a réussi?

La recherche crée et évalue les innovations technologiques, chez les utilisateurs, en grande culture → Démarche systemique.

↳ Avec les mêmes niveaux d'intrants/culture :

- + Niveaux de fumure minérale et Pesticides
- └ correction élevée
- └ correction progressive

La recherche crée, évalue et compare de nouveaux modes de gestion du sol et des cultures par rapport au témoin régional sur des → unités de création-diffusion de technologies, régionales.

Modes de gestion du sol

- **Labour profond**
 - de fin de saison des pluies
 - de début de saison des pluies
- **Scarification profonde**
 - de fin de saison des pluies
 - de début de saison des pluies
- **Semis direct**

X

Modes de gestion des cultures

Systèmes à une seule culture annuelle

- + Rotations { soja-riz
- soja-maïs

Systèmes alternant:

- une seule culture annuelle
- 2 cultures annuelles en succession

soja / soja + sorgho / soja
 riz / soja + maïs / riz etc...
 maïs / riz + sorgho / maïs

Systèmes à 2 cultures en succession annuelle

riz + soja } + Cultures en succession └ maïs
 └ sorgho
 └ mil

• **Discage ← référence régionale → monoculture soja**

La recherche analyse au cours du temps → 6 ans successifs

- ① **Par culture** - Productivités fluctuations et stabilité ;
 - Coûts de production et variations interannuelles ;
 - Marges nettes et variations interannuelles ;

② Par système de cultures

Les mêmes paramètres que sur ①
 + capacité, souplesse et rapidité
 dans l'utilisation des équipements mécanisés

Identification des systèmes • les plus lucratifs
 • les plus stables

- ↳ de moindre risque économique,
- ↳ agronomiquement justifiés,
- ↳ techniquement praticables.

③ Sur le profil cultural

Évolution par systèmes : └ des propriétés physico-chimiques et biologiques du profil
 └ du potentiel semencier des adventices et de leur compétitivité vis à vis des cultures.

3

LES MEILLEURES TECHNOLOGIES POUR RESTAURER LA FERTILITÉ DU PROFIL CULTURAL ET RÉDUIRE LA PRESSION DES ADVENTICES

Pour ceux qui peuvent investir dans la fumure correctrice

■ En partant de profils de sol compactés, dégradés par l'utilisation continue de modes de gestion inadéquats: monoculture de soja x offset

● Labour profond à la charrue à socs précédé de trituration et pré-incorporation des restes de récolte

ou en fin de saison de pluies
↳ grande capacité avec technique de conservation d'eau → de préférence dans le profil de sol

ou au début de saison des pluies

ou

● Scarification profonde

ou en fin de saison des pluies (idem labour) → de préférence

Aussi précédée de trituration et pré incorporation des résidus.

ou au début de la saison des pluies

x Rotations légumineuses-céréales

x Niveau élevé de correction du sol pour approfondir le profil cultural

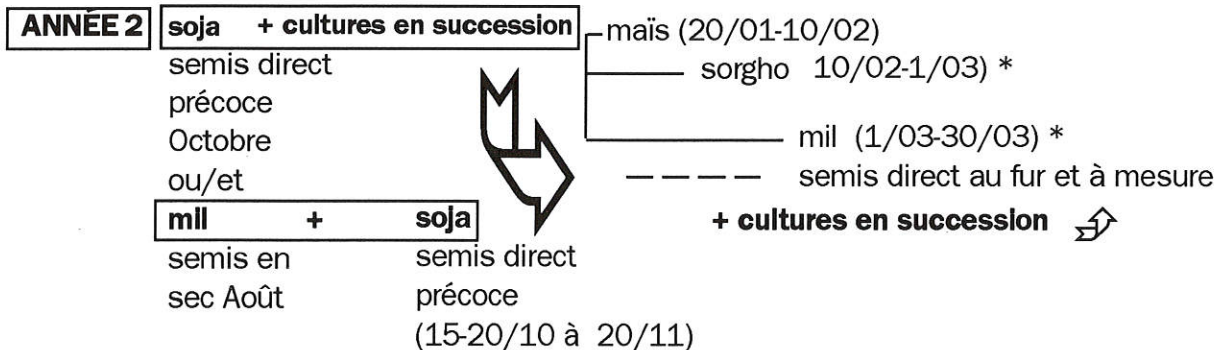
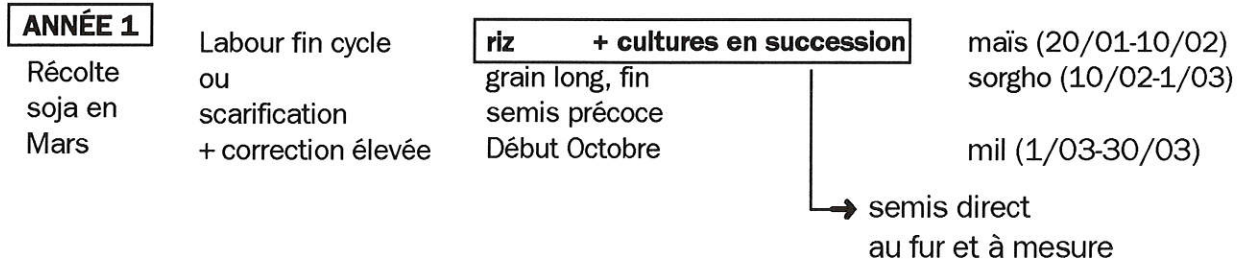
(2 000 Kg de thermophosphate + 600 Kg de gypse + 160 Kg de KCl → 3 ans = 5 cultures)

QUELQUES SYSTÈMES DE CULTURES RECOMMANDÉS →

(Centre nord de l'état du Mato Grosso)

Une séquence de systèmes stables

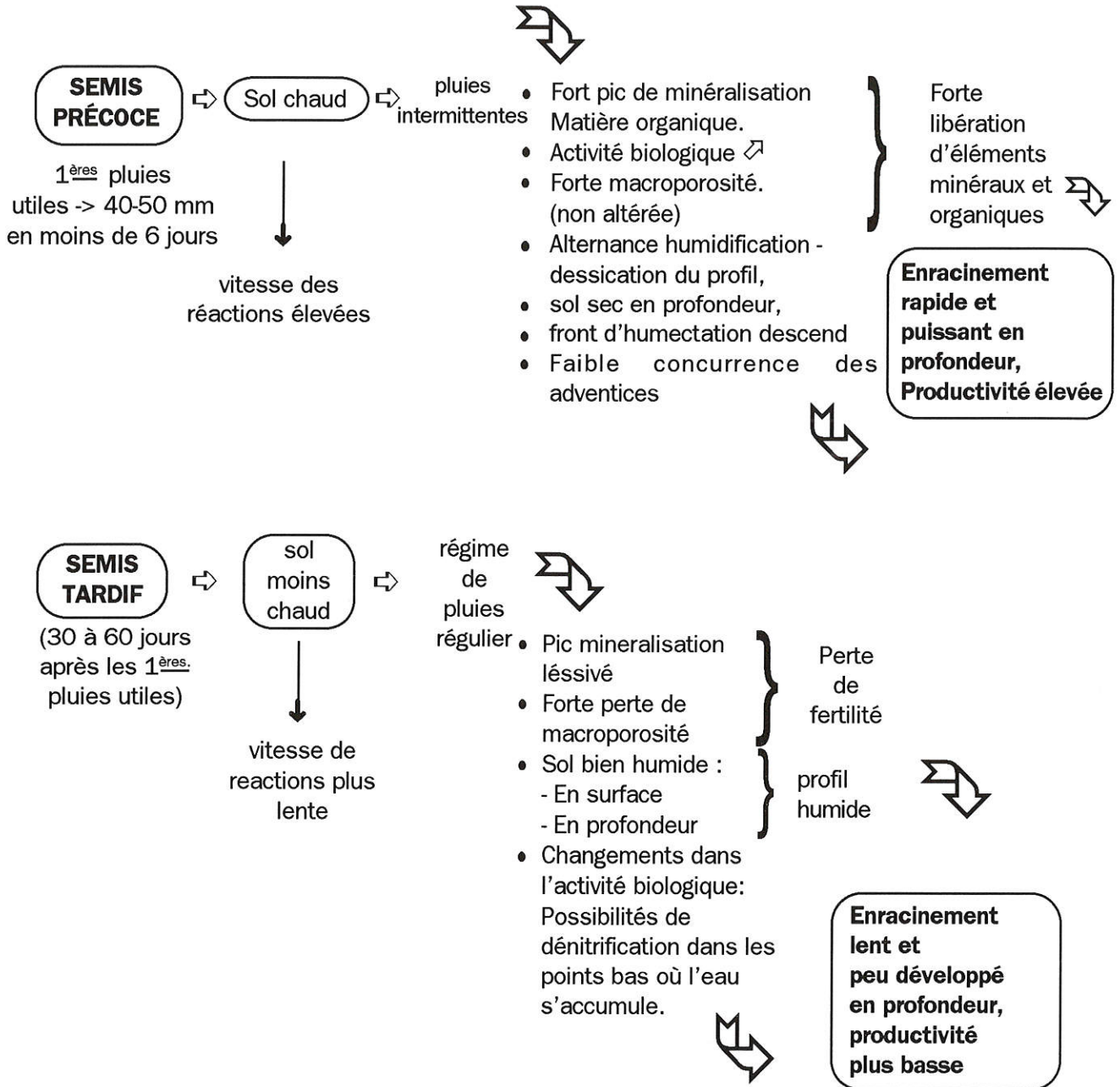
Partant du système "monoculture de soja x offset"



(*) Possibilité de semis par avion.

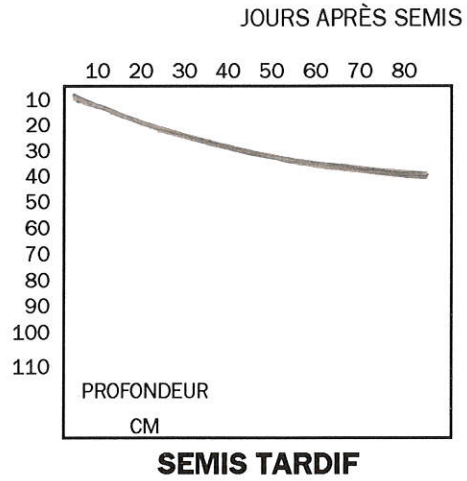
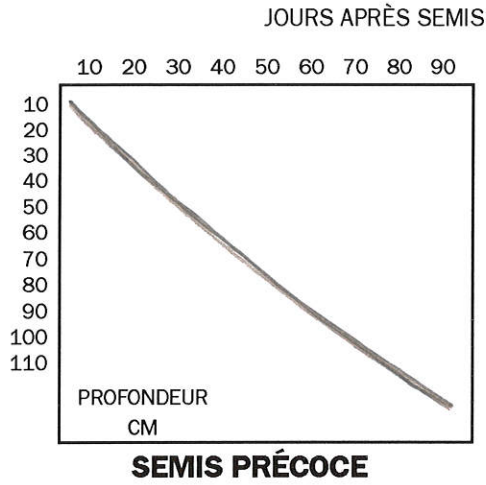
DYNAMIQUE DU DÉVELOPPEMENT RACINAIRE EN FONCTION DE LA DATE DE SEMIS (FACTEURS CONCERNÉS)

Cirad-Ca - L. Seguy, S. Bouzinac - 1993



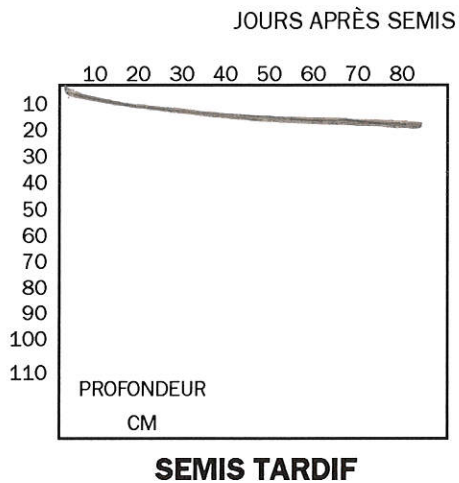
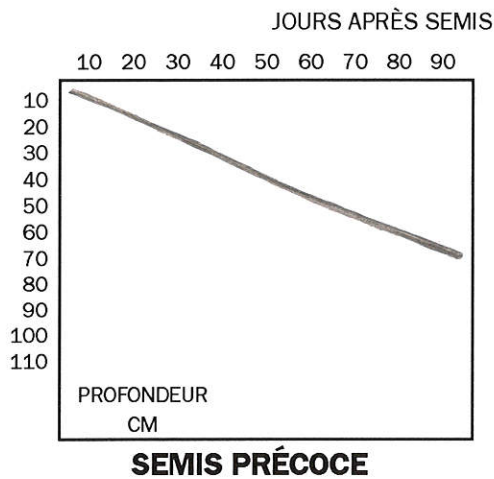
4

**Exemple 1 - RIZ PLUVIAL SUR LABOUR PROFOND
DE DÉBUT DE SAISON DES PLUIES X ROTATION AVEC SOJA
- AVANCÉE DU FRONT RACINAIRE**



5

**Exemple 2 - SOJA SUR LABOUR PROFOND
DE DÉBUT DE SAISON DES PLUIES
AVANCÉE DU FRONT RACINAIRE**

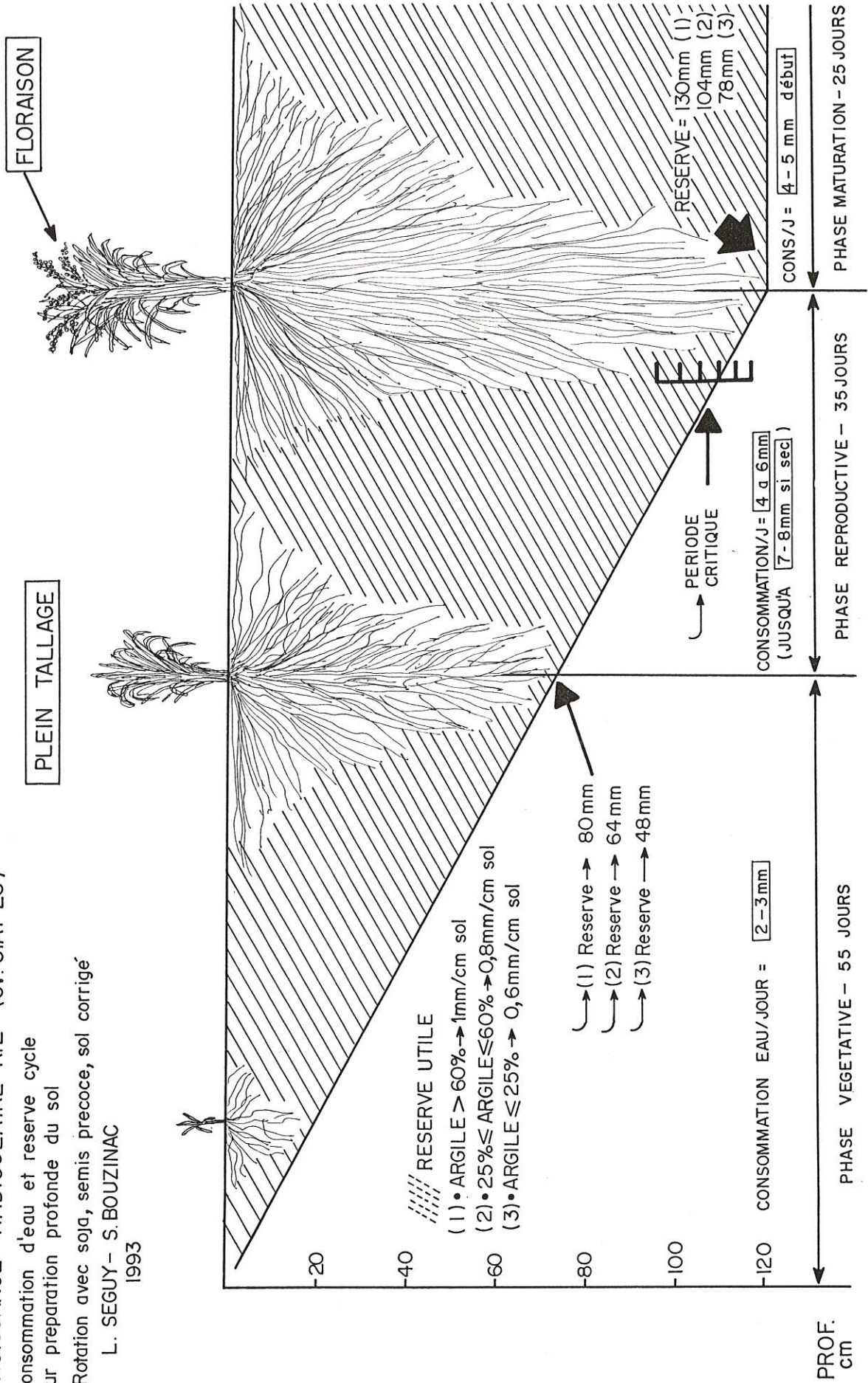


➔ CROISSANCE RADICULAIRE RIZ (Cv. CIAT 20)

Consommation d'eau et réserve cycle
sur preparation profonde du sol

(Rotation avec soja, semis precoce, sol corrigé)

L. SEGUY - S. BOUZINAC
1993



6

RENTABILITÉ ÉCONOMIQUE DE LA RECHERCHE APPLIQUÉE AU NIVEAU RÉGIONAL (1)

Toute activité se mesure par sa viabilité économique, et la recherche est également une activité dont la viabilité peut être mesurée en calculant ses coûts et ses retombées économiques.

Nous calculerons ici ses bénéfices relatifs à l'augmentation de productivité des coopérateurs de la Cooperlucas, et en ne s'intéressant qu'au soja, comme nous ne pouvons, pour l'instant, quantifier les bénéfices sur l'ensemble de la production régionale.

Nous décrivons ci-après, quelques valeurs significatives évaluées :

■ Coûts de la recherche (2)

- Cooperlucas de 1992 à 1994	1.500.000,00 US\$
- Fazenda Progresso de 1985 à 1994	950.000,00 US\$
- Cirad/Rhodia de 1985 à 1994	400.000,00 US\$

Total	2.850.000,00 US\$
-------	-------------------

■ - Moyenne de production de la récolte 85/86 = **1.800 Kg/ha**

■ - Moyenne de production de la récolte 92/93 = **2.580 Kg/ha**

■ - Différentiel de production = **780 Kg/ha**

Prenant en considération, que les variétés cultivées à l'époque et aujourd'hui sont pratiquement les mêmes (Cristalina et IAC 8 dominantes), nous concluons que la recherche a été le principal facteur de cette augmentation de productivité (3).

En ne considérant que les 160 000 ha cultivés par les coopérateurs de la Cooperlucas et uniquement les résultats de la seule récolte 1992/93, à une moyenne de commercialisation de 9,00 US\$ par sac de 60 Kg (ou 150 U.S.\$/tonne), nous aurons :

■ Différentiel de production = $160.000 \times 0,780 =$ **124.800 tonnes**

■ Augmentation de recettes = $124.800 \times 150 =$ **18.720.000 US\$**

Conclusion - Pour une activité qui, en 8 ans, a un coût estimé de 2 850.000 US\$ et dégage une augmentation de recette évaluée à 18.720.000 US\$ (**pour la seule récolte de la campagne 92/93 et seulement au niveau de la Coopérative**), soit un **solde positif de 15.870.000,00 US\$**, nous pouvons considérer cette activité de recherche appliquée, comme hautement viable et rentable au niveau du processus de production régional.

(1) - **Estimations** (pour l'instant), ne prenant en considération que la culture du soja, production dominante de la Coopérative et de la région. Ces estimations sont sous évaluées ; elles seraient bien plus élevées si l'on y incluait les bénéfices provenant des cultures de diversification : riz long fin (3 600 à 5 400 Kg/ha), maïs, sorgho et mil et les plus-values des systèmes à 2 cultures annuelles en succession qui augmentent de plus de 50% le potentiel de production de la surface cultivée annuellement.

(2) **Incluant** : salaires, infra-structures, équipements et intrants.

(3) **Activités de recherches appliquées au niveau régional** : Création et diffusion de systèmes de production stables, lucratifs et préservateurs de l'environnement.

BIBLIOGRAPHIE

1. **SEGUY L.(1), BOUZINAC S.(1), PACHECO A.(2), KLUTHCOUSKI J.(2), 1989.** Des modes de gestion mécanisés des sols et des cultures aux techniques de gestion en semis direct, sans travail du sol, appliquées aux cerrados du centre-ouest brésilien. Doc. interne IRAT-EMBRAPA, 156 p. + photos.
2. **SEGUY L.(1), BOUZINAC S.(1), et Al./1989.** Première évaluation de l'adoption par les agriculteurs du centre-ouest brésilien des technologies mises au point par la recherche franco-brésilienne. Doc. interne IRAT-MAE.
3. **SEGUY L.(1), BOUZINAC S.(1), PACHECO A.(2), 1989.** Une nouvelle technologie très lucrative et de moindre risque, adaptée aux cerrados humides du Mato Grosso ; la succession annuelle soja de cycle court suivi de sorgho, semé par avion un mois avant la récolte de soja, ou en semis direct au fur et à mesure de la récolte de soja. Doc. interne IRAT.
4. **SEGUY L.(1), BOUZINAC S.(1), 1990.** Gestion des sols et des cultures dans la zone des frontières agricoles des cerrados humides du centre-ouest brésilien. Synthèse actualisée 1986-1990 et highlights 1990.
5. **SEGUY L. (1), BOUZINAC S. (1), YOKOYAMA L. (2), 1990 .** Évaluation de l'adoption par les agriculteurs du centre ouest brésilien des technologies mises au point par la recherche franco-brésilienne. Seconde phase 1989-1990.
6. **SEGUY L. (1), BOUZINAC S. (1), MATSUBARA M. (3), 1991.** Gestão e manejos dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do centro-oeste brasileiro. Destaques 1991 e síntese atualizada 1986-1991.
7. **SEGUY L. (1), BOUZINAC S. (1), MATSUBARA M. (3), 1992.** Gestão dos solos e das culturas nas fronteiras agrícolas dos cerrados úmidos do centro oeste :
 1. Destaques 1992 e síntese atualizada 1986-1992
 2. Gestão ecológica dos solos
8. **MICHELLON R.(1) - 1992.** Gestion des sols et de cultures avec couverture végétale. CIRAD RÉUNION
9. **CORTÊS N. de A.(6), CORTÊS J. de A.(6), 1993.** Conservação de resíduo úmido da pré-limpeza de soja e sua utilização na alimentação de bovinos - EMPAER-MT 1993. 23 p. (Boletim de pesquisa).
10. **EMBRAPA -1976-1978-1979-1980-1981 -**Relatórios técnicos anuais do centro de pesquisa agropecuária dos cerrados, Planaltina - DF - Brasília
11. **LOPES, ALFREDO SCHEID (4), 1984 -**Solos sob «cerrado»- 2a. edição -Associação brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato - Piracicaba - SP - 1984.
12. **VAN RAIJ, BERNARDO (5), 1991 -** Fertilidade do solo e adubação - Associação brasileira para pesquisa da Potassa e do Fosfato - Piracicaba - SP - 1991.

(1) Chercheur CIRAD-CA

(2) Chercheur CNPAF/EMBRAPA (Centre riz et haricot de la recherche fédérale)

(3) Promoteur de la recherche pour le développement dans le centre nord Mato Grosso.

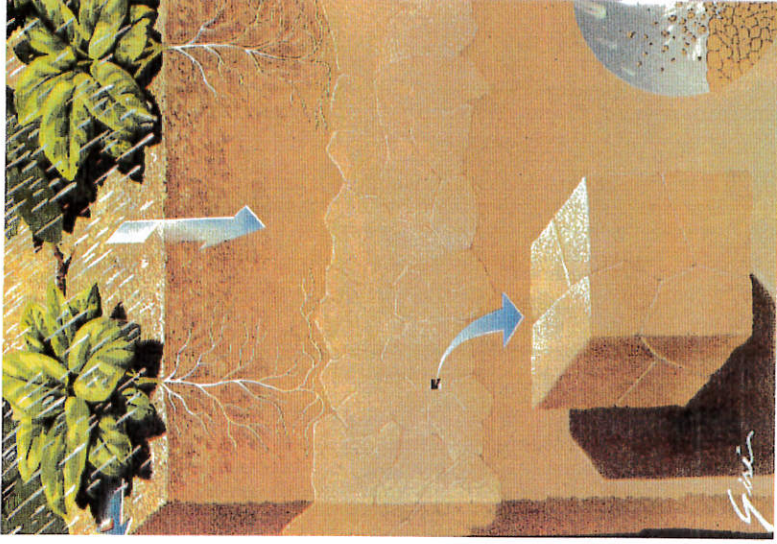
(4) Chercheur et professeur École Supérieure d'Agriculture de Lavras (MG)

(5) Chercheur de l'Institut Agronomique de Campinas - SP (IAC)

(6) Chercheur de l'EMPAER (Recherche de l'état du Mato Grosso).



1. Compaction de sol sous riz (offset)
compactação de solo sob arroz (grades)



2. Formation de semelle de disques
Formação do pé de grade



3. Enracinement limité sous soja cultivée à l'offset + horizon réduit
Enraizamento limitado sob soja cultivado com grades + camada asfíxiante



4. Graves préjudices de l'érosion
Prejuízos graves da erosão



5. Graves préjudices de l'érosion (idem 4)
Prejuizos graves da erosão (idem 4)



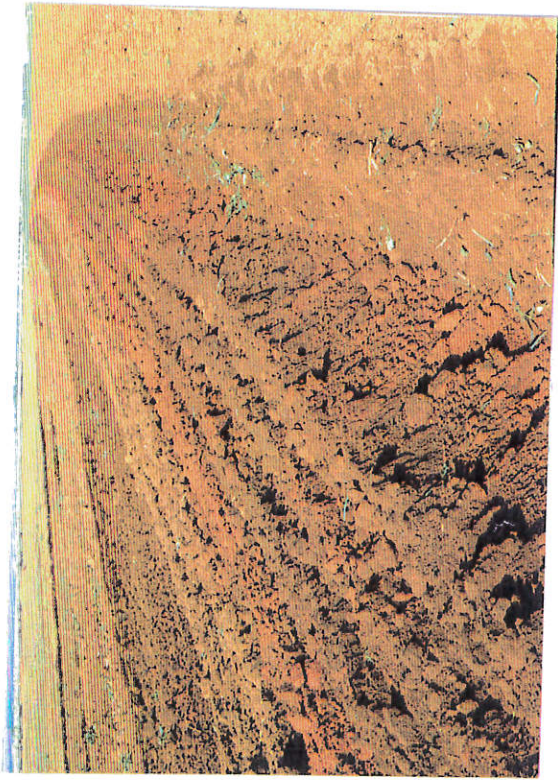
7. Terrasse de base large + cuvette de réception des eaux de ruissellement en bord de piste
Terraço de base larga + bacia de recepção das águas de escorrimento, na bordadura da pista



6. Graves préjudices de l'érosion (idem 4)
Prejuizos graves da erosão (idem 4)



8. Labour profond, dressé et motteux
Aração profunda, erguida, fechada em superfície e com torrões



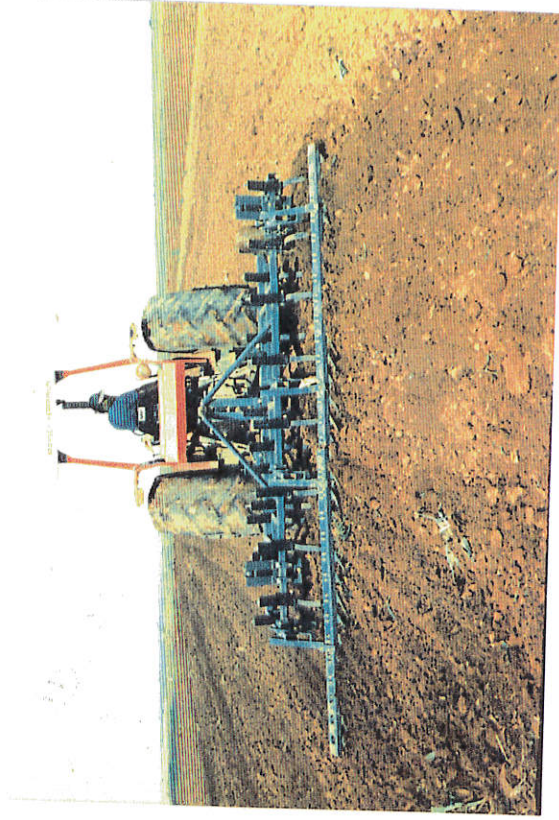
9. Labour profond, dressé et motteux
Aração profunda, erguida, fechada em superfície e com torrões



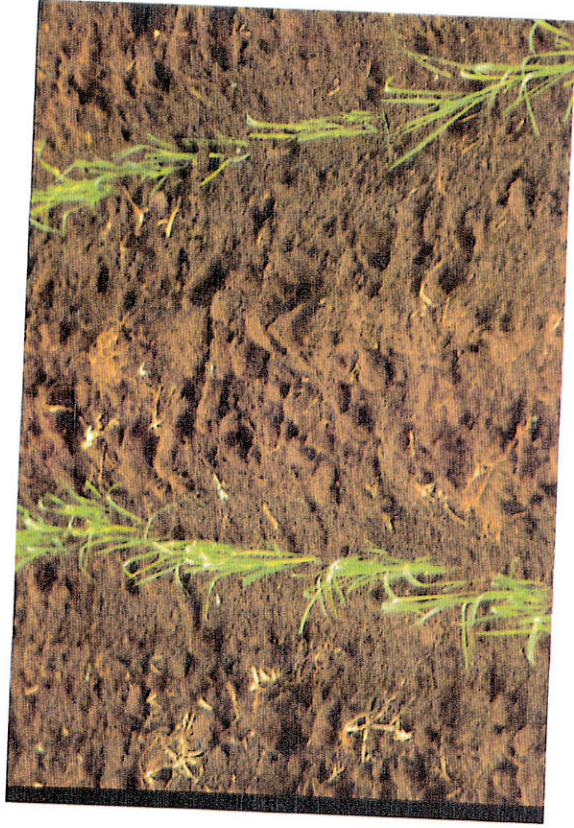
11. Etat de surface très motteux du labour
Estado de superfície da aração com torrões



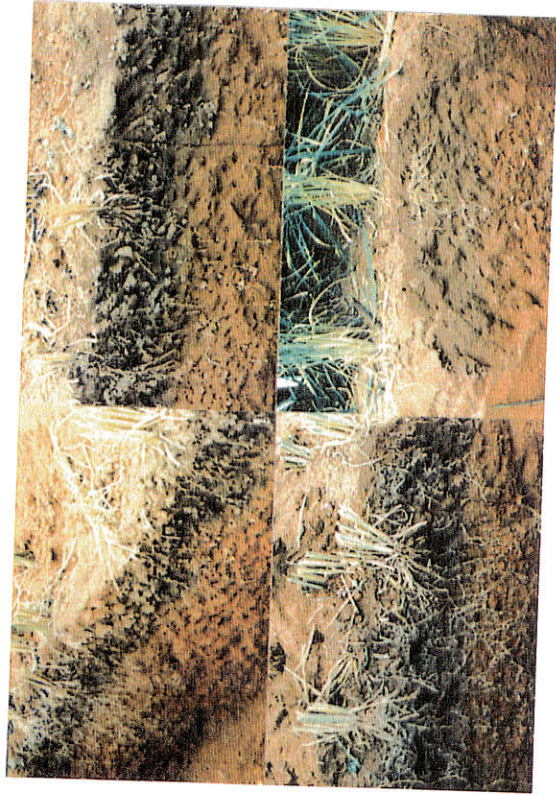
10. Scarification profonde
Escarificação profunda



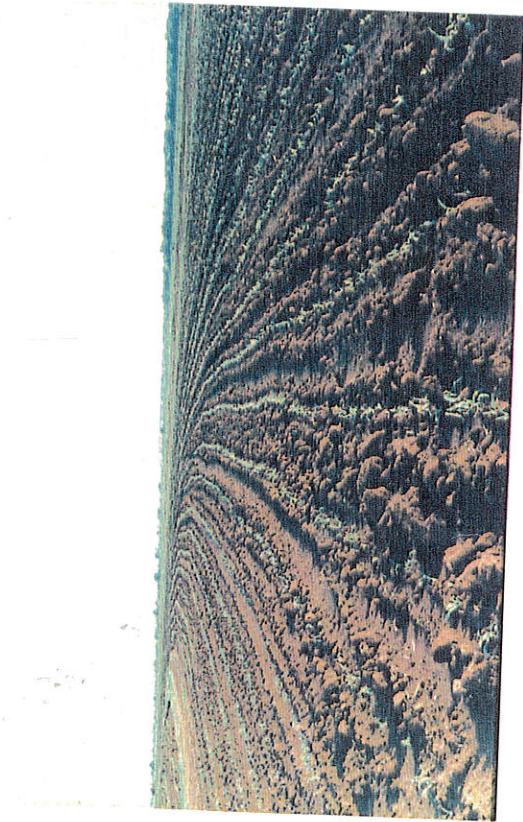
12. Cultivateur à dents souples pour préparer le lit de semences
Cultivador com dentes flexíveis (speed tiller) para preparar o leito das sementes



14. Semis riz sur labour motteux
Plantio arroz sobre aração com torrões



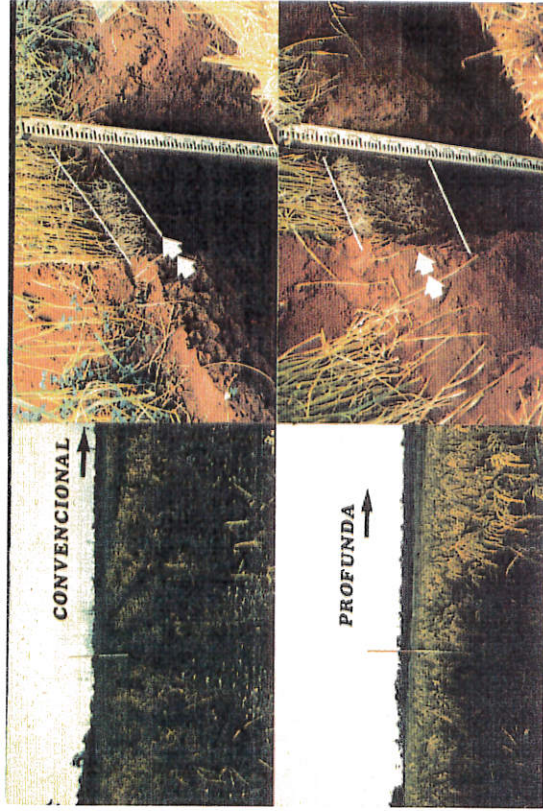
16. Profils racinaires sous riz : tous sous labour profond excepté le dernier profil, en bas à droite, sous semis direct
Perfis radiculares sob arroz : todos sob aração profunda, exceto o último perfil (embaixo a direita) sob plantio direto



13. Semis maïs directement sur labour motteux, sans reprise
Plantio de milho diretamente sobre aração com torrões



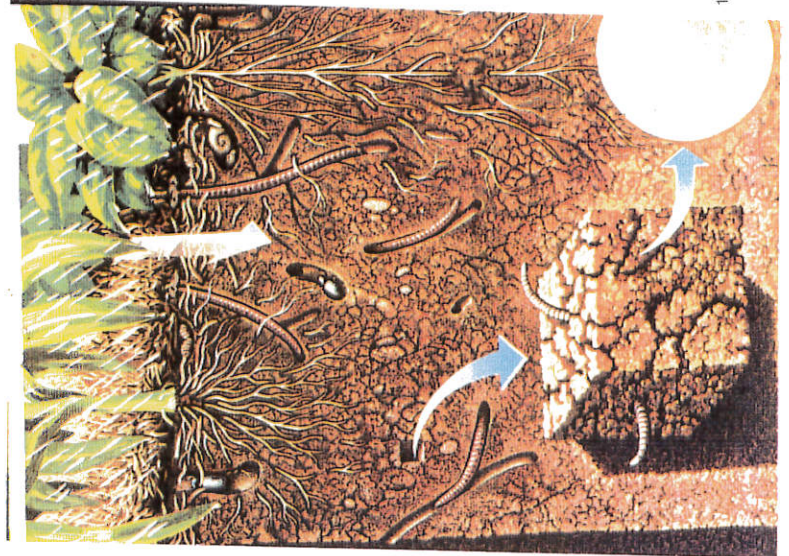
15. Enracinement de 1m20, sous riz avec labour profond
Enraizamento de 1m20, sob arroz com aração profunda



17. Profils racinaires sous riz sous travail superficiel et labour profond
 Perfilis radiculares sob arroz sob preparo superficial e aração profunda



18. Structure grumeleuse développée après 3 ans de modes de gestion adéquates du sol
 (Travail profond + rotations + correction forte)
 Estrutura grumosa desenvolvida após 3 anos de modos de gestão do solo adequados
 (preparo profundo + rotação + correção P alta)



19. Substituer l'outil mécanique par l'outil biologique
 Substituir a ferramenta mecânica pela ferramenta biológica



20. Couverture morte de mil avant semis
 Cobertura morta de milho antes do plantio



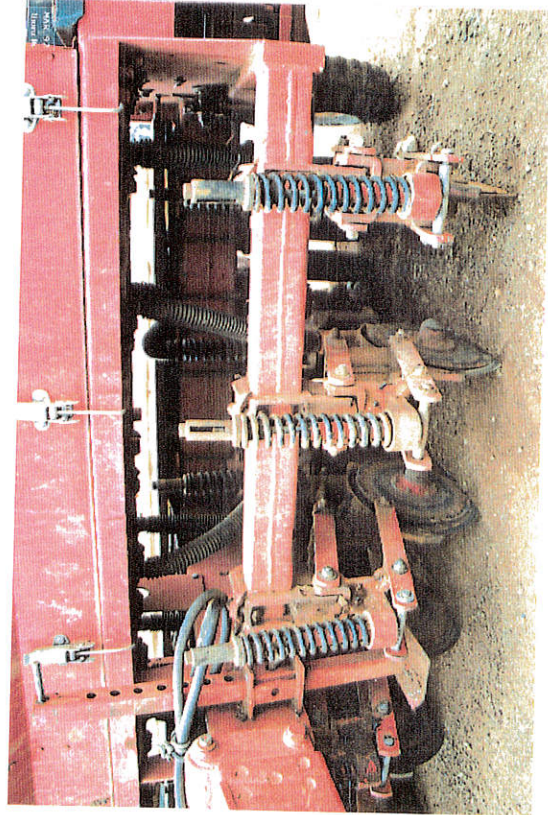
22. Etats de surface opposés : disquage à gauche (érosion forte)
semis direct à droite (protection totale)
Estados da superfície opostas :
gradagens a esquerda (erosão forte)
plantio direto a direita (proteção total)



24. Semis direct sur couverture morte (7 tonnes/ha m.s.)
Plantio direto sobre cobertura morta (7 t/ha m. s.)



21. Couverture après 130 mm de pluie en 1 heure
Cobertura do solo após 130 mm de chuva em 1 hora



23. Double disque ouvreur pour semis direct
Disco duplo desencontrado para abrir o sulco de plantio direto



25. Semis direct riz pluvial sur couverture morte (pailles de riz + calopogonium)
 Plantio direto de arroz sobre cobertura morta (palha arroz + calopogônio)

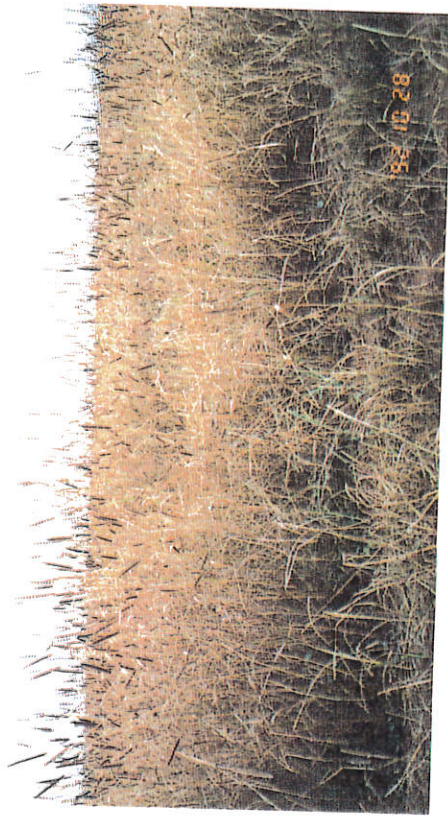


26.

Mais de semis direct + calopogonium (herbicide alachlore)
 Milho de plantio direto + calopogônio (herbicide alachlor)



27. Mil avant dessiccation pour semis direct soja
 Milheto antes da dessecação para plantio direto de soja



28.

Mil desseché à l'herbicide (1,5 glyphosate + 1,5 I 2-4 D)
 Milheto dessecado com herbicida (1,5 l/ha glifosato + 1,5 l/ha 2-4 D)



29. Semis direct du soja dans pailles séchées de mil, sur picot
Plantio direto da soja, na palha de milho, em pé



30. Semis direct du soja dans pailles séchées de mil, sur pied (idem 29)
Plantio direto da soja, na palha de milho, em pé (idem 29)



31. Soja de semis direct 10 jours après semis
Soja de plantio direto, 10 dias após plantio



32. Soja de semis direct, 20 jours après semis
Soja de plantio direto, 20 dias após plantio



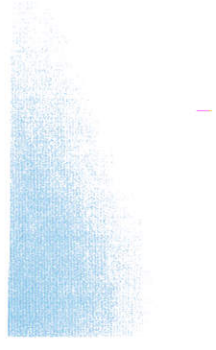
33. Sorgho, IRAT 204, en succession annuelle du soja, avec minimum d'intrants (40-70 US \$/ha)
Sorgo, IRAT 204, em sucessão anual da soja com nível de insumos mínimos (40-70 US \$/ha)



34. Sorgho IRAT 202 ; idem 33
Sorgo IRAT 202 ; idem 33



35. Riz pluvial, grain très long fin entre 4000 kg et 6000 kg/ha (matériel CIRAD-CA)
Arroz grão extra longo fino entre 4000 et 6000 kg/ha (material CIRAD-CA)



36. Soja de semis direct de 3600 à 4200 kg/ha
Soja de plantio direto de 3600 à 4200 kg/ha



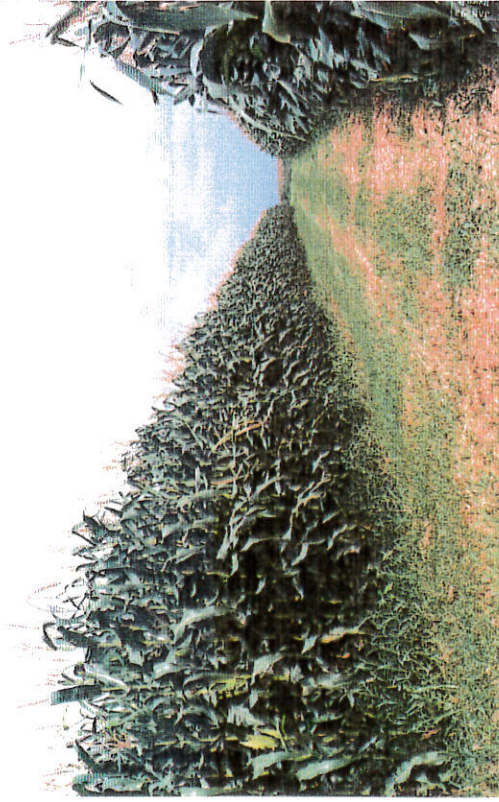
38. Ver blanc de coleoptère (bousier) qui travaille le sol sous semis direct
Larva "Pão de galinha" de rola bosta que prepara o solo sob plantio direto



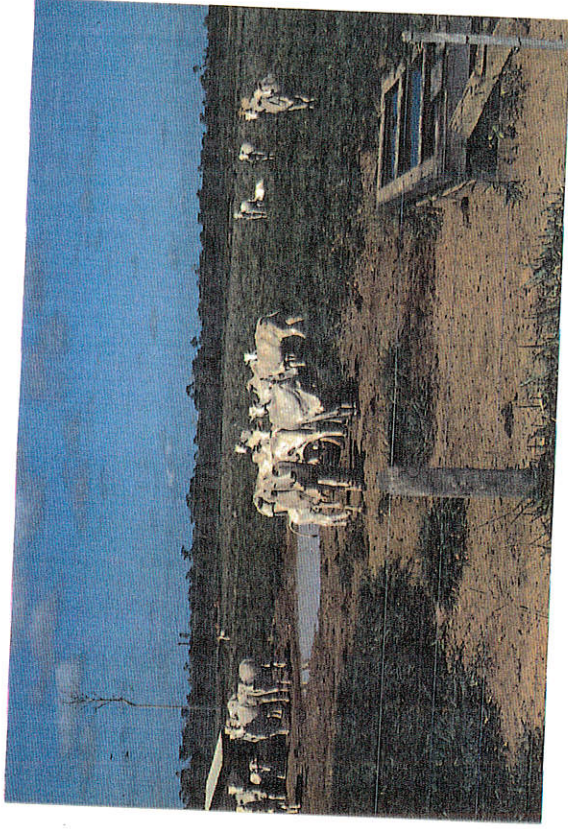
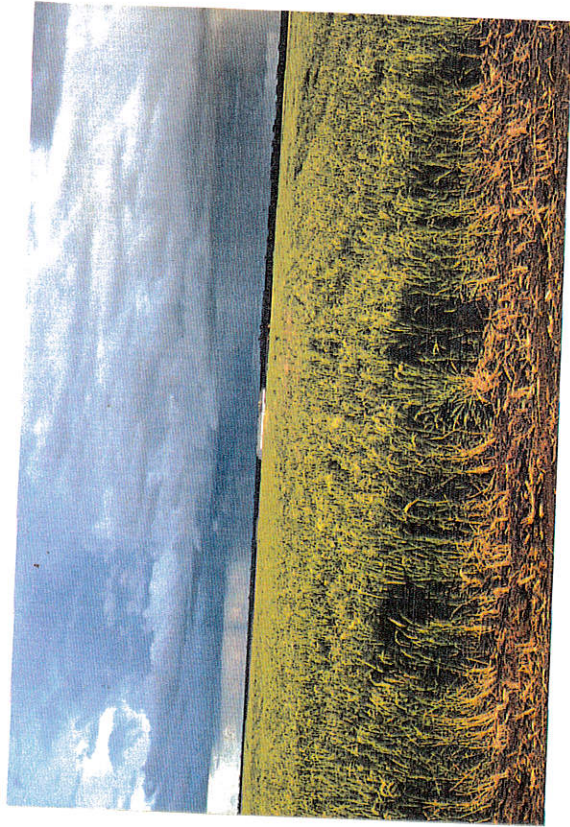
39. Galeries verticales de 1m à 1m20 creusées par le ver blanc (20 m²)
Galerias verticais de 1m à 1m20 cavadas pela larva (20 galerias/m²)



41. La culture sur tapis vivant - succession annuelle grain-paturage (ici, riz + paspalum N.)
O cultivo sobre lona viva : a sucessão anual "grãos-pasto" (aqui arroz + paspalum N.)



37. Maïs de semis direct à plus de 6000 kg/ha
Milho de plantio direto de mais de 6000 kg/ha



47 et 48.

Maintenant intégrer "Agriculture et Elevage"
Agora integrar as atividades Produção de grãos e pecuária