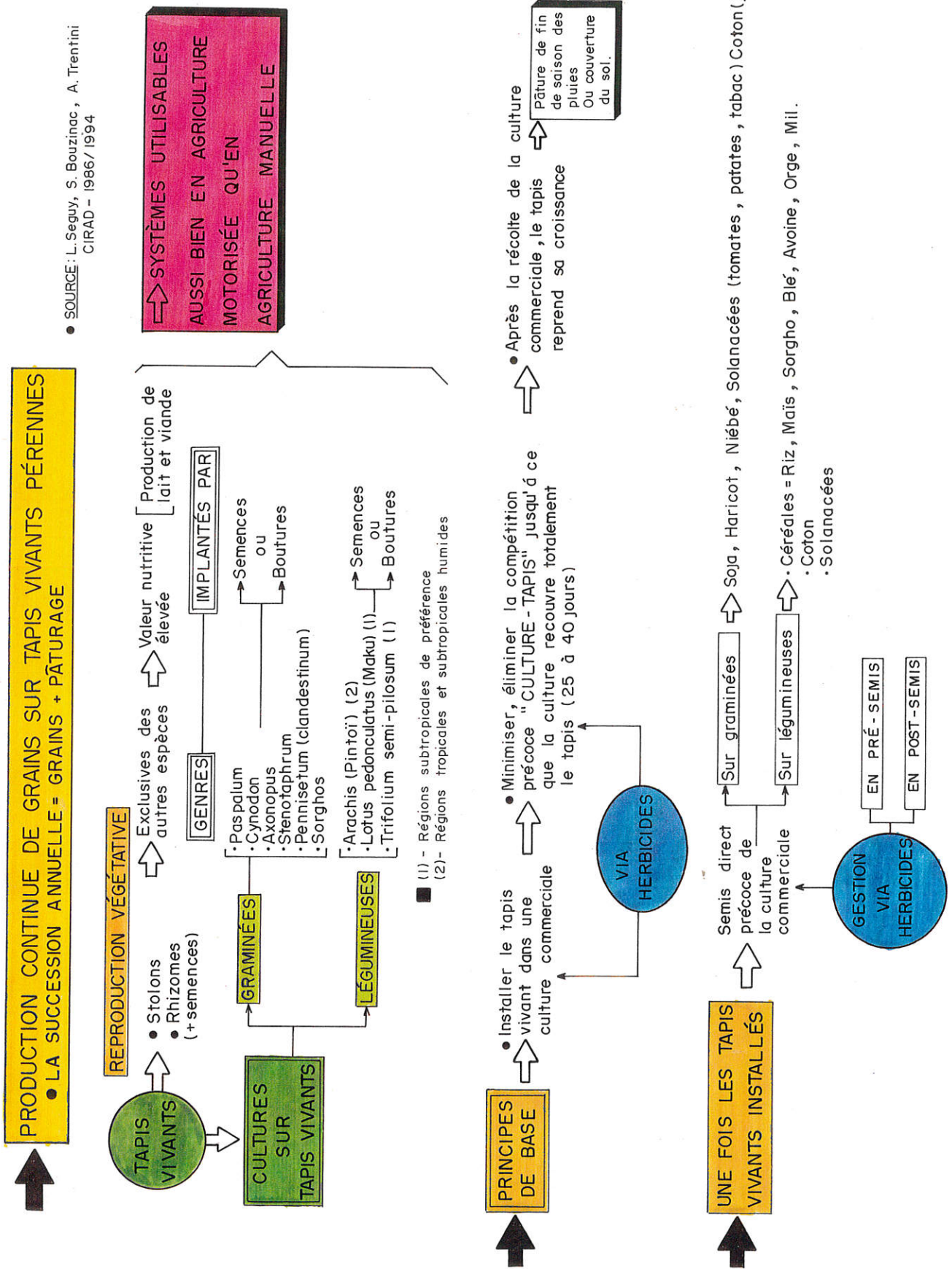


**Performances agro-économiques de la rotation maïs/sorgho sur *Calopogonium*,  
en semis direct**

| Productivités (Kg/ha) |            | Coûts de production (US\$/ha) |        | Marges nettes (US\$/ha) |        |
|-----------------------|------------|-------------------------------|--------|-------------------------|--------|
| Mais (a)              | Sorgho (b) | Mais                          | Sorgho | Mais                    | Sorgho |
| Avec intrants         |            | Sans intrants                 |        |                         |        |
| 5 526                 | 4 100      | 413                           | 64     | 102                     | 230    |

**Source :** Séguy L., Bouzinac S. et al., 1992 - Fazenda Agripec - état du Maranhão  
 (a) - Hybride Pioneer 3210  
 (b) - Hybride AG 2005

● SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, A. Trentini  
CIRAD - 1986/1994



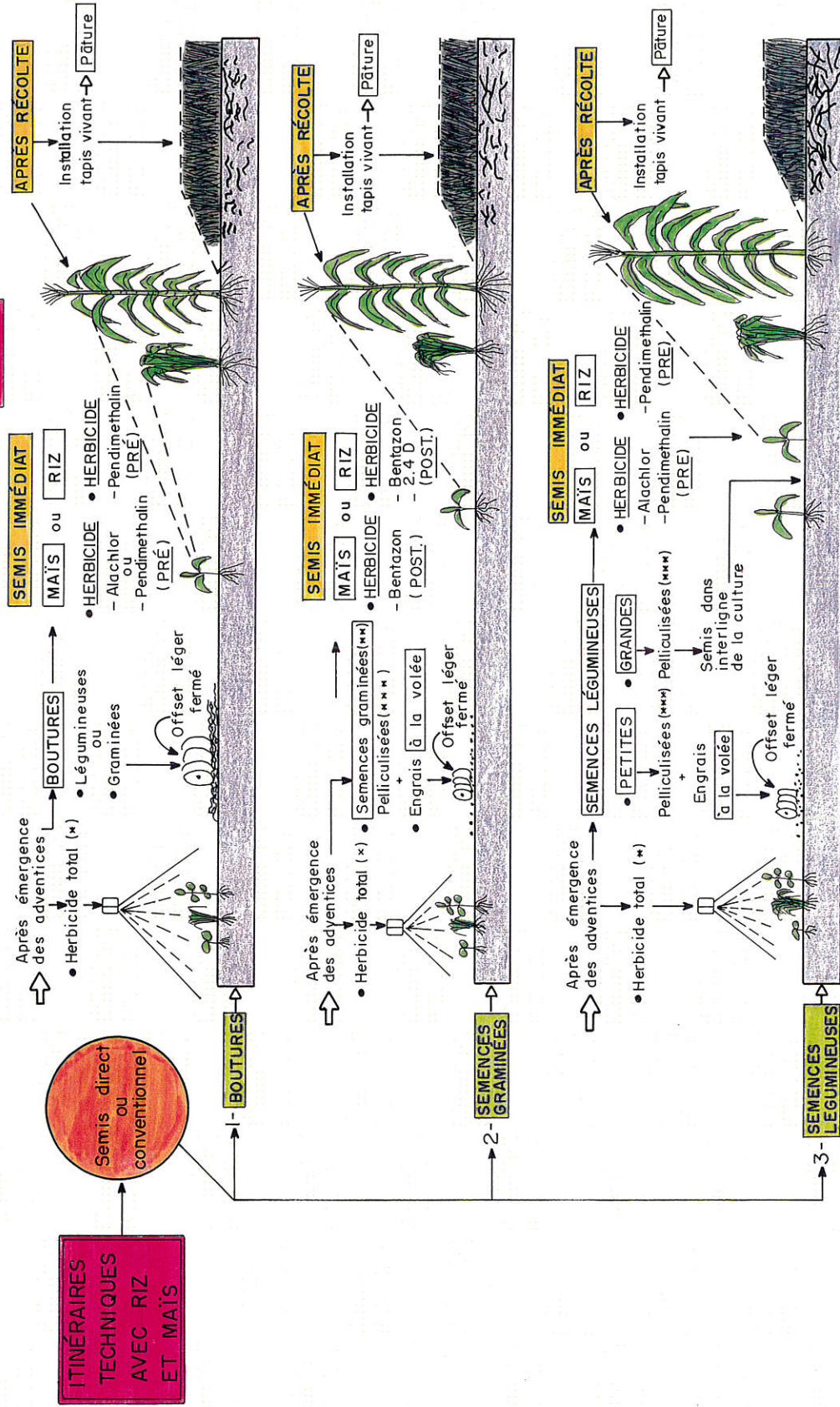


**PRODUCTION CONTINUE DE GRAINS SUR TAPIS VIVANTS PÉRENNES**  
 ● LA SUCCESSION ANNUELLE = GRAINS + PÂTURAGE

● SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, A. Trentini  
 CIRAD - 1986/1994

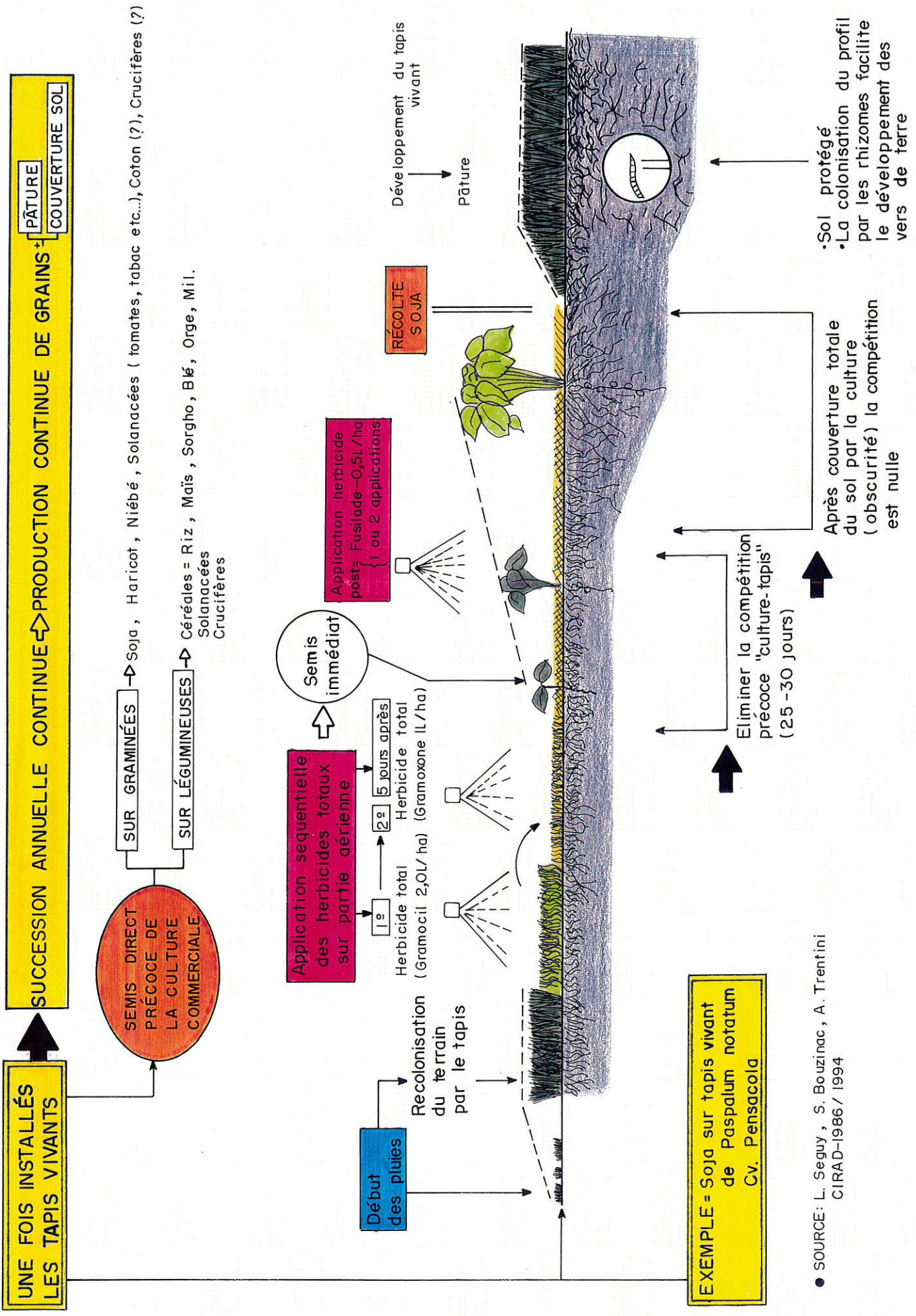
■ Systèmes utilisables aussi bien en agriculture motorisée qu'en agriculture manuelle

➔ **INSTALLATION DES TAPIS VIVANTS SANS IMMOBILISER DE SURFACE PRODUCTIVE — ANNÉE 1**



(\*) - Paraquat, Diuron, Glyphosate  
 (\*\*) - Les semences de graminées peuvent aussi être mélangées à l'engrais dans le semoir, le jour du semis  
 (\*\*\*) - Pelliculisation avec: Thermophosphate yoorin master en poudre (200g/kg) ou Phosphate naturel GFSA en poudre (200 à 400 g/kg)  
 + Fongicides (Thiabendazole + Thiram) ➔ avec gomme arabique





● SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, A. Trentini  
CIRAD-1986 / 1994

**Performances agro-économiques de la culture de soja en semis direct sur tapis vivant de *Paspalum notatum*, et sur pailles de riz**

| Productivités (Kg/ha) |                 | Coûts de production (US\$/ha) |                 | Marges nettes (US\$/ha) |                 |
|-----------------------|-----------------|-------------------------------|-----------------|-------------------------|-----------------|
| Sur <i>Paspalum</i>   | Sur pailles riz | Sur <i>Paspalum</i>           | Sur pailles riz | Sur <i>Paspalum</i>     | Sur pailles riz |
| 2 686                 | 3 027           | 265                           | 329             | 116                     | 93              |

(\*) Sur la même experimentation en conditions d'exploitation réelles (2 hectares/itinéraire), le système de monoculture de soja, pratiqué à l'offset a entraîné des marges nettes négatives de, - 114 US\$/ha, et le système soja en semis direct après la succession annuelle riz + sorgho, a permis d'obtenir une marge nette de + 142 US\$/ha.

Source : Séguy L., Bouzinac S. et al., 1992 - Fazenda Progresso - Mato Grosso

**Teneurs en matière organique comparée, après 2 ans, entre système de semis direct sur tapis de *Paspalum* et semis direct sur pailles**

| Horizon (cm) | % matière organique    |                                |
|--------------|------------------------|--------------------------------|
|              | Sous résidus (pailles) | Sous tapis ( <i>Paspalum</i> ) |
| 0-10         | 2,5                    | 3,1                            |
| 10-20        | 2,7                    | 3,3                            |
| 20-30        | 2,6                    | 3,2                            |

Source : Séguy L., Bouzinac S. et al., 1992 - Fazenda Progresso - Mato Grosso





**Analyse plus approfondie  
du  
fonctionnement du semis direct**

⇒ **Le cas des successions annuelles  
de production de grains**



□ De 1991 à 1996, ce système de semis direct a la préférence des agriculteurs et les surfaces cultivées avec ces technologies explosent, passant de 180 000 hectares en 1991 à 1 500 000 hectares en 1996.

• **Source** : Monsanto et estimation de l'APDC et de la Fondation ABC - 1996

(\*) *En résumé : plus la pompe biologique est puissante, plus ses effets sont rapides, importants sur la productivité des cultures commerciales, sa stabilité, au cours du temps.*

*- En réalité, l'investissement en fumure, rapporté à chaque culture (en Kg/ha d'éléments fertilisants), sur 3 ans (5-6 cultures) est plus faible, avec la fumure corrective immédiate de fort niveau, qu'avec la fumure corrective progressive.*

**- Lutte intégrée contre les adventices** - Les pompes biologiques placées avant et/ou après la culture commerciale permettent de mieux gérer biologiquement le potentiel semencier d'adventices (obscurité, allélopathies). De même, les tapis vivants pérennes de graminées, sont exclusifs des autres espèces ⇒ La flore adventice diversifiée est substituée par une seule espèce ⇒ voie herbicide (préservant les organes de réserve, souterrains), voie régulateur de croissance.

(\*) *À signaler, déjà, l'apparition de résistances des adventices au mélange glyphosate + 2-4 D amine utilisé à dose recommandée pour la dessiccation, en pré semis (1,5 l + 1,5 l/ha), pour les espèces d'adventices :*

- *Borreria alata*
- *Cyperus flavus*
- *Euphorbia heterophylla*
- *Euphorbia prostrata*

*Ce résultat montre que les plantes transgéniques résistantes au glyphosate risquent d'avoir une durée de vie limitée (⇒ course à la molécule).*

*À signaler également, les effets allélopathiques très puissants du sorgho (Séguy L., Bouzinac S., 1989) bien supérieurs à ceux du mil sur la germination de la flore adventice des zones tropicales humides ; le sorgho contrôle, entre autres espèces, *Andropogon gayanus* qui devient rapidement envahissante dans le Centre Ouest du Brésil (pollution à partir des pâturages ⇒ bords de routes, par le vent).*

**□ Productivités reproductibles, en 1995/96, des systèmes de production de grains à 2 cultures annuelles en succession (1 culture commerciale + 1 culture pompe biologique), conduits en semis direct.**

• Les niveaux de rendements progressivement atteints et reproductibles dans ces systèmes de semis direct, lorsqu'ils sont pratiqués avec la fumure minérale corrective de fort niveau (*base thermophosphate, 1 500 à 2 000 Kg/ha, amortie sur 3 ans ⇒ 5-6 cultures*), sont de plus en plus élevés et stables, pour des investissements en fumure minérale, très modestes ⇒ ces systèmes sont plus performants à cet égard que les meilleurs systèmes des pays développés tempérés ⇒ rapport :  $\frac{\text{investissement engrais}}{\text{productivité}}$ , plus favorable en zone tropicale bien gérée -

Exemple:

Année 1 [ - 4 500 à plus de 5 000 Kg/ha de riz pluvial + 1 500 à 2 000 Kg/ha de sorgho

Année 2 [ - 3 600 à 4 200 Kg/ha de soja + 1 500 à 2 500 Kg/ha de sorgho, ou mil

Année 3 [ - 3 500 à 4 000 Kg/ha de soja + 1 500 à 2 500 Kg/ha de sorgho ou mil.

**L'engrais minéral investi, rapporté à chaque culture dans cet exemple de système, est, en Kg/ha :**

⇒ 18 N, 78 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 48 K<sub>2</sub>O, 104 Ca, 36 Mg, 100 SiO<sub>2</sub>, 2,2 Zn.



• Ces rendements élevés ne sont reproductibles que si certaines règles précises relatives à l'ordre de rotation et à la nature des successions, sont respectées (2) :

- Le riz doit être pratiqué en ouverture des rotations ( au moment de l'application de la fumure minérale corrective de fort niveau) ou après précédents légumineuses dominantes sur 2 ans ⇒ après les successions

|                    |                   |
|--------------------|-------------------|
| soja + sorgho, mil | soja + crotalaire |
| année 1            | année 2           |

- Le soja exprime tout son potentiel, au contraire, après précédents céréales dominantes sur 1 ou 2 ans :

|                          |  |
|--------------------------|--|
| ou après la succession   | riz + sorgho, mil                      |
| ou après les successions | soja + sorgho, mil , riz + sorgho, mil |
|                          | année 1                      année 2   |

(\* En résumé ⇒ Maximiser le précédent légumineuse avant semis direct de riz (2 à 3 légumineuses sur 1 à 2 ans), maximiser le précédent céréale avant semis direct de soja (2 à 3 céréales sur 1 a 2 ans).

□ **Au plan économique**, des simulations (recettes et coûts/ha), ont été réalisées, en fonction de quatre hypothèses de prix (*minimum non garanti, réel, moyen, élevé*), avec 2 taux d'intérêts (1) très différents du crédit : 12%/an ("Plan Collor") et 48%/an (Plan Real actuel). Cette simulation appliquée aux productivités croissantes réelles obtenues et reproductibles, au fur et à mesure de l'amélioration des systèmes de semis direct (phase 2 ⇒ 1992/95), met en évidence :

- Une meilleure stabilité économique, avec, à la fois, la fumure minérale corrective de fort niveau (*qui induit les productivités les plus élevées et les plus stables sur 3-4 ans*), et avec des prix élevés (3) payés au producteur (en US\$/sac de 60 Kg) = soja ⇒ 12,5 ; riz long fin ⇒ 13 ; sorgho ou mil de qualité ⇒ 6,0.

- Avec ces prix pratiqués, qui sont devenus réalités en 1996, même avec des taux d'intérêts très élevés, les marges nettes/ha, sont attractives et vont de 130 à plus de 400 US\$/ha avec les meilleures productivités (phase 3 - hypothèse haute ②). Mêmes avec l'hypothèse de productivités plus modestes, des prix élevés payés au producteur garantissent des marges toujours positives, entre 60 et 280 US\$/ha.

(\* Des taux d'intérêts annuels, plus raisonnables, 8 à 12% supérieurs à l'inflation, alliés à des prix élevés payés au producteur (⇒ prix réels 1996), sont les deux piliers du succès de la fixation de l'agriculture en zone tropicale humide maintenant que le Brésil dispose de technologies de pointe reproductibles en matière de gestion durable de la ressource sol.

• Les prix élevés payés aux producteurs sont d'autant plus importants que la production agricole est éloignée des grands centres de consommation, des ports d'exportation, et doit emprunter pour sa commercialisation, un réseau routier défectueux qui accroît les coûts de production.

Ces prix élevés peuvent être obtenus par deux voies complémentaires :

- La qualité des produits
  - La transformation locales des produits
- Haute valeur ajoutée

(1) Taux issus de plans récents de restructuration économiques du Brésil.

(2) Extraits de "productivités des rotations en semis direct - 2<sup>ème</sup> phase" - 1990/94

(3) Prix devenus réalités, en 1996.



# 👉 Guide de lecture des tableaux, graphiques et dessins relatifs au chapitre "Analyse plus approfondie du fonctionnement du semis direct ⇨ Le cas des successions annuelles de production de grains, en particulier "

## ⇨ Tableaux, graphiques et dessins

## ---À retenir---

• Gestion de la fertilité en conditions économiques limitantes, par le semis direct.

• *Créer des modes de gestion des sols et cultures qui permettent de tirer partie au maximum des ressources naturelles, au moindre coût*

• Fonctionnement du profil cultural sous labour.  
• Fonctionnement du profil cultural sous semis direct.

• *Semis direct ⇨ Système sol-cultures fermé, rien ne se perd - (éléments nutritifs), Labour ⇨ Système ouvert - Flux d'eau descendants dominants - Risque fort lixiviation.*

• Rôle de la matière organique du sol dans les systèmes de semis direct.

• *La matière organique libre, à turn over rapide est le compartiment de la M.O., prioritaire à gérer.*

• Modes de gestions des sols et flux d'eau.

• *Flux amortis sous semis direct - Risques phytotoxicité pesticides, plus faibles.*

• Pouvoir pathogène du sol - semis précoce  
semis tardif

• *Plus la couverture du sol est épaisse et plus sa minéralisation est active, plus il est nécessaire de bien protéger la germination des cultures (traitements fongicides des semences)*

• Activité biologique sous divers modes de gestion des sols et des cultures.  
• Activité biologique sous divers écosystèmes naturels et cultivés.  
• Écosystèmes cultivés et naturels (Île de la Réunion).

• *Les pompes biologiques, (en particulier les pâturages *Brachiaria b.*, *Panicum m.*), conduisent à une activité biologique qui évolue vers celle mesurée sous forêt.  
⇨ Reconstitution d'un nouvel équilibre biologique proche de celui du milieu naturel.*

• Minéralisation des biomasses protectrices, recycleuses et alimentaires dans les systèmes de semis direct.

• *En semis direct précoce, sous faible humidité risque d'immobilisation forte de N, P, bases  
⇨ Nécessité faire avance N minéral + fumure PK starter, soluble, de faible niveau.*

• Stratégies de fertilisation minérale dans les systèmes de semis direct :  
- corrective immédiate  
- corrective progressive

• *L'efficacité de la pompe biologique (toutes fonctions au dessus et au dessous de la surface) est nettement supérieure avec correction forte immédiate ⇨ Productivités plus élevées, plus stables, avec économie d'engrais.*

• Productivités des rotations et successions avec un maximum de semis direct - Phase 2 (1990/94).

• *Les productivités des successions annuelles en semis direct n'ont cessé de progresser entre 1990 et 1995.*

• Performances économiques réelles et simulées - Phase 2 (1990/94)  
• Performances agro-éco comparées sur culture de soja entre fumure conventionnelle et phosphatage de fond - MT 1994.  
• Fertilisation corrective de fort niveau - Phase 3 (1992/95)  
• Productivités des successions annuelles en semis direct - Phase 3 (1992/95)  
• Performances économiques réelles et simulées - Phase 3 (1992/95).

• *Les meilleures marges/ha (entre 130 et 400 US\$/ha) sont obtenues avec, simultanément : prix payés au producteur, élevés, (prix réels de l'année 1996) + taux d'intérêt de l'argent de 12%/an + fumure corrective immédiate de fort niveau, amortie sur 3 ans, (5 à 6 cultures successives).  
• Même avec des taux d'intérêts très élevés (48%/an) la fumure corrective immédiate + prix payés élevés conduisent toujours à des marges/ha positives.*

--- continuation ---

⇒ **Tableaux, graphiques et dessins**

• Modalités d'application du calcaire sur soja dans divers itinéraires techniques - Cooperlucas - MT 93/94

• Lutte intégrée contre les mauvaises herbes

• Concepts de gestion biologique du potentiel semencier d'adventices, en semis direct -  
- Option 1 ⇒ Les successions annuelles  
- Option 2 ⇒ Les tapis vivants

--- **À retenir** ---

• *Les amendements et engrais minéraux peuvent être appliqués sur le sol en semis direct, sans perdre d'efficacité.*

• *Les successions annuelles en semis direct, avec pompe biologique, permettent de mieux gérer biologiquement, le potentiel semencier d'adventices. De même pour les systèmes sur tapis vivants, encore plus efficaces ⇒ substitution de la flore adventice diversifiée (variable d'une année sur l'autre), par une seule espèce, exclusive.*

*Tous ces systèmes de semis direct, en renforçant le contrôle biologique, permettent de diminuer progressivement les doses d'herbicides, donc les coûts.*



**GESTION DE LA FERTILITÉ EN CONDITIONS ÉCONOMIQUES LIMITANTES, PAR LE SEMIS DIRECT  
OU  
COMMENT MIEUX MAINTENIR, UTILISER, VALORISER LES RESSOURCES NATURELLES.**

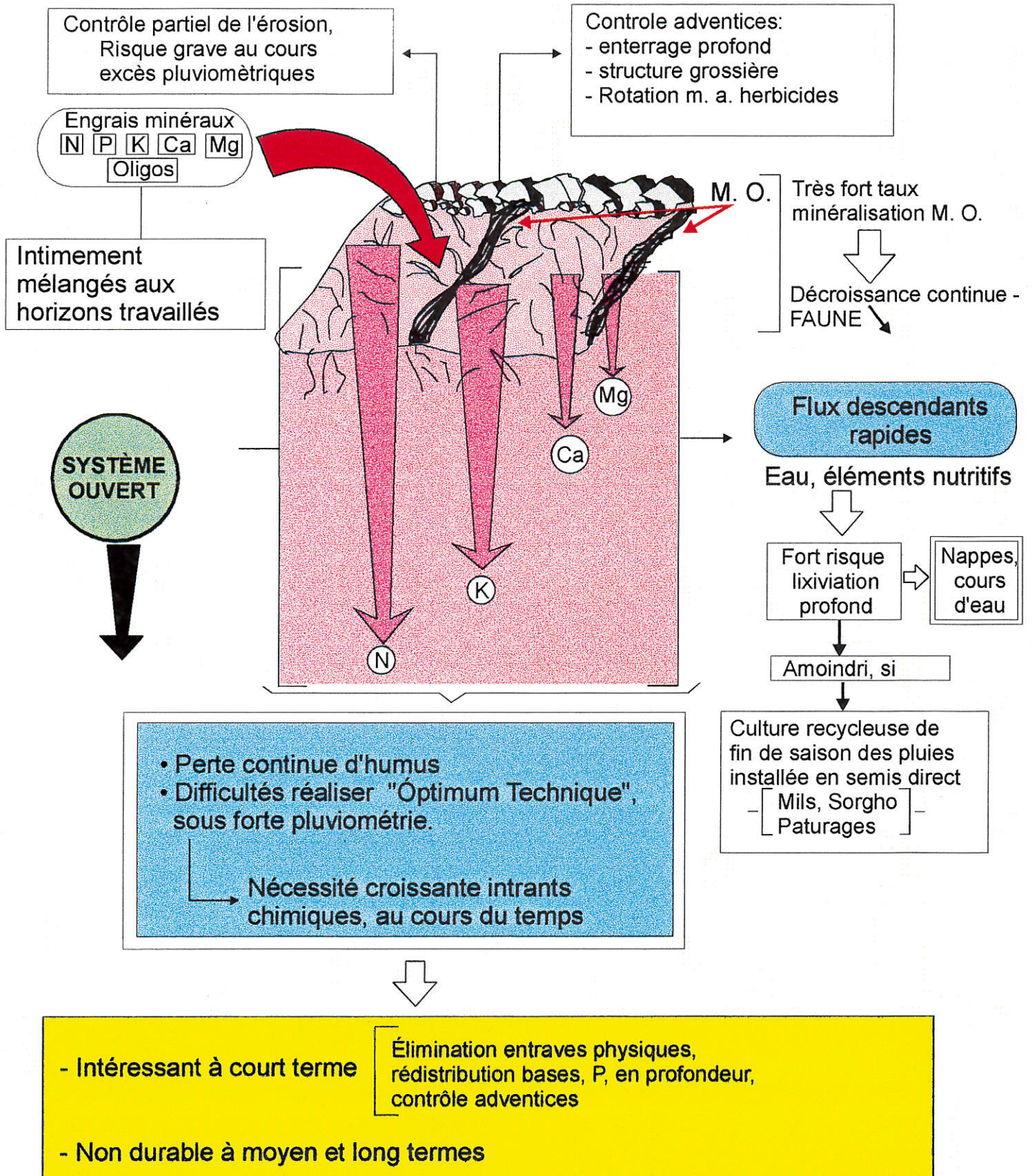
1. [En ne laissant rien perdre dans le système sol-plante ⇒ **Modèle de fonctionnement = L'écosystème forestier**  
[En récupérant les éléments nutritifs lixiviés en profondeur, hors de portée des cultures en système conventionnel.  
⇒ Fonctions assurées par le semis direct

  - Protection totale contre l'érosion ⇒ Couvertures mortes, vives.
  - Recyclage profond chaque année ⇒ Avant et/ou après chaque culture.
  - Interception des éléments nutritifs ⇒ Plantes à stolons et rhizomes.
2. [En extrayant du complexe absorbant des éléments nutritifs inassimilables pour les cultures commerciales,  
En régénérant la fertilité par plantes capables de produire des biomasses, sans engrais, en conditions de fertilité  
[totallement limitantes pour les cultures commerciales (→ excréations racinaires).  
⇒ **Le mil** pour sa capacité à extraire et recycler **K, B** en sol ferrallitique du Brésil (**Source** : CIRAD-CA Brésil)  
[**Cassia rotondifolia** pour sa capacité à régénérer la fertilité des sols ferrallitiques sur socle acide des hauts plateaux  
de Madagascar (**Source** : CIRAD-CA, FAFIALA, TAFA).
3. [En créant des conditions de production rentables et reproductibles, en présence de pestes végétales très  
[préjudiciables aux cultures commerciales : *Striga*, *Cyperus rotundus*, *esculentus*.  
⇒ Semis direct sur couvertures [ombrage  
[allélopathies] ⇒ *Pueraria*, *Calopogonium m.*, sur *Striga h.*, en Côte d'Ivoire  
(**Source** : H. Charpentier - CIRAD-CA).



# FONCTIONNEMENT DU PROFIL CULTURAL, SOUS TRAVAIL PROFOND DU SOL, EN ZONE TROPICALE HUMIDE.

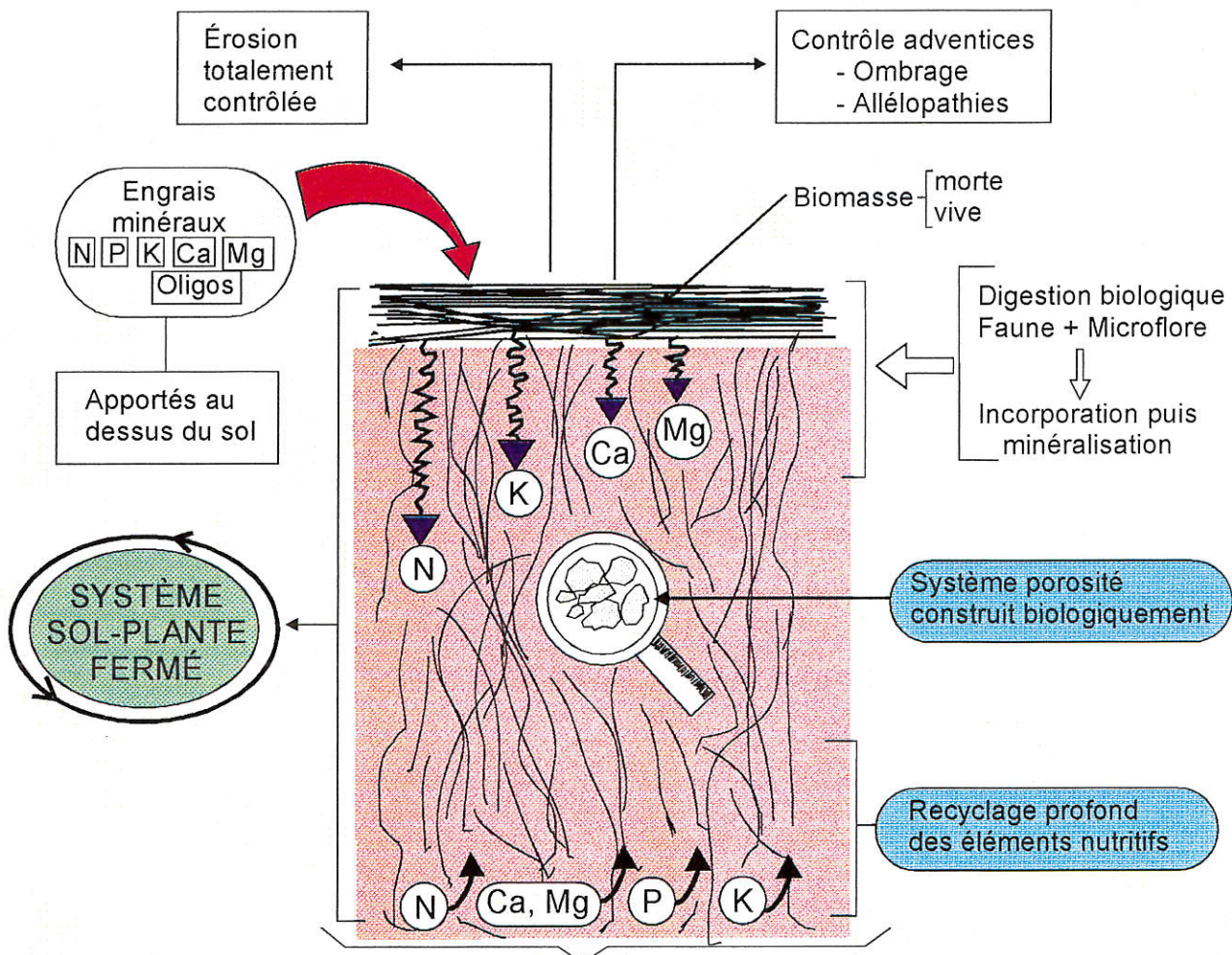
SOURCE: L. Ségué, S. Bouzinac - Mato Grosso - Brésil





## FONCTIONNEMENT DU PROFIL CULTURAL, SOUS SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT, EN ZONE TROPICALE HUMIDE.

• SOURCE: L. Séguy., S. Bouzinac., - Mato Grosso - Brésil



- Systèmes construits sur successions annuelles à 2 cultures, ou sur couvertures vivantes

→ Fonctionnent comme écosystème forestier=

- + Recycleurs et/ou intercepteurs efficaces, régénérateurs de la fertilité
- Soja, Riz, Maïs + Mil, Sorghos, Graminées fourragères, légumineuses
- Soja sur graminées pérennes (TIFTON)

- RISQUE, LIMITÉ → Immobilisation temporaire minéralisation sous conditions climatiques excessives, prolongées

### LE SOL N'EST QU'UN SUPPORT

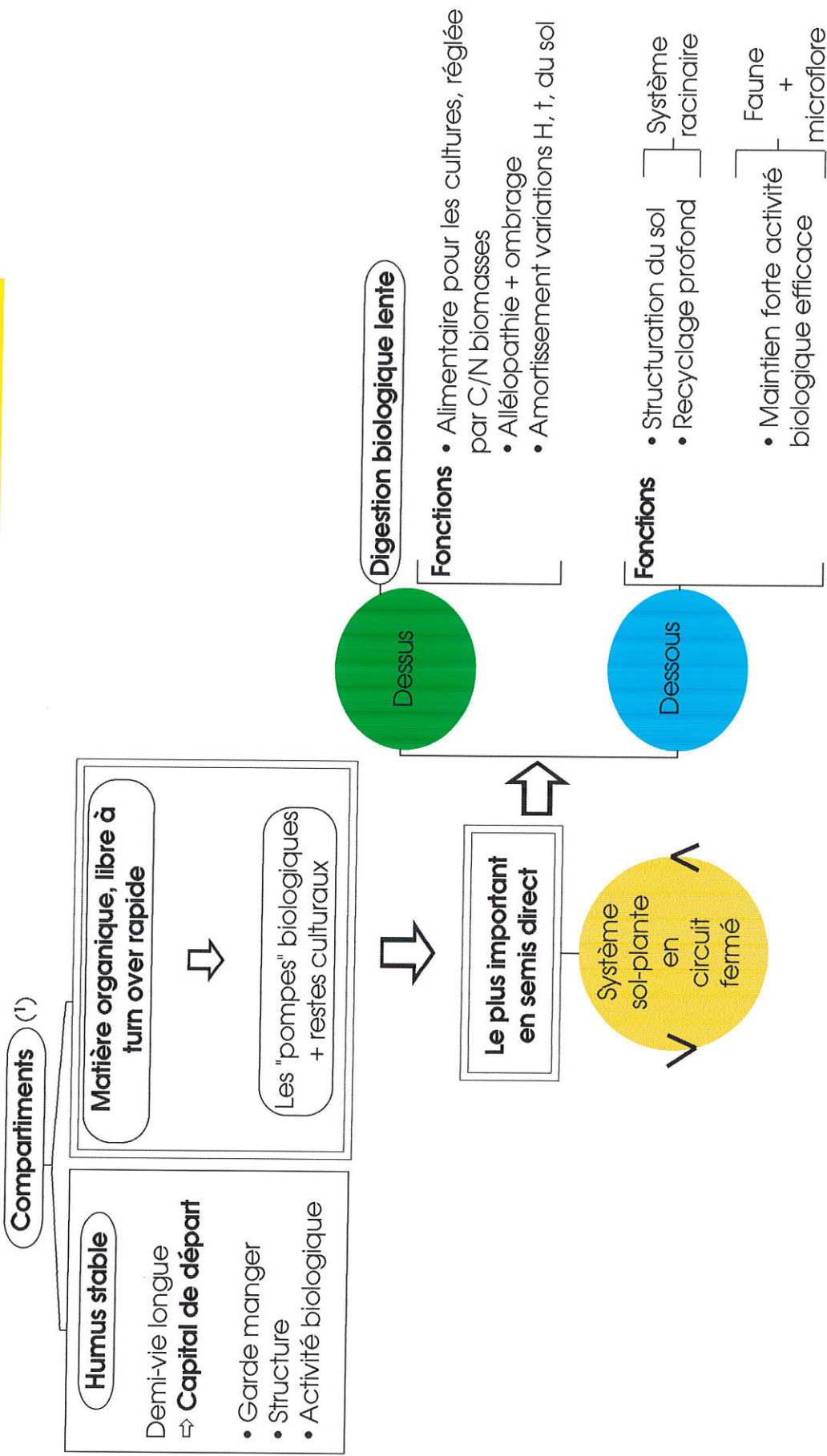
→ Alimentation cultures → De M. O. morte à M. O. vivante avec peu d'échanges avec sol minéral

- Système dépendant de capacité à produire et reproduire

Biomasses à moindre coût, chaque année.

M. O. à Turn Over rapide, moteur de la durabilité, humus, rôle secondaire, excepté capital de départ

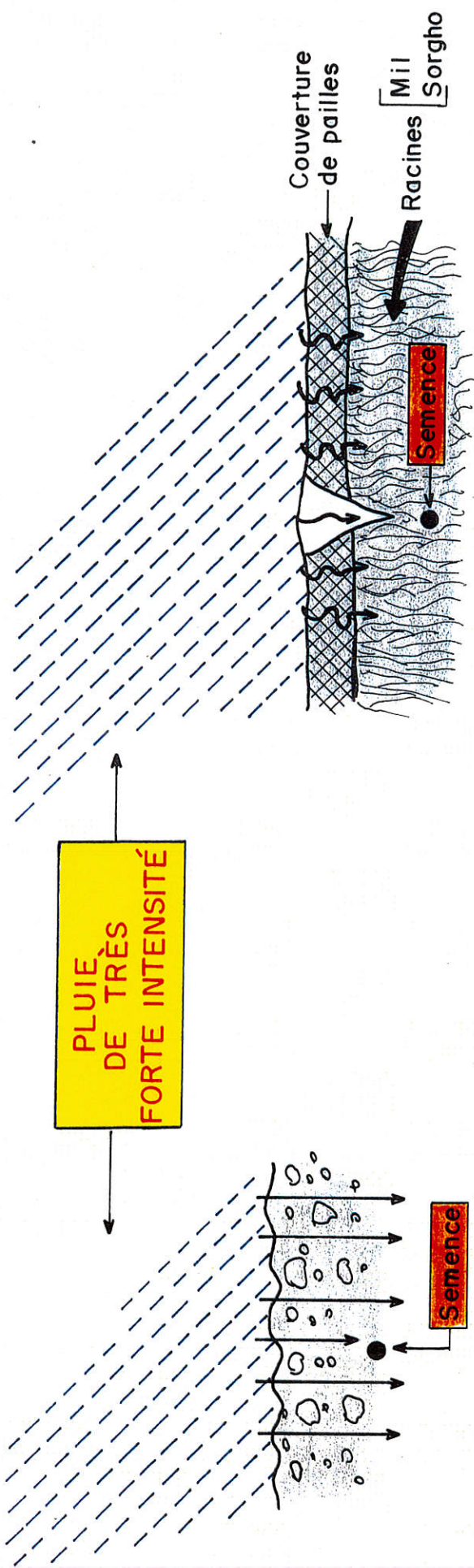
⇒ **RÔLE DE LA MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL, DANS LES SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT EN RÉGIONS TROPICALES CHAUDES ET HUMIDES**



(1) Simplifiés

Source : L. Séguy, S. Bouzinac et al., Fronts pionniers du Mato Grosso - 1990-96





**TRAVAIL DU SOL CONVENTIONNEL OU PROFOND**

- Flux d'eau arrive rapidement au niveau de la semence
- Fort risque d'entraîner les herbicides de préémergence et pesticides
- Forte risque de Phytotoxicité

Sur la culture en Germination

**Modes de gestion des sols et flux d'eau dans les premiers cm du sol**

**SEMIS DIRECT DANS LA PAILLE**

- Flux d'eau amorti par la paille + racines
- L'eau s'infiltré lentement

Risque minimum de forte Phytotoxicité

SOURCE: [Séguy L., Bouzinac S., (CIRAD-CA)-1995  
Groupe Maeda]



**POUVOIR PATHOGÈNE DU SOL  
x  
ITINÉRAIRES TECHNIQUES**

1 - **SEMIS PRÉCOCE  
SUR**

TRAVAIL PROFOND  
COUVERTURE DE PAILLE ( Semis direct)

**AU NIVEAU DU PROFIL CULTURAL**

- ALTERNANCES HUMIDIFICATION - DESSICATION
- PROFIL CULTURAL BIEN AÉRÉ,  
BIEN OXYGÉNÉ
- DÉCOMPOSITION, MINÉRALISATION DES PAILLES
  - Rapide dans le profil
  - **Lente** au dessus du sol

Immobilisation temporaire **N**,  
P, K, bases, oligo-éléments

**AU NIVEAU DE LA GERMINATION ET DES  
CONDITIONS INITIALES DE CROISSANCE  
DES CULTURES**

■ POUVOIR PATHOGÈNE DU SOL, PEU AGRESSIF

□ TRAITEMENT CHIMIQUE DES SEMENCES → **SÉCURISANT**

- Coton
- Soja
- Maïs
- Riz

- [ • 17g. i. a. Thiabendazole (1)/100 kg semences )
- [ • 80g. i.a. Carboxin (2)+80g i. a. Thiram (3)/100 kg semences ]
- [ • 140g. i. a. Thiram (3) ]

- AU BRÉSIL
- (1)- Tecto 100 - (170g. P.C./100 kg)
  - (2) + (3) - Vitavax-Thiram 200 SC. ( 400g. P.C./100 kg)
  - (3) - Rhodiauram 700 - (200g. P.C./100 kg)



**POUVOIR PATHOGÈNE DU SOL  
x  
ITINÉRAIRES TECHNIQUES**

**2 - SEMIS TARDIF**

→ [ SEMIS DIRECT SUR  
•Mils  
•Sorghos ]

**AU NIVEAU DU PROFIL CULTURAL**

- SOL FRÉQUEMMENT SATURÉ D'EAU
- PROFIL CULTURAL LOCALEMENT ET TEMPORAIREMENT RÉDUCTEUR, ASPHYXIANT
- DÉCOMPOSITION, MINÉRALISATION DES PAILLES RAPIDE AU DESSUS DU SOL (bonne aération) PAR CHAMPIGNONS DOMINANTS, BACTÉRIES

**AU NIVEAU DE LA GERMINATION ET DES CONDITIONS INITIALES DE CROISSANCE DES CULTURES**

■ **POUVOIR PATHOGÈNE DU SOL TRÈS AGRESSIF**

- Aspergillus
- Fusarium
- Rhizoctonia
- Penicillium
- Rhizopus
- Colletotrichum

• GENRES

□ **TRAITEMENT CHIMIQUE DES SEMENCES** → **INDISPENSABLE**

- Coton
- Soja
- Sorghos
- Mils
- Riz

- 20g i.a. Thiabendazole (1) / 100 kg semences
- 100g i.a. Carboxin(2) + 100i.a. Thiram (3) / 100 kg semences
- 210g i.a. Thiram(3) / 100 kg semences

SOURCE: [ CIRAD-CA = Séguy L., Bouzinac S. - 1995  
Groupe Maeda ]

AU BRÉSIL [ • (1) - Tecto 100 ( 200g P. C. / 100kg)  
• (2)+3) - Vitavax- Thiram 200 SC. (500g P. C. / 100 kg)  
• (3) - Rhodiauram 700 (300g P. C. / 100kg) ]

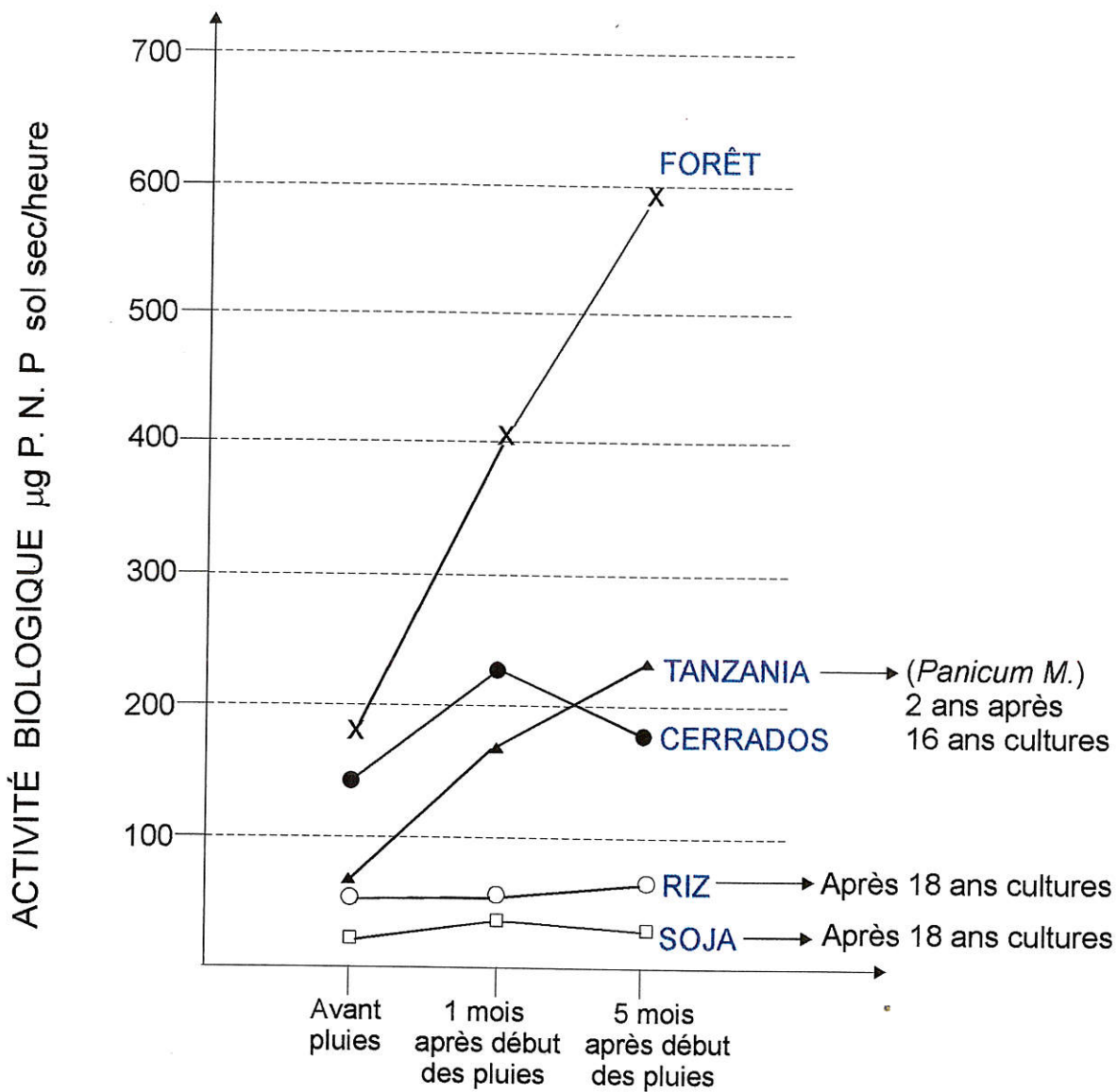
⇒ **ACTIVITÉ BIOLOGIQUE SOUS DIVERS MODES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES EN ÉCOLOGIES DE FORÊTS ET SAVANES HUMIDES DU CENTRE NORD MATO GROSSO**

| Écosystème  | Modes de gestion du sol et des cultures   | Activité termites (1) | Activité M.O. (test H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> ) (1) | Test d'aération Fe <sup>2+</sup> (1) | Test lixiviation Fe <sup>3+</sup> (1) | Autres éléments biologiques notables  |
|---|---|-----------------------|---|--------------------------------------|---------------------------------------|---|
| <b>Forêt</b> (2)  | Milieu naturel  | +++<br>S<br>M<br>F    | +++<br>+++<br>+<br>+                                    | +++<br>+++<br>+<br>+                 | ++++<br>++<br>0                       | Acaréens + champignons<br>racines mycorrhisées  |
| <b>3 ans de culture</b>                                   | Monoculture riz   | 0<br>S<br>M<br>F      | 0<br>+++<br>++<br>+                                     | +++<br>+++<br>++<br>+                | +++<br>++<br>+                        | Sol compacté  |
| <b>10 ans de culture</b>                                  | 2 ans offset x monoculture riz<br>6 ans offset x monoculture soja<br>2 ans semis direct maïs + soja                             | ++<br>S<br>M<br>F     | +<br>+++<br>+<br>0                                      | +++<br>+++<br>+<br>0                 | +++<br>+++<br>+                       | Fort densité poils absorbants sur racines à partir 1,20 m   |
| <b>Cerrados</b>   |   |                       |   |                                      |                                       |   |
| <b>Pâturage dégradé</b><br>( <i>Brachiaria</i> d. 15 ans) | Pâturage extensif   | +++<br>S<br>M<br>F    | +++<br>0<br>0<br>0                                      | ++<br>+<br>0                         | ++<br>+++<br>0                        | Nombreuses boulettes fécales de termites  |
| <b>18 ans de culture</b>                                  | 2 ans offset x monoculture riz<br>10 ans offset x monoculture soja<br>4 ans labour x rotations<br>2 ans semis direct soja + mil | ++<br>S<br>M<br>F     | 0<br>0<br>0<br>0  | +++<br>+<br>0                        | +++<br>+<br>+                         | Nombreuses galeries termites  |
| <b>16 ans de culture + 2 ans de <i>Panicum m.</i></b>     | 2 ans offset x monoculture riz<br>10 ans offset x monoculture soja<br>4 ans labour x rotations<br>2 ans pâturage (semis direct) | 0<br>S<br>M<br>F      | +++<br>+<br>0   | +++<br>++<br>0                       | ++<br>+++<br>0                        | Acaréens, collemboles<br><i>Enchytraeides</i><br>Fort densité poils absorbants sur racines à partir 170 cm (racines à 2,50 m) |

(1) 0 = nulle ; + = faible ; ++ = moyenne ; +++ = forte ; ++++ = très forte - S = surface ; M = milieu profil (60-80 cm) ; F = 150 cm.  
 (2) Sol ferrallitique hydraté.

• **Source** : C. Bourguignon - LAMS  
 Fronts pionniers Mato Grosso - 1994

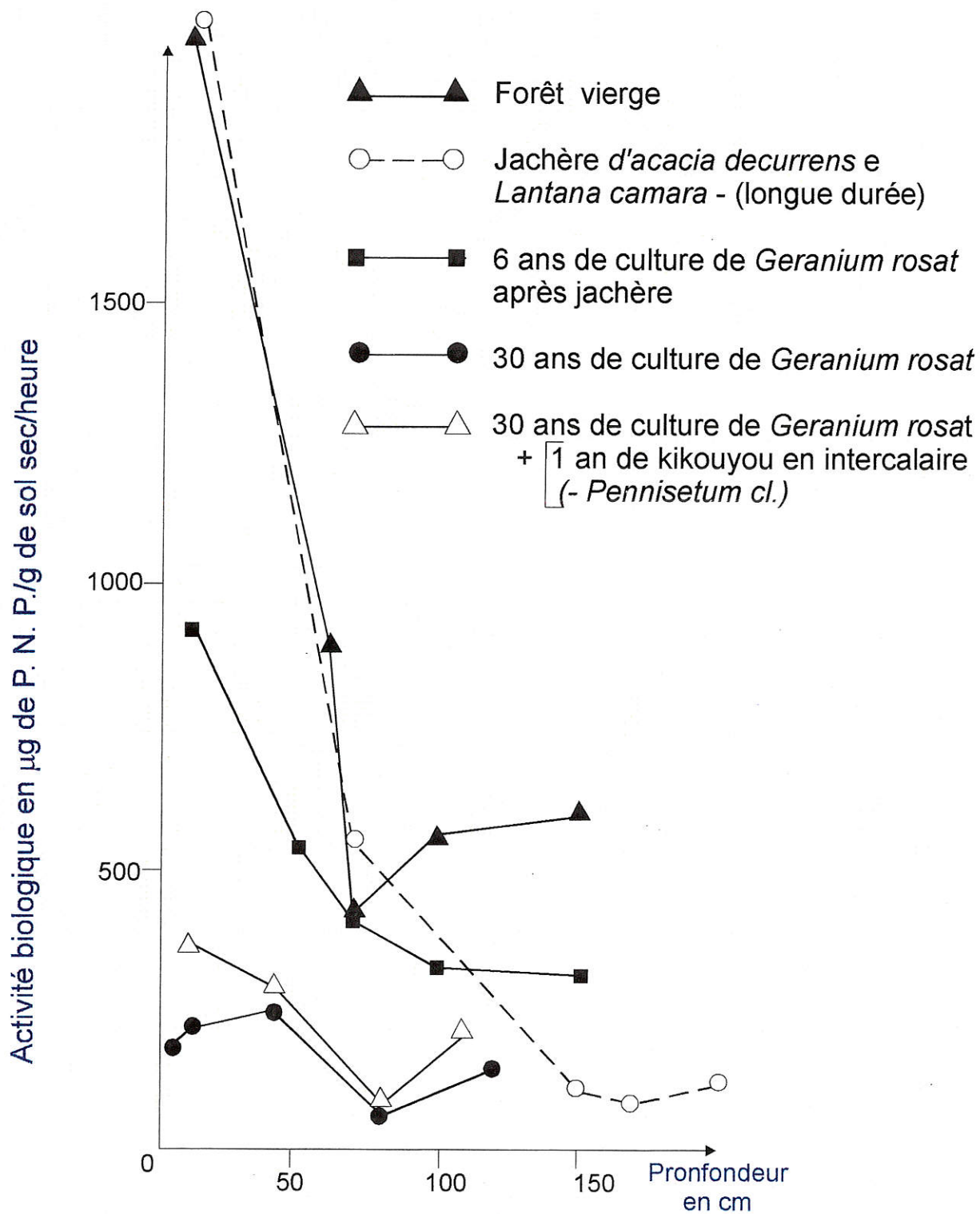




Activité biologique, mesurée en  $\mu\text{g}$  de P. N. P./g de sol sec/heure (Phosphatase acide), sous différents écosystèmes, en fonction du régime pluviométrique - Sols Ferrallitiques du centre nord Mato Grosso

● SOURCE: C. Bourguignon, LAMS - MAREY-SUR-TILLE - 21120 IS-SUR-TILLE - 1994

## ÉCOSYSTÈMES CULTIVÉS ET NATURELS DE L'ILE DE LA REUNION - (Hauts de l'ouest)





⇒ **MINÉRALISATION DES BIOMASSES PROTECTRICES, RECYCLEUSES ET ALIMENTAIRES, DANS LES SYSTÈMES DE SEMIS DIRECT**

| Nature de la biomasse | Stade de développement (jours après semis)   | Taux de minéralisation sous la culture (1) | Conséquence sur conduite de la culture commerciale (Coton, soja)   |
|-----------------------|--|--|--|
| <b>Mill</b>           | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">                     40-50 jours<br/>± 60 jours<br/>± 90 jours                 </div> | 1. > 60%<br>2. 40 a 60%<br>3. < 40%        | - <b>Apport N minéral au semis, à la volée ou sous la ligne de semis.</b><br><br>• Quantité, d'autant plus importante que biomasse plus lignifiée :<br>- De 20 N/ha (1, 2, 4) à 30-40 N/ha (3, 5, 6) |
| <b>Sorgho</b>         | <div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block;">                     40-50 jours<br/>± 60 jours<br/>± 90 jours                 </div> | 4. 40 a 50%<br>5. 30 a 50%<br>6. < 30%     | • <b>Renforcer N</b> , dans les 30 premiers jours de croissance, systématiquement.   |

(1) Estimations par mesure des différences de biomasse entre semis et récolte, seulement sur la biomasse au dessus du sol (non compris le système racinaire → 3-6 t/ha sur 1,50 m).

**Source** : L. Séguy, S. Bouzinac et al., - Cooperlucas - MT, 1994 et Groupe Maeda - GO, 1995/96.



2 STRATÉGIES DE FERTILISATION



**CHOIX DÉTERMINÉ :**

- Par les conditions économiques de la production
- Par le niveau de capitalisation du producteur



⇨ CORRECTIVE IMMÉDIATE (\*)

SACHANT QUE

■ LES BIOMASSE DES POMPES BIOLOGIQUES SERONT BEAUCOUP PLUS IMPORTANTES, EN VOLUME ET EFFICACITÉ

- Sous la culture
- En saison sèche

• MEILLEURE PROTECTION DU SOL

- Pour les cultures
- Pour la faune, microflore

• FONCTION NOURRICIÈRE PLUS IMPORTANTE

- Restructuration permanente
- Recyclage profond et interception des éléments minéraux

• ENRACINEMENT PLUS PUISSANT, PLUS EFFICACE DANS SES FONCTIONS DE

- Couverture plus rapide
- Biomasse plus épaisse

• MEILLEUR CONTRÔLE DES ADVENTICES

■ PRODUCTIVITÉS DES CULTURES PLUS ÉLEVÉES ET PLUS STABLES

Thermophosphate  
Fosmag

\* + Gypse + KCl, en fond, pour 5-6 cultures (3 ans)



**CORRECTIVE PROGRESSIVE**

## **RÉAJUSTANT LES NÉCESSITÉS DE CHAQUE CULTURE DANS LES SYSTÈMES POUR PRENDRE EN COMPTE :**

- La fourniture d'éléments minéraux par les biomasses.
- Les pertes minimales d'éléments minéraux dans le système sol-cultures.
- La dynamique des systèmes racinaires et ses rapports avec les flux d'alimentation hydrique et minérale des cultures.



**BASÉE SUR LES EXPORTATIONS D'ÉLÉMENTS MINÉRAUX, BILANS MINÉRAUX**

**DANS LA MESURE OÙ**

**INTENSE ACTIVITÉ BIOLOGIQUE**

- Structure favorable
- Minéralisation active M.O.

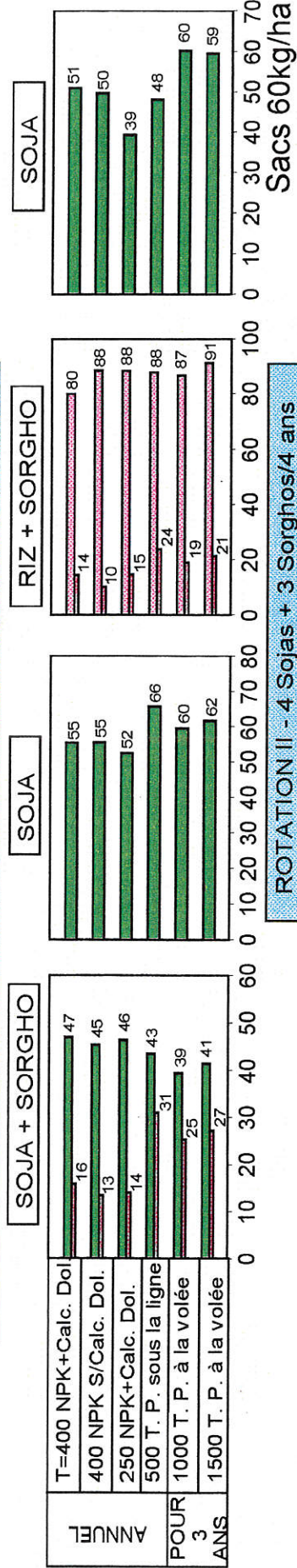


2<sup>e</sup> PHASE

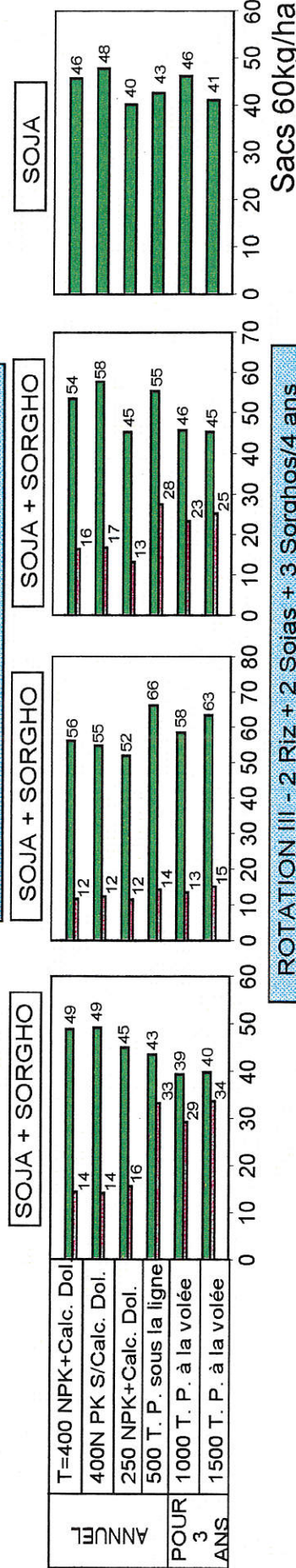
PRODUCTIVITÉS DES ROTATIONS EN SACS DE 60 kg/ha

1990/94

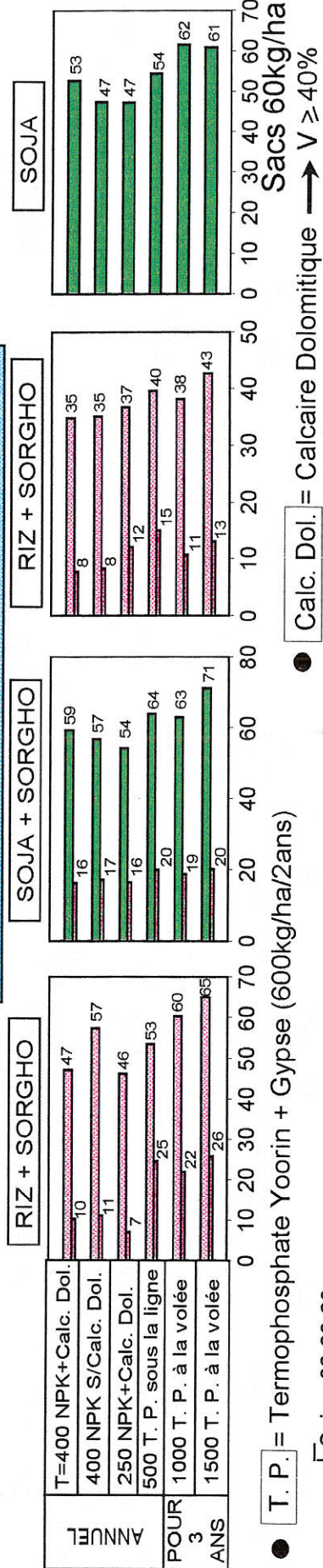
ROTATION I - 2 Cultures en succession/an, alternées avec une seule culture/ an



ROTATION II - 4 Sojas + 3 Sorghos/4 ans



ROTATION III - 2 Riz + 2 Sojas + 3 Sorghos/4 ans



- T. P. = Termophosphate Yoorin + Gypse (600kg/ha/2ans)
- NPK [ Soja - 02-20-20  
Riz - 04-20-20
- Calc. Dol. = Calcaire Dolomitique → V ≥ 40%
- Sorgho - sans engrais

SOURCE: L. séguy., S. Bouzinac., Cooperlucas - Fazenda Progresso - MT - 1990/95

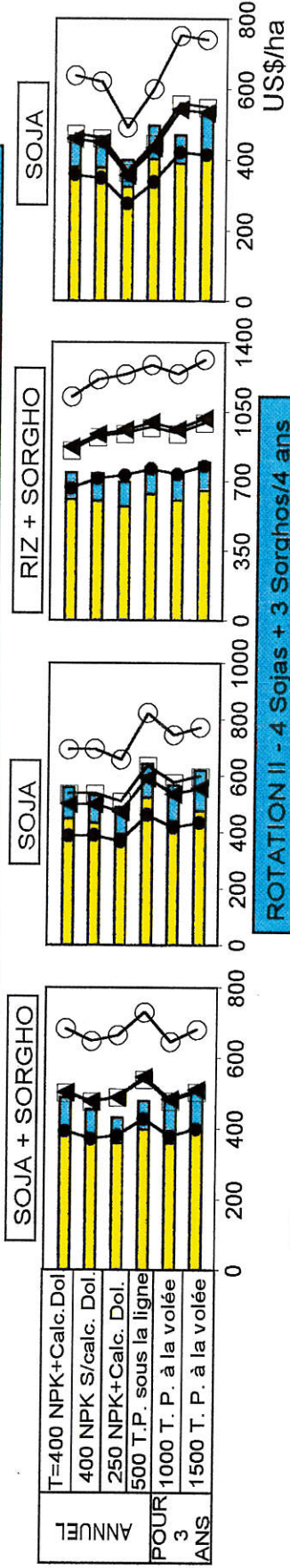


**2<sup>a</sup> PHASE**

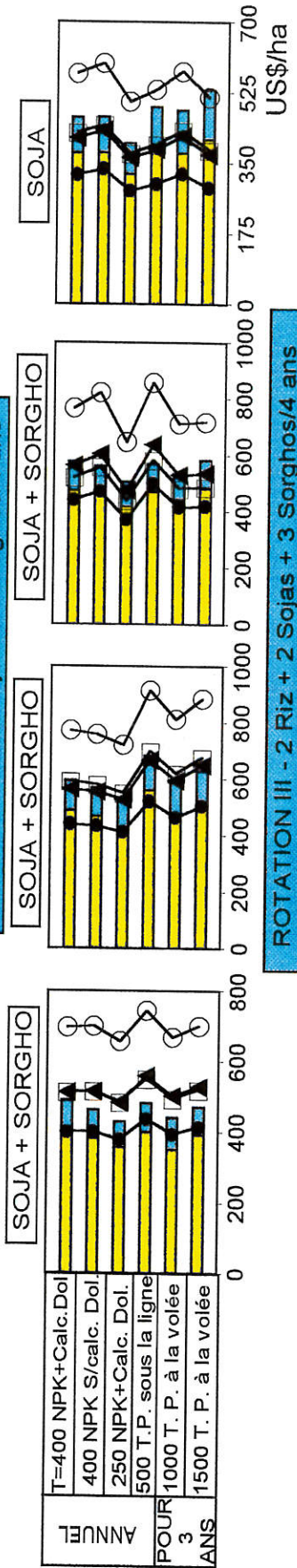
**PERFORMANCES ÉCONOMIQUES RÉELLES ET SIMULÉES**

1990/94

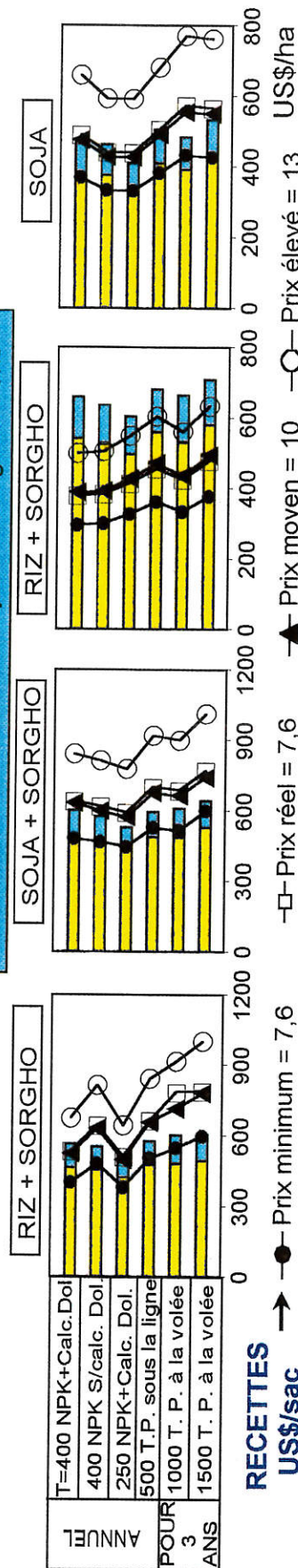
**ROTATION I - 2 Cultures en succession/an alternées avec une seule culture/ an**



**ROTATION II - 4 Sojas + 3 Sorghos/4 ans**



**ROTATION III - 2 Riz + 2 Sojas + 3 Sorghos/4 ans**



**RECETTES US\$/sac**

■ Coûts de production de la culture + 20% - intérêts 12%/an  
■ Coûts de production de la culture + 48% - intérêts 52%/an  
● Prix minimum = 7,6    □ Prix réel = 7,6    ▲ Prix moyen = 10    ○ Prix élevé = 13

● T. P. = Termophosphate Yoorin + Gypse (600kg/ha/2ans)  
● Soja - 02-20-20    ● Calc. Dol. = Calcaire Dolomitique → V ≥ 40%  
● Riz - 04-20-20    ● Sorgho - sans engrais

SOURCE: L. séguy., S. Bouzinac., Cooperlucas - Fazenda Progresso - MT - 1990/95



⇨ **PERFORMANCES AGRO-ÉCONOMIQUES COMPARÉES SUR CULTURE DE SOJA, ENTRE FUMURE CONVENTIONNELLE ET PHOSPHATAGE DE FOND, CHEZ 9 AGRICULTEURS PILOTES, EN ÉCOLOGIE DE SAVANES HUMIDES DU CENTRE NORD MATO GROSSO - MT - 1994.**

| Types de fumure   | Productivité Kg/ha | % T | Augmentation            |  | Augmentation                      |                                       | Augmentation      |                   | Plus value        |                   | Economie engrais année suivante US\$/ha (4) |
|---|--------------------|-----|-------------------------|--|-----------------------------------|---------------------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|---|
|   |                    |     | due à phosphatage Kg/ha | productivité due à phosphatage US\$/ha | recette due à phosphatage US\$/ha | coût/ha (3) due à phosphatage US\$/ha | Amortie sur 2 ans | Amortie sur 3 ans | Amortie sur 2 ans | Amortie sur 3 ans |   |
| • Phosphatage (1)<br>+ NPK sous la ligne                          | 3 540              | 131 | + 837<br>(14 sacs)      | + 130                                  | + 107                             | + 69                                  | + 23              | + 61              | + 73              |                   |   |
| • Fumure NPK conventionnelle (2)<br>sous la ligne<br>(Témoin (T)) | 2 703              | 100 | -                       | -                                      | -                                 | -                                     | -                 | -                 | -                 |                   |   |

(1) 300 Kg/ha 02-20-20 sous la ligne + phosphatage au thermophosphate Yoorin master ⇒ 1 100 à 2 000 Kg/ha - **Moyenne  $\bar{X}$**  = 1 255 Kg/ha.

(2) 400 Kg/ha 02-20-20, sous la ligne.

(3) **Intérêts annuels** = 12%

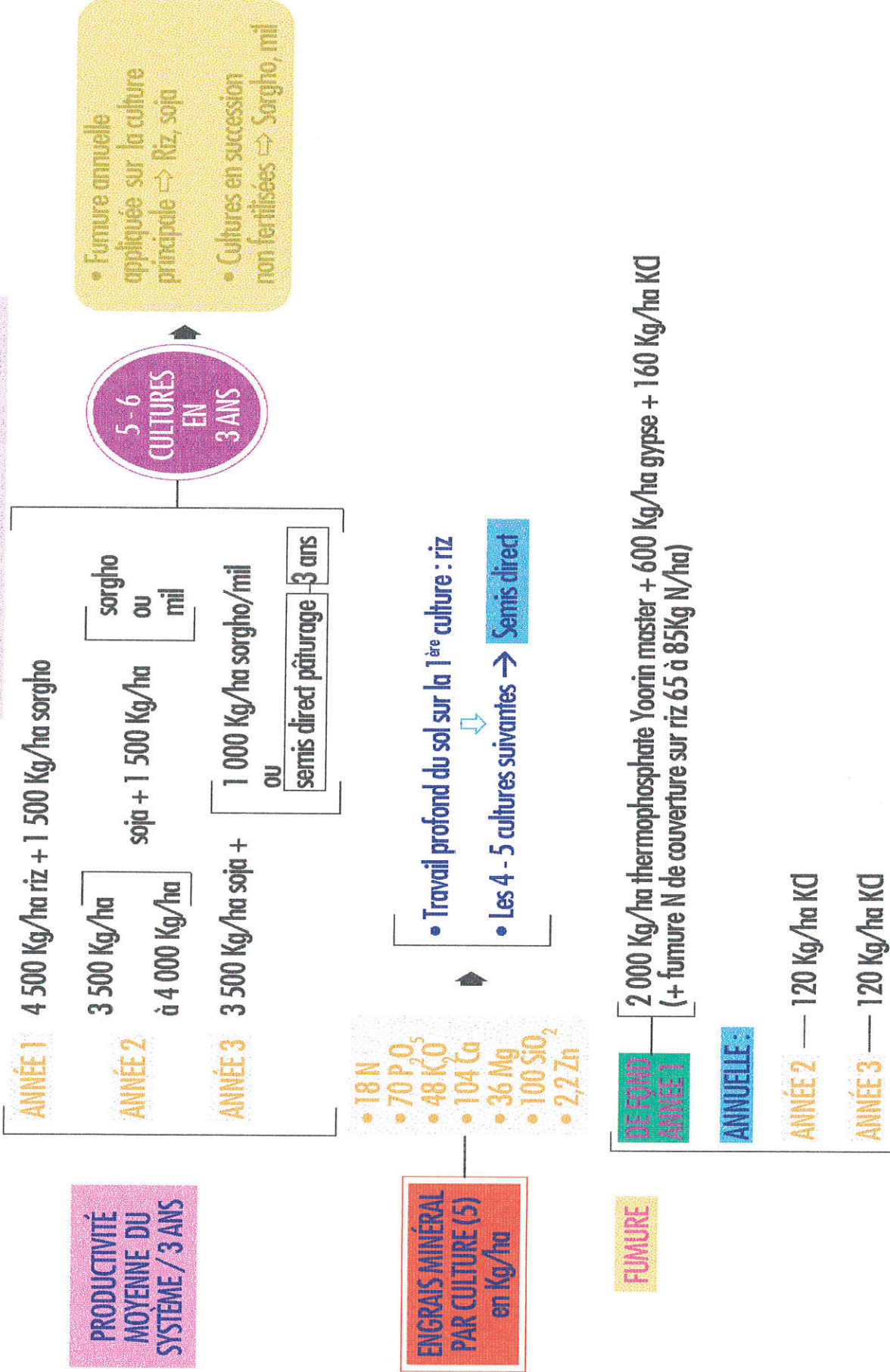
(4) 100 Kg/ha KCl sur parcelles phosphatées, au lieu de 400 Kg/ha de 02-20-20 sur parcelles avec fumure conventionnelle.

• **Productivité mesurée sur 10 ha/chaque niveau de fumure/agriculteur**  
**CV % = 11,9**  
**ETR = 324**  
**Effet phosphatage significatif au seuil 5%.**

• **Source** : L. Séguy, S. Bouzinac, A. Trentini ; Cooperlucas, Lucas do Rio Verde - MT - 1994.

**ÉCOLOGIES DES FORÊT ET SAVANES HUMIDES  
DU CENTRE NORD DU MATO GROSSO 1994**

**FERTILISATION CORRECTIVE DE NIVEAU ÉLÉVÉ**



**SOURCE :** L. Séguy, S. Bouzinac, M. Matsubara et A. Trentini - 1987 - 1995



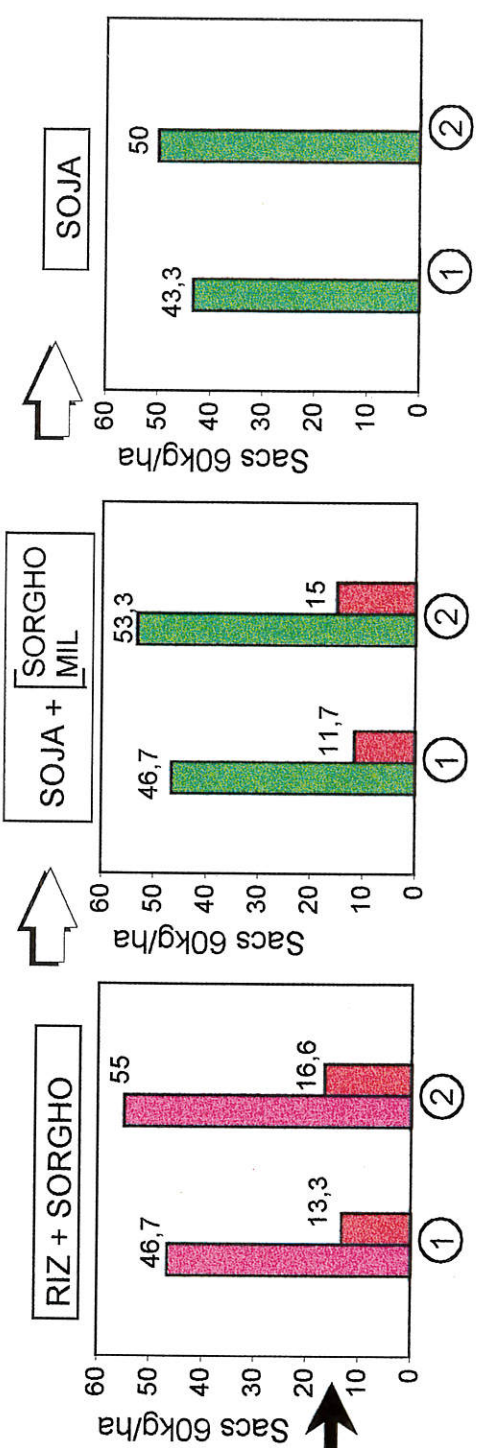
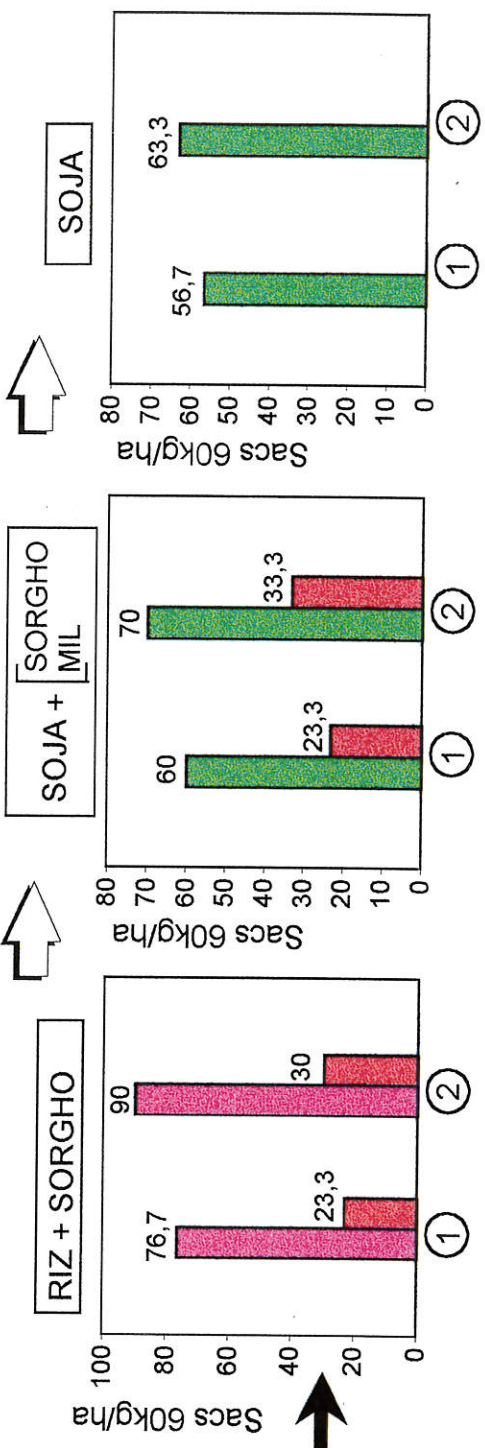
**PHASE 3**

**PRODUCTIVITÉS DES ROTATIONS**

1992/95

■ 2000 kg/ha  
 thermophosphate  
 + 600 kg/ha gypse  
 + 160 kg/ha KCl  
 en fond /3 ans  
 • SOJA = 60 K<sub>2</sub>O/ha  
 • RIZ = 60 K<sub>2</sub>O+85N  
 • SORGHO, MIL = 0  
 Travail profond année 1 + 4  
 semis direct en suivant

■ NPK annuel + calcaire  
 dolomitique ( V ≥ 40%)  
 • SOJA = 250 kg/ha 02-20-20  
 • RIZ = 250 kg/ha 04-20-20  
 + 100 kg/ha urée  
 • SORGHO, MIL = 0  
 Travail profond année 1 + 4  
 semis direct en suivant



① — ② Intervalle de productivité possible → Hypothèse basse ① - Hypothèse haute ②

■ RIZ ■ SOJA ■ SORGHO OU MIL

SOURCE: L. séguy., S. Bouzinac., Cooperlucas, Fazenda Progresso - MT - 1990/95



**PHASE 3**

**PERFORMANCES ÉCONOMIQUES RÉELLES ET SIMULÉES**

1992/95

■ 2000 kg/ha  
 thermophosphate  
 + 600 kg/ha gypse  
 + 160 kg/ha KCl/

en fond/  
 3 ans

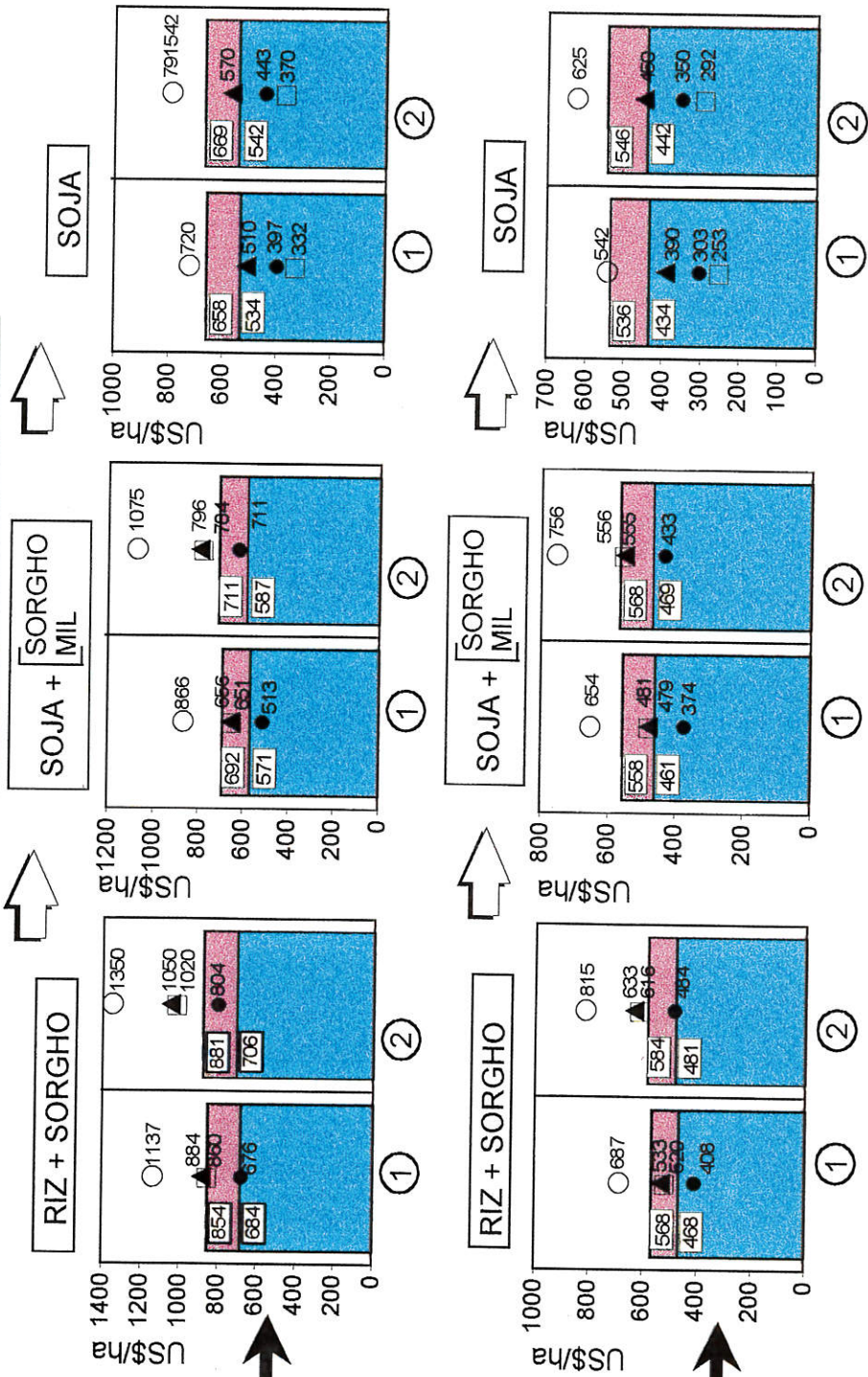
• SOJA = 60 K<sub>2</sub>O/ha  
 • RIZ = 60 K<sub>2</sub>O+85N  
 • SORGHO, MIL = 0

Travail profond année 1 + 4  
 semis direct en suivant

■ NPK annuel + calcaire  
 dolomitique ( V ≥ 40%)

• SOJA = 250 kg/ha 02-20-20  
 • RIZ = 250 kg/ha 04-20-20  
 + 100 kg/ha urée  
 • SORGHO, MIL = 0

Travail profond année 1 + 4  
 semis direct en suivant



**RECVETTES** → ● Prix minimum - Riz = 7,6 - Soja = 7,0 - Sorgho = 4,0  
 US\$/sac → ▲ Prix moyen - Riz = 10 - Soja = 9,0 - Sorgho = 5,0

■ Coûts de production de la culture + 20% - **intérêts 12%/an**  
 ■ Coûts de production de la culture + 48% - **intérêts 52%/an**

□ Intervalle de productivité possible → Hypothèse basse (1) - Hypothèse haute (2)

SOURCE: L. séguy., S. Bouzinac., Cooperlucas, Fazenda Progresso - MT - 1990/95



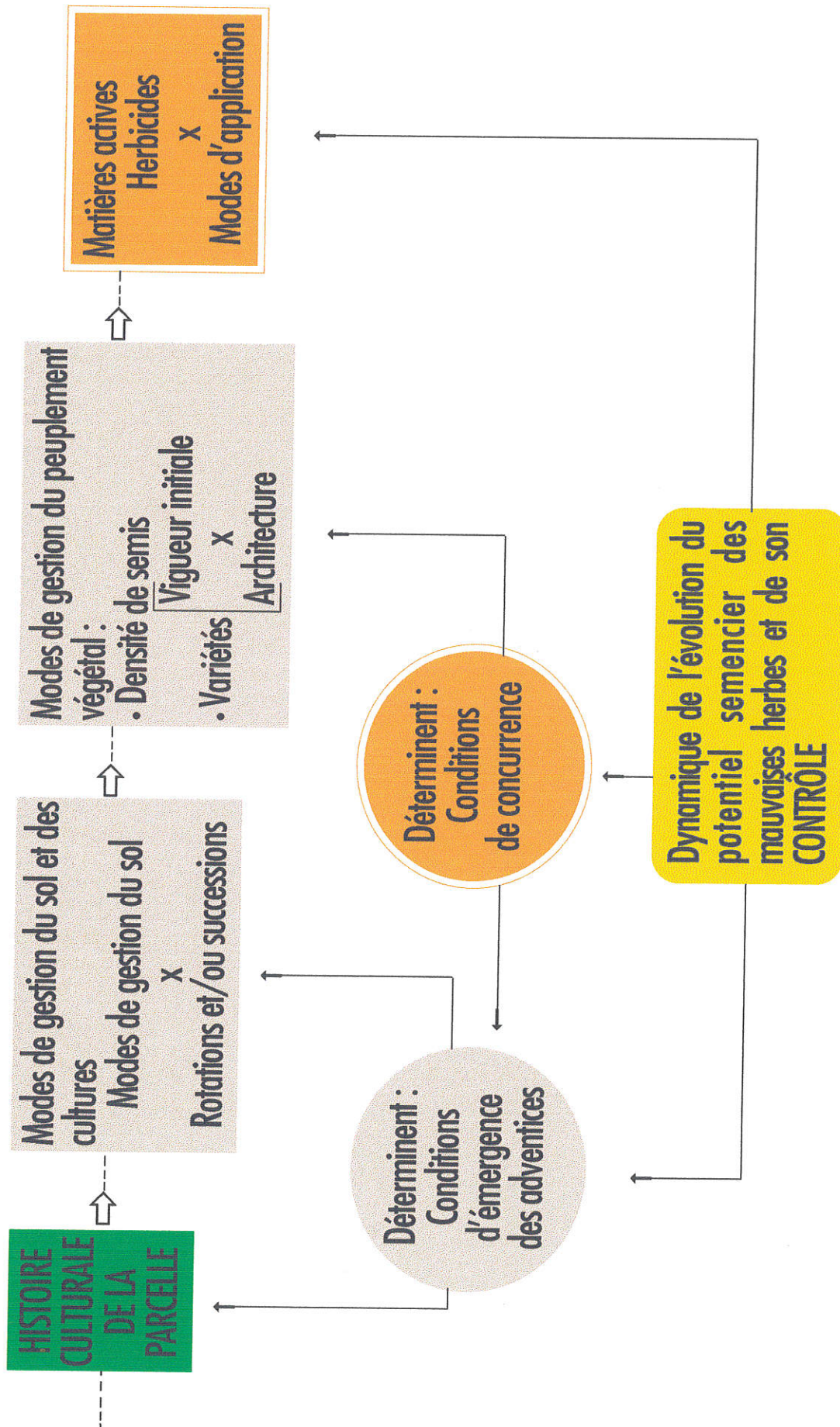
Modalités d'application du calcaire sur soja (EMGOPA 306), en 2<sup>ème</sup> année de culture, sur précédents riz et riz + ml, après pâturage dégradé à *Brachiaria decumbens*, dans divers itinéraires techniques - Cooperlucas - MT - 1993/94

| Précédent<br>cultural  | Itinéraire technique 1993-94<br>sur soja  | Productivité<br>soja<br>Kg/ha             |
|--|---|---|
| Résidus de<br>récolte riz  | Semis direct tardif <sup>1</sup><br>Semis direct tardif + application calcaire <sup>2</sup>   | 2 630 (100)<br>2 730 (104)                |
| Résidus de<br>récolte riz<br>+<br><b>Pompe<br/>ml</b><br><b>recycleuse</b> | Semis direct tardif <sup>1</sup><br>Semis direct tardif + application calcaire <sup>2</sup><br>Offset x Semis direct tardif + application calcaire <sup>2</sup> | 3 154 (120)<br>3 465 (132)<br>3 671 (140) |

1. Semis tardif = 20 novembre 1993

2. Application de calcaire = 2,5 t/ha de calcaire dolomitique début novembre 1993.

**LUTTE INTÉGRÉE CONTRE LES ADVENTICES**



**SOURCE : L Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA  
Groupe MAEDA - 1995**

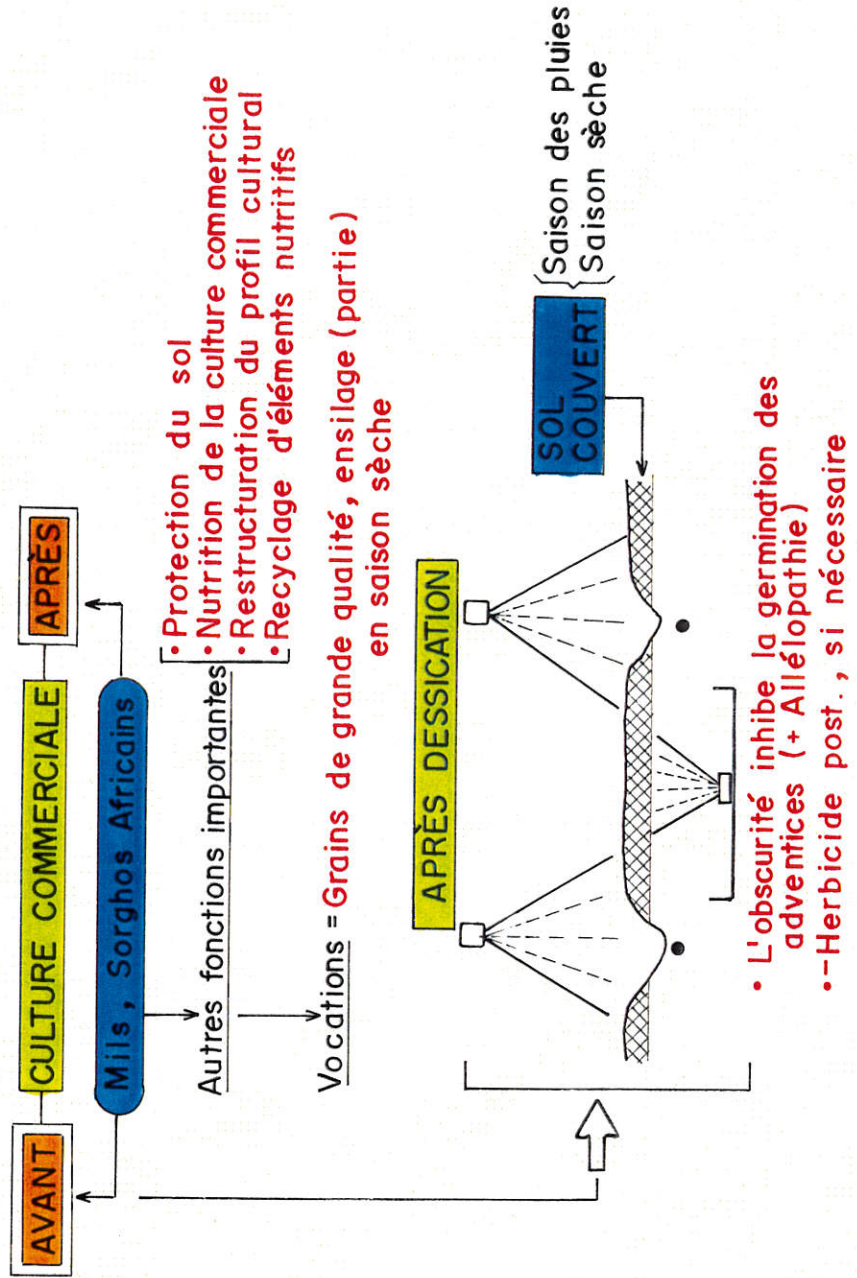


# NECESSITÉ DE RENFORCER LA COUVERTURE DU SOL

## Concepts de gestion agrobiologique du potentiel semencier d'adventices, á moindre coût

### OPTION 1

Des cultures annuelles, produites á moindre coût, fournisseuses de grandes biomasses rapidement, en conditions pluviométriques marginales, dominent la flore adventice, avant et/ou après la culture commerciale.



## OPTION 2

Une plante de port rampant (stolons empilés à la surface du sol), pérenne (par semences, ou/et stolons, ou/et rhizomes), domine toute la flore adventice.

↳ Substitution d'un grand nombre d'adventices par une seule, exclusive et permanente.

↳ Concept de gestion

- Installer ce tapis vivant à moindre coût, dans culture commerciale
- Gérer ce tapis vivant, au moindre coût, durant la période courte de compétition initiale entre le semis et l'ombrage total de la surface, à partir duquel la compétition est minimale.

Gestion

- Herbicides
- Régulateurs de croissance

☐ TAPIS ⇨ Technologie dominée pour installation et contrôle à faible coût

*Calopogonium mucunoides*,  
*Coerulum*

*Pueraria phaseoloides*

*Tephrosia pedicellata*

*Arachis pintoi*, *repens*, sp.

*Sitizobium aterrinum*

*Dolichos lab-lab*

\* Légumineuses

*Cynodon dactylon* (Coast cross, Tifton 68, 85)

*Pennisetum clandestinum*

*Paspalum notatum*, *conjugatum*

\* Graminées

☐ CULTURES = Maïs, sorgho, haricot, soja, géranium, coton (en cours)





**Évolution des performances  
des cultures chez les agriculteurs  
pilotes (fermes de références)  
en écologies des cerrados  
et  
forêts humides  
du Centre Nord du Mato Grosso**

**1988/1994**

# Guide de tableaux relatifs aux performances des systèmes de culture chez les agriculteurs pilotes et coopérative Cooperlucas

## ⇒ Tableaux

## --- À retenir ---

• Surfaces plantées et productivités des cultures principales soja et riz - Région Centre-Nord du Mato Grosso - 1988/94

- *Entre 1988 et 1994, les surfaces plantées de soja ont augmenté de 319 878 ha à 457 000 ha (+43%), celles de riz pluvial de 53 627 à 86 000 (+ 60%)-*
- *Les productivités sont passés de 2 232 Kg/ha à 2 547 Kg/ha pour le soja (+14%), celles du riz pluvial de 1 680 Kg/ha à 2 034 Kg/ha (+21%).*

• Surfaces plantées et productivités des cultures de diversification : maïs, sorghos, mils - Région Centre Nord du Mato Grosso - 1990./94

- *Les cultures de diversification ont gagné un énorme espace en 4 ans : 174 000 ha de 2<sup>e</sup> culture de succession (pompe biologique), en semis direct.*
- *Le mil utilisé est un mil fourrager de faible productivité de grains ( $\pm$  500 Kg/ha), photosensible.*

• Évolution des surfaces plantées et de la productivité des cultures de soja et riz en écologies de cerrados et forêts -

- Municipales de Lucas do Rio Verde et de Sinop 1988/94

↳ Là où intervient la recherche CIRAD-CA

- *Sur les municipales où la recherche CIRAD-CA intervient, les surfaces de riz pluvial et soja ont progressé respectivement de 136% et 75%, entre 1988 et 1994 (6 ans).*
- *Dans le même temps les productivités sont passés de 1 426 Kg/ha à 2 100 Kg/ha pour le riz (+ 47%) et de 2 104 Kg/ha à 2 700 Kg/ha pour le soja (1) (+ 28%).*

• Performances des systèmes de culture en milieu réel, chez les agriculteurs pilotes dans les municipales de Lucas do Rio Verde et de Sinop - 1993/1996

- *Les moyennes des productivités en 1993/94, de soja et riz pluvial sont nettement plus élevées que la moyenne régionale des 2 municipales.*
- *Les meilleurs agriculteurs qui dominent bien les techniques de semis direct, produisent plus de 4 500 Kg/ha (2) de riz de qualité long fin, et plus de 3 300 Kg/ha de soja, avec des pointes de productivités sur riz jusqu'à 6 600 Kg/ha et 4 300 Kg/ha sur soja.*

(1) Productivité la plus élevée du Brésil.

(2) Champions de productivité de riz pluvial de qualité au Brésil.



## Surfaces plantées et productivités des cultures principales soja et riz pluvial - Région centre nord du Mato Grosso - 1993-94

### Culture da soja

| Municipes                 | Surface planté (ha) |         |         |         |           |           |         | Productivité (Kg/ha) |         |         |         |            |  |  |
|---------------------------|---------------------|---------|---------|---------|-----------|-----------|---------|----------------------|---------|---------|---------|------------|--|--|
|                           | 1988/89             | 1989/90 | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93   | 1993/94   | 1988/89 | 1989/90              | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93 | 1993/94(*) |  |  |
| Nova Mutum                | 75 000              | 65 808  | 55 000  | 79 875  | 115 000   | 130 000   | 2 222   | 1 920                | 2 280   | 2 520   | 2 460   | 2 640      |  |  |
| Tapurah                   | 35 800              | 21 590  | 15 288  | 24 500  | (1)       | (1)       | 2 100   | 2 040                | 2 050   | 2 100   | (1)     | (1)        |  |  |
| Lucas do Rio Verde        | 68 668              | 63 467  | 36 565  | 68 750  | 90 000    | 120 000   | 2 104   | 1 800                | 2 250   | 2 240   | 2 400   | 2 700      |  |  |
| Sorriso                   | 129 910             | 132 350 | 94 708  | 124 530 | 165 000   | 200 000   | 2 530   | 1 860                | 2 350   | 2 580   | 2 546   | 2 400      |  |  |
| Sinop                     | 10 500              | 5 776   | 1 500   | 2 000   | 4 500     | 7 000     | 2 110   | 1 575                | 2 100   | 2 100   | 2 100   | 2 400      |  |  |
| Au niveau régional        | 319 878             | 288 981 | 203 061 | 299 655 | (374 500) | (457 000) | 2 232   | 1 868                | 2 288   | (2 443) | (2 490) | (2 547)    |  |  |
| Total x moyenne régionale |                     |         |         |         |           |           |         |                      |         |         |         |            |  |  |

### Culture de riz pluvial

| Municipes                 | Surface planté (ha) |         |         |         |          |          |         | Productivité (Kg/ha) |         |         |         |            |  |  |
|---------------------------|---------------------|---------|---------|---------|----------|----------|---------|----------------------|---------|---------|---------|------------|--|--|
|                           | 1988/89             | 1989/90 | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93  | 1993/94  | 1988/89 | 1989/90              | 1990/91 | 1991/92 | 1992/93 | 1993/94(*) |  |  |
| Nova Mutum                | 7 792               | 1 065   | 6 044   | 12 177  | 22 000   | 25 000   | 1 500   | 1 000                | 1 775   | 1 800   | 1 620   | 1 800      |  |  |
| Tapurah                   | 5 258               | 2 280   | 2 485   | 5 000   | (1)      | (1)      | 2 100   | 1 200                | 1 616   | 2 100   | (1)     | (1)        |  |  |
| Lucas do Rio Verde        | 10 604              | 4 091   | 8 778   | 9 563   | 15 000   | 25 000   | 1 426   | 1 200                | 1 616   | 1 835   | 1 800   | 2 100      |  |  |
| Sorriso                   | 14 773              | 7 700   | 20 149  | 35 935  | 25 000   | 30 000   | -       | 1 000                | 2 081   | 1 560   | 1 342   | 2 100      |  |  |
| Sinop                     | 5 200               | 5 000   | 2 000   | 5 524   | 6 000    | 6 000    | 1 700   | 1 400                | 1 800   | 2 000   | 2 100   | 2 400      |  |  |
| Au niveau régional        | 53 627              | 20 136  | 39 456  | 68 199  | (68 000) | (86 000) | 1 680   | 1 162                | 1 902   | 1 717   | (1 600) | (2 034)    |  |  |
| Total x moyenne régionale |                     |         |         |         |          |          |         |                      |         |         |         |            |  |  |

(\*) Estimations

(1) - Données manquantes

- Source - Empaer, IBGE, Cooperatives

## Surfaces plantées (ha) et productivités des cultures de diversification - Région centre nord Mato Grosso - 1994

### ■ Mais comme culture principale

| Municípios         | Surfaces plantées (ha) |              |               |               |                         | Productivité (Kg/ha) |              |              |  |  |
|--------------------|------------------------|--------------|---------------|---------------|-------------------------|----------------------|--------------|--------------|--|--|
|                    | 1990/91                | 1991/92      | 1992/93       | 1993/94(*)    | 1990/91                 | 1991/92              | 1992/93      | 1993/94(*)   |  |  |
| Lucas do Rio Verde | 4 245                  | 2 500        | 5 000         | 5 000         | - (1)                   | - (1)                | 3 000        | 4 200        |  |  |
| Sorriso            | - (1)                  | - (1)        | 5 000         | 4 000         | - (1)                   | - (1)                | 4 496        | 3 600        |  |  |
| Sinop              | 1 800                  | 1 800        | 2 100         | 2 500         | 2 000                   | 2 200                | 2 400        | 3 000        |  |  |
| Total              | <b>6 045</b>           | <b>4 300</b> | <b>12 100</b> | <b>11 500</b> | $\bar{X} \Rightarrow$ - | -                    | <b>3 514</b> | <b>3 730</b> |  |  |

(\*) Estimations 1993/94

1 - Données manquantes

### ■ Les cultures de succession annuelles - maïs, sorgho et mil $\Rightarrow$ Estimations 1993/94

| Municípios         | Surfaces plantées (ha) |               |                | Productivité (Kg/ha)        |        |       |
|--------------------|------------------------|---------------|----------------|-----------------------------|--------|-------|
|                    | Maïs                   | Sorgho        | Mil            | Maïs                        | Sorgho | Mil   |
| Lucas do Rio Verde | 28 000                 | - (1)         | - (1)          | 1 200                       | - (1)  | - (1) |
| Sorriso            | 20 000                 | 12 000        | 110 000        | 1 600                       | 900    | 500   |
| Sinop              | 2 000                  | 500           | 1 500          | 1 800                       | 1 200  | 500   |
| Total              | 50 000                 | <b>12 500</b> | <b>111 500</b> | $\bar{X} \Rightarrow$ 1 384 | 912    | 500   |

\* Source = Empaer, IBGE, Cooperatives



Tableau 4

Évolution des surfaces plantées et de la productivité des cultures de riz et soja, en écologies de cerrados et forêts humides du Sud du Bassin Amazonien - Centre Nord du Mato Grosso - Sinop et Lucas do Rio Verde - MT - 1988 - 1994

| Écologie (1)<br>et<br>municipe | Riz pluvial |         |                        |         | Soja    |                        |  |
|--------------------------------|-------------|---------|------------------------|---------|---------|------------------------|--|
|                                | 1988/89     | 1991/92 | 1993/94                | 1988/89 | 1991/92 | 1993/94                |  |
| ■ Cerrados humides             |             |         |                        |         |         |                        |  |
| • Lucas do Rio Verde           | 10 604      | 9 563   | 25 000                 | 68 668  | 68 750  | 120 000                |  |
| ( <sup>2</sup> )               |             |         |                        |         |         |                        |  |
| ■ Forêts humides               |             |         |                        |         |         |                        |  |
| • Sinop                        | 1 426       | 1 835   | 2 100                  | 2 104   | 2 240   | 2 700                  |  |
| ( <sup>2</sup> )               |             |         |                        |         |         |                        |  |
| ■ Forêts humides               |             |         |                        |         |         |                        |  |
| • Sinop                        | 5 200       | 5 524   | 6 000                  | 10 500  | 2 000   | 7 000                  |  |
| ( <sup>2</sup> )               |             |         |                        |         |         |                        |  |
|                                |             |         | 496 ( <sup>3</sup> )   |         |         | 624 ( <sup>3</sup> )   |  |
|                                |             |         | 2 400                  | 2 110   | 2 100   | 2 400                  |  |
|                                |             |         | 4 183 ( <sup>3</sup> ) |         |         | 2 873 ( <sup>3</sup> ) |  |

(1) Écologies et municipes sur lesquels la recherche-action, intervient directement.

(2) Sols ferrallitiques acides

(3) Résultats mesurés par la recherche, chez les agriculteurs qui utilisent les technologies recommandées [Séguy L., Bouzinac S. et al., 1994 (21)].

Source : Services de vulgarisation publics (EMATER), et privés de l'État du Mato Grosso - 1988/94

□ Performances des systèmes de culture en milieu réel, chez quelques agriculteurs pilotes -1993/1996  
 Résultats d'enquêtes en écologies des cerrados et forêts humides du Centre Nord du Mato Grosso

• Source : COOPERLUCAS, EMATER, CIRAD-CA - 1993/96

| Écologie<br>et<br>année                  | Surfaces en hectares |             | Productivités en Kg/ha |              |
|--|----------------------|-------------|------------------------|--------------|
|  | Soja                 | Riz pluvial | Soja                   | Riz pluvial  |
| <b>Cerrados</b>                          |                      |             |                        |              |
| • Coopérative Cooperlucas (*)<br>1993/94 | 90 000               | 12 000      | 2 820                  | 2 400        |
| • Fazenda Progresso (1)<br>1993/94       | 1 800                | 300         | 3 420                  | 4 680        |
| 1994/95                                  | 1 800                | -           | 3 360                  | -            |
| <b>Forêts</b>                            |                      |             |                        |              |
| • Propriétaire Jorge Kamitani<br>1993/94 | 30                   | 120         | 2 520                  | 3 240        |
| • Propriétaire (2) Taffarel<br>1993/94   | 170                  | Maïs = 170  | 3 420                  | Maïs = 4 200 |
| 1995/96                                  | -                    | 60          | -                      | 3 700        |
| • 14 producteurs                         | 624                  | 496         | 2 873                  | 4 183        |

(1) Soja en semis direct, avec les succession ⇨ soja + sorgho, mil et mil + soja + mil - Pic de productivité sur 170 ha **4 320 Kg/ha**

(2) Semis direct continu, avec la succession soja + maïs - En 1996, riz en semis direct sur crotalaire - Pic de productivité sur 10 ha ⇨ 5 400 Kg/ha = Semis direct sur *Brachiaria ruziziensis*.

(\*) - Partenaire du CIRAD-CA entre 1992 et 1994 ⇨ Unité expérimentale centrale + réseau de fazendas de références ⇨ 500 hectares (cerrados + forêts)





## Conclusions

***La révolution agricole tropicale  
est en marche***

• Le dossier présenté, retrace la construction, par la recherche, oeuvrant avec, pour et chez les agriculteurs dans leur milieu, de nouveaux concepts et pratiques agricoles réellement adaptés aux contraintes pédoclimatiques des fronts pionniers de la zone tropicale humide de l'Ouest du Brésil. Les nouveaux concepts de gestion agrobiologiques des sols et leur mise en pratique sont basés sur le fonctionnement de la forêt ombrophile, adaptés à l'activité agricole : le sol est totalement protégé contre l'érosion par une forte biomasse en surface, pour éviter sa minéralisation rapide ; cette biomasse, véritable pompe biologique, est renouvelable, à moindre coût, avant et/ou après chaque culture, en conditions climatiques marginales et a pour fonctions agronomiques essentielles, à la fois, de protéger complètement le sol contre l'érosion, d'alimenter la culture par voie biologique, de minimiser, voire supprimer les pertes en éléments nutritifs dans le système sol-plante par un puissant système racinaire recycleur, de maintenir une biostructure stable dans le profil cultural, et de permettre un meilleur contrôle, des adventices et du complexe parasite des cultures, en général.

Trois grands types de systèmes de culture ont été construits à partir de ce concept de base, à l'image de la forêt : les systèmes de production continue de grains, bâtis sur des successions à 2 cultures annuelles (1 culture principale + 1 culture "pompe biologique") pratiquées en semis direct; ce sont : - les successions : mil + soja + sorgho-mil, soja + sorgho-mil, riz + sorgho-mil, crotalaire + riz, qui peuvent être organisées en diverses rotations et assolements en fonction de la conjoncture économique.

- Les systèmes intégrant les activités de production de grains, en semis direct, en rotation avec l'élevage, tous les 3 à 4 ans.

- Les successions annuelles sur tapis vivants pérennes, de production de grains en semis direct, suivie de pâturage.

Les résultats agro-économiques obtenus sur les systèmes à 2 cultures annuelles en succession, pratiquées en semis direct, en conditions d'exploitation réelles, aussi bien en terres neuves de savanes et de forêts qu'en terre de vieille culture (18 ans de culture continue) montrent que ce sont bien les facteurs biologiques, à travers la gestion du statut organique du sol qui sont prépondérants pour l'obtention de hautes productivités, stables, à moindre coût, sous une pluviométrie de 2 000 à 3 000 mm. Ces systèmes, en semis direct, sont plus productifs et lucratifs que les mêmes systèmes avec travail du sol et leur productivité peut se maintenir, sur une période d'étalement des semis de 60 jours à partir des premières pluies, à condition que les sols soient bien drainés et qu'une fumure de fond à base de thermophosphate + gypse soit utilisée (pour 5 à 6 cultures) pour que les pompes biologiques placées avant et/ou après les cultures principales, puissent exercer leurs fonctions avec un maximum d'efficacité : volume de biomasse nourricière au dessus du sol, profondeur et puissance restructurante de l'enracinement recycleur, contrôle des adventices, et protection totale contre l'érosion.

Le niveau de fumure minérale est secondaire (dès lors qu'il n'est pas limitant), devant l'importance du mode de gestion de la matière organique (semis direct x pompes biologiques). En particulier, la correction de l'acidité (toxicité Al) et son entretien peuvent se faire, à moindre coût, dès lors que le système de culture utilisé permet de minimiser les pertes en Ca, Mg, K, NO<sub>3</sub> dans les systèmes sol-plante. La résolution de ce problème d'acidité par le fonctionnement recycleur et organo-biologique du système de culture, constitue sans aucun doute, la solution la plus efficace pour l'exploitation durable de la ressource sol acide, sous forte pluviométrie, à moindre coût ; ne rien perdre dans le système sol-plante constitue la règle d'or de la stratégie de fertilisation, et passe d'abord par le choix du système de culture. Une bonne gestion agrobiologique du profil grâce à ces systèmes recycleurs permet d'obtenir des productivités lucratives et stables, avec des niveaux d'engrais minéraux inférieurs à ceux qui sont actuellement recommandés (Séguy L., Bouzinac S. et al., 1993, 1994).

La consommation d'éléments fertilisants (engrais) dans les systèmes les plus productifs, lucratifs et stables, est dérisoire, en regard des productivités obtenues par unité de surface, si comparée à celle des pays tempérés pour des niveaux de production similaires, ce qui traduit bien,



la formidable capacité photosynthétique de la zone tropicale humide qui peut être convertie, à moindre coût(1), en production agricoles. Ces nouveaux modes de gestion plus écologiques des sols par les biomasse renouvelables à turn-over rapide, permettent de mieux gérer, canaliser les ressources naturelles au profit de l'activité agricole. La capacité de production du sol (augmentations conjuguées de la surface annuelle cultivée x productivité) est plus que doublée par rapport à celle des systèmes actuellement dominants à une seule culture annuelle, avec des coûts de production sensiblement équivalents, voire inférieurs ; l'état sanitaire des cultures est nettement amélioré (diminution nette de la pression du complexe parasitaire : champignons, insectes, nématodes).

La capacité des équipements est multipliée par 1,5 à 1,8 sur ces systèmes à 2 cultures annuelles en semis direct, avec une flexibilité d'utilisation nettement accrue, due aux techniques de semis direct et d'une meilleure organisation des calendriers culturaux (échelonnement des semis, des récoltes).

Ces systèmes à deux cultures annuelles en semis direct et principalement les successions soja + mil, soja + sorgho, soja + maïs, ont la faveur des agriculteurs et se diffusent très rapidement, puisque après 4-5 ans de divulgation, ils couvrent aujourd'hui environ 1,5 millions d'hectares dans le Centre-Ouest (Landers J. et al., 1995 ; Monsanto et APDC, 1996).

Les autres systèmes intégrant les activités production de grains et d'élevage n'en sont pour l'instant, qu'à un niveau modeste d'adoption par les agriculteurs ; cependant, ils contiennent sans aucun doute tous les atouts à la fois agronomiques (sommant les effets organo-biologiques des deux activités) techniques, et économiques (capitalisation, moindre dépendance au système économique actuel) pour exploiter, à moindre coût, tous les potentiels, hydrique et photosynthétique de ces zones tropicales des fronts pionniers.

Les solutions techniques et agronomiques existent maintenant pour exploiter ce vaste réservoir des sols acides de la zone tropicale humide. Les systèmes de culture créés et, déjà en voie de diffusion active doivent permettre la fixation d'une agriculture durable, diversifiée, lucrative à moindre coût, capable de protéger et d'augmenter le potentiel de son bien le plus précieux, le capital sol.

Les succès de la mise en pratique de ces nouvelles techniques dépend aujourd'hui bien davantage de mesures de politique agricole brésilienne locale, que de nouvelles solutions techniques.

Ces mesures doivent assurer : l'entretien du réseau routier, l'organisation d'une politique incitative et cohérente du crédit pour financer les investissements en amendements, en machines de semis direct performantes, en industries locales de transformation, en moyens de recherche, une offre constante de prix incitatifs et stables aux agriculteurs pour des produits de qualité.

Ces mesures doivent être prises rapidement pour exploiter au profit de l'économie brésilienne, ce formidable grenier à grains que constituent les savanes humides de l'Ouest du Brésil. Elles sont d'autant plus urgentes, que les fronts pionniers sont arrivés au bord de la forêt amazonienne. Ce soutien à la fixation d'une agriculture durable en zones de savanes est donc prioritaire pour épargner la forêt.

Enfin, ces nouveaux systèmes de gestion agrobiologiques des sols, créés sur les frontières agricoles du Brésil, et déjà pratiqués sur de vastes surfaces, sont la concrétisation de

---

(1) Les systèmes recycleurs à 2 cultures annuelles, en rotation tels que "riz + sorgho/soja + mil/soja, sur 3 ans, permettent des productivités respectives en rotation : an 1 = 4 500 à 5 500 Kg/ha de riz + 1 500 Kg/ha sorgho ; an 2 = 3 500 à 4 000 Kg/ha de soja + 1 500 Kg/ha mil ; an 3 = 3 500 Kg/ha soja.

La part de fumure (engrais) qui revient à chaque culture, n'est que de (en Kg/ha) : 18 N, 70 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 48 K<sub>2</sub>O, 104 Ca, 36 Mg, 100 SiO<sub>2</sub>, 2,2 Zn.

Résultats reproductibles, obtenus avec la fumure de fond de 2 000 Kg/ha de thermophosphate + 600 Kg/ha de gypse, appliquée pour 5 à 6 cultures sur 3 ans.

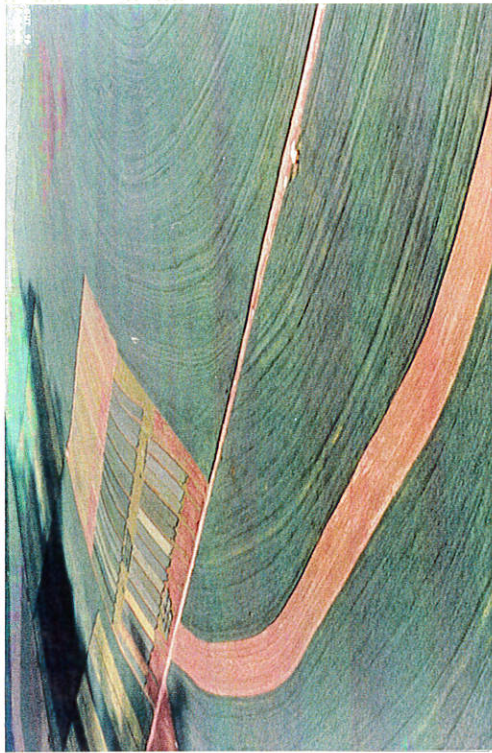
nouveaux concepts décisifs aussi bien pour l'avenir de l'agriculture tropicale que pour jeter les bases d'une agronomie tropicale capable de mieux valoriser les ressources naturelles, d'économiser intrants chimiques et de protéger totalement le capital sol.

Ces concepts et pratiques agricoles, sont, sans aucun doute, à diffuser avec les méthodes de recherche en milieu réel qui les ont fait naître, dans les régions similaires du monde tropical et équatorial et à adapter dans des écologies moins humides ; le CIRAD est en train de le faire activement en Afrique, en Amérique Latine, en Asie, à Madagascar et à la Réunion. La révolution doublement verte a depuis longtemps déjà, largement dépassé le stade des idées ; elle est déjà une réalité praticable, en zone tropicale humide d'Amérique du Sud.



**La construction des systèmes  
de culture durables dans les  
écologies des cerrados et  
forêts chaudes et humides  
de l'Ouest Brésil,**

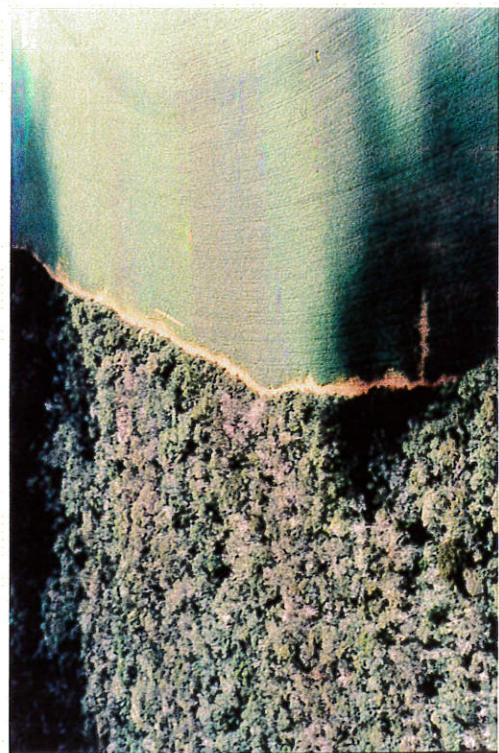
**--- En images ---**



Les cerrados (Savanes humides) en monoculture de Soja et unité expérimentale Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990



La forêt ombrophile - Riz pluvial en ouverture  
Fazenda Taiffarel - Sinop - MT - 1990



Le front pionnier arrive à la forêt:  
Sinop - MT - 1990

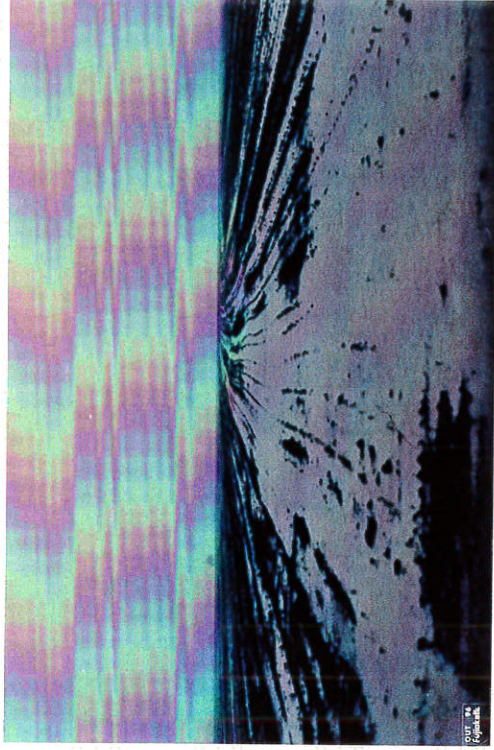


Production de grains et élevage, deux activités séparées dans les  
cerrados - Lucas do Rio Verde - MT - 1990





Érosion désastreuse sur jeune Soja pratiquée à l'offset en monoculture - Posto Gil - MT - 1993



Profil cultural compacté, saturé d'eau après fortes pluies - Fazenda Progresso - MT - 1989



Forté érosion sous offset comparée à sol totalement protégé sous système de semis direct - Miguel Alves - PI - 1990



Structure pulvérulente après plusieurs passages d'offsets en sol humide, avant semis - Lucas do rio Verde - MT - 1996





Structure pulvérulente après plusieurs passages d'offsets en sol humide, avant semis - Lucas do Rio Verde - MT - 1996



Érosion sous pulvérisages - Projet AGRIPPEC - Burticupu - MA



Dégâts de l'érosion sous pulvérisages répétés en sol humide - Fazendas de la Région de Lucas do Rio Verde -MT - 1986



Dégâts de l'érosion sous pulvérisages répétés en sol humide - Fazendas de la Région de Lucas do Rio Verde -MT - 1986





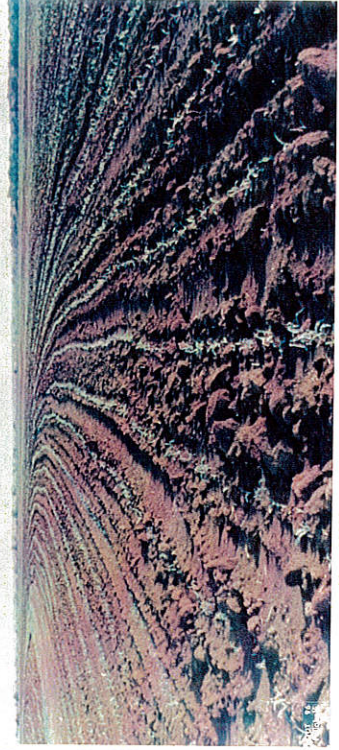
Labour profond au soc après pré-incorporation des résidus de récolte -  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1986



Scarification profonde après pré-incorporation des résidus de récolte -  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1986



Préparation du lit de semences au cultivateur à dents (Speed-Tiller)  
Faz. Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1988



Structure motteuse très grossière, au semis (Maïs) -  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1988





Les cultures de rotation du Soja = Riz pluvial, variété du CIRAD-CA à très belle qualité de grains (N° 285) - Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990



Les cultures de rotation du Soja = Riz pluvial - variété CIRAD-CA - Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990



Les cultures de rotation du Soja = Maïs hybride de PIONEER - Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990



Les cultures en succession annuelle du Soja = Sorgho (CIRAD 321) - Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990

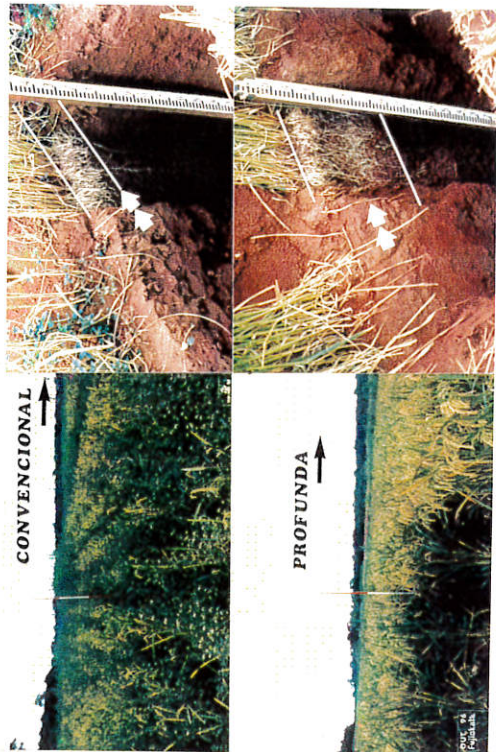




Profil racinaire du Soja dans profil cultural compacté - système racinaire limité au dessus d'un horizon asphyxiant (réduit)  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1989



Profil racinaire su Soja sous labour et rotation avec céréales;  
système racinaire, profond, bien développé -  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990



Profils racinaires du Riz pluvial comparés: sous travail superficiel à l'offset et sous labour - Fazenda Capivara - CNPAF/EMBRAPA  
Goiânia - GO

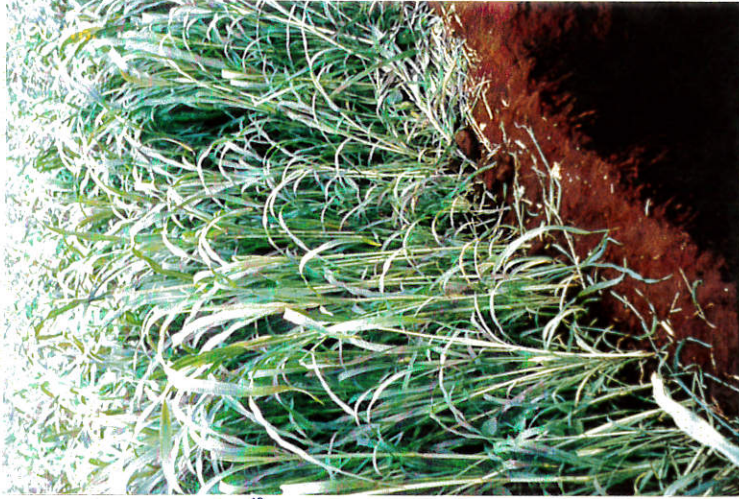


Structure grumeleuse reconstituée après 3 ans de labour x rotations,  
en partant de sols compactés - Fazenda Progresso -  
Lucas do Rio Verde - MT - 1990





Mil implanté aux premières pluies, pour renforcer la couverture du sol, produire une forte biomasse protectrice et alimentaire (pompe biologique)  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990



Croissance très rapide du Mil en conditions pluviométriques marginales = ici, 35 jours après semis.  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990



Le système racinaire du Mil colonise très rapidement le sol en profondeur = 3,5 à 5 cm/ jour  
Fazenda Progresso  
Lucas do Rio Verde - MT - 1990



Mil desséché à l'herbicide (Glyphosate + 2.4D), avant semis direct du soja (mil desséché entre 40 et 60 jours après semis)  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1990





Semis direct sur pailles desséchées de Mil ou Sorgho (Race Guinea)  
Fazendas: Progresso, Taiffarel, Kamitani. Lucas do Rio Verde,  
Sinop - MT - 1992-1995



Semis direct sur pailles desséchées de Mil ou Sorgho (Race Guinea)  
Fazendas: Progresso, Taiffarel, Kamitani. Lucas do Rio Verde,  
Sinop - MT - 1992-1995



Semis direct sur pailles desséchées de Mil ou Sorgho (Race Guinea)  
Fazendas: Progresso, Taiffarel, Kamitani. Lucas do Rio Verde,  
Sinop - MT - 1992-1995

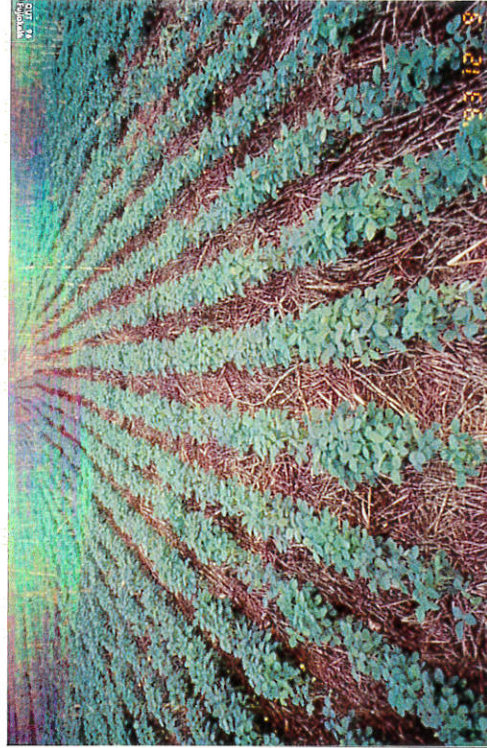


Semis direct sur pailles desséchées de Mil ou Sorgho (Race Guinea)  
Fazendas: Progresso, Taiffarel, Kamitani. Lucas do Rio Verde,  
Sinop - MT - 1992-1995





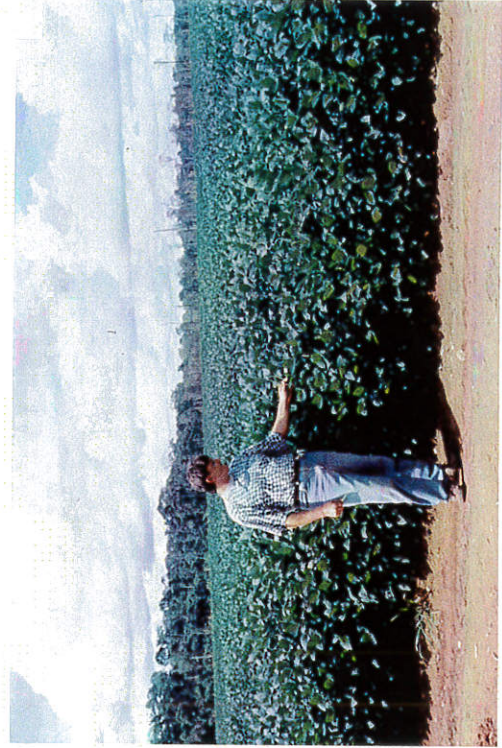
Coton de 8 jours, en semis direct sur pailles de Mil -  
Fazenda Recanto - Itumbiara - Grupo Maeda - GO - 1996



Soja de semis direct sur pailles de Mil, 15 jours après semis -  
Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1993



Comparaison entre Soja de semis direct tardif sur pailles de Mil, 60  
jours après les premières pluies, et Soja en semis conventionnel à  
la même date, sur sol maintenu propre à l'offset  
COOASOL - Sorriso - MT - 1993



Même Soja, 90 jours après le semis - Fazenda Progresso -  
Lucas do Rio Verde - MT - 1993





Mais em semis direct sur pailles de *Brachiaria ruziziensis*  
Fazenda Taffarel - Sinop - MT - 1995



Mais em semis direct sur pailles de *Brachiaria ruziziensis*  
Fazenda Taffarel - Sinop - MT - 1995



Riz pluvial en semis direct sur  
pailles de *Brachiaria ruziziensis*  
Fazenda Taffarel -  
Sinop - MT - 1995



Riz pluvial en semis direct sur pailles de *Brachiaria ruziziensis*  
Fazenda Taffarel - Sinop - MT - 1995



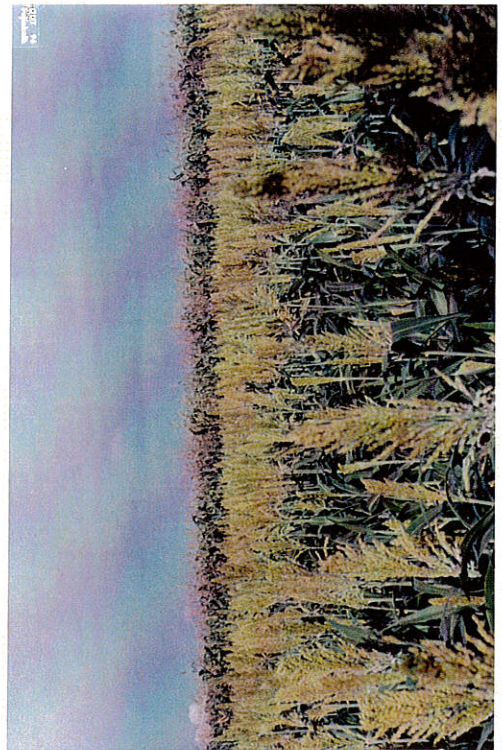


Nouvelles variétés de Riz pluvial CIRAD-CA, à très haut potentiel (> 6 tonnes/ha) et à qualité de grain supérieure (long fin, aromatique)  
Fazenda Jorge Kamitani - Sinop - MT - 1996

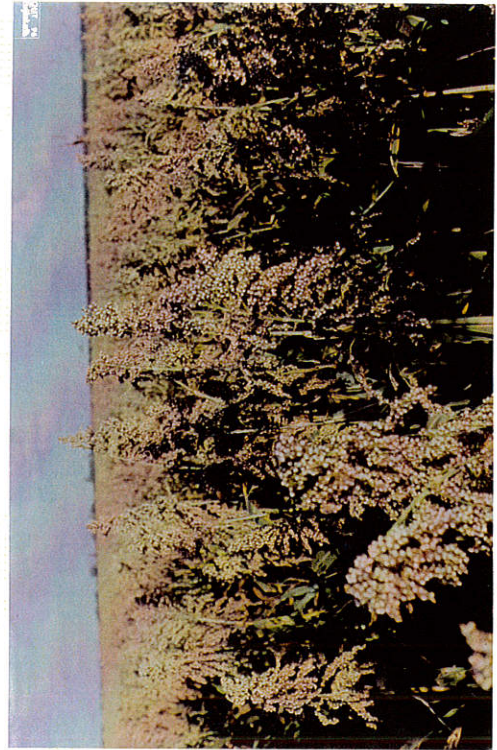


Visite de Mrs. Norman Borlaug (Prix Nobel de la Paix) et Fernando Penteado Cardoso (Président de la firme d'engrais Manah S/A) sur les unités de recherche du CIRAD-CA/Préfecture de Sinop.  
Faz. J. Kamitani Sinop - MT - 1995

Les cultures de succession annuelle du Soja, du Riz, du Maïs, en semis direct = les pompes biologiques productrices de fortes biomasses protectrices, alimentaires et à engrais très puissant, recycleur.



Sorghos sans tanins à haute teneur en protéines ( $\geq 12\%$ ) Fazendas Progresso et J. Kamitani - Lucas do Rio Verde et Sinop - MT - 1990-95



Sorghos sans tanins à haute teneur en protéines ( $\geq 12\%$ ) Fazendas Progresso et J. Kamitani - Lucas do Rio Verde et Sinop - MT - 1990-95



Les cultures de succession annuelle du Soja, du Riz, du Maïs, en semis direct = les pompes biologiques productrices de fortes biomasses protectrices, alimentaires et à enrachement très puissant, recyclleur.



Sorgho à forte biomasse (Race Guinea) - Fazendas Progresso et J. Kamitani - Lucas do Rio Verde et Sinop - MT - 1990-95)



Sorgho à forte biomasse (Race Guinea) - Fazendas Progresso et J. Kamitani - Lucas do Rio Verde et Sinop - MT - 1990-95)



Mil Africain à haut potentiel - Fazendas Progresso et J. Kamitani - Lucas do Rio Verde et Sinop - MT - 1990-95)



*Crotalaria spectabilis* - Fazendas Progresso et J. Kamitani - Lucas do Rio Verde et Sinop - MT - 1990-95





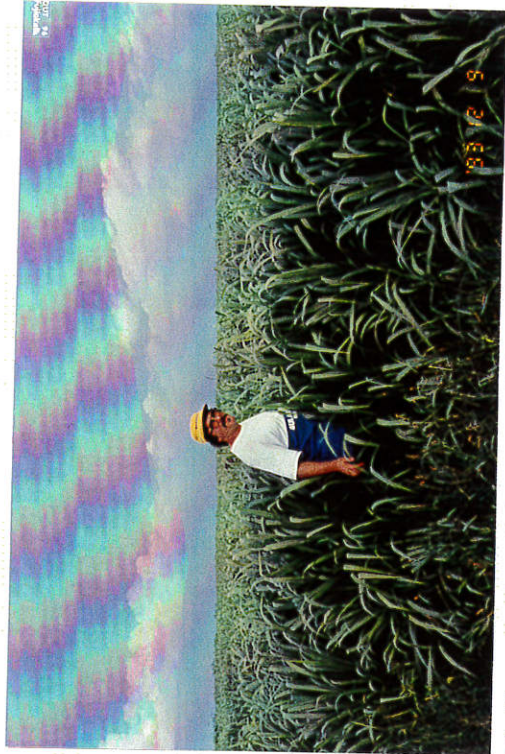
Semis direct de *Brachiaria brizantha* en succession annuelle de Soja Cooperlucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Forte biomasse de ce même *Brachiaria b.*, à l'entrée de la saison sèche il supportera 2,2 têtes de bétail/ha pendant 84 jours de saison sèche avec un gain de poids journalier supérieur à 420 grammes/tête Cooperlucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Semis direct de *Brachiaria brizantha* en succession annuelle de Soja Cooperlucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Forte biomasse de ce même *Brachiaria b.*, à l'entrée de la saison sèche il supportera 2,2 têtes de bétail/ha pendant 84 jours de saison sèche avec un gain de poids journalier supérieur à 420 grammes/tête Cooperlucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994





Les successions annuelles "Production de grains - Pâturage" - ici tapis de *Tifton 85*, à l'entrée de la saison sèche après récolte de Soja de semis direct Cooperluucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Tapis vivace de *Paspalum n.* desséché au Paraquat avant semis direct de soja - la concurrence initiale Soja-Paspalum est contrôlée par Fluzifop P., Butyl à faible dose - Cooperluucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Soja de 12 jours (semis direct) avant traitement graminicide sélectif à faible dosage (Fluzifop, Quizalofop, etc...) Cooperluucas, Lucas do Rio Verde - MT - 1994



"*Arachis pinto*", installé dans culture de Maïs - état végétatif à l'entrée de la saison sèche - Fazenda J, Kamitani - Sinop - MT - 1996





Systèmes de semis direct continus, en cultures associées = graminées cultivées sur tapis de légumineuses pérennes - ici, Maïs à la récolte sur *Calopogonium m.* Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1989



Même type de système que le précédent; ici, Riz de cycle court sur *Calopogonium m.* - Faz. Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1989



Nodulation du Soja de haute productivité (>4200kg/ha), sous semis direct sur pailles de Mil - Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Très forte augmentation, dans les systèmes de semis direct sur forte biomasse, du contrôle effectif biologique des chenilles défoliatrices par le champignon *nomurea rileyi*. COOASOL - Sorriso - MT - 1994





Structure construite par les vers de terres ( turricules) sous les tapis de graminées vivaces à Rhizomes (genres *Cynodon*, *Paspalum*, etc...) Cooperlucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Structure construite par les vers de terres ( turricules) sous les tapis de graminées vivaces à Rhizomes (genres *Cynodon*, *Paspalum*, etc...) Cooperlucas - Lucas do Rio Verde - MT - 1994



Activité très intense de larves de coléoptères bousiers, sous systèmes de semis direct (Maïs, Riz + *Calopogonium m.*) Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1992



Larve du coléoptère bousier qui creuse les galeries (> 20/m<sup>2</sup>) Fazenda Progresso - Lucas do Rio Verde - MT - 1992



## **Annexes**

- ① La démarche de création-diffusion des systèmes de culture en milieu réel, pour et avec les producteurs sur leurs unités de production.**
  
- ② Caractérisation *in situ* du profil cultural et des relations "climat-sol-cultures" sur sols ferrallitiques.**



LA DÉMARCHE DE CRÉATION-DIFFUSION DES SYSTEMES DE  
CULTURES EN MILIEU RÉEL, POUR ET AVEC LES PRODUCTEURS  
SUR LEURS UNITÉS DE PRODUCTION

**Source : L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA  
1978-1995**



## □ INTRODUCTION ⇨

La recherche des meilleurs compromis entre la production de connaissances et la mise au point de solutions praticables, reproductibles, résolvant les problèmes des agriculteurs.

• Face à la **dégradation rapide des ressources naturelles, et à l'instabilité socio-économique chronique des pays tropicaux** :

⇨ Comment proposer, aux producteurs, dans un milieu déterminé (niveau régional) à partir de références expérimentales, une ample gamme de choix de systèmes de culture reproductibles, appropriables ?

⇨ Comment prévoir, les tendances évolutives de ces systèmes et leurs possibilités d'adaptation face à l'évolution de la fertilité du sol et aux entraves techniques et socio-économiques, en perpétuelle mutation ?

**Systèmes régionaux d'aide à la prise de décision - Conseil de gestion**

- Gestion des risques climatique et économique
- Formation, professionnalisation des acteurs du développement



## ❑ CONCEPTS ET OBJECTIFS DE LA RECHERCHE-ACTION EN MILIEU RÉEL

### ⇒ Le rôle de la recherche-action en milieu réel =

- Créer, élaborer les bases régionales des productions végétale et animale.
- Construire des modèles de fonctionnement agronomique **prédictifs**, qui repondent aux spécificités des milieux physiques et humains.

### ⇒ **Simultanément** :

- Répondre à l'attitude toujours "immédiatiste" des agriculteurs.
- Construire les bases du développement agricole durable, à plus long terme.

### ⇒ **Comment ?**

- Créer divers scénarios possibles de fixation de l'agriculture, pour et avec les producteurs, dans leurs unités de production.
- Dans ces scénarios différenciés (en termes agronomiques, techniques et économiques), pouvoir :
  - + Hiérarchiser les facteurs limitants par culture et système
  - + Générer des systèmes reproductibles, appropriables, plus motivants que les systèmes en vigueur
  - + Les expliquer scientifiquement.



- Ces objectifs complémentaires nécessitent la pérennisation des unités de recherches afin d'expliquer l'évolution de la fertilité du sol sous divers systèmes, confronter les systèmes innovants durant un espace de temps suffisant pour satisfaire les conditions de "reproductibilité agro-technique", de la meilleure "stabilité économique".
- Les divers niveaux différenciés du potentiel productif (systèmes), doivent aussi permettre :
  - + D'assurer la formation des acteurs du développement.
  - + D'orienter et ré-orienter la recherche thématique amont en faveur des systèmes de culture régionaux.

⇒ **Pour réaliser ces objectifs, la démarche d'intervention doit :**

- Se situer en milieu réel
- La création des innovations ⇒ Avec la participation intégrée et effective des chercheurs, des développeurs et des agriculteurs.



## **□ RÈGLES DE BASE DE L'INTERVENTION DE LA RECHERCHE-ACTION**

- ⇒ **Donner une dimension technico-économique au processus expérimental,**
- ⇒ **Savoir hiérarchiser les entraves (agronomiques, techniques, économiques) au cours du temps,**
- ⇒ **Faire participer les agriculteurs dans le processus de création des innovations,**
- ⇒ **Les laisser choisir,**
- ⇒ **Les aider à organiser les conditions d'appropriation des technologies**



## ⇒ **POUR CELA LA RECHERCHE :**

- S'inspire des pratiques traditionnelles ⇒ Références permanentes pour l'évaluation des innovations,
- Dans la construction des systèmes innovants ⇒ Prendre en compte les possibilités de praticabilité, de reproductibilité et d'appropriation par les producteurs.
- Prendre en compte, dans son intervention, les échelles complémentaires et indissociables:
  - + Les unités de paysage ⇒ Échelle des toposéquences représentatives,
  - + Les systèmes de culture ⇒ Échelle des parcelles,
  - + Les références naturelles (milieu naturel).
- Évalue les systèmes innovants :
  - + Simultanément en termes : agronomiques, techniques et économiques,
  - + Avec l'appui de la recherche thématique plus fondamentale (générer connaissances scientifiques, en ajustant le niveau d'analyse nécessaire pour assurer la progression continue des systèmes),
- Ces règles se traduisent, au niveau opérationnel :
  - Par l'intégration des pratiques en vigueur chez les producteurs (références de base)
  - Une échelle d'intervention crédible pour les utilisateurs et pour évaluer des coefficients techniques et économiques réalistes (grandeur réelle).



**LES DIFFÉRENTES ÉTAPES DE LA DÉMARCHE DE CRÉATION-DIFFUSION DES SYSTÈMES EN MILIEU REEL : UN PROCESSUS CONTINU, AVEC DES ÉTAPES IMBRIQUÉES**

⇨ **La démarche est ascendante** ⇨ elle part de l'analyse des systèmes de cultures en vigueur, faite à partir d'un diagnostic initial rapide qui permet d'identifier les entraves et les points forts, de les hiérarchiser, et de rechercher les solutions appropriables avec l'appui des acteurs.

⇨ **Trois étapes intimement imbriquées :**

- **Diagnostic rapide de situation**
- **Création de référentiels techniques évolutifs**
- **Diffusion continue des technologies**



## LE DIAGNOSTIC INITIAL RAPIDE

- ⇒ Analyse rapide des milieux physiques et socio-économiques :  
En fonction de la **demande** ⇒ Echelle d'intervention = zone agro-climatique, micro-région, terres d'une communauté, etc...
- ⇒ Synthèse des données : les domaines de recommandation (par enquêtes)
  - Milieux physique et socio-économique ⇒ Reconnaissance pédologique rapide :
  - Caractérisation des unités géomorphologiques représentatives
  - Sur les plus différenciées ⇒ Les faciès de sol les plus différenciés en termes de fertilité (milieu naturel → référence)
- ⇒ Caractérisation des systèmes de culture en vigueur -
  - Au plan agronomique**
    - Processus d'érosion (toposéquences représentatives), dynamique des états de surface du sol sous culture traditionnelle.
    - Le profil cultural et ses relations avec la production des cultures dans les systèmes (enracinement, flore adventice, pression parasitaire, déficiences minérales, etc...).
  - Au plan technique**
    - Calendrier des opérations culturales
    - "Opérationnalité de ces opérations"

**Au plan  
socio-économique**

- ⇒ Caractérisation sommaire de l'utilisateur :
  - Auto-consommation, agriculture commerciale, pouvoir d'achat,
  - Capacité d'absorption des changements,
  - Activités extra-agricoles et interactions avec le calendrier cultural.
- Typologie des systèmes de culture et de production, au niveau des communautés,
- Organisation des producteurs, relations avec le marché et le crédit,
- Identification des agriculteurs leaders

⇒ Expérimentations sur quelques thèmes et intérêt plus immédiat, gagner rapidement la confiance des agriculteurs.

Négociation avec les producteurs, ou associations, avec la recherche et le développement



⇒ **Contenu technique**

Négociation avec bailleurs de fonds et responsables politiques régionaux

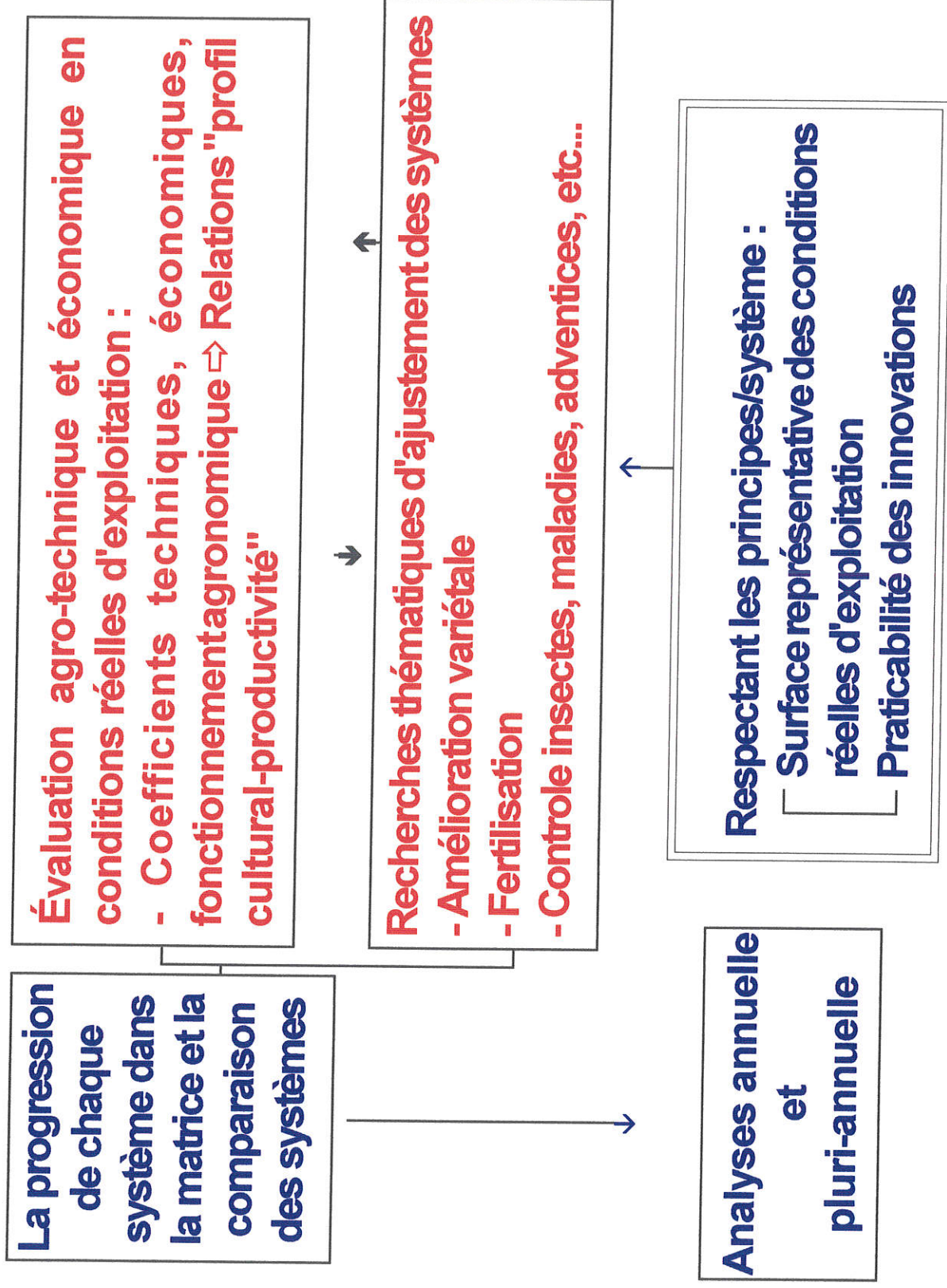
⇒ **Contenu technique, utilisation des ressources**



**LE PROCESSUS DE CRÉATION DES SYSTÈMES INNOVANTS EN MILIEU RÉEL:  
DIFFÉRENCIER ET GÉRER LA DIVERSITÉ AGRO-TECHNIQUE POUR MIEUX  
COMPRENDRE SON ÉVOLUTION, MODÉLISER LES SYSTÈMES DE CULTURE  
AVEC LES AGRICULTEURS, DANS LEUR MILIEU**

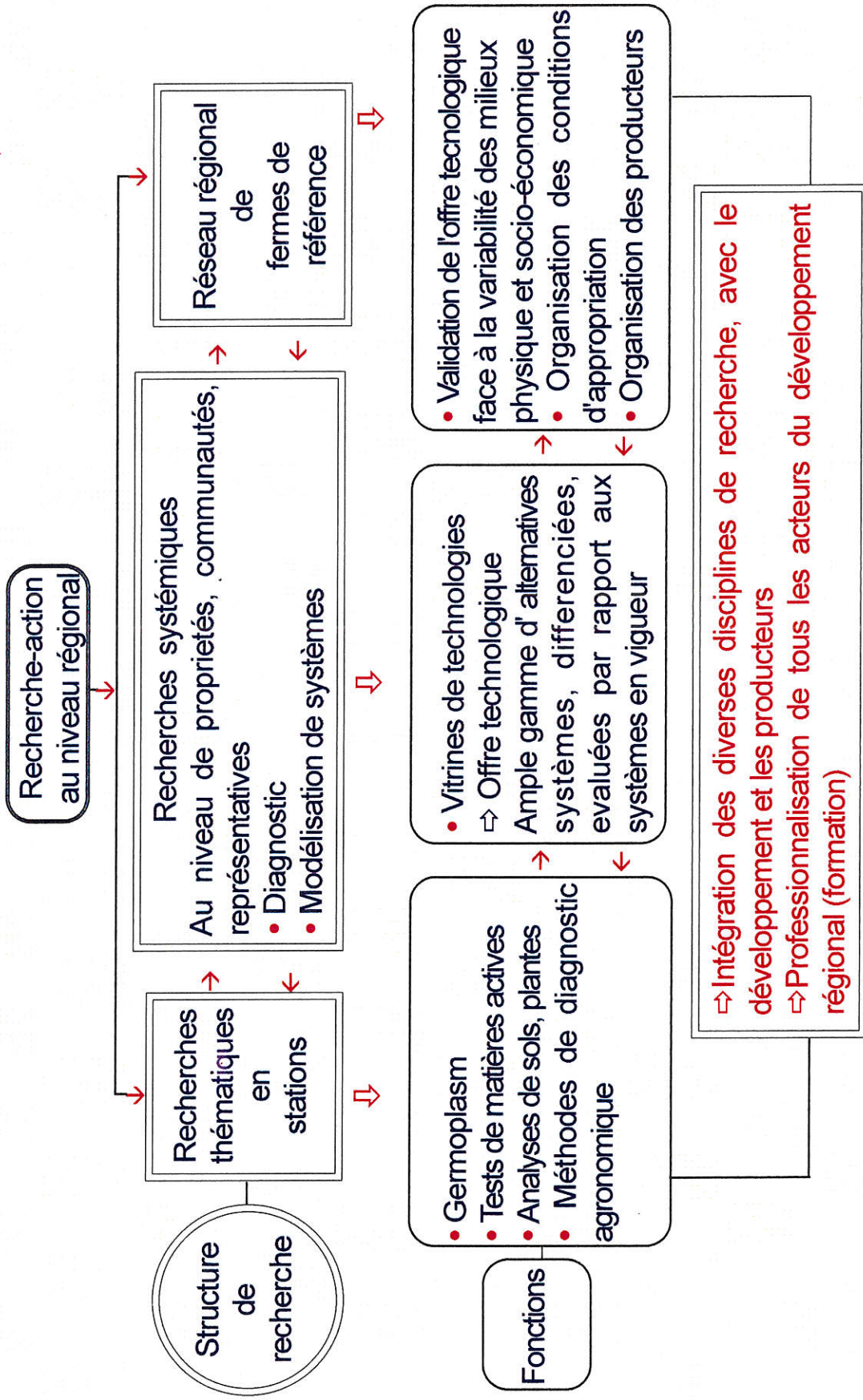
- ⇒ **Modélisation** : la matrice des systèmes, pérennisée.
- ⇒ **Caractérisation de la matrice** :
  - Rigoureuse, souple, évolutive ⇒ Absorber les innovations tout en maintenant la rigueur de l'analyse au cours du temps :
  - Contenu :
    - + Systèmes traditionnels (référence agro-technique et économique permanente) ⇒ Point de départ,
    - + Systèmes innovateurs créés à partir du diagnostic initial ⇒ Création continue,
    - + Systèmes potentiels (maximum de productivité ⇒ Offre pédoclimatique)
  - Fonctions :
    - Hiérarchiser les facteurs limitants,
    - Fournir une large gamme de systèmes praticables, reproductibles
    - Expliquer les modes de fonctionnement différenciés des systèmes:
      - + modèles prédictifs du fonctionnement agronomique
    - Formation (diagnostic agronomique = paramètres pertinents "profil cultural - cultures")

• **Fonctionnement**



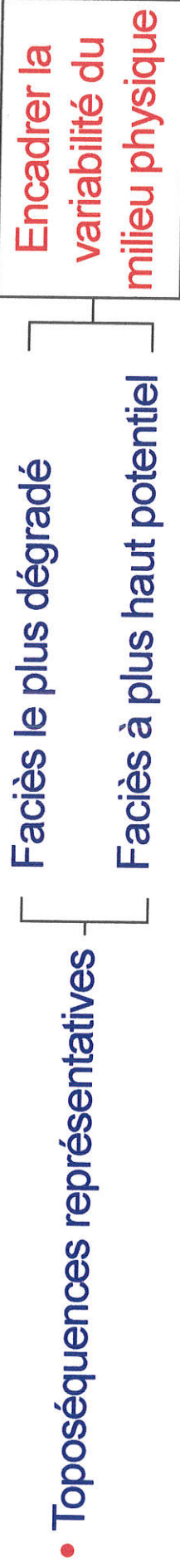


**PROCESSUS DE CRÉATION-VALIDATION-DIFFUSION DE TECHNOLOGIES AU NIVEAU RÉGIONAL, EN MILIEU RÉEL, POUR ET AVEC LES AGRICULTEURS, SUR LEURS UNITÉS DE PRODUCTION**



## □ LE MONTAGE PRATIQUE DES UNITÉS DE CREATION-DIFFUSION

⇒ Au niveau des unités de paysage représentatives :



- Modes d'aménagements x modes de gestion du sol :
  - Dispositifs anti-érosifs, gestion des sols et des cultures

⇒ Au niveau des systèmes de culture

- Les systèmes de culture traditionnels (références de base)
- Les systèmes "futurs possibles", expressions différenciées agro-economiques et techniques du potentiel agricole (incluant les systèmes potentiels)

⇒ L'ensemble systématisé : la matrice modélisée



## HIÉRARCHISATION DES COMPOSANTES DES SYSTÈMES DANS LE DISPOSITIF EXPÉRIMENTAL PERENNISÉ

- Parcelles principales ⇨ Les modes de gestion des cultures : rotations et successions
- Sous-parcelles ⇨ Les modes de préparation du sol
- Sous-sous-parcelles ⇨ Variétés, ou autre thème simple
- Répéter un couple de systèmes (traditionnel + autre) pour prendre en compte les gradients possibles de fertilité
  - En haut
  - Au milieu
  - En basde la toposéquence

☐ **SUIVI-ÉVALUATION AGRO-TECHNIQUE ET ÉCONOMIQUE  
DES SYSTÈMES DE CULTURES SUR LES UNITÉS DE  
CRÉATION-DIFFUSION ⇒ ANNUUEL ET PLURIANNUUEL**



**Obtention des références - Annuelles et pluri-annuelles**

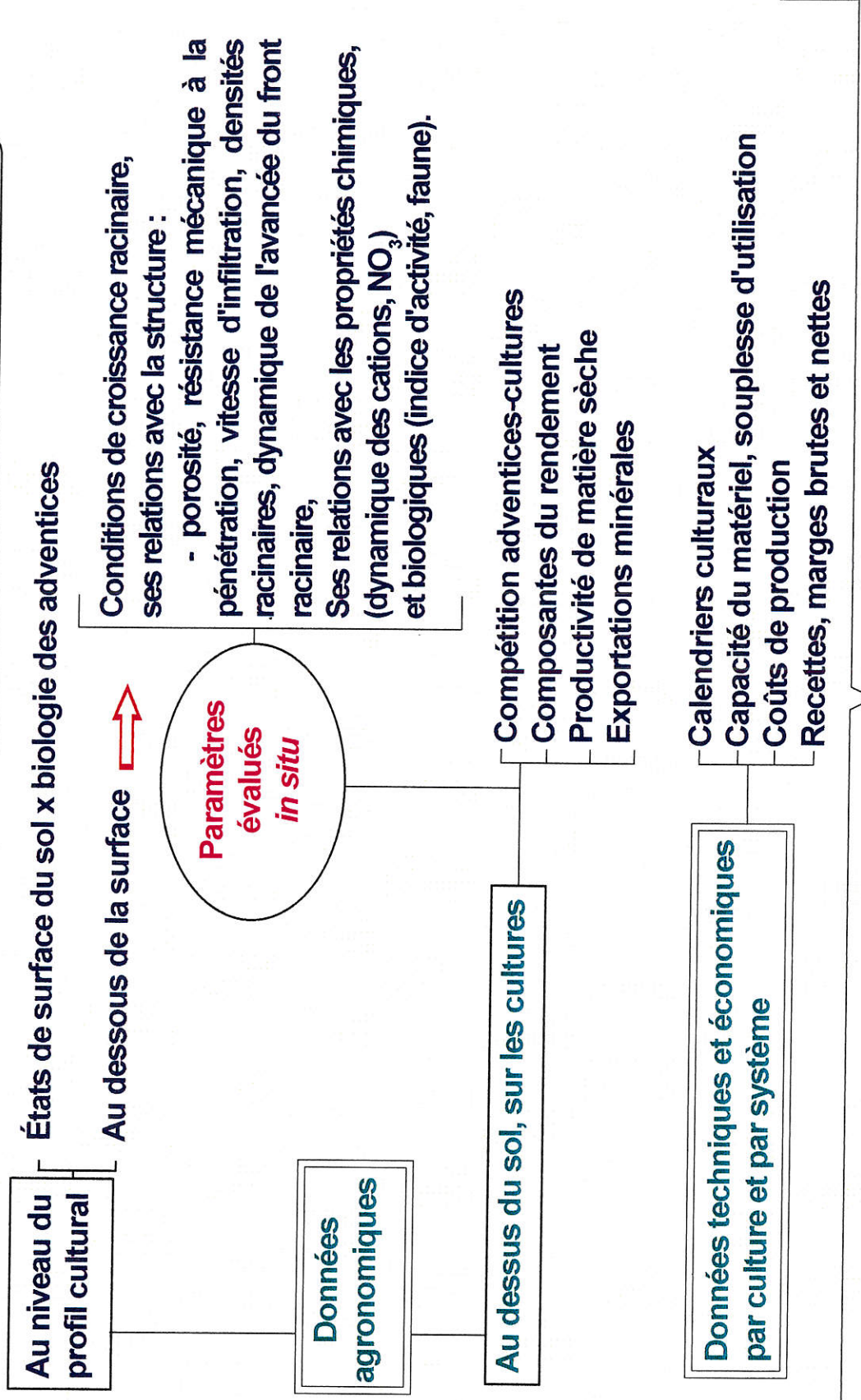
- **Sur chaque culture/itinéraire technique/système :**  
**+ données agronomiques sur le fonctionnement du profil cultural et les relations causales "climat-profil cultural-cultures",**

**Les conséquences sur**

- **la productivité de matière sèche**
- **l'évolution de la fertilité du sol**



ANALYSE DES RÉSULTATS — ANNUELLE ET PLURI-ANNUELLE ⇨ ÉVOLUTION



Ensemble de références, obtenues sur intervalle de temps climatique et économique suffisant (3 à 6 ans)  
 ⇨ Établissement des bases de la production végétale ( et animale) et des instruments de diagnostic, *in situ*

## □ GESTION DES UNITÉS DE CRÉATION-DIFFUSION

⇒ **Les agriculteurs** - L'agriculteur intervient avec :

- + ses outils
- + ses systèmes traditionnels (contrôle total)
- + la réalisation de nouveaux itinéraires techniques, systèmes (contrôlée)
- + ses choix

⇒ **Gestion des intrants** • La recherche fonctionne comme ⇒ **Agent de crédit**  
**Fournisseur d'intrants**

- Organise "des magasins porte-ouverte"
- ⇒ Identification des choix des agriculteurs, sans contrainte



## ⇨ LA RECHERCHE THÉMATIQUE -

Sur chaque système ⇨ Hiérarchisation des problèmes change au fur et à mesure de leur résolution



Nature et intensité de la recherche thématique conditionnées par l'évolution de cette hiérarchisation.

• Le niveau des ressources financières et humaines disponibles, conditionne le niveau d'analyse des systèmes -

- (Si ils sont suffisants) ⇨ Travaux de recherche couplant laboratoires et unités de création-diffusion :

- Fonctionnement des rhizosphères, caractérisation de la biologie x systèmes (faune, microflore), potentiel d'oxydo-reduction *in situ*, etc...
- Outils analytiques de diagnostic agronomique : indice d'activité biologique, niveaux critiques de déficiences nutritionnelles sol-culture, liés aux propriétés physiques, chimiques et biologiques - Bilans minéraux et évolution dans les systèmes, etc...

- (Si ils sont insuffisants) ⇨ Diagnostic agronomique, *in situ* : le profil cultural

⇨ **LE DÉVELOPPEMENT** Unités : instrument précieux de diagnostic, de formation afin de dominer les systèmes innovants, et connaître leurs limites.

## DIFFUSION DES TECHNOLOGIES ET ADOPTION PAR LES PRODUCTEURS

### ⇒ La diffusion des technologies

- Publications, communications audiovisuelles : journaux, radio, télévision
- Conférences, fiches techniques / itinéraire technique / système
- Journées de démonstration au champ
- Visites ⇨ Unités ouvertes en permanence au public

### ⇒ Nature des technologies diffusées

- Technologies simples (isolées) : variétés, herbicides, modes de préparation du sol,
- Itinéraires techniques/culture
- Systèmes de culture ( 3 ans et plus)
- Assolements annuels (optimisation de l'organisation des meilleurs systèmes au niveau de la propriété)
- Systèmes d'aménagement des toposéquences - (dispositifs anti-érosifs, haies, etc...)

### ⇒ Conditions d'adoption des technologies par les agriculteurs

#### Par enquêtes ⇨

- Quantifier les avancées des technologies
- Chiffrer les performances agro-techniques et économiques par rapport aux systèmes traditionnels
- Évaluer les distorsions et identifier les causes (feedback ⇨ recherche), les freins (crédit, problèmes fonciers, marchés, organisation des producteurs).



**□ LA FORMATION SUR LE DISPOSITIF REGIONAL DE RECHERCHE-ACTION**

- ⇒ **Agriculteurs**
- ⇒ **Etudiants (universités et écoles d'agronomie)**
- ⇒ **Thésards**
- ⇒ **Agronomes et techniciens du développement**
- ⇒ **Chercheurs "généralistes", de synthèse**
- ⇒ **Formateurs**

**CARACTÉRISATION *IN SITU* DU PROFIL CULTURAL  
ET DES RELATIONS "CLIMAT-SOL-CULTURES"  
SUR SOLS FERRALLITIQUES**



## ↑ SUR SOLS FERRALLITIQUES

— Suivi de près durant la saison des pluies

— Évènements climatiques d'importance majeure au début du cycle :

- Engendrent les conditions d'installation de la culture, et la dynamique de l'enracinement

— Phases physiologiques des cultures (composantes du rendement).

— Durant la saison sèche

— Évolution de la flore adventice x systèmes  
(Réservoir du potentiel semencier)

## LES PARAMÈTRES LES PLUS PERTINENTS, EXPLICATIFS DE LA PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE ET DES CONDITIONS DE SA REPRODUCTIBILITÉ, IN SITU

□ Suivi de près, des conséquences des événements climatiques les plus significatifs sur l'évolution des propriétés physiques et biologiques du profil cultural et du développement racinaire.

- La dynamique de développement du système racinaire est le miroir des conditions de croissance offertes par le profil cultural, de sa qualité.

⇨ Détermination des relations de cause à effet

- Entre propriétés physiques, biologiques et chimiques du profil et développement racinaire.
- Entre développement racinaire et production de matière sèche des cultures.

⇨ Reproductibilité ⇨ Matrice des systèmes, pérennisée ⇨ Règles de la productivité.

- Modèles de fonctionnement



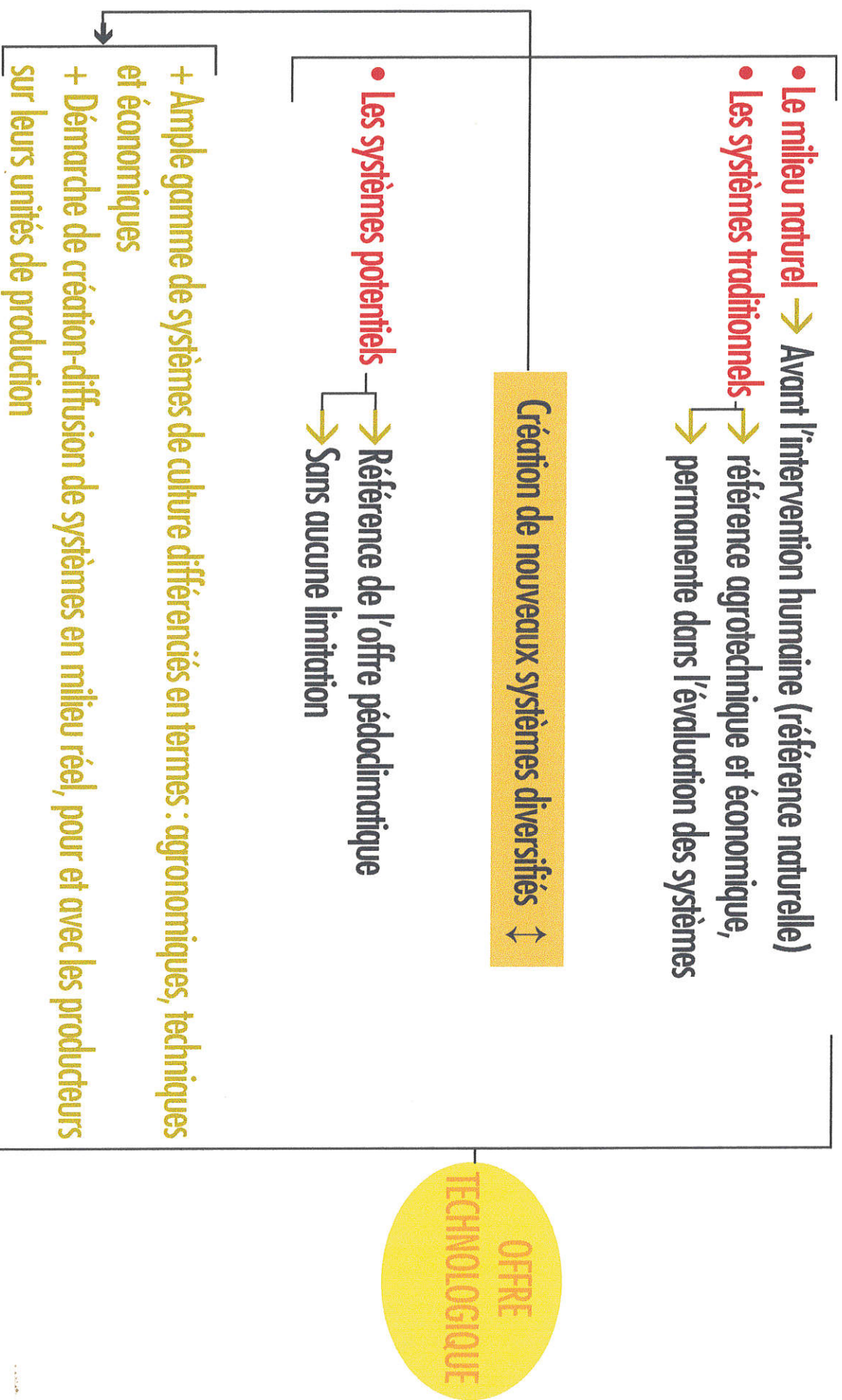


**NÉCESSITÉ D'UN SUPPORT EXPÉRIMENTAL POUR COMPARER LES SYSTÈMES DE CULTURE**

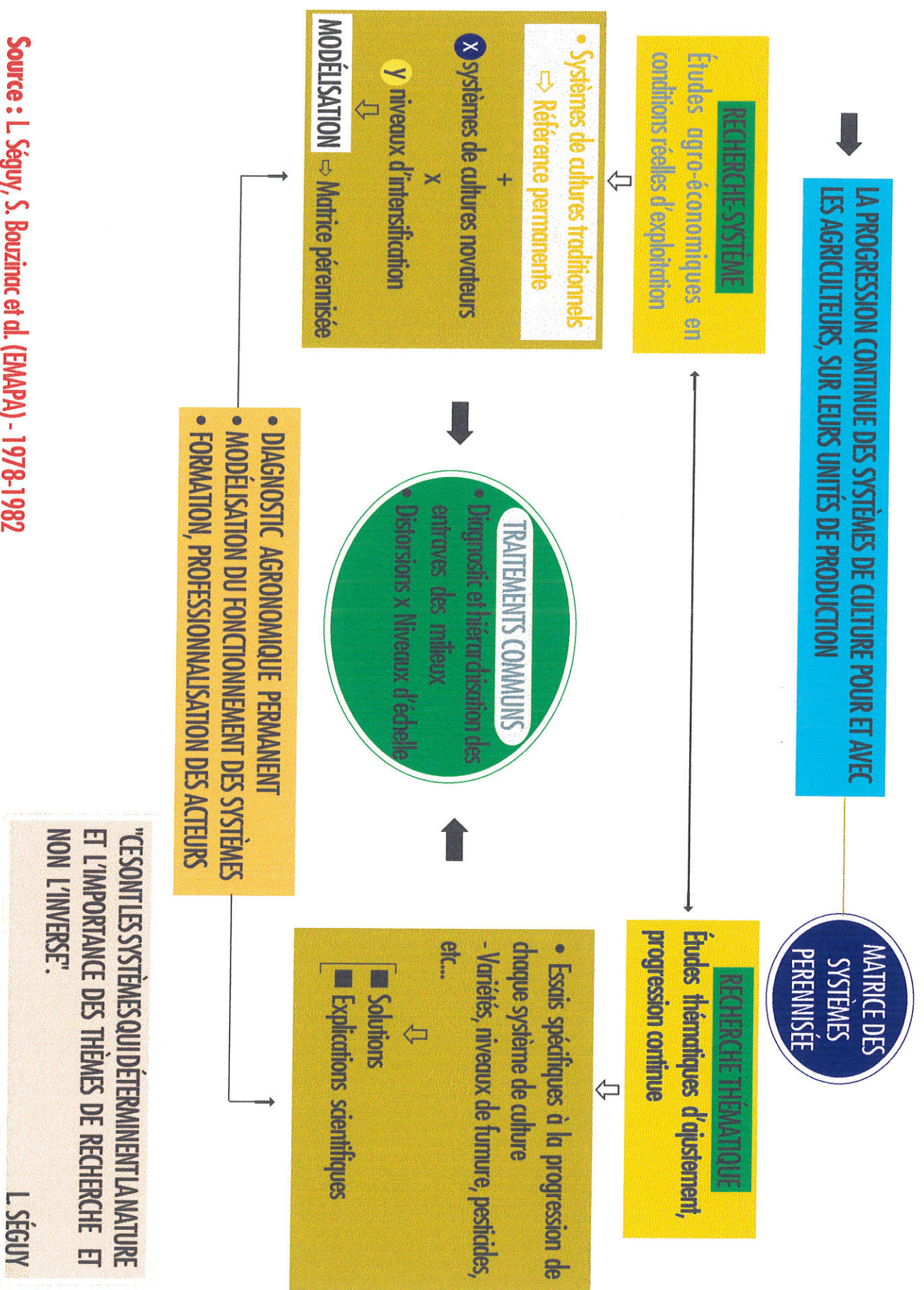


**MODÉLISATION DES SYSTÈMES DE CULTURE  
À PARTIR D'UN DIAGNOSTIC INITIAL : LA MATRICE DES SYSTÈMES  
→ CRÉATION DE L'OFFRE TECHNOLOGIQUE PÉRENNISÉE**

## DANS LES MÊMES CONDITIONS PLUVIOMÉTRIQUES À L'ÉCHELLE DE TOPOSÉQUENCES REPRÉSENTATIVES







Source : L. Séguv, S. Bouzinac et al. (EMAPA) - 1978-1982



LA MATRICE DES SYSTÈMES DE CULTURES MANUELLES  
RÉGION DU COCAIS - MA - 1978-1982

FIXATION DE L'AGRICULTURE ITINÉRANTE

MATRICE DES SYSTÈMES DE CULTURE

• Système traditionnel - Cultures associées (Riz dominant, maïs, manioc, vigna en succession)

Itinérant

NIVEAUX D'INTENSIFICATION APPLIQUÉS À CHAQUE SYSTÈME

• Variétés

Traditionnelles (T)  
Améliorées (M)

x

• Zéro = sans engrais, ni herbicide (0) — Tradition

• Herbicide = Sans engrais, avec herbicide (H)

• Engrais = avec engrais, sans herbicide (A)

• Engrais + Herbicide (A + H)

Facteurs de fixation

APPLIQUÉS À CHAQUE SYSTÈME

(0) T, (0) M, (H) T, (H) M, (A) T, (A) M, (A + H) T, (A + H) M

FIXÉS

Monoculture riz ⇒ Référence négative

Rotation de céréales en culture pure

• Riz/Maïs

• Maïs/Riz

Rotation : légumineuse-céréale, en culture pure

• Riz/Arachide

• Arachide/Riz

Rotation : Tubercule - céréale, en culture pure

• Riz/Manioc

• Manioc/Riz

Rotation combinée ⇒ Possibilités de nouvelles introductions, diversification

• Arachide/Riz/Maïs/Manioc, etc...

Cultures associées systématisées

• Riz + Maïs + Manioc [ + vigna en succession ]

• MATRICE MONTÉE SOUS COUVERT TRADITIONNEL DE PALMIERS BABACUS (120 À 150 /ha)  
• CORDONS ANTI-ÉROSIONS EN COURBES DE NIVEAU, PLANTES DE CULTURE DE RENTE : banane, citrus, café, poivrier, canne à sucre, passiflore

ENSEMBLE CULTURE PÉRENNES + CULTURES ANNUELLES EN SEMIS DIRECT

SOURCE : L. Séguy, S. Bouzinac et al., (EMAPA) 1978-1982

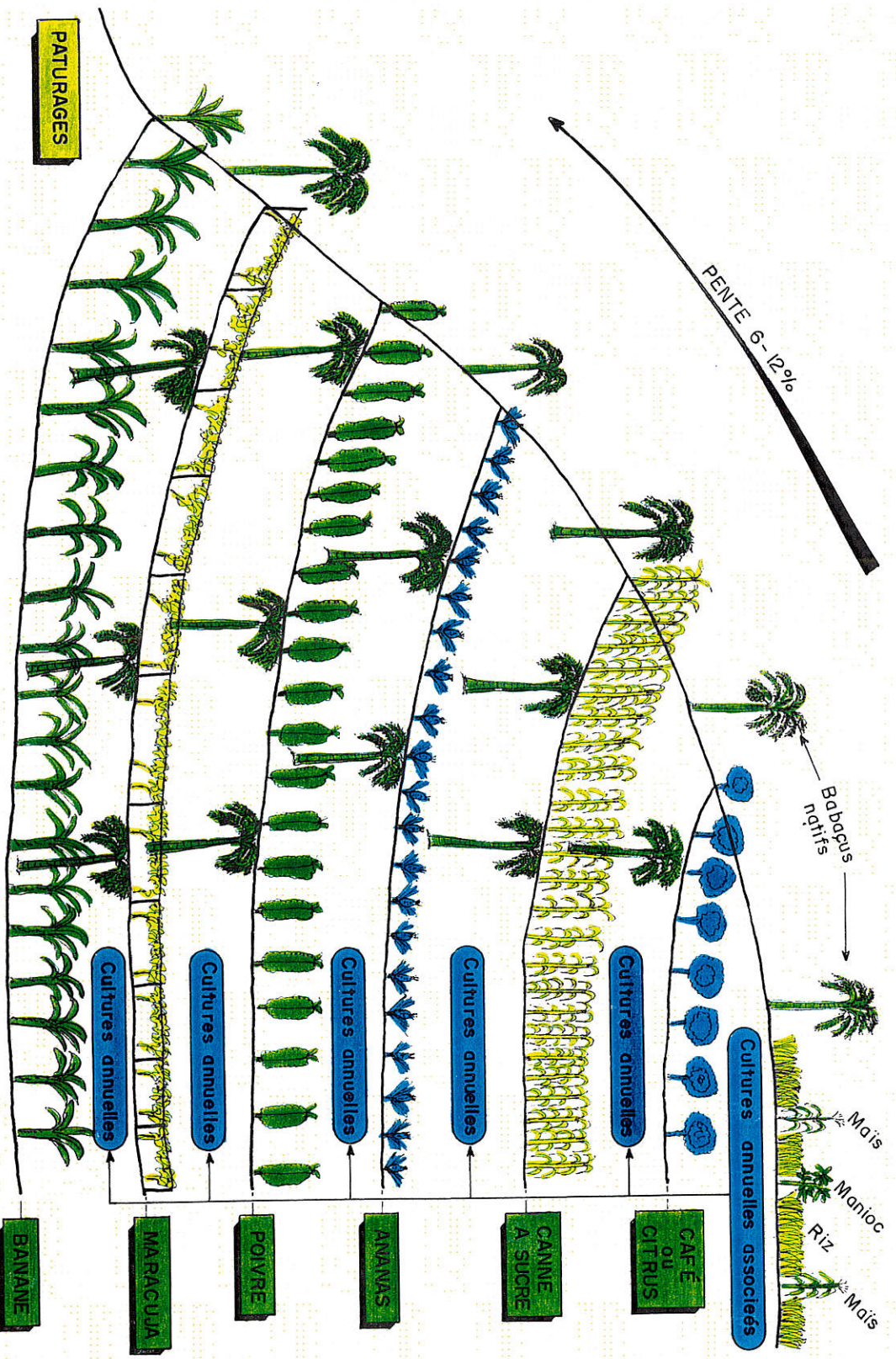


**SYSTÈMES MANUELS DURABLES, ASSOCIANT CULTURES ANNUELLES ASSOCIÉES + CULTURES PÉRENNES DE RENTE - COCAÏS - MA. 1978-1982**

SYSTÈMES EN SEMIS DIRECT

GESTION DU MOINDRE RISQUE ÉCONOMIQUE

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, et al., (EMAPA) - 1978-1982



**CARACTERISATION DU PROFIL CULTURAL**

**À LA RECHERCHE DES PARAMÈTRES INDICATEURS LES PLUS PERTINENTS ET EXPLICATIFS DE LA PRODUCTION DE MATIÈRE SÈCHE ET DE SA REPRODUCTIBILITÉ**







• SUR 3 PROFILS DE LA MATRICE QUI ENGENDRENT LES CROISSANCES DE CULTURES LES PLUS DIFFÉRENCIÉES

LYSIMÈTRES

1 m à 2 m

Echantillon non déformé



ANALYSE

- Flux d'eau (EIR, drainage)
- Flux d'éléments minéraux (lessivage, recyclage)

⇒ SUR LE PROFIL CULTURAL

DYNAMIQUE INTERNE/CULTURE/SYSTÈME

MATRICE DES SYSTÈMES

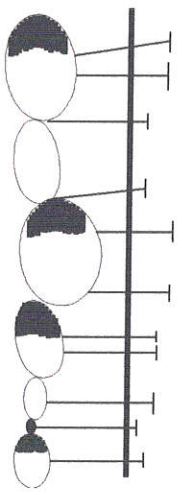
- Le meilleur
- Le pire
- Un intermédiaire → interpolation des données

Rugosité initiale au semis et conséquences sur :

Erosion Adventices Avant la couverture totale du sol

Description du profil cultural et mesures :

Evolution Da, DR, K, LS, résistance mécanique à la pénétration  
Enracinement  
Conditions d'oxydo-réduction  
Activité de la M.O.  
Niveaux chimiques dans la solution



"Asperomètre"

Fin de tallage (céréales), début floraison (soja, coton)

↓  
**ÉVOLUTION**

Pleine floraison (maximum du système racinaire)

## ⇒ SUR LES CULTURES, DANS LES SYSTÈMES

### • Analyse du rendement (R)

$$\left[ \begin{array}{l} \text{Ex.: Céréales} \rightarrow \text{N}^{\circ} \text{ pieds/m}^2 \times \text{N}^{\circ} \left\{ \begin{array}{l} \text{épis} \\ \text{panicules} \end{array} \right. / \text{pied} \times \text{N}^{\circ} \text{ grains} / \text{épis} \\ \text{Ex.: Soja} \rightarrow \text{N}^{\circ} \text{ pieds/m}^2 \times \text{N}^{\circ} \text{ gousses/pied} \times \text{N}^{\circ} \text{ grains/gousse} = \text{R}_s \end{array} \right. = \text{R}_c$$

→ Identifier, hiérarchiser les facteurs et conditions du milieu à chaque étape de l'élaboration du rendement

■ **LES FACTEURS** ⇒ Les éléments du milieu qui interfèrent dans les processus biologiques (synthèse chlorophyllienne, respiration) = radiation,  $\text{CO}_2$ , éléments minéraux, eau.

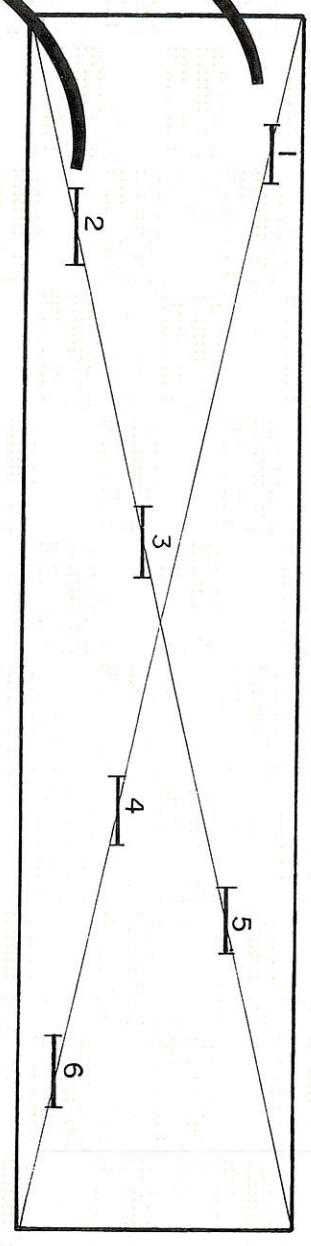
■ **LES CONDITIONS** ⇒ Disponibilité des éléments minéraux en fonction des états du profil cultural.

- Les composantes du rendement traduisent les effets =
  - Des modes de gestion du sol
  - De l'histoire culturale (succession des cultures x modes de gestion du sol)
    - + A court terme (effet des précédentes et modes de gestion du sol, adventices)
    - + A plus long terme, effets cumulatifs (évolution de M.O., état structural, distribution P, potentiel semencier des adventices).



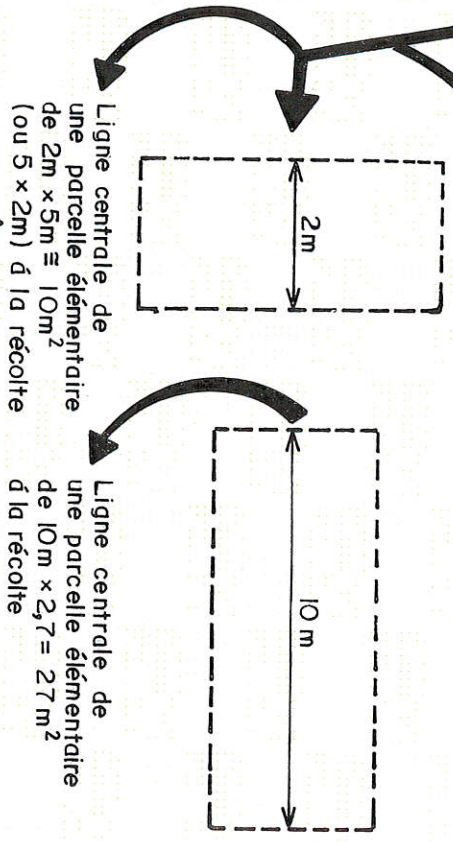


Parcelle système en conditions d'exploitation réelles ⇨ > 1 ha



Immédiatement après la levée de la culture, piquer, au hasard

- 6-8 échantillons élémentaires (profil cultural homogène)
- > 8 échantillons si profil cultural hétérogène



**RIZ, SOJA**

**COTON, MAÏS MIL, SORGHOS**

**ÉVALUATIONS**

**SUR LE PROFIL CULTURAL**      **DATE DE RÉALISATION**

- Rugosité } Au semis, 30 JAS, 60 JAS
- Pénétrométrie } Au semis, 45 JAS, pleine floraison
- Vitesse d'infiltration de l'eau } 45 JAS et pleine floraison
- IS, K, DA, DR }

**SUR LES CULTURES**

- Relations de concurrence adventices x cultures } 0-30 JAS, 30 JAS-couverture du sol par la culture
- Composantes du rendement } Stades physiologiques/culture
- Maladies, insectes } Stades physiologiques/culture
- Potentiel adventices Post-récolte } PôS - récolte, saison sèche

SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac et al., 1994



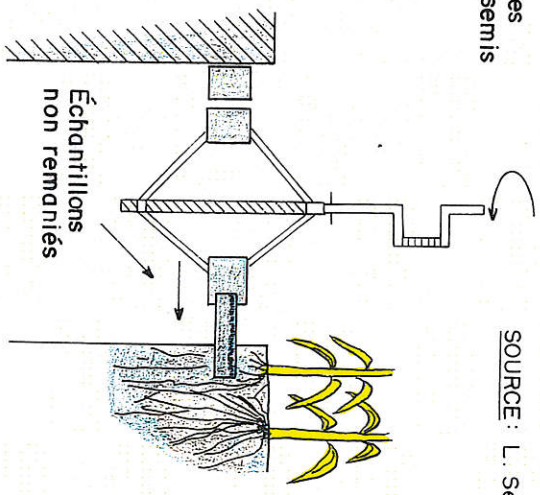
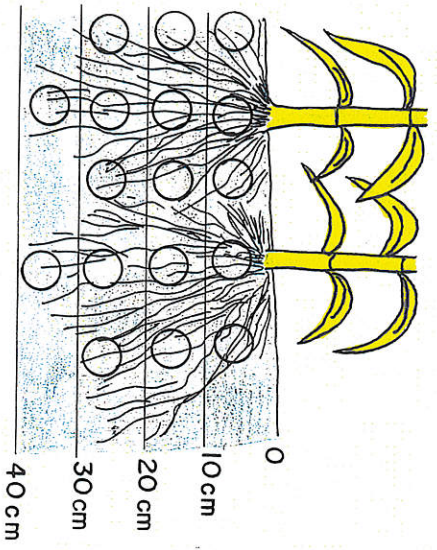
**MESURES SUR LE PROFIL CULTURAL, IN SITU, POUR LES ÉVALUATIONS**

**4 Paramètres d partir du même échantillon non remanié**

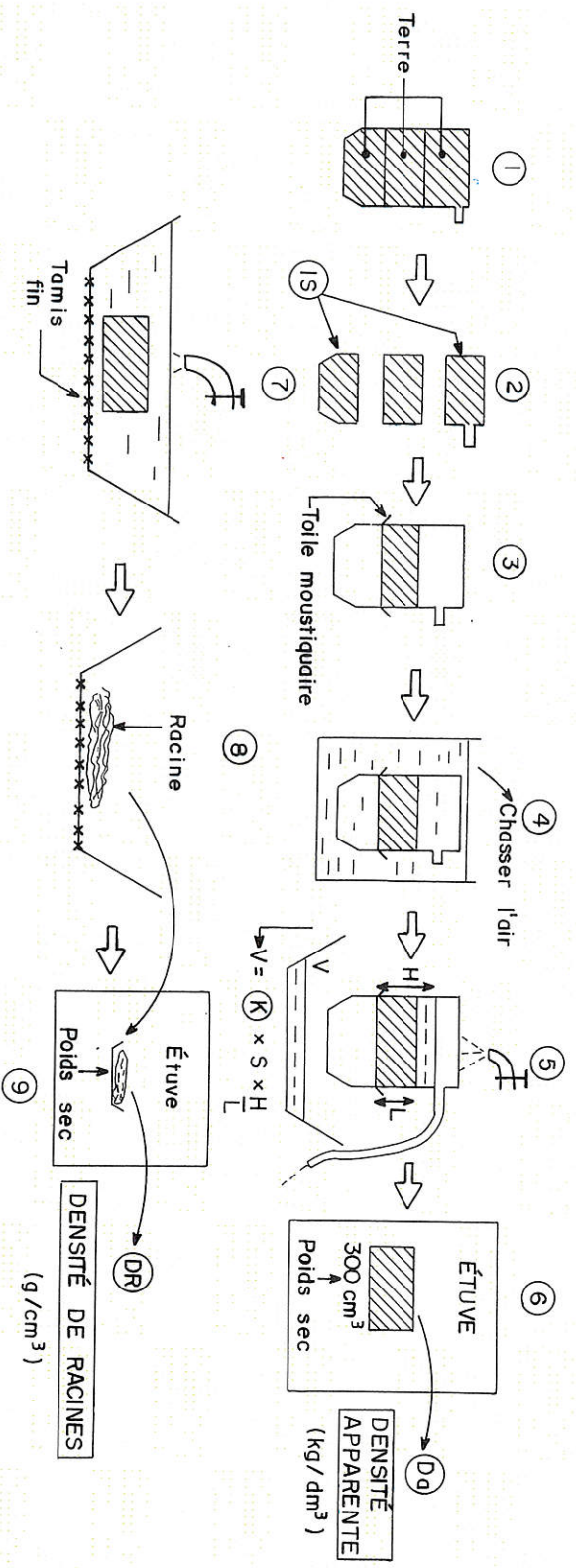
- Da (densité apparente)
- DR (densité racinaire)
- IS (indice dinstabilité structurale)
- K (conductivité hydraulique de Darcy)

**ÉCHANTILLONNAGE**

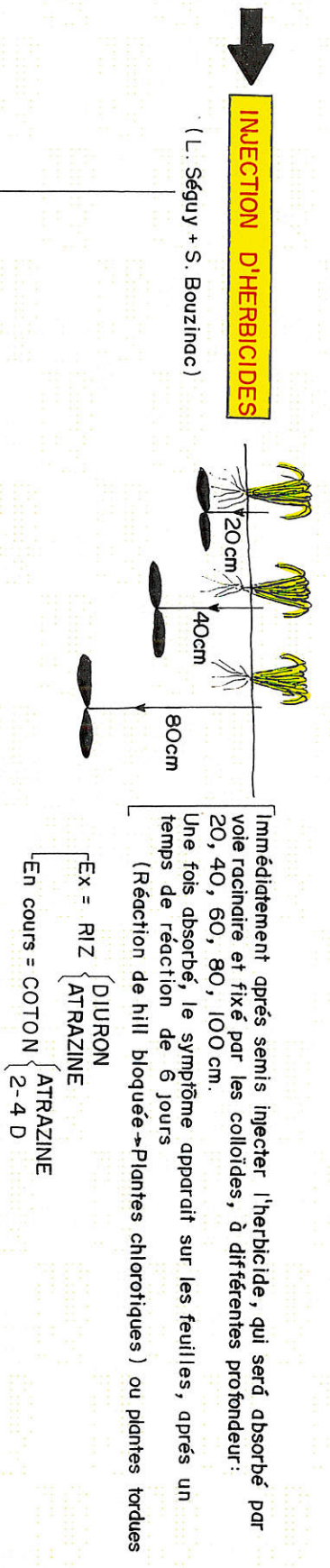
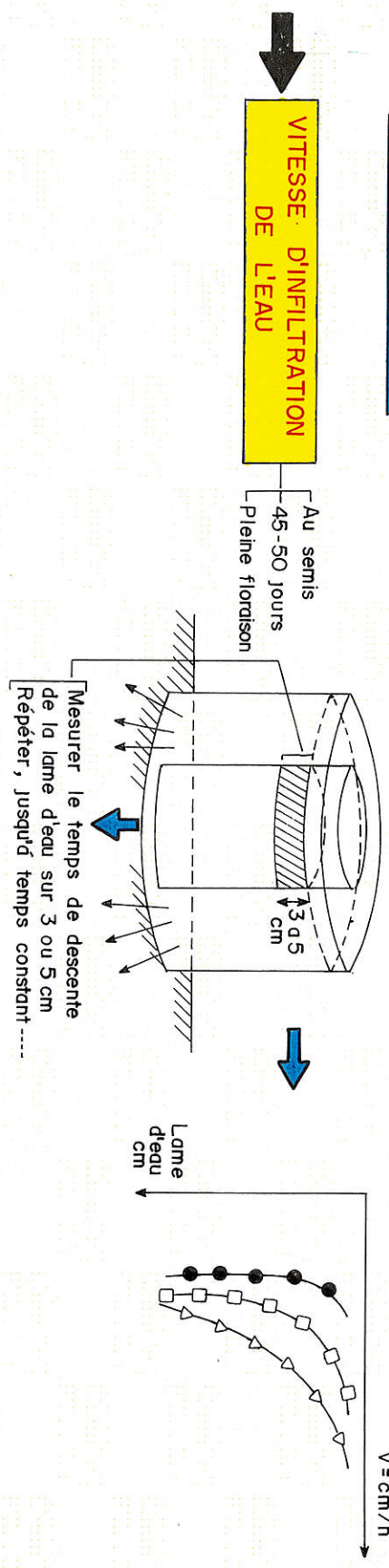
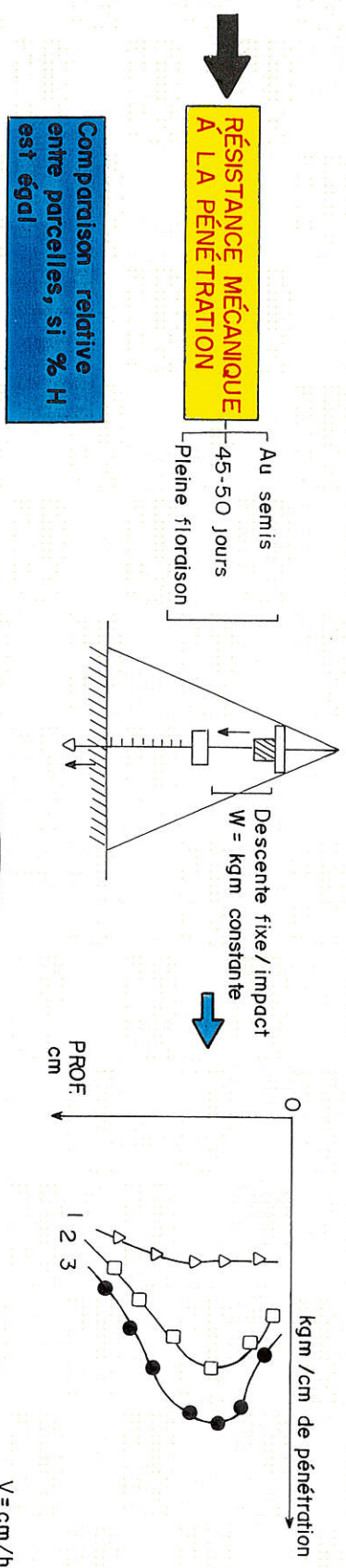
Cylindres horizontaux → Perpendiculaires aux lignes de semis



SOURCE: L. Séguéy, S. Bouzinac, 1994







Permet de nombreuses répétitions → Caractérisation de la qualité du travail du sol, tri de lignées en croisements.

Évaluer la vitesse de descente du front racinaire, sans ouvrir de tranchées = Évaluation dynamique de la R. U. ( eau, éléments nutritifs )

## SYNTHÈSE DES RÉSULTATS ANNUELS ET PLURIANNUELS

- Analyse en composantes principales (multivariable), corrélations.
- Régression de la productivité des cultures (matière sèche totale, grains) sur les paramètres analysés ⇒ choix des paramètres plus pertinents et explicatifs

RÈGLES DE FONCTIONNEMENT  
DES RELATIONS CLIMAT-SOL-PLANTE