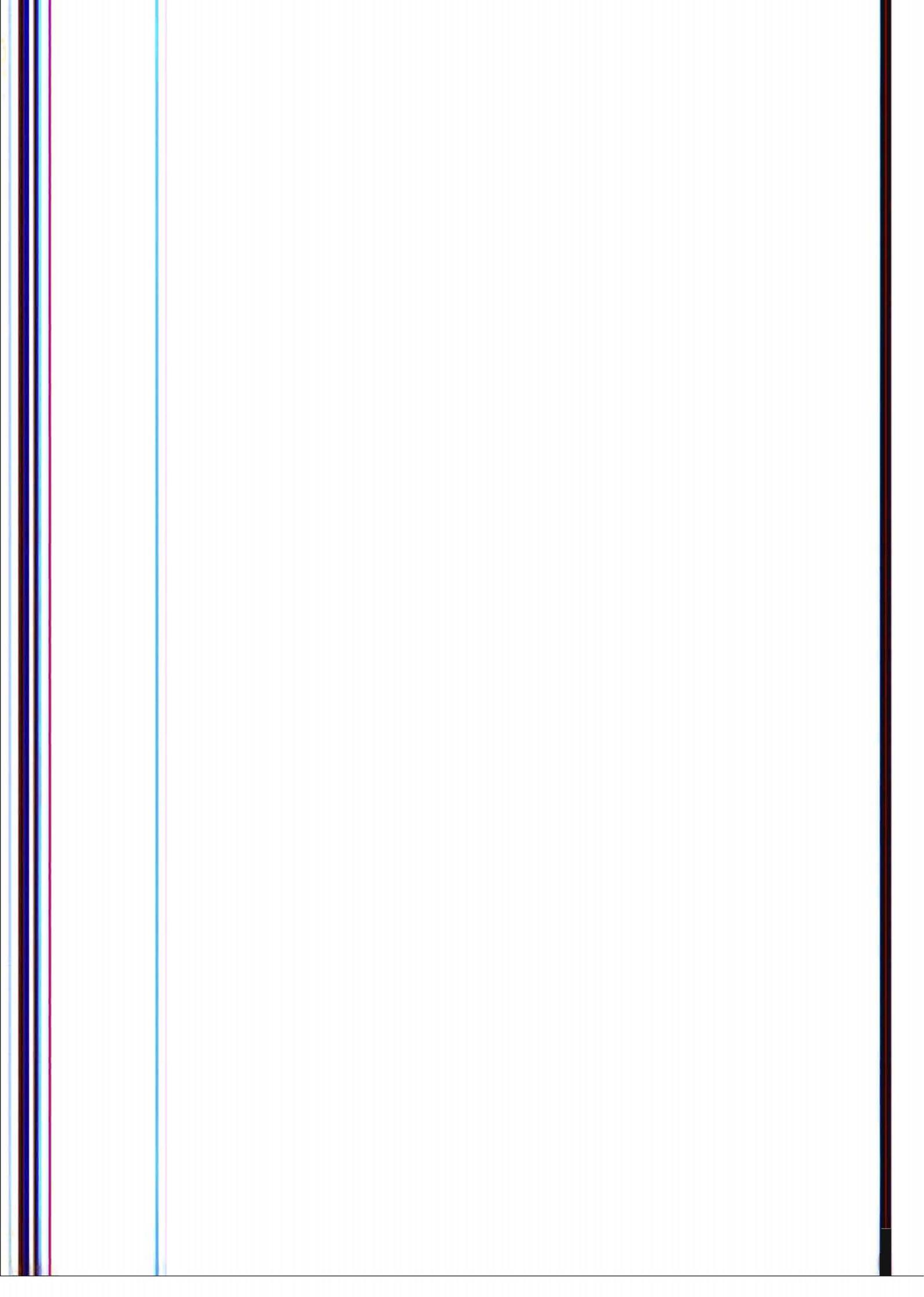


**La construction d'une agriculture durable, lucrative, adaptée
aux contraintes pédoclimatiques de la zone tropicale humide**

■ *Chemins technologiques présentés sous forme de dessins*

**Lucien Séguy (1)
Serge Bouzinac (1)
Ayrton Trentini (2)
Nelson A. Cortês (3)**

(1) Agronomes généralistes du CIRAD-CA - Goiânia - Goiás - BRÉSIL - Tel et Fax (062) 248.1591
(2) Agronome de la COOPERLUCAS
(3) Vétérinaire de l'EMPAER (MT)



■ **Introduction - Les travaux de recherche conduits par le CIRAD-CA, depuis 10 ans, sur les fronts pionniers de la zone tropicale humide de l'Ouest brésilien, ont permis, de créer de nouveaux concepts pour la fixation d'une agriculture tropicale durable, lucrative, préservatrice de l'environnement (L. Séguy, S. Bouzinac 1989 à 1994). Ces nouveaux concepts de gestion écologique des sols et des systèmes de culture, inspirés du modèle de fonctionnement de la forêt ombrophile, ont été traduits en pratiques agricoles, avec l'appui des agriculteurs, dans leur milieu - (cf. travaux de recherche L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA - 1989-1994).**

Ces travaux de recherche - action, en prise directe dans le développement, ont montré que **la clé essentielle de la gestion écologique des sols ferrallitiques dans les régions chaudes à forte pluviométrie supérieure à 2 000 mm sur 7 mois, réside dans sa capacité à produire et reproduire, à coût minimum, avant et ou après chaque culture, une biomasse la plus importante possible, à fort coefficient de minéralisation, qui a pour fonctions essentielles, à la fois de :**

- **Protéger complètement le sol contre l'érosion ;**
- **Recycler vers la surface les bases et éléments minéraux lixiviers en profondeur, minimiser les pertes d'éléments nutritifs dans le système sol-culture (à l'image de la forêt) ;**
- **Maintenir une forte porosité et une structure stable, efficace dans le profil cultural, enfin, alimenter la culture par voie biologique de manière continue tout au long de son cycle (travaux L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA - 1989-1994)**

Divers systèmes de culture de production continue de grains dont le soja, puis le riz pluvial sont les cultures principales, ont été mis au point et diffusés.

Ces systèmes de production de grains utilisant au maximum l'effet biomasse ("pompe biologique"), peuvent être également pratiqués en rotation avec les pâturages (sur 3-4 ans), sommant les effets organo-biologiques des deux systèmes au profit des productions de grains, viande et lait, à moindre coût.

Ces systèmes de production de grains, en rotation (ou non) avec l'élevage, sont en voie de diffusion active sur les frontières agricoles du Mato Grosso, et dans les cerrados du centre ouest, puisque les dernières estimations 1994, montrent que plus d'un million d'hectares pratiquent déjà ces technologies.

Ces modes de gestion écologique des sols et des systèmes de culture constituent non seulement de nouveaux concepts décisifs pour l'avenir de la recherche agronomique en milieu tropical, un creuset exceptionnel à exploiter, mais aussi, déjà, des réalités praticables pour le futur d'une agriculture réellement adaptée aux contraintes pédoclimatiques tropicales, capable de mieux valoriser les ressources naturelles, d'économiser les intrants chimiques et de protéger totalement le capital sol.

Ces concepts et systèmes mis au point, sont, sans aucun doute :

- **À diffuser dans les régions chaudes et humides du monde tropical ;**
- **À adapter et développer davantage dans les autres grandes régions écologiques tropicales, moins pluvieuses : zones soudano-sahélienne, sahélienne africaines, sub-tropicale et sub-tropicale d'altitude (cf. travaux de H. Charpentier et P. Autray en Côte d'Ivoire, de R. Michelin à l'île de la Réunion, P. Julien à Madagascar).**

Ces concepts représentent les résultats de 10 ans d'innovations technologiques de la recherche-action du CIRAD-CA, en milieu réel, pour, avec et chez les agriculteurs (L. Séguy, S. Bouzinac, 1984-1994).

Ils sont présentés ici, sous forme de cheminements technologiques dessinés, pour en faciliter la lecture et la compréhension.

■ Réaménager les espaces agricoles, aujourd'hui
totalement déboisés, ouverts,



*Reconstituer des bocages, régulateurs climatique et
biologique, totalement protégés contre
l'érosion ⇒ Vocations agriculture - élevage*

CHRONOLOGIQUEMENT, HIERARCHISER LES ACTIONS: EN TOUT PREMIER LIEU

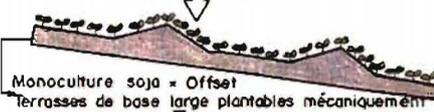
Utiliser les techniques de conservation des sols au niveau des unités géomorphologiques

--> PARTANT DE --> Situation initiale --> Espace agricole ouvert

Pente (%)	Distances entre terrasses (en m.)	
	<15% Argile	>35% Argile
1	73	78
2	43	46
3	33	36
4	25	31
5	24	27
6	22	25
7	21	24
8	20	23

Source: Resek (1981)

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

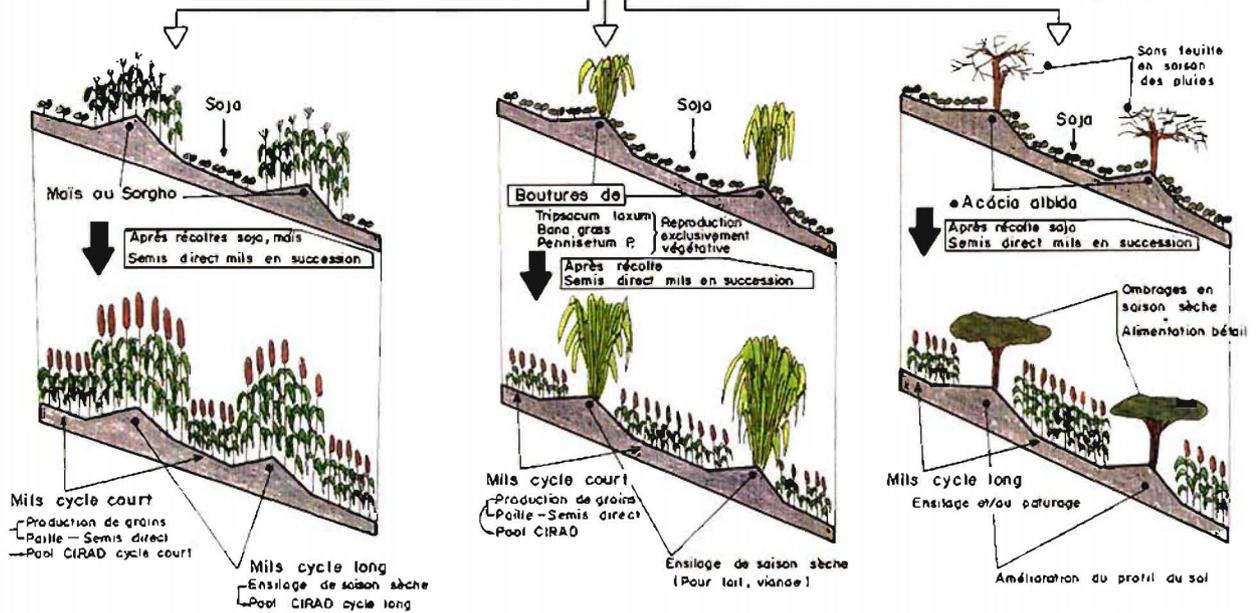


TECHNOLOGIES CIRAD-CAI
EN DEVELOPPEMENT

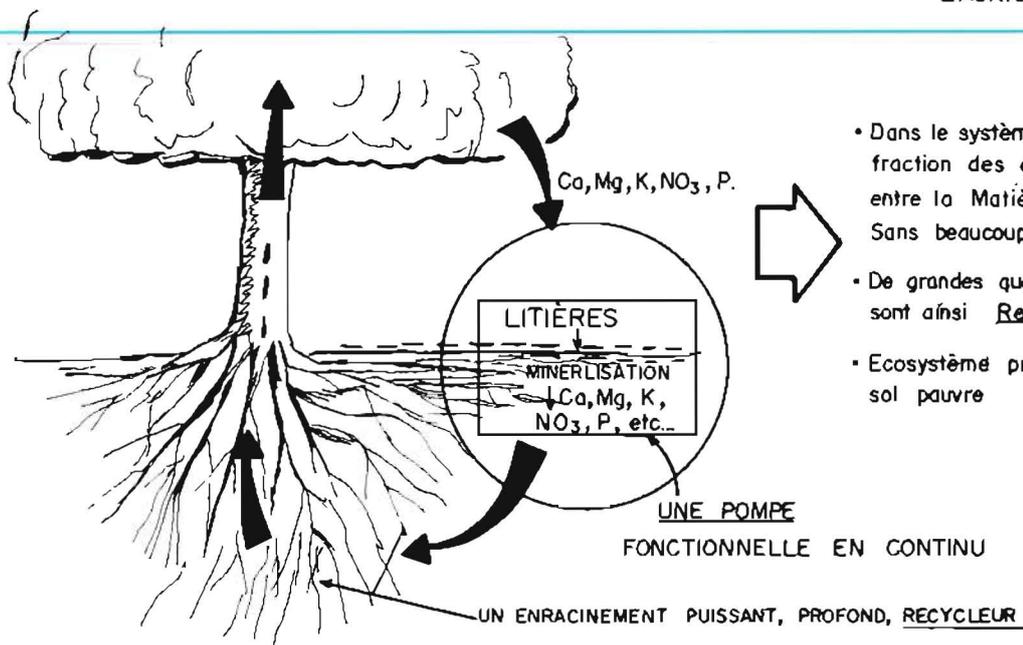
Organisation d'un espace agricole
régulateur climatique et biologique

Appui aux
productions de
viande et
lait

En saison sèche



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



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

		Kg / ha / AN					
		Matière sèche	N	P	K	Ca	Mg
• Matériaux dus à érosion pluviale	—	—	12	3,7	220	29	18
• Litière	10 528	199	7,3	68	206	45	
• Bois tombé	11 200	36	2,9	6	82	8	
• Décomposition racines	2 576	21	1,1	9	15	4	
■ Total apporté	24 304	268	15	303	332	75	
↳ % Biomasse totale	7	13	11	33	12	19	

SOURCE = NYE (1961)

■ L'adaptation et l'application, aux systèmes de cultures annuelles, du modèle de fonctionnement de la forêt, requiert, le plus souvent, lorsque les sols ferrallitiques ont été dégradés par des modes de gestion inadéquates sur plus de 5 ans (*), des corrections préalables du profil cultural :

Approfondissement du profil cultural, avec, simultanément :

- *Correction chimique si nécessaire,*
- *Redistribution des bases en profondeur, de la matière organique*

- Pratique de systèmes à 2 cultures en succession annuelle, dont la seconde est :

- *Productrice d'une forte biomasse*
- *Protectrice du sol*
- *À enracinement très profond, recycleur, restructurant, chaque année*



Amorcer la pompe biologique

() Monoculture soja x utilisation abusive et continue des offsets lourds et légers en sol et trop humide*

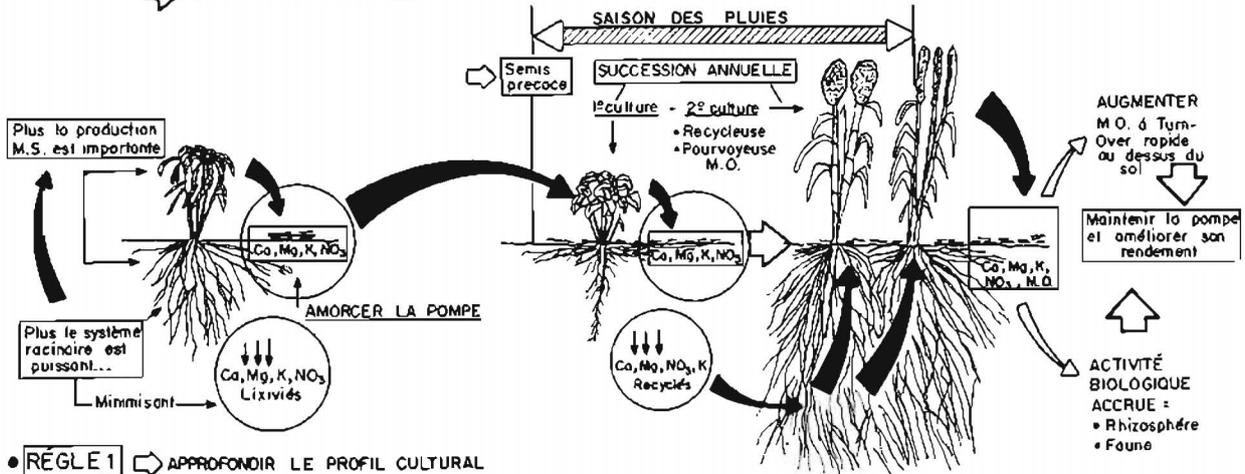
COMMENT TRADUIRE CE MODELE EN CONCEPTS ET PRATIQUES AGRICOLES ACCESSIBLES AUX AGRICULTEURS

EN ZONES TROPICALES ET EQUATORIALES CHAUDES ET HUMIDES DE BASSE ALTITUDE

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

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

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



● RÉGLE 1 → APPROFONDIR LE PROFIL CULTURAL

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

COMMENT → SIMULTANEMENT:

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

● RÉGLE 2 → SYSTÈMES A 2 CULTURES EN SUCCESION ANNUELLE

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

- Couverture morte importante en saison sèche =
- Tampon thermique, humidité, obscurité =
- Forte activité continue de la Faune

→ RÉDUIRE AU MAXIMUM, LES PERTES ANNUELLES DU SYSTÈME - "CULTURES - M. O. SOL"

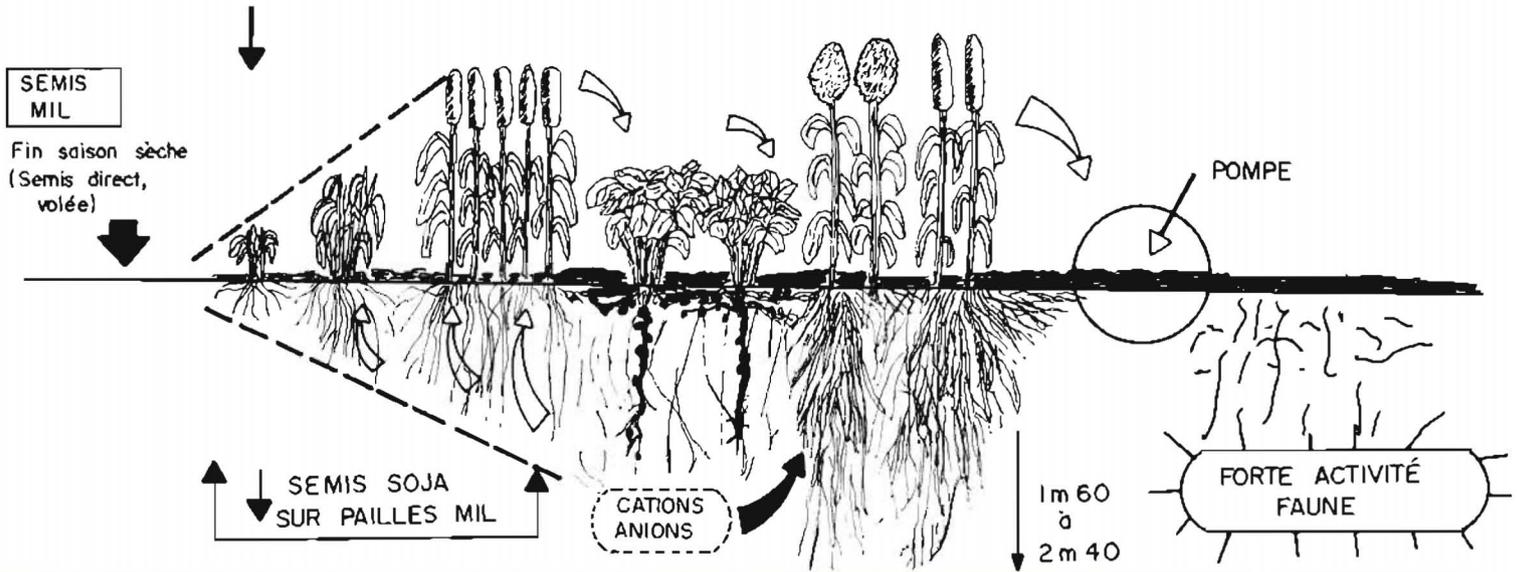
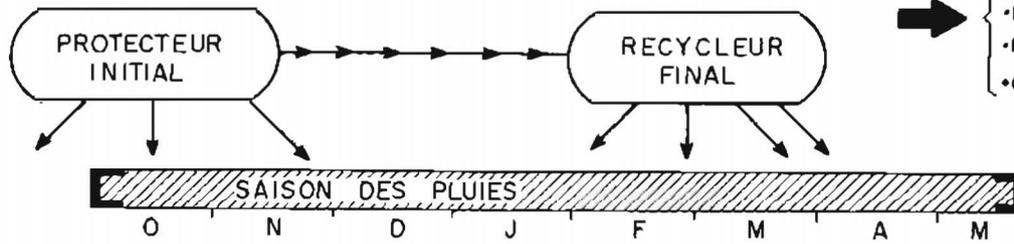
■ La pratique du semis direct associée à l'utilisation de successions annuelles à 2 cultures, productrices de fortes biomasse, recycleuses ⇒ un système simple, facile à pratiquer, mainteneur de la fertilité

- Aujourd'hui, environ *1 million d'hectares* sont cultivés dans les cerrados du centre ouest, avec ce système ⇒ *diffusion et adoption par les producteurs, extrêmement rapide*

"SYSTEME "MAINTENEUR DE FERTILITÉ"

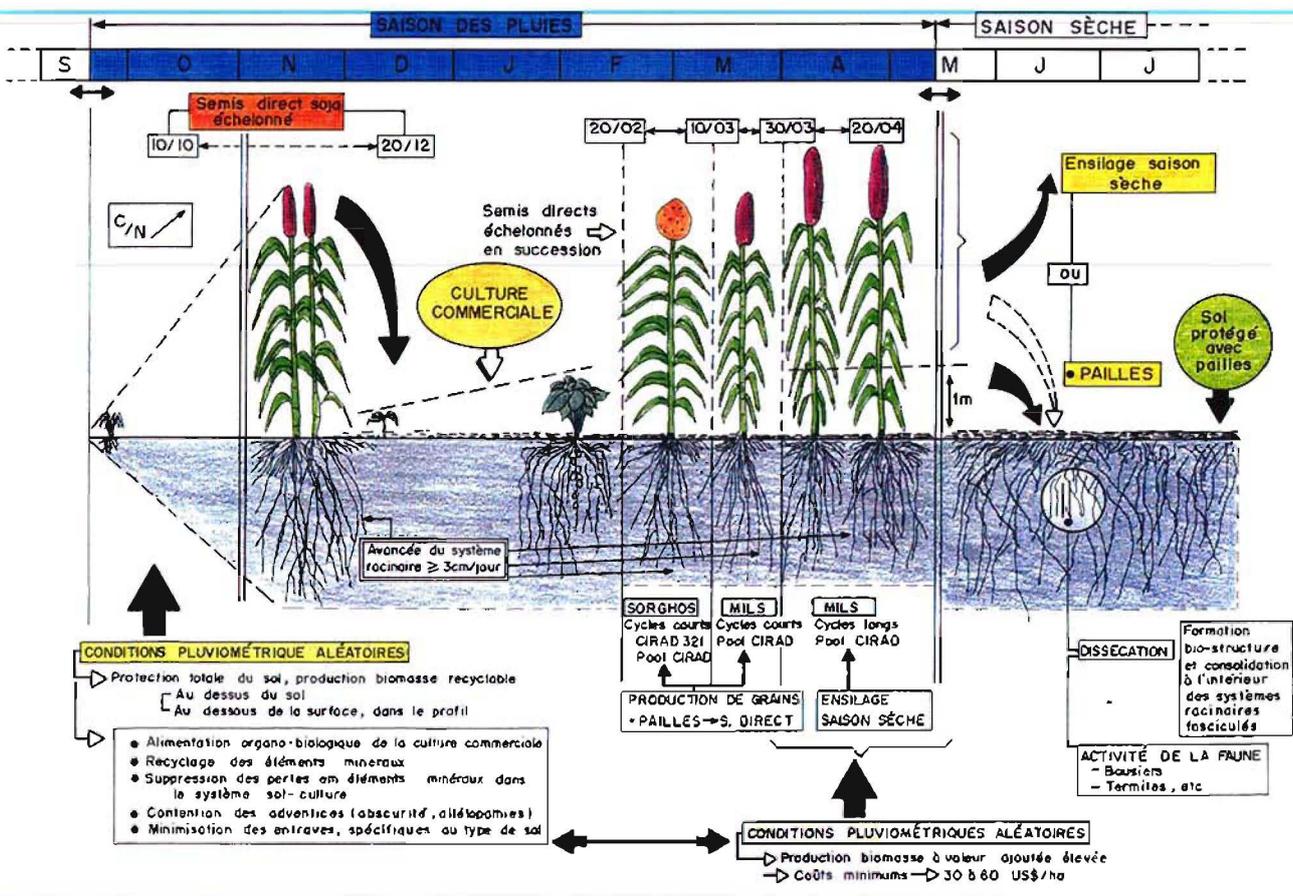
SUR CULTURE SOJA (*) - L. SEGUY, S. BOUZINAC - MT/1993.

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



COMMENT FONCTIONNE LE SEMIS DIRECT? LES CULTURES = UNE MINI-FORÊT

SOURCE: L. Seguy
S. Bouzinac
A. Tremini
CIRAD-086/1994

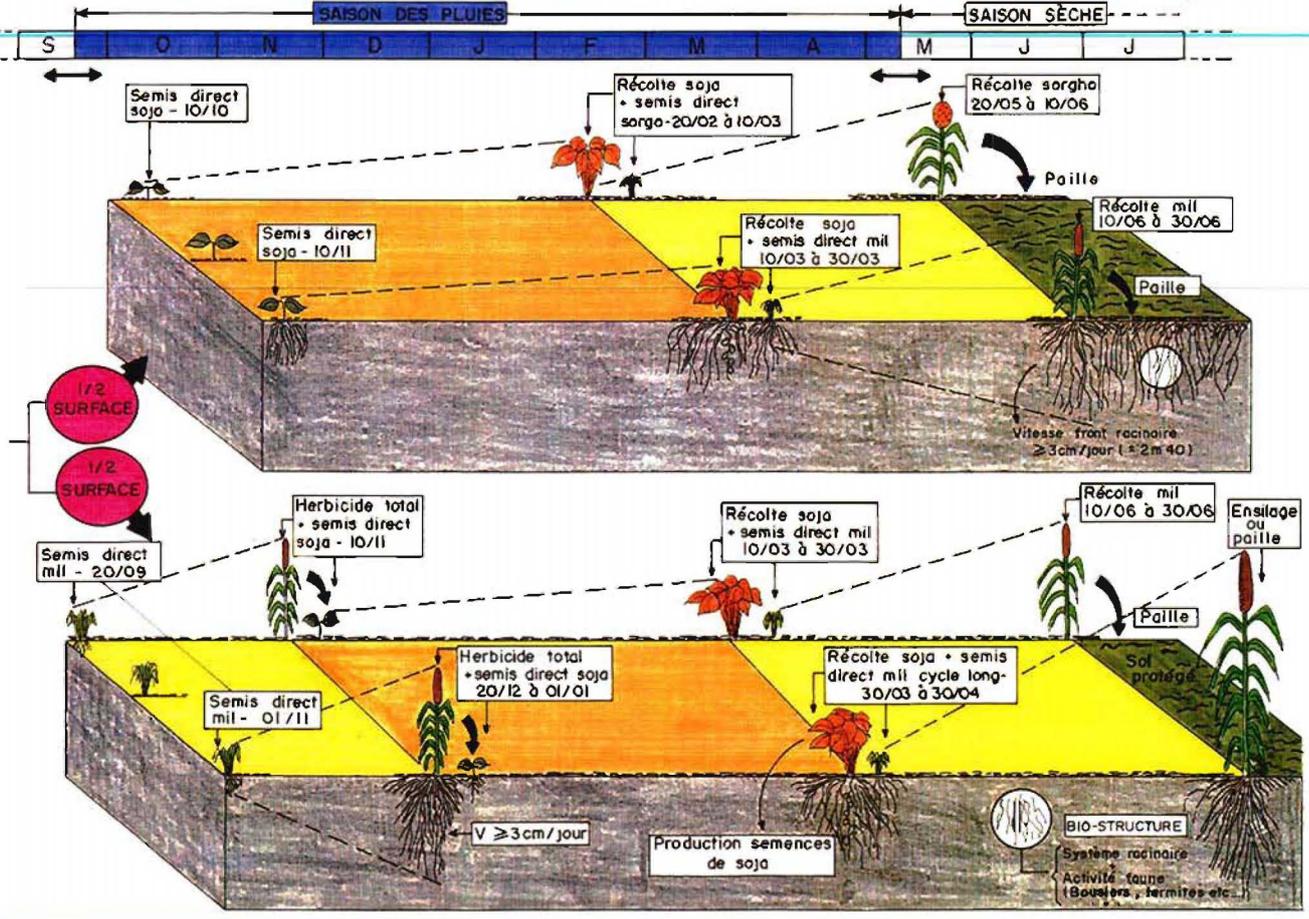


➔ **MAXIMISER LA CAPACITÉ DES ÉQUIPEMENTS MÉCANISÉS ET LEUR SOUPLESSE D'UTILISATION**

 Soja semis précoce • Cultures en succession
 Mil • Soja semis • Mil plus tardif
 Ensilage
 Paillage

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

➔ **LE DOUBLE SYSTEME**



■ Un autre exemple d'application, du semis direct avec 5 cultures sur 3 ans ⇨ 1 travail profond du sol, toutes les 4 cultures

1 ^o Riz +	<table border="1"><tr><td>Sorgho</td></tr><tr><td>Mil</td></tr></table>	Sorgho	Mil] un labour profond de fin de cycle pluvieux + amendements, avant riz
Sorgho				
Mil				
2 ^o Soja +	<table border="1"><tr><td>Sorgho</td></tr><tr><td>Mil</td></tr></table>	Sorgho	Mil	
Sorgho				
Mil				
3 ^o Soja] suivi de 4 semis direct		



• Nouvelle séquence de 5 cultures avec travail profond + semis direct

ou

• Semis direct pâturage, au fur et à mesure de la récolte du soja

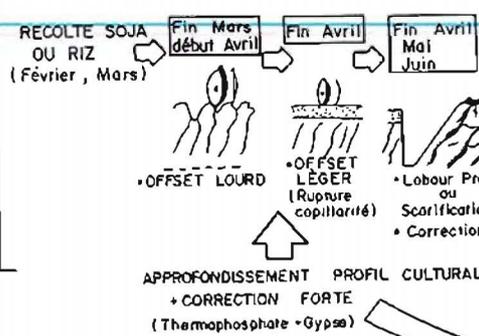
⇨ Élevage pour 3-4 ans

<i>Panicum maximum</i> - C.V. Tanzânia
ou
<i>Brachiaria brizantha</i> - C.V. Brizantão

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

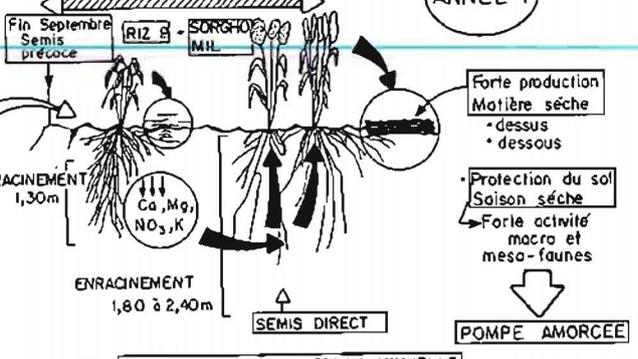
5 CULTURES EN 3 ANS

ANNÉE 1



SAISON DES PLUIES

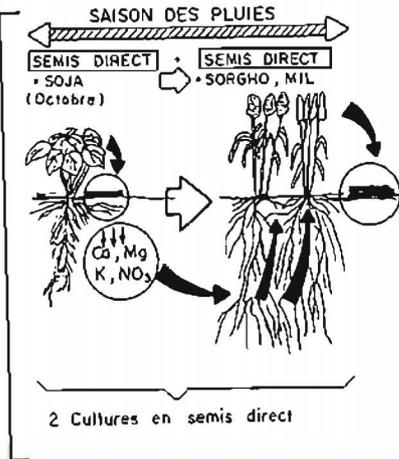
ANNÉE 1



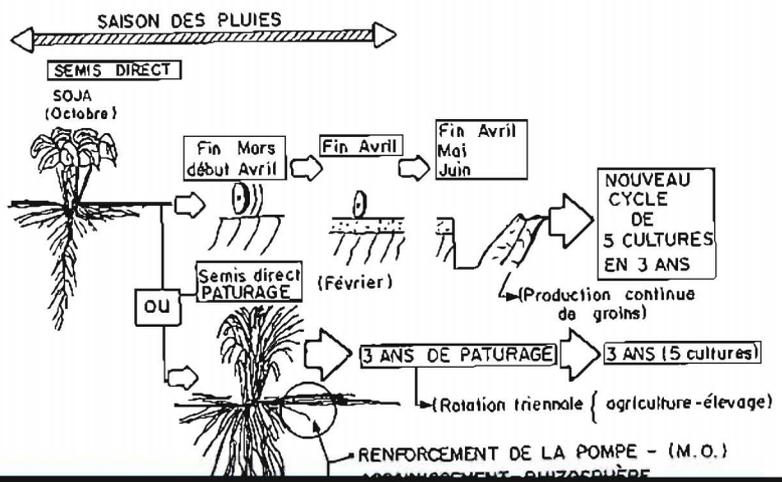
2 CULTURES EN SUCCESSION ANNUELLE

ANNÉE 2

ANNÉES 2 et 3



ANNÉE 3



■ **Des systèmes de culture en semis direct utilisables aussi bien en agriculture mécanisée qu'en agriculture manuelle et traction animale :**

- *Production continue de céréales sur légumineuses perennes*
- *Production continue de grains sur tapis vivants de graminées perennes* ⇨ *La succession annuelle "grains + pâturage"*

LES SYSTÈMES DE PRODUCTION CONTINUE DE CÉRÉALES (Sorghos, Maïs, Riz) SUR LÉGUMINEUSES PÉRENNES

Utilisables aussi bien en agriculture mécanisée qu'en agriculture manuelle

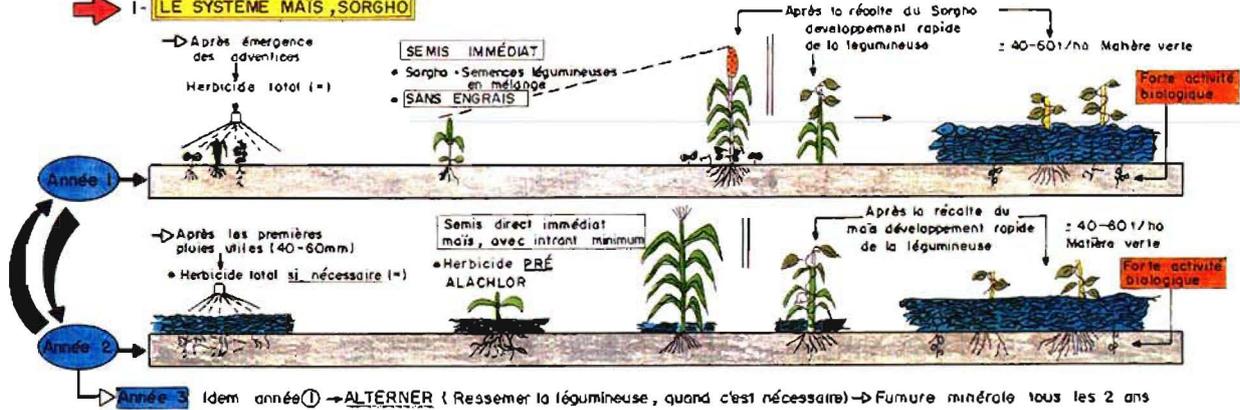
SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, A. Trentini
CIRAD - 1986/1994

Légumineuses volubiles ou non, reproduction par semences

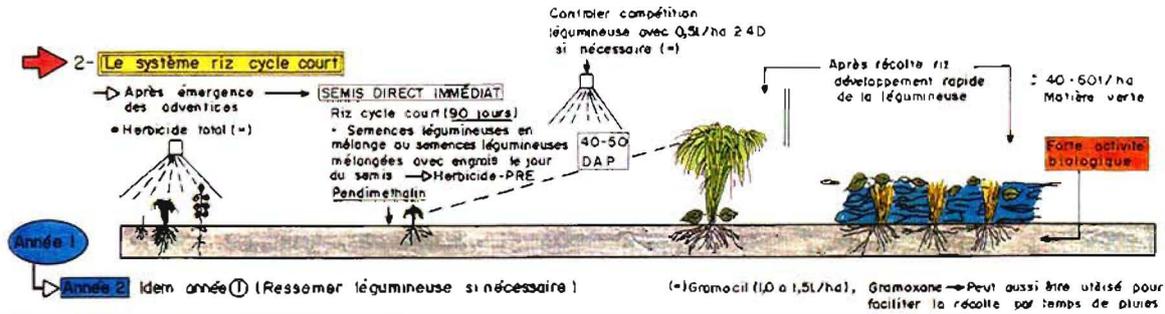
- *Catopagium mucunoides*
- *Pteraria phaseoloides*
- *Macroplidium atropurpureum*
- *Cassia rotundifolia*
- *Tephrosia pedicellata*
- *Stizolobium aberrinum* (-)

Valorisation des ressources naturelles au profit des cultures commerciales
Gestion à intrants minimums

1- LE SYSTÈME MAÏS, SORGHO



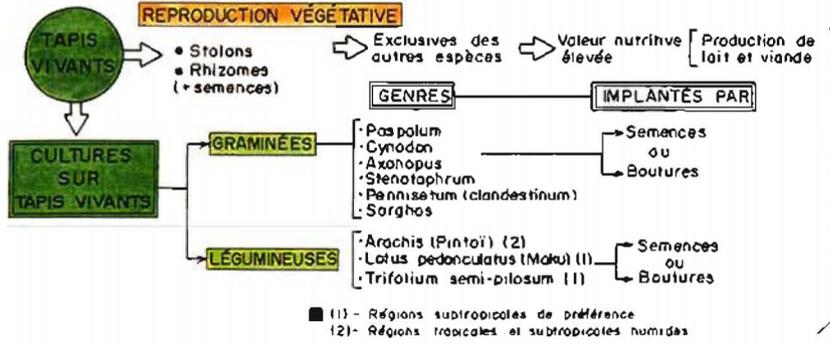
2- Le système riz cycle court



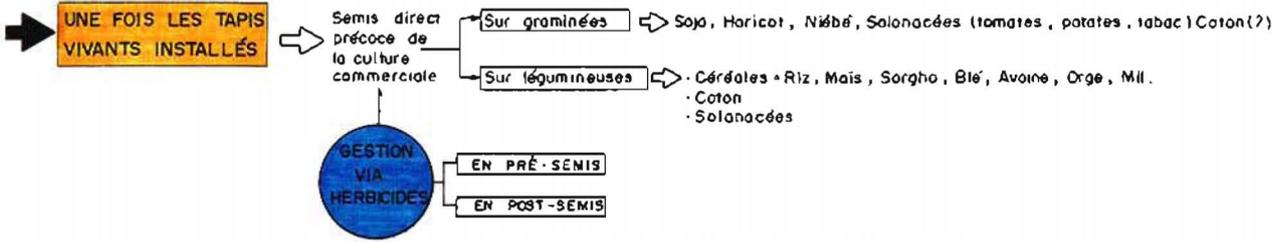
(-) Gramocil (1,0 à 1,5l/ha), Gramoxane → Peut aussi être utilisé pour faciliter la récolte par temps de pluies

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

• SOURCE: L. Seguy, S. Bouzinac, A. Trentini
 CIRAD - 1985/1994



⇔ **SYSTÈMES UTILISABLES**
 AUSSI BIEN EN AGRICULTURE
 MOTORISÉE QU'EN
 AGRICULTURE MANUELLE



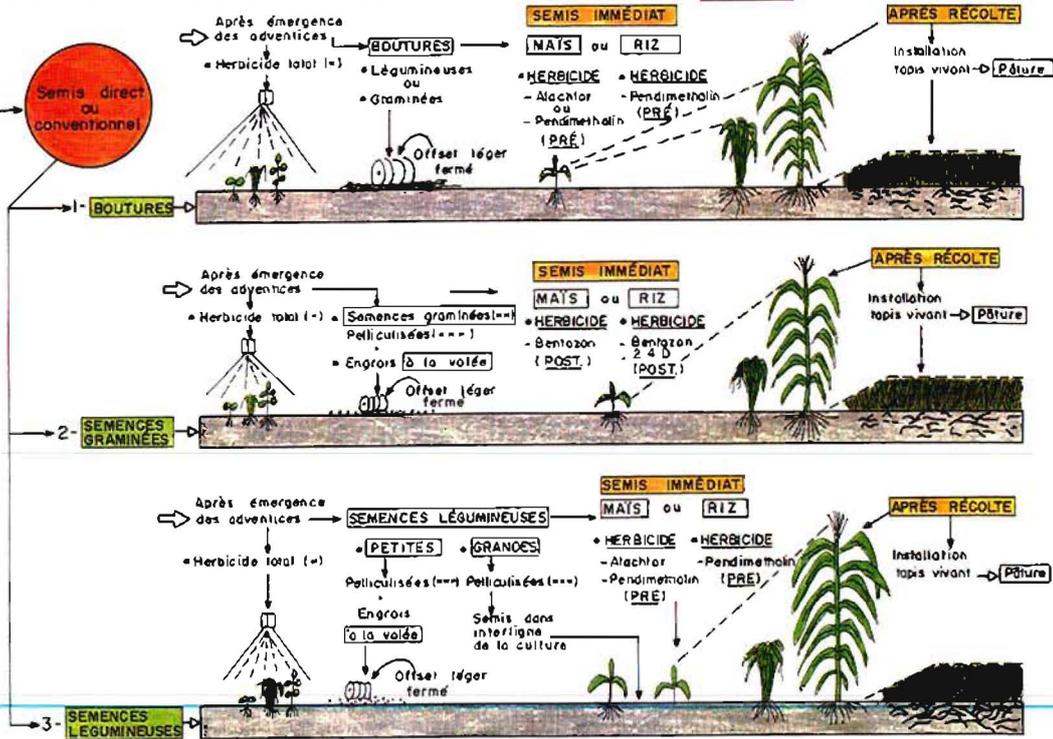
PRODUCTION CONTINUE DE GRAINS SUR TAPIS VIVANTS PÉRENNES
 • LA SUCCESSION ANNUELLE = GRAINS • PÂTURAGE

• SOURCE: L. Seguy, S. Boutinac, A. Trentini
 CIRAD - 1986/1994

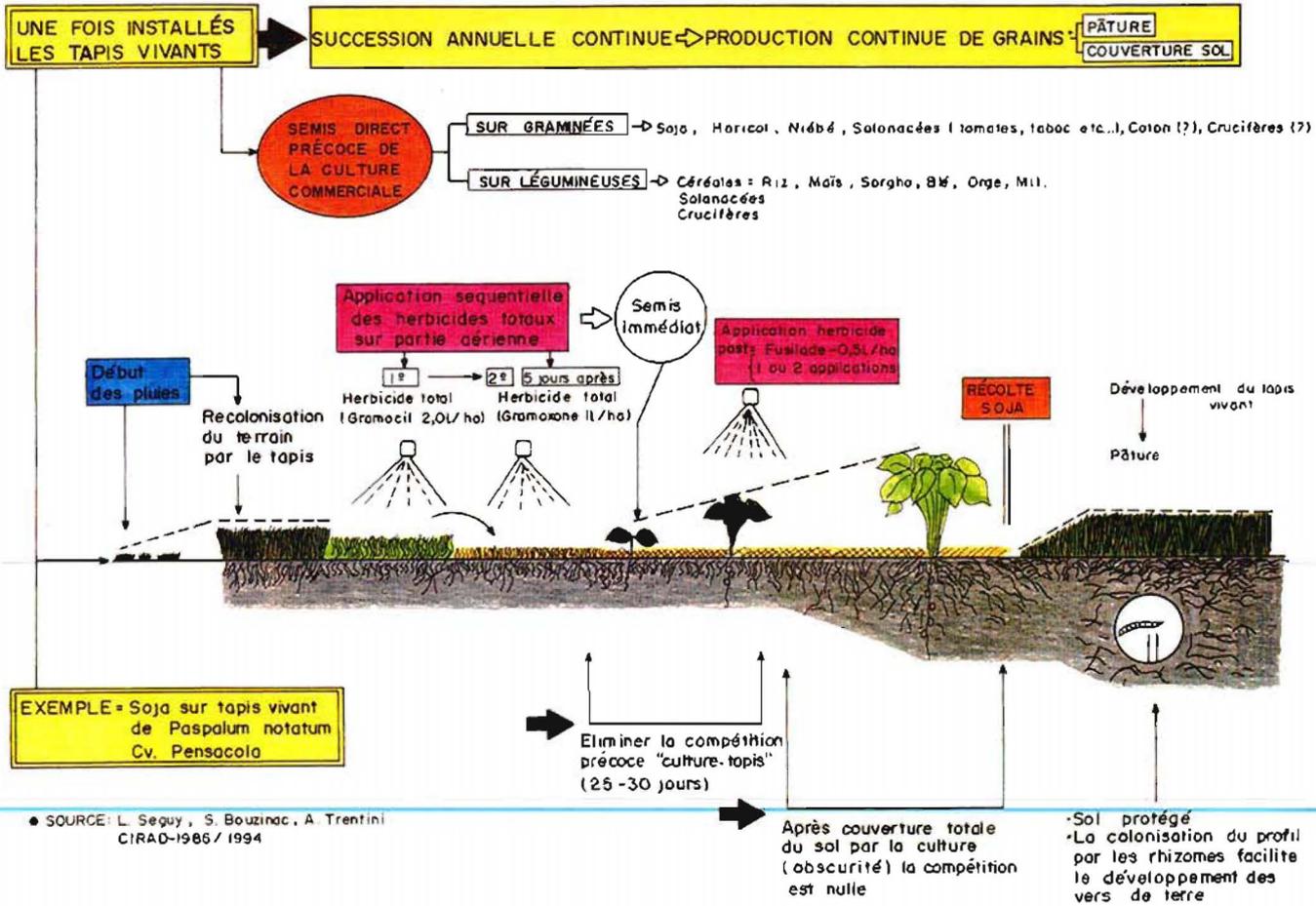
■ Systèmes utilisables aussi bien en agriculture motorisée qu'en agriculture manuelle

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

ITINÉRAIRES TECHNIQUES AVEC RIZ ET MAÏS



(*) - Paraquat, Paraquat - Diuron, Glyphosate
 (**) - Les semences de graminées peuvent aussi être mélangées à l'engrais dans le semoir, le jour du semis
 (***) - Pélliculisation avec Thermophosphate yaourin 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-1985/1994

■ Les systèmes de semis direct, en rotation tous les 3-4 ans :

• Production de grains - élevage

• *Ce qui est important dans les sols tropicaux, n'est pas de produire de l'humus, mais de produire, chaque année, de fortes biomasses de graminées dans les successions annuelles, pour maintenir une biostructure stable dans le profil cultural ⇒ C'est pendant la décomposition de ces biomasses que se forment des substances agrégantes et stabilisantes pour la structure ; en particulier les acides polyuroniques produits par *Cytophaga* exercent un effet décisif.*

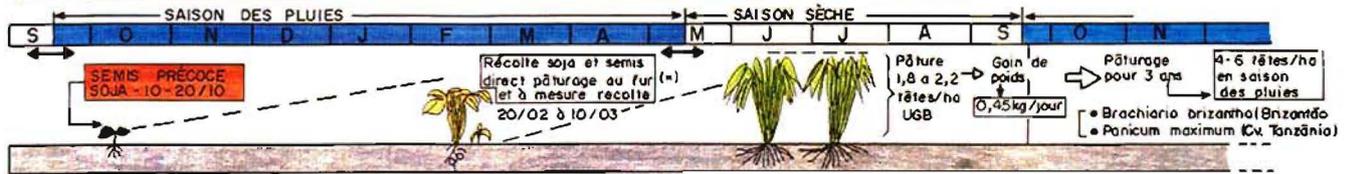
• *Grâce aux technologies de semis direct, grandes productrices de biomasse (au dessus, comme dans le profil), combinées (ou non) avec l'action agrégante des systèmes racinaires des graminées fourragères (Cv. Tanzânia, Brizantão), le producteur peut aujourd'hui construire des systèmes reproductibles, stables et lucratifs, protégeant complètement le capital sol ; ces systèmes offrent toutes les garanties agronomiques, techniques et économiques pour valoriser à moindre coût, les ressources naturelles au profit d'une activité agricole diversifiée, stable et lucrative.*

LES SYSTÈMES "PRODUCTION DE GRAINS-ELEVAGE" EN ROTATION, TOUS LES 3-4 ANS

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

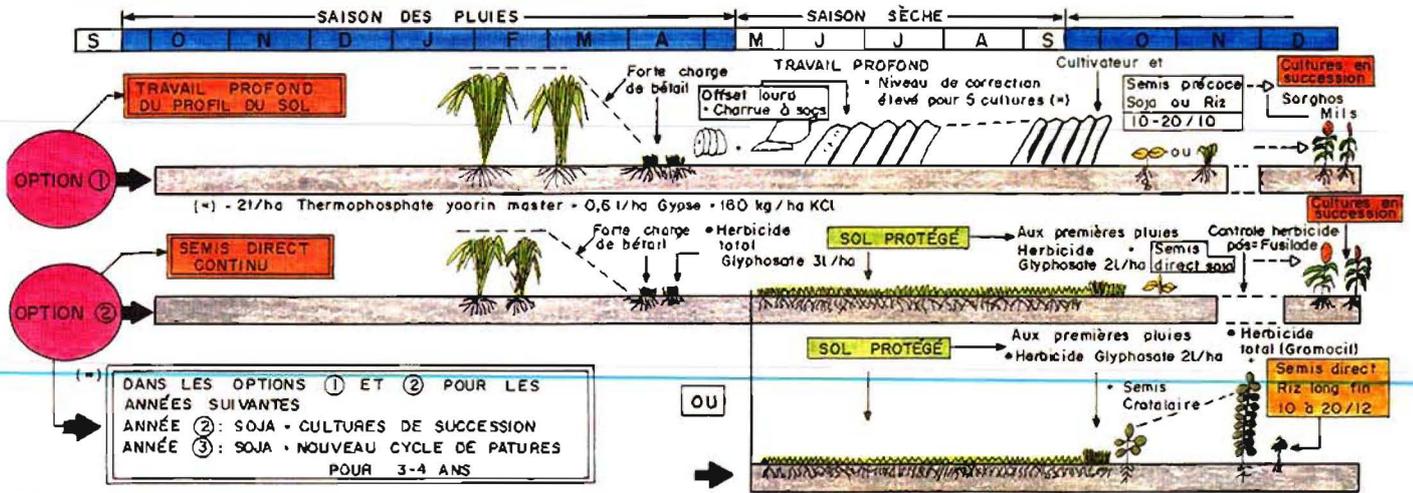
Profil de sol biologiquement plus actif, plus sain → Diminution des intrants chimiques → Meilleure valorisation des ressources naturelles
 ↓
 Création d'une bio-structure grumeleuse stable • Nutrition des plantes par voie Organo-Biologique de préférence

① - COMMENT PASSER DE LA CULTURE AU PÂTURAGE DANS LA MÊME ANNÉE AGRICOLE ?



(*) - L'implantation de Brachiaria brizantha est facile et excellente sur semis direct Pour Tanzânia, préférence semer à 10 volée et passer offset léger (Semences de fourrages traitées ou Thiabendazole-Thiram).

② - COMMENT PASSER DU PÂTURAGE À LA CULTURE ?



MATRICE DES SYSTÈMES - 1993/1998

● PRODUCTION DE GRAINS - ELEVAGE - EN ROTATION

➡ 120 ha - (5 ha/parcelle élémentaire)

	➔ (N-1) Niveau de correction élevé												➔ (N-2) Niveau progressif de correction											
1993/94	S	S	S	S	S	S	AR	AR	AR	AR	AR	AR	S	S	S	S	S	S	AR	AR	AR	AR	AR	AR
	M	M	M	P _T	P _T	P _T	M	M	M	P _T	P _T	P _T	M	M	M	P _B	P _B	P _B	M	M	M	P _B	P _B	P _B
1994/95	S	S	S	P _T	P _T	P _T	M	M	M	P _T	P _T	P _T	S	S	S	P _B	P _B	P _B	M	M	M	P _B	P _B	P _B
	M,So	M,So	M,So				S	S	S	P _T	P _T	P _T	M,So	M,So	M,So				S	S	S	P _B	P _B	P _B
1995/96	S	S	S	P _T	P _T	P _T	M	S	M	P _T	P _T	P _T	S	S	S	P _B	P _B	P _B	M	S	M	P _B	P _B	P _B
	M,So	P _T	M,So				S	P _T	M				M,So	P _B	M,So				S	P _B	M			
1996/97	S	P _T	S	S	P _T	P _T	C	AR	AR	P _T	P _T	P _T	S	S	S	P _B	P _B	P _B	C	AR	AR	P _B	P _B	P _B
	M,So		P _T	M,So			AR	P _T	M,So				M,So	P _B	M,So				AR	P _B	M,So			
1997/98	S	P _T	P _T	S	S	P _T	S	AR	AR	P _T	P _T	P _T	S	P _B	S	AR	AR	P _B	P _B	P _B				
	M,So			M,So	M,So		M,So	M,So	M,So				M,So			M,So	M,So		M,So	M,So	M,So			

● - S= Soja, M= Mil, So= Sorgho, Ar= Riz, P_T= Panicum maximum Cv Tanzania, P_B= Brachiaria brizantha (Brizantão), C= Crotolaire

- - Application d'amendements / 3 ans

[
 N = 2000kg/ha Thermophosphate + 600kg/ha Gypse + 160kg/ha KCl
 N = 2000kg/ha Calcaire dolomitique + NPK (300+400kg/ha 04-20-20)

] → Parcelles subdivisées →
 [
 1/2 - Dose normale
 1/2 - M1-dose