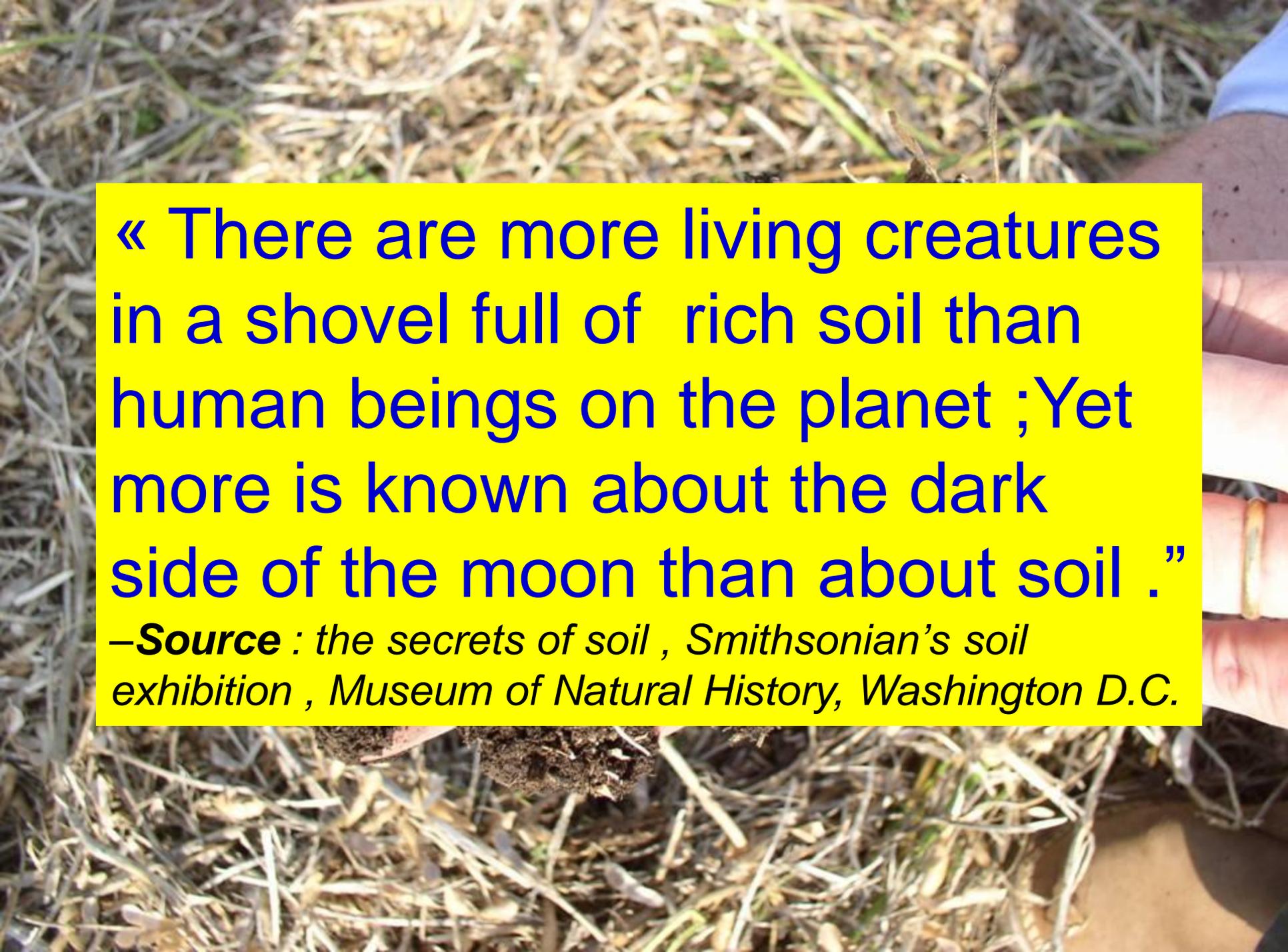


Les SCV : systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale permanente

Productivité Maxi sous Mini intrants chimiques , moins de
charges , dans un environnement protégé



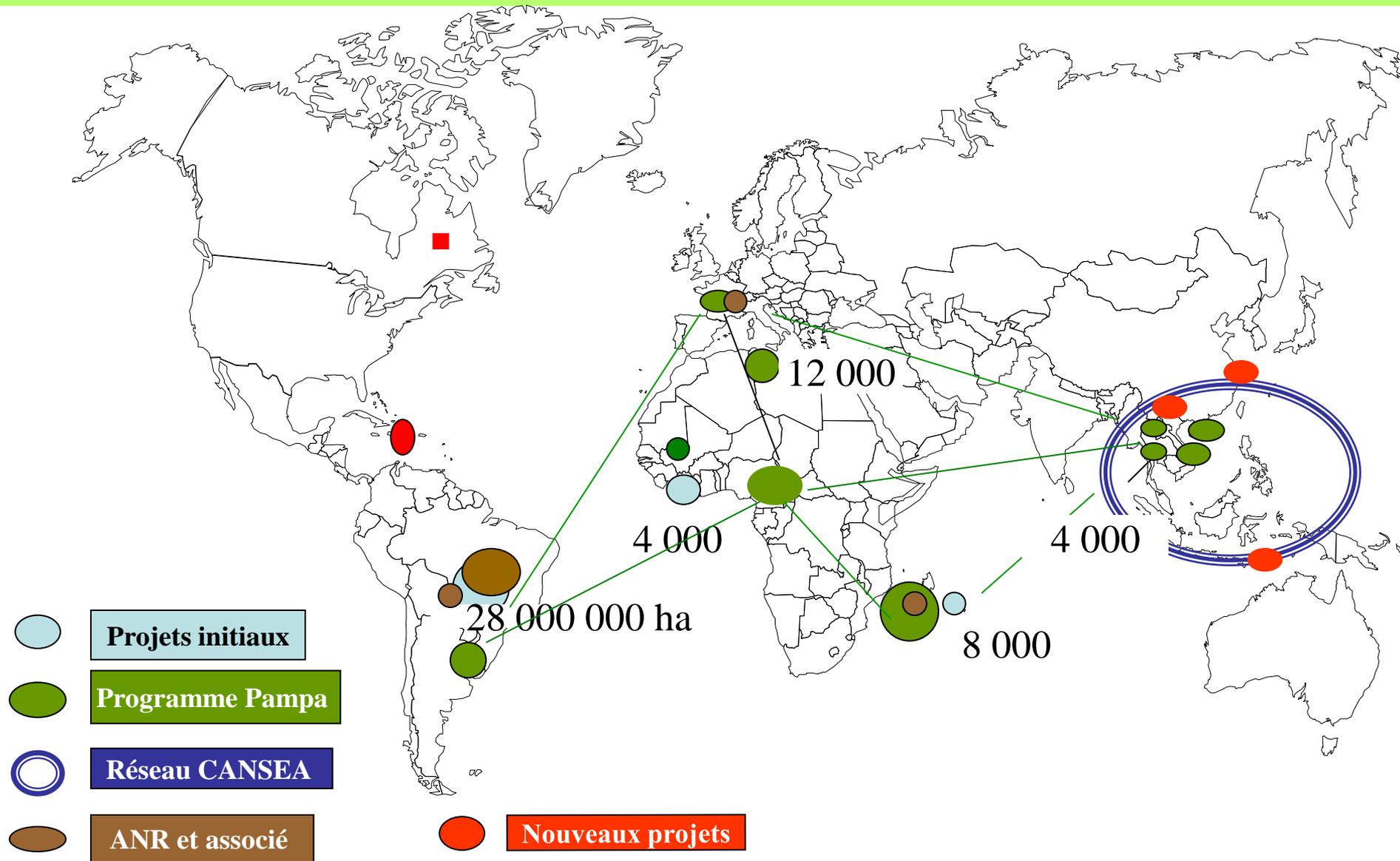
« les grands problèmes auxquels nous faisons face ne peuvent être résolus en suivant le raisonnement qui a conduit à les créer » -A.Einstein

A close-up photograph of a person's hand holding a shovel full of dark, rich soil. The background is filled with dry, yellowish-brown grass and straw. A bright yellow rectangular box is overlaid on the center of the image, containing blue text. The text reads: « There are more living creatures in a shovel full of rich soil than human beings on the planet ; Yet more is known about the dark side of the moon than about soil . »

« There are more living creatures in a shovel full of rich soil than human beings on the planet ; Yet more is known about the dark side of the moon than about soil . »

–**Source** : *the secrets of soil , Smithsonian’s soil exhibition , Museum of Natural History, Washington D.C.*

Le réseau SCV (mars 2010)



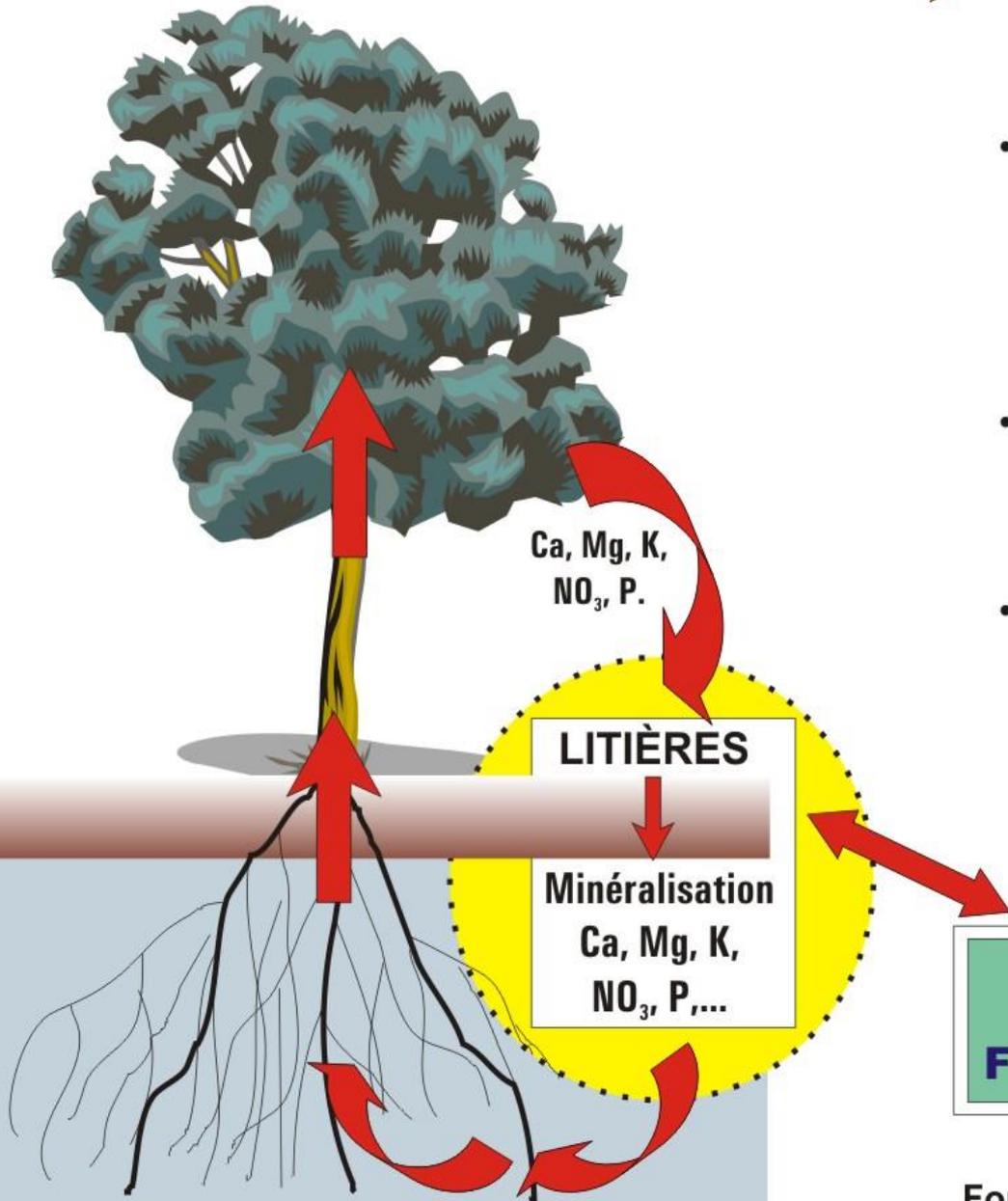
L' A, B, C des SCV

- **A ...de A**bsence de travail du sol
- **B ...de B**iodiversité fonctionnelle :Rotations , Successions , Associations, de cultures - Couverts multi-espèces
- **C ... de C**ouverture permanente du sol et de **C**olonisation racinaire profonde et diversifiée

LA FORÊT EQUATORIALE OMBROPHILE



Un modèle de fonctionnement à 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.
- Des grandes quantités d'éléments fertilisants sont ainsi **RETENUS** dans le système.
- Forte activité biologique.

Ecosystème productif et stable même sur sol pauvre

UNE POMPE RECYCLEUSE FONCTIONNELLE EN CONTINU

Fortes capacités d'interception, de recyclage et de régénération de la fertilité

Caractéristiques du fonctionnement de l'écosystème forestier transférées et adaptées aux écosystèmes cultivés, en Semis Direct:

- **Sol toujours protégé sous couverture permanente**
- **Production primaire de phytomasse très élevée, même sur sol très pauvre chimiquement et acide , sol basique ,etc..**
- **Créer, 1 horizon 0-10 cm, protégé, centre d'une activité biologique continue, que comme sous forêt, assure l'essentiel de la fourniture des nutriments par les racines des cultures, les mycorhizes et la biomasse microbienne**
- **Capacité de garder la majeure partie du stock de nutriments pas dans le sol, mais dans la phytomasse et minimiser les pertes en nutriments (*cycle sol-cultures en circuit fermé*)**

Les SCV outils d'1 révolution « quadruplement verte »

Productivité élevée et stable – **création d'1 fertilité croissante d'origine organo-biologique**

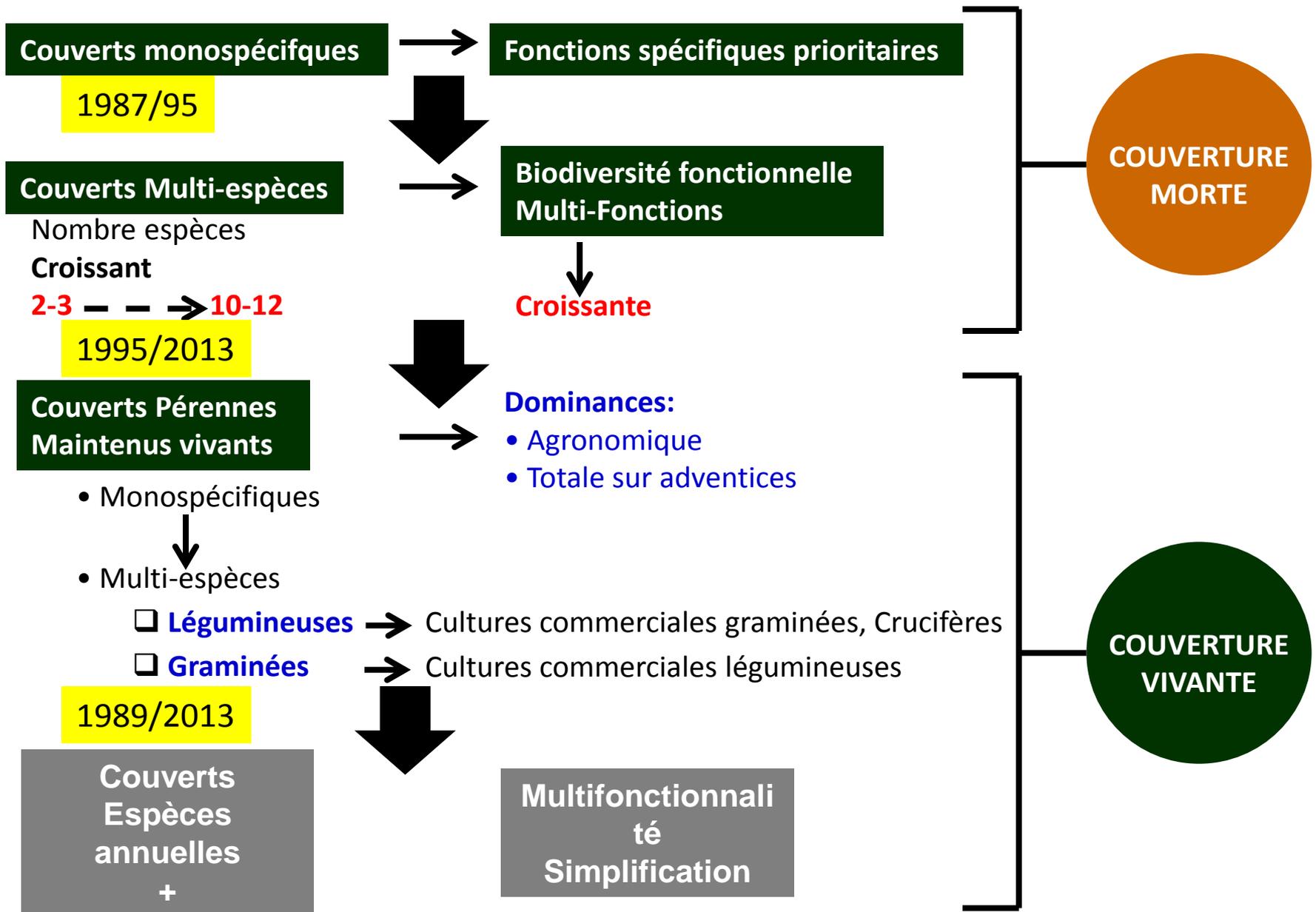
Productions , eaux et sols, propres

Élargissement de l'aire géographique traditionnelle des cultures

Régénération/restauration rapide et au moindre coût de la fertilité:

- Sols dégradés
- Sols naturellement peu fertiles
- Sols « stériles »

ÉVOLUTION DES SYSTÈMES SCV



Commencer par le commencement

- les succès des SCV et de leur pérennisation en toute situation pédoclimatique sont subordonnés à diverses **conditions préalables** à leur installation :
 - Elimination des contraintes physiques majeures du profil cultural : compaction, semelles de travail du sol, etc.
 - Correction des déficiences chimiques importantes pour les cultures comme par ex. : P et K assimilables, oligo-éléments, autres...
 - Destruction des mauvaises herbes pérennes (*Vivaces*)
 - Sol bien nivelé en surface.

Comment diminuer les intrants ?

→ **Utiliser des plantes de service**



Alternatives aux intrants chimiques utilisés pour

→ le contrôle des bioagresseurs
(insecticides, nématicides, herbicides)

→ le travail du sol (carburant)

→ la fertilisation (engrais)

**Propriétés des couverts
végétaux**

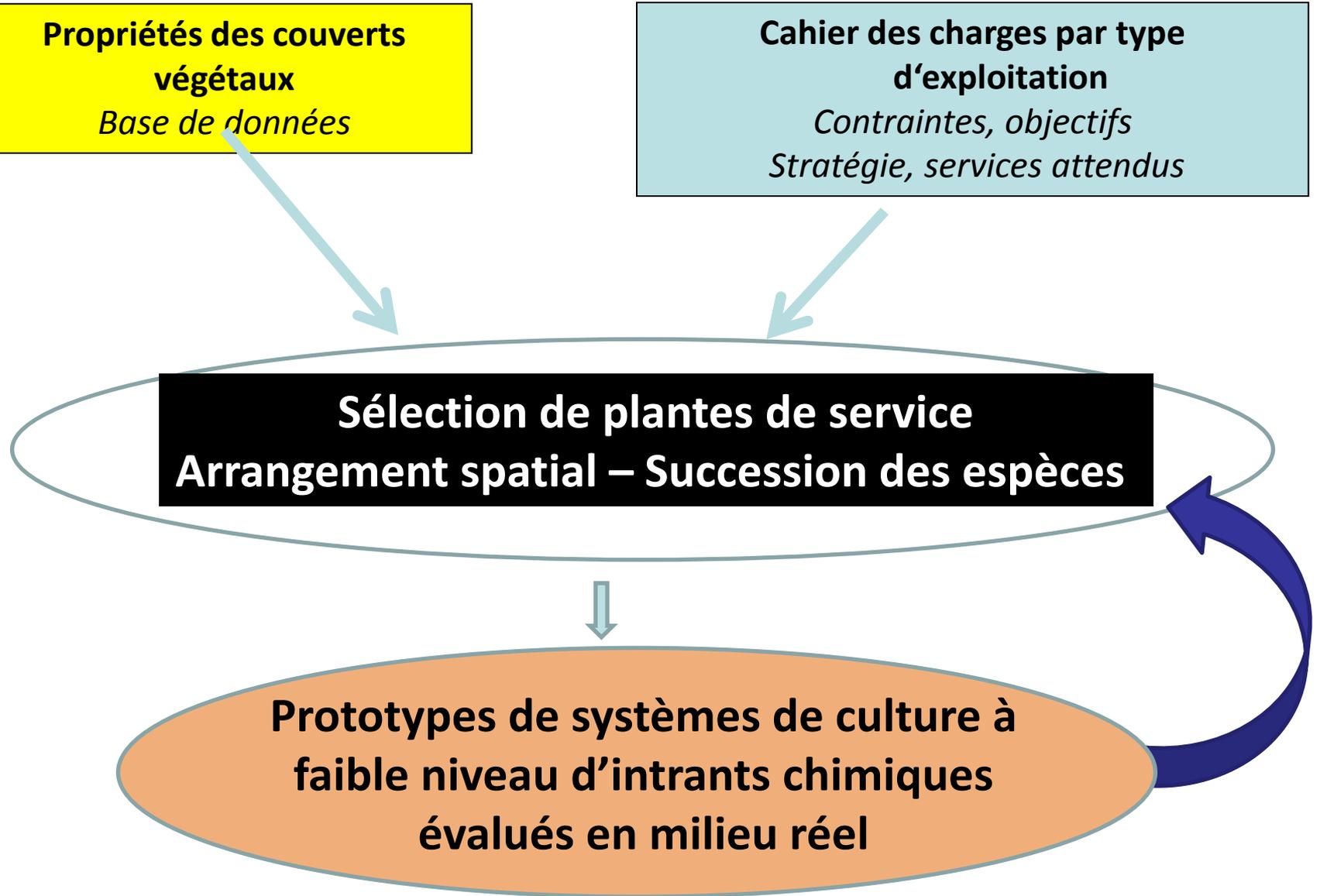
Base de données

**Cahier des charges par type
d'exploitation**

*Contraintes, objectifs
Stratégie, services attendus*

**Sélection de plantes de service
Arrangement spatial – Succession des espèces**

**Prototypes de systèmes de culture à
faible niveau d'intrants chimiques
évalués en milieu réel**



INGÉNIERIE ÉCOLOGIQUE

QUELS COUVERTS VÉGÉTAUX? POUR QUELLES FONCTIONS?

➔ FONCTIONS AGRONOMIQUES (Services écosystémiques)

- Contrôles érosion, externalités, ➔ Efficience eau
- Contrôle adventices
- ➔ **Fertilité organo-biologique** :

- ➔ C, Fixation N, P, K, Oligos-e, assimilables
- Restructuration sol (Macroporosité-stabilité)
- ➔ Activité biologique diversifiée (faune, microflore)
- État sanitaire “Sol-cultures”
- Moindre attractivité cultures pour ravageurs

- **Fermeture système “Sol-Cultures”**

- ➔ Pas de pertes de nutriments
- Enracinement profond
- Forte capacité recycleuse
- Selectivité nutriments

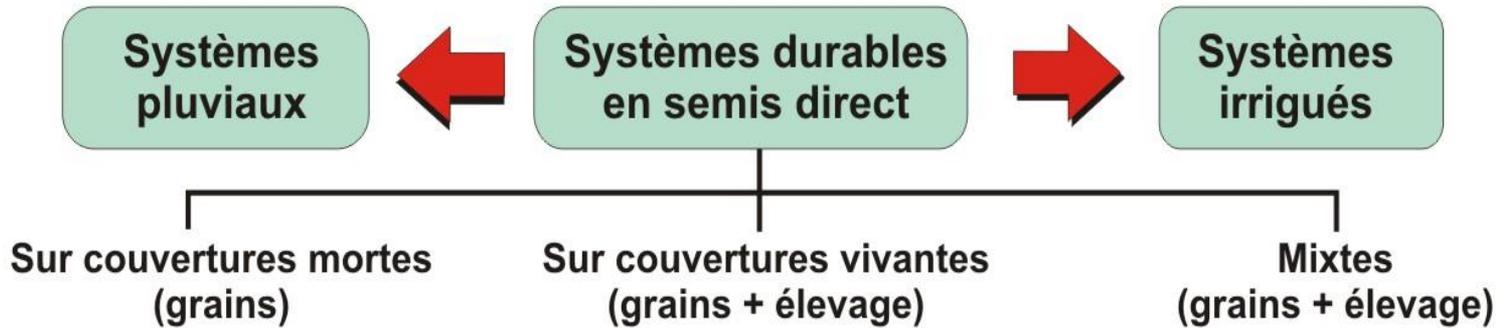
- **Fort Pouvoir de Biorémédiation: éviter dérives des biotechnologies**



Des principes d'application universelle, pas des recettes!



LE CONCEPT DE MULTIFONCTIONNALITÉ DES BIOMASSES DE COUVERTURE, EN SEMIS DIRECT



MULTIFONCTIONNALITÉ DES COUVERTURES

AU DESSUS DU SOL

Fonction alimentaire

Cultures
Bétail,
Faune

Fonction contrôle des adventices

Ombrage +
allélopathie

Fonction écran protecteur

T°, P
xénobiotiques

DANS LE PROFIL CULTURAL

Fonction couvrir le sol par systèmes racinaires (Polysaccharides)

Fonction recycleuse (NO₃, bases)

Connexion à réserve eau profonde

Fonction restructurante, par les systèmes racinaires

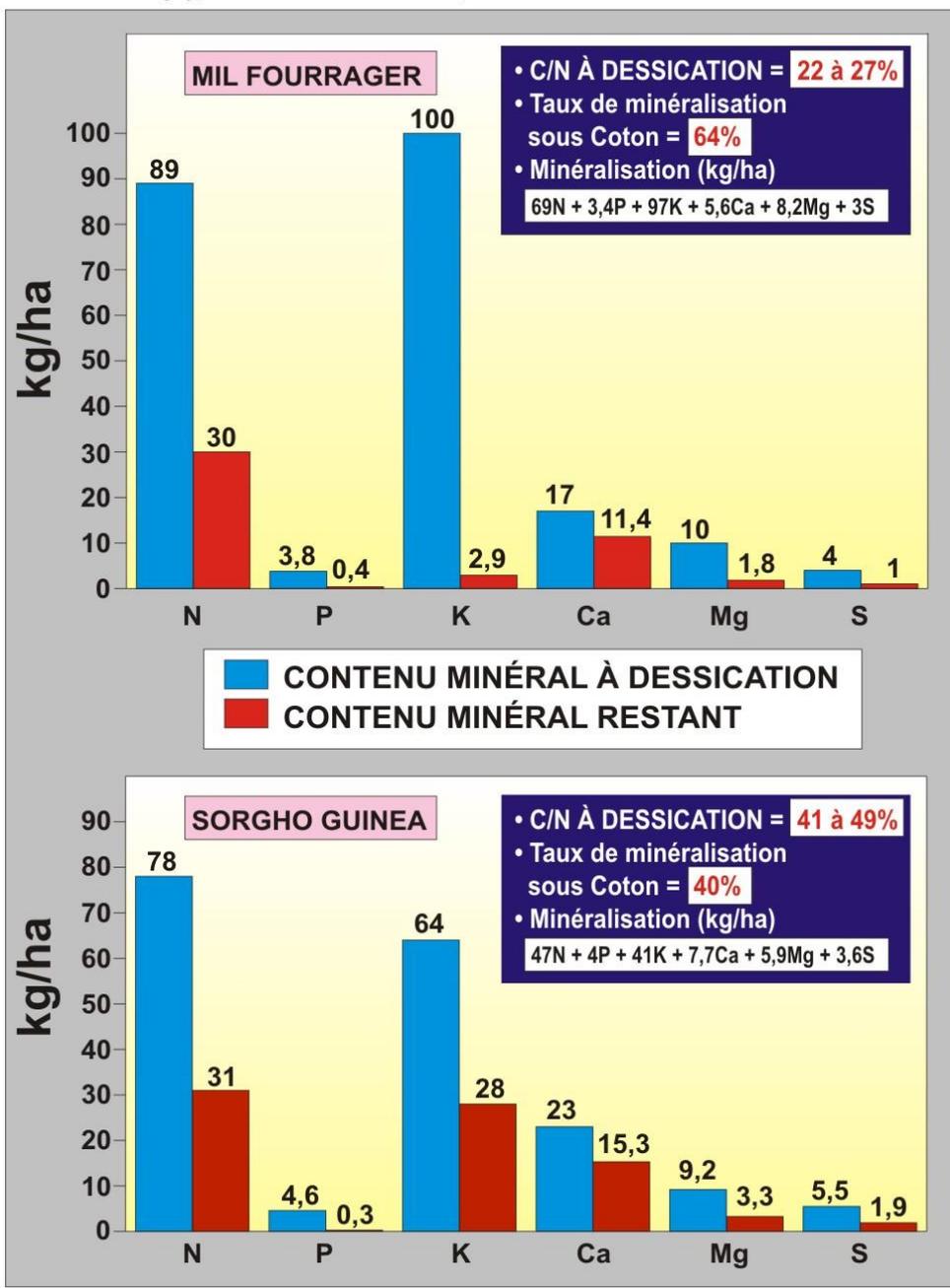
Squelette de sustentation du sol

Fonction recharge en Carbone, CEC

Développement activité biologique (faune, microflore)
Pouvoir tampon, désintoxiquant

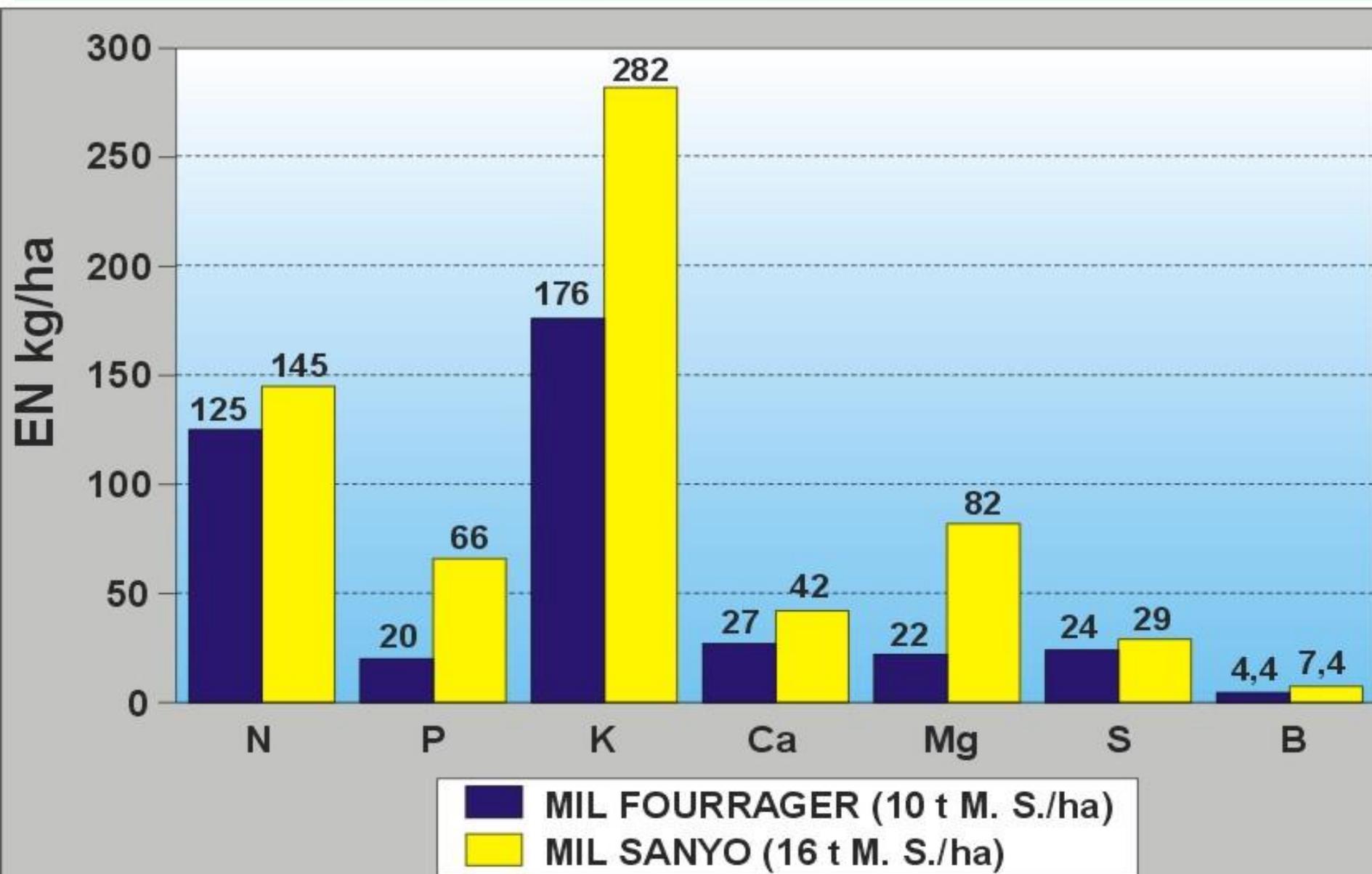
MINÉRALISATION DES COUVERTURES MORTES SOUS CULTURE DE COTON - FAZENDA RECANTO - 1997

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac - CIRAD-CA; W. K. Oishi - GROUPE MAEDA - Itumbiara - GO



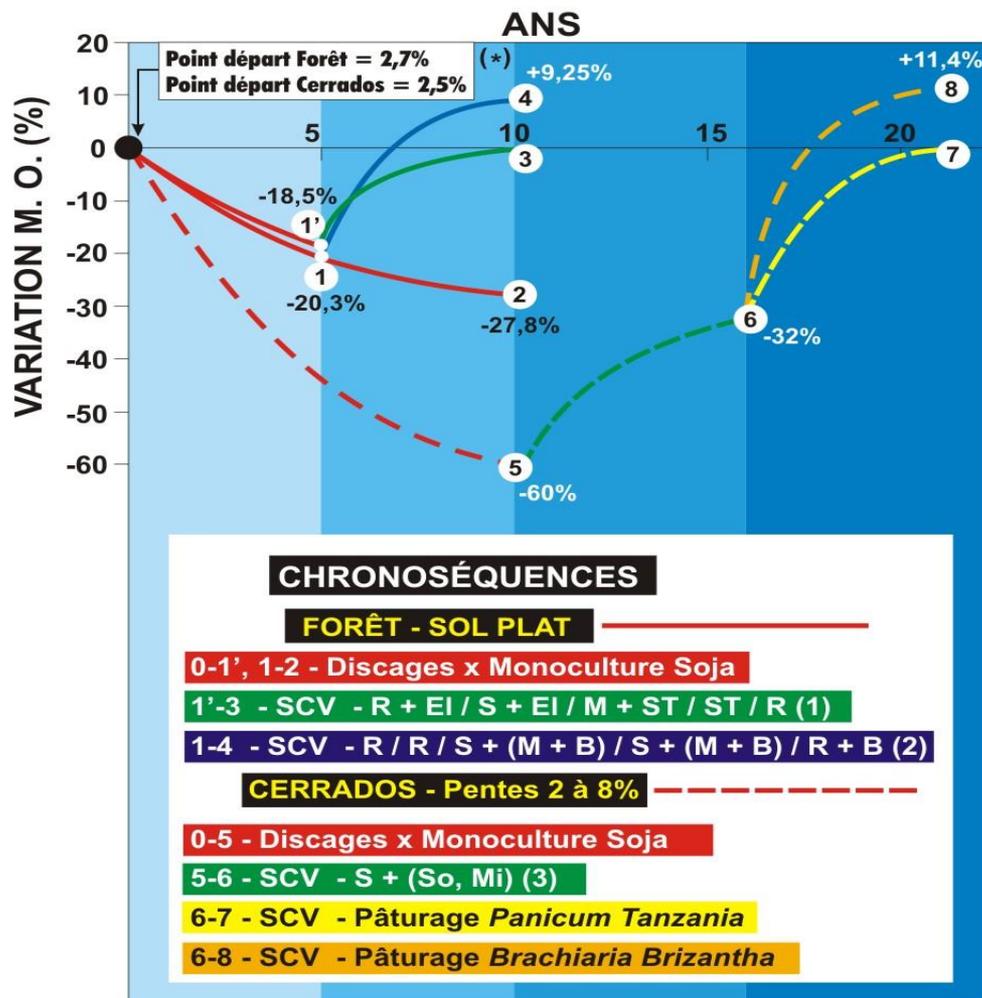
RESTITUTION MINÉRALE DE 2 VARIÉTÉS DE MIL

- COOPERLUCAS - MT - 1993/94



TENDANCES D'ÉVOLUTION DE LA TENEUR EN MATIÈRE ORGANIQUE DU SOL DANS L'HORIZON 0-20 cm, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE

Écologies des sols ferrallitiques des forêts et cerrados humides du Centre Nord du Mato Grosso - Lucas do Rio Verde, Sinop/MT, 1980-2002



- (1) - Riz + *Éleusine* / Soja + *Éleusine* / Maïs + *Stylo. g.* / *Stylo. g.* / Riz
 (2) - Riz / Riz / Soja + (*Maïs* + *Brach. r.*) / Soja + (*Maïs* + *Brach. r.*) / Riz + *Brach. r.*
 (3) - Soja + (*Sorgho*, *Mil*)

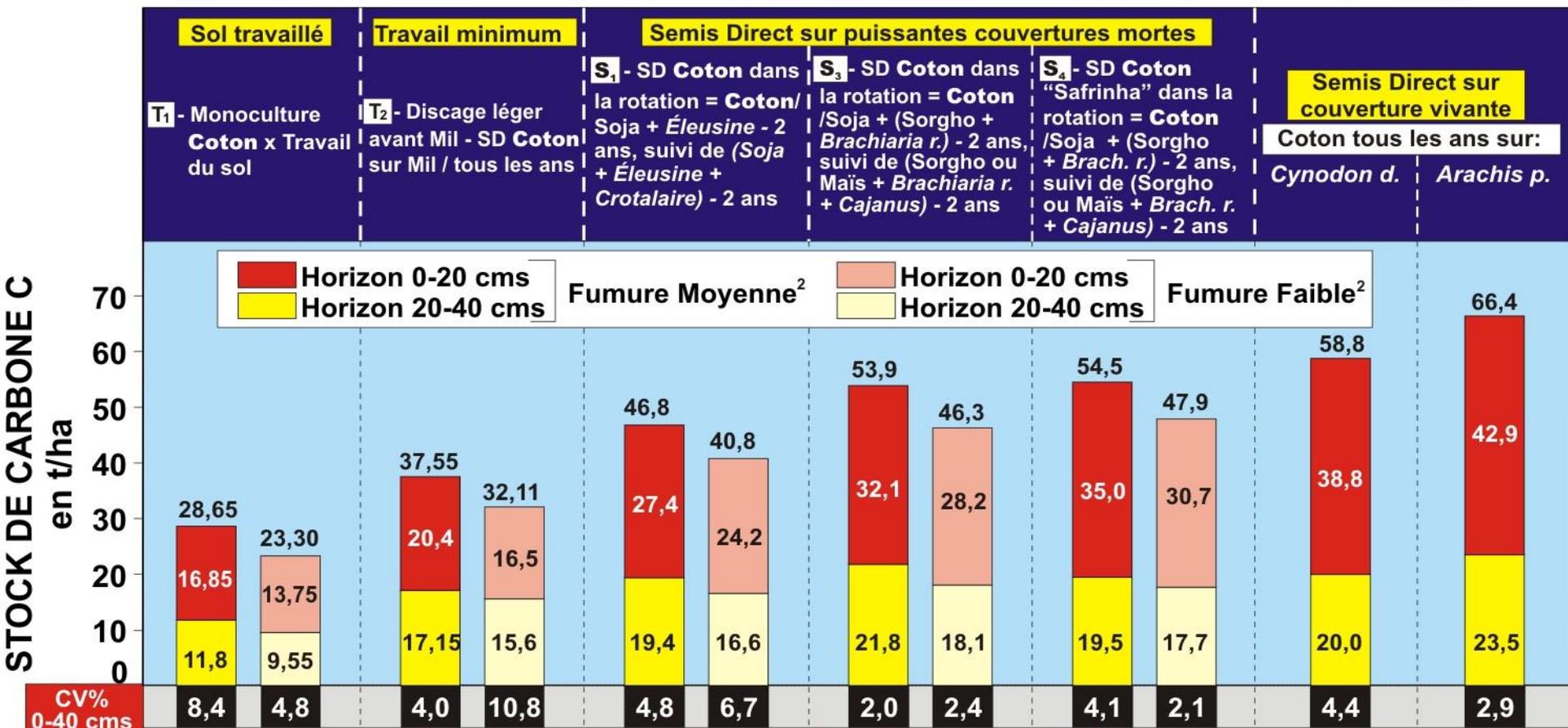
SCV = Semis direct sur couverture végétale permanente du sol

(*) - M. O. de l'écosystème originel, avant mise en culture

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD/UR1; A. C. Maronezzi, AGRONORTE;
 M. Matsubara, FAZ. PROGRESSO - Lucas do Rio Verde, Sinop/MT

ÉVOLUTION DES STOCKS DE CARBONE (en t/ha), APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS À BASE DE COTON, SUR UN SOL¹ FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006



(*) Les traitements systèmes T₁, T₂ sont répétés 2 fois; ils représentent les témoins de référence qui encadrent les autres traitements systèmes sur chaque niveau de fumure - le stock de carbone a été évalué sur 3 répétitions/parcelle élémentaire

- Texture moyenne** = 19 à 27% argile; 70 à 76% de sables, 4 à 5% de limons
- Input moyen** annuel en fumure minérale (kg/ha)
 - Fumure Faible : 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + oligos
 - Fumure Moyenne: 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + oligos

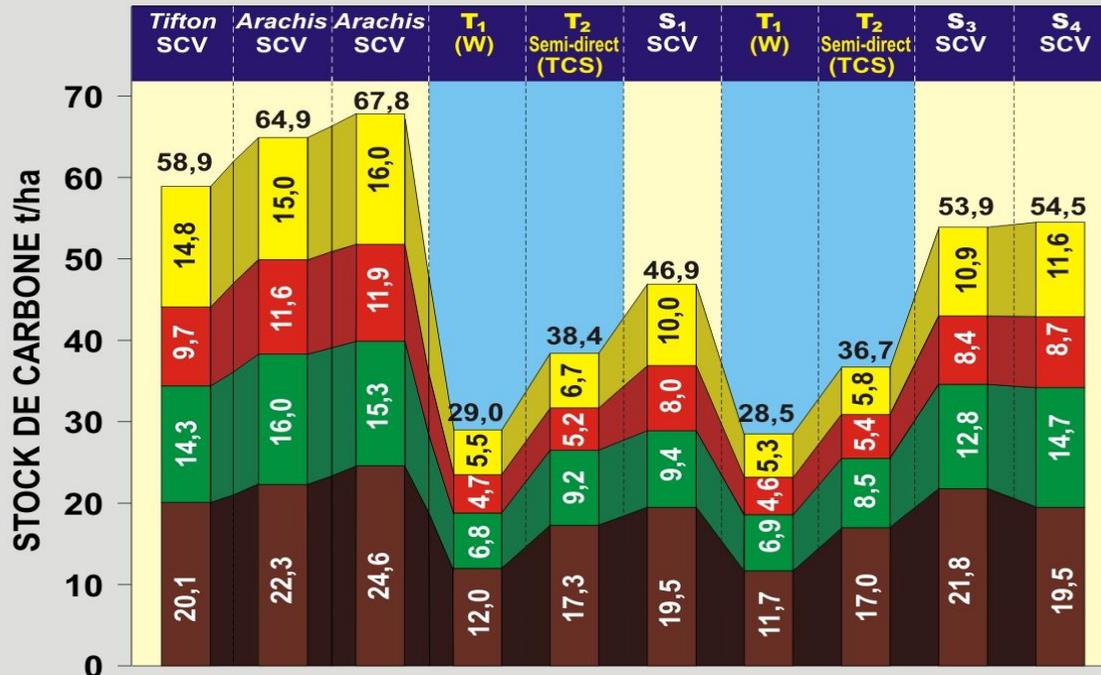
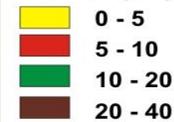
ÉVOLUTION DES STOCKS DE CARBONE (*en t/ha*), APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS À BASE DE COTON, SUR UN SOL¹ FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

Fumure Standard moyenne annuelle = 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + oligos

- T₁** - Monoculture **Coton** x Travail du sol;
- T₂** - Discaje léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
- S₁** - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + *Éleusine* - 2 ans, suivi de (*Soja* + *Éleusine* + *Crotalaire*) - 3 ans
- S₃** - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (*Sorgho* + *Brachiaria r.*) - 2 ans, suivi de (*Sorgho* ou *Mais* + *Brachiaria r.* + *Cajanus*) - 3 ans
- S₄** - SD **Coton** "Safrinha" dans la rotation = **Coton/Soja** + (*Sorgho* + *Brach. r.*) - 2 ans, suivi de (*Sorgho* ou *Mais* + *Brach. r.* + *Cajanus*) - 3 ans
- Tifton SCV** - SD **Coton** tous les ans sur couverture vivante de *Cynodon d.*
- Arachis SCV** - SD **Coton** tous les ans sur couverture vivante de *Arachis p.*

Horizon (cm)



(*) Les traitements systèmes T₁, T₂ sont répétés 2 fois; ils représentent les témoins de référence qui encadrent les autres traitements systèmes sur chaque niveau de fumure - le stock de carbone a été évalué sur 3 répétitions/parcelle élémentaire

Texture moyenne = 19 à 27% argile; 70 à 76% de sables, 4 à 5% de limons

Teneur initiale moyenne en M. O. dans l'horizon 0 - 15 cm, avant expérimentation: 1,50% (CV = 4,1%)

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Ségué; S. Bouzinac
COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

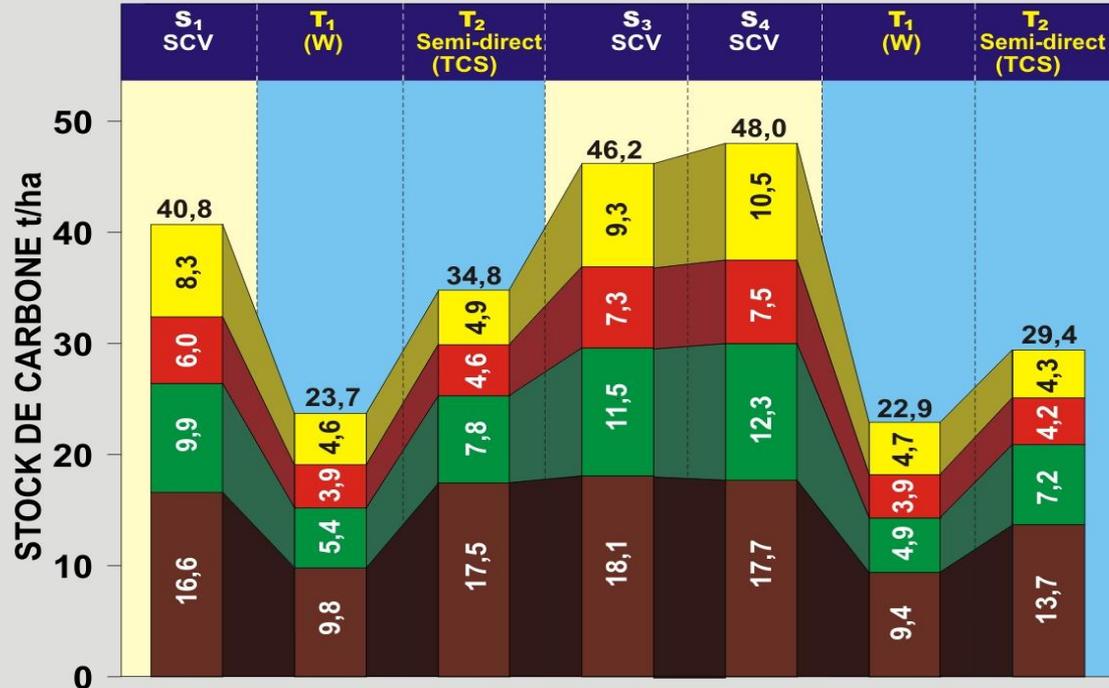
ÉVOLUTION DES STOCKS DE CARBONE (en t/ha), APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS À BASE DE COTON, SUR UN SOL FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

Fumure Réduite moyenne annuelle = 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + oligos

- T₁** - Monoculture **Coton** x Travail du sol;
- T₂** - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
- S₁** - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + *Éleusine* - 2 ans, suivi de (*Soja* + *Éleusine* + *Crotalaire*) - 3 ans
- S₃** - SD **Coton** dans la rotation = **Coton**/Soja + (*Sorgho* + *Brachiaria r.*) - 2 ans, suivi de (*Sorgho* ou *Maïs* + *Brachiaria r.* + *Cajanus*) - 3 ans
- S₄** - SD **Coton** "Safrinha" dans la rotation = **Coton** /Soja + (*Sorgho* + *Brach. r.*) - 2 ans, suivi de (*Sorgho* ou *Maïs* + *Brach. r.* + *Cajanus*) - 3 ans

Horizon (cm)	
	0 - 5
	5 - 10
	10 - 20
	20 - 40



(*) Les traitements systèmes T₁, T₂ sont répétés 2 fois; ils représentent les témoins de référence qui encadrent les autres traitements systèmes sur chaque niveau de fumure - le stock de carbone a été évalué sur 3 répétitions/parcelle élémentaire

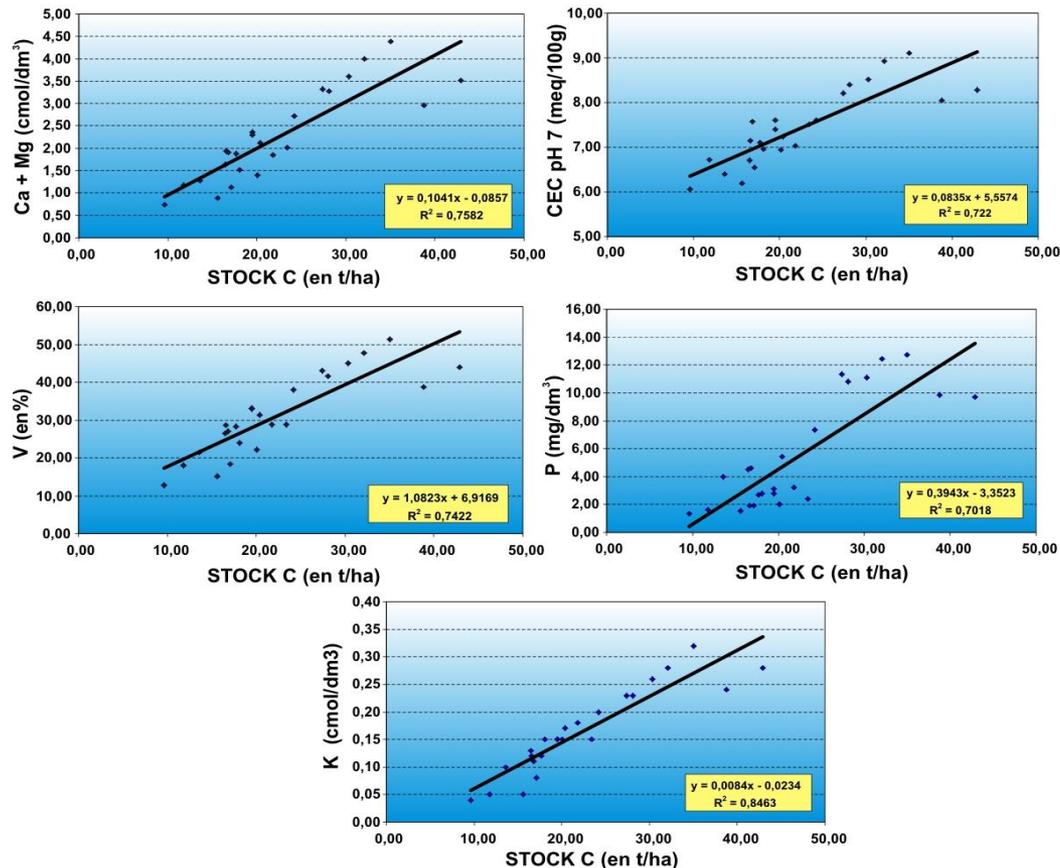
Texture moyenne = 19 à 27% argile; 70 à 76% de sables, 4 à 5% de limons

Teneur initiale moyenne en M. O. dans l'horizon 0 - 15 cm, avant expérimentation: 1,59% (CV = 7,5%)

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguay; S. Bouzinac
COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

REGRESSIONS : STOCK DE CARBONE x CEC, V, Ca + Mg, P, K, Dans les horizons 0 - 20 cm et 20 - 40 cm d'un sol¹ ferrallitique sablo-argileux après 5 ans de fonctionnement de systèmes² de culture très contrastés

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006



1. **Texture:** 18-25% argile - 70 à 75% sables - Pente 3 à 6%

2. **Systèmes de culture**

T₁	- Monoculture Coton x Travail du sol;
T₂	- Discage léger avant Mil - SD Coton sur Mil / tous les ans
S₁	- SD Coton dans la rotation = Coton /Soja + <i>Éleusine</i> - 2 ans, suivi de (<i>Soja</i> + <i>Éleusine</i> + <i>Crotalaire</i>) - 3 ans
S₂	- SD Coton dans la rotation = Coton /Soja + (<i>Sorgho</i> + <i>Brachiaria r.</i>) - 2 ans, suivi de (<i>Sorgho</i> ou <i>Maïs</i> + <i>Brachiaria r.</i> + <i>Cajanus</i>) - 3 ans

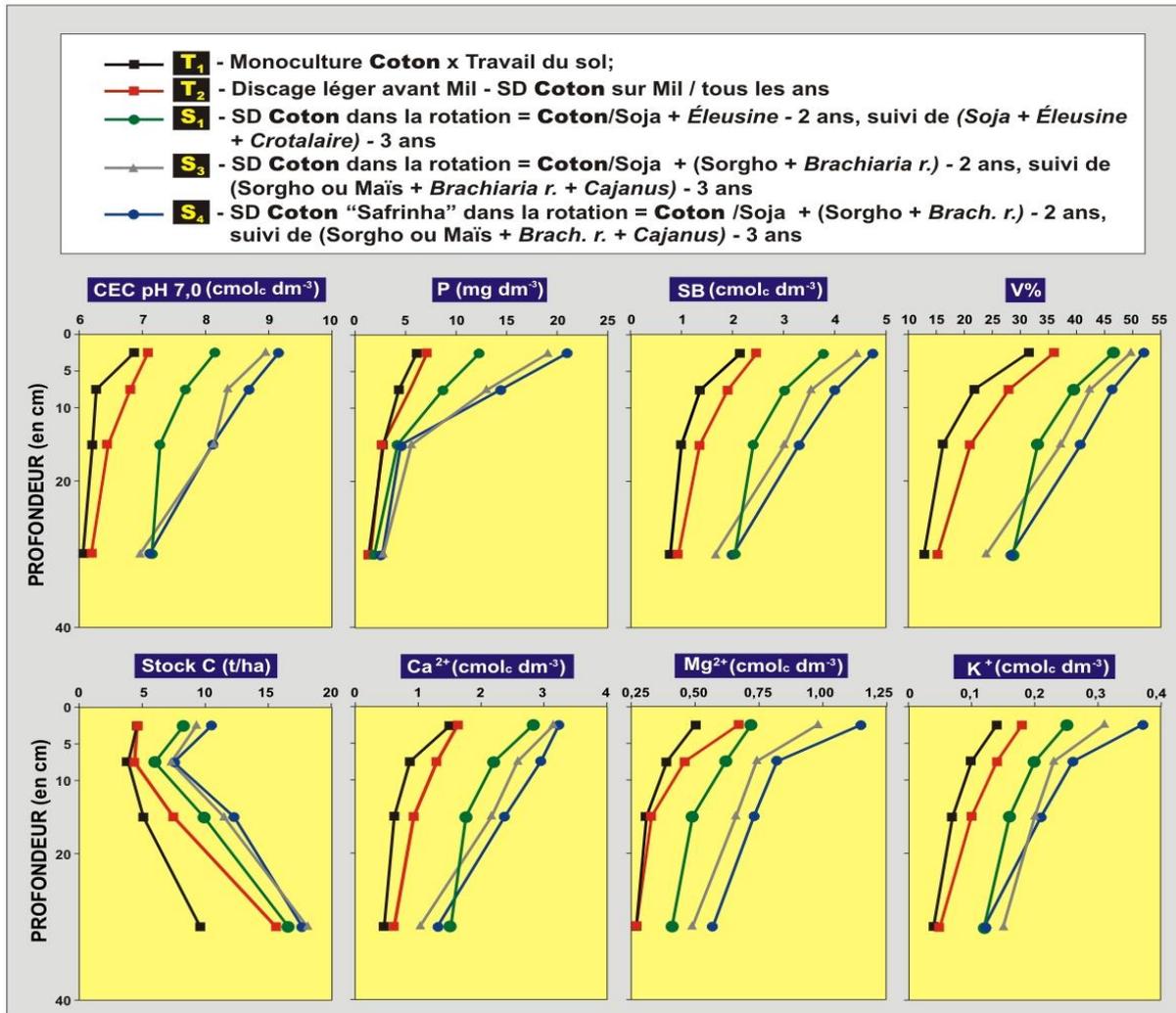
* **Fumure Standard moyenne annuelle** = 82N + 122 P₂ O₅ + 128 K₂ O kg/ha + oligos

Fumure Réduite moyenne annuelle = 41N + 61 P₂ O₅ + 64 K₂ O kg/ha + oligos

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DANS L'HORIZON 0-40 cms D'UN SOL FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX, APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

b) - Fumure Réduite moyenne annuelle = 41N + 61 P₂O₅ + 64 K₂O kg/ha + oligos



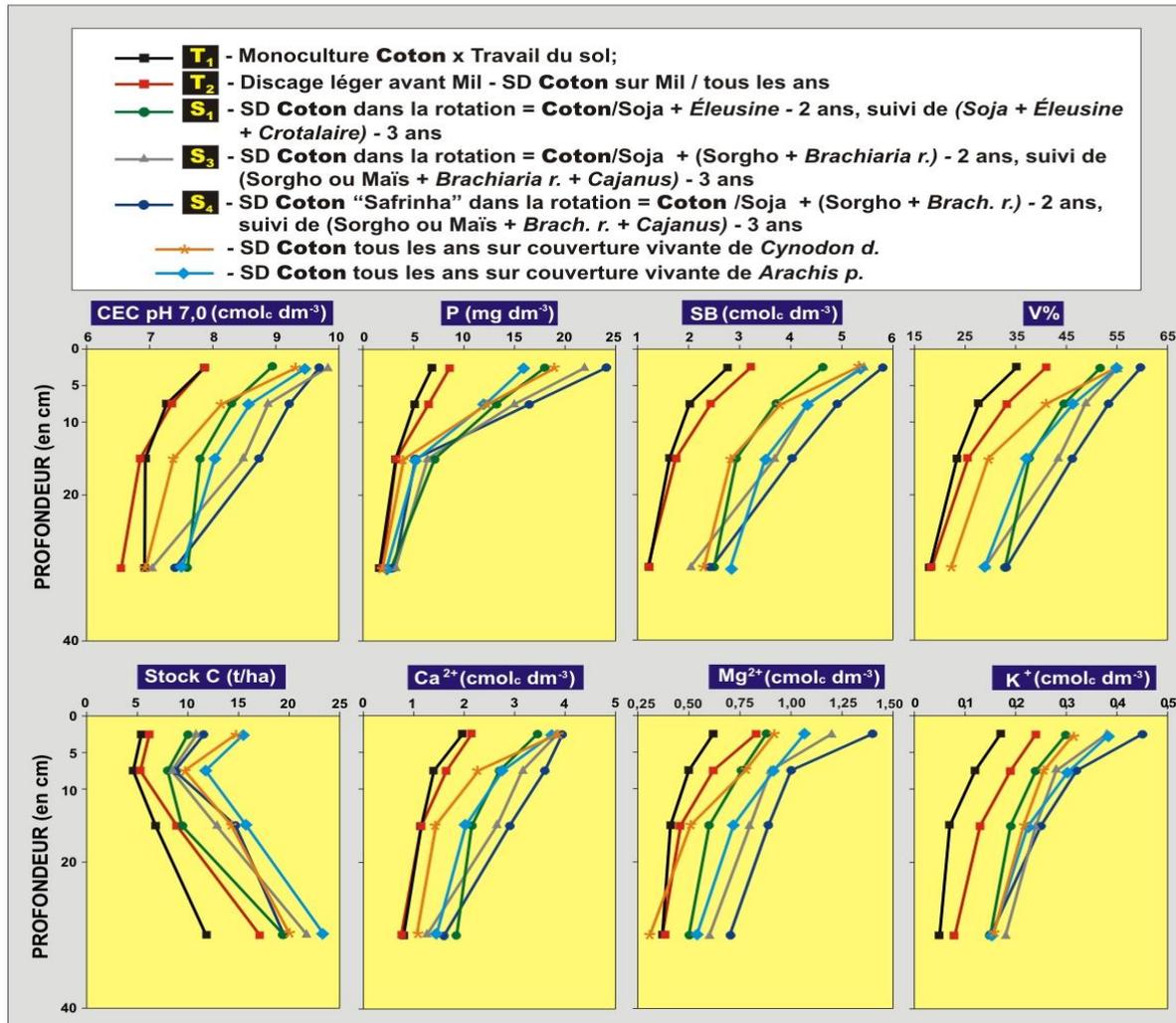
(*) **Texture: 18-25% argile - 70 à 75% sables - Pente 3 à 6%**

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguay; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DANS L'HORIZON 0-40 cms D'UN SOL FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX, APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso
Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

a) - Fumure Standard moyenne annuelle = 82N + 122 P₂O₅ + 128 K₂O kg/ha + oligos

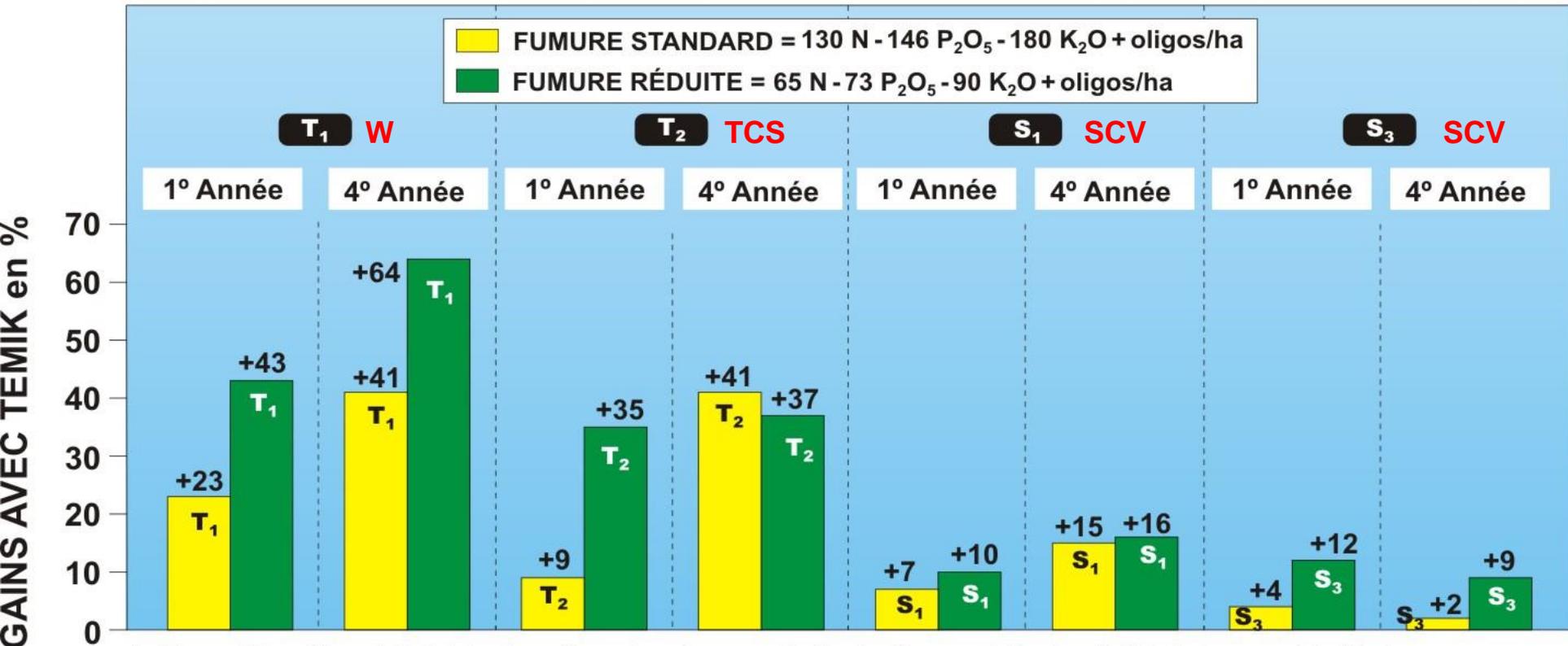


(*) **Texture: 18-25% argile - 70 à 75% sables - Pente 3 à 6%**

GAINS COMPARÉS DE PRODUCTIVITÉ¹ (%) DÛS À L'APPLICATION DE TEMIK (Aldicarb) AU SEMIS, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE, (4 VARIÉTÉS CONFONDUES), ENTRE LA 1^o ANNÉE ET LA QUATRIÈME ANNÉE DE CULTURE

Fazenda Mourão - Campo Verde (MT) - 2004/2005²

T₁ - Monoculture Coton x Travail du sol
 T₂ - Discage léger avant Mil - SD Coton sur Mil / tous les ans
 S₁ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + Éleusine
 S₃ - SD Coton dans la rotation = Coton/Soja + (Sorgho + *Brachiaria Ruziziensis*)

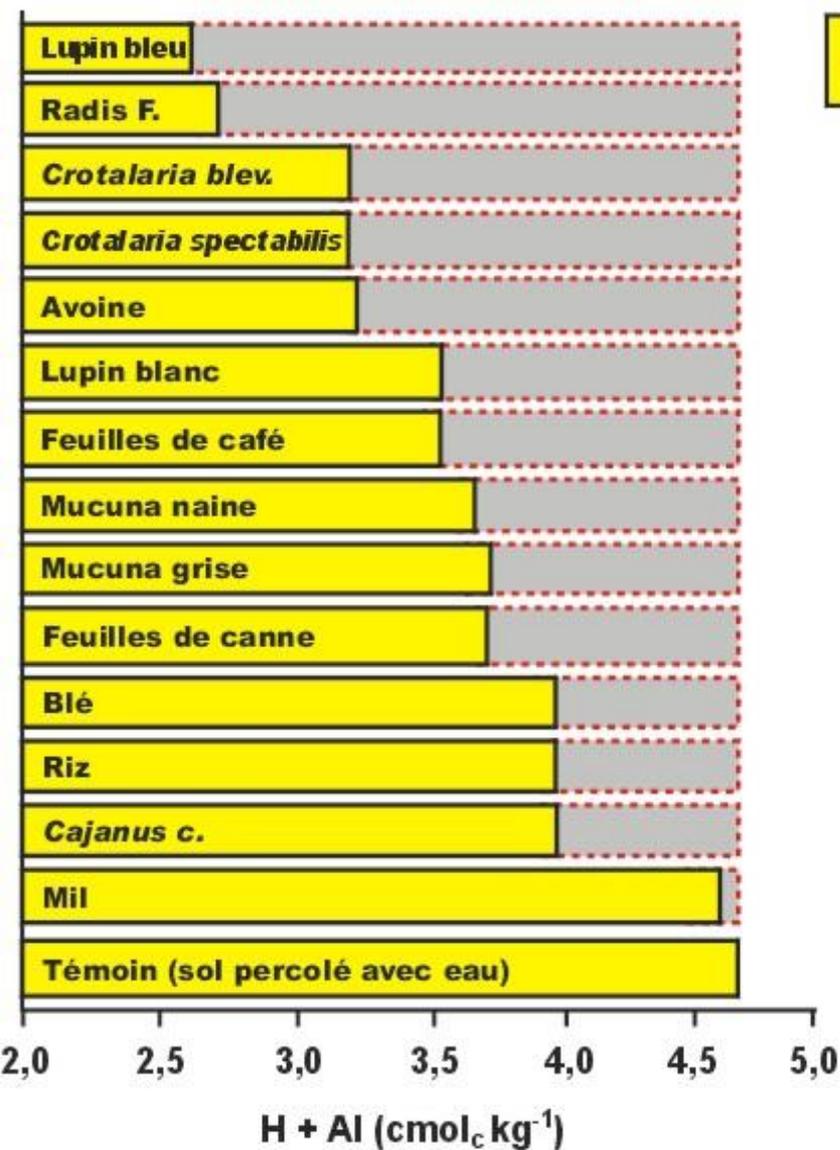


1 - Dispositif expérimental: Matrice de systèmes de culture en collection testée, avec 2 témoins répétés à chaque extrémité et intercalés au milieu (T₁ et T₂) - Dispositif conduit en conditions réelles d'exploitation mécanisées.

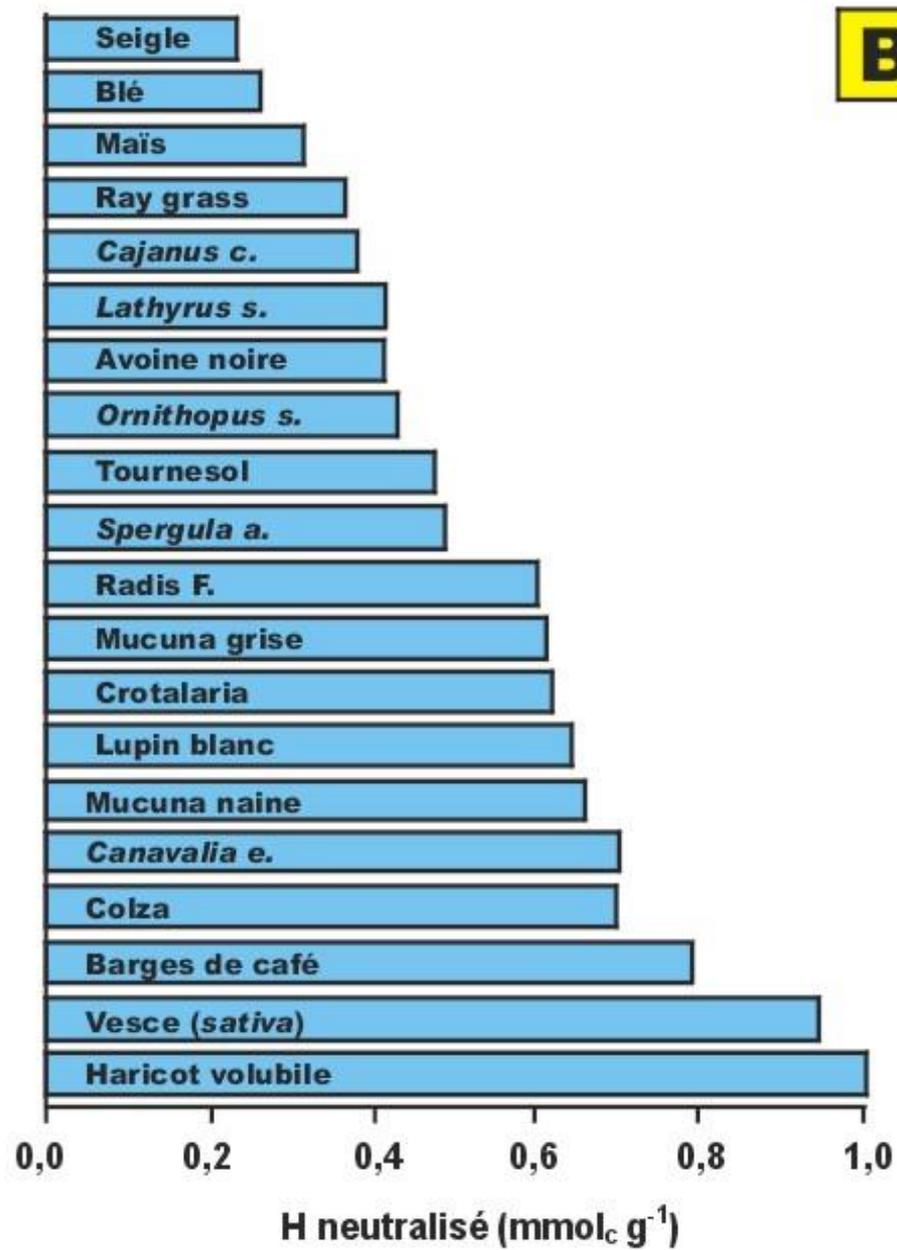
Moyenne de 4 variétés (sans Temik): CD 406; CD 407; CD 98-32; CD 99-2239

2 - Sol de texture sablo-argileuse (20-27% d'argile; 70-75% de sables)

Neutralisation de l'acidité potentielle du sol (A) et de la solution de HCl par résidus végétaux (B) (modifié de CASSIOLATO et al., 1999 e MIYAZAWWA et al., 1993)



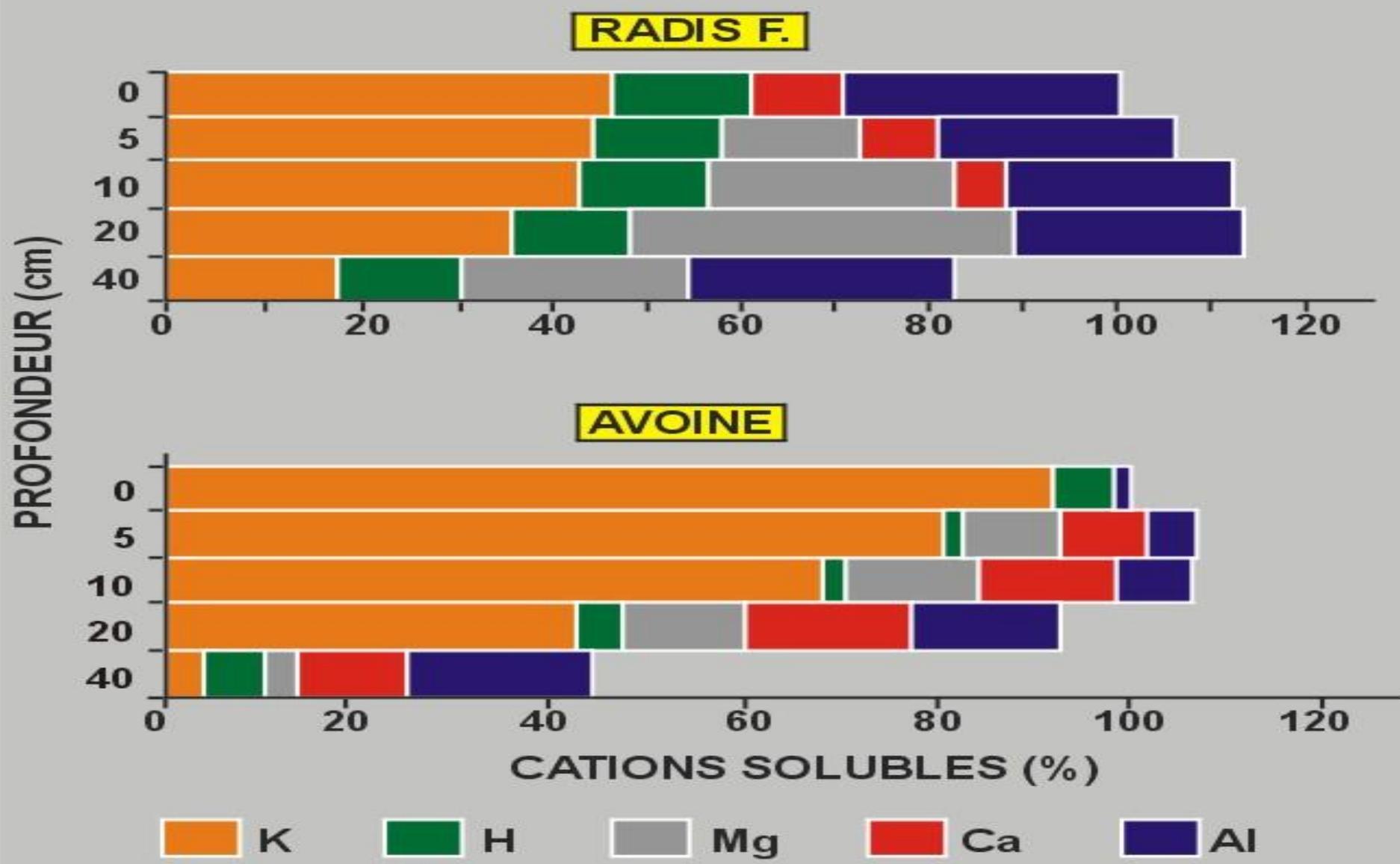
A



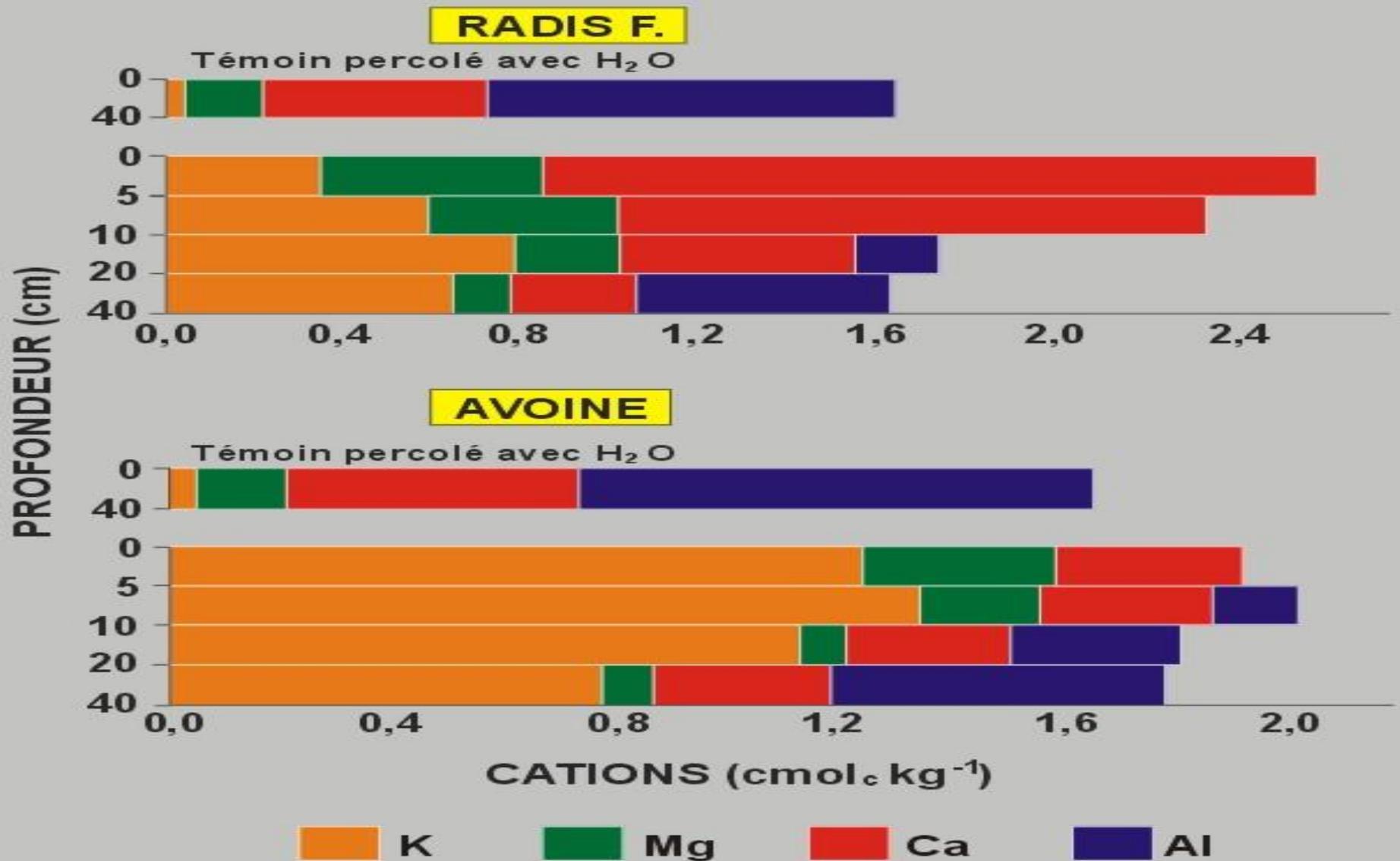
B

Légende:  Acidité potentielle du sol neutralisée par les résidus végétaux

% DE CATIONS SOLUBILISÉS DU SOL PAR LES EXTRAITS DE RÉSIDUS DE PLANTES
(Modifié de FRANCHINI et al., 1999c).



**TENEURS ÉCHANGÉABLES DE K, Mg, Ca ET Al DU SOL
 APRÈS APPLICATION D'EXTRAITS VÉGÉTAUX
 DE RADIS F. ET AVOINE NOIRE
 (Modifié de FRANCHINI et al., 1999c).**



SUR 5 ANS: RENDEMENTS MOYENS, GAINS DE RENDEMENTS CUMULÉS ET MOYENS EN FAVEUR DU SEMIS DIRECT SUR SOJA DE CYCLES INTERMÉDIAIRE ET MOYEN
Écologie des forêts humides et sols ferrallitiques du Centre Nord du Mato Grosso

CIRAD-CA/AGRONORTE - Sinop/MT - 2000

SOJA DE CYCLE INTERMÉDIAIRE 110-115 jours

Années 1, 2, 3, = Conquista; Année 4 = R1; Année 5 = Esplendor

Semis Direct sur les meilleures biomasses

(Éleusine cor.; Sorgho, Mil + Brachiaria ruz.)

Discages x Monoculture Soja

SUR 5 ANS		Basse Technologie	Technologie Moyenne	Haute Technologie
Rendements moyens (kg/ha)		2878	3304	3551
		2155	2788	3099
Gains cumulés de rendement en faveur du semis direct (kg/ha)		3613	2581	2263
Gain moyen annuel de rendement en faveur du semis direct	(kg/ha)	723	516	453
	Sacs 60 kg	12	8,6	7,6

SOJA DE CYCLE MOYEN: 120-130 jours - MONSOY 8914

Semis Direct sur les meilleures biomasses

(Éleusine cor.; Sorgho, Mil + Brachiaria ruz.)

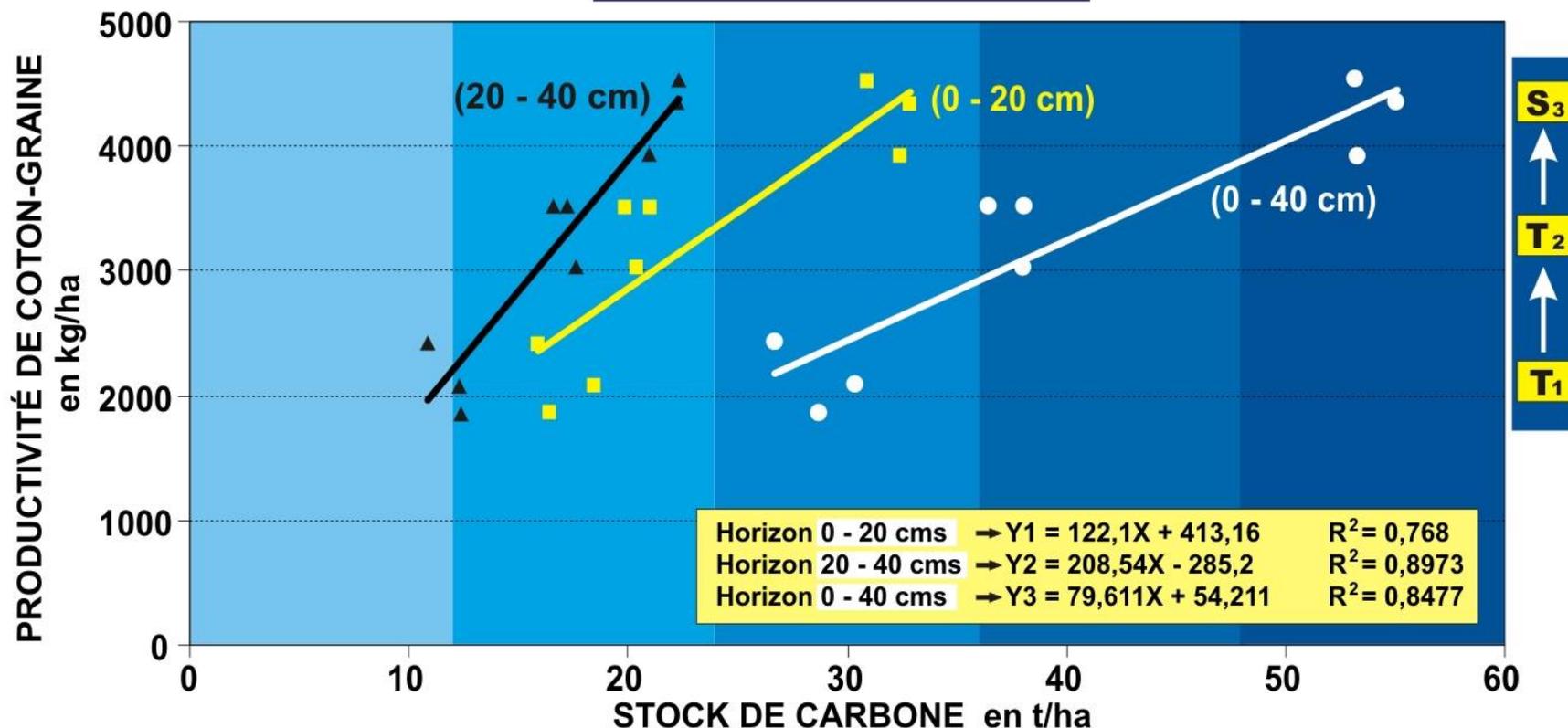
Discages x Monoculture Soja

SUR 5 ANS		Basse Technologie	Technologie Moyenne	Haute Technologie
Rendements moyens (kg/ha)		3344	4006	4185
		2584	3072	3651
Gains cumulés de rendement en faveur du semis direct (kg/ha)		3800	4672	2668
Gain moyen annuel de rendement en faveur du semis direct	(kg/ha)	760	934	534
	Sacs 60 kg	12,7	15,6	8,9

RÉGRESSIONS: PRODUCTIVITÉ DE COTON GRAINE x STOCKS DE CARBONE DES HORIZONS 0-20 cms, 20-40 cms et 0-40 cms D'UN SOL FERRALLITIQUE SABLO-ARGILEUX¹ APRÈS 5 ANS DE FONCTIONNEMENT DE SYSTÈMES² DE CULTURE TRÈS CONTRASTÉS

Écologie des cerrados humides de moyenne altitude (600-700m) du Sud-Est du Mato Grosso - Fazenda Mourão, Campo Verde/MT - 2001/2006

1. FUMURE STANDARD³



1. **Texture:** 18-25% argile - 70 à 75% sables - Pente 3 à 6%

2. **Systèmes de culture**
- T₁** - Monoculture **Coton** x Travail du sol;
 - T₂** - Discage léger avant Mil - SD **Coton** sur Mil / tous les ans
 - S₁** - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + *Éleusine* - 2 ans, suivi de (*Soja* + *Éleusine* + *Crotalaire*) - 3 ans
 - S₃** - SD **Coton** dans la rotation = **Coton/Soja** + (*Sorgho* + *Brachiaria r.*) - 2 ans, suivi de (*Sorgho* ou *Maïs* + *Brachiaria r.* + *Cajanus*) - 3 ans

3. **Fumure Standard moyenne annuelle** = 82N + 122 P₂ O₅ + 128 K₂ O kg/ha + oligos

SOURCE: Projet FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - Équipe CIRAD: J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac - COODETEC: A. Marques, M. Rodrigo; J. C. Moraes de Sá, M. Machado Sá - UEPG - Ponta Grossa - Campo Verde/MT - 2005

RÉSULTATS D'ANALYSES¹ DE RÉSIDUS DE PESTICIDES DANS LES GRAINS ET LE SOL, EN FONCTION DU SYSTÈME DE CULTURE ET DU MODE DE GESTION² DE LA CULTURE COTONNIÈRE

Écologie des sols ferrallitiques des cerrados du Sud-Est Mato Grosso - Campo Verde, MT/2006

Système de culture	Mode de Gestion ² Coton	RÉSIDUS GRAINS-SOLS, (en mg/kg)					
		GRAINS			SOL		
		Multirésidus	Glyphosate	Paraquat	Multirésidus	Glyphosate	Paraquat
I - SEMIS DIRECT (SCV) • Coton/Soja + (<i>Éleusine c.</i> + <i>Crotalaire sp.</i>) (S₁)	C	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
• Coton/Couverture vivante <i>Arachis p.</i>	C + O	<LQ	<0,01	<0,02	<LQ	<0,01	<0,02
II - SEMI-DIRECT - TCS • Mil + Coton annuel (<i>Discage sur Mil</i>) (T₂)	C	• 0,20 • 0,22 • 0,03 <i>Cipermetrinas</i>	<0,01	<0,02	• 0,02 <i>Tetraconazol</i>	<0,01	<0,02
III - DISCAGES • Monoculture Coton (T₁)	C	• 1,90 • 0,32 • 0,07 <i>Cipermetrinas</i>	<0,01	<0,02	• 0,03 <i>Tetraconazol</i>	<0,01	<0,02

1 - Analyses de résidus: réalisés par le laboratoire **CTAEX** - Badajoz Espagne

2 - Modes de Gestion du Coton:

a) **Chimique (C)** - Traitement chimique des semences - Niveau standard de fumure: 140N + 63P₂O₅ + 135K₂O + oligos; herbicides + insecticides : Gestion de la Fazenda

b) **Chimique + Organique (C + O)** - Traitement organique des semences - Niveau bas de fumure: 70N + 31P₂O₅ + 68K₂O + oligos herbicide: traitement Fazenda - application de produits organiques: 6l/ha d'humus + 4,5 kg de EP4 à différents stades: 1^o bouton, 1^o fleur et 100-110 JAS; contrôle des insectes avec Neem complétés par produits chimiques si nécessité (*punaies, Anthononus g.*)

SOURCE: Project FACUAL/COODETEC/CIRAD/FAZ. MOURÃO - **Équipe CIRAD:** J. L. Belot; J. Martin; L. Séguy; S. Bouzinac;

COODETEC: A Marques M. Rodrigo; **Fazenda Mourão:** G. Costa | Dalla Nora **Campo Verde, MT/2006**

**EVOLUTION D'ATTRIBUTS DU SOL DANS L'HORIZON 0-20 cm: Stock de C (t/ha), N total (t/ha), CE(meq/100g)
EN FONCTION DE MODES DIFFERENCIES DE GESTION DES SOLS ET DES CULTURES SUR DES CHRONOSEQUENCES
DE 6 A 14 ANS DANS DEUX GRANDES REGIONES CEREALIERES DE FRANCE (BERRY et TOURAINE)**

		BERRY- 6ans				TOURAINE- 14 ans			
		Sol limono-sableux		Sols argilo-sableux		Sols argilo-sableux	Sols sableux		
	Prof. (cm)	Labour (6 ans)	SCV (6 ans)	Labour (6 ans)	SCV (6 ans)	TCS (3 ans) SV (12 ans)	Labour (9 ans) TCS (5 ans)	TCS (2 ans) SCV (12 ans)	
STOCK De C (t/ha)	0-10 (CV%)	19,45	21,47	34,68	39,34	29,85	10,46	21,70	
		-	-	-	-	9,11	6,0	9,6	
	10-20 (CV%)	15,57	16,36	36,58	35,11	18,15	7,60	9,73	
		-	-	-	-	7,2	15,9	8,1	
Total	<u>30,52</u>	<u>37,83</u>	<u>71,26</u>	<u>74,46</u>	<u>48,00</u>	<u>18,06</u>	<u>31,43</u>		
N TOTAL (t/ha)	0-10 (CV%)	1,39	1,86	2,46	3,08	2,82	0,82	1,85	
		-	-	-	-	7,9	6,7	17,6	
	10-20 (CV%)	1,42	1,47	2,62	2,62	2,00	0,67	0,80	
		-	-	-	-	7,3	12,9	11,6	
Total	<u>2,81</u>	<u>3,33</u>	<u>5,08</u>	<u>5,70</u>	<u>4,92</u>	<u>1,49</u>	<u>2,65</u>		
CEC (meq/100g)	0-10 (CV%)	12,96	12,41	29,61	30,50	20,48	3,22	6,89	
		-	-	-	-	8,0	46,9	20,7	
	10-20 (CV%)	12,19	11,73	32,96	29,10	20,60	2,05	3,51	
		-	-	-	-	5,7	42,8	11,7	

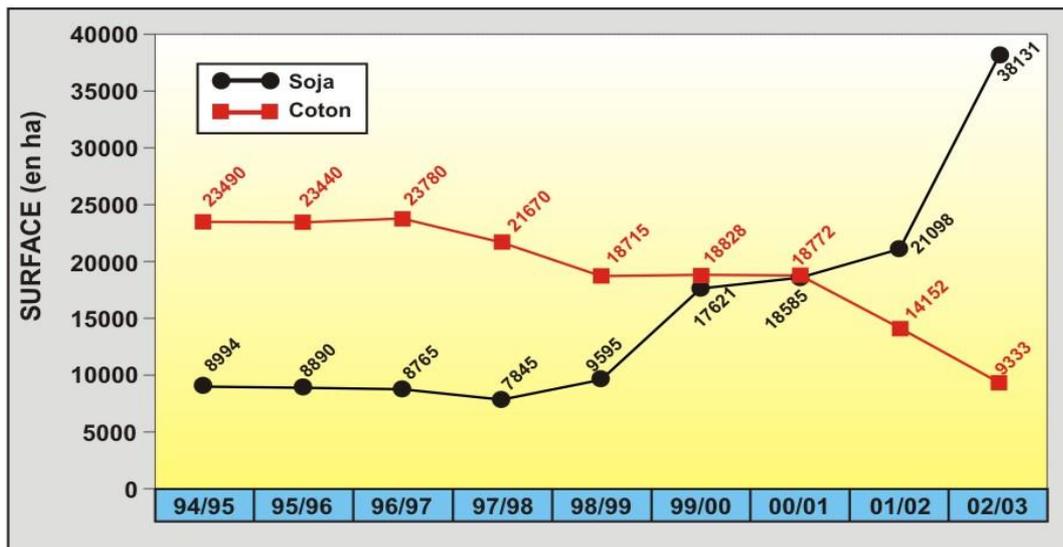
1 – Un échantillon moyen composé de 4 sous-échantillons/mode de gestion/type de sol.

2 – 4 répétitions/mode de gestion/type de sol - CV = Coefficient de Variation en %

Source : J.C. et A. Quillet (Montlouis sur Loire) ; H. Charpentier (Issoudun), L. Séguéy et O. Husson, CIRAD - Persyst - 2009

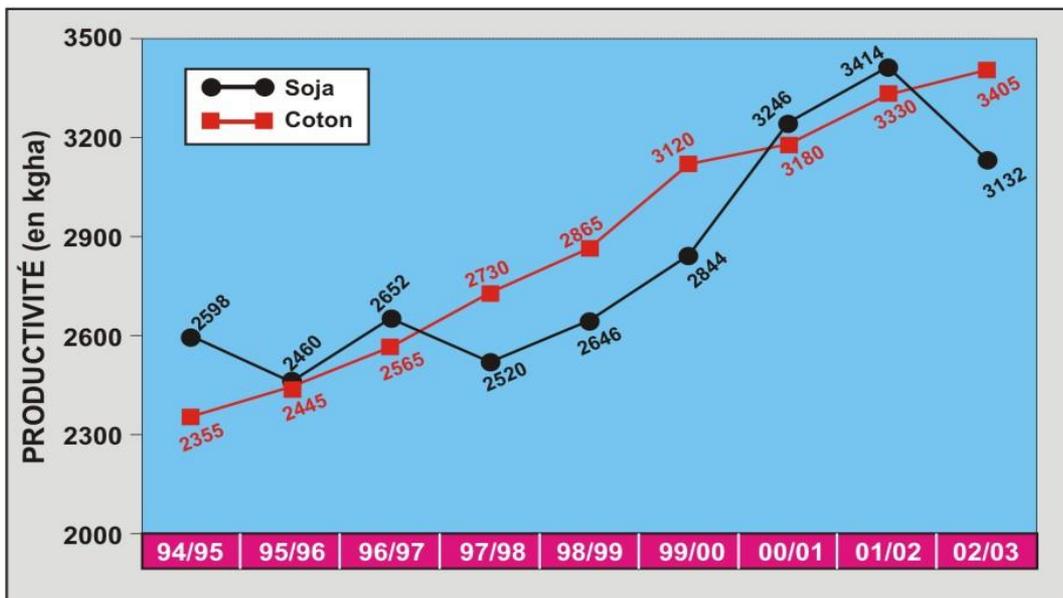
ÉVOLUTION DE LA SURFACE PLANTÉE EN SOJA ET COTON

Résultats
Économiques
sur
65000 ha
Groupe Maeda
1994/ 2003



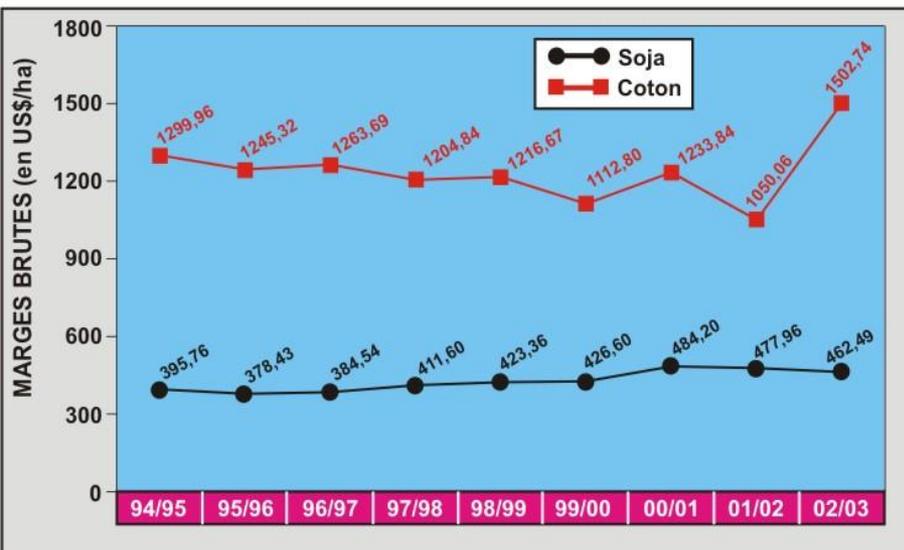
SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DE SOJA ET COTON



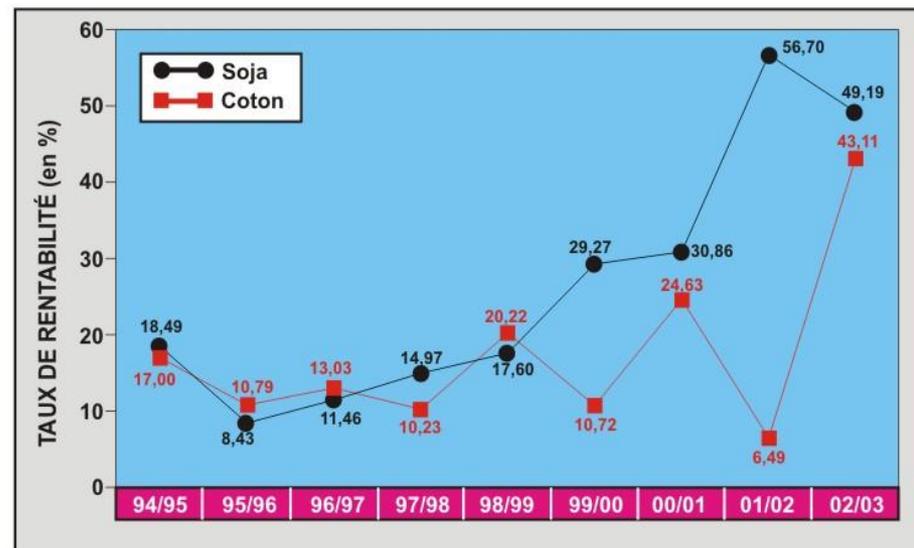
SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

ÉVOLUTION DES MARGES BRUTES DU SOJA ET DU COTON



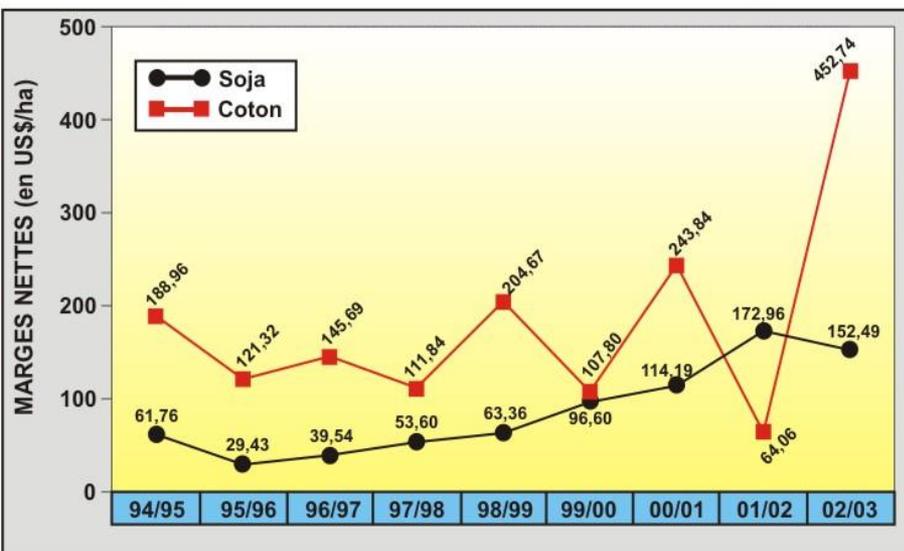
SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

ÉVOLUTION DU TAUX DE RENTABILITÉ DU SOJA ET DU COTON



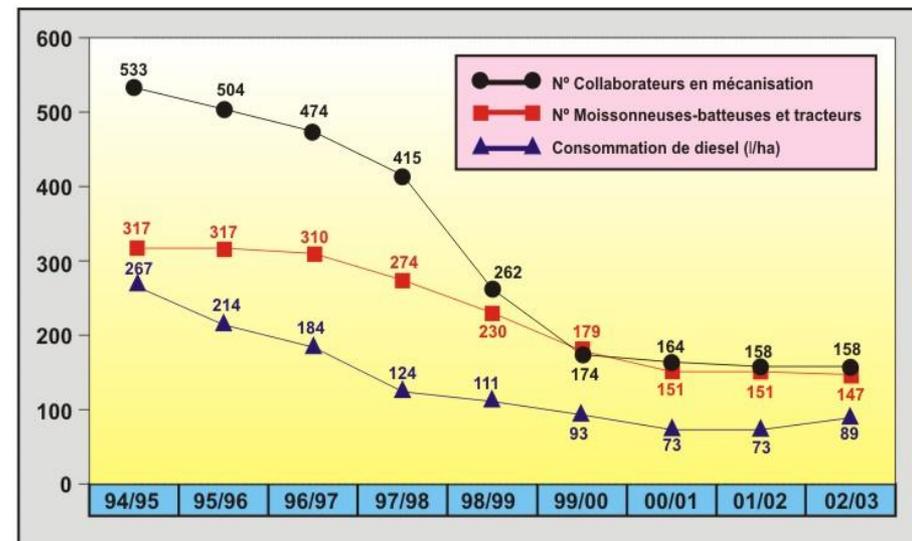
SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

ÉVOLUTION DES MARGES NETTES DU SOJA ET DU COTON



SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003

ÉVOLUTION DU NOMBRE DE COLLABORATEURS EN MÉCANISATION, DE MOISSONNEUSES-BATTEUSES ET TRACTEURS, DE LA CONSOMMATION DE DIESEL



SOURCE: GROUPE MAEDA - Itumbiara, GO - 1994/2003



**15 t/ha de biomasse sèche de sorgho + *Brachiaria ruz.*-Sol sablo-argileux
Cerrados- Campo Verde /MT 2005**

**Contrôle naturel Euphorbia h.,(résistante au glyphosate) par Sorgho, 1/2
photo à droite**





En Haut: Couverture de mil déjà minéralisé 70 jours après dessication – 1/2 bas : couverture Brachiaria + Sorgho – Cerrados – Campo Verde/MT- 2008



Soja en Semis Direct sur 15 t/ha de matière sèche de *Brachiaria ruz*.



Soja en Semis Direct sur couverture vivante d' *Arachis p.* – Forêts – Sinop/MT- 2004

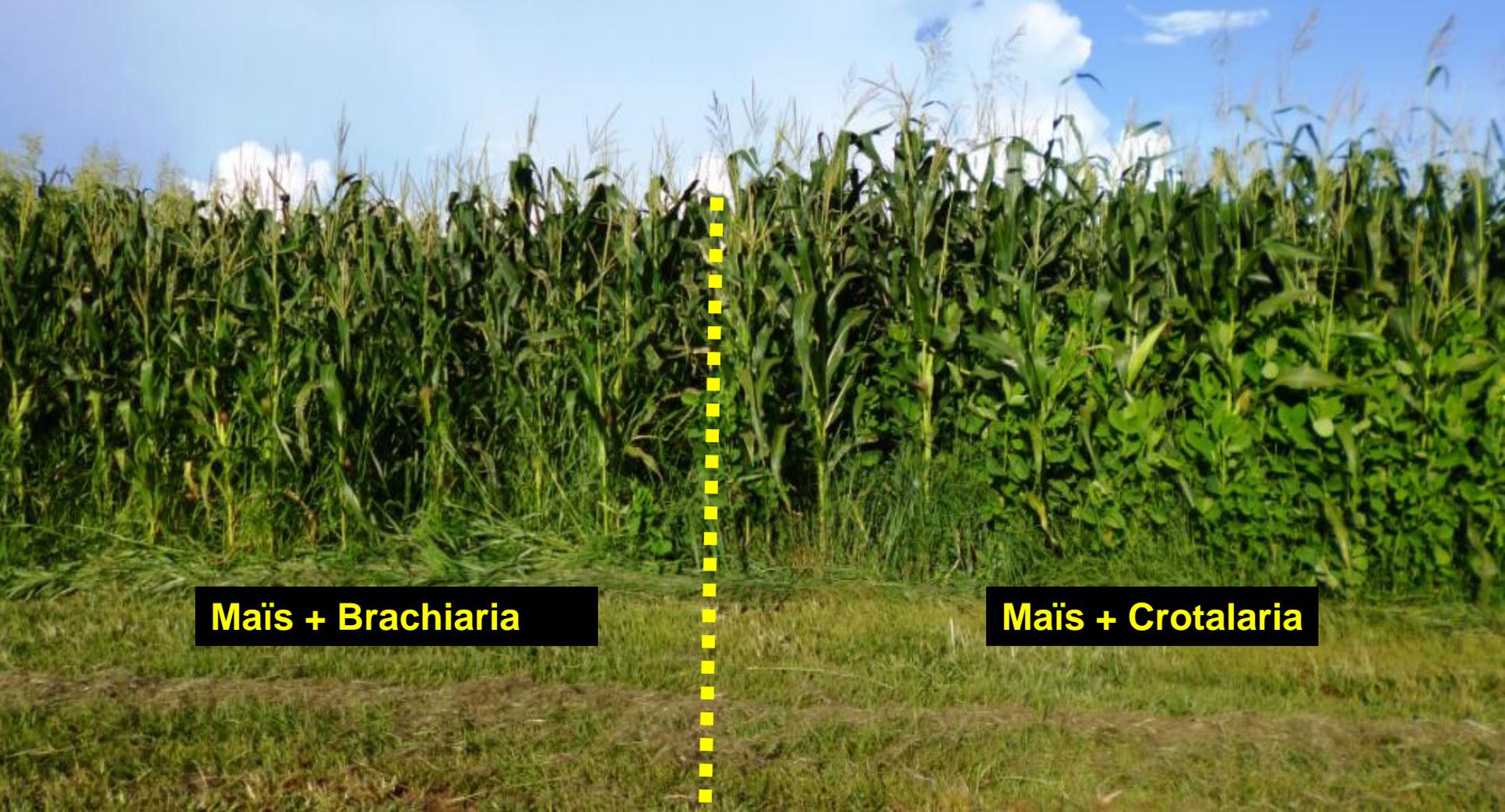
Maïs + Crotalaire



BRÉSIL 2013

Maïs + Brachiaria

Maïs + Crotalaria





- **SCV: Maïs en culture pure à gauche ; maïs + éleusine c. , 2/3 photo à droite**
 - **Cerrados- Campo Verde- -2008**



Riz en Semis Direct sur couverture vivante d'*Arachis P.*

Mais sur couverture permanente de *Arachis p.* 6 ans sans herbicide ni engrais- Madagascar





COTON sur couverture permanente vivante d' *Arachis p.* , avec intrants minimums sur sol sableux-Campo Verde 2009-Brésil



COTON CD 409 sur couverture vivante de *Cynodon d.*

Brésil – porter les machines en sol humide



Antilles – Mulch sous Brachiaria





Racines d'*Eleusine coracana* à 60 jours après le semis



Racines d'*Eleusine coracana* à 60 jours après le semis



**Puissant système racinaire sous *Brachiaria ruziziensis*
(60 jours de croissance)**

Profil racinaire sous Maïs + Brachiaria + Crotalaria



Profil racinaire sous Maïs + Crotalaria



Évolution du sol agricole en comparaison avec son état stable en milieu forestier - Canada

SCV



Système forestier

Système herbacé permanent

Semis-direct sur sol avec bonne structure

Semis-direct sur sol avec mauvaise structure

Note: Rayon de 50 m entre les différents système sol

Une activité biologique inimaginable





Des terres de plaine de très difficile accès en hiver (*Vallée du Cher*)



**Labour à gauche, saturé d'eau et inaccessible aux machines
semis direct à droite, bien drainé, parfaitement porteur, accessible**



Du semis direct à la récolte



Amaranthes –espèce fortement recycleuse(nutriments) , restructurante





Nodosités sur Gesse

Mélange espèces annuelles –biodiversité fonctionnelle élevée-Sud-est France-2011- **SCV sans glyphosate**









2012 – Canada- Maïs sur luzerne vivante





Maïs sur couverture vivante permanente de Luzerne –Canada 2011

Épis de maïs SCV sur luzerne vivante à droite comparés à épis sur conventionnel travaillé à gauche



Canada 2013- Maïs ensilage sur vesce velue





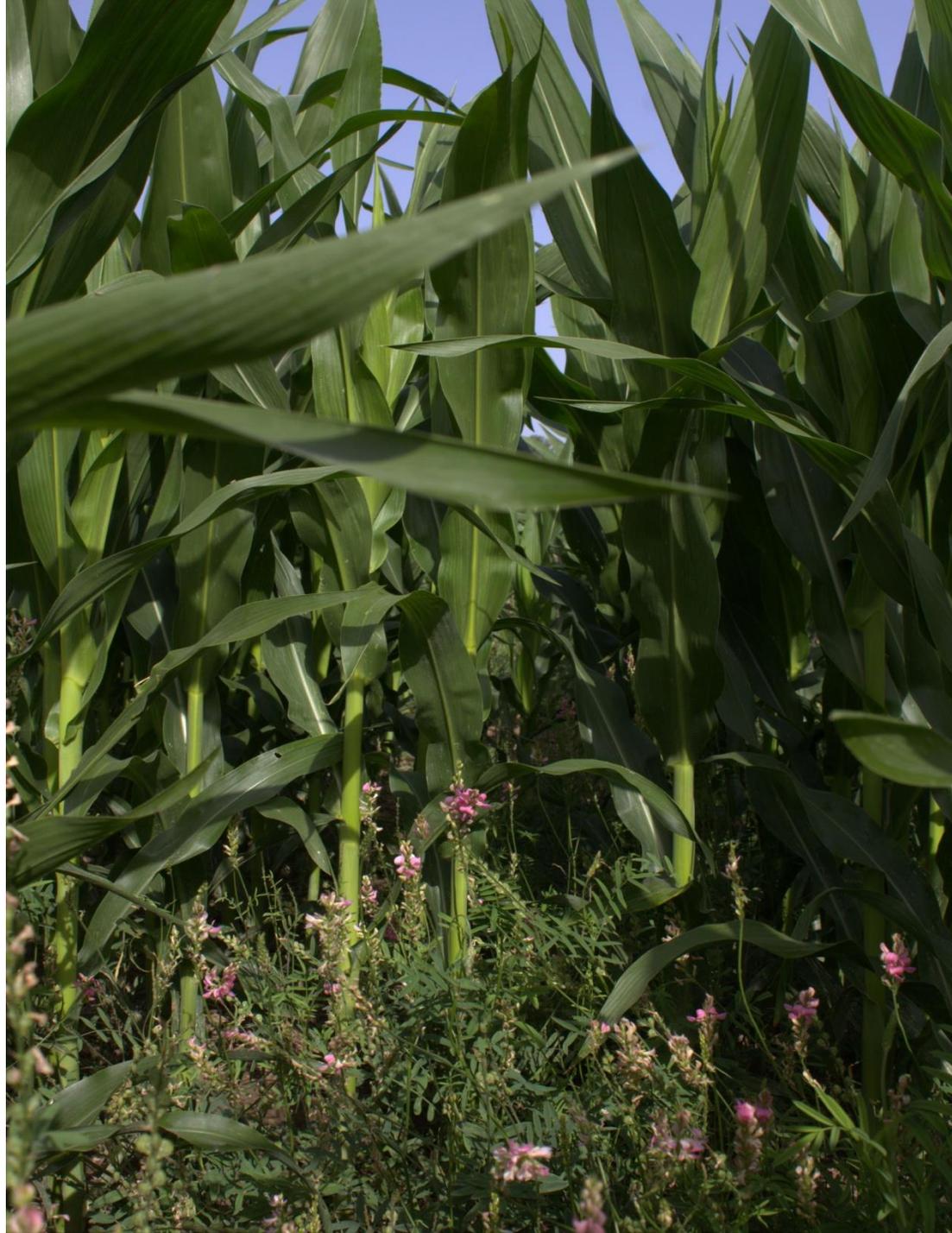
**Canada-semis blé à la volée début
défoliation soja -2012**



Canada 2012- Blé d'automne semé à la volée en fin de cycle du soja



France 2012
Mais sur sainfoin



Daniel
Bremond







Luzerne annuelle –*Médicago littoralis*



Luzerne annuelle –*Médicago littoralis*



Blé dur sur luzerne vivante -2012 – S. Gallon , Camargue



Semis simultané Soja + sainfoin sur paille blé dur (D.Brémond , 2012)



Gestion des maladies fongiques sous SCV

Grand Mas de Belleval

Trichoderma

¼ chimie + tricho

23 mai 2013

- Semis le 6 octobre 2012, 160 kg/ha semences de ferme (cv. Babylone) + 25 kg/ha de luzerne
- Dispositif composé de 3 traitements:
 - (1) conventionnel (0.5 l/ha de Yéti, triazole) + 8 g/ha de carfentrazone (contrôle de la luzerne)
 - (2) 0.25 l/ha Yéti + trichoderma (200 g/ha) + 8 g/ha de carfentrazone
 - (3) trichoderma (200 g/ha)
- 2 bandes de conventionnel, 3 bandes du traitement (2) intercalées avec 3 bandes du traitement (3)
- Récolte le 14 juillet 2013 sur des bandes de 630 m² (140×4.5 m)

Trichoderma

¼ chimie + tricho

Traitement	Sévérité (%)		
	07-mai	23-mai	05-juin
Conventionnel (0.5 l/ha Yéti)	5	5	8
0.25 l/ha Yéti + Trichoderma (200 g/ha)	5	5	8
Trichoderma (200 g/ha)	10	28	70

Sévérité : % moyen de surface foliaire affecté par la septoriose

Traitement Trichoderma

5 juin 2013





Luzerne dans traitement Trichoderma



5 juin 2013

Traitement $\frac{1}{4}$ chimie + tricho

5 juin 2013

Traitement conventionnel
½ dose Yéti



Luzerne dans traitement Trichoderma

14 juillet 2013



Trichoderma

¼ chimie + tricho

Trichoderma

Traitement

Rendement (t/ha)

Conventionnel (0.5 l/ha de triazole,
Yéti)

8.32 ±0.11

0.25 l/ha Yéti + Trichoderma

8.28 ±0.20

Trichoderma

7.20 ±0.10

SCV À FORTE BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE

- Au dessus du sol
- Dans le profil cultural

BASE VIVANTE DES SCV

ROTATIONS DIVERSIFIÉES

- Succession annuelles
- Successions d'associations
- Associations

Maximiser { Quantité C annuel recyclé + N Fixé
Qualité biomasse → Max. Services
écosystémiques

CONCILIER IMPÉRATIFS DE PRODUCTION DURABLE

* Travaux Recherches
Ingénierie Écologique

REGLES DE BASE DE CONSTRUCTION DES SYSTEMES SCV

1 CULTURE COMMERCIALE + PLANTES DE SERVICES (nb fonctions)

Satisfaire besoins en Lumière des associations

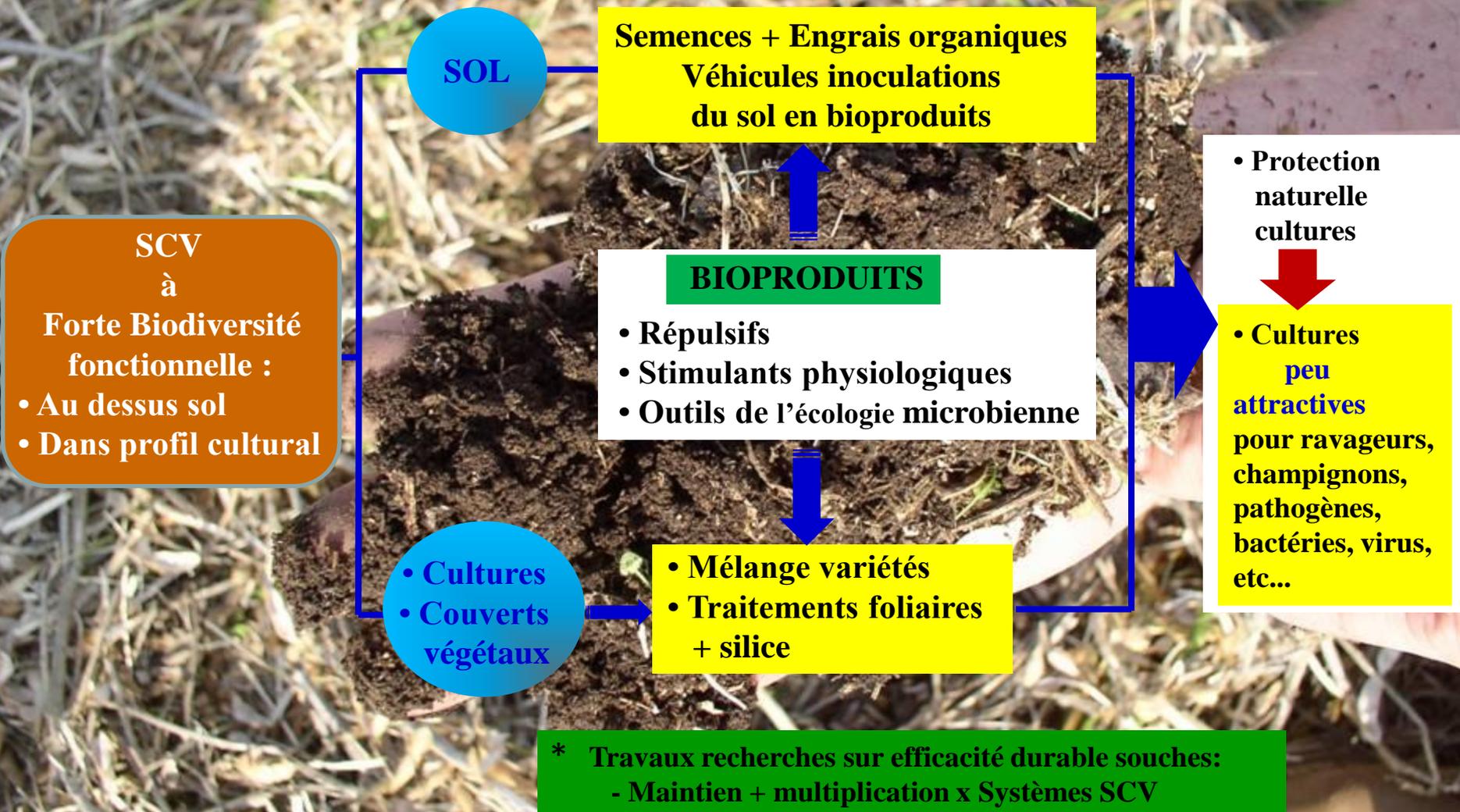
- ➔ **Phénotype** qui laisse passer la lumière, **forte vigueur**
- ➔ Réaménager **peuplement végétal**:
 - Espacement entre lignes x densité sur la ligne
- ➔ **Pour SCV sur couverture vivante permanente**:
 - **Installer** couverture vivante permanente dans la culture qui laisse le mieux passer la lumière

Modes implantation possibles

- **Implantées avant culture commerciale dans culture précédente à la volée**:
 - ➔ -À défoliation Soja, légumineuses,
 - Sur épis céréales, 15-20 jours avant récolte
- **Semis sous la barre de coupe simultanément à récolte 1^a culture**
- **Semis Direct après récolte 1^a culture**
 - ➔ Simultanément à semis culture commerciale : Mélange plantes service + Engrais au moment du semis

* Recherches Systémiques

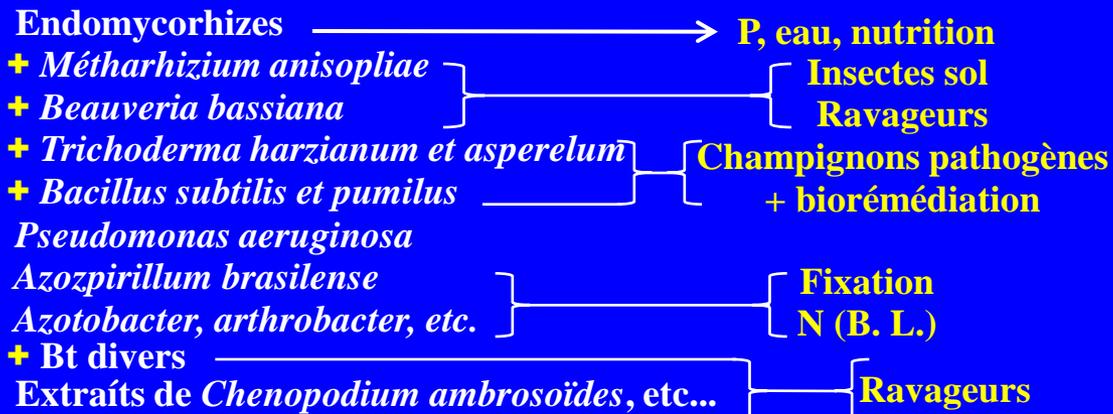
COMPOSANTES DES SCV ÉCOLOGIQUES



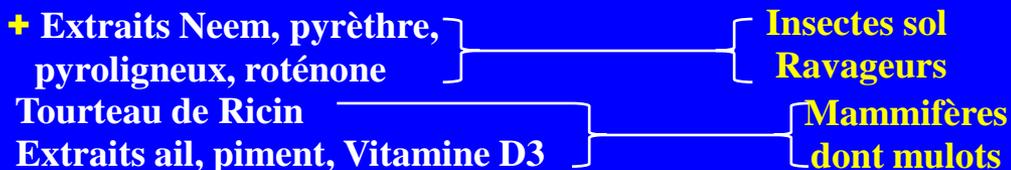
OUTILS DE L'ÉCOLOGIE MICROBIENNE + RÉPULSIFS + BIOSTIMULANTS

VÉHICULES D'INOCULATION DU SOL

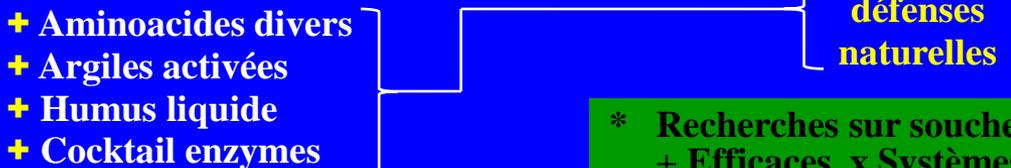
OUTILS DE L'ÉCOLOGIE MICROBIENNE - Biopesticides



RÉPULSIFS



BIOSTIMULANTS



SILICE

* Recherches sur souches et cocktails les + Efficaces x Systèmes SCV à forte biodiversité fonctionnelle

+ Déjà expérimentés

SEMENCES

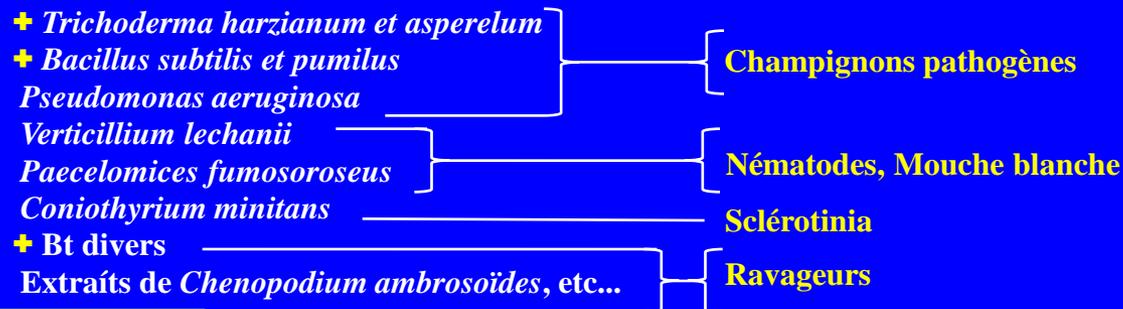
ENGRAIS ORGANIQUES
- N à minéralisation lente, dominant

OUTILS DE L'ÉCOLOGIE MICROBIENNE + RÉPULSIFS + BIOSTIMULANTS

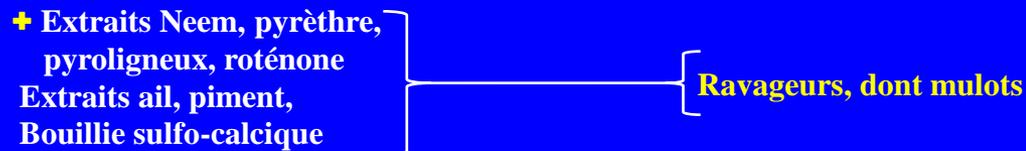
TRAITEMENTS FOLIAIRES → MÉLANGES VARIÉTÉS/CULTURE

COCKTAILS {
PRÉVENTIFS → Intervalles réguliers
CURATIFS → Renfort

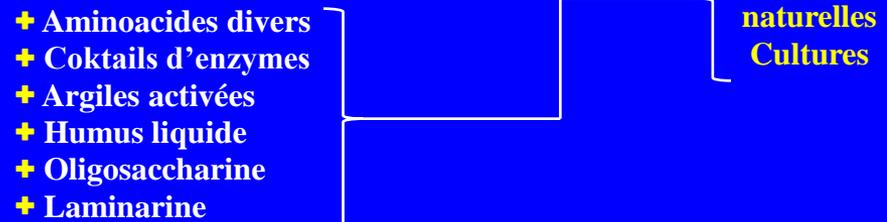
OUTILS DE L'ÉCOLOGIE MICROBIENNE - Biopesticides



RÉPULSIFS



BIOSTIMULANTS



* Recherches sur souches et cocktails les + Efficaces
x Systèmes SCV à forte biodiversité fonctionnelle

+ Déjà expérimentés

SILICE et SILICE + K



Sans Baia , sans N

4 Lignes avec BAIA sans N



Lignes sans Baia

4 Lignes avec Baia

SEMIS DIRECT SCV SUR COUVERTURES MAINTENUES VIVANTES

**LÉGUMINEUSES, MÉLANGES LÉGUMINEUSES
PÉRENNES POUR SEMIS DIRECT CÉRÉALES**
tous les ans

- **Luzerne, Sainfoin, Minette, Lotier, etc...**

➔ **INSTALLATION COUVERT LÉGUMINEUSE(S) PÉRENNE(S) DANS
CULTURE QUI LAISSE BIEN PASSER LUMIÈRE**
-----Colza, Féverolle, pois chiche-----



➔ **PUIS, SEMIS DIRECT CÉRÉALES SUR COUVERT PÉRENNE
LÉGUMINEUSE(S) MAINTENU VIVANT**

{ Céréales d'hiver
Céréales de printemps

**+ Pâture, Fauche, raisonnées
après récolte**

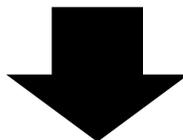
SEMIS DIRECT SCV SUR COUVERTURES MAINTENUES VIVANTES

GRAMINÉES PÉRENNES, MÉLANGES GRAMINÉES POUR SEMIS DIRECT LÉGUMINEUSES tous les ans

- *Mélange Ray grass, Dactyle, Fétuque élevée, seigle vivace ; Cynodon dactylon, Cenchrus ciliaris* (écotypes em mélange)



INSTALLATION COUVERT GRAMINÉES DANS CULTURE QUI LAISSE BIEN PASSER LA LUMIÈRE
-----Fèverolle, Colza, pois chiche-----



PUIS, SEMIS LÉGUMINEUSES SUR COUVERTURE PÉRENNE
GRAMINÉES MAINTENU VIVANT

{ Légumineuses d'hiver
Légumineuses printemps

+ Pâture, fauche, raisonnées
après récolte

“LE NEC + ULTRA” EM MATIÈRE DE COUVERTURES VÉGÉTALES À TRÈS FORTE BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE

➡ LES MÉLANGES “ANNUELLES + PÉRENNES”

➡ **INSTALLER** le futur couvert vivant pérenne de légumineuses dans le **mélange d'annuelles** des couverts **d'automne-hiver**

1 - Rotations céréales sur couvert pérenne légumineuses

➡ Féverolle + Vesce + Gesse + Radis F. + Avoine : Annuelles

LUZERNE

ou

MÉLANGÉ

Luzerne + ERS + Sainfoin (SUD)

MÉLANGÉ

Luzerne + Trèfles + Lotier (Centre, Nord)

Couvert pérenne qui sera maintenu vivant dans la rotation Céréalière : Blé/Blé – Blé/Maïs ou sorgho ...

(*) Possibilité intégrer pâturage raisonné, fauche.

Pour bien laisser se reconstituer les couverts pérennes:

→ Alternier 1 culture hiver avec 1 culture printemps

ROTATIONS LÉGUMINEUSES SUR COUVERT PÉRENNE GRAMINÉES

➡ **INSTALLER** le futur couvert vivant pérenne dans le mélange **d'annuelles des couverts d'automne-hiver de graminées**

1 - Rotations céréales sur couvert pérenne légumineuses

➡ **Féverolle + Vesce + Gesse + Radis F. + Avoine : Annuelles**
+
RAY GRASS PÉRENNE (ou seigle vivace) **qui sera maintenu vivant dans rotations Légumineuses:**

-----Soja/Soja/---

-----Soja/Pois chiche ou fèverolle, haricot printemps

(*) Possibilité intégrer pâturage raisonné, fauche
Pour bien laisser se reconstituer les couverts pérennes:
→ Alternier 1 culture hiver avec 1 culture printemps

- **Attention : Glyphosate en excès**
.....DANGER

Repeated use of glyphosate induces Fe and Mn deficiencies in soybeans in USA



(Photo: Prof. Don Huber)

(areas which are not treated with glyphosate)

- **Une fonction SCV majeure:**
- **...ÉLARGIR l'aire géographique traditionnelle des cultures ...**

**Tampon contre le changement
climatique**



© Nicolas Chorier / Cirad

La culture cotonnière s'installe dans la forêt amazonienne



Récolte = Productivité > 4t/ha

- **RESTAURATION/ REGENERATION**
des sols

Dégradés

Peu Fertiles naturellement

« Stériles »

Cambodge- capacité différentielle de croissance entre espèces, sans engrais



Eleusine

Cajanus

Nord Cameroun-400 à 600mm/an- Sols gravillonnaires





Sesbania

Crotalaria

Éleusine c.

Couvert mélange espèces



Striga sur labour



Striga contrôlé sur SCV

Avec les SCV amélioration du bilan hydrique : introduction Riz culture nouvelle + prisée



Des sols « fatigués », en extension, malgré des analyses chimiques parfaites Brésil 2012



Productivité coton quasi nulleperte de 2500\$/ha



Un sol mort !!

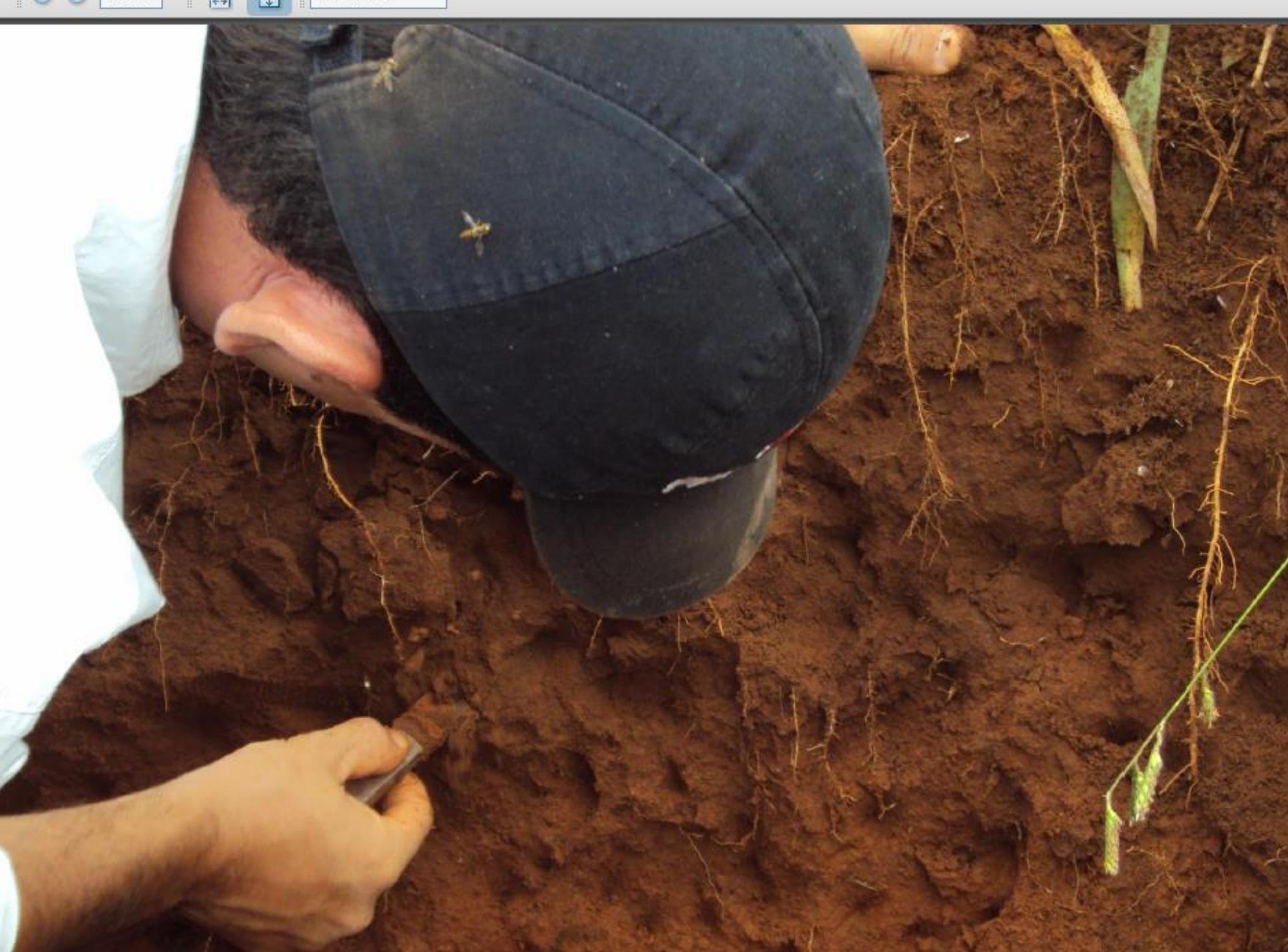


80 jours aprèsrestauration SCV !!!

Sorgo BF 80 + *C. spectabilis* + *C. juncea* + *E. coracana*



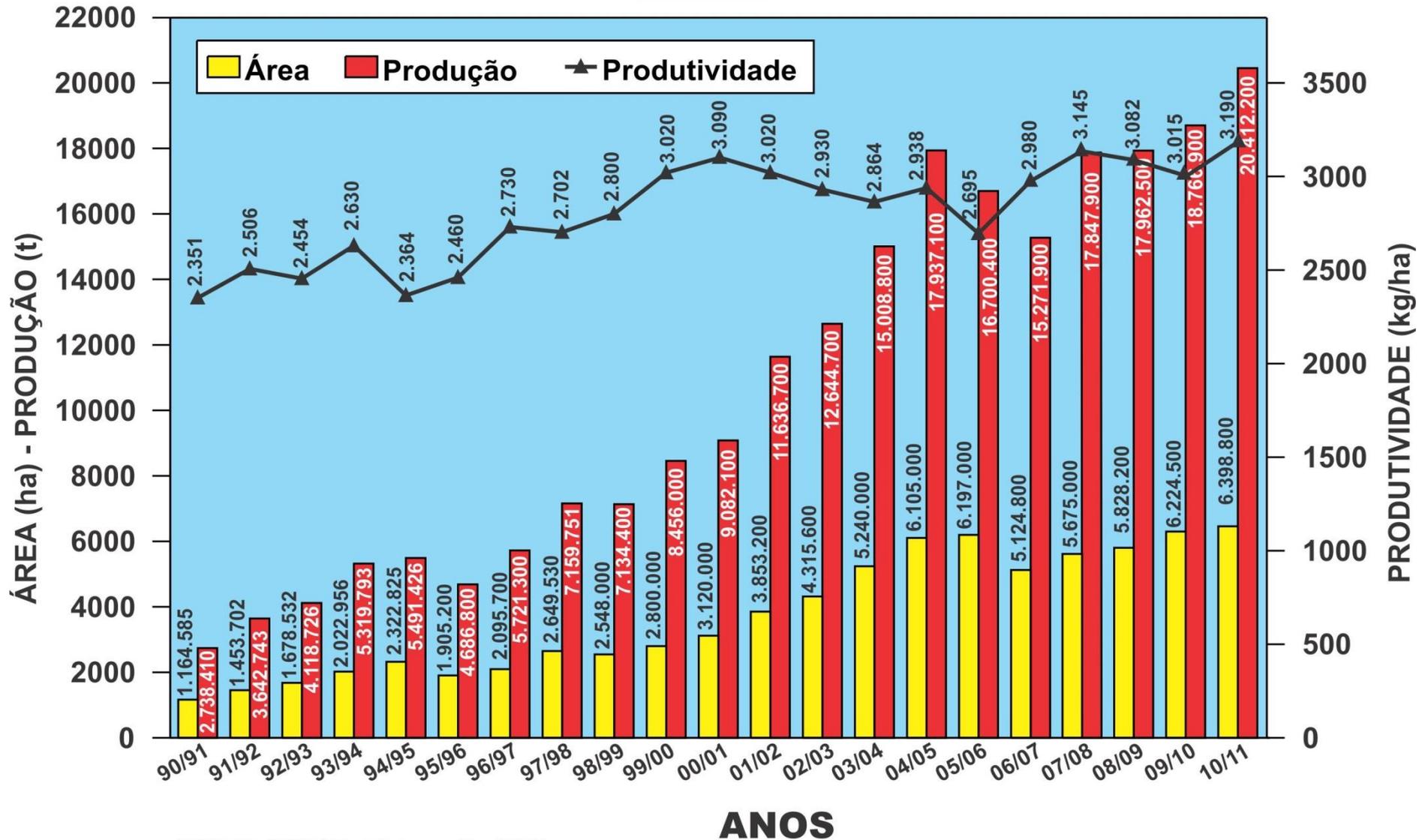




ESTATÍSTICAS DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA 1990/2011

ESTADO DO MATO GROSSO

SOJA

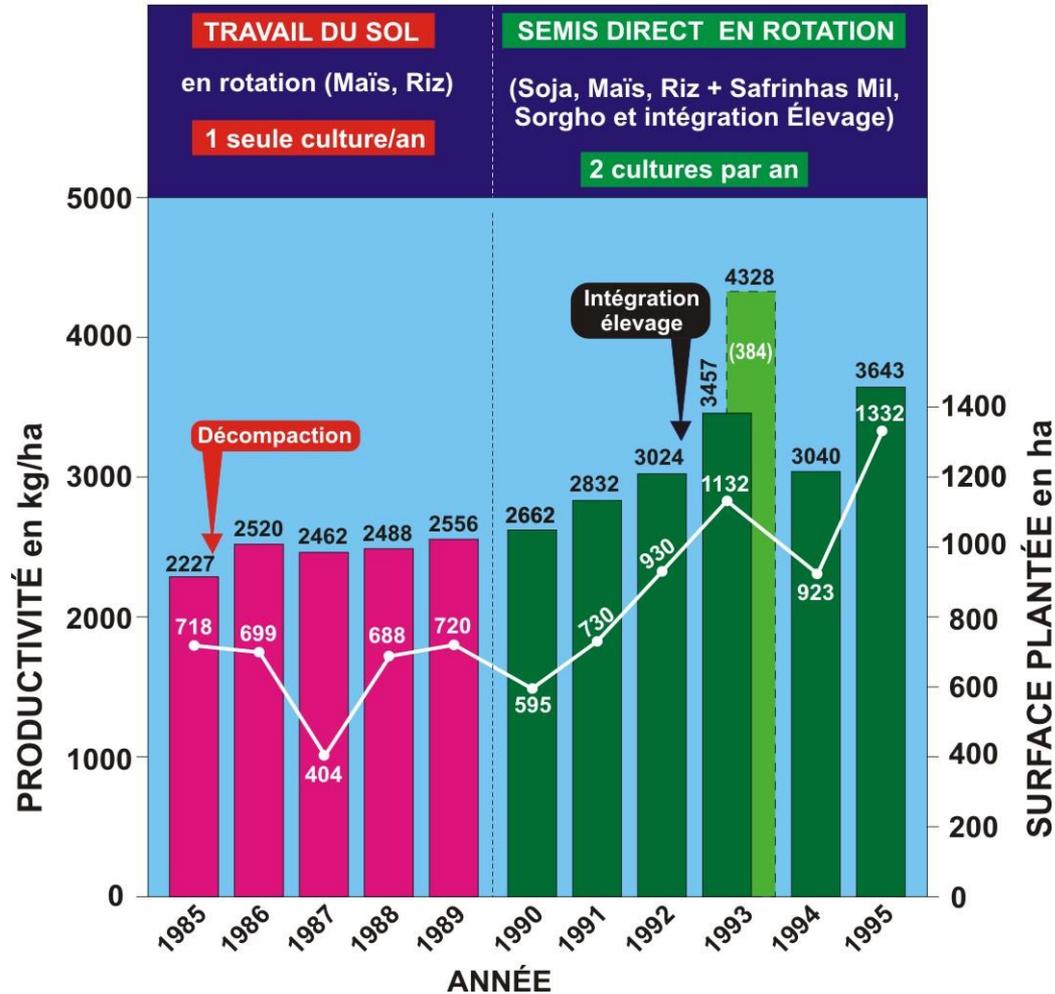


FONTE: CONAB - Elaboração: IMEA

ÉVOLUTION DE LA PRODUCTIVITÉ DU SOJA À LA FAZENDA PROGRESSO, PÔLE DE CRÉATION DU SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE (SCV), entre 1985 et 1995

Écologie des sols ferrallitiques des cerrados humides du Centre Nord Mato Grosso - *Lucas do Rio Verde - MT*

Productivité (kg/ha) Surface Soja (ha)



SOURCE: L. Ségué, S. Bouzinac; M. Matsubara et partenaires Brésiliens
Fazenda Progresso, Lucas do Rio Verde/MT, 1995

RECHERCHES

- **Approche systémique, fondamentale** → Intégration et optimisation continue des technologies
- **Quelles plantes de couverture, quels mélanges d'espèces, pour quels services ?**
- **Systemes à forte biodiversité fonctionnelle qui intègrent outils efficaces de l'écologie microbienne , bioproduits :**
 - **Amélioration** continue des fonctions biologiques efficaces → augmentation de la fertilité d'origine organo-biologique
 - **Minimiser les dérives environnementales négatives** engendrées par l'utilisation continue des biotechnologies , en augmentant leurs vie utile sans préjudices
→ systèmes SCV pourvus d'1 fort , efficace et rapide pouvoir de biorémediation
- **Efficience de l'eau** → Polyacrilate de potassium
- **Substituer l'approche actuelle , exclusivement « par plante »**, par une approche "génotypes X modes de gestion plus écologique des sols et des cultures "

900 ha



Vue aérienne de la Matrice "intégration agriculture – élevage" - Sinop, MT-2001

© Nicolas Chorier 2002

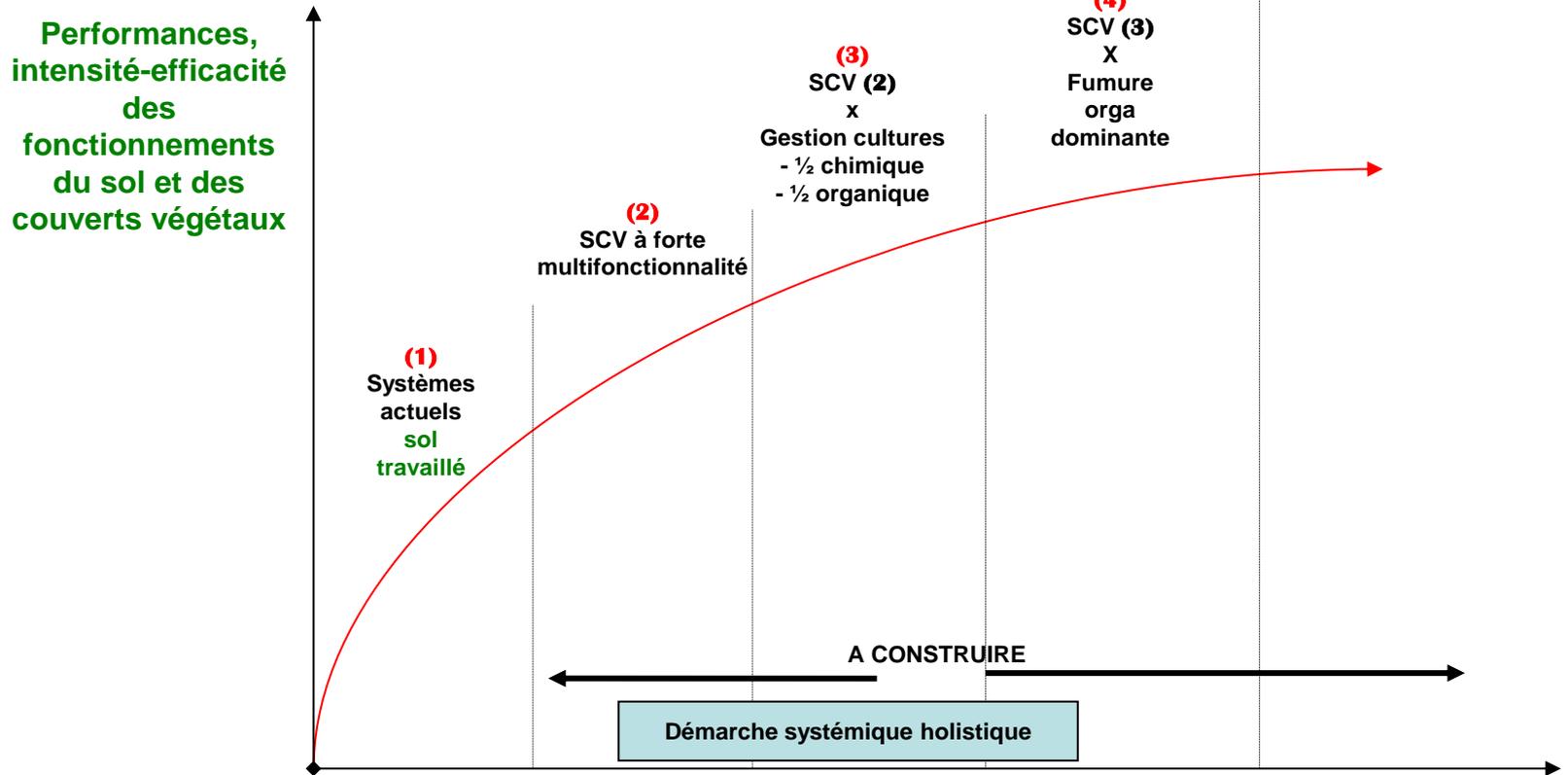
Les matrices de systèmes de culture- scénarios de développement





Couloirs continus de biodiversité forestière autour de chaque parcelle de culture
–Nord Sinop-MT- Brésil : **maintien répartition pluies , faune , et barrières filtres**

I - Schéma conceptuel des recherches en ingénierie écologique opérationnelle au service du développement



- 1. Couverts végétaux multifonctionnels :**
 « mini-forêts » à biodiversité fonctionnelle et efficacité croissantes pour les fonctions « d'assainissement et de régénération biologique » des sols :
- ➔ -Séquestration C, fixation N, activité biologique diversifiée

pouvoir épurateur, résilience, séq.C.

Étapes des progrès
 de la biodiversité x Modes de gestion des sols et des cultures (chimiques → Chimique + Organique → Organique)

STRATÉGIE DE GESTION DES PERFORMANCES DES SYSTÈMES DE CULTURE EN SEMIS DIRECT (SD) SUR COUVERTURE VÉGÉTALE, AU PLUS PRÈS DU "BIOLOGIQUE"

PERFORMANCES AGRONOMIQUES
ET TECHNICO-ÉCONOMIQUES

-  Gestion organo-biologique = Matière organique dominante, chimie minimum
-  Gestion productiviste = Intrants chimiques dominants



ÉVOLUTION DU MODE DE GESTION DOMINANT

Caressons la terre dans le « sens des vers » et du génie de la vie.....www.agroecologie.cirad.fr

Merci de votre attention !!



Bon appétit !!



Le laboratoire de pointe de l'agronome

Pour plus d'informations :



Agroécologie
LE RÉSEAU DU SEMIS DIRECT SUR
COUVERTURE VÉGÉTALE PERMANENTE (SCV)

http://agroecologie.cirad.fr/pampa_et_projets/autres_projets/bresil

Puis rechercher les publications suivantes de Lucien Séguy :

- ✓ **Fondateur : « cultiver durablement et proprement les sols de la « Planète » -1999**
- ✓ **« Systèmes de culture et dynamique de la matière organique »-2001**
- ✓ **« Agriculture durable -20 ans de recherches ... »- 2003**
- ✓ **« La symphonie inachevée du semis direct dans le Brésil central »-2008**
- ✓ **« Saga Sebota »-2009**
- ✓ **« Manuel pratique du semis direct sur couverture végétale permanente Application à Madagascar » - 2013**