

La Forêt :

**le modèle naturel de
référence le plus
abouti
...de biodiversité
fonctionnelle et
de stabilité biologique
et écologique**



**450t/ha de biomasse
sèche
175 à 235 espèces
de diamètre >5cms
Entre 40 et 50 familles
botaniques
différentes
Enormes biomasse
racinaire et
biodiversité faune**

Géométrie du défrichement



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

- **message** : Les SCV (*systèmes de culture sur couverture végétale permanente morte ou vivante*) sont issus du

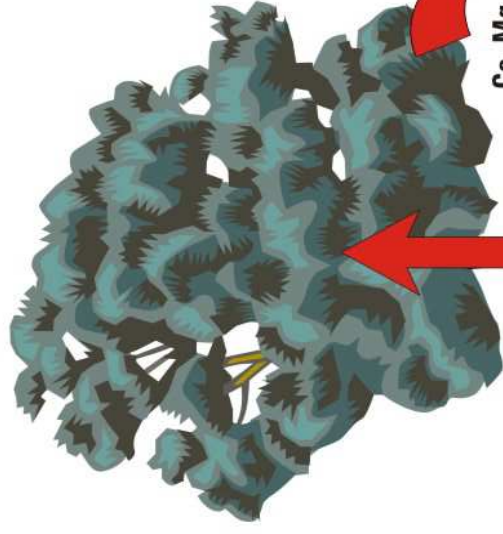
bio-mimétisme

→ création de systèmes qui imitent le **fonctionnement de l'écosystème forestier** ,
sa stabilité exceptionnelle ...il faut
poursuivre dans cette voie ...

LA FORÊT EQUATORIALE OMBROPHILE



Un modèle de fonctionnement
à reproduire pour l'agriculture



Ca, Mg, K,
NO₃, P.

LITIÈRES

Minéralisation
Ca, Mg, K,
NO₃, P, ...

- 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

SOURCE: L. Séguy, S. Bouzinac, CIRCA-CA, 1996

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, qui 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 ainsi les pertes en nutriments (*cycle sol-cultures en circuit fermé*)
- Utiliser, au-dessus du sol, une très forte biodiversité fonctionnelle, qui, comme sous forêt, garantit les grands équilibres biologiques (*multifonctionnalité agronomique gratuite*) et la stabilité de l'écosystème

L' A, B, C des SCV

- **A ...de Absence de travail du sol**
- **B ...de Biodiversité fonctionnelle** :Rotations , Successions , Associations de cultures - Couverts multi-espèces
- **C ... de Couverture permanente du sol et de Colonisation racinaire profonde et diversifiée**

SEMIS DIRECT

MOTS ET EXPRESSIONS CLÉS

- **AU NIVEAU DE LA PLANÈTE** ➡ Réduction de l'émission de gaz à effet de serre (*réchauffement de la planète*) en particulier CO₂ (*Séquestration de C*)
- **AU NIVEAU DES ÉCOSYSTÈMES** ➡ Production durable et au moindre coût, des écosystèmes cultivés
 - Fonctionnement du système "Sols-Cultures", en circuit fermé, reproduisant le fonctionnement de l'écosystème forestier, sans perte de nutriments -
 - Protection de la ressource sol et de sa qualité biologique (*érosion, excès climatiques, xénobiotiques*), des unités de paysage (*biodiversité accrue, régulation des flux "Infiltration-Ruissellement"*), protection des routes et infrastructures) et de la qualité de l'eau des rivières, lacs et des nappes (*pollution par xénobiotiques, engrais minéraux dont phosphates et surtout nitrates*)
 - Meilleure efficacité agronomique de la ressource sol -
 - Meilleure efficacité de l'eau
 - Recyclage de nutriments dont nitrates, bases
 - Capacité de désintoxication par voie biologique
 - Restructuration biologique (*Activité biologique = Systèmes racinaires + faune + microflore*)
 - Meilleure contrôle des adventices par les voies naturelles (*ombrage + allélopathie*)
 - Séquestration de C (*Augmentation de la M. O. du sol avec ses effets bénéfiques*)
 - Meilleure efficacité technique et économique des systèmes de culture -
 - Meilleure efficacité des engrais minéraux (*moins d'engrais*)
 - Plus grande capacité des équipements mécanisés, de la main d'œuvre, plus grande flexibilité d'utilisation (*moins de machines, moins de main d'œuvre, facilité opérationnelle accrue*)
 - Coûts de production moindres, compatibles avec une production agricole toujours plus élevée, toujours plus stable -

**couverts végétaux : des « mini-forêts »
à intégrer dans les systèmes de culture et de production**

- **agriculture conventionnelle** avec travail du sol :
système « prédateur » des ressources naturelles

- **Les systèmes de culture en semis direct
sur couverture végétale permanente (SCV):**

- Cultures : prédateurs minimums
(exportations par grains)

+

- Couvert multifonctionnel : régénérateur,
pourvoyeur de fertilité biologique

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**



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 »

PHOTO de fond: Sarah Singla

Multifonctionnalité des plantes de services

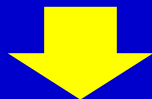


- Apport de « nutriments » pour les cultures, fourrages, faune et μ flore du sol
- Protection du sol (érosion, T°)
- Préservation de l'eau (ruissellement, évaporation...)
- Contrôle biologique des parasites de la culture

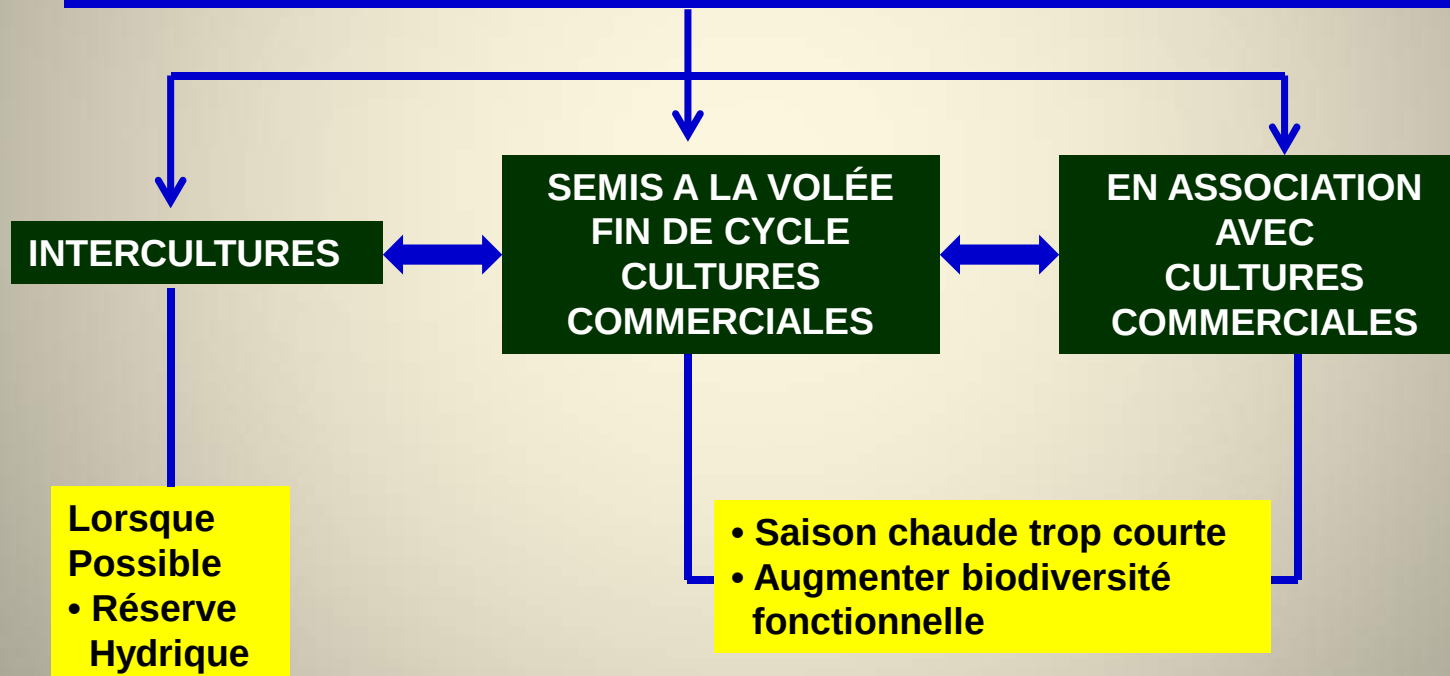
- Amélioration structure du sol (porosité, agrégation...)
- Recyclage des ions lixiviés
- Recharge en C : séq. du C, activité de la faune et μ flore
- Contrôle de bio-agresseurs telluriques (allélopathie)

ADDITIONNER les fonctions écosystémiques en associant les plantes de services complémentaires dans l'espace et dans le temps
=> Augmentation BIODIVERSITE FONCTIONNELLE

PLANTES DE SERVICES ECOSYSTEMIQUES



LES BRIQUES DE CONSTRUCTION DE LA BIODIVERSITÉ FONCTIONNELLE PERFORMANTE ET OPÉRATIONNELLE MINI-FORÊTS MULTIFONCTIONNELLES



Cambodge- capacité différentielle de croissance entre espèces, sans engrais





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

1/2 photo à gauche ,forte infestation de *Euphorbia h.* résistant au glyphosate sur couverture de mil
.....**1/2 photo à droite**, contrôle naturel de *Euphorbia* par couverture sorgho Guinea

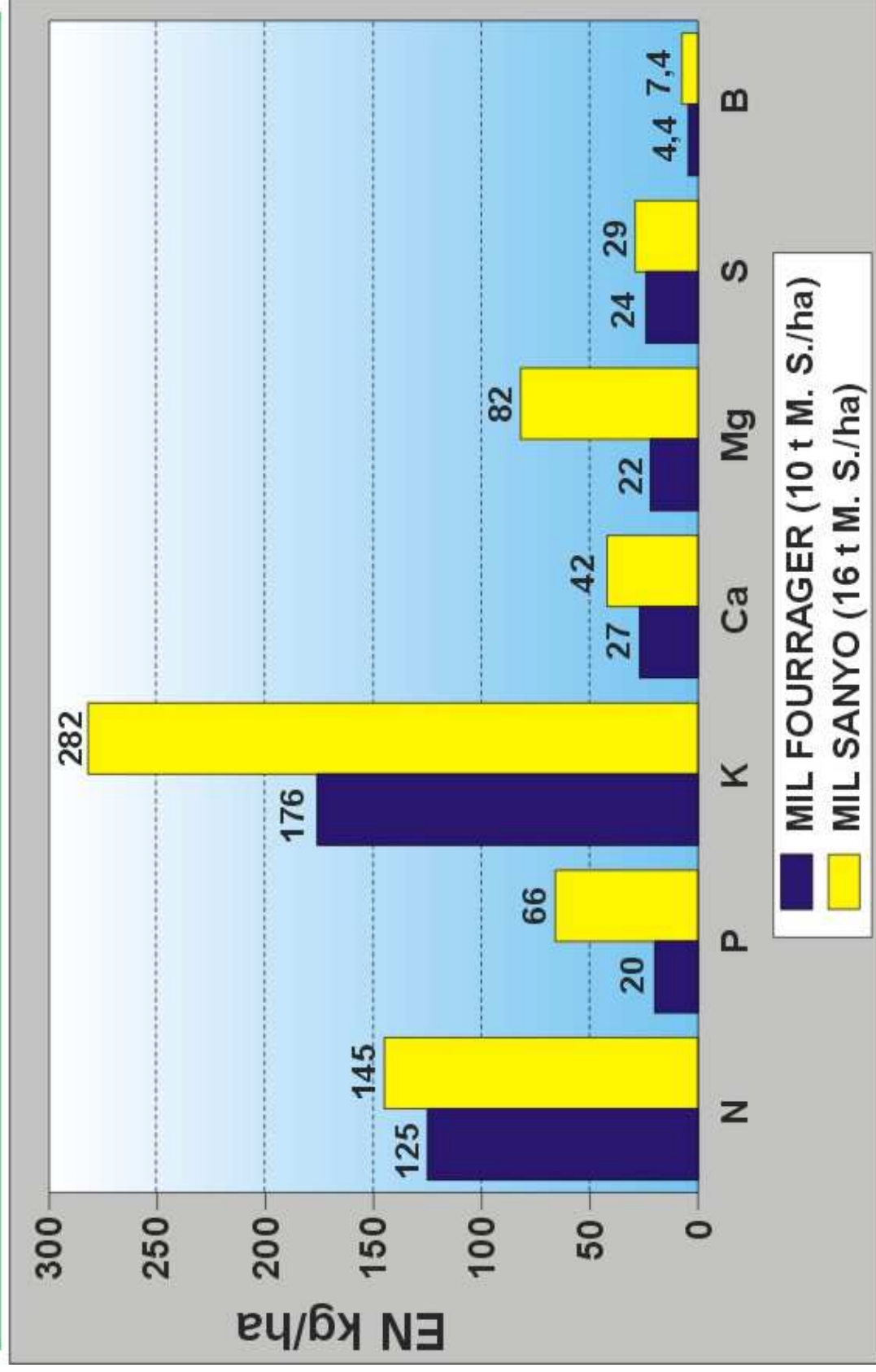




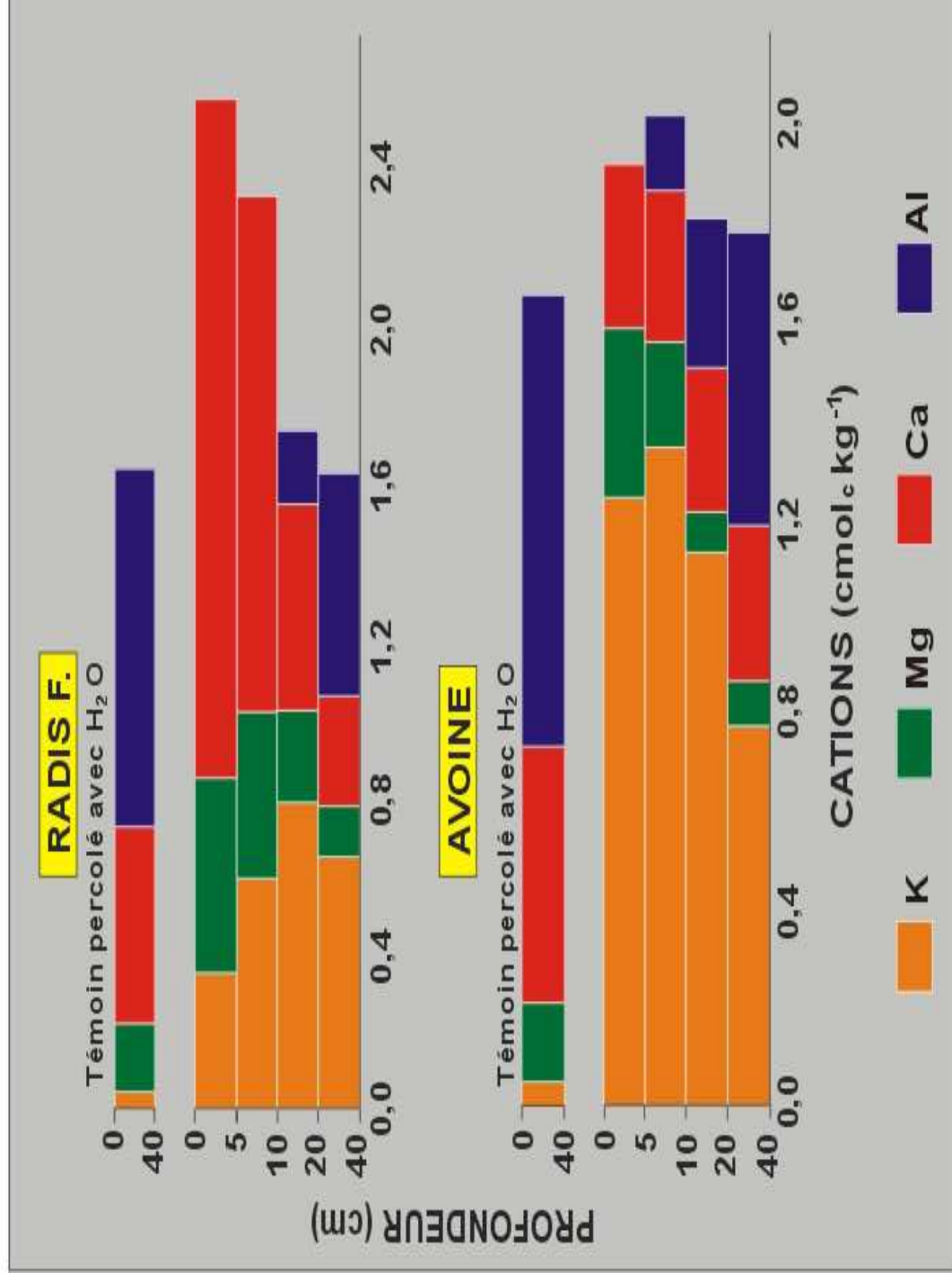
En Haut: Couverture de mil déjà minéralisé 70 jours après dessication – 1/2 bas : couverture Brachiaria + Sorgho – Cerrados – Campo Verde/MT- 2008



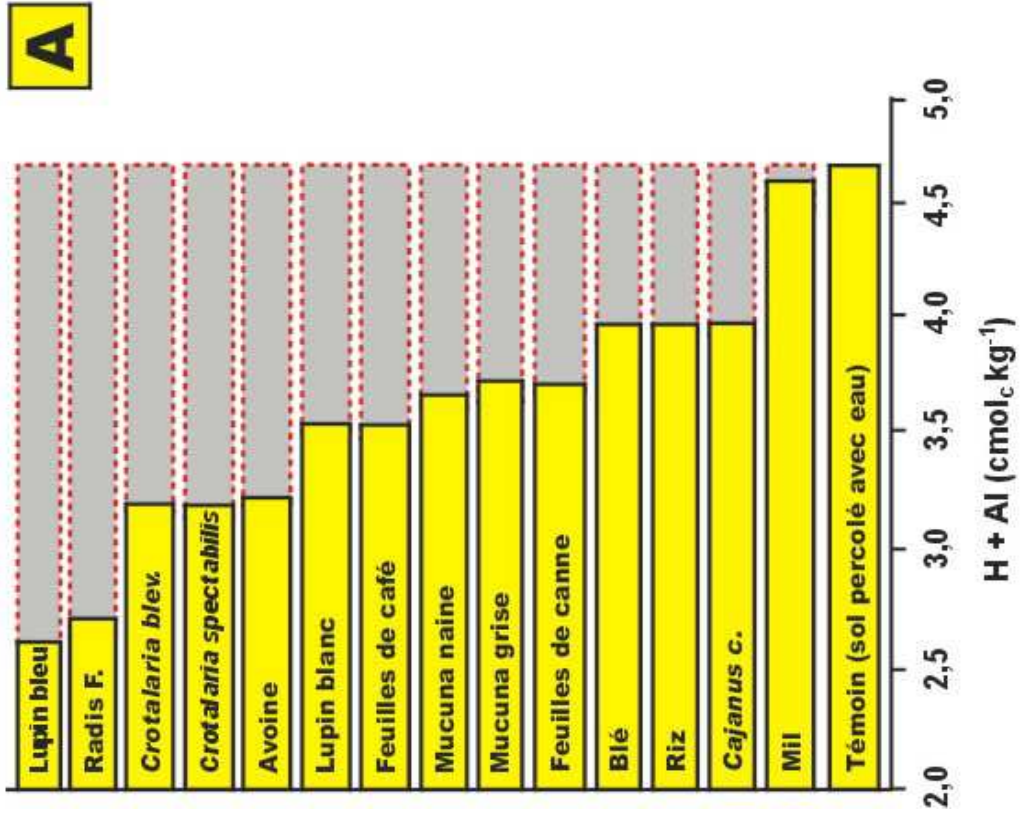
RESTITUTION MINÉRALE DE 2 VARIÉTÉS DE MIL - COOPERLUCAS - MT - 1993/94



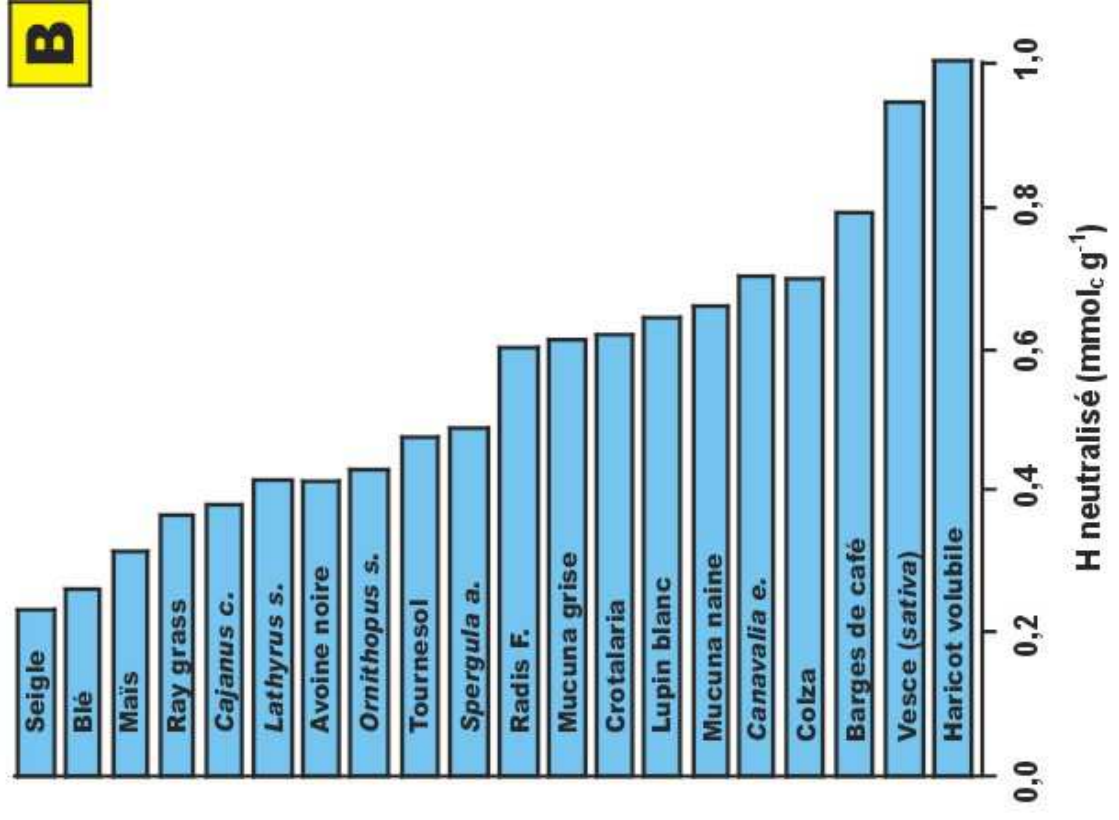
**TENEURS ÉCHANGEABLES DE K, Mg, Ca ET Al DU SOL
APRÈS APPLICATION D'EXTRAITS VÉGÉTAUX
DE RADIS F. ET AVOINE NOIRE**
(Modifié de *FRANCHINI et al.*, 1999c).



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 MIYAZAWA et al., 1993)



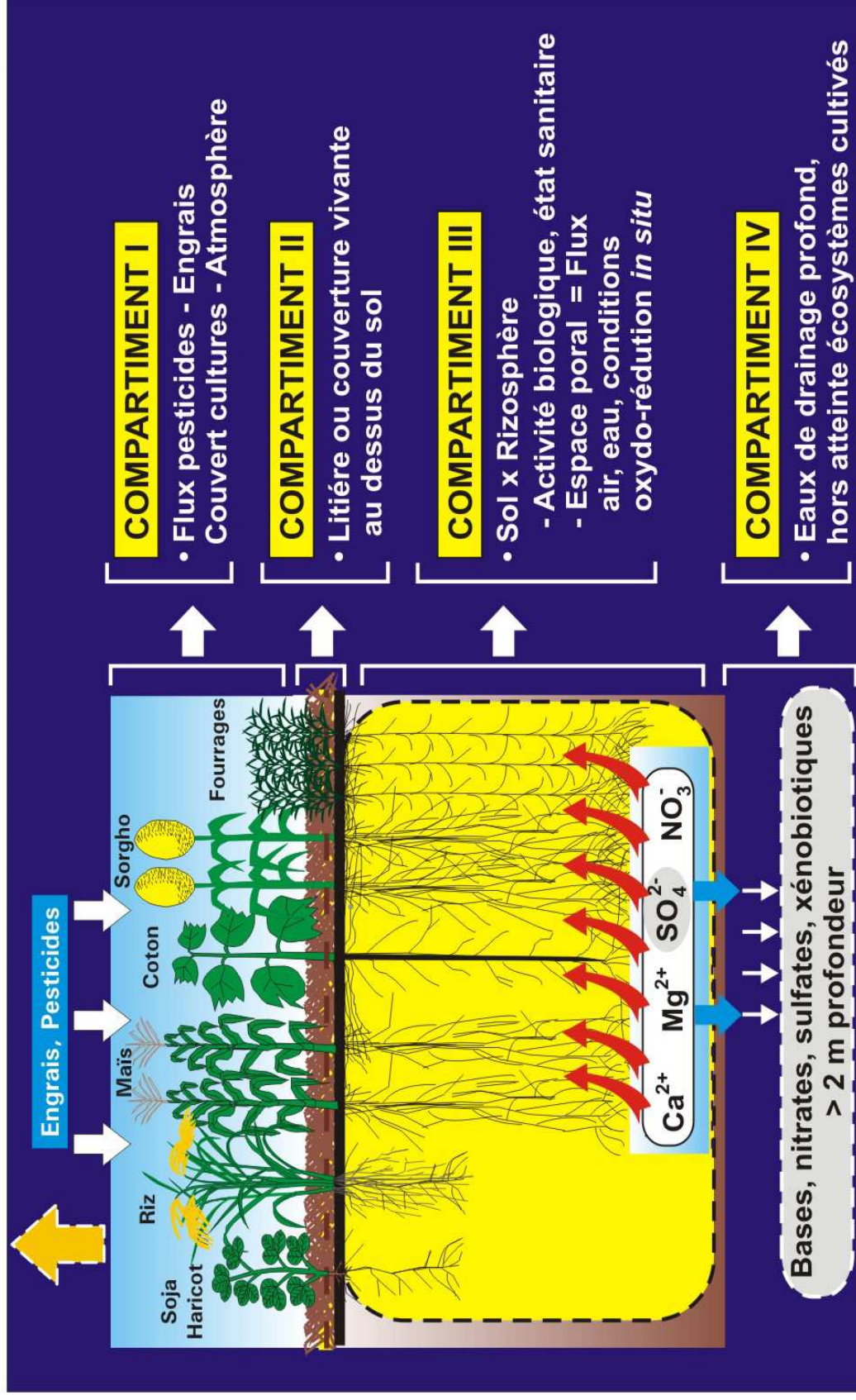
Légende: Acidité potentielle du sol neutralisée par les résidus végétaux



QUALITÉ BIOLOGIQUE DU SOL, DES ALIMENTS, DES EAUX SOUS SCV

- Modèle Scientifique Conceptuel

UN MODÈLE DE FONCTIONNEMENT AUTO-ÉPURATEUR?



Pratiquer des SCV à forte biodiversité fonctionnelle c'est réduire les intrants

→ Utiliser des plantes de service



Alternatives aux intrants chimiques utilisés pour

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

→ le travail du sol (carburant)

→ la fertilisation (engrais)



→ Création de porosité et entretien de la structure du sol

- Action directe des racines

Type 1 : *Eleusine Coracana*



Type 2 : *Gliricidia Sépium*



→ Labour Biologique



→ **Création de porosité et entretien de la structure du sol**

**Action indirecte
sur les
ingénieurs du
sol**

(vers de terre,
fourmis,
termites,...)





→ Contrôle des parasites et ravageurs 🍷

- Statut d'hôte



- Effet biocide



- Effet sur la biodiversité (régulations biologiques)



C'est l'assemblage de plusieurs pratiques culturales qui permet de contrôler les ravageurs et les parasites sans pesticides



- . Prophylaxie**
- . Réduire charge chimique**
- . Plantes de service : *attirer auxiliaires, booster fonctions agronomiques, etc..***
- . Piégeage des ravageurs**



Message: des principes d'application universelle, pas des recettes!





Tournesol + *Cajanus cajan* - Cerrados



Sorgho IRAT 202 + *Brachiaria r.*



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

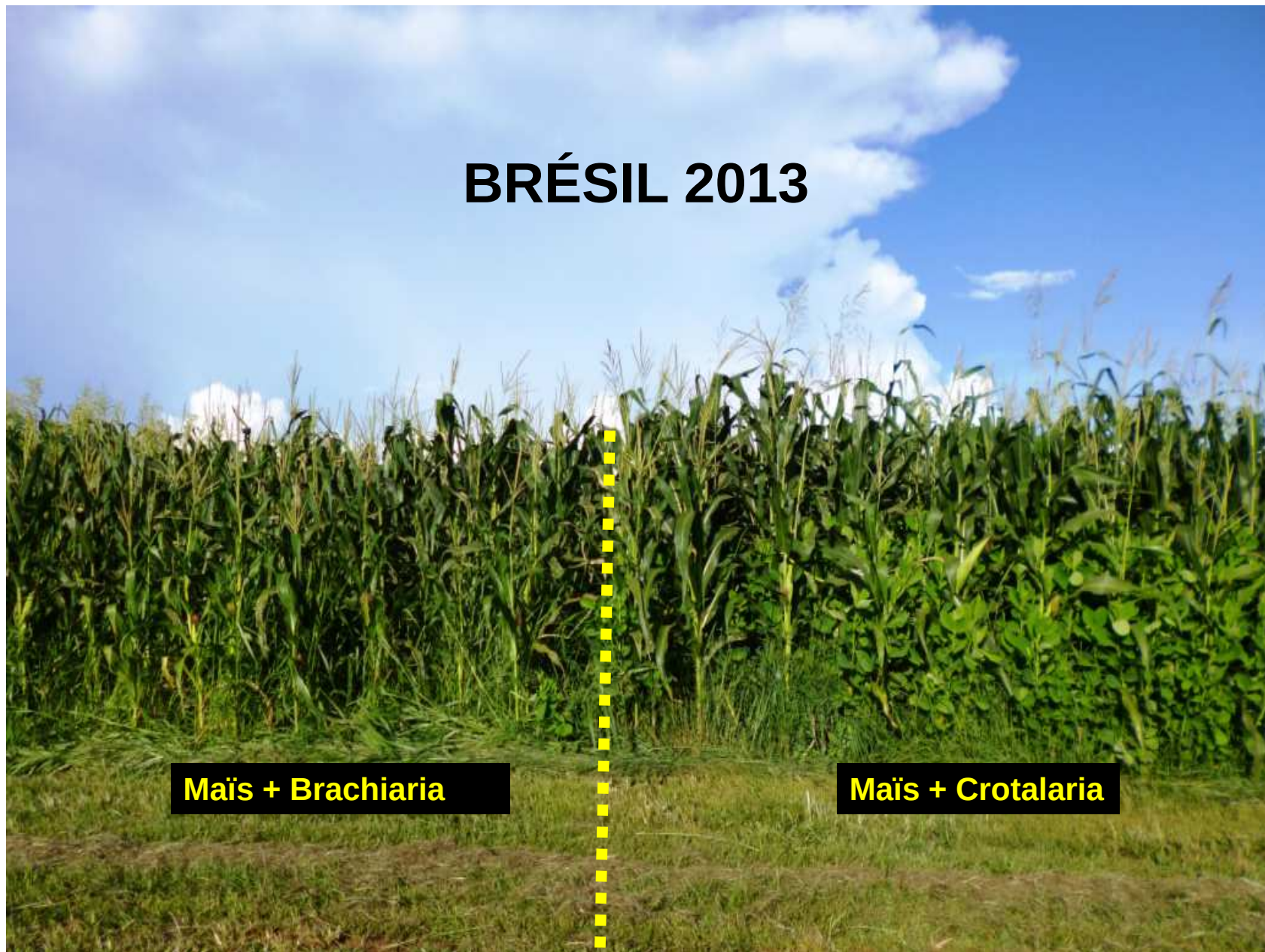
Maïs + Crotalaria



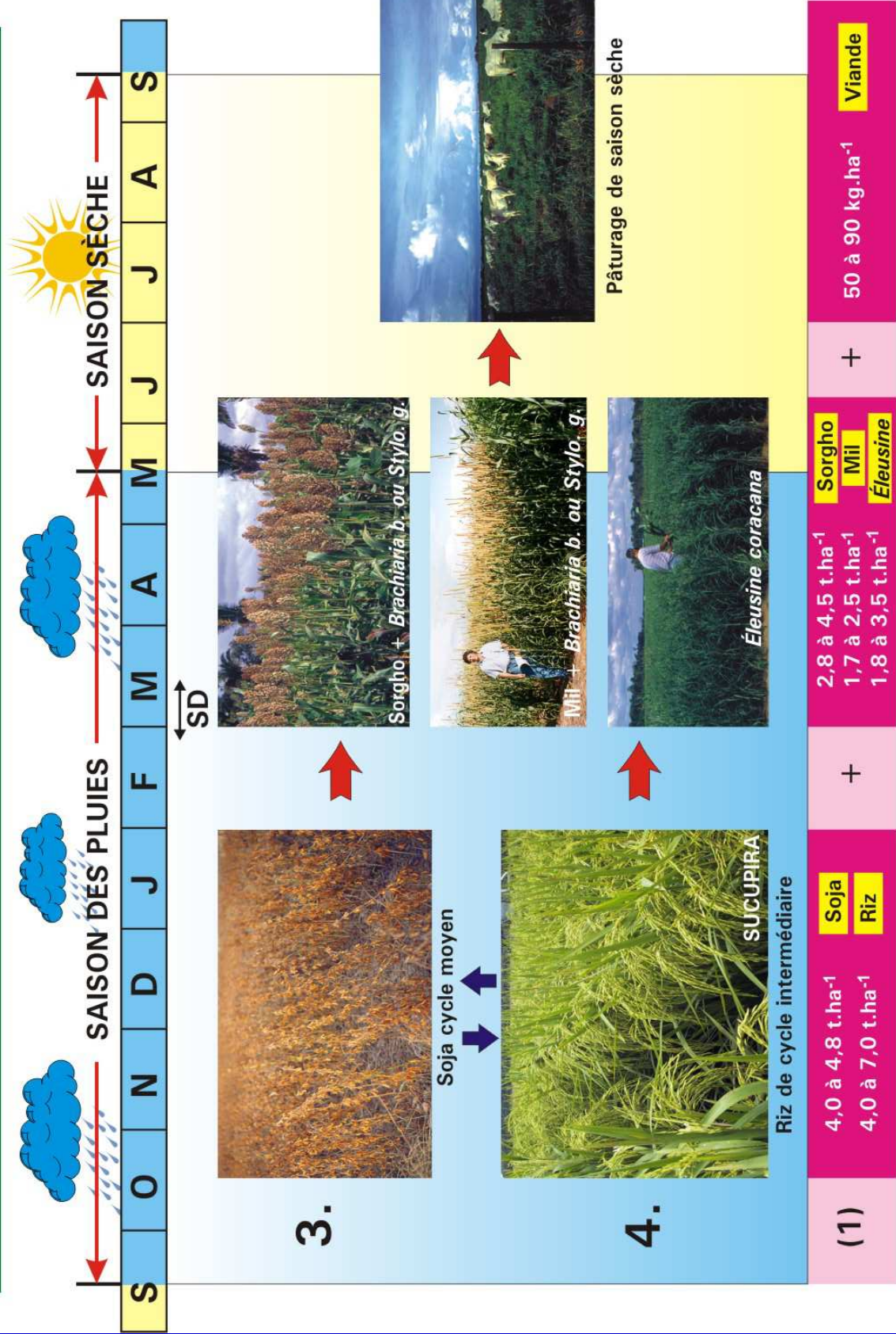
BRÉSIL 2013

Maïs + Brachiaria

Maïs + Crotalaria



SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES MORTES + VIVANTES



(1) Fonction niveau technologique - SD = Semis Direct

- LES SCV sur couvertures vives
Permanentes

- Céréales sur couverture vive de légumineuses pérennes

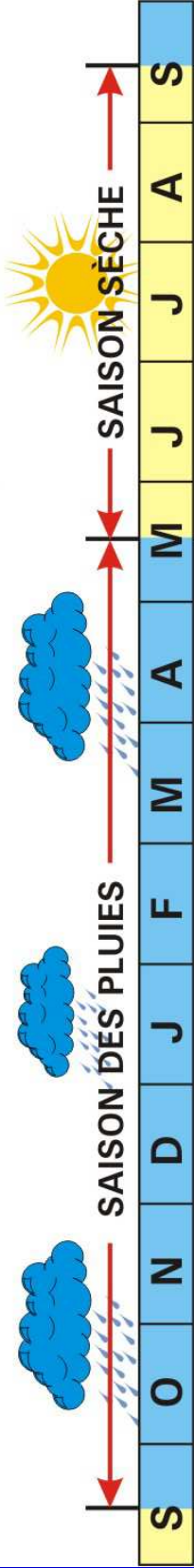
- Culture de légumineuses
sur

- Couverture vive de graminées
pérennes

Principes généralisables

SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES VIVANTES PÉRENNES

➔ SUCCESSIONS ANNUELLES = PRODUCTION DE GRAINS, FIBRES + PÂTURAGE



Pâturage saison sèche (50-90 kg.ha⁻¹ viande)



Soja sur *Cynodon d. Tifton 85*
(3,2 à 4,8 t.ha⁻¹)⁽¹⁾



8.



Coton sur Tifton 85 (2,6 à 4,8 t.ha⁻¹)⁽¹⁾



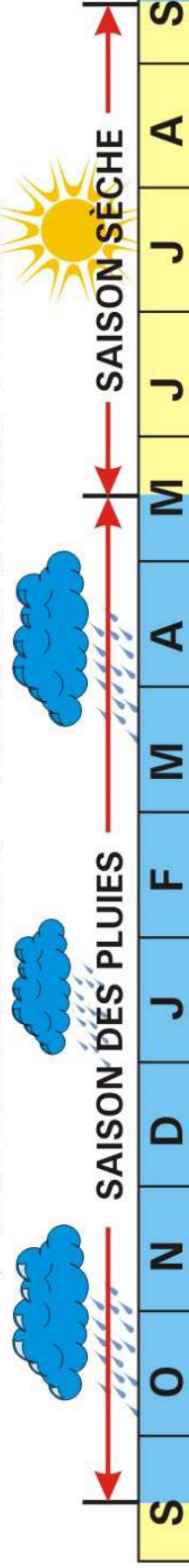
Biomasse pérenne, Tifton 85

9.

(1) Fonction niveau technologique -

SEMIS DIRECT SUR COUVERTURES VIVANTES PÉRENNES

➔ SUCCESSIONS ANNUELLES = PRODUCTION DE GRAINS + PÂTURAGE



10.	 Semis direct Maïs sur <i>Arachis p.</i>			 Maïs en phase de maturation			 Pâturage saison sèche		
	 Semis direct Riz sur <i>Arachis p.</i>			 Riz à maturité					
(1)	4,0 à 6,5 t.ha ⁻¹ 3,5 à 5,5 t.ha ⁻¹			Maïs Riz			50 à 80 kg.ha ⁻¹		
							Viande		

(1) Fonction niveau technologie - SD = Semis Direct



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

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

