



**Suivi-évaluation et propositions de  
recherche-action pour l'avancée du  
semis direct sur couverture végétale  
au Nord Cameroun**

*CIRAD/IRAD/AFD/SODECOTON*

*Mission du 27 septembre au 05 octobre 2004*

**Lucien Seguy**

**Octobre 2004**

## Sommaire

<b>Préambule</b>	<b>3</b>
<b>1. Objectifs de la mission</b>	<b>4</b>
<b>2. Calendrier de la mission</b>	<b>4</b>
<b>3. Personnes rencontrées</b>	<b>5</b>
<b>4. Les SCV au Nord Cameroun : genèse de leur transfert – adaptation et réponses à la diversité du milieu</b>	<b>6</b>
4.1. Genèse du transfert – adaptation des SCV	6
4.2. Evaluation des principaux impacts des SCV sur les performances agronomiques des cultures et la capacité de production des sols	7
<b>5. Recommandations et justifications</b>	<b>10</b>
5.1. Diffusion des SCV : comment l’organiser à partir des acquis techniques, des réactions des agriculteurs, des moyens matériels et humains ?	10
5.2. La recherche – action participative sur les SCV : « booster » les fonctions restauratrices de la fertilité des sols et de leur capacité de production	13
5.2.1. Les « vitrines de l’offre technologique SCV » en milieu contrôlé	13
5.2.2. Recommandations à la recherche d’accompagnement INRA	17
<b>6. L’opération sols vertiques, vertisols, hardés (<i>Karal + Yaéré + Hardé</i>) : un potentiel énorme sous-exploité à mettre en valeur (<i>Région Bassin du Tchad</i>).</b>	<b>20</b>
6.1. Système SCV à base de Riz de saison des pluies, et Muskwari en succession	22
6.2. Systèmes fourragers	23
6.3. Liste des Riz à tester sur ces terres argileuses	23
6.4. Mise en œuvre opérationnelle de cette opération de recherche – développement	24
<b>7. Conclusions</b>	<b>25</b>
<b>ANNEXES</b>	<b>27</b>

## Préambule

Ce rapport de mission sera volontairement court compte tenu du temps très court disponible pour sa rédaction entre deux missions.

Le lecteur pourra se reporter si nécessaire aux rapports précédents de Ms. S. Boulakia, H. Charpentier, L. Seguy, E. Scopel (1997 – 2004) qui retracent la genèse du transfert – adaptation des SCV dans cette région du Nord-Cameroun, et aux rapports annuels de l'équipe SCV (M. Krishna Naudin et collègues) qui font état des résultats sur les 3 ans d'existence du projet.

Ne seront rapportés ici que le « fil directeur » de développement évolutif des SCV et les principales recommandations pour assurer, dans la pérennité, leurs fonctions essentielles pour tous les acteurs :

- Production de connaissances scientifiques, dont, en priorité, le cycle de reconstruction des sols par voie agro-biologique (*qualité biologique, résilience*).
- Technologies SCV, diversifiées et adaptées aux principales contraintes des milieux physique et socio-économique du Nord-Cameroun et de la Zone Soudanienne Africaine ; Ressources génétiques pour exprimer le potentiel SCV, au moindre coût.
- Formation continue de tous les acteurs de la Recherche – Développement.

## 1. Objectifs de la mission

Cette mission fait suite à celle de 2003, en appui au Projet ESA (*Eau – Sol - Arbre*) au Nord-Cameroun<sup>1</sup>, avec, pour objectifs principaux :

- Suivi – évaluation des travaux de recherches SCV en cours,
- Définition des orientations prioritaires pour assurer le progrès technico-économique et scientifique des SCV, préparer leur diffusion à grande échelle avec le concours de tous les acteurs (*méthodes de recherche – actions participatives*),
- Recherche de financements pour pérenniser le développement des SCV dans cette région représentative des agricultures familiales de la Zone Soudanienne Africaine.

## 2. Calendrier de la mission

### **Mercredi 29 septembre**

Parcelles paysannes Manbang SCV depuis 4 ans.

Terroir test de Seradoumda avec collection (*implantation de 1 an*).

Parcelles paysannes de Guétalé à Koza (*depuis 2 ans*). Coton sur différents précédents et riz.

Parcelle paysanne de Zamaye (*depuis 3 ans*) arachide et sorgho.

### **Jeudi 30 septembre**

Station IRAD de Guéring.

Collection de riz sur Karal à Dargala (*40 km de piste*).

Essai récupération hardé.

Terroir test de Kilwo (*32 parcelles paysannes + collection*) haie de sisal.

### **Vendredi 1 octobre**

*Trajet Maroua-Kaélé*

Village d'éleveurs de Tcherféké, parcelles paysannes et collection

Site expérimental SCV de Zouana (*matrice, riz sur gravillons*)

*Trajet Kaélé-Garoua*

### **Samedi 2 octobre**

Visite site Pintchoumba :matrice en deux parties avec site sur mauvais sol (carences) et site sur sol meilleur avec haie de *Z. mucronata*.

16h Conférence alliance française.

### **Dimanche 3 octobre**

Visite site multiplication de semences de Pitoa

---

<sup>1</sup> Composante SCV financée par l'AFD et développée grâce à la SODECOTON, avec l'appui de la Recherche Agronomique Camerounaise (IRAD).

### **Lundi 4 octobre**

Matin : IRAD visite essai station de Bocklé

11h réunion avec Gruson DGA sodecoton

14h30 réunion projet Eau Sol Arbre + organisation des Producteurs de Coton du Cameroun + direction de la production agricole Soddecoton.

### **Mardi 5 octobre**

Trajet Maroua-Djamena

Réunion à 15h avec les représentants de la Banque Mondiale (*cf. personnes rencontrées*)

*Retour France à 23h40*

## **3. Personnes rencontrées**

### **De la Soddecoton :**

Ms. Gruson et Thézé, respectivement Directeur Général Adjoint et Directeur de la production agricole, M. Yabou Boubakary, chef de région Tchatibali

**De la recherche agronomique camerounaise (IRAD) :** l'équipe de chercheurs qui travaillent en appui au Projet ESA :

- Mathurin M'Biandoum, Jean Paul Olina et Ayongwa Chercheurs
- Kaméni Anselme Directeur scientifique station IRAD Garoua
- Klassou Celectin Directeur station IRAD Garoua

Et M. Jean-Louis Reboul, représentant du CIRAD au Cameroun, ont accompagné la mission sur le terrain.

- Direction et équipes des régions de Maroua, Daéké, Tchatibali, Garoua et Ngong

### **De la Banque Mondiale :**

M. Mahamat Tahir Nahar coordonnateur national du PSAOP<sup>2</sup>, Mme Chloé Milner, spécialiste en développement rural, basés à Djamena au Tchad.

### **Du PRASAC<sup>3</sup> – ARDESAC :**

Ms. Seiny Boukar, coordinateur et Hubert Guérin, coordinateur scientifique.

Que tous soient très chaleureusement remerciés pour la qualité de leur accueil et leur appui efficace au très bon déroulement de cette courte mission.

---

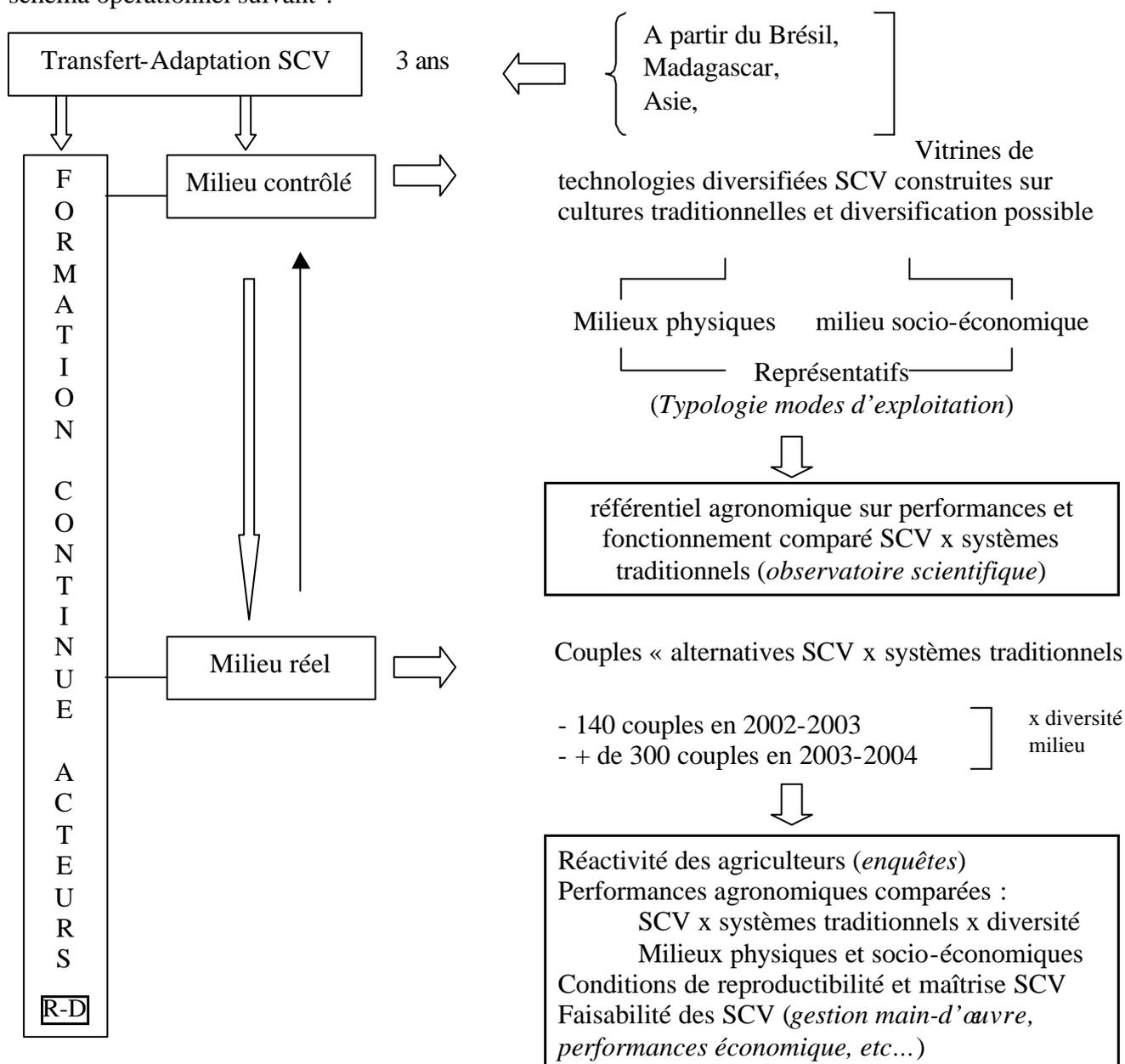
<sup>2</sup> Projet et appui aux Services Agricoles et aux Organisations de Producteurs.

<sup>3</sup> Appui à la Recherche Régionale pour le Développement Durable des Savanes d'Afrique Centrale (ARDESAC)

## 4. Les SCV au Nord Cameroun : genèse de leur transfert – adaptation et réponses à la diversité du milieu

### 4.1. Genèse du transfert – adaptation<sup>4</sup> des SCV

Construite à partir des méthodes maintenant éprouvées de « création – diffusion – formation » qui relèvent de la recherche – action participative, elle peut être résumée par le schéma opérationnel suivant :



<sup>4</sup> Grâce à l'appui efficace de la sodecoton.

Vitesse de transfert – adaptation, diversité et maîtrise technique des SCV x milieux, reproductibilité des performances agronomiques et technico-économiques, accroissement spectaculaire de la capacité de production de tous les types de sol sur 3 ans, formation des acteurs, sont autant d'indicateurs significatifs qui illustrent la qualité des méthodes de recherche – action participative utilisées.

#### ***4.2. Evaluation des principaux impacts des SCV<sup>5</sup> sur les performances agronomiques des cultures et la capacité de production des sols***

Aussi bien sur les 3 « vitrines SCV » en milieu contrôlé (*une au Nord plus sec, deux au Sud plus humide*), que sur les approches terroirs (*niveau parcelle, système de culture*), la productivité de toutes les cultures des rotations (*céréales – coton*) progresse<sup>5</sup> d'année en année et très vite sur les SCV, même en présence de la fumure minérale SODECOTON :

- Les rendements de coton en progression constante, sont, après 3 ans, 2 à 3 fois plus élevés sur SCV que sur les systèmes traditionnels, en présence d'une très faible fumure minérale<sup>6</sup> ; Des productivités entre 1,5 et plus de 2t/ha sont atteintes même dans la zone Nord la plus sèche, avec une pluviométrie cette année inférieure à la moyenne.
- Les associations « céréales + plantes de couverture<sup>7</sup> » (*sorgho au Nord, Sorgho et maïs au Sud*), produisent de plus en plus de biomasse<sup>5</sup> sèche/ha, et la compétition entre la céréale et la plante de couverture, diminue avec le temps même dans la zone la plus sèche, traduisant l'augmentation spectaculaire de production du sol, après seulement 3 ans de SCV.
- La peste végétale « *Striga Hermontica, Asiatica* », parasite endémique et très fortement limitante de la production des céréales, est totalement contrôlée par divers systèmes SCV<sup>5</sup>.
- La culture du riz pluvial<sup>8</sup> (*cultivars Sebotas à aptitudes multiples*), introduite en 3<sup>ème</sup> année de SCV dans les vitrines en milieu contrôlé au Nord comme au Sud, exprime un fort potentiel : avec moins de 700 mm dans la région de Kaélé au Nord, les cultivars B22 et Sebotas 1141, produisent entre 2,5 et 3t/ha en SCV, même en présence de la très faible fumure minérale utilisée (*1/2 fumure maïs SODECOTON*), soit 2 à 3 fois plus que le Sorgho traditionnel. La variété Sebotas 1141, montre une productivité supérieure à 4t/ha, en présence d'une fumure plus forte.

---

<sup>5</sup> Cf. Rapports annuels de l'équipe SCV du Projet ESA (2001-2004) notamment sur les performances technico-économiques, non exposées ici.

<sup>6</sup> Inférieure aux exportations par grains des cultures (50 kg/ha NPK + 25 kg/ha urée (23 N).

<sup>7</sup> *Brachiaria ruziziensis, crotalaires, niébés, doliques, mucunas, etc...*

<sup>8</sup> cultivars B22, Sebotas 281, 33, 1141, etc...

- Les cultures associées aux céréales dans toute la région: *Brachiaria ruzi.*, *Crotalaria r.*, *Dolichos lab lab*<sup>9</sup>, *Stizolobium at. (mucuna)*, Niébés divers dont cycles longs, mélanges graminées – légumineuses (*biodiversité*), fournissent toutes (*exceptés les cycles courts*) une très forte biomasse verte en saison sèche, exploitant mieux les ressources hydriques disponibles ; les espèces comme *Brachiaria ruzi.*, *Stylosanthes hamata et Guyanensis*, constituent ainsi d'énormes ressources fourragères<sup>10</sup> additionnelles en saison sèche.
- Diverses espèces arbustives sont implantées avec succès sur les vitrines et terroirs (*remettre de l'arbre*) :
  - Espèces épineuses pour éviter la divagation des animaux (*Zizipus mucronata, Acassia nilotica, Jatropha, etc...*)
  - Légumineuses à croissance rapide, telles que *Acacia Auriculiformis, mangium...*
- Diversification des espèces fourragères pérennes, à très forte productivité en saison sèche et non envahissantes des cultures, telles que le *Bana Grass, Cajanus cajan* (*diverses variétés qui peuvent être associées au Brachiaria ruzi et aux cultures annuelles de céréales*).
- Diversification également des espèces fourragères adaptées aux contraintes pédoclimatiques du Nord Cameroun :
  - *Brachiaria Brizantha* (*au Sud*)
  - Divers cultivars de *Panicum maximum* (*au Sud*)
  - *Cenchrus ciliaris* (*au Nord plus sec*)
  - *Stylosanthes hamata et Guyanensis* (*toute la zone*)
- Ce germoplasme diversifié et performant est multiplié sur les vitrines en milieu contrôlé et aussi sur les terroirs (*apprendre aux agriculteurs à produire leurs propres ressources génétiques et à les maintenir pures*).

**On notera des problèmes nutritionnels fortement limitant de la protection des cultures sur le site « vitrine SCV x systèmes traditionnels » de :**

- Carence en manganèse sur riz et coton
- Carence en zinc (*maï s*)
- Déficience en calcium sur *Arachis pintoï*
- Des analyses de sols complètes (*granulo, complexe absorbant, micro-éléments Mn, Zn, Cu, B*) sont nécessaires pour prendre les décisions appropriées.
- Sur Karal et Yaéré (*sols vertiques*), les collections de riz implantées (*Sébotas pluri-aptitudes*) aussi bien dans la région de Kaélé au Nord, qu'à Garoua au Sud, montrent un fort potentiel de production entre 3 et 6t/ha, malgré des conditions pluviométriques déficitaires

---

<sup>9</sup> variétés à grains blancs comestibles.

<sup>10</sup> Cf. recommandations pour rendre compatible « reconstruction de la fertilité des sols et les systèmes agriculture – élevage ».

### **Le cultivar Sébota 33 est aromatique : qualité de grain.**

- Dans la collection de Sorghos CIRAD, on note l'excellent comportement de CIRAD 406 (*paille et grains*), CIRAD 436, CIRAD 203. Ces cultivars doivent passer à l'épreuve du goût des agriculteurs (*boule, bière, etc...*).

#### **En résumé :**

Sous SCV, la capacité de production du sol augmente rapidement sur tous les types de sols, même les plus pauvres et dégradés ; cette amélioration rapide de la capacité de production<sup>11</sup> est due, simultanément à :

- Une amélioration spectaculaire de l'efficacité de l'eau :  
Suppression du ruissellement et des externalités (*efficacité du système de porosité, rugosité forte de surface*).
- Une augmentation concomitante de la fertilité d'origine organo-biologique (*M O, Restructuration puissante du profil cultural par les effets racinaires alliés au travail de la macrofaune, recyclage efficace des nutriments @fermeture du cycle sol – cultures*).

Cette amélioration rapide et au moindre coût, permet :

- De produire beaucoup plus de biomasse totale annuelle (*au-dessus du sol et dans le profil*) : plus de production de grains et pailles pour les cultures en rotation, plus de production des plantes de couverture améliorantes associées (*fourrages, Niébés, Doliques, etc...*),
- De diminuer la compétition « culture – plante de couverture associée »,
- D'incorporer rapidement aux systèmes SCV de nouvelles cultures plus exigeantes en eau (*impossibles à cultiver sur les systèmes traditionnels*) telles que le maïs et le riz pluvial, même dans les zones les plus sèches.

---

<sup>11</sup> les impacts des SCV sur les propriétés physiques et hydrodynamiques du profil cultural sont évalués (SCV *x systèmes traditionnels*) sur les vitrines SCV en milieu contrôlé (*cf. Rapport E. Scopel 2004*).

## 5. Recommandations et justifications

### 5.1. Diffusion des SCV : comment l'organiser à partir des acquis techniques, des réactions des agriculteurs, des moyens matériels et humains ?

Tous les éléments techniques, le niveau de maîtrise, aussi bien en milieu contrôlé que réel, sont maintenant réunis pour aborder la diffusion au niveau des terroirs villageois, à grande échelle.

Deux justifications majeures à l'adoption d'une telle démarche :

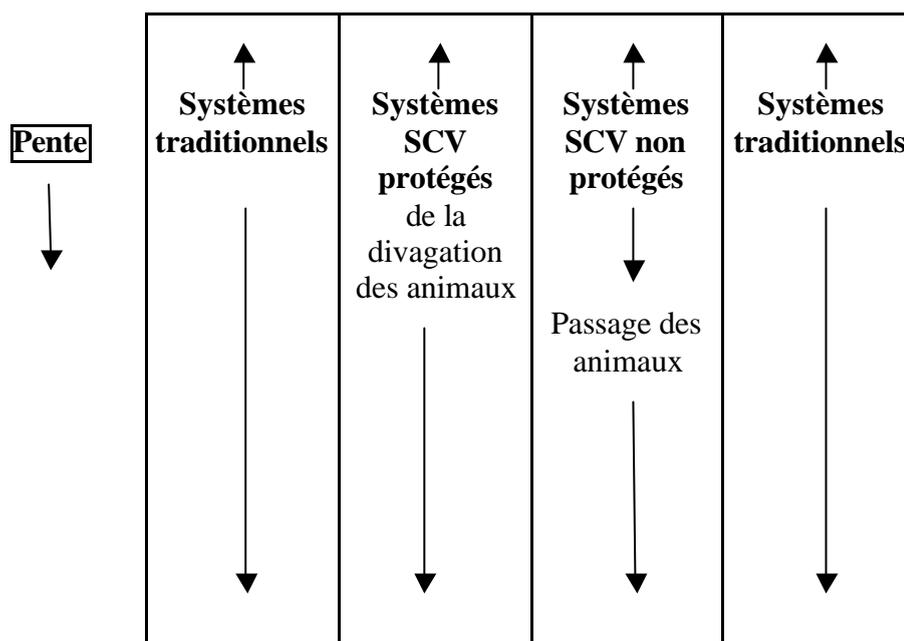
- Le suivi rigoureux de plus de 300 couples de systèmes «SCV x traditionnels » à l'échelle du Nord Cameroun, en conditions d'accès souvent très difficiles sur des pistes précaires, est un pari difficile et coûteux ; compte tenu de l'effectif réduit de compétences, le déchet de maîtrise et suivi explicatif peut devenir très important : cette diffusion d'éléments simplement techniques, qui était nécessaire pour se frotter à la variabilité pédoclimatique et socio-économique, peut constituer rapidement une «contre démonstration» lorsque l'effectif de parcelles à suivre augmente au-delà de nos conditions de maîtrise réelle.
- Une diffusion responsable, pour être efficace et durable, doit intégrer la dimension socio-économique ; les SCV doivent être incorporés dans la gestion communautaire des terroirs villageois<sup>12</sup> : gestion communautaire des ressources en biomasse, main d'œuvre (*intégrer la vaine pâture*), prise en compte des flux hydriques à l'échelle des toposéquences et unités de paysage, flux de commercialisation des productions, d'achat des intrants et facteurs de production, transformation des productions ; analyse des transformations des systèmes de culture, des systèmes de production, des conditions et niveaux de vie des agriculteurs, etc...

La mise en œuvre de cette diffusion – incorporation (*appropriation*) des SCV à l'échelle des terroirs villageois, peut se construire à partir de la séquence opérationnelle suivante :

- Choix raisonné de 4 à 8 terroirs villageois dans un premier temps (*fonction des compétences*) qui doivent représenter la variabilité pédoclimatique et la densité d'occupation des terroirs (*commencer par les extrêmes*).
- **Choisir des terroirs**, de préférence **aménagés** contre l'érosion (*opération coûteuse subventionnée*).
- Composantes systèmes à l'échelle des terroirs (*cf. schéma ci-après*).

---

<sup>12</sup> Cf. consulter document « méthodologie d'intervention de l'approche terroirs » à paraître à Madagascar en fin 2004



- En première année, il s'agira, « **d'habiller** » les cultures retenues par les agriculteurs, en **semis direct** sur chaque toposéquence SCV (*choix des agriculteurs*)
- En deuxième année, incorporation de l'effet rotation, diversification (*bases du semis direct sur couverture végétale*) avec l'approbation (*conviction*) des agriculteurs.

Tous les moyens seront concentrés sur cette approche terroir : compétences SCV, matériel végétal, outils de formation continue pour divers types de public (*agriculteurs, vulgarisateurs, agronomes, chercheur, etc...*)

La réunion des moyens matériels et humains (*compétences, maîtrise des SCV*) permettra un suivi-appui rigoureux :

- Sur les conditions d'appropriation – adoption – transformation des SCV par les agriculteurs,
- Sur la diffusion spontanée,
- Sur les impacts des SCV :
  - Sur la productivité des cultures et la biomasse totale, annuelle, inter-annuelle, sur sa stabilité,
  - Sur la reconstruction de la fertilité des sols (*dynamique*) leur capacité à produire,
  - Sur l'efficacité de l'eau (*contrôles du ruissellement et des externalités, incorporation progressive de cultures plus exigeantes en eau*),
  - Sur l'incidence des attaques parasitaires (*insectes, champignons*) dans le système sol- plante,
  - Sur les structures de production (*systèmes, intégration agriculture – élevage, etc...*)

La clôture d'une toposéquence complète SCV (*avec les diverses espèces les plus performantes ; cette clôture sera doublée à l'intérieur d'une haie vive d'espèces fourragères : Leucaena leucocephala, Bana Grass, Andropogon g., Panicum maximum, etc... @vitrine des choix possibles*), permettra de mettre en évidence :

- Une reconstruction plus rapide de la fertilité, lorsque les résidus sont totalement protégés (SCV vrais), une capacité accrue de production du sol (*et de la biomasse totale*),
- Que même dans le cas de la **toposéquence SCV non protégée adjacente**, sur les mêmes systèmes, dont toute la biomasse résiduelle est consommée ou exportée, la fertilité du sol s'améliore (*plus lentement*) de même que l'efficacité de l'eau et, in fine, la capacité de production du sol, par rapport aux systèmes traditionnels (*effets racinaires + faune associée sont des facteurs de régénération significative de la fertilité organo-biologique, et de contrôle efficace des externalités*).

**Une banque de gènes** sera installée sur chaque terroir, qui mettra en valeur le potentiel de production des SCV, sa capacité de diversification, le retour à une biodiversité fonctionnelle et utile, les communautés villageoises seront instruites sur la gestion, la multiplication et le maintien de cette banque de gènes.

**Paramètres et indicateurs de suivi-évaluation** : se servir des références déjà établies à Madagascar<sup>13</sup>.

Au total, cette approche terroir de la diffusion – évaluation, doit servir à tous les acteurs de la R-D :

- Aux décideurs et autorités politiques, comme outils de vulgarisation – formation, efficace, convaincants,
- Aux chercheurs, agronomes et techniciens, comme support objectif et intégrateur d'évaluation (*agronomique, technico-économique*),
- Aux agriculteurs, comme instruments de démonstration objective, comme fournisseur de technologies conservatoires de la ressource sol et de l'environnement, nombreuses et diversifiées, compatibles avec la pratique d'une agriculture plus lucrative, diversifiée et durable, comme source de formation continue pour la communauté villageoise et régionale (*diffusion spontanée d'agriculteurs qui maîtrisent à agriculteurs qui veulent savoir*).
- Pour tous, en démontrant, que seuls les systèmes SCV sont capables de reconstruire la fertilité organo-biologique des sols ; que la vitesse de reconstruction dépend de la nature des SCV pratiqués, mais qu'elle peut être très rapide et améliorer très vite la capacité de production des sols, au moindre coût.

---

<sup>13</sup> Cf. consulter Document « méthodologie d'intervention de l'approche terroirs » à paraître à Madagascar en fin 2004

### **Les voies du Futur en SCV :**

A noter que la trajectoire d'évolution des SCV actuelle (*L. Seguy 2002-2004*), intègre, au-delà de la gestion durable de la ressource sol, une gestion de plus en plus organique des cultures et biomasses dans laquelle les molécules organiques substituent progressivement les molécules chimiques polluantes, au moindre coût ; cette voie constitue une alternative très consistante aux OGM, dans laquelle la gestion, au plus « près du biologique » du système « sol – culture » permettrait de fournir des aliments de qualité (*exempts de résidus agrottoxiques*) dans un environnement protégé. Cette voie, en développement, éviterait la voie productiviste (*en échec au Nord*) qui n'est pas réaliste dans les conditions de développement au Sud ; la compétitivité des produits du Sud se ferait d'abord sur la qualité rémunératrice des productions, et non sur la productivité (*inaccessible au Sud*).

Il paraît très important également de convaincre tous les acteurs de la Recherche – Développement et les décideurs financiers, politiques, que les SCV sont beaucoup plus performants que toutes les techniques d'aménagement anti-érosif car ce sont les seules qui contrôlent très efficacement les externalités, permettent de rebâtir rapidement la fertilité des sols au moindre coût (*séquestration importante du carbone, accumulation parallèle de N. organique, rétention efficace des bases, efficacité de l'eau, économie d'intrants chimiques*) ; cette démonstration qui peut être effective (*et objective*) dans l'approche terroir est d'autant plus urgente et importante, que les aménagements anti-érosifs actuels (*qui minimisent certes les dégâts de l'érosion, mais sont inefficaces pour reconstruire la fertilité gratuite organo-biologique des sols*), sont subventionnés (*et coûteux*).

Dans l'état actuel de nos connaissances, il serait beaucoup plus judicieux et efficace d'utiliser ces subventions à la diffusion des SCV, ce qui nous permettrait d'atteindre des niveaux d'échelle très conséquents, très vite, qui sont aussi des instruments de conviction pour tous.

## ***5.2. La recherche – action participative sur les SCV : « booster » les fonctions restauratrices de la fertilité des sols et de leur capacité de production (productivité, diversification, agriculture – élevage)***

### **5.2.1. Les « vitrines de l'offre technologique SCV » en milieu contrôlé**

→ **Zone la plus sèche au Nord** (*Maroua, Kaélé*)

**a. Sols exondés (Zouana – matrice SCV sur sols gravillonnaires)**

• **Poursuivre la mise au point des itinéraires techniques SCV**

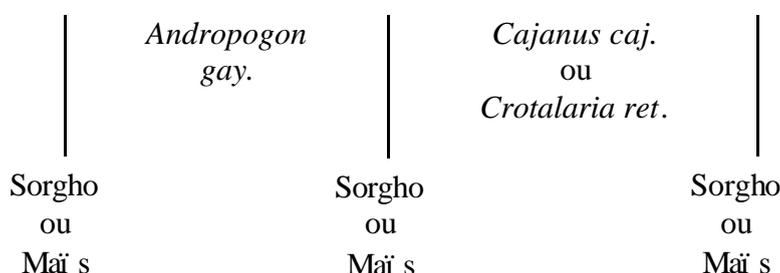
Riz pluvial en rotation avec coton ; semis précoce et évaluation des variétés B22 et *Sebota* 1141 en grande parcelle, + collection des *Sebotas* 147, 182 et nouveaux *Sebotas* 68, 69, 70, 953 et 9535, *Primavera*.

• **Nouveaux itinéraires SCV sur Sorgho et Maïs** (*incorporer de nouvelles cultures, enrichir la panoplie de technologies SCV*)

Introduire, comme intercalaire de Sorgho et Maïs :

- *Cenchrus ciliaris*
- *Andropogon gayanus*      $\left[ \right]$  Semis décalés de 25.30 JAS

et les plantes de couverture associées, alternées :



• **Itinéraires riz pluvial SCV, en rotation avec Coton :**

- 1) Riz culture pure (*idem* 2003/2004 – B22 et *Sebota* 1141)
- 2) Riz cycle court (B22) en lignes alternées avec *Brachiaria Ruziziensis* (*qui sera semé en simultané avec Riz, mais plus profond*), ou *Cenchrus ciliaris*.
- 3) Riz cycle court (B22) en lignes alternées avec *Stylosanthes guyanensis*
- 4) et 5) *Idem* 2) et 3), mais laisser les plantes de couverture (*Brachiaria, Stylosanthes.*) toute la saison des pluies suivantes ; en 3<sup>ème</sup> année : Coton SCV.

**Fumure minérale renforcée, pour « booster » les fonctions restauratrices de la fertilité, des associations fourragères en année 2 qui ne recevront aucun intrant (150% de la fumure PK actuelle).**

• **Itinéraire SCV triennal incorporant le mélange restaurateur**

*Eleusine C.* +  $\left[ \right]$  *Crotalaria retusa* ½  
*Cajanus cajan (iapar ou Bonamigo)* ½

Année 1	Année 2	Année 3
<i>Eleusine</i> pure	Riz pluvial	Coton
<i>Eleusine</i> + <i>Crotalaire</i> (lignes alternées)		
<i>Eleusine</i> + <i>Cajanus</i> (lignes alternées)		

## **b. Sols vertiques (Zouana)**

- **Intensifier** mise au point itinéraires SCV Riz pluvial

Riz pluvial, SCV précoce (*1<sup>ères</sup> pluies utiles*), cultivars B22, *Sebotas* 147, 182, 33, 41, 65, 1141, 94 + nouveaux *Sebotas* 68, 69, 70 + *lajeado* (cycle long ® paille à consommer par bétail en saison sèche) + 951, 953J et quelques *Sebota* cycle moyens : 43, 48, 63, 265, 1, 36, 28.



En succession, dans pailles de riz fauchées et ré-étalées uniformément sur le sol dès la récolte, semis direct de :

Niébé cycle court, cycle moyen

Pois du cap, Doliques blanches

Pastèques

**Si le riz n'est pas mûr (cycle long et moyen), 1 mois avant la fin de la saison des pluies, dès que l'inondation se retire, semer ces légumineuses en direct entre les lignes de riz ; à la récolte du riz, faucher et ré-étaler la paille uniformément sur le sol entre les lignes de légumineuses (contrôle adventices, économie d'eau).**

- Planter, dès les premières pluies utiles, des boutures de *Banagrass*, autour des champs, mais 1 m à l'intérieur de la clôture d'épineux (*Ziziphus*), pour réserve de fourrage vert en saison sèche ; ce système peut également être implanté avec l'espèce arbustive *Leucaena leucocephala* (qui est rabattue à 1 m en saison sèche ® les rameaux verts = alimentation du bétail).

### **Itinéraires riz pluvial SCV avec herbicides : options**

- **Pré-émergents riz, post semis :**
  - **Oxadiazon** (*Ronstar*), 800 à **1000g** m.a./ha
  - **Pendiméthaline** (*Stomp*), 1200 à **1500g** m.a./ha, à compléter en post si nécessaire par 0,8 à 1,21/ha **2.4D amine**, fin Tallage (40-60 JAS)
- **Tout en Post**
  - En post précoce → **Bentazon** (*Basagran*), sur dicot. stade 2-3 feuilles, 600 à 720g. m.a./ha + 1 litre huile minérale
  - En post, dès la levée du riz (*totalelement sélectif*) anti-graminées **Cyhalofop-butil**, 150 à 270 g. m.a./ha en fonction stade de développement des graminées (*produit commercial : Clincher*)

→ **Zone la plus humide au Sud** (*site de Pintchoumba au Sud de Garoua – sols exondés*)

- **Corriger** les carences en Manganèse, Zinc (*cf. recommandations en annexe*).
- **Vérifier**, à partir des analyses de sols (*à faire*), si nécessaire **corriger acidité** sur sol le moins fertile ; il est important de ramener le taux de saturation de bases

entre 40% et 60%, plage de croissance optimum de toutes les cultures (*riz, soja, maïs, coton, haricots, etc...*)

→ Calcul de la dose de calcaire (*de préférence dolomitique*) broyé (*produit crû*), à appliquer :

$$Q \left[ \begin{array}{c} \text{Tonne/ha} \\ \text{pour} \\ \text{horizon 0-20 cm} \end{array} \right] = \frac{\text{CEC} [V_2 - V_1]}{100} \times f$$

où :

**CEC** = capacité échange en meq/100g, mesurée à PH7

**V<sub>2</sub>** = Taux saturation souhaité en % (*entre 40 et 60%*)

**V<sub>1</sub>** = Taux saturation actuel (*à corriger*), en %

**f** = Coefficient de correction lié au pouvoir neutralisant du produit (*proche de 1, en général*)

• **Itinéraire SCV, avec plantes de couvertures associées, implantées en fin des pluies : des SCV très importants pour cette zone plus humide.**

Au-delà des SCV actuels qui associent céréales (*maïs, sorgho*) et plantes de couvertures en semis simultané ou légèrement décalé, construire de nouvelles alternatives très intéressantes qui minimisent la compétition « céréale – plante de couverture » :

Planter, en semis direct (*SD*), un mois avant la fin du cycle des pluies, dès que les adventices repoussent entre les lignes de céréales (*les dessécher à l'herbicide total*) : *Brachiaria Ruziziensis*. pur ou en association avec *Crotalaria retusa* ou *Cajanus cajan* (*iapar ou Bonamigo*) ou encore en interlignes alternés de *Ruziziensis* / légumineuses, mil et sorgho à forte densité.

Ces couvertures, qui sont aussi d'excellentes ressources fourragères (*exceptée crotalaria retusa*), sont précieuses, pour, à la fois :

- Alimenter les animaux en saison sèche
- Contrôler totalement la flore adventice en saison sèche et à la reprise des pluies de la saison des pluies suivantes

• **SCV sur couvertures vivantes**

*L'Alysicarpus* local et *l'Arachis pintoï* (*après correction des carences en Ca, Mn, Zn, B*) peuvent permettre de construire des SCV simples et peu contraignants sur couverture vivante permanente : Riz pluvial, Maïs, Sorgho, Coton.

Ces légumineuses doivent être desséchées en pré-semis direct avec :

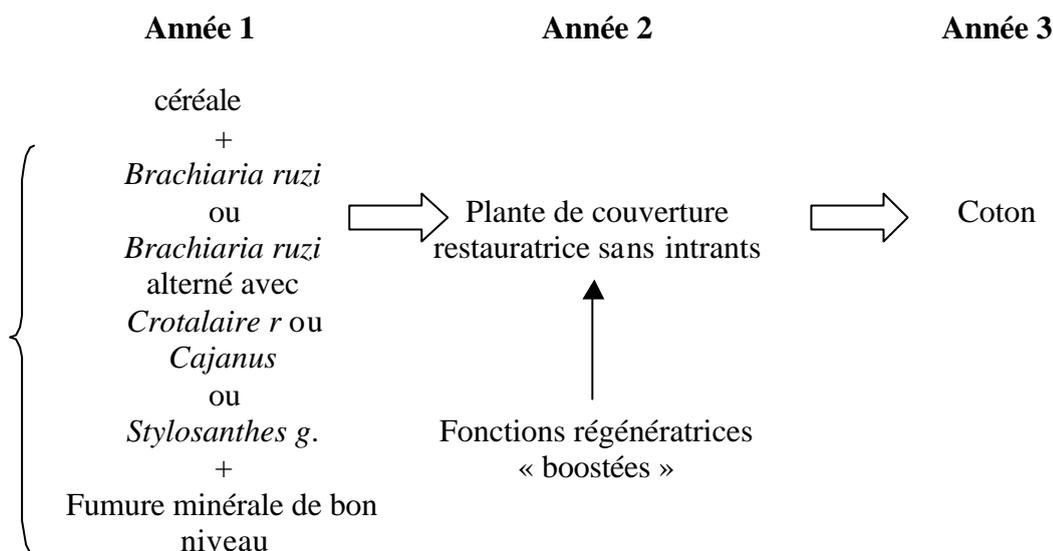
- Préférentiellement du DIQUAT, le plus efficace sur dicot. et légumineuse en application séquentielle sur 5 jours = 1 à 1,5 l de P.c/ha qui peut être renforcé par un produit de pré-émergence (*ex : Atrazine sur maïs ; sorgho ; oxadiazon, sur riz pluvial*).
- En l'absence de DIQUAT, le paraquat peut être utilisé, quoique moins efficace, sur Dicot. et légumineuses.

• **Sur les 3 vitrines (Zouana au Nord, les 2 sites de Pintchoumba au Sud), produire plus en SCV sur seulement la moitié de la surface cultivée que sur toute la surface en systèmes traditionnels**

Compte tenu de l'amélioration rapide constatée (*Amérique du Sud, Afrique, Asie*) de la capacité de production du sol en SCV, la reconstruction de la fertilité par voie organo-biologique peut être très fortement « boostée » si on laisse, l'année suivante, les plantes de couverture intercalaires des céréales qui possèdent des fonctions restauratrices beaucoup

plus puissantes que les plantes cultivées ; ce sont les outils biologiques les plus aptes à transformer l'engrais minéral acheté en engrais organique ; au delà de leur dominance sur les autres espèces (*adventices*), leurs capacités restauratrices exceptionnelles de la fertilité leur permettent de faire remonter beaucoup plus vite la fertilité du sol, sans intrants en 2<sup>ème</sup> année. Il est toutefois souhaitable pour « booster » ces fonctions de régénération à court terme, d'utiliser sur l'association « céréale – plante de couverture » en année 1, une fumure minérale de bon niveau (*ex : fumure SODECOTON + 50%*).

L'impact de ce type de système SCV :



Sur la productivité du coton en 3<sup>ème</sup> année et sur la qualité biologique des sols, est très important, pour démontrer son intérêt à court terme sur la fertilité organo-biologique et la capacité de production du sol.

Tous les systèmes SCV, dont la supériorité agronomique et technico-économique sur les systèmes traditionnels ne fait plus de doute, mériteraient des « subventions » pour stimuler leur diffusion – appropriation rapide et pour remonter au plus vite la fertilité des sols ; encore une fois, ces systèmes sont beaucoup plus efficaces que les aménagements anti-érosifs actuellement subventionnés à grands frais.

## 5.2.2. Recommandations à la recherche d'accompagnement INRA

### a. Nécessité de mettre en adéquation travaux de recherche sur le terrain et réalités agricoles :

Semis précoce en concordance avec celui des agriculteurs ; le **semis trop tardif systématique** pénalise fortement les performances productives des céréales au profit de celles des plantes de couverture associées plus compétitives lorsque l'eau devient facteur limitant. Ces associations apparaissent ainsi non viables et sont en contradiction avec les résultats obtenus sur les vitrines SCV où tout le potentiel hydrique disponible est utilisé (*semis précoce*).

Les expérimentations «SCV x lutte contre le Striga» souffrent des mêmes défauts et doivent être réajustées ; pour être complètes ces expérimentations devraient inclure une évaluation du germoplasme sorgho local (*résistance différentielle au Striga à vérifier, étudier*).

**b. Expliquer, chercher les limites des technologies SCV, exploiter à fond les expérimentations de terrain.**

La matière organique est au cœur de la reconstruction de la fertilité des sols dégradés, de leur qualité biologique. Il est donc fondamental d'évaluer complètement et rigoureusement les impacts des SCV sur cette dynamique organo-biologique de régénération de la fertilité (*résilience, retour à l'état originel*). Pour ce faire, les expérimentations actuelles très précieuses qui traitent des effets des précédents culturaux sur la productivité de coton en SCV, doivent être évaluées en introduisant (*split plot*) 2 sous-composantes majeures des SCV :

- Consommation (*ou exportation*) de toute la biomasse de surface correspondant au passage des animaux sur les terroirs (*vaine pâture*) ; l'effet précédent est alors limité aux effets racinaires + faune associée.
- Protection de toute la biomasse (*SCV protégés du passage des animaux*) correspondant à l'expression complète du potentiel agronomique des SCV.

Je suggère de «splitter» les traitements principaux «nature des précédents» en 2 sous-traitements tirés au hasard :

- Résidus consommés en totalité ou exportés,
- Résidus conservés en place en totalité

Les sous-traitements «résidus biomasse conservés» devront être soigneusement protégés par un grillage.

Au plan analytique, il conviendrait, pour préserver ensuite la qualité et rigueur d'interprétation sur l'évolution de la fertilité en fonction des modes de gestion des résidus de surface sous SCV :

- Analyser dès maintenant les propriétés physico-chimiques de tous les traitements «nature des précédents» (*4 répétitions*) (*Horizon 0-5cm ; 5-10 cm ; 10-20 cm ; 20-40 cm*) : granulométrie, complexe absorbant (*CEC, S, S/T*), micro-éléments (*Mn, Zn, Cu, B*), P total et P résine
- Poursuivre cette expérimentation, avec modes de gestion des résidus splités, sur une période de 3-4ans, à l'issue de laquelle de nouvelles analyses de sols devront être à nouveau effectuées (*même horizons, même époque*).
- Pour être complète l'analyse devrait porter également sur les exportations en minéraux de la biomasse de surface de tous les traitements (*bilans finaux*) et sur la biomasse sèche annuelle produite.

**c. Matériel génétique intéressant pour les SCV :**

- *Crotalaria juncea*, une des plus puissantes du genre, ligneuse à maturité (*multiples utilisations domestiques, décomposition lente en couverture*).
- Enrichir la liste des légumineuses natives du Nord Cameroun pour les intégrer dans les associations «céréales – plantes de couvertures» : association en mélange pour

revenir à plus de biodiversité locale utile, bénéfique pour le sol et les cultures, bien adaptée aux conditions pédoclimatiques de la région (*démarche du naturaliste*).

- Compléter la collection Riz poly-aptitudes Sébotas (*cf. 5.2.1.-a*).
- Collecter et évaluer le germoplasme Sorghos traditionnels du Nord Cameroun, en intégrant les meilleures variétés CIRAD (203, 406, 436, etc...); notamment collecter des Sorghos à haute taille et panicules «blanc-bleuâtre» et «blanc-jaunâtre» qui paraissent beaucoup plus productives en biomasse végétative et grains que les variétés actuellement utilisées (*matériel végétal vu sur l'axe Maroua-Kousseri*).

**d. Consacrer plus de temps d'action à la caractérisation du fonctionnement agronomique différencié des systèmes de culture « SCV x traditionnels », à l'évaluation de l'impact des SCV sur la régénération rapide de la fertilité.**

Soit exercer une vraie complémentarité effective et profitable à tous, en utilisant des outils de caractérisation proposés par le rapport de E. Scopel 2004 ; les toposéquences « terroirs » qui réunissent SCV protégés, SCV non protégés et systèmes traditionnels, dans des conditions pédoclimatiques et socio-économiques contrastées, peuvent constituer des terrains d'élection. (*cf. fin 2004*).

**e. En station, se limiter aux actions suivantes :**

- Evaluation de matériel génétique issu des collectes locales (*Sorgho, légumineuses natives*) et introduit (*banques de gènes*).
- Evaluation de molécules chimiques et/ou organiques sous SCV.
- Lutte contre le Striga par les SCV.
- Expérimentations déjà pérennisées (*fondamentales*) sur « effets des précédents culturaux » sur la culture de coton, sous SCV x systèmes traditionnels. *essais maintenant « splités » sur modes de gestion de la biomasse aérienne : conservés sur place ou exportés*).
- Ouvrir de nouvelles expérimentations sur le contrôle naturel des adventices, aux moindres coûts et pénibilité, par les couvertures végétales, en SCV :

Etudier l'importance de la structure de la couverture : son indice de couverture (*et dynamique d'évolution sous culture*) et sa nature (*effets allélopathiques ou non*).

Exemple : les grosses cannes de Sorgho, même avec une biomasse sèche comprise entre 8 et 12t/ha, laissent passer les adventices, à cause d'un indice de couverture du sol beaucoup trop faible. Ce même Sorgho ou le mil, et de manière générale toutes les intercalaires doivent être semées à forte densité pour couvrir totalement le sol (*ex : Sorgho forte densité en intercalaire de riz, maïs, à Pintchoumba, un mois avant la fin de la saison des pluies*).

**NB** : il est évident que ces propositions ne sont réalisables qu'avec des moyens financiers et matériels à la hauteur (*Cf. possibilité de financement de la Banque mondiale*) ; il est également très important que la programmation de recherche, dûment chiffrée soit remise en temps utile, de même que les rapports annuels relatifs à la campagne agricole précédente. Cette saine gestion – programmation est la clé de la crédibilité de la recherche (*baillleurs de Fonds, autorités politiques et administratives*).

Le défi actuel pour la recherche au Nord Cameroun est énorme, exaltant, passionnant, les recherches de qualité conduites actuellement sur les SCV, doivent être amplifiées mais en

*adéquation avec les réalités agricoles et en accord avec les exigences de programmation – gestion qui sont les plus sûrs gages de financement de la part des bailleurs de fonds.*

## **6. L'opération sols vertiques, vertisols, hardés (*Karal + Yaéré + Hardé*) : un potentiel énorme sous-exploité à mettre en valeur (*Région Bassin du Tchad*).**

Il est pour le moins paradoxal, choquant, d'entendre parler en vrac de : risque climatique important, de sols dégradés exondés qui exigent des aménagements anti-érosifs coûteux pour limiter les processus de dégradation, de pauvreté en général.... Alors qu'il existe un potentiel considérable de terres fertiles, totalement sous-exploité :

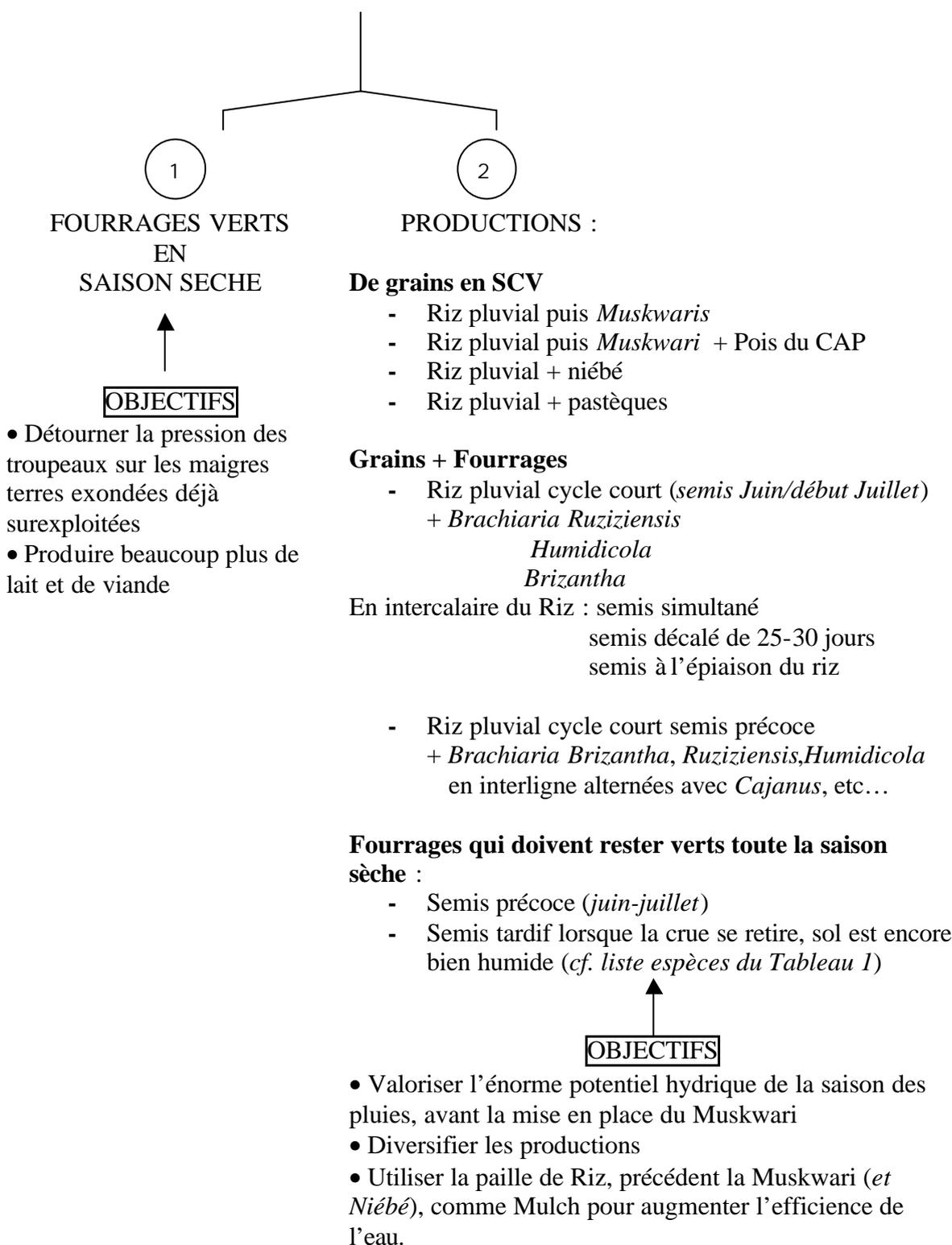
- Les sols vertiques et vertisols (*Karal + Yaéré + Hardé*) occupent dans le bassin du Tchad les superficies les plus importantes<sup>14</sup> ; excepté les Hardés (*déstructurés, géochimie dominante du sodium*), ces sols sont de bonne fertilité ;
- Ces milliards de m<sup>3</sup> d'eau qui sont stockés sur ces unités basses de sols ne sont pas exploités durant la saison des pluies ; les agriculteurs attendent que cette énorme richesse hydrique se retire en totalité, pour coloniser une partie de ces terres avec la culture « miraculeuse du *Muskwari* ». La technique paysanne est remarquable<sup>14</sup>, qui a permis d'optimiser les relations « variété de Sorgho x régime hydrique ».
- En dehors de ces sorghos « *Muskwaris* », rien ; la savane à grandes graminées (*Sorghum Halepense, Pennisetum divers, Andropogonées, Hyparrhenia r., etc...*) est brûlée : c'est le désert.

Cet énorme potentiel « sol – eau » mérite d'être exploité à l'échelle de sa démesure dans le bassin du Lac Tchad.

---

<sup>14</sup> Cf. thèse remarquable de Melle Christine Raymond, 1999 « Terres inondées et Sorgho repiqué ; évolution des espaces agricoles et pastoraux dans le bassin du Lac Tchad ».

## Deux voies complémentaires de recherche – action :



## 6.1. *Système SCV à base de Riz de saison des pluies, et Muskwari en succession*

Le Riz peut être installé dès les premières pluies utiles (*attention : il faut laisser les pluies bien s'installer pour ne pas perdre le semis direct la 1<sup>ère</sup> année*), le *Muskwari*, pilier traditionnel, est installé en succession du Riz, à la date normale décidée par les agriculteurs qui maîtrisent très bien cette culture en fonction du régime hydrique de ces sols.

Si le Riz est de cycle court et mûr avant le repiquage du *Muskwari*, récolter et re-étaler la paille de Riz uniformément sur le sol pour faire un mulch efficace ; si le Riz est de cycle plus long, donc encore sur pied au repiquage du *Muskwari*, repiquer ce dernier dans les interlignes du Riz sur pied, et, à la récolte, faucher la paille et la ré-étaler uniformément sur le sol.

Dans le cas du semis précoce de Riz pluvial (*polyaptitudes*<sup>15</sup>), dès l'installation du mulch de paille de Riz en couverture du sol, en sol encore humide, semis direct, de Pois du cap, de Niébés (*Types DAVID et cycles plus longs*), de Pastèques ; le *Muskwari* sera repiqué dans le mulch ensuite, à la date retenue par les agriculteurs.

Des fourrages peuvent être associés au Riz pluvial :

- Soit en semis direct simultané,
- Soit en semis direct décalé de 20 à 30 jours,
- Soit en fin de cycle du Riz (*dès l'épiaison*) en sol encore humide

Les espèces à tester  $\Rightarrow$  *Brachiarias Ruziziensis, Brizantha, Humidicola, Panicum maximum, Stylosanthes, Cajanus*, etc...

Ces fourrages, verts en saison sèche, offriront d'énormes ressources fourragères aux animaux (*détourner, délester la charge animale des unités de sols exondés surexploités*).

Dans les unités de « **Yaérés** » qui s'inondent, le Riz pluvial peut être installé de 2 façons :

- semis direct dès que les pluies sont **bien installées**
- pépinières fin juin-juillet et repiquage dès que l'inondation arrive

Sur les **Hardés**, même techniques que sur les Karal : Riz pluvial semis direct précoce, tenter *Brachiaria Ruziziensis, Andropogon g., Brachiaria Brizantha, Cenchrus Ciliaris*, en intercalaire du Riz, dès l'épiaison (*fourrage vert en saison sèche*).

Sur tous les types de sols, ne pas oublier d'apporter entre 60 et 90 unités de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha (*sols déficients à carences*) + NK (G0 – 60 unités/ha).

---

<sup>15</sup> les collections de Riz polyaptitudes Sebotas, sont belles sur ces sols argileux (*productivités entre 3 et 6 tonnes/ha*).

## 6.2. *Systèmes fourragers*

L'objectif principal est de produire d'énormes ressources fourragères vertes en saison sèche.

2 voies complémentaires :

- Ou installées en semis direct en interlignes du Riz (*cf. 6.1*)
- Ou installées dès le début de la saison des pluies (*pluies bien installées*).

Liste des espèces à expérimenter sur Karal, Yaéré, Hardé :

- *Brachiaria* : *Humidicola*, *Brizantha*, *Ruziziensis* et surtout *Mutica* qui supporte très bien les fortes inondations (*Yaérés*) ; l'*Humidicola* aussi mais plutôt sur Karal et Hardé, de même que *Ruziziensis* et *Brizantha*.
- *Panicum maximum* : les 2 espèces de la station de Pitoa.
- *Bana Grass* : en boutures, repiquées en sol humide.
- Autres espèces en provenance d'Australie (**Heritage seeds**)
  - *Floren Blue Grass* (tous type de sols)
  - *Bambatsi Panic* (Karal, Hardé)
  - *Lotus Maku* (Karal, Hardé)
  - *Humidicola* (*Tully Grass*) (tous types de sols)
  - *Cavalcade* (Karal, Hardé)
  - *Arachis pintoï* (Karal, Hardé)
  - *Glycine* (variété *Tinaroo*, *Cooper*) (Karal, Hardé)
  - *Lucerne* : *Super Seven* (Karal, Hardé)
  - *Purple Pigeon grass* (Karal, Hardé)
  - *Setaria splenda* (Karal, Hardé)
  - *Keytah mix* (mélange espèces) (tous types de sols)
  - *Kikuyu Whitter* (tous types de sols).

**A noter que toutes ces espèces pourront être testées en fin de saison des pluies également, en sol encore humide en surface, sur tous les types de sols (Karal, Yaéré, Hardé).**

## 6.3. *Liste des Riz à tester sur ces terres argileuses*

- Cycles courts : *B<sub>22</sub>*, *Sebota* : 147, 182, 94, 68, 69, 70
- Cycles moyens : *Sebota* : 1141, 41, 65, 281, 43, 48, 63, 198, 200
- Cycles longs : *Sebota* 265 et *Lajeado* → ces variétés offriront de fortes ressources en biomasse sèche en pleine saison sèche pour les animaux (*renfort alimentaire*).
- Cycles moyens parfumés (*aromatiques*) : *Sebota* 1, 33, 36, 28, 175

Il est évident que ces Riz aromatiques de super qualité, achetés 500 à 540 USD/tonne arrivée par le port de Marseille en Riz cargo, doivent être **valorisés** à leur juste valeur ; sur ces sols vertiques, il est possible de produire en SCV des Riz biologiques ce qui augmenterait encore leur valeur ajoutée à l'exportation.

Mais, même sur le marché intérieur camerounais, ces Riz doivent trouver un prix élevé à la hauteur de leur qualité exceptionnelle (*filière de commercialisation, marketing, etc...*).

#### **6.4. Mise en œuvre opérationnelle de cette opération de recherche – développement**

- L'enjeu et le défi sont colossaux.
- Dans une **première étape**, après avoir réuni le matériel végétal nécessaire :
  - L'implanter sous forme de collections sur une grande variabilité représentative des sols Karal, Yaéré, Hardé sur le Bassin du Lac Tchad (*Nord Cameroun – Tchad*) ; collections avec et sans engrais.
  - De même tester sur cette même variabilité « sol – climat », les SCV Riz + Muskwaris, Riz + Fourrages, etc...
- Les équipes de recherches du Cameroun et du Tchad pourraient et devraient collaborer en :
  - Etablissant des protocoles communs, à partir de mes recommandations,
  - Suivi, mise en place et évaluation communs (*régional*).
- Une telle opération de recherche-développement, devrait être proposée à la Banque mondiale pour financement (*M. Mahamat Tahir Nahar et Mme. Chloé Milner, basés à Djamena*).

Il est également évident, que compte tenu des homologues écologiques entre Nord Cameroun et Tchad, les synergies entre équipes de Recherche camerounaise et tchadienne déjà initiées, devraient être amplifiées.

## 7. Conclusions

Les recherches conduites sur les SCV dans le Nord Cameroun sont exemplaires (*hommage appuyé*) et peuvent servir pour transférer ces techniques conservatoires (*et régénératrices de la fertilité*) dans toute la zone soudanienne d'Afrique ; l'enjeu est donc très important et déborde très largement le seul Cameroun : ces résultats facilement transférables et adaptables sur les SCV s'adressent bien aux sols ferrugineux tropicaux dégradés de cette zone (*perte M.O., vie biologique*), généralement compactés, où l'efficacité de l'eau est faible (*40 à 60% de ruissellement*) et accentue les sécheresses fréquentes ; les troupeaux passent systématiquement sur les terroirs (*vaine pâture*) et consomment les résidus de récolte (*surexploitation des ressources*) ; la typologie des exploitations les classe basiquement en zones surpeuplées, sans jachères, sans arbres, et en zones peu peuplées avec jachère et le Coton est toujours le « moteur économique des systèmes de culture ».

L'expérience SCV du Nord Cameroun montre que le transfert – adaptation de ces techniques peut être très rapide aux plans agronomiques et technique (*3ans*).

Il est maintenant fondamental de passer à un autre niveau d'échelle, celui des terroirs villageois, pour la diffusion des SCV et la formation des divers acteurs pour prendre en compte les conditions socio-économiques et culturelles des petites agricultures familiales.

C'est le rôle de la Recherche – Action participative, pour pouvoir démultiplier ensuite à très grande échelle la diffusion des SCV.

Les résultats obtenus en milieu contrôlé sont confirmés en milieu réel et montrent que les SCV bien maîtrisés, en améliorant très vite la fertilité par voie organo-biologique, produisent beaucoup plus, de manière plus stable, que les systèmes traditionnels, et permettent d'intégrer rapidement de nouvelles cultures plus exigeantes en eau (*riz pluvial, maïs dans la zone Nord de Maroua*) en augmentant son efficacité.

Ruissellement et externalités sont contrôlés, la fertilité globale remonte très vite sur tous les types de sols, même les plus dégradés.

C'est bien ce thème central du recouvrement de la fertilité des sols par voie organo-biologique tout en pratiquant une agriculture durable plus diversifiée et lucrative, qui est au centre des priorités de la Recherche : l'approche terroir constitue sans aucun doute une occasion unique de démontrer, à grande échelle, la très grande supériorité des SCV sur toute autre mode de gestion des sols, de même que sa faisabilité, ses conditions d'appropriation et de diffusion spontanée par les producteurs (*impact économique des SCV sur la ressource sol*).

Il est évident, pour tous (*Sodecoton, Recherche, Développement*) que ce projet doit continuer, surtout maintenant que nous pouvons aborder la diffusion – formation à grande échelle.

De plus, l'enjeu colossal de la mise en valeur de l'énorme potentiel sous utilisé des sols vertiques (*Karal, Yaéré, Hardé*), milite également pour le renforcement de la Recherche sur les systèmes de production.

Tout doit être fait pour que ce projet ESA amplifie ses actions (*Recherche de financement, maintien et augmentation des compétences SCV, missions d'appui, etc...*).

Enfin, je recommande au lecteur de consulter la thèse de M. Zachée Boli Baboule (*doctorat en sciences de la terre*) soutenue le 31/05/1996 :

« Fonctionnement des sols sableux et optimisation des pratiques culturales en zone soudanienne humide du Nord Cameroun (*expérimentation en champ en parcelles d'érosion à Mbissiri*) ».

Dans cette excellente thèse, le zéro travail du sol paillé montre sa très large supériorité sur tous les modes de gestion des sols testés, pour la conservation de la ressource sol (*qualité biologique*) ; ce zéro travail paillé est cependant très loin de présenter les performances des SCV actuels dans lesquels des plantes de couverture renforcent l'ancrage du sol, le restructurent puissamment, fixent activement le carbone, recyclent efficacement les nutriments (*cycle sol – plante en circuit fermé*) ; les pertes en Matières organiques avec travail intensif du sol sont catastrophiques et se chiffrent entre 50 et 60% sur 5 ans dans cette région, valeurs à rapprocher de nos travaux Brésil et Madagascar.

## **ANNEXES**

- Quelques éléments méthodologiques
- Seuils nutritionnels et carences en oligo-éléments

Figure 1

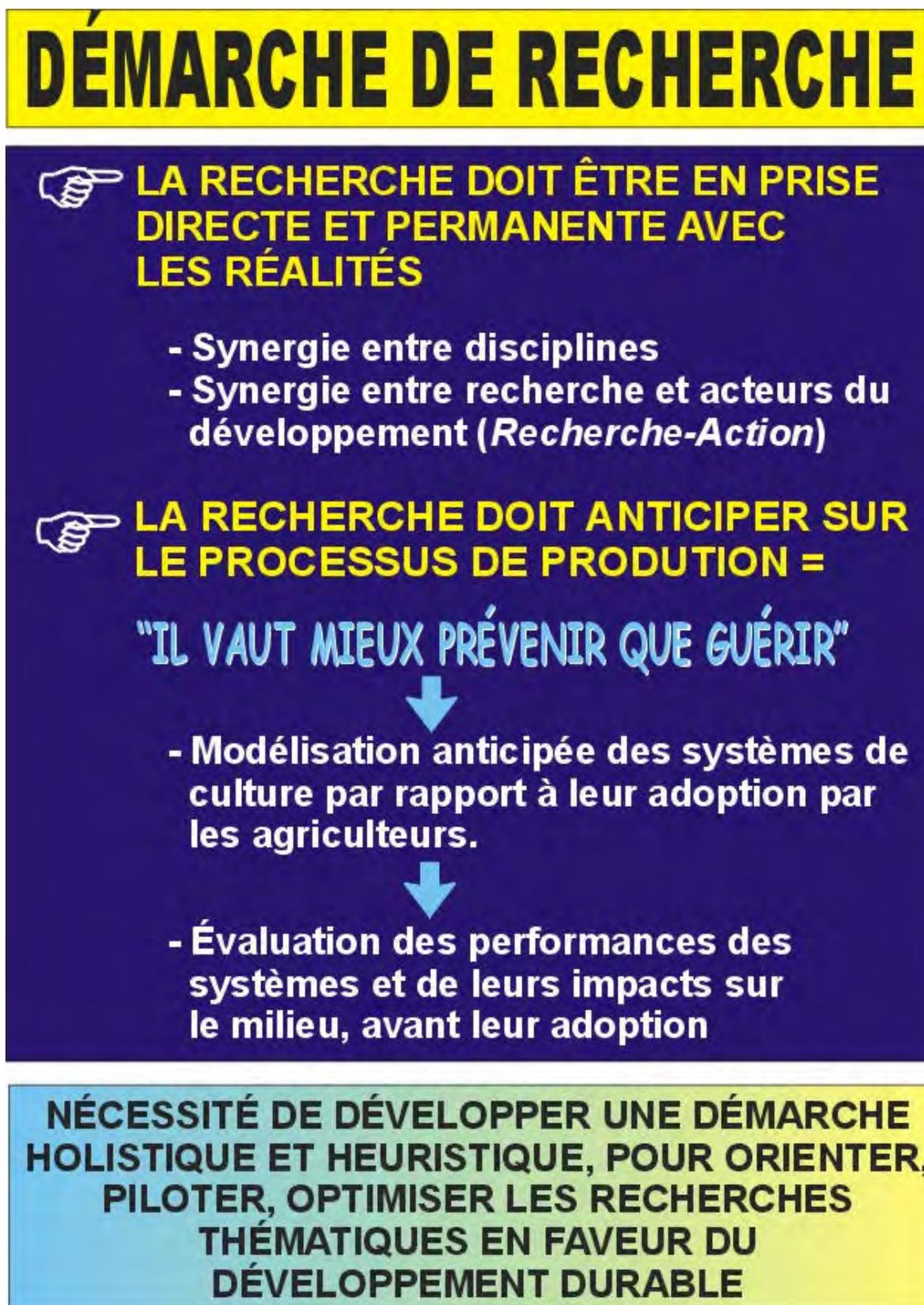


Figure 2

# LES GRANDES THÉMATIQUES

## 1. MIEUX MAÎTRISER LE SEMIS DIRECT SUR COUVERTURE PERMANENTE POUR UNE GESTION ORGANO-BIOLOGIQUE DU SOL, DURABLE, LUCRATIVE ET À MOINDRE COÛT.

La M. O. est le pilier de soutènement du Semis Direct avec minimum d'intrants chimiques

\* *Aujourd'hui prédomine dans le milieu réel le système Semi-Direct où les passages d'offset pour implanter les cultures de succession consomment la M. O. de l'horizon 0-5 cm*

## 2. RECHERCHER LES INDICATEURS LES PLUS PERTINENTS POUR CARACTÉRISER LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES, BIOLOGIQUES ET LA QUALITÉ DES SOLS:

- Suggestions:
- ⊕ Biomasse microbienne
  - ⊕ Faune, microflore
  - ⊕ Profil racinaire (*résultante de ces propriétés*)
  - ⊕ Evolution, dans les systèmes de DA, DR, IS, K, et leurs relations
  - ⊕ Typologie des agrégats et stabilité

## 3. ÉVALUATION DES IMPACTS DES SYSTÈMES DE CULTURE SUR LE SOL

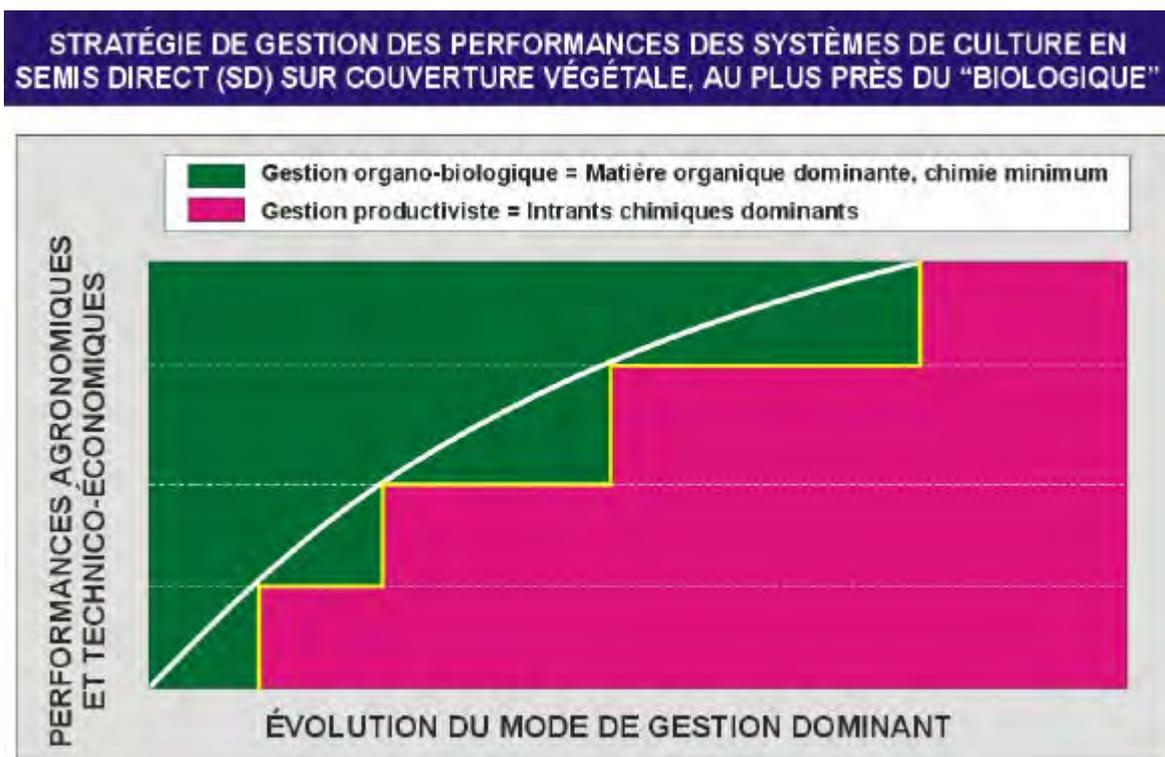
### DYNAMIQUES FONDAMENTALES À ÉTUDIER SIMULTANÉMENT:

- |  |   |  |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• C, N organique</li><li>• Bases, P</li><li>• Nitrates</li><li>• Xénobiotiques</li></ul> | x | <ul style="list-style-type: none"><li>À l'échelle de la parcelle</li><li>À l'échelle de l'unité de paysage</li></ul> |
| <b>Sur les systèmes dans les diverses régions</b>  |   |  |

## 4. DÉVELOPPER DES AGRICULTURES ORGANIQUE ET BIOLOGIQUE EN SEMIS DIRECT

Pour les cultures annuelles mais aussi les cultures pérennes, visant en priorité les agricultures familiales (*valorisation des produits pour ceux qui produisent peu*)

Figure 3



SOURCE : L. Séguy, S. Bouzinac, CIRAD/GEC; J. C. Guillet, Agriculteur Français; C. Bourguignon, LAMS - France

Figure 4

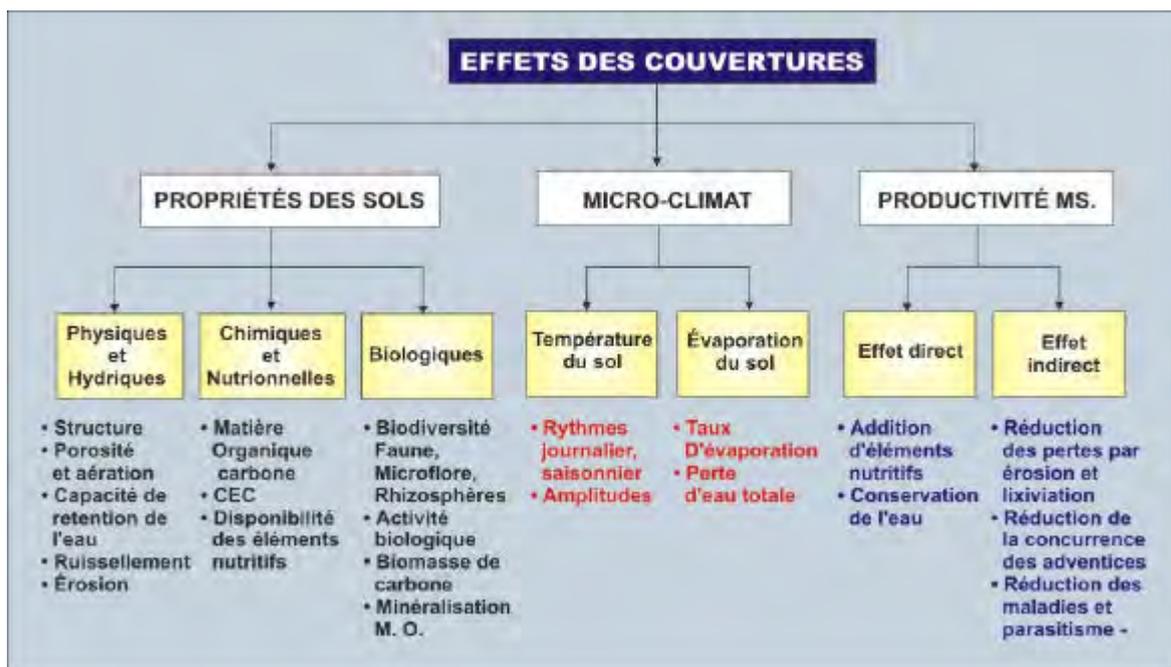


Figure 5

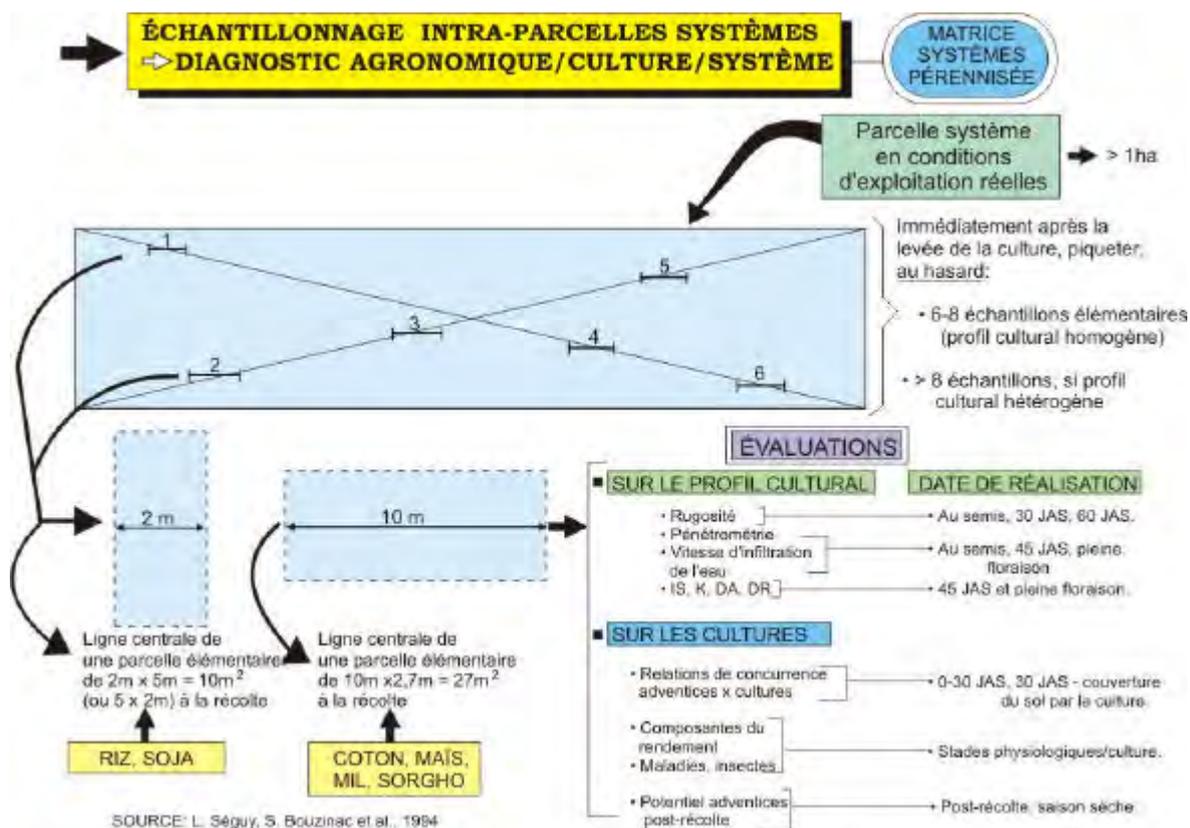


Figure 6

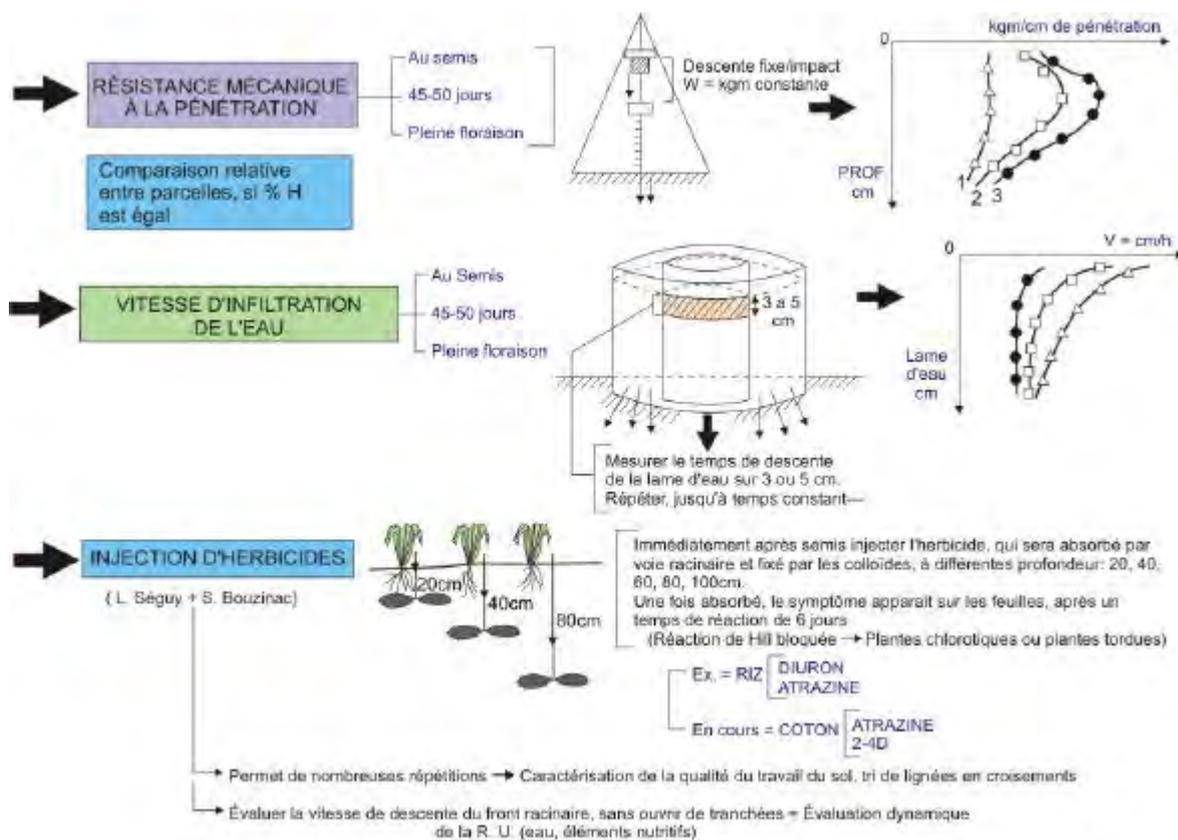


Figure 7

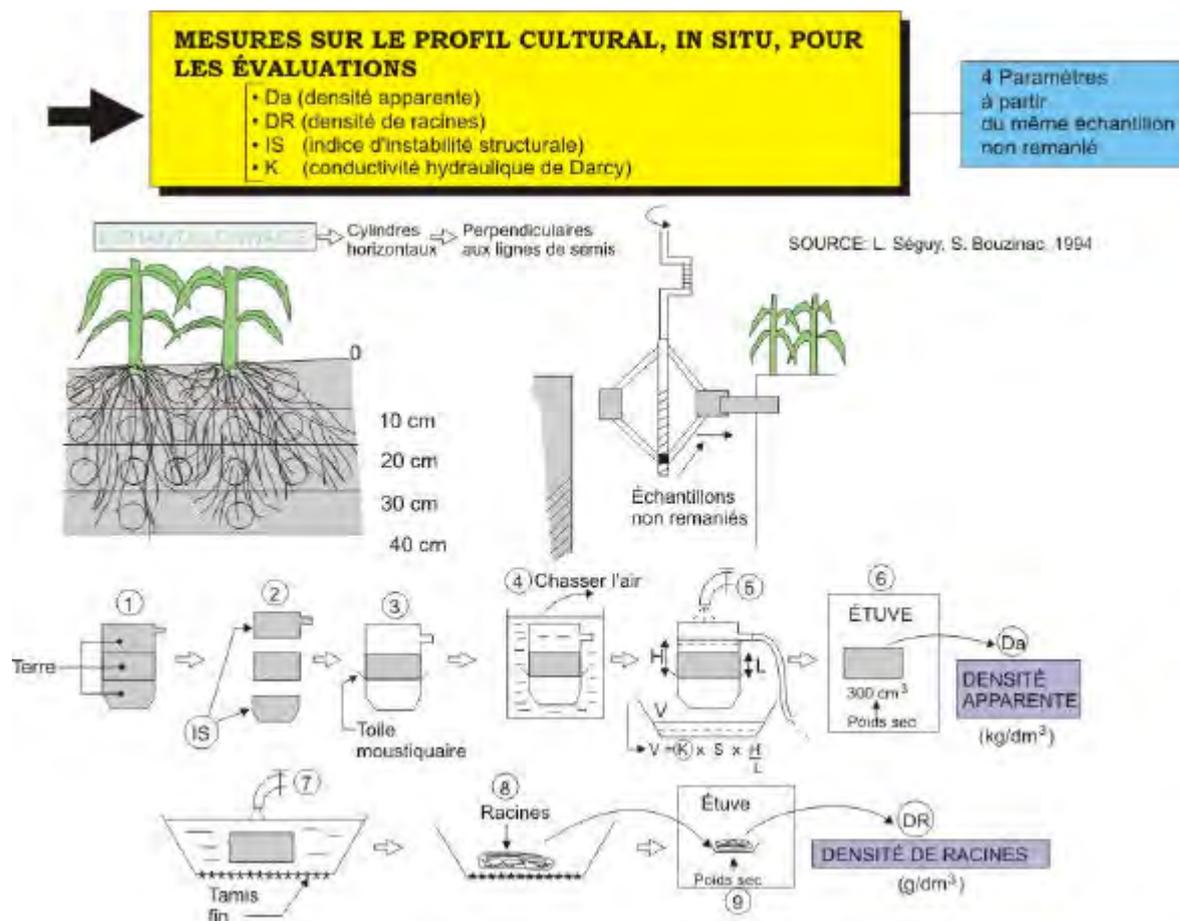


Figure 8

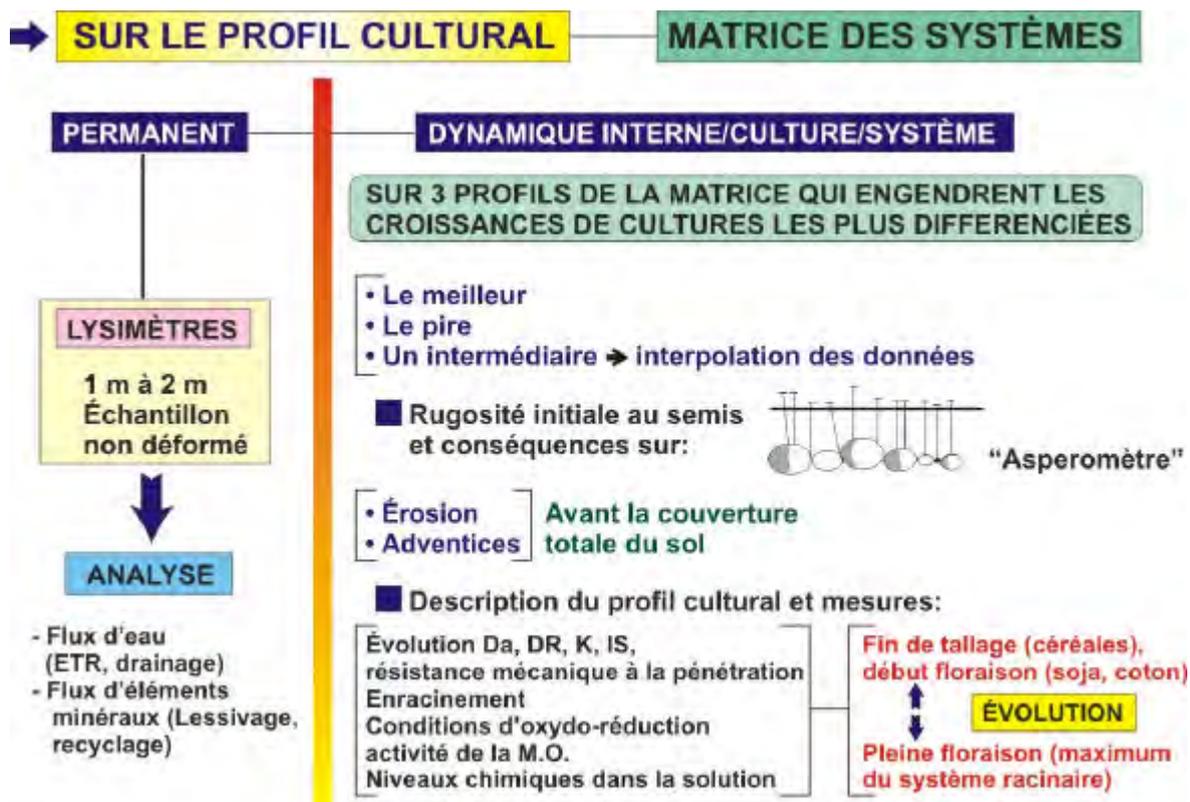


Figure 9

### Limites d'interprétation des teneurs en oligo-éléments dans les sols des cerrados

Oligo-élément	Teneur dans le sol		
	Basse	Moyenne	Élevée
Zinc	< 1,0	1,0 - 3,0	> 3,0
Cuivre	< 0,8	0,8 - 2,4	> 2,4
Manganèse <sup>1</sup> (à pH H <sub>2</sub> O 6,0)	< 5,0	5,0 - 15,0	> 15,0
Manganèse <sup>1</sup> (à pH H <sub>2</sub> O 5,0)	< 2,0	2,0 - 6,0	> 6,0
Fer <sup>2</sup>	< 2,5	2,5 - 7,5	> 7,5
Bore <sup>3</sup>	< 0,5	0,5 - 1,0	> 1,0
Molybdène <sup>4</sup>	< 0,1	0,1 - 0,3	> 0,3

1. Mehlich1 ; 2. DTPA; 3. Eau chaude; 4. Oxalate d'ammonium pH 3,3.

Source: LOPES & GUILHERME (1994)

### Interprétation des teneurs d'oligo-éléments pour les sols sous végétation des cerrados

Teneur	Bore eau chaude	Cuivre -----	Fer -----DTPA pH 7,3	Manganèse -----	Zinc -----
Basse	0 - 0,20	0 - 0,4	0 - 1,9	0 - 1,0	0 - 0,5
Moyenne	0,3 - 0,5	0,5 - 0,8	2,0 - 5,0	1,1 - 1,6	0,6 - 1,2
Élevée	> 0,5	> 0,8	> 5,0	> 1,6	> 1,2

Source: GALRÃO et al. (En voie de publication)

**Figure 10**

**Interprétation d'analyses <sup>(1)</sup> de sols pour S, Cu, Zn e B**

Classes d'interprétation	S	Cu ppm	Zn	B
Faible	< 2,0	< 0,15	< 0,20	< 0,1
Moyen	2,0 - 5,0	0,15 - 0,40	0,20 - 0,50	0,1 - 0,3
Élevé	> 5,0 <sup>(2)</sup>	> 0,40	> 0,50	> 0,3

<sup>(1)</sup> - S , extrait au phosphate de calcium 0,01 M; Cu et Zn, extraits par HCl 0,1 N, et B avec eau chaude

<sup>(2)</sup> 10 ppm par les légumineuses et crucifères

**Limites d'interprétation des teneurs en Cu, Fe, Mn et Zn utilisées dans l'état de São Paulo**

Teneur	Bore eau chaude	Cuivre -----DTPA	Fer pH 7,3	Manganèse	Zinc
Faible	0 - 0,20	0 - 0,2	0 - 4	0 - 1,2	0 - 0,5
Moyenne	0,21 - 0,60	0,3 - 0,8	5 - 12	1,3 - 5	0,6 - 1,2
Élevée	> 0,60	> 0,8	> 12	> 5	> 1,2

Source: RAIJ et al. (1986b)

**Figure 11**

### Limites des classes de teneurs en phosphore et potasse dans les sols pour la majorité des cultures

Teneur	Productivité relative (%)	P, résine $\mu\text{g}/\text{cm}^3$	K, échangeable $\text{meq}/100\text{cm}^3$
Très basse	0 - 70	0 - 6	0,00 - 0,07
Basse	71 - 90	7 - 15	0,08 - 0,15
Moyenne	91 - 100	16 - 40	0,16 - 0,30
Élevée	100	41 - 80	0,31 - 0,60
Très élevée	100	> 80	> 0,60

### Doses de phosphore et de potasse utilisées dans la fumure au semis du Cotonnier

P, résine $\mu\text{g}/\text{dm}^3$	$\text{P}_2\text{O}_5$ $\text{kg}/\text{ha}$	K, échangeable $\text{mmol}/\text{dm}^3$ <sup>(1)</sup>	K <sub>2</sub> O au semis CEC $\text{meq}/100 \text{ cm}^3$		
			0 - 4	4,1 à 8	> 8
----- kg/ha -----					
0 - 6	100	0 - 0,7	60	60	80 <sup>(2)</sup>
7 - 15	80	0,8 - 1,5	60	60	60 <sup>(2)</sup>
16 - 40	60	1,6 - 3,0	40	60	60
41 - 80	40	3,1 - 6,0	20	40	60
> 80	20	> 6,0	20	20	40

<sup>(1)</sup>  $\text{mmol}/\text{dm}^3 = 10 \times \text{meq}/100 \text{ cm}^3$

<sup>(2)</sup> Renforcer avec une couverture de 25 kg de K<sub>2</sub>O/ha.

### Doses de bore à fournir au Cotonnier selon l'analyse de sol

Teneur de B dans l'analyse (ppm)	Dose de B à appliquer (kg/ha)
< 0,2	1,2
0,2 - 0,4	0, - 1,0
0,4 - 0,6	0,5

**Figure 12**

**Taux en macro-éléments <sup>(1)</sup> considérés comme adéquats sur les cultures de Soja et Coton (*analyses foliaires, en % M. S.*)**

Culture	N	P	K	Ca	Mg	S
Cotonnier	3,5 - 4,0	0,20 - 0,25	1,4 - 1,6	3,0 - 4,0	0,4 - 0,5	0,2 - 0,3
Soja	4,5 - 5,5	0,26 - 0,50	1,7 - 2,5	0,4 - 2,0	0,3 - 1,0	0,25

(1) Divers auteurs

**Seuils critiques pour les analyses de feuilles arrivant à maturité de Soja et de Cotonnier**

Culture	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	----- ppm -----				
Cotonnier	50	8	-	-	30
Soja	20	10	50	20	23

Source: Malavolta (1981) Trani e alii (1983) e Bataglia & Dechen (1986)

**Intervalles des teneurs satisfaisantes en oligo-éléments dans analyses de feuilles arrivant à maturité de Coton et de Soja**

Culture	B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn
	----- ppm -----					
Cotonnier	40 - 100	8 - 20	100 - 200	50 - 200	1 - 2	20 - 60
Soja	20 - 100	10 - 30	50 - 350	20 - 300	0,3 - 0,5	60 - 70

**Figure 13**

**RECOMMANDATIONS POUR CORRECTION DE DEFICIENCES  
EN OLIGO-ÉLÉMENTS PAR VOIE FOLIAIRE**

<b>Oligo-éléments</b>	<b>Produit</b>	<b>Concentration du produit (kg/100 l)</b>
B	Borax	0,1 - 0,3
Cu	Cu	0,2 - 0,5
Fe	Bouillie bordelaise, sulfate	0,6 - 3,0
Mn	Sulfate ferreux	0,4 - 0,8
Mo	Molibdate de sodium ou ammonium	0,05 - 0,9
Zn	Sulfate	0,6 - 1,0

SOURCE: Rosolem, CA (1984)

**Figure 14**

**Limites critiques d'interprétation des résultats d'analyses de sols pour le Zinc, le Manganèse, le Cuivre et le Fer, pour 3 extracteurs**

Limite critique ( $\mu\text{g/g}$ ou $\mu\text{g/cm}^3$ ) (¹)		
DTPA	Mehlich	HCl 0,1N
<b>ZINC</b>		
0,5 à 1,1	1,0 à 2,4	1,4 à 2,0
<b>MANGANÈSE</b>		
0,2 à 1,0	2,6 à 10	-
<b>CUIVRE</b>		
0,2 à 0,7	-	-
<b>FER</b>		
2,1 à 4,7	-	-

(¹) Divers auteurs

**Figure 15**

**Exportations totales d'éléments minéraux par le Cotonnier  
(*plante entière*) pour une production de 3 t/ha, en kg/ha**

**187 N , 43 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 181 K<sub>2</sub>O, 48 MgO, 202 CaO**

**77 S, 3550 g Fe, 300 g Mn, 139 g Zn, 144 g Cu, 384 g B**

**Exportations d'éléments minéraux par les grains et la  
fibre du Cotonnier pour une production de 3 t/ha**

**63 N , 24 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 K<sub>2</sub>O**



**Figure 16 :**

La Peste « Striga h. » sur Sorgho (contrôlée par SCV)



**Figure 17 :**

Muskwari repiqué sur karal début saison sèche

**Figures 18 et 19** : Eleusine coracana, plante régénératrice et aliment



**Figure 18**



**Figure 19**



**Figure 20 :**

1<sup>er</sup> plan : Coton traditionnel sur sol travaillé  
2<sup>ème</sup> plan : Coton sur SCV  
zone plus sèche au Nord



**Figure 21 :**

Riz pluvial Sebota 1141 sur SCV :  
entre 3,5 4,5 t/ha en fonction du niveau de fumure  
Zone plus sèche du nord (>700 même)



**Figure 22 :**

Beau Riz pluvial B 22, sur SCV  
Zone plus humide au Sud

**Figure 23 et 24** : Régénération sol très sableux (PITOA) sous Dolique, en SCV



**Figure 23**



**Figure 24**