

RAPPORT DE MISSION AU CAMEROUN

La recherche action au service de l'intégration agriculture de conservation-élevage, en semis direct (*SCV*), dans les régions Nord (*NO*) et Extrême Nord (*EN*) du Cameroun

Le projet ESA II :

Un exemple à suivre pour les zones soudano-sahélienne et soudanienne d'Afrique.

du 15 au 26 septembre 2010



L. Séguy
Consultant International AGROECORIZ

SOMMAIRE

Préambule	1
Termes de Référence	2
Liste des participants à la mission	4
Résumé du suivi-évaluation et recommandations	6
I – ÉVALUATION DES ACTIONS R-D (<i>Recherche-Développement</i>) et R-A (<i>Recherche-Action</i>) DE CRÉATION-DIFFUSION-FORMATION SCV, A PARTIR DES RECOMMANDATIONS DU RAPPORT L. SÉGUY, 2008.	9
1.1. Rappel des conclusions résumées de l'évaluation 2008 (<i>extraits</i>)	9
1.2. Par rapport à ces recommandations 2008 conclusives les progrès, contraintes et limites enregistrés au cours des 2 dernières années peuvent être résumés comme suit.	11
1.2.1. Des progrès spectaculaires (<i>sans hiérarchisation</i>).	11
1.2.2. Contraintes et limitations les plus fréquentes, à la dynamique de diffusion et d'adaptation SCV	51
II - RECOMMANDATIONS A LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT :	63
Assurer les progrès SCV et leur diffusion à très grande échelle, contribuer à la conception et mise en œuvre du futur projet ESA III qui devra intégrer agriculture de conservation et élevage dans une dynamique concertée-négociée entre tous les acteurs à l'échelle des terroirs et unités de paysage.	
2.1. L'outil essentiel de diffusion SCV intégrateur de l'agriculture de conservation-élevage : la « démarche terroir »	63
2.1.1. Rappel de quelques « évidences » lourdes de conséquences pour l'élaboration des politiques de développement régional	63
2.1.2. La démarche « gestion des terroirs », en pratique pour la diffusion des SCV au Nord-Cameroun	65
2.2. Actions de R.A. (<i>Recherche-Action</i>) à compléter sur les terroirs encadrés (<i>de référence et répliques</i>), aussi bien au Nord qu'à l'Extrême Nord.	77
2.2.1. Gestion durable des biomasses fourragères (<i>éleveurs transhumants et agro-éleveurs</i>)	77
2.2.2. Aménagements des unités de paysage sur les sols les plus Dégradés Ex. : Terroir de Kilwo	79
2.2.3. Rechercher progressivement une meilleure adéquation entre capacité des sols à produire et nature des productions	79
2.2.4. Démonstration sur mini-parcelles (<i>milieu contrôlé sur parcelles Terroirs</i>) et collections variétales : 2 vecteurs de progrès SCV et de conviction sur les terroirs	79
2.2.5. Simplifier le système SCV → Céréales (<i>maïs, sorgho</i>) + plantes de couverture associées : Brach. et/ou légumineuses (<i>Crotalaria r., j.,sp.</i>)	80

2.2.6.	Respecter les semis précoces , de début juin pour les cultures de coton, maïs, soja et riz	80
2.2.7	Sur forte couverture <i>Brachiaria ruzi.</i> en SCV, appliquer toute la fumure au semis	82
2.2.8.	Intégrer la culture de riz pluvial en SCV, sur les terroirs du NO et EN	83
2.2.9.	Poursuivre la mise au point des aménagements sur vertisols : les moins onéreux possibles et les plus facilement accessibles aux agriculteurs	84
2.2.10.	Les « jardins de case »	86
2.3.	Recommandations à la recherche : Le dispositif de recherche d'accompagnement comme outil d'amplification de la diffusion SCV	86
2.3.1.	Les vitrines expérimentales « systèmes de culture » SCV x Labour : Remodelage	87
2.3.2.	Recommandations à la recherche thématique (<i>IRAD, CEDC</i>)	95
III -	POURSUIVRE LE DÉVELOPPEMENT DE LA PETITE MÉCANISATION	97
IV -	FORMATION	99
V -	INTRODUCTION DE MATÉRIEL VÉGÉTAL	100
VI -	CONCLUSIONS	102
	ANNEXES	107

PRÉAMBULE

Cette mission 2010 en appui au projet PCS – ESA II de conservation des sols au Nord – Cameroun, qui fait suite à la mission L. Séguéy 2008, est essentiellement consacrée à deux grands enjeux majeurs pour le développement durable de cette région et des pays voisins (*Tchad, Soudan*) :

- Comment passer des techniques culturales simplifiées (*TCS*) actuellement dominantes aux systèmes de culture en semis direct sur couverture végétale permanente (*SCV*) ?
- Rééquilibrer l'exploitation agricole des grandes unités de sols de la région Nord-Cameroun en ouvrant l'énorme potentiel « sous exploité » des Hardé et Karé à l'intégration agriculture de conservation-élevage en *SCV*.

Les objectifs et le calendrier de cette mission 2010 sont réunis dans les pages suivantes.

Il est vivement conseillé au lecteur de bien vouloir consulter les rapports ESA et L. Séguéy des années précédentes qui réunissent la saga des *SCV* dans cette région, depuis leurs concepts et principes jusqu'à leur mise en œuvre évolutive dans la pratique, pour, avec et chez les agriculteurs aussi bien au niveau des systèmes de culture que des terroirs.

Même si ce rapport sera court, rédigé en style « télégraphique », concis, pour en faciliter la lecture rapide et pour agir aussi bien dans le domaine de la recherche appliquée que celui de la diffusion dans les régions Nord (*NO*) et Extrême Nord (*EN*), **il fera une large place aux méthodes de création diffusion-formation des *SCV* à l'échelle des terroirs et unités de paysage** qui ont été longuement et solidement élaborées au sein des petites agricultures familiales multi-ethniques et culturelles de cette région ; elles constituent maintenant des outils précieux et efficaces pour la R-D, la R-A, la diffusion et la formation *SCV* à grande échelle.

J'adresse tous mes remerciements les plus chaleureux à M. Le Directeur Général de la SODECOTON, M. Mohamed Lya, M. Henri Clavier, Directeur Général Adjoint, M. Ibrahim Ngamié, Directeur de la production agricole, à toute l'équipe ESA, aux collègues de l'IRAD et de l'université de Dschang, pour leur appui total, très chaleureux et très efficace tout au long du déroulement de cette mission. J'adresse également un très sincère et vif hommage à l'équipe ESA pour sa compétence, la qualité du travail accompli ; cette excellence mérite d'être connue et reconnue en Afrique. Je les invite à poursuivre sur ces voies prolifiques, tout en ayant conscience que le chemin à parcourir est long et doit être effectué avec modestie, humilité mais continuité et opiniâtreté.

“ There 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 secret of soil. Smithsonian's soil exhibition, Museum of Natural History, Washington D.C.”

**Mission d'appui Lucien Séguy Agronome – Consultant Indépendant
Au Projet de Conservation des Sols au Nord Cameroun (PCS – ESA II)
Septembre 2010
Termes de référence**

Objet de la mission

1. Faire le suivi-évaluation des différents Systèmes mis au point sur les sites expérimentaux depuis 2002 et les implantations annexes de 2007.
2. Apporter un appui spécifique au dispositif de mise au point et de diffusion des itinéraires riz, notamment en terme de maîtrise de l'enherbement et d'adaptation des plantes de couverture sur les vertisols. L'innovation concernant la culture sur billons sur les vertisols fera l'objet d'un appui technique particulier.
3. Apporter un appui technique et méthodologique aux essais d'introduction de mécanisation attelée et motorisée initiés cette campagne.
4. Initier la réflexion sur les démarches d'organisation de la diffusion basée sur l'approche terroir, spécifiquement sur les aspects gestion des biomasses et la sélection des systèmes à diffuser.
5. Participer à la formation sur le terrain des équipes du Projet PCS – ESA II et des encadreurs de la SODECOTON.

Déroulement de la mission

Cette mission sera réalisée par Lucien Séguy, Agronome, Consultant privé. Elle durera 11 jours de terrain au Nord-Cameroun et se déroulera entre le 16 septembre et le 26 septembre 2010. Elle consistera en séances de travail en salle avec les équipes du Projet, de la SODECOTON, de la CNPC-C, de l'IRAD et du CEDC, et en tournée de terrain sur les réalisations.

Calendrier de la mission

Jeudi 16 septembre

Trajet Paris-Yaoundé

Vendredi 17 septembre

Trajet Yaoundé-Garoua

16h Séance de travail Coordination Projet/DPA SODECOTON

Samedi 18 septembre

Visite site de Pitoa, parcelles riz Lombou et terroir test de Laïndé Massa

Dimanche 19 septembre

Trajet Garoua-Pintchoumba

Visite Site de Pintchoumba et Diffusion Windé Pintchoumba

Trajet Pintchoumba-Ngaoundéré - Repas

Trajet Ngaoundéré Touboro

Lundi 20 septembre

Visite Terroir test de Tapi et expérimentations IRAD/CEDC

Diffusion Touboro (Barkari, Secteur Sud Vina)

Mardi 21 septembre

Visite Mbitoum et Ngoumi

Trajet Touboro-Garoua

Mercredi 22 septembre

Trajet Garoua-Maroua

Visite parcelle culture sur billons de Laf

Visite site Djangal et expérimentations CEDC Salak

Visite site de Balaza et expérimentations IRAD/CEDC

Jeudi 23 septembre

Visite Koza GML

Visite terroir test de Kihwo

Visite parcelle culture sur billons de Gazawa

Séance de travail en salle à Maroua

Vendredi 24 septembre

Trajet Maroua-Kaélé

Visite Site de Piva et de Zouana

Trajet Kaélé-Garoua

Préparation de la restitution

Samedi 25 septembre

Matinée : Restitution de la Mission (Salle DG Sodécoton)

Après-midi : Séance de travail ESA/IRAD/CEDC à Boklé

Dimanche 26 septembre

Trajet Garoua-Douala

Trajet Douala-Paris

**LISTE DES PARTICIPANTS A LA MISSION DE LUCIEN SÉGUY
DU 16 AU 26 SEPTEMBRE 2010**

N°	Nom et prenom	Structure	Fonction	Etape
1	Hamadou Nouhou	CNPC-Cameroun	Directeur exécutif	Réunion de restitution
2	Hamadou Daoudou	CNPC-Cameroun		Réunion de restitution
3	Tchuisseu Miguel	CEDC	Stagiaire	Réunion de restitution
4	Hinimbio Taïda Pierre	CNPC-Cameroun	Responsable suivi évaluation	Réunion de restitution
5	Nadama	SDCC		Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
6	Dourwe Gaston	PCS/ESA2	SR Maroua	Réunion de restitution
7	Hassana	PCS/ESA2	SR Garoua	Réunion de restitution
8	Abaliman	PCS/ESA2	Responsable Adjoint diffusion	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
9	Mahamat Alifa	PCS/ESA2	SR Vertisols	Réunion de restitution
10	Mana Justin	PCS/ESA2	Resp service logistique semencière	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
11	Mohamadou Bassirou	Maïscam	Directeur Général	Réunion de restitution
12	Oumarou Balarabe	PCS/ESA2	Resp Recherche Adaptative	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
13	Daoudou	PCS/ESA2	Resp service diffusion	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/11
14	M'biandoum Mathurin	IRAD	Chercheur IRAD	Réunion de restitution
15	Abdoulaye Abou Abba	PCS/ESA2	Coordinateur Projet	Réunion de restitution
16	Olina jean Paul	IRAD	Chef de station	Réunion de restitution
17	Asfom Paul	SDCC	Resp service Appui Technique	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
18	Sali Boubadjam	SDCC	CDR Maroua Nord	Réunion de restitution
19	Boubakary Yabou	SDCC	CDR Garoua	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
20	Adoum Yaouba	SDCC	Resp cellule suivi evaluation	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
21	Nzima Jacques	SDCC	CDR Tchatabali	Réunion de restitution
22	Tsamba Frederic	SDCC	DPAA	Réunion de restitution
23	Klassou Celestin	IRAD	Chef de centre	Réunion de restitution
24	Tchokam Ngassa J P	MINADER	Cellule Projets/Programme	Réunion de restitution
25	Sanda M Simon	SDCC	CDR Mayo Galké	Réunion de restitution

26	Kouayep Elie	SDCC	CDR Guider	Réunion de restitution
27	Ousman Oumaté	CNPC-Cameroun	President National	Réunion de restitution
28	Mamadou Assana	SDCC	Chef service Elevage	Réunion de restitution
29	Beramgoto Jeremie	SDCC	CDR Kaele	Réunion de restitution
30	Sadou Fernand	SDCC	Division Professionalisation	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
31	Ali Batouri	SDCC	CDR Ngong	Réunion de restitution
32	Tchinsabe Pabamé	SDCC	CDR Maroua Sud	Réunion de restitution
33	Oumarou Bouba	SDCC	CDR Touboro	Réunion de restitution
34	I. Ngamié	SDCC	DPA	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
35	Hamidou Mal Oumar	SDCC	DAG	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
36	Henri Clavier	SDCC	DGA	Réunion de restitution
37	Dominique Olivier	PCS/ESA2	Assistant Technique	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
38	Mvondo Awono J P	CEDC	Coordonnateur	Réunion de restitution
39	Lawane	CEDC	Chercheur	Réunion de restitution
40	Boukong Alexi	FASA	Enseignant	Réunion de restitution
41	Jean Leroy	IRAD	Assistant Technique	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
42	Ibrahima Mohamadou	FEUGEL Nord	Rep Eleveurs Nord	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
43	Toumba	PCS/ESA2	Resp Communication/Formation	Réunion de restitution/Séance travail du 17/09/10
44	Ko Awono Desire	IRAD	Chercheur	Réunion de restitution
45	Mal Aminou		Planteurs	Réunion de restitution
46	Labassou Hotina	PCS/ESA2	AAC Kaele	Réunion de restitution
47	Baïpame	PCS/ESA2	AAC Tchatibali	Réunion de restitution
48	Angrey Djeres	PCS/ESA2	AAC Garoua	Réunion de restitution
49	Dama Djidda	PCS/ESA2	AAC Ngong	Réunion de restitution
50	Abakar Madam Dogo	PCS/ESA2	SR Touboro	Réunion de restitution
51	Abalifa Lowol	PCS/ESA2	AAC Mayo Galké	Réunion de restitution
52	Chilve Hamza	PCS/ESA2	AAC Maroua	Réunion de restitution
53	Mittouang	PCS/ESA2	AAC Guider	Réunion de restitution
54	Bouba Hotta	CNPC-Cameroun	Resp commerce equitable	Séance de travail du 17/09/10
55	Oumarou Youssoufa	CNPC-Cameroun	Formateur	Séance de travail du 17/09/11
56	Mayaka Bileng Th	CEDC		Séance de travail du 17/09/12
57	Dawaï Mbodi Joseph	CNPC-Cameroun	Vice Pre Federation	Séance de travail du 17/09/13
58	Prudent Patrice	IRAD/CIRAD	Chercheur	Séance de travail du 17/09/14

RÉSUMÉ DU SUIVI-ÉVALUATION ET RECOMMANDATIONS

(*) En situation de moyens limités : les priorités sont en bleu

NO – Nord ; EN : Extrême Nord.

1 – L'OPÉRATION CRÉATION-DIFFUSION-FORMATION SCV

1.1. Évolution des surfaces

- Agriculture de conservation : 5200 ha en 2010.
- SCV stricts – coton sur *Brach.* : 700 ha en 2010.

Après croissance exponentielle dispersée entre 2007-2009, réduction croissance surfaces au profit de la qualité-efficacité de la diffusion → concentration surfaces SCV dans une approche « terroirs » agriculture de conservation-élevage multi-acteurs et multi-ethniques, très performante.

1.2. Sur la pertinence des opérations de diffusion dans les projets

- Les SCV diffusés sont beaucoup plus performants que les techniques traditionnelles ; leur avantage s'accroît au cours du temps (*productivité ; marges, VJT - Valorisation de la Journée de Travail*).
- Les SCV répondent mieux que les techniques traditionnelles à la pauvreté en stoppant l'érosion et en régénérant la fertilité (*résilience*) sous SCV des sols les plus pauvres ou/et envahis par le *Striga*...mais en permettant la production de fortes biomasses (*de plantes de couverture fourragères*) sans intrants (*ou avec un minimum*), les SCV incitent à une production animale accrue qui conduit, sans restitutions de nutriments, à une surexploitation rapide qui tire la fertilité des sols encore plus bas qu'au départ... D'où la nécessité de subventions minimums pour acquisition d'engrais au départ chez les agriculteurs les plus démunis, sur les sols les plus pauvres, pour maintenir un potentiel de production durable.

1.3. Sur la cohérence des réalisations SCV, en termes de développement

• **Un acquis majeur opérationnel** : La mise au point d'une « approche terroirs » intégratrice des modes d'exploitation : agriculture de conservation-élevages transhumant et sédentaire, multi-ethniques et multi-acteurs → concertation et mise en pratique de la gestion partagée des ressources et de l'espace. Les unités de paysage sont prises en compte dans leur ensemble, sur lequel s'exercent les flux interdépendants qu'il faut réguler de concert : hydriques, de biomasse, de main d'œuvre, de productions, de biens d'équipements, etc...

- **La stratégie à mettre en œuvre, consiste à utiliser les SCV comme des pratiques systémiques polyvalentes de restructuration et de transformation des unités de paysage, donc des terroirs et des espaces non agricoles qui y sont inclus.** L'outil SCV doit être utilisé en priorité pour transformer à la fois les milieux physique, socio-économique et culturel plutôt que de l'adapter au « développement durable de la pauvreté » **en exploitant la capacité SCV à produire même sur les sols les plus pauvres et en surexploitant les ressources produites, sans jamais rien restituer (nutriments, ressources en bois, etc...)**

• Nombreux exemples illustratifs, très convaincants de l'efficacité de la méthode. (*terroirs NO et EN*).

• **Formidable ouverture du potentiel des Karé et Hardé à l'EN :**

- Zone vide de toute technologie depuis plus de 60 ans malgré une grosse « densité de recherches ».
- En 2010, plus de 200 ha ouverts sur : modes d'aménagements x systèmes de culture SCV diversifiés (coton, riz, soja, maïs) x ressources génétiques (riz, fourrages, plantes de couverture).

• **Très forte expansion des surfaces riz sur Karé (vertisols) en milieu réel** (*forte diffusion spontanée sous impulsion de l'équipe ESA*).

1.4. Comment amplifier la diffusion SCV

- **Œuvrer sur** : prise de conscience, conviction et adhésion des autorités camerounaises, au niveau régional (*Lamidos*) et national (*MINADER*).
- **Multiplier le nombre de terroirs encadrés** (*SODECOTON + ESA*) avec l'outil opérationnel « approche terroirs » intégrateur de l'agriculture de conservation et de l'élevage, **approche dynamique concertée et négociée**.
 - **Renforcer la formation** quantitativement et qualitativement : nombre d'agronomes, techniciens et agriculteurs sur nombre SCV réduit de larges adaptabilité et acceptation ; dissocier fonction d'encadrement de celle de suivi des exploitations.
 - **Améliorer l'environnement économique de la production** : accès aux intrants, subventions (*temporaires*) pour les agriculteurs les plus démunis sur les sols les plus pauvres (*éviter la surexploitation des ressources sous SCV*) ; constituer groupements de semis direct et les responsabiliser en leur confiant la gestion des intrants.
 - **Poursuivre l'amélioration agronomique, opérationnelle et économique des SCV, et construire progressivement des SCV** en agriculture biologique (*SCV Bio*) → déjà maîtrisés au Cambodge et au Brésil.

2 – LA RECHERCHE D'ACCOMPAGNEMENT COMME OUTIL D'AMPLIFICATION DE LA DIFFUSION SCV

2.1. Les vitrines expérimentales systèmes de culture

• **Maintien des vitrines** mais avec **remodelage** vers SCV plus performants. Priorités sur :

- **Simplifier – améliorer les systèmes SCV** : céréales (*maïs, sorgho*) + plantes de couverture associées (*Brach., légumineuses*) / coton
- **Rythme rotation** : mélanges restaurateurs / cultures
- **SCV riz + fourrages associés** (*Brach., Stylo., mélanges espèces*).

• **Poursuivre mise au point aménagements vertisols** (*Karés*) de LAF, GAZAWA, DJANGAL, SALAK x SCV « Jardins tropicaux » à forte biodiversité fonctionnelle + ressources fourragères sur Karé, Hardé et Yaéré.

(*) *Rappel important : Semis précoces coton, riz, soja, maïs x herbicides si sols non complètement couverts.*

2.2. Sur terroirs

- **Gestion durable des ressources fourragères** (*nature x modes de gestion pâturage*).
- **Aménagement unité de paysage sur terroir** de Kilwo, très dégradé (*toposéquence complète x approche terroir*).
- **Démonstration SCV en mini-parcelles contrôlées sur terroirs** (*conformité avec itinéraire technique*) sur coton, riz, maïs, soja.
- **Collections riz** (*cycles courts + moyens = collections sbt*) et **collections soja**.
- **Modes gestion fumure minérale en SCV** → toute fumure au semis (*NPK de base ou fumier + N Couverture*)
- **Intégrer riz pluvial au NO et EN** dans SCV pluviaux.
- **Poursuivre systèmes d'aménagement** : en billons – planches + drains, de la surface des vertisols (*Karés*) x « Jardins Tropicaux » x ressources fourragères (*Karé, Hardé et Yaéré*).
- « Jardins de case »

2.3. La recherche thématique

- Efficacité souches inoculum sur soja x rythme ré-inoculation
- Pelletisation semences (*semis à la volée*)
- Traitements organique x chimique des semences coton, soja, riz maïs.
- Gestion fumure minérale en SCV x gestion traditionnelle.
- Applications foliaires Mnso4 x semis précoce x semis tardif, sur riz, soja, coton.

- Poursuite travaux diversification des associations SCV (*Touboro*) x herbicides x toute fumure minérale au semis en SCV.
- Autres systèmes SCV, à construire :
sur soja en début maturation → semis à la volée de diverses biomasses de couverture, pures ou en mélanges.
- Analyses sols : termitières x sol dégradés voisin – bioindicateurs

3 – PETITE MÉCANISATION

- Introduire, très urgent, petits semoirs manuels centrifuges (marque Solo)
- Mission Asie sur petite mécanisation pour responsables camerounais (*ESA, Sodécoton*)

4 - FORMATION

- Poursuivre mise au point modules multi-acteurs,
- Ecrire guide SCV Nord Cameroun
- Publications scientifiques :
 - « Approche terroirs » (*très important*)
 - Performances SCV et impacts.

5 – INTRODUCTION MATÉRIEL VÉGÉTAL

- *Brachiaria mutica* (*Yaéré, canaux de drainage des Karé*)
- *Pennisetum p.* + canne fourragère (*Brésil*)
- Maïs composite *Mailaca*, résistant au streak
- Amaranthes et *Echinochloa* alimentaires
- *Sésamum indicum* (*diversification oléagineux*)
- *Opuntia ficus indica* → Très important pour l'alimentation animale et humaine (*périodes de disette*), l'embocagement.

6 – CONCLUSION

- Nécessité d'assurer la suite du projet ESA, sans discontinuité (*bailleurs de fonds*).
- Exemple et base de formation clé pour l'Afrique de l'Ouest : systèmes SCV performants et appropriables, méthodes de création-diffusion-formation – SCV : « Approche terroirs », très aboutie et performante pour le développement de l'agriculture de conservation dans les petits agricultures familiales d'Afrique et d'Asie.

I – ÉVALUATION DES ACTIONS R-D (*Recherche-Développement*) et R-A (*Recherche-Action*) DE CRÉATION-DIFFUSION-FORMATION SCV, A PARTIR DES RECOMMANDATIONS DU RAPPORT L. SÉGUY, 2008.

1.1. Rappel des conclusions résumées de l'évaluation 2008 (*extraits*) :

« La diffusion des SCV avance au Nord Cameroun :

- Plus de 2440 ha en SCV réalisés en 2008, soit 75 % de la programmation initialement prévue,
- Plusieurs échelles d'intervention complémentaires sont mises en œuvre par le projet ESA et partenaires :
 - . 5 terroirs villageois,
 - . Plus de 1000 parcelles d'expérimentation en milieu paysan (*EMP*).
 - . 200 ha de production de semences de *Brachiaria* (*cf. dossier situation de la diffusion SCV au 31/07/2008 en annexe*).

Les contraintes principales à une diffusion de masse spontanée sont :

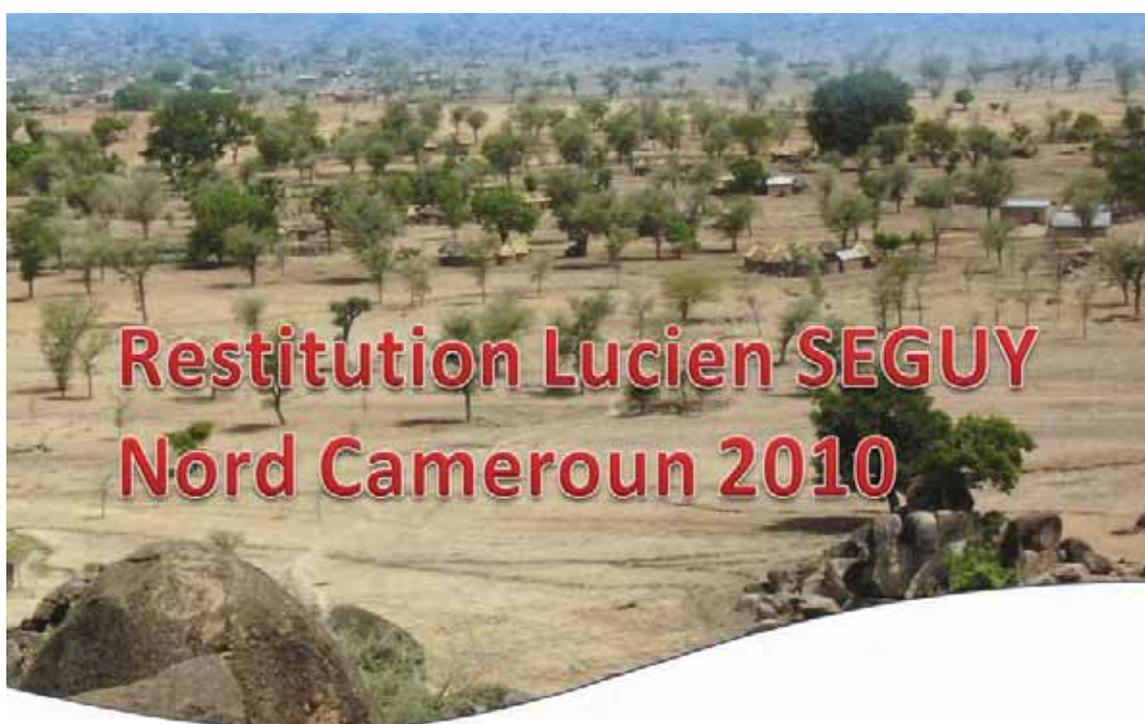
- **Seule une faible part des surfaces pratique de véritables SCV**, qui fonctionnent effectivement sur le cycle de production-minéralisation de la biomasse ; la majorité des surfaces en coton est en réalité en TCS, le sol étant remis à nu après sarclages fréquents occasionnés par une trop faible couverture du sol, et par les buttages du coton. Dans ces conditions de trop faible couverture du sol, l'enherbement devient une contrainte majeure, si des herbicides ne sont pas utilisés ; de même, la fertilité du sol d'origine organo-biologique reste très limitée par une production de biomasse annuelle également trop limitée.
- **L'engrais minéral est cher et les fumures actuellement appliquées sont bien trop faibles** pour prétendre à la fois, nourrir les hommes, les sols et les animaux.
- **L'absence d'une petite mécanisation efficace** pour économiser des intrants chimiques : **les rouleaux à cornières par exemple**, permettraient d'utiliser les immenses surfaces de puissantes jachères à graminées, directement en semis direct par roulage combiné à des doses réduites de glyphosate ; les petits semoirs manuels comme les roues semeuses (*toutes graines*), et les semoirs centrifuges seraient également des outils extrêmement précieux pour démultiplier la diffusion des SCV (*semis rapide des plantes de couverture SCV, semis d'engrais azotés en couverture, éventuellement de pesticides granulés*).
- **Une sensibilisation, prise de conscience et organisation** au niveau des terroirs villageois avec l'appui des autorités locales (*Lamidos, Dir. Agriculture*) pour :
 - . La protection des biomasses en saison sèche (*jachères, Brachiaria* → *travaux d'intérêt communautaire*).
 - . L'exploitation rationnelle des biomasses fourragères de couverture en saison sèche et début de saison des pluies (*éviter à tout prix la surexploitation* → *pâturage tournants x engrais minéral minimum de restitution* → *Formation à cette gestion rationnelle*).

- . L'exploitation communautaire de petits équipements tels que rouleaux à cornières, semoirs centrifuges manuels (*marques tornado, solo, etc...*) roues semeuses (*qui peuvent être également être montées sur un châssis simple adapté à la traction animale*).
- **Les véritables SCV**, dont d'importantes surfaces ont été mises en place en 2008 (*blocs de Brachiaria ruzi.*) permettent de bien rentabiliser des niveaux de fumure minérale nettement plus élevés que ceux utilisés actuellement en nourrissant lucrativement les hommes, les animaux et les sols (*résilience*). Le fonctionnement agronomique très efficace des SCV est basé sur le cycle de production-minéralisation de la biomasse au-dessus du sol et dans le profil cultural (*racines, biomasse microbienne ; macro, méso et micro-faunes*), il est donc nécessaire de produire suffisamment de biomasse pour amorcer ce cycle efficace de fonctionnement et l'engrais minéral est absolument indispensable au départ, d'autant plus que le sol est plus dégradé. Il est donc fondamental de faire la démonstration que les SCV peuvent valoriser des quantités d'engrais élevées même lorsqu'il est très cher (*cf. les images opposées du « tonneau percé » du système sol-culture sur travail du sol, et du « tonneau fermé » sur SCV qui agrandit progressivement son « garde-manger » sous culture*).
 - **Les immenses surfaces de jachère graminéenne** peuvent et doivent être directement utilisées après roulage en semis direct, à condition de fabriquer le plus rapidement possible, des rouleaux à cornières en quantité ; cette opération permettrait d'amplifier la diffusion SCV et de ramener les champs de culture autour des villages (*région de Touboro par exemple*).
 - **Les énormes surfaces de Hardés et surtout Karés**, constituent un potentiel considérable à exploiter (*riz, coton, vivriers divers, maraîchers + élevage*), pour rééquilibrer l'exploitation agricole des terres de la région Extrême-Nord.
 - **Le riz pluvial** (*riz Sebotas à fortes potentialités*), déjà solidement implanté sur les Karés, de l'extrême Nord, peut intégrer les rotations de culture en SCV sur tous les types de sols : ferrugineux, Hardés, Karés, et peut constituer une courroie d'entraînement très efficace des SCV compte tenu de son attrait chez les agriculteurs.
 - **La légumineuse Stylosanthes guianensis** (*cv. CIAT 184*) vient enrichir la panoplie SCV et en particulier les SCV à minimums d'intrants chimiques et sans intrants sur les meilleurs sols (*riz maïs, coton + élevage*).
 - **Des systèmes de cultures associées** utilisant les principes SCV sont également proposés pour gagner en stabilité économique face aux aléas climatiques et économiques. »

1.2. Par rapport à ces recommandations 2008 conclusives les progrès, contraintes et limites enregistrés au cours des 2 dernières années peuvent être résumés comme suit :

1.2.1. Des progrès spectaculaires (*sans hiérarchisation*) :

- **L'évolution des surfaces SCV**, quasi-exponentielle entre 2007 et 2009 où elle atteint plus de 6000 ha sur un mode très dispersé de démonstrations (plus de 1000 parcelles) se réduit en 2010, pour privilégier la qualité des réalisations SCV, mieux les insérer dans les relations concertées agriculture-élevage, des terroirs, (*cf. annexe 1*).

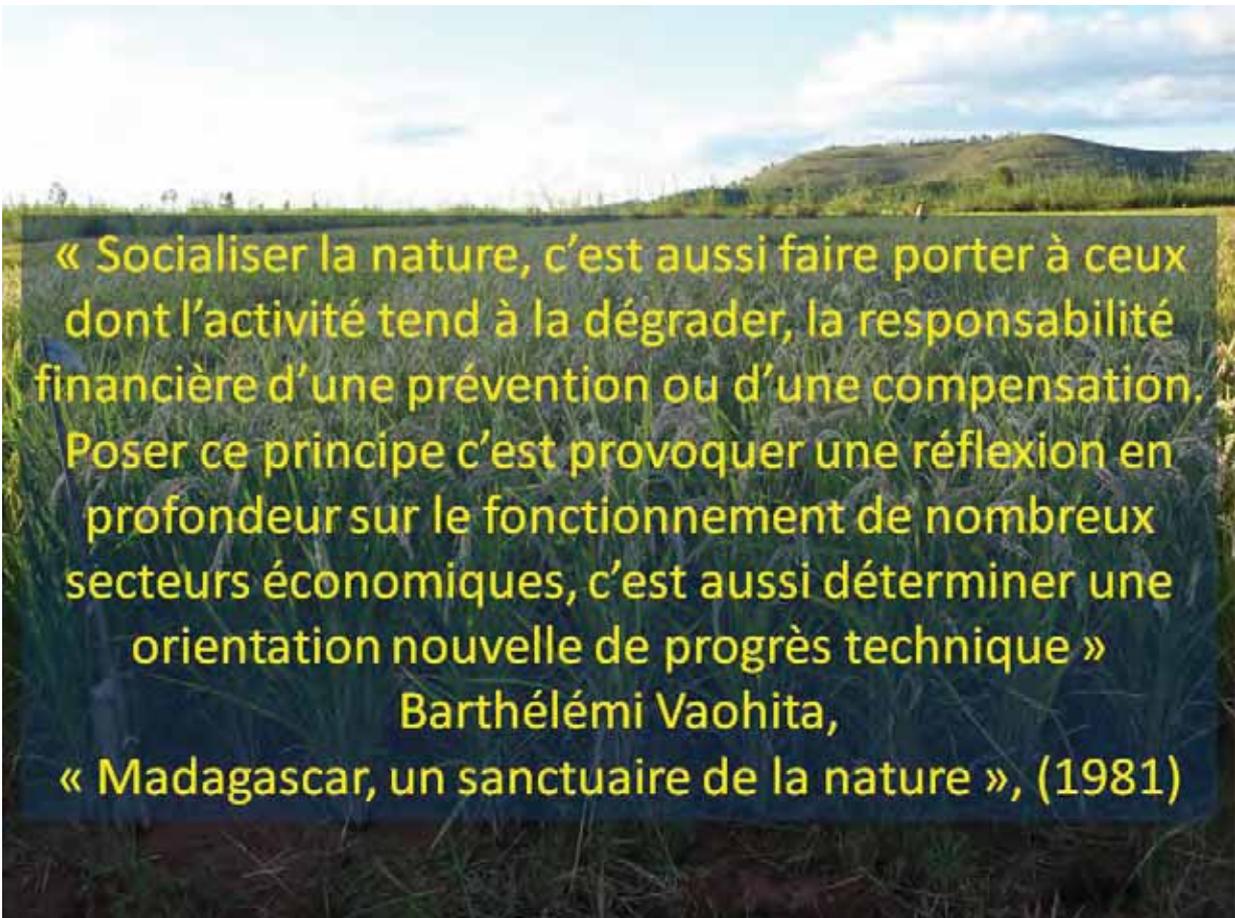


Garoua, Septembre 2010



**En guise d'introduction :
socialiser la nature**

**« Pour commander à la nature,
il faut commencer par obéir à ses lois »
Bacon**



**« Socialiser la nature, c'est aussi faire porter à ceux
dont l'activité tend à la dégrader, la responsabilité
financière d'une prévention ou d'une compensation.
Poser ce principe c'est provoquer une réflexion en
profondeur sur le fonctionnement de nombreux
secteurs économiques, c'est aussi déterminer une
orientation nouvelle de progrès technique »
Barthélémi Vaohita,
« Madagascar, un sanctuaire de la nature », (1981)**



. **Le niveau de maîtrise technique SCV** est en général excellent et se concentre sur une simplification du nombre de systèmes SCV pour amplifier la diffusion et l'appropriation (*décantage opérationnel de nombre de scénarii SCV*) :

- Systèmes SCV : maïs ou sorgho + légumineuse associée (*Crotalaria retusa*), maïs ou sorgho + *Brachiaria ruzi*. en culture pure (*production de semences, ressource fourragère, couverture du sol*), en rotation avec le coton l'année suivante.

. **Sur la pertinence des opérations de diffusion (Nord et Extrême Nord)**

Les SCV diffusés sont beaucoup plus performants que les techniques traditionnelles ; leur avantage s'accroît au cours du temps (*productivité ; marges, VJT - Valorisation de la Journée de Travail*), (cf. *tableaux 1 et 2, figures 1 et 2 – Article M. Biandoun, Aimé Landry DONGMO*, Oumarou BALARABE**, Ibrahim NCHOUTNJI* - Actes du colloque « Savanes africaines en développement : innover pour durer », 20-23 avril 2009, Garoua, Cameroun. Prasac, N'Djaména, Tchad*).

Les SCV répondent mieux que les techniques traditionnelles à la pauvreté en stoppant l'érosion et en régénérant la fertilité (*résilience*) sous SCV des sols les plus pauvres ou/et envahis par le *Striga*...mais en permettant la production de fortes biomasses (*de couvertures fourragères*) sans intrants (*ou avec un minimum*), les SCV incitent à une production animale accrue qui conduit, sans restitutions de nutriments, à une surexploitation rapide qui tire la fertilité des sols encore plus bas qu'au départ.... D'où la nécessité de subventions minimums pour l'acquisition d'intrants (*engrais, herbicides*) tout au moins au départ de la diffusion SCV chez les agriculteurs les plus démunis sur les sols les plus pauvres, pour maintenir un potentiel de production durable.

Tableau I. Exemples de systèmes possibles sur SCV.

1 ^{er} type : biomasse produite une année sur 2 ou 3				
Années	2006	2007	2008	2009
Cultures possibles	Sorgho/Brachiaria	Coton	Sorgho/Brachiaria	Coton
	Maïs/Crotalaire	Coton	Maïs/Crotalaire	Riz
	Sorgho/Brachiaria	Coton	Arachide	Sorgho/Brachiaria
2 ^e type : production de paille la même année				
Période de l'année	Saison des pluies		Fin saison des pluies	
Cultures possibles	Riz de cycle court		Niébé de cycle court	
Période de l'année	Début saison des pluies		Saison des pluies	
Cultures possibles	Production de paille de sorgho		Fauchage des pailles Culture de coton, arachide ou maïs	
Période de l'année	Saison des pluies			
Cultures possibles	Culture de coton, arachide ou maïs sur paille de jachère tuée à l'herbicide			

Tableau II. Performances économiques des cultures en SCV et en système conventionnel (témoin).

Libellé	SCV	Témoin	SCV	Témoin	SCV	Témoin
Culture année	Coton 2004		Coton 2005		Coton 2006	
Localité	Nord et extrême nord		Nord		Nord	
Rendement (kg/ha)	1 882	1 653	2 150	1 674	2 450	1 520
Produit brut (F CFA*/ha)	348 170	305 805	397 750	309 756	453 250	281 200
Dépense intrants (F CFA /ha)	150 727	158 215	223 270	178 826	333 330	170 280
Marge brute/ha (F CFA /ha)	197 443	147 590	174 480	130 930	119 920	110 920
Homme jours travail/ha (hj/ha)	101	109	93	95	96	118
Productivité du travail (F CFA /hj)	2 316	1 496	1 876	1 378	1 249	940
Culture année	Coton 2005		Maïs 2005		Sorgho 2005	
Localité	Extrême nord		Nord		Extrême nord	
Rendement (kg/ha)	2 345	1 400	1 570	1 060	1 652	1 241
Produit brut (F CFA /ha)	433 825	259 000	314 000	212 000	305 620	229 585
Dépense intrants (F CFA /ha)	191 345	53 400	140 040	64 680	195 140	132 025
Marge brute/ha (F CFA /ha)	242 480	205 600	173 960	147 320	110 480	97 560
Homme jours travail/ha (hj/ha)	83	93	39	39	42	48
Productivité du travail (F CFA /hj)	2 920	2 210	4 460	3 778	2 630	2 032

Sources : Naudin *et al.*, (2005) ; Balarabé *et al.*, (2006, 2007a).

*1 € = 656,97 F CFA.

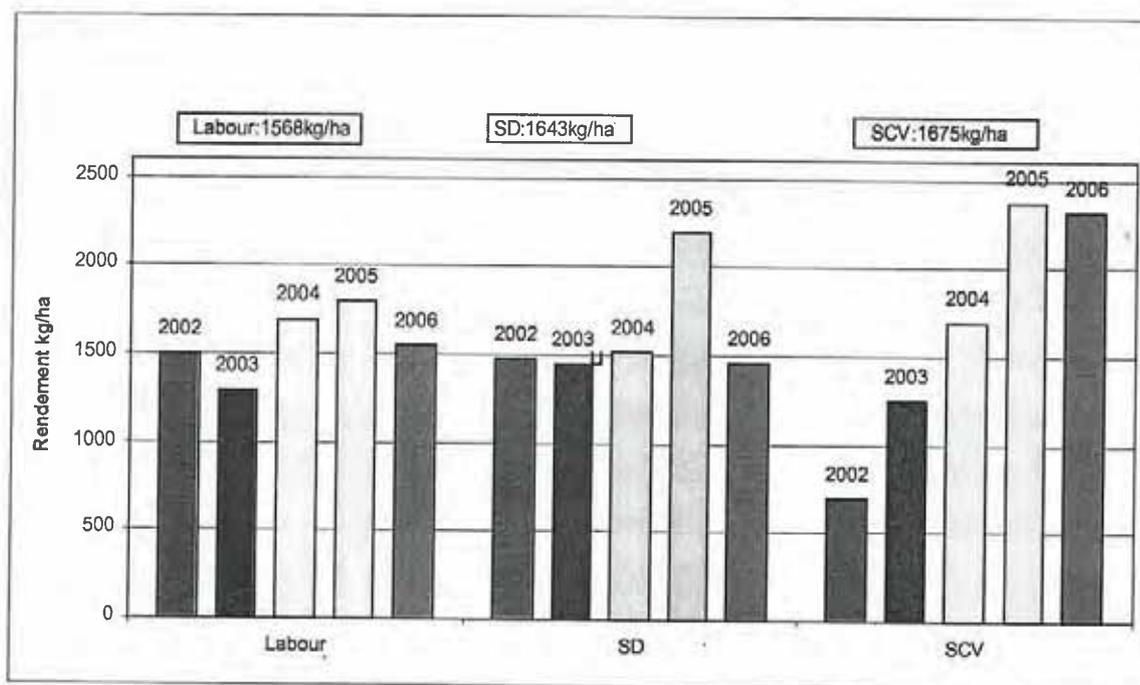


Figure 1. Comparaison des rendements de coton entre 3 systèmes de culture à Windé de 2002 à 2006 : fumure vulgarisée.

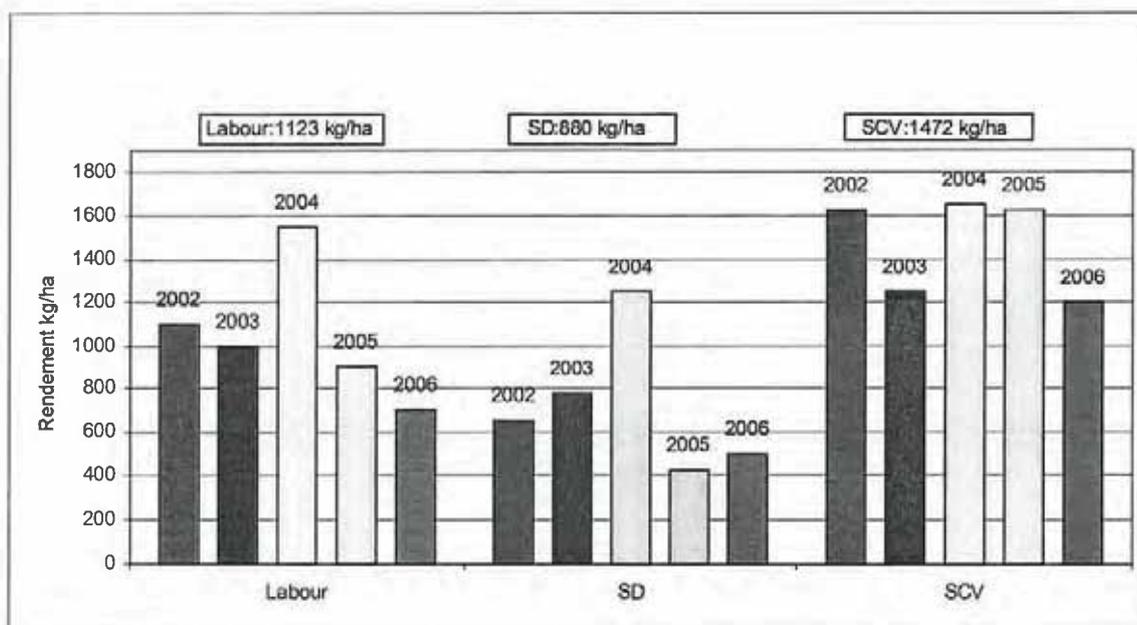


Figure 2. Comparaison des rendements de coton entre 3 systèmes de culture à Zouana de 2002 à 2006 : 1/2 fumure vulgarisée.

- **Sur les méthodes de création-diffusion-formation SCV** : comme nous le détaillerons dans le chapitre des recommandations, **un travail considérable a été accompli sur une « approche terroir » opérationnelle construite sur une gestion concertée multi-acteurs de l'espace et des ressources.**
- **Qualité de l'encadrement SODECOTON** lorsque les chefs de région et de secteur compétents, bien formés aux SCV, sont maintenus sur les terroirs clés.

Fumure organique Secteur Sud Vina



SCV / Brachiaria Secteur Sud Vina



Couverture sol sous coton SCV sur Brachiaria –Sud Vina

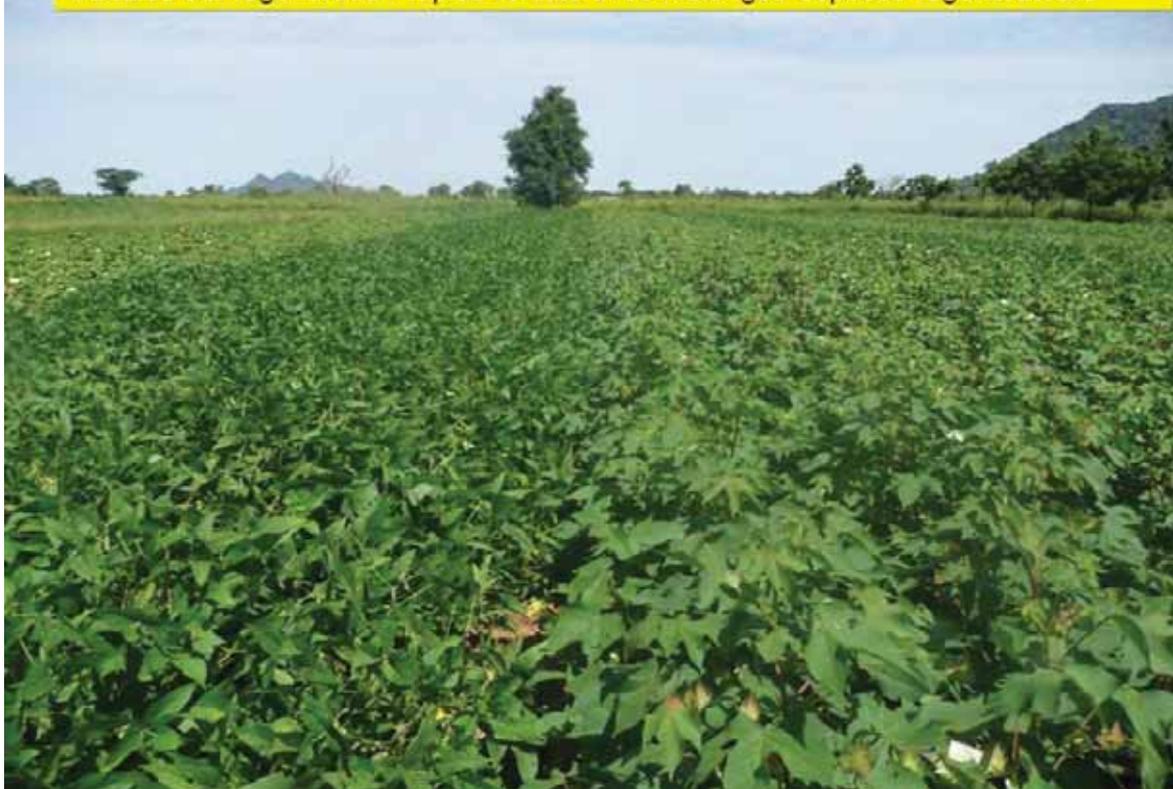




- **Brillante démonstration sur les SCV de régénération très rapide des jachères de sols très dégradés à partir de mélanges d'espèces de couverture multifonctionnelles (ex. : *Brachiaria ruziziensis* + *Crotalaires retusa, spectabilis, juncea* + *Eleusine cor.*), même sur des terroirs de sols très dégradés comme à Zouana dans l'extrême Nord (*sol Carapacé*), TAPI au Nord dans la région de Touboro, et également sur terroirs de sols plus riches parfaitement encadrés comme Koza (EN.).**



Cultures sur régénération rapide fertilité avec mélanges espèces régénératrices



Différentiel croissance coton entre termitière et sol voisin



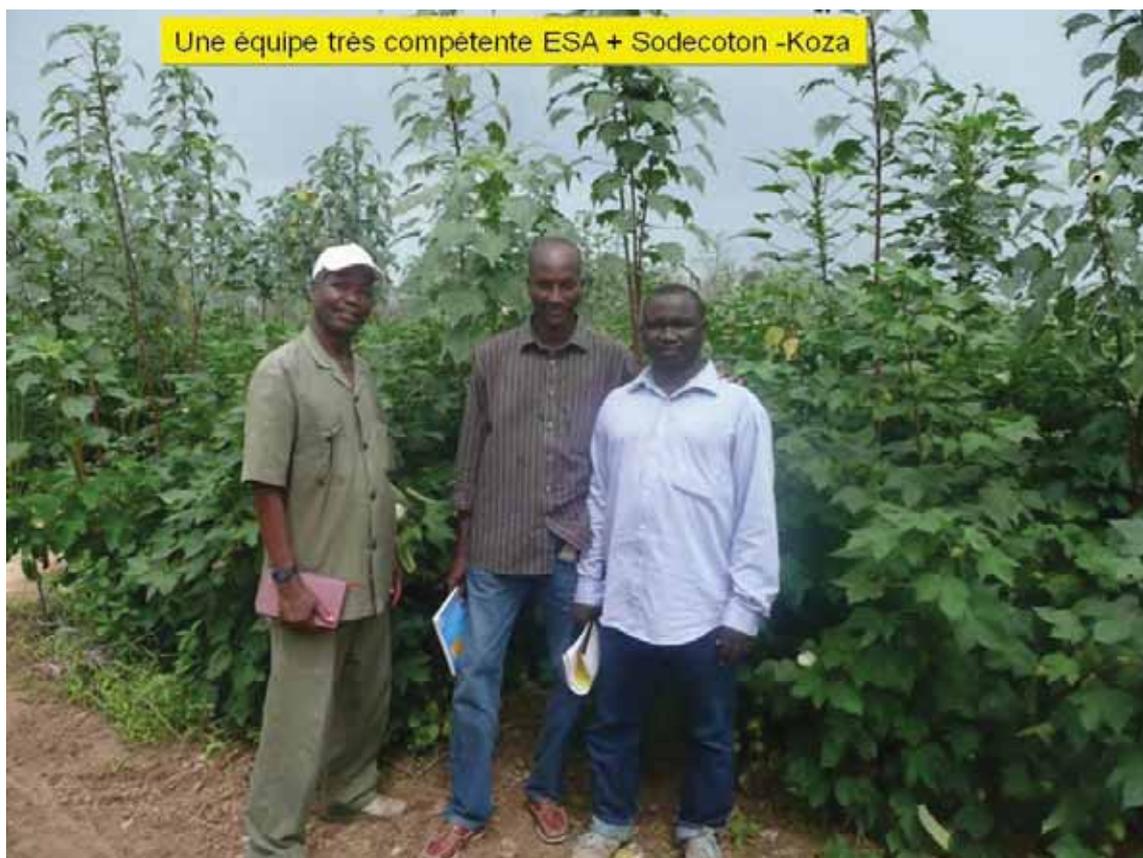














• **Énormes travaux d'aménagement des vertisols inondés et de recherche-développement R-D** (*Karé de LAF, GAZAWA, DJANGAL et...*) pour mettre en valeur le potentiel agricole « dormant » de l'Extrême Nord :

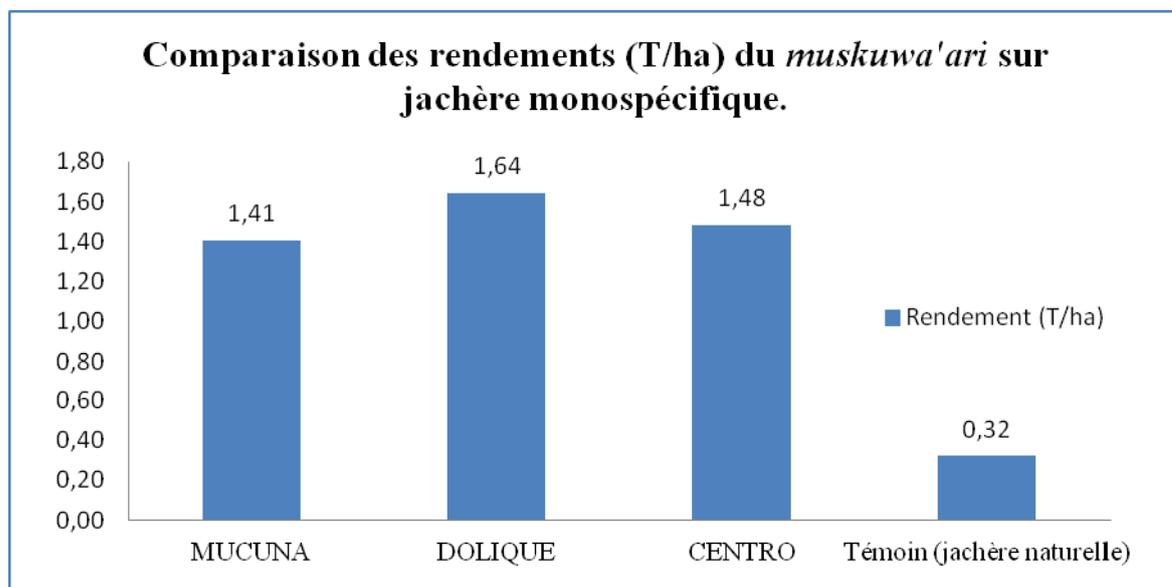
- Plus de 200 ha ont été ouverts depuis 2008 entre les aménagements x systèmes SCV x ressources fourragères.
- A titre d'exemple, quelques résultats marquants enregistrés sur la vitrine de systèmes SCV de DJANGAL qui montrent le très fort potentiel agricole des cultures de riz ($R > 3 \text{ t/ha}$), de coton ($R \approx 2,5 - 3 \text{ t/ha}$), (cf. *annexe résultats site DJANGAL, 2009*) ci-après :

''

Quelques résultats de la matrice « systèmes de culture ».- 2009

a. Les systèmes de culture de muskuwa'ari à base de jachère améliorée. Ces systèmes ont été proposés pour améliorer le rendement du Muskuwaari après un précédent de légumineuses. Trois légumineuses ont été retenues : Mucuna, Dolique et Centrosema. La date de remise en culture de ces jachères a été échelonné et répartie en trois : reprise en première année, deuxième et troisième année. Les rendements de muskuwa'ari obtenus sur les différents des plantes de couverture dès la première année de reprise sont comparés au témoin (jachère naturelle) dans le graphique ci-dessous.

Figure 1: rendement muskuwaari sur jachère monospécifique, Djangal 2009



Toutes choses étant égales par ailleurs, cette différence de rendement permet de poser l'hypothèse d'un effet positif des légumineuses sur le rendement du muskuwa'ari.

b. Les systèmes de culture à base de diversification sur vertisols (doubles cultures) :

Option niébé en pure

Il était surtout question dans cette option de tester le comportement du niébé sur vertisols en saison de pluies. La variété de niébé BR1, une variété améliorée de l'IRAD, semée au mois d'août a donné un rendement moyen de 660 kg/ha sur les trois répétitions.

Option niébé- muskuwa'ari

Du niébé a été semé en bandes de deux lignes à partir d'août et du muskuwa'ari a été repiqué dans les intervalles de 60 cm laissés à cet effet.

Après récolte, le niébé a conduit à un rendement de 250 kg/ha et le muskuwa'ari a atteint un rendement de 380 kg/ha.

Option riz-muskuwa'ari

La variété de riz PRIMAVERA a été semée en début de saison des pluies sur une placette dans chacune des trois répétitions. Chaque placette a été subdivisée en trois, pour trois niveaux de fumure : F1 = 4 Tonnes/ha de FO uniquement, F2 = F1 + 50 kg de NPK (22 :10 :15) et F3 = F1 + 2 fois, fumure minérale de F2.

A partir de septembre, alors que le riz était encore sur pieds, du muskuwa'ari a été repiqué dans le riz encore sur pied. A la récolte, les rendements moyens suivants ont été obtenus :

Rendements riz : F1 : 3.16 Tonnes/ha
F2 : 3.36 Tonnes/ha
F3 : 4.11 Tonnes/ha

Rendements muskuwa'ari : F1 : 1.46 Tonnes/ha
F2 : 1.97 Tonnes/ha
F3 : 1.98 Tonnes/ha

Nous constatons que les résultats de cette deuxième campagne confirment les tendances des ceux obtenus la campagne précédente qui ressortent clairement l'importance de l'arrière effet de la fumure minérale apportée au riz, sur la production du muskuwa'ari. En effet, les rendements du muskuwa'ari sur précédent riz pluvial évoluent avec le niveau de fertilisation du riz au cours de la saison des pluies. Ces résultats ouvrent désormais une meilleure piste pour la fertilisation du muskuwa'ari à partir d'un précédent cultural pendant la saison des pluies.

Option riz- niébé-muskuwa'ari.

Semis de riz PRIMAVERA en début de saison des pluies en bandes de trois lignes intercalées des allées de 80 cm. A partir d'août, des bandes de 2 lignes de niébé (BR 1) ont semées dans les allées de 80 cm prévues à cet effet. Les trois niveaux de fumure comme décrits ci-haut ont été appliquées. En septembre, du muskuwa'ari a été repiqué sur les bandes de riz encore sur pieds. Après récolte du riz, la paille a été étalée sur le sol sous les pieds du muskuwa'ari. Les rendements moyens suivants pour le riz, le niébé et le muskuwa'ari ont été obtenus :

Rendements riz : F1 : 1.87 Tonnes/ha
F2 : 2.36 Tonnes/ha
F3 : 3.31 Tonnes/ha
Rendements niébé : 250 kg/ha
Rendements muskuwa'ari : F1: 1.51 Tonnes/ha
F2: 1.17 Tonnes/ha
F3: 1.30/ha

Ici, on peut noter que, bien que les rendements (des riz et du muskuwa'ari) ont obéi aux différents niveaux de fumure minérale, tant pour le riz que pour le muskuwa'ari, ces derniers restent encore bas, comparés aux rendements du système précédent. En définitive, ces rendements montrent tout l'intérêt de la fumure en ce qui concerne la performance des systèmes.

c. Systèmes de culture fourragers de contre-saison sur vertisols :

Du riz PRIMAVERA a été semé en début de saison des pluies. Juste après la reprise et le remplacement des manquants, du Stylosanthes g. et du Brachiaria r. ont été semés dans les interlignes du riz dans chacune des deux placettes, respectivement. Les résultats suivants ont été obtenus dans les deux options :

Option riz/Brachiaria r.

Rendements riz : F1 : 1.35 Tonnes/ha
F2 : 1.35 Tonnes/ha
F3 : 1.82 Tonnes/ha
Matière sèche Brachiaria ruziziensis : 13 Tonnes/ha

Option riz/Stylosanthes g.

Rendements riz : F1 : 1.27 Tonnes/ha
F2 : 1.06 Tonnes/ha
F3 : 1.62 Tonnes/ha

Aucune matière sèche de Stylosanthes g. n'a été produite à cause des problèmes de qualité des semences. Nous notons qu'au cours des deux campagnes écoulées, les rendements du muskuwa'ari dans les deux options du système sont passés du simple au triple, montrant qu'avec un peu de maîtrise

technique, ces systèmes présentent de très bonnes perspectives en termes de production de grains et de fourrage.

d. Systèmes de culture fourragers de saison des pluies :

Du *Stylosanthes g.* et du *Brachiaria r.* ont respectivement été installés sur deux placettes en début de saison des pluies.

Une placette de muskuwa'ari a été installée à forte densité dès le début de saison des pluies. Les quantités de fourrage suivantes ont été produites par les différentes plantes ci-après :

- Fourrage *Brachiaria ruziziensis* : 14 Tonnes de matière sèche/ha
- Fourrage de *Stylosanthes guianensis* : 15.33 Tonnes de matière sèche/ha
- Fourrage de sorgho muskuwa'ari (forte densité) : 14.6 Tonnes de matière sèche/ha

e. Systèmes de culture conventionnels sur vertisols

Cette parcelle a été maintenue en jachère naturelle durant la saison des pluies et a été colonisée par diverses espèces de mauvaises herbes. Celles-ci ont été maîtrisées à l'aide d'un labour en septembre, puis suivi du repiquage du muskuwa'ari. Deux sarclages ont été effectués au cours du cycle. Un rendement moyen de 320 kg/ha a été obtenu.

1. **Expérimentations complémentaires.**

Les cultures sur billons.

A Djangal, deux types de billons ont été confectionnés, des billons de 1 m et ceux de 3 m. les composantes de rendement du coton sont récapitulées dans les tableaux ci-dessous et sont comparés avec une situation en culture conventionnelle pour obtenir un rendement de 1800 kg/ha de coton graine. Trois densités ont également été testées au cours de la campagne :

- Ecartement 1 : 80 cm*25 cm*2 soit une densité de 100.000 plants/ha
- Ecartement 2 : 80 cm*20 cm*2 soit une densité de 125.000 plants/ha
- Ecartement 3 : 80 cm*15 cm*2 soit une densité de 166.750 plants/ha

On peut noter globalement avec les billons de 1 mètre que :

- Un rendement moyen autour de 1600 kg/ha, quelque soit la densité
- Une augmentation de la densité peut résulter en une baisse du nombre de capsules par pied et du poids moyen capsulaire,
- Même lorsque le stand (densité réelle) est moins élevé qu'en culture cotonnière conventionnelle, a un rendement presque équivalent, du fait d'un meilleur poids capsulaire surtout
- Alors que le nombre de capsules par pied ne varie pas, le poids capsulaire décroche fortement entre la densité 1 et les deux autres.

Pour les billons de 3 mètres :

- On obtient une densité plus élevée qu'en culture cotonnière conventionnelle
- Un rendement moyen avoisinant les 3000 kg/ha, quelque soit la densité
- Une augmentation de la densité résulte en une baisse du nombre de capsules par pied et du poids moyen capsulaire, mais l'ensemble pouvant être compensé par une augmentation du nombre de plants par poquet

Tableau 1: Composantes de rendement coton sur billon, billon 1 mètre, Djangal 2009.

Composantes de rendement	D1 08	Données 09			Coton en culture Conventionnelle
		Stand 1	Stand 2	Stand 3	
Nombre de poquet/ha	33424	39000	49000	54250	50.000
Nombre de plants/poquet	1,84	1,76	1,76	1,77	2
Nombre de capsules/pieds	4	4,05	3,93	3,94	6
Poids moyen Capsulaire	3,86	6,01	4,81	4,69	3
Rendement (kg/ha)	949	1670	1630	1774	1800

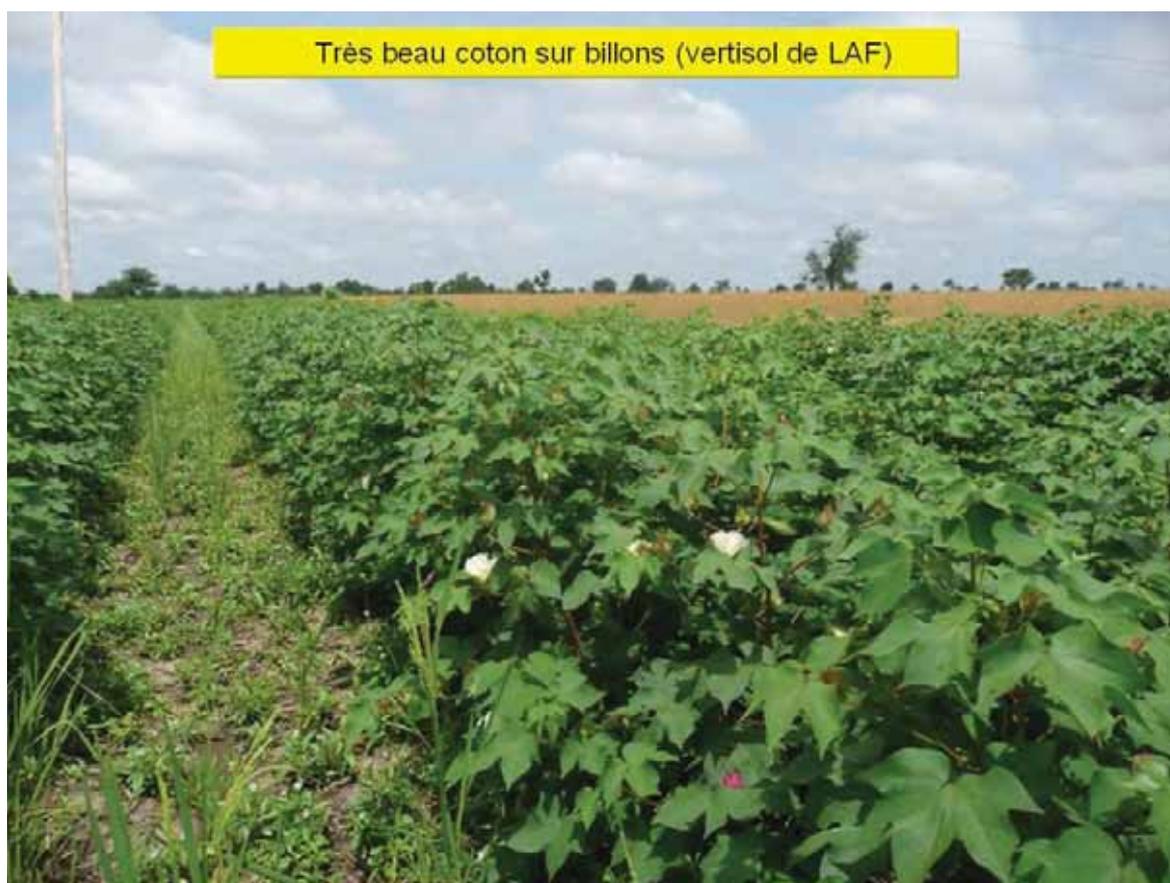
Tableau 2: Composantes de rendement coton sur billon, billon de 3 mètre, Djangal 2009.

Composantes de rendement	D1 08	Données 09			Coton conventionnel
		D1 09	D2 09	D3 09	
Nombre de poquet/ha	32012	49000	55332	59664	50.000
Nombre de plants/poquet	1,77	1,78	1,85	1,91	2
Nombre de capsules/pieds	5,66	6,02	5,70	5,41	6
Poids moyen Capsulaire	3,35	5,33	5,12	4,70	3
Rendement (kg/ha)	1050	2798	2987	2897	1800

”

- Le résumé du mémoire de fin d'études pour l'obtention du diplôme d'agronomie approfondie de M. Adrien MIES avec son collaborateur M. Christian HOUMOUA, et leur PPT résumé en annexe 2, montrent le potentiel possible de ces vertisols, comme les premières contraintes et limitations à leur mise en valeur de même que les études à poursuivre pour changer d'échelle d'application.







Coton , Maïs et soja sur billons (vertisols de gazawa)





Lumière sous Maïs pour associer vigna ou soja (vertisols de gazawa)



Site expérimental DJANGAL (Karal)



Collection riz Sebotas-2010

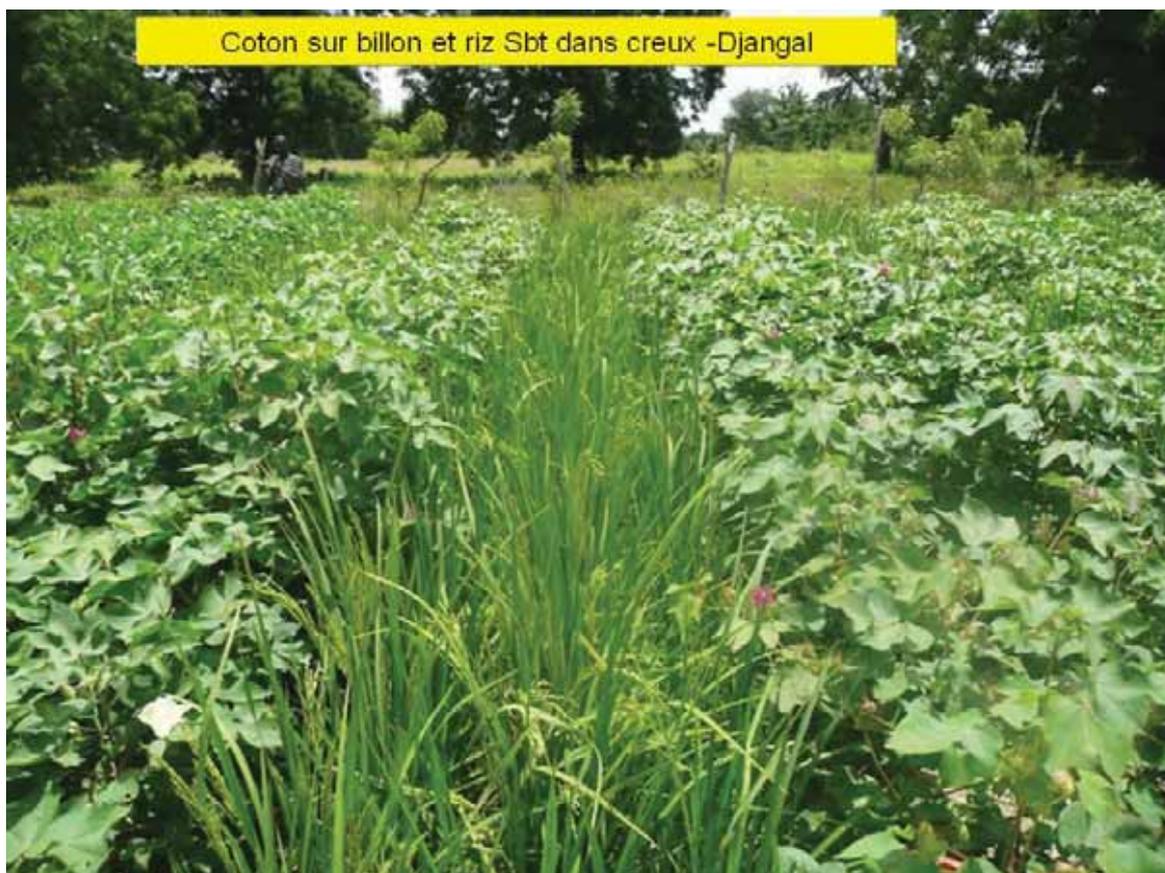


Ci-dessous , tournesol sur billon
Bien drainé .Vertisol(karal Djangal)

Ci-dessus , tournesol sur mauvais
Drainage –Vertisol (Karal Djangal)



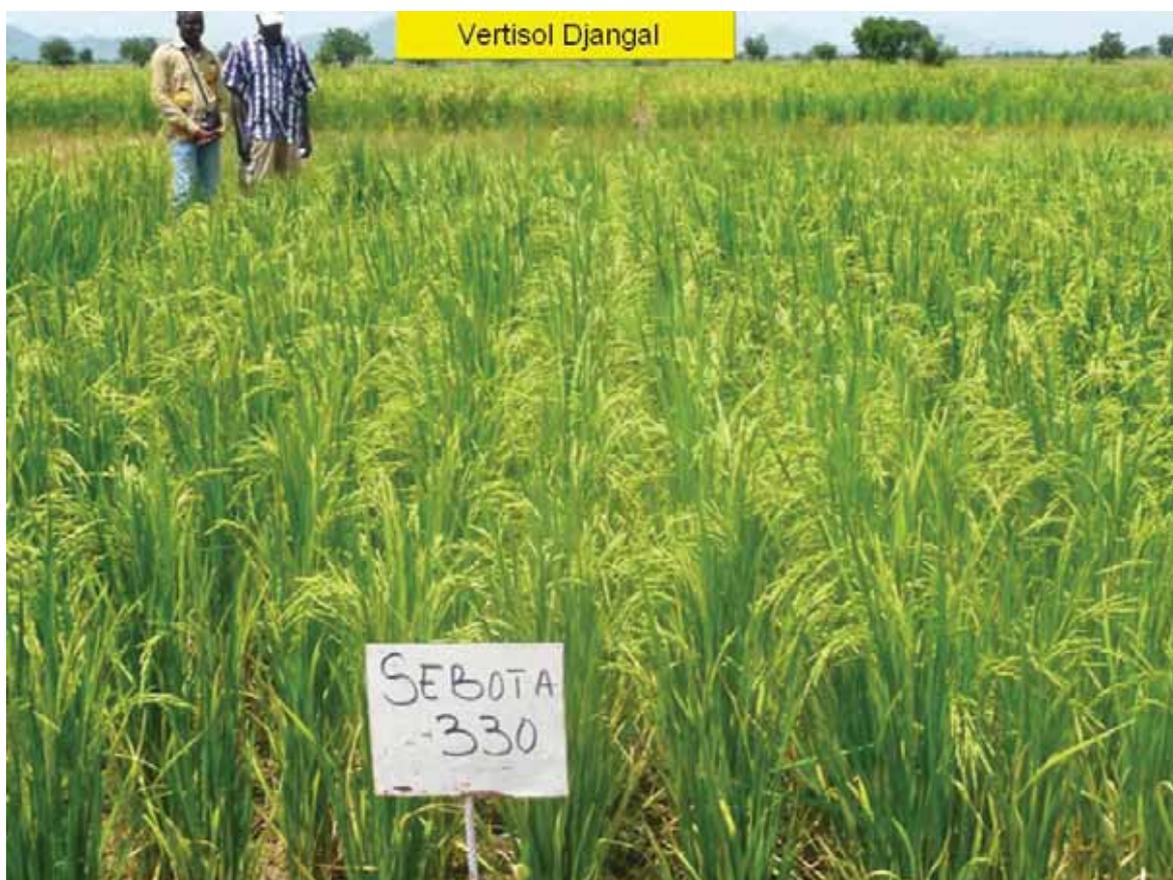






Coton et soja sur planches exondées et riz dans creux –Djangal





Riz paysan sur vertisols –Djanganl -2010





Expérimentation CEDC Karal



- **Systèmes SCV de mieux en mieux maîtrisés sur sols hardé** (*site de Piwa*), à base de riz pluvial à cycle court sur mélange de biomasse restauratrice (*sorgho + crotalaires + Eleusine*).



Crotalaria juncea bien adaptée aussi sur sol Hardé –Piwa



Mélange restaurateur de la fertilité avec Sorgho –Hardé - Piwa





- **Excellents travaux de recherche d'accompagnement** dans le cadre de la dynamique systémique SCV, conduits en partenariats avec l'IRAD et le CEDC, sur l'ajustement technique de systèmes SCV plus performants : dans le Nord, SCV maïs et sorgho x associations plus diversifiées, en rotation avec coton (*étude des effets directs et arrière-effets sur la productivité des cultures, la faisabilité des nouveaux systèmes SCV*) ; systèmes SCV rizières sur Karé (EN).



- **Introduction d'une petite mécanisation opérationnelle à partir du Brésil** (*traction animale et petite motoculture*).
- **Renforcement de la formation multi-acteurs** (*appui de A. Chabanne du Cirad*).
- **Mise en évidence de plantes de couverture restauratrices de très large adaptabilité** à tous les milieux pédoclimatiques du Nord et de l'Extrême Nord (*cf. annexe 3 « Nutriments M.S. Crotalaria juncea »*) : *Crotalaria juncea*, doliques, bonne adaptation également de la légumineuse facile à gérer en SCV : *Centrosema pascuorum*, et en particulier dans les sols hydromorphes (*Karé, Hardé*) :





Tephrosia sp. Local + Crotalaria retusa –Koza



Cultures sur régénération rapide fertilité avec mélanges espèces régénérateurs



Mélange restaurateur de la fertilité avec Sorgho –Hardé - Piwa



Cajanus cajan sur Hardé -Piwa





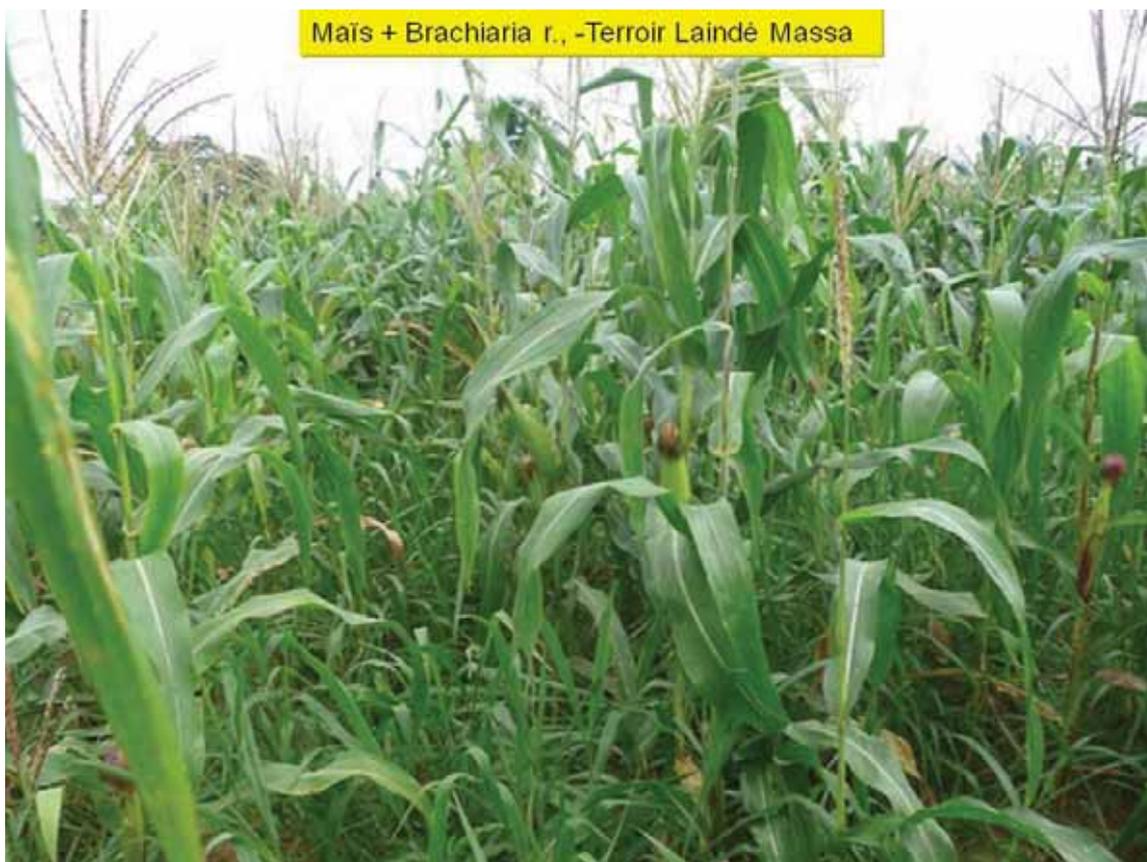
• **Accueil de divers jeunes agronomes issus de diverses institutions scientifiques**, en appui à la caractérisation des impacts SCV (*agronomiques, socio-économiques et culturels*) ; on citera :

- MM. Adrien MIES et Christian HOUMOUA, sur la valorisation des Karé de l'Extrême Nord (*Potentiels agronomique et de diffusion*) (SUPAGRO/BRL), (*cf. annexe 2*)
- M. Bertrand Saignant, sur l'évaluation des performances agronomiques des SCV et stratégies d'adoption et d'adaptation par les paysans expérimentateurs (*FIDA, AFD, SCAP, CIRAD, SODECOTON*).
- Melle Lise Paresys, dans le cadre des activités du PAMPA GT3 – Cameroun – Evolution des impacts SCV au niveau des exploitations (*UMR innovation CIRAD/PAMPA GT3*).

1.2.2. Contraintes et limitations les plus fréquentes, à la dynamique de diffusion et d'adaptation SCV

Dans le Nord, sur sols ferrugineux dégradés :

- Problèmes fonciers et ethniques (*souvent plusieurs ethnies par terroirs - ex : Laïndé Massa*).
- Feux de brousse et divagation des animaux (*vaine pâture*).
- Systèmes d'exploitation concurrentiels sur un même terroir : éleveurs transhumants, agro-éleveurs sédentaires et agriculteurs.





- Implication encore trop faible des autorités locales couturières (*Lamidos*) et gouvernementales dans l'agriculture de conservation et la gestion communautaire des ressources naturelles.
- Exportations de nutriments supérieures aux restitutions (*cf. rapport L. Séguy 2002/2008*) → Systèmes d'exploitation prédateurs → surexploitation des ressources naturelles, fumures minérales toujours déficitaires en K, Ca, mg, S, oligo-éléments.
- Réduction des effectifs d'encadrement SODECOTON et changement d'affectation pour plusieurs chefs de région et de secteur très compétents sur les SCV (*discontinuité dans le processus de diffusion SCV*).
- Problèmes d'intendance : livraison parfois trop tardive des intrants qui conduit à des semis trop tardifs, peu productifs et très chargés en main d'œuvre (*temps de sarclage accrûs*).



- Déficit en azote (*N*) préjudiciable aux rendements des céréales (*maïs*, *sorgho*) dans les SCV où elles sont associées au *Brachiaria ruziziensis*.



- Contraintes enherbement plus pénalisante en SCV composés de 2 ou 3 plantes associées (*ex. maïs ou sorgho + crotalaires*) lorsque la couverture du sol n'est pas assurée (*biomasse exportée ou consommée par la vaine pâture*).
- Calendrier de semis très chargé sur un temps très court pour respecter les semis précoces les plus productifs (*juin*) des cultures de coton, maïs, et aussi soja, riz pluvial...
- Fonctionnement physiologique déficient pour la plupart des cultures ou biomasses de couverture, en semis trop tardifs ; des conditions d'hydromorphie se développent qui nuisent à l'oxygénation des systèmes racinaires sur coton, maïs, soja, etc... et induisent des déficiences nutritionnelles en Mn, S, .. (*le support sol est parfois également déficient en manganèse → ex. Pintchoumba*).





Brésil



- Absence de culture de riz pluvial dans cette région Nord pourtant bien arrosée (*Touboro*) ; or le riz est une denrée très appréciée des agriculteurs ; cette culture qui est un excellent précédent du coton, pourrait servir de vecteur de diffusion SCV (cf. rapport L. Séguy, 2008).

- Apparition de « Streak » sur maïs préjudiciable aux rendements de maïs de semis tardif, (à surveiller) semblable à celui causé par la *Cicadelle Cicadulina mbila*.





DANS L'EXTRÊME NORD (EN)

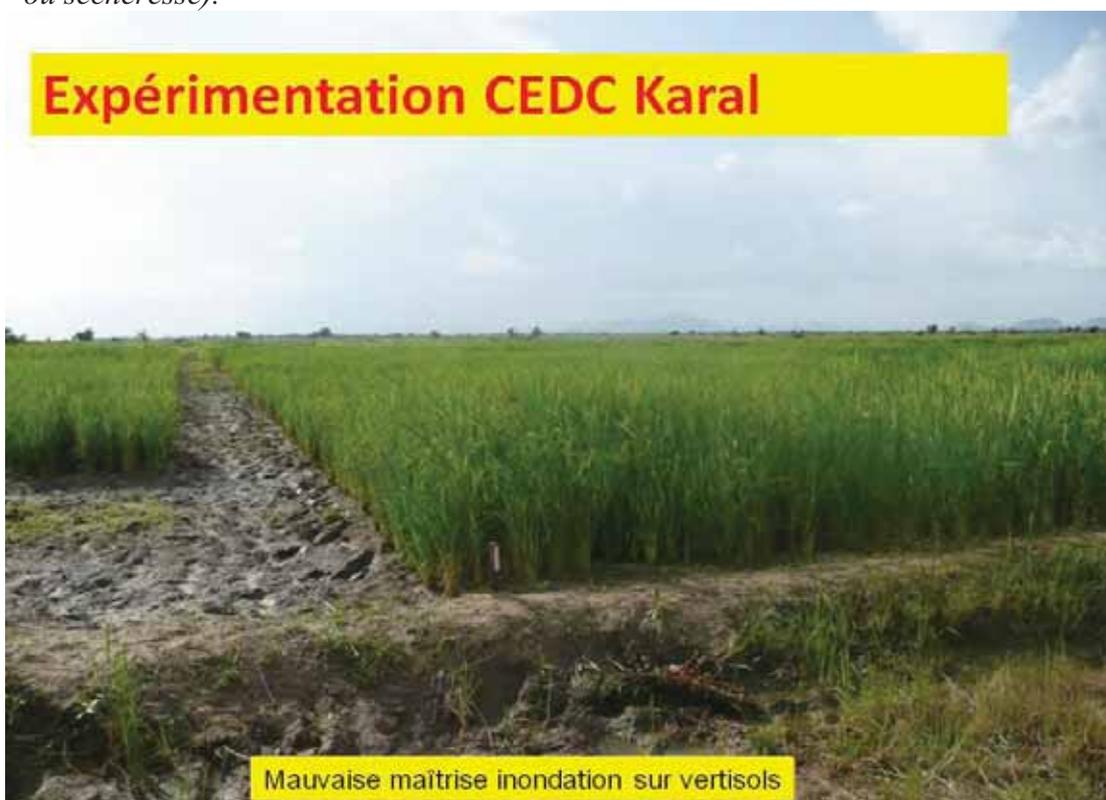
- **Riz Sebota** sur poches de vertisols → très beau potentiel, mais mélanges de variétés, préjudiciables aux rendements.

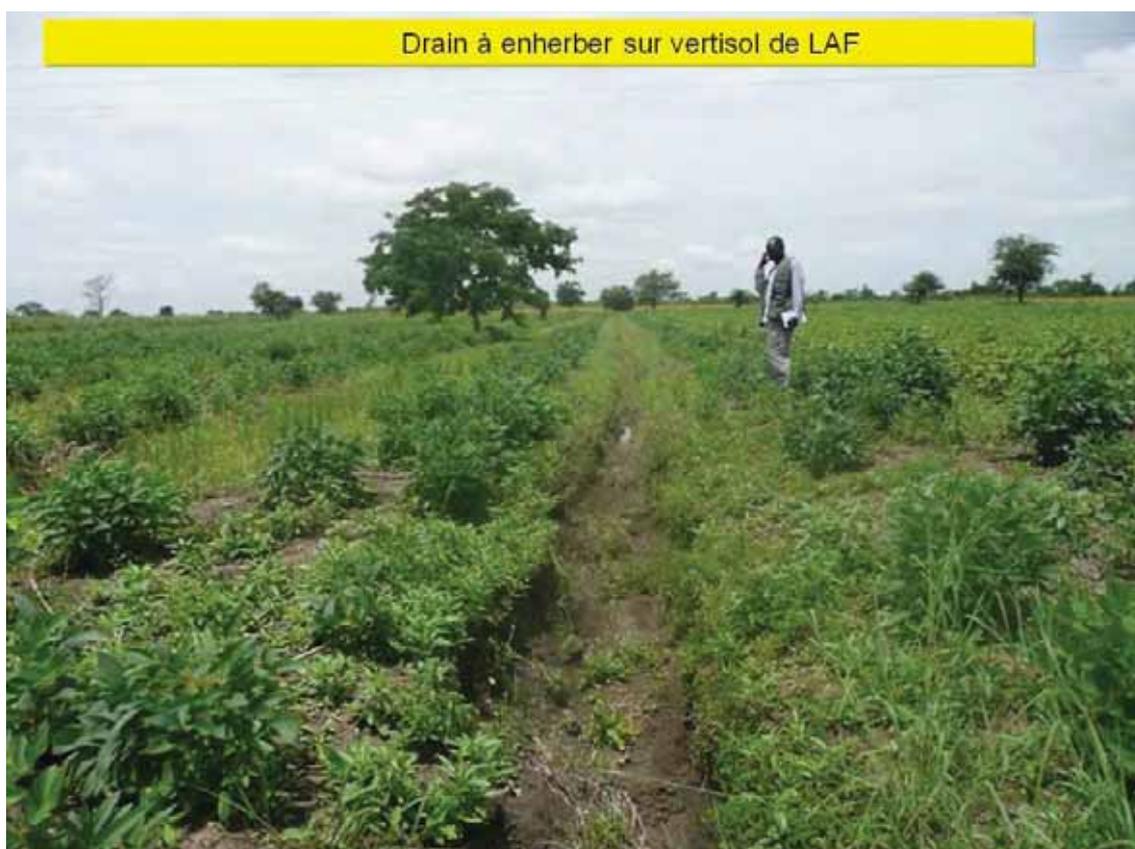






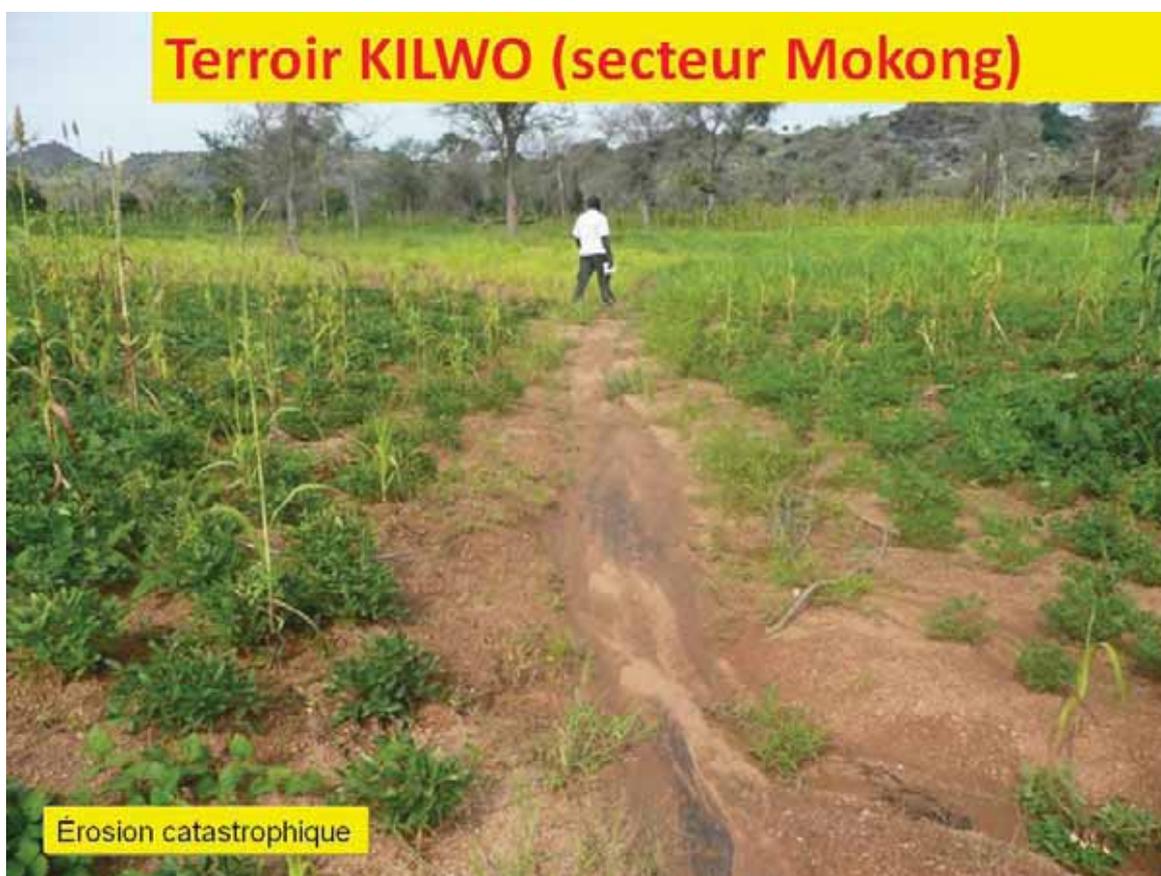
- **Sur Karé** – contraintes et limitations liées au type de sol et au régime hydrique fluctuant interannuel → Nécessité de la mise au point de systèmes d'aménagement reproductibles, simples, faciles à entretenir et fonctionnels face à la variabilité climatique (*érosion, excès eau ou sécheresse*).





- **Croûtes de battance en début des pluies** qui obligent à des resemis fréquents si le sol n'est pas protégé par une biomasse protectrice.

- **Sur sols ferrugineux** – souvent état de dégradation extrême des sols (*ex. kilwo*) sous une érosion très intense.
→ L'efficacité des systèmes SCV ne peut être mise en œuvre car il faut impérativement œuvrer à l'échelle de l'unité de paysage (*SCV + embocagement*) pour contenir les flux de ruissellement d'ensemble qui se moquent bien des structures foncières et d'exploitation ! → cf. recommandations : la démarche « terroir ».



- **Feux de brousse, divagation des animaux, conflits inter-ethniques pour le partage des ressources naturelles.**

Dans ces deux régions les « logiques paysannes » peuvent constituer un frein à l'appropriation durable des SCV : là où les couverts végétaux ont régénéré la fertilité des sols, les paysans relabourent, comme dans la tradition après les jachères de longue durée.

Les politiques de développement peuvent également être un frein important à l'appropriation durable SCV, lorsque simultanément, elles vendent des charrues et font la promotion des SCV, soit des mesures qui peuvent apparaître contradictoires pour les agriculteurs (*confusion dans les messages et/ou leur mise en œuvre*).

II – RECOMMANDATIONS A LA RECHERCHE ET AU DÉVELOPPEMENT : Assurer les progrès SCV et leur diffusion à très grande échelle, contribuer à la conception et mise en œuvre du futur projet ESA III qui devra intégrer agriculture de conservation et élevage dans une dynamique concertée-négociée entre tous les acteurs à l'échelle des terroirs et unités de paysage.

2.1. L'outil essentiel de diffusion SCV intégrateur de l'agriculture de conservation-élevage : la « démarche terroir »

2.1.1. Rappel de quelques « évidences » lourdes de conséquences pour l'élaboration des politiques de développement régional

. Sur les démarches :

- Les enquêtes à répétition socio-économiques dont personne ne conteste l'utilité comme outil de diagnostic (*si il est rapide*) et de suivi-évaluation, sont souvent perçues comme de véritables « autopsies » du développement qui ne peuvent à elles seules, sans apport technologique majeur de régénération du capital environnemental (*patrimoine sol en particulier, outil de production*), prétendre transformer les petites agricultures familiales déshéritées (*capital environnemental en destruction permanente*) en agriculture durable.
- De la même manière, les démarches strictement « techniciennes » qui tentent de « plaquer » des innovations techniques dans les agricultures paysannes sans prendre en compte leurs conditions socio-économiques et culturelles et leurs possibilités réelles d'évolution, sont vouées à l'échec.

. Sur les méthodes et stratégies de R.A. et de la R-D :

Les méthodes et stratégies de diffusion SCV sont aussi importantes que les ressources allouées (*moyens financiers et humains*) pour l'efficacité de la diffusion (*critères quantité et qualité*) ; des progrès considérables ont été faits dans ces domaines au cours des 3 dernières années par l'ESA pour que ces techniques agroécologiques trouvent toute leur efficacité et toute leur mesure : produire plus, plus propre et au moindre coût, dans un environnement totalement protégé, dont les ressources et l'espace sont négociés entre tous les acteurs.

La stratégie des projets de développement ne peut être basée exclusivement sur « l'approche exploitation » qui adapte les SCV aux exploitations agricoles et fait courir le risque d'un « développement durable de la pauvreté », car cette stratégie ne prend pas en compte, simultanément, production agricole et les unités de paysage qui impriment des dynamiques de dégradation très rapide des sols et du capital « ressources naturelles ». La première fonction des SCV qui est de contrôler l'érosion des sols n'est plus utilisée...

La stratégie à mettre en œuvre, consiste à utiliser les SCV comme des pratiques systémiques de structuration et de transformation des unités de paysage donc des terroirs et espaces non agricoles qui y sont inclus.

Plutôt que d'adapter les SCV à l'exploitation agricole (*et à la pauvreté*), unité de production limitée et dispersée dans l'espace dynamique du paysage, il faut se servir des SCV comme outils de transformation du contexte de production à l'échelle des unités de paysage : intégration agriculture de conservation et élevage, reconstitution du capital « ressources naturelles », dans un environnement aménagé, protégé et négocié entre les acteurs.

Les unités de paysage réunissent sur un même lieu : problèmes environnementaux, fonciers, de production agricole et de ses relations avec les espaces extra-agricoles (*flux hydriques, de main d'œuvre, de productions d'aliments et biomasses, stocks et gestion des ressources, et leurs inter-relations*). Les SCV peuvent imprimer de profondes et rapides transformations des contextes physiques, de production et humains.

Ex. : Une meilleure adéquation peut être négociée entre les acteurs, entre la nature des activités agricoles et la vocation agricole des sols. Par exemple, les espaces de fragilité, qui supportent des sols très dégradés, devraient être occupés en priorité par l'élevage après restauration par des couverts régénérateurs (*Brachiarias, Stylosanthes, Crotalaria j., Cassia r.*) qui bénéficieraient d'une gestion rationnelle, durable, pendant la saison des pluies → utiliser les sols les plus dégradés pour l'élevage et non pour les cultures vivrières plus exigeantes.

Ce type de démarche volontariste pour transformer les paysages et le contexte socio-économique de production a été progressivement mis en place dans la région Nord Cameroun, dans une agriculture de plus en plus pauvre, qui paraissait définitivement inscrite dans la « fatalité » ; grâce à l'approche SCV « unités de paysage x terroirs », élevage transhumant, vaine pâture, feux de saison sèche, et production alimentaire vivrière + coton de rente peuvent être progressivement aménagés, négociés au profit de tous et de l'environnement, montrant qu'un tel contexte de « fatalité » peut être progressivement transformé aussi bien dans ses composantes physiques que socio-économiques et culturelles... (*cf. travaux de l'ESA/Sodecoton*) ; sur les terroirs pilotes et encadrés, les troupeaux transhumants ne passent plus sur les terroirs, mais suivent des parcours et des portions de territoire qui leur sont réservés et où est produite une énorme réserve fourragère par les agriculteurs des terroirs, comme compensation à la pratique de la vaine pâture. Les résidus de récolte et les biomasses associées en SCV peuvent ainsi être peu à peu préservés sur les parcelles de culture ; les feux de brousse sont progressivement contrôlés. On passe ainsi de modes d'exploitation prédateurs et fatalistes condamnés aux trappes de pauvreté à des modes d'exploitation négociés, inscrits dans la régénération des sols, la reconstitution du capital de ressources naturelles et l'agriculture durable.

Ainsi, progressivement et de manière objective issue de l'action permanente pour, avec et chez les agriculteurs s'est mise en place une approche dynamique intégrée de recherche-action (*RA*) et de diffusion construite sur la dimension des terroirs et unités de paysage, négociée et concertée entre tous les acteurs.

C'est dans cet ensemble dynamique : ajustement continu des systèmes SCV x milieux pédoclimatiques et socio-culturels différenciés, que se sont affinées des méthodes de R-A et de diffusion efficaces et performantes multi-acteurs, qui peuvent maintenant être généralisées au Nord Cameroun et servir d'exemple pour construire les agricultures durables en Afrique et Asie.

(*) *A titre d'exemple, cette démarche terroir fondatrice qui a été élaborée à Madagascar dans le cadre du GSDM (L. Séguy, O. Husson, Rakotondramanana – 2004) est exposée ci-après :*

2.1.2. La démarche « gestion des terroirs », en pratique pour la diffusion des SCV au Nord-Cameroun

() Compte tenu de son importance stratégique pour le futur projet ESA III, la démarche est décrite dans son intégralité, accompagnée de résultats résumés sur ces principales performances entre 2007 et 2010 sur les terroirs de Windé Pintchoumba, Tapi, Mbitoum, Ngoumi, Kilwo et Koza (O. Balarabé, L. Séguéy et équipe ESA R/A – PCS/ESA 2010).*

Introduction

Dans l'ensemble du dispositif SCV de l'AFD, le contexte du Nord-Cameroun semble être celui le plus contraignant pour la diffusion d'une innovation système. Ce terrain rassemble à la fois :

- Une petite agriculture peu mécanisée sur des petites surfaces
- Des contraintes socioculturelles très marquées, avec :
 - o des problèmes spécifiques de tenure foncière et de mauvaise définition des droits de propriété,
 - o Des systèmes de culture très peu diversifiés, malgré la diversité des unités de sols et des facteurs climatiques,
 - o Un système d'élevage varié, allant d'une intégration au sein du système d'exploitation de l'agro-éleveur à un élevage transhumant, avec ou sans agriculture, en complète concurrence avec celle-ci pour l'accès aux résidus de culture,
- Des conditions socio-économiques favorables pour une bonne gestion de la filière coton :
 - o Un maillage efficace de l'encadrement technique sur le terrain
 - o Une bonne structuration des organisations paysannes
 - o Des facilités de logistique et de crédit spécifiques pour l'accompagnement des agriculteurs.

Tout ceci permettant d'apporter un appui complet et efficace aux agriculteurs SCV, et permettant ainsi de faire des progrès rapide sur une démarche « gestion des terroirs » sans avoir des effets d'interaction avec des contraintes relevant de la logistique semencière, d'intrants agricole, de gestion des crédits ou d'encadrement comme par exemple dans le contexte Malgache.

La démarche « Gestion des terroirs a été mise en œuvre et ajustée à partir des recommandations des missions de Lucien Séguéy au Nord-Cameroun sur une approche « gestion des terroirs », surtout développée à partir de Madagascar et bien explicitée dans un document de terrain diffusé par le Groupement semis direct à Madagascar. (*GSDM*).

I- Les objectifs d'une démarche « gestion des terroirs »

De manière globale, l'objectif de cette démarche est d'assurer une diffusion adaptée et durable de l'innovation au sein de chaque contexte. Mais en fonction de l'échelle à partir de laquelle on veut raisonner, cet objectif global peut se décliner en trois sous-objectifs :

- A l'échelle collective, il s'agit d'intégrer les aspects liés à la gestion collective des ressources naturelles (en terre, biomasse etc...) à l'échelle la plus pertinente, dans un cadre d'aménagement de l'espace et du terroir, afin de faciliter l'appropriation de l'innovation sans faire émerger de nouveaux conflits sur l'usage des ressources.
- A l'échelle de l'exploitation agricole, il sera question de prendre en compte les aspects gestion de la fertilité, des biomasses et des facteurs de production au sein même de cette exploitation, afin de s'assurer l'adéquation entre l'innovation et les ressources productives de l'exploitation. Il s'agit surtout des conflits intra-exploitation de gestion d'un même produit pour des usages différents. Les questions abordées ici concernent les interactions entre engrais minéral et fumier, usage des résidus de culture pour l'alimentation du bétail, la couverture du sol ou d'autres usages domestiques.
- Initier un changement d'échelle à la mise en œuvre des SCV pour améliorer l'efficacité de l'innovation à générer des externalités positives (échelle « Unités de paysage »).

II- Les principes généraux de la démarche

Cinq principes guident la démarche « gestion des terroirs » et en forment la base fondamentale. Ces principes restent valables pour d'autres innovation systèmes, notamment ceux mis en œuvre dans le cadre d'une Recherche action en milieu réel.

Principe 1 : Partir d'une hypothèse de l'adaptation de l'innovation au contexte, vers l'adaptation du contexte à l'innovation (**changement technique ET institutionnel**). Ce principe fondamental pose les bases de l'innovation institutionnelle de toute la démarche. Très souvent, le choix de partir d'une innovation technique laisse certaines « écoles de pensée » jeter l'hypothèse d'un contexte socioculturel inadapté à la diffusion des innovations. Dans une démarche gestion des terroirs, l'hypothèse même est de modifier en même temps les institutions et les techniques.

Principe 2 : Progresser dans l'accompagnement en partant des contraintes « collectives » vers les contraintes « individuelles » suivant un schéma :1) Contraintes « Territoire »→2) Contraintes « Exploitation »→3) contraintes « Parcelle »). La nécessité d'intervenir simultanément sur toutes les échelles et la spécialisation des compétences pour la diffusion des innovations entraîne malheureusement les équipes de diffusion des innovations à privilégier certaines échelles sur d'autres ? Ce principe, non seulement rappelle la nécessité d'intervenir sur les trois échelles, mais l'ordre et la priorité d'intervention.

Principe 3 : Faciliter un cadre propice à la concertation entre acteurs et au respect des règles négociées (renforcement institutionnel). Ce troisième principe renvoie à des activités très souvent non comptabilisées dans les résultats attendus par les projets de diffusion des innovations systèmes. Comme préalable à toute réalisation technique dont les effets cumulés augmentent avec le temps, et sa pérennisation, le cadre de concertation doit désormais être pris en compte, et même si ces effets sont mesurés à travers les indicateurs de résultats quantitatifs, des activités concrètes d'appui à la concertation doivent être prévues et comptabilisées dans la démarche.

Principe 4 : Assurer aux différents acteurs l'appui technique et matériel que nécessite la modification des règles de départ (Accompagnement global). C'est seulement à cette étape

qu'on retrouve les conditions techniques de mise en œuvre des parcelles de qualité. Ces conditions comprennent toute la logistique d'intrants et de semences agricoles, la mécanisation et la mise en place des systèmes de crédit et d'encadrement technique, sans forcément prendre en compte les aspects de subvention proprement dits. Ce dernier principe est lié à la démarche de Recherche action fondamentalement basé sur une réplification déterminée par la qualité des réalisations techniques.

Principe 5 : Diversification et flexibilité de l'offre technique, à la fois en réponse aux contraintes de la parcelle ou de l'exploitation, mais aussi pour contourner les contraintes collectives liées à la gestion des ressources impliquées. Ce principe repose sur la multifonctionnalité des innovations systèmes, et indique que le choix des adoptants dépendra fortement de la capacité des différentes options proposées pour résoudre les contraintes prioritaires de ces derniers.

III- Les étapes de la démarche

Il s'agit ici de donner le détail de la déclinaison concrète des activités à mener sur le terrain suivant un ordre précis.

Comme préalable à toute démarche « gestion des terroirs » un travail de zonage du terroir d'étude est fondamental. La démarche « gestion des terroirs » consistant concrètement à sélectionner quelques terroirs représentatifs de toute la zone d'intervention, et d'y construire progressivement un référentiel technique et institutionnel des innovations à mettre en place, ce travail de zonage permet d'obtenir de grands ensembles à l'intérieur desquels on peut échantillonner un terroir représentatif, et deux ou trois terroirs de réplification où le référentiel construit pourra être répliqué avec un encadrement plus faible, c'est-à-dire des moyens (humains et matériels) acceptables dans une démarche projet.

Sur le terroir de référence (terroir principal retenu où sont concentrés les efforts de construction du référentiel), il pourrait être nécessaire de procéder à une contractualisation entre « le projet » et les acteurs du terroir pour garantir les conditions dans lesquels les innovations institutionnelles surtout seront expérimentées, mais aussi les risques encourus par certains groupes d'acteurs et les assurances prises par l'équipe du projet. Plus concrètement, un fond de garantie encadrerait les risques techniques (différents des erreurs commises par les agriculteurs par non-respect des instructions techniques) liés aux innovations, de même que les autres risques liés à l'introduction de nouvelles règles d'accès à l'espace et aux ressources dans le terroir. En règle générale, dans le cadre de l'introduction des SCV, peu de réclamations sont faites et le fonds de garantie n'est le plus souvent sollicité qu'en cas de mauvaise pluviométrie ayant empêché certaines cultures de diversifications de boucler leur cycle ou bien lorsque les aménagements nécessaires n'ont pas permis à l'agriculteur de mettre en place la culture habituellement produite.

Très souvent, le plus grand reproche fait aux tentatives de réorganisation de l'utilisation de l'espace ou bien d'introduction d'innovation technique complexe est d'avoir nécessité beaucoup d'effort, de concentration de ressources humaines et matérielles, et par conséquent d'être onéreuses à diffuser. Dans le cadre d'une démarche terroir, en plus du terroir de référence où les risques sont encadrés et les efforts concentrés, d'autres terroirs de réplification dans la même zone sont retenus. Il y est alors investi un effort minimum en matière d'encadrement technique, et l'ensemble des nouvelles règles collectives testées et proposées dans le terroir de référence y sont directement transposées, juste en facilitant les échanges entre les deux terroirs. Le résultat de cette démarche est de se rendre compte que le plus important

dans le processus d'innovation institutionnelle est l'émergence des règles optimales. En milieu paysan, dès que des règles ont pu être mises en place ailleurs et des échanges organisés entre les deux villages, la réplication est incroyablement facile, pour peu que les conditions socio-culturelles soient similaires. Les terroirs de réplication quelquefois arrivent à faire émerger des dynamiques d'adoption supérieures à celle du terroir de référence.

Au Nord-Cameroun, le travail de zonage de Dugué (1998) a été constructif. Il a permis de répartir la zone cotonnière en neuf ensembles distincts en fonction des systèmes de culture, systèmes d'élevage, pression démographique, types de sols, etc. Dans une logique de diffusion d'innovation système, il a été couplé une cartographie « potentiel agronomique des sols » pour obtenir un zonage plus fin et adapté aux besoins de la démarche. La carte du potentiel agronomique des sols se justifiait dès lors qu'on abordait la problématique de détournement de la pression de valorisation des terres cultivées. Dans cette logique, et en considérant les innovations agronomiques sur vertisols et hardés, ces dernières unités de sols devenaient un réservoir productif, et leur utilisation alternative pouvait procurer une marge de progrès énorme sur la gestion des contraintes liées à l'élevage et sur la production céréalière. Les terroirs retenus ainsi que les résultats obtenus seront abordés plus loin.

Après le zonage de la zone d'intervention, les étapes suivantes seront effectuées seulement sur le terroir de référence. Seuls les résultats obtenus seront transposés sur les terroirs de réplication et non la démarche entière. Ces étapes, en respect avec le deuxième principe de la démarche « gestion des terroirs », seront déclinées en fonction des échelles et en allant de l'échelle la plus collective vers la plus individuelle.

A l'échelle collective (unité de gestion collective du terroir)

1. Diagnostic initial nécessaire pour adapter les propositions aux conditions spécifiques du terroir [*année 0*]. Il s'agit d'un diagnostic agropastoral rapide, couplé à une compréhension du milieu humain et physique. Les points sur les quels ce diagnostic doit insister sont surtout les contraintes sur les systèmes de culture et d'élevage, les interactions entre les deux, l'organisation sociale et les règles qui régissent l'accès aux ressources productives et leur gouvernance, et aussi d'interroger les interactions entre composantes pour la gestion de la fertilité des sols pour le cas de l'introduction des SCV. Ce diagnostic doit déboucher sur une carte d'occupation des sols qui permettrait de comprendre le fonctionnement du terroir et les pistes pour une nouvelle répartition de l'espace et donc des ressources productives entre les différents groupes d'acteurs présents.
2. Animation et sensibilisation pour la mise en place d'une plate forme de concertation inter acteurs [*année 1*]. La plate-forme de concertation reste l'instance où les propositions de l'équipe du projet seront expliquées et discutées. C'est à cet échelon que ces propositions seront validées c'est-à-dire appropriées et défendues par les acteurs eux-mêmes ou bien amendées ou tout simplement rejetées. Au départ commis pour discuter des seuls thèmes « organisation du terroir et de l'espace », ces plates-formes ont évolué vers la validation mêmes des programmations quantitatives des activités à l'intérieur du terroir par des planteurs individuels car l'engagement des différents paysans et leur capacité sont mieux connus par les autres paysans que par les Techniciens du projet.

3. Proposition d'une large gamme de systèmes et adaptation spécifique aux spécificités du terroir. *[Année 1]* Toujours la première année d'intervention du projet dans le terroir, le soin doit être retenu de proposer toutes les alternatives techniques permettant de répondre aux besoins des acteurs du terroir, afin que la sélection soit faite par eux-mêmes. Ceci implique à la fois d'avoir quelques paysans expérimentateurs pour chacun des systèmes proposés, mais aussi de mettre en place des parcelles en régie de démonstration afin d'éviter les dérives liées à la contre-démonstration en milieu réel.
4. Mise en œuvre du suivi-évaluation comme outil de pilotage collectif et participatif dans le terroir (**approche compréhensive et constructive**). *[Année 1]* Le meilleur cadre de suivi-évaluation dans un terroir reste les séances bilan de fin de campagne avec l'ensemble des acteurs, et le cadre plus restreint de la plate-forme de concertation. Il sera aussi important de trier entre les propositions que de trouver les raisons des échecs et des succès, afin de savoir entre les alternatives testées, celles à reprendre et celles à laisser tomber. Les indicateurs de suivi-évaluation doivent être clairement précisés de manière à ne pas faire de confusion au niveau des acquis de la campagne. Par exemple, la qualité du fonctionnement du cadre de concertation devrait être évaluée par le taux de conservation de biomasse sur les parcelles et le taux de reconduction des parcelles en SCV d'une année à l'autre, et non par les rendements des cultures. Par contre, l'effet global SCV par culture, certes liées au taux de conservation de la biomasse sur les parcelles, peut être directement estimé par les rendements des cultures.

A l'échelle de l'exploitation (unité de gestion et de choix individuel)

1. Réalisation d'une typologie des exploitations et proposition des options SCV **les mieux appropriables au début** pour chaque type *[année 0]*. Même si déclinée ici à l'échelle de l'exploitation, cette activité est en réalité menée dans le cadre du diagnostic rapide du terroir. Il sera surtout question de regrouper les unités d'exploitations en entités comparables, en fonction des intérêts de l'innovation système à adopter. Les facteurs de typologie dépendent d'abord du contexte global du terroir. En règle générale, les éléments déterminants de la typologie sont l'intégration et la taille de l'élevage dans l'exploitation, les composantes du système de culture, et très globalement la taille de l'exploitation. De manière opérationnelle, la typologie permet d'adapter les propositions techniques aux réalités des exploitations, ce qui quelque fois peut être contre-intuitif étant donné la divergence des trajectoires des exploitations et la capacité des innovations systèmes à modifier ces trajectoires. Une innovation donnée peut alors être une opportunité pour l'exploitation d'investir sur une activité productive marginale au départ.
2. Accompagnement technique des agriculteurs pour s'approcher de l'optimum technique proposé (appropriation facile de court terme), *[année 1]*.
Etant donné que l'expression optimale du potentiel de l'innovation dépend fortement au départ de la qualité de l'encadrement technique. Un encadrement optimal est nécessaire au moins, sur le terroir de référence. Par contre, sur les terroirs de répliation, cet encadrement sera fortement allégé. Dans tous les cas, sur les terroirs, des parcelles de démonstration serviront à estimer la distance technique entre l'optimum recommandé et les pratiques paysannes.

3. Flexibilité de l'offre technique, [Année 2].

En partant des systèmes SCV les plus simples (on parle d'habillage en SCV des systèmes conventionnels), apporter l'accompagnement global pour l'appropriation des options SCV plus complexes mais plus efficaces économiquement, étant donné les objectifs à moyen terme de l'Exploitation Agricole ;

4. Conseil de gestion pour une réorganisation de l'utilisation des ressources productives au sein de l'exploitation (dynamique des trajectoires des exploitations), [année 2].

En prenant en compte la proposition des options SCV les plus adaptées aux différents types d'exploitations et la sophistication progressive des systèmes à proposer, les activités de conseil de gestion consisteront également à accompagner les exploitations dans la réorganisation sur l'utilisation des ressources. De plus, en permettant d'identifier les priorités d'évolution de l'exploitation (très souvent non révélées par une investigation sur l'état de l'exploitation, mais par des enquêtes) ce conseil de gestion permet de proposer un conseil spécifique pour accompagner l'exploitation vers la direction souhaitée, pour permettre à l'innovation de véritablement servir de levier de progression à l'exploitation. Pour des raisons liées à l'optimisation des ressources d'encadrement, ce conseil de gestion spécifique est réservé aux grandes exploitations.

A l'échelle de la parcelle et des unités de paysage (Unité de gestion technique)

Comme pour les étapes à l'échelle de l'exploitation, celles à l'échelle de la parcelle peuvent avoir déjà été prises en compte dans l'échelle collective. Elles seront tout de même rappelées dans leur contexte pour en faciliter la compréhension des enjeux et de la démarche.

1. Réalisation d'une carte du terroir et négociation concertée des « blocs de cultures » au sein du territoire, [Année 0]

La réalisation de la carte fait partie du diagnostic initial rapide, alors que la négociation concertée des blocs spécifiques se fera avec l'ensemble des acteurs et validée dans le cadre de la plate-forme. Ces blocs devront comprendre : a) les blocs de conservation stricto-sensu (=blocs SCV), b) des blocs fourragers (=blocs cultivés où les résidus seront réservés au bétail) et c) des blocs mixtes où des échanges seront quand même nécessaires entre l'agriculteur et l'éleveur avant l'accès aux résidus. La matérialisation des différents blocs peut se faire soit en utilisant des marques (peintures) de couleur différentes sur les arbres, soit et c'est le mieux, en revégétalisation l'espace à l'aide des espèces arbustives ou herbacées spécifiques. Enfin, des couloirs de passage des animaux doivent être définis entre les zones de parcage et les lieux de pâturage.

2. Approche collective pour une meilleure efficacité des externalités positives, [Année 1].

Il s'agit ici de prévoir pour le cas des terroirs à forte pente par exemple une concentration des actions pour permettre d'optimiser les effets externes de l'innovation, y compris ceux non liés au rendement des cultures. La concentration des actions doit se faire de l'amont vers l'aval de la toposéquence. C'est la logique aménagement des unités de paysage à l'intérieur de la démarche globale « gestion des terroirs », et des terroirs eux-mêmes qui peuvent faire partie d'un ensemble plus vaste ou « bassin versant ».

3. Identification d'un enjeu agronomique (intérêt) prioritaire pour adapter une « entrée » en SCV, [Année 1].

Même si ce point est cité à la fin, il reste l'un des plus importants de la démarche vu la multifonctionnalité de l'innovation. Pour l'exploitation, il existe bien un ordre de priorité entre les intérêts de la technologie, et il faut absolument répondre à cette priorité. Il s'agit alors de répondre à la fois à la contraintes de fertilité des parcelles et aux priorités de gestion du chef d'exploitation. Les intérêts possibles dépendent très souvent des zones agro-écologiques et de la qualité des parcelles (efficacité de la gestion de l'eau dans les zones à faible pluviométrie, meilleure valorisation du potentiel de fertilité pour les parcelles dégradées, lutte contre l'enherbement pour le sud de la zone cotonnière, etc.). Il s'agit ici de la **Thématique d'entrée SCV**

4. Mise en place des parcelles de démonstrations pour contrôler les dérives liées au respect des itinéraires techniques optimaux, [Année 1].

IV-Les enjeux de la démarche « Gestion des terroirs »

Il s'agit ici d'insister sur quelques points importants de l'ensemble de la démarche, qui peuvent influencer l'intervention. Ces précisions peuvent être superflues, mais permettent de justifier assez souvent les contraintes à la diffusion des innovations complexes au sein des terroirs villageois. On peut citer :

- Le choix des terroirs doit être représentatif d'un large ensemble pour faciliter la réplication des résultats
- L'établissement d'une relation de confiance avec les acteurs du terroir et l'équipe d'encadrement à entretenir par une grande proximité et un grand travail d'animation
- Une intervention en temps réel nécessitant une promptitude à la réaction et un niveau de technicité satisfaisant des équipes de terrain
- L'obligation des résultats: tout échec est perçu comme une insuffisance des techniques et peut entraîner une remise en cause des propositions techniques
- Un terrain de formation et d'encadrement à grande échelle des agriculteurs utilisateurs des innovations proposées

V- Résultats dans quelques terroirs du Nord-Cameroun

V-1- Zonage de la région cotonnière et choix des terroirs de référence

Tableau 1: Zonage de la région cotonnière et choix des terroirs de référence

Zones	Terroir de référence	Terroir de réplication	Observations
Zone sud du bassin cotonnier	-Tapi	-Mbitom 2 -Ngoumi -Reyna	Grande différenciation des terroirs en fonction de l'origine migrante ou pas des populations
Zone du front pionnier des migrants	/	-Windé pintchoumba	/
Zone	-Laïndé Massa	-Laïndé Tchitta	Terroir fortement dégradé ces dernières

périphérique de Garoua		-Langui	années
Zone intermédiaire du Mayo Louti et Mayo kebi	/	-Louggué Magadji	Pas de terroir de référence car similarité avec les zones 1 et 2 en termes de type de systèmes à mettre en place
Zone des piedmonts	-Kilwo	-Koza	Situation spécifique de Koza qui est un terroir à sols alluvionnaires riches.
Zone des plaines du bec de canard	-Sirlawé	-Lara - Piwa	Prise en compte de la disponibilité des hardés pour le choix du terroir
Zone Nord du bassin cotonnier	-Djanganl	-Diguir	Prise en compte de la disponibilité et du type de vertisols comme potentiel nouveau de production.
TOTAL	5	11	/

Au total, 5 terroirs de référence ont été retenus, et 11 terroirs de réplication pour compléter l'échantillonnage au sein des principales zones identifiées. De manière concrète, un technicien terroir est chargé du suivi de la mise en œuvre de la démarche dans un terroir de référence, alors qu'un paysan vulgarisateur choisi parmi les adoptants SCV est retenu pour assurer le suivi dans les terroirs de réplication. En allant du sud plus arrosé et moins globalement moins contraint vers le Nord, les terroirs de référence retenus sont :

- Tapi, front pionnier, zone de migration récente, taux d'occupation des sols faible, pluviométrie très bonne, élevage transhumant, sols relativement fertile. Village d'autochtone Mboum assez réceptifs aux innovations.
- Laïndé Massa, dans la plaine de la Bénoué, zone de migration ancienne, taux d'occupation de l'espace moyen, pluvio 1000 mm, sols dégradés, élevage transhumant et sédentaire, mais aussi forte concurrence de l'arachide au coton dans les systèmes de culture.
- Kilwo, zone des piedmonts des Monts Mandara, taux d'occupation des sols très élevé, pluviométrie autour de 800 mm, sols pauvres, petit élevage + transhumance périodique, et forte érosion sur les pentes, nécessitant un aménagement à l'échelle des unités de paysage.
- Sirlawé, plaine Toupouri, zone d'agro éleveurs autochtones d'ancienne occupation, pluviométrie inférieure à 750 mm, sols sableux dégradés, taux d'occupation des sols élevé, mais existence des jachères. Une propension forte à l'augmentation du cheptel semble émerger, avec comme corollaire une augmentation dans l'utilisation de la fumure organique. Présence des vertisols intermédiaires, permettant la culture du sorgho baburi.
- Djanganl, dans la plaine de Mora et du Diamaré, zone d'agroéleveurs migrants et autochtone, avec des superficies relatives très élevées de vertisols, le développement des cultures alternatives au coton telles que l'oignon, nécessitant des aménagements et des irrigations d'appoint.

V-2- Résultats comparés de la démarche entre terroirs**Tableau 2 : Bilan de l'appropriation des innovations SCV sur les terroirs de référence en 2010.**

Terroirs/Spécificités	Tapi	Laïndé massa	Kilwo	Djangal	Sirlawé
Qualité des parcelles	mauvaise	moyenne	mauvaise	moyenne	Bonne
Objectifs quantitatifs	84 ha	62 ha	59 ha	56 ha	93 ha
Dynamique d'appropriation	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Moyenne	Très bonne
Contraintes du système d'élevage	moyenne	forte	faible	forte	Forte
Objectifs quantitatifs éleveurs	7 ha	14 ha	1 ha	5 ha	26 ha
Fonctionnement du cadre de concertation	Bon	mauvais	mauvais	moyen	Bon
Préservation des résidus de culture	Bonne	mauvaise	bonne	/	moyenne

Tableau 3 : Perspectives des actions sur les terroirs de référence du PCS/ESA en 2011

Terroirs/Spécificités	Tapi	Laïndé massa	Kilwo	Djangal	Sirlawé
Négociation de l'espace	Claire et définitive	Mauvaise	Claire	Pas claire	Claire et définitive
Entrée agronomique	Maîtrise de l'enherbement	Enherbement et fertilité	Gestion de l'eau	Gestion de l'eau	Fourrage et gestion de l'eau
Appui au système d'élevage	A intensifier	A intensifier	Pas nécessaire	A construire	Bien amorcé
Embocagement	Pas nécessaire	Pas nécessaire	nécessaire	Nécessaire sur la sole pluviale	Nécessaire en champs de case
Autres actions	Reconstruire la fertilité sur les parcelles abandonnées	/	Approche « unité de paysage »	Intensification des systèmes sur vertisols	Appui à la production fourragère

V-3- Résultats quantitatifs par terroir**Tableau 4: Résultats quantitatifs pour agriculteurs de Laïndé Massa**

Système	Réalisation	Observation
Céréale Associées	36	Appui aux Agriculteurs et Agro-éleveurs
Système à base de Brachiaria	15	
Système à base de Stylosanthès guyanensis	7	
Système à base de Jachère	10,75	
Système à base de manioc	1	
Total appui aux agro-éleveurs	69,75	

Tableau 5 : Résultats quantitatifs pour éleveurs de Laïndé Massa

Système	Réalisation	Observation
Brachiaria pur	4	Appui aux Eleveurs Mbororo
Stylosanthès guyanensis en cours	5	
Céréales associés fourrage	5	
Total appui aux Eleveurs	14	

Tableau 6: Evolution des réalisations à Windé Pintchoumba

Système	Réalisation			
	2007	2008	2009	2010
Céréales Associés	6,5	7	8	10,25
<i>Brachiaria</i> pur	/	10	26	19,25
Coton sur biomasse conservée	2	3,5	9	33
Total surface	8,5	20,5	43	62,5
<i>Nombre de planteurs</i>	9	16	35	93
Taux de conservation de Biomasse	/	31%	53%	96%

Tableau 7: Evolution des réalisations à Tapi

Système	Réalizations (en ha)			
	2007	2008	2009	2010
Cultures associées	2	7	19	22
<i>Brachiaria</i> pur	/	6	12	10
Culture sur Biomasse conservée	0.25	0.5	12	20
Jachères à mucuna	2.5	7	5	2
<i>Jachères à Stylosanthès</i>	/	2.25	5	12
Fourrage (<i>Brachiaria</i> et Pois d'angole)	/	1	3	6
Total surfaces	4.75	24	56	92
Taux de conservation biomasse	/	25%	75%	80%
Nombre de planteurs	13	25	92	97

Tableau 8: Evolution des réalisations à Mbitoum

Système	Réalizations (en ha)			
	2007	2008	2009	2010
Cultures associées	2	13	13	13
<i>Brachiaria</i> pur	0,5	7	14	11
Culture sur Biomasse conservée		0,5	9	15
Jachères à mucuna		2	4	3
<i>Jachères à Stylosanthès</i>			4	6
Fourrage (<i>Brachiaria</i> et Pois d'angole)			4	6
Total surfaces	2,5	22,5	48	54
Taux de conservation biomasse	/	20%	45%	55%
Nombre de planteurs	4	14	25	32

Tableau 9: Evolution des réalisations à Ngoumi

Système	Réalizations (en ha)			
	2007	2008	2009	2010
Cultures associées	4	7	13	19
<i>Brachiaria</i> pur	0,5	7	24	32
Culture sur Biomasse conservée	/	0,5	9	17,5
Jachères à mucuna	/	3	6	4
<i>Jachères à Stylosanthès</i>		/	0,75	9
Fourrage (<i>Brachiaria</i> et Pois d'angle)	/		1	1,25
Total surfaces	4,5	17,5	53,75	82
Taux de conservation biomasse	/	11%	64%	72%
Nombre de planteurs	6	18	64	78

Tableau 10: Résultats quantitatifs avec les agriculteurs à Kilwo

Systèmes	Surface programmée (ha)	Surface réalisée (ha)	Taux de réalisation (%)
<i>Sorgho+brachiaria</i>	17	17,5	103
Sorgho+crotalaire	11,75	11,75	100
Maïs+ <i>Brachiaria</i>	0,875	2,5	286
Maïs +crotalaire	1,75	1,75	100
Maïs+mucuna	2	8,625	431
Sorgho+mucuna	1,75	5,875	336
Sorgho+niébé	9,75	9,75	100
Coton sur biomasse	5,375	3,875	72
Vivrier sur biomasse	5,375	4,375	81
<i>Brachiaria</i> pur	1,125	0,75	67
Crotalaire pur	0	1	100
Riz	3,175	3,375	106
Total	59,925	71,125	119

Tableau 11: Résultats quantitatifs avec les agriculteurs à Koza

Systèmes	Programmé (ha)	Réalisé (ha)	% réalisation
Maïs/Brachiaria	15	3	20%
Sorgho/Brachiaria	25	17,25	69%
Maïs/Crotalaire	15	0,5	3%
Maïs/niébé	0,5	0,5	100%
Sorgho/niébé	0,5	1,5	300%
Maïs/Dolique	1	10,25	1025%
Sorgho/Dolique	1	1	100%
Maïs/Mucuna	2	1,5	75%
Maïs/soja	1	3,25	325%
Total cultures paillées (ha)	61	38,75	64%
Coton paillé	40	30	75%
Soja paillé	5	0,25	5%
Total cultures paillées (ha)	45	30,25	67%
Brachiaria pur (production semences)	5	5	100%
Total Brachiaria r. pur (ha)	5	5	100%
Riz diffusion	21	21	100%
Riz démonstration	0,375	0,375	100%
Multiplication semences riz	1	0,75	75%
Total surfaces riz (ha)	22,375	22,125	99%
Dolique sur précédent riz	21	15	71%
Total dolique sur précédent riz (ha)	21	15	71%
Haie vives Jatropha (m)	3000	1500	50%
Haies vives Acacia nilotica (m)	2000	1000	50%
Total haie vive (m)	5000	2500	50%

Tableau 12: Résultats quantitatifs avec les agro-éleveurs et éleveurs à Koza

Systèmes	Programmé (ha)	Réalisé (ha)	% réalisation
Sorgho/Brachiaria	4	5	125%
Maïs/Dolique	1	2	200%
Sorgho/Dolique	1	2,75	275%
Sorgho/Pois d'angole	3	1,25	42%
Sorgho/Mucuna	2	2	100%
Brachiaria pur	6	4	67%
Total production fourrage (ha)	17	17	100%
Coton paillé	2	1	50%
Total cultures paillées (ha)	2	1	50%

- **Cette démarche « gestion des terroirs », de mieux en mieux maîtrisée par l'équipe ESA et ses partenaires**, devrait constituer, avec le maintien des vitrines systèmes, **l'outil de base pour assurer la dynamique de création-diffusion-formation des systèmes SCV**, restaurateurs de la fertilité et du capital environnemental (*SCV + embocagement terroirs + plantations arbres : mélanges bois de chauffe + bois précieux + vergers → répondre aux besoins + valeur ajoutée*).
- Sa mise en œuvre opérationnelle à grande échelle, nécessite :
 - **Consolider-renforcer-compléter** cette démarche « gestion des terroirs » (*et en faire une ou plusieurs publications scientifiques*) sur les terroirs de référence et de répliation.
 - **Multiplier le nombre de terroirs**, de manière concertée, en tenant compte des stratégies de l'opérateur principal de développement : la SODECOTON, notamment par un choix judicieux des zones prioritaires et l'affectation des chefs de région et de secteur les mieux formés aux SCV (*assurer la continuité de l'énorme travail déjà entrepris et sa progression rapide*).

2.2. Actions de R.A. (Recherche-Action) à compléter sur les terroirs encadrés (de référence et répliations), aussi bien au Nord qu'à l'Extrême Nord

(* *Recommandations pour le Nord (NO) et l'Extrême Nord (EN)*)

2.2.1. Gestion durable des biomasses fourragères (éleveurs transhumants et agro-éleveurs)

- **Actuellement** : biomasses de *Brachiaria ruziziensis* sur portions de terroirs négociées avec aménagement de haies vives pour conduire les troupeaux (*Acacia nilotica*).
- Comme les engrais minéraux sont très chers et que la fumure organique est limitée, il est très important d'installer des soles fourragères (*parcelles, zones de parcours*) qui incorporent des légumineuses fortement recycleuses de K, Ca, Mg, oligo-E, et pour éviter l'utilisation d'engrais minéraux azotés après chaque pâture ; seule une fumure minérale P-K (*40 K₂O + 40 P₂O₅/ha/an*) serait restituée chaque année ou apport de fumure organique (*poudrette de parc*).
- **Mélange fourragers à mettre en place** pour répondre au double objectif d'utilisation minimum d'engrais de restitution et pour mieux nourrir les animaux.
 - *Brach. ruzi.* + *Centrosema pascuorum* (CP)
 - *Brach. ruzi.* + *Cajanus cajan* (*lignes alternées tous les 40 cm*)
 - *Brach. ruzi.* + *Cajanus* + *Centrosema* + *Macroptilium at.* (*Siratro*)
 - *Brach. ruzi.* + *Stylo. g.*

(à noter que le *Brachiaria brizantha* "Marandu" est plus productif sur le long terme que l'espèce *Brach. ruzi* et mérite d'être **installé** avec les mêmes légumineuses).

- Mil (*pompe à K*) haute densité $\approx 30-40$ kg/ha à la volée sur couverture morte.
- Mil + Centro (*Cp*),
- Mil + Centro + *Macroptilium at.*

x 3 niveaux de fumure à l'installation → évaluer la durabilité d'exploitation sous forte charge animale :

- F_1 (*F.Sodecoton*), F_2 (*double*), $F_1 + F$.organique

• Mode de gestion des pâturages

• **Diviser l'espace fourrager** (*éleveurs, agro-éleveurs*), en une dizaine de parcelles entre couloirs de haies vives (*Acacia nilotica* + *Cajanus c.* + *Banagrass* + *Leucena l.*) pour gérer l'espace fourrager en pâturage tournant :

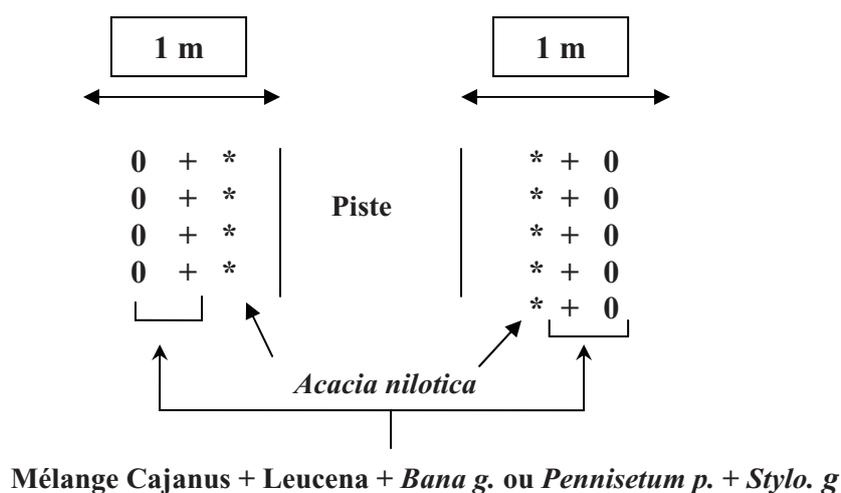
• 3 à 7 jours de pâture (*jusqu'à 15-20 ans de haut*), alternés avec 21 à 30 jours de repos ; première entrée au pâturage dès que la biomasse atteint 50 à 70 cm.

• **Rotation entre parcelles pâturage et parcelles de cultures SCV** → à négocier sur les terroirs : rotations tous les 3-5 ans en fonction des performances obtenues x niveaux de fumure.

• **Embocagement** – fonctions : fourrage de saison sèche, brise-vent, régulateur climatique et biologique (*auxiliaires*).

Les parcelles de culture et les couloirs de circulation des animaux devraient être progressivement embocagées sur les terroirs au fur et à mesure que les relations entre les divers acteurs s'améliorent :

- Sur le bord des pistes, côté piste : *Acacia nilotica*, côté parcelle de culture : *Cajanus c.* + *Leucena l.* + *Stylo.* (*banque protéines*), *Banagrass* ou *Pennisetum p.*



- Installer ces haies vives avec fumure minérale (*F. Sodécoton*) + fumier ; les légumineuses *Cajanus c.* et *Leucena l.* seront rabattues en saison sèche (1 m) → Protéines pour le bétail et le *Pennisetum p.* ou *Bana g.* sera exploité comme réserve fourragère.

(*) A noter que les cultivars de *Pennisetum p.* : *Paraiso e Carajas* de la firme Matsuda (www.matsuda.com.br), se sèment par graines et produisent entre 40 et 50 t/ha de matière sèche/an. La canne fourragère de chez Matsuda constitue aussi une excellente option à exploiter en saison sèche pour le bétail (+ un peu d'urée).

2.2.2. Aménagements des unités de paysage sur les sols les plus dégradés ex. : Terroir de Kilwo

- Sur ce type de sol, où l'érosion est très intense, **il est impératif d'aménager des portions complètes d'unités de paysage**, toposéquences entières **du haut en bas de la topographie** pour contenir les ruissellements et régénérer progressivement la fertilité d'origine organo-biologique avec les SCV (*SCV : outil de contention de l'érosion et de restauration de la fertilité → outil de transformation-restauration de l'espace rural*).

2.2.3. Rechercher progressivement une meilleure adéquation entre capacité des sols à produire et nature des productions

Au fur et à mesure que les relations de confiance s'établissent fermement entre les divers acteurs du terroir, une meilleure affectation des terres pourrait être négociée en fonction de la capacité des sols à produire :

- Sols les plus pauvres → Restauration sous mélanges fourragers SCV (*fumure de base + fumure de restitution minimum : 40 P₂O₅ + 40 K₂O /ha/an*) → Élevage
- Sols les plus riches → cultures de rapport maximum en SCV, telles que coton, maïs, soja, riz pluvial.
Ensembles en rotation entre les 2 modes d'exploitation, en SCV.

2.2.4. Démonstration sur mini-parcelles (*milieu contrôlé sur parcelles terroirs*) et collections variétales : 2 vecteurs de progrès SCV et de conviction sur les terroirs

- Les semis trop tardifs de coton, maïs, soja, qui conduisent à des rendements faibles en SCV sur couverture (*parfaite*) de *Brachiaria ruzi.*, ont été occasionnés par des retards de livraison des intrants (*terroirs de Tapi, Mbitoum, Ngoumi par ex.*). Il est donc très important d'installer des mini-parcelles de démonstration (*entre 500 et 1000 m²/culture*) en pleine conformité avec l'itinéraire technique SCV recommandé (*date de semis précoce de début juin x peuplement végétal x intrants*).

Cette action simple permet à la fois :

- De montrer les performances de l'itinéraire technique SCV lorsqu'il est respecté.
- De tisser des liens de confiance solides entre les encadreurs (*agro., techniciens*) vulgarisateurs et les agriculteurs.

- De la même manière, il est fondamental que les collections variétales relatives aux nouvelles filières (soja, riz) soient installées sur les terroirs dans les SCV les plus performants ; quelques m²/variété suffisent + 1 témoin vulgarisé x 2 dates de semis (*début juin, début juillet à Touboro par exemple*) x 2 faciès sol : le plus dégradé, et le moins dégradé, (*cf. rapport L. Séguy 2008, page 16*).

2.2.5. Simplifier le système SCV → Céréales (*maïs, sorgho*) + plantes de couverture associées : **Brach. et/ou légumineuses (*Crotalaria r., j., sp.*)**

- L'itinéraire technique SCV : céréales associées à Brach. ou/et légumineuses (*Crotalaires*) est un excellent précédent pour le coton, mais il se montre très souvent plus contraignant à pratiquer que le système céréale en culture pure traditionnelle à cause de l'augmentation des temps de sarclages : en SCV sur cultures associées il faut sarcler à travers 2 ou 3 cultures au lieu d'une !

Pour contourner cet écueil, tout au moins les premières années où la couverture du sol n'est que très rarement assurée, construire l'itinéraire technique suivant :

- Semis du maïs en lignes (*ou sorgho*)
- Puis, semis à la volée des espèces associées dans la biomasse d'adventices préalablement desséchée, avec un semoir manuel centrifuge ; en cas de semis mécanisé (semoir Fitarelli), semer les espèces associées à la volée avant le semis direct du maïs au semoir qui enfouira partie des graines des espèces associées.
- Passer (*et non pour comparaison*) un rouleau pour rappuyer les semences en semis manuel.
- Immédiatement après le semis → Herbicides :

. Sur l'association maïs + Brach. → en post précoce (15-20 JAS) 2,0 à 2,5 kg/ha d'Atrazine ;

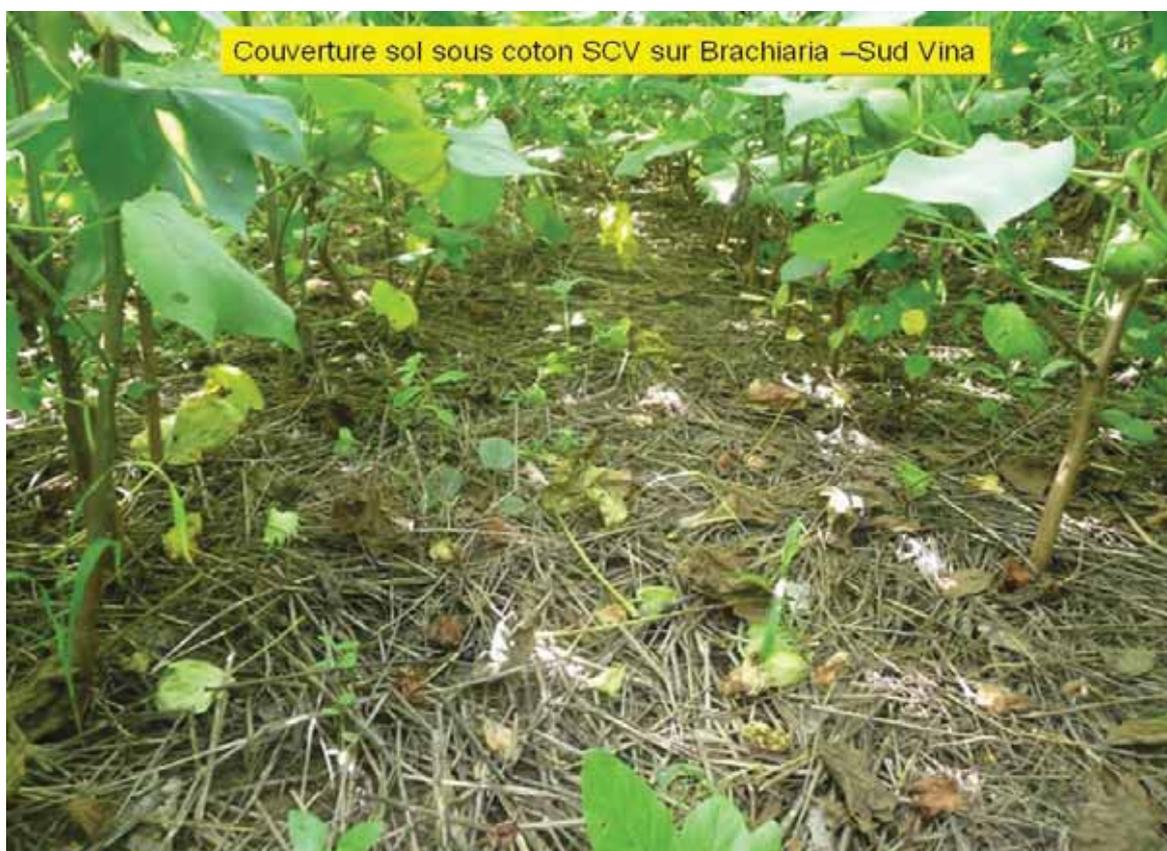
. Sur l'association maïs + légumineuses → en pré-émergence, 5 à 7 l/ha d'alachlore (*Lasso* → 5 l : sol sableux, 7 l/ha sol argileux), ou pendimethaline en pré (1,2 à 1,5 kg/ha m.a./ha) + bentazone (1,2 l/ha de basagran 600) en post précoce (10-15 JAS).

(* **Il est très important de mettre en place cet itinéraire technique dès maintenant à Pitoa, sous irrigation, pour ne pas perdre un an (cet itinéraire a été mis au point au Brésil, il y a déjà plus de 15 ans). La matière active seule pendimethaline, utilisée aux doses de 1,2 à 1,5 kg de m.a./ha convient également, en pré, sur les cultures de coton, soja, maïs et riz, pour contrôler les graminées. En post-précoce (10-15 JAS) le basagran 600 (m.a. bentazone) peut être utilisé sur les mêmes cultures.**

2.2.6. Respecter les semis précoce, de début juin pour les cultures de coton, maïs, soja et riz

- Le terroir Sud Vina (*Barkari*) montre un coton de semis précoce (*début juin*) très beau en SCV sur *Brachiaria ruzi.*, exubérant ; si un régulateur de croissance (*pix*) avait été bien appliqué sur un tel coton SCV, on pouvait atteindre entre 3 et 4 t/ha de coton. La comparaison

des temps de travaux consacrés aux sarclages entre coton SCV et coton traditionnel montrent une dépense de 32000 F pour le coton traditionnel contre seulement 4000 F sur coton SCV.





- **Il est impératif de semer tôt pour à la fois, produire plus, protéger les sols (*les couvrir le plus rapidement possible*), et réduire les temps de sarclages ; ne pas hésiter tant que le sol n'est pas bien couvert, à utiliser des herbicides pré-émergents pour semer ces cultures de rapport sur un temps le plus court possible.**

- **Molécules polyvalentes :**

- Oxadiazon (Ronstar CE 250) en Pré-émergence sur riz, ail et oignon (*doses de 3,0 et 4,0 l p.c/ha, fonction texture*).
- Alachlor (*divers produits commerciaux dosés à 500 g/l*), en pré sur coton, maïs, soja (*5 à 7 l/ha, fonction texture*).

2.2.7. Sur forte couverture *Brachiaria ruzi* en SCV, appliquer toute la fumure au semis

- NPK de base + N couverture, tout au semis, comparer avec gestion N couverture fractionnée actuelle. Ce mode de gestion de la fumure minérale en SCV permet, à la fois : de produire plus, de couvrir plus rapidement le sol et de diminuer ainsi les sarclages.
- Avec ce mode de gestion de la fumure minérale, toute au semis, tester :
 - Espacement coton actuel,

- Espacement coton à 0.45 m entre lignes → couvrir les sols plus vite et minimiser les sarclages.

2.2.8. Intégrer la culture de riz pluvial en SCV, sur les terroirs du NO et EN

- **Paradoxalement, pas de culture de riz pluvial sur sols exondés du NO et EN**, alors que nous disposons d'une gamme variétale unique au monde (GERMOPLASM SEBOTA), avec des cycles qui vont de 87 à 135 jours qui permettent de l'adapter en toute région et qu'il est un excellent précédent cultural du coton en SCV, similaire au *Brachiaria ruzi*. (cf. rapport L. Séguy, 2008).
- **Installer des mini-collections riz sur les terroirs dans des SCV bien maîtrisés** (sur *Stylo. g.*, ou céréales + légumineuses) x 2 niveaux de fumure minérale (ou organique) : F₁ (F. Sodecoton) et F₂ (F double Sodecoton).
 - Semis précoce (début juin)
 - Application Ronstar CE en pré-émergence (de 3 l/ha en sol sableux à 4 l/ha en sol argileux).

(*) Toute la fumure minérale : NPK de base + N couverture peut être apportée en totalité au semis.

Les nouvelles variétés SBT à cycle très court

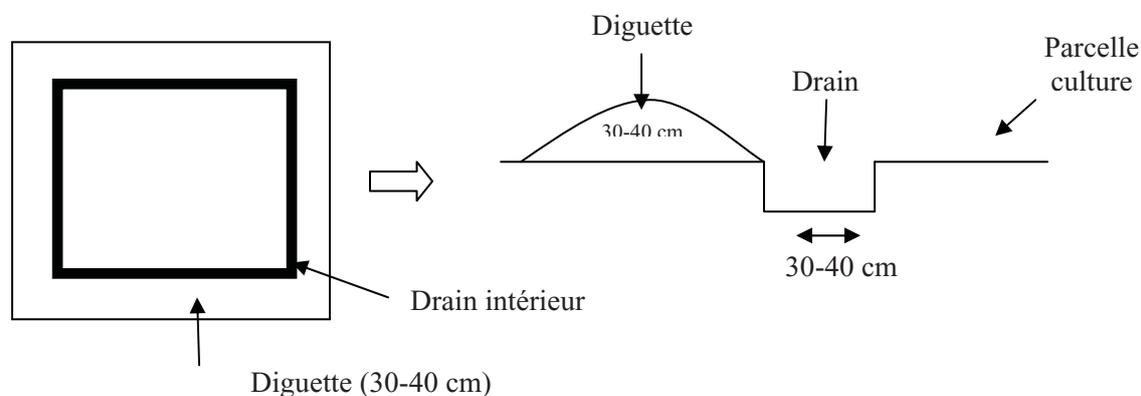


- Cette culture de riz peut être aussi pratiquée en association avec *Brachiaria ruzi*. et *Stylosanthes g.* pour installer ces pâturages complémentaires pour 4-5 ans → très intéressant

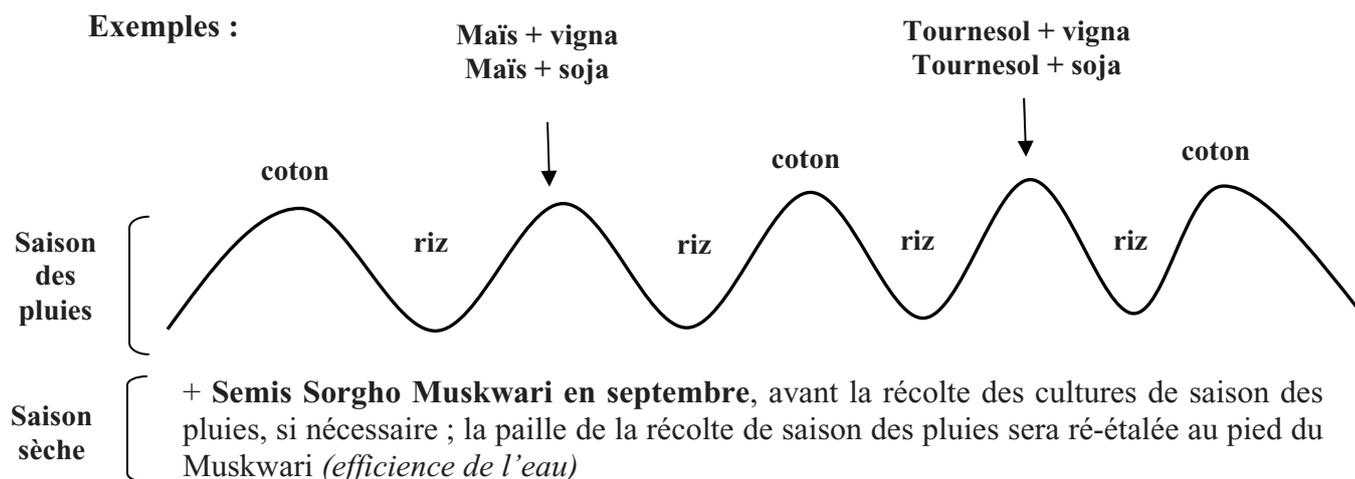
pour les éleveurs (*sols hardés, sols ferrugineux de Touboro sur terroirs encadrés*) ; dans cet itinéraire technique (*Agriculture + élevage*) des variétés à cycle court doivent être utilisées (*Primavera, B22, Fils de B22 (sbt 405, 406, 407), sbt 337-1, 68,69* → cf. rapport L. Séguy, 2008 pages 11 et 12).

2.2.9. Poursuivre la mise au point des aménagements sur vertisols : les moins onéreux possibles et les plus facilement accessibles aux agriculteurs

- **Près de 9 ha ont été aménagés au total**, sur les sites de Laf et GAZAWA, expérimentant divers profils de surface faisant intervenir des moyens mécaniques divers. (cf. PPT. Adrien Mies en annexe 2).
- **Poursuivre la mise en place des modes les moins onéreux de mise en billons** de la surface et en particulier, en traction animale → planches de 3 m de large (ex. : Laf).
- **Sur les 2 sites déjà aménagés de Laf et GAZAWA :**
 - Enherber les chemins d'eau avec les espèces : *Brachiaria humidicola*, et surtout *Brachiaria mutica* (à introduire), pour ne pas laisser l'érosion détruire ces aménagements.
- **Sur les sites de Djangal et Salak (CEDC)** → Faire des drains immédiatement intérieurs aux diguettes qui pourront être ou ouverts, si pluviométrie excessive (*éliminer l'excès d'eau rapidement*), ou fermés si la pluviométrie est faible (*conserver l'eau*).

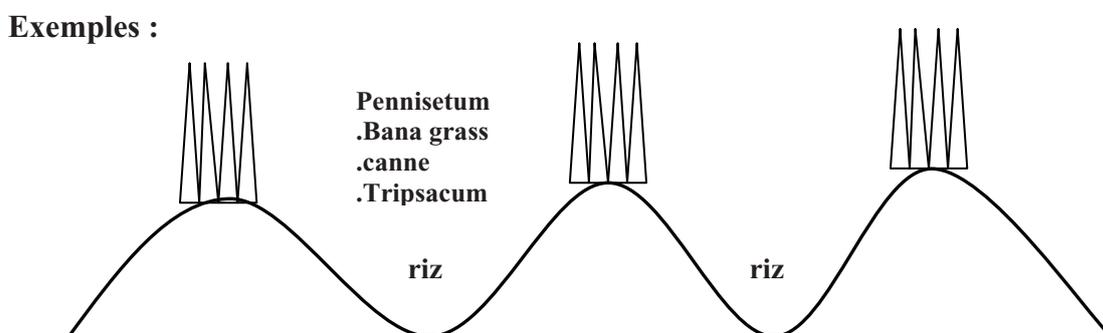


- **Le dispositif billons** (de +/- 30-40 cm de haut) est certainement le moins onéreux et le plus accessible à la traction animale en fin de saison des pluies.
- **Ces divers profillements de la surface en Karé, permettent de créer de véritables « Jardins tropicaux » à très forte biodiversité** (*systèmes tampon contre maladies cryptogamiques et ravageurs*), en alternant sur chaque billon des associations culturales différentes, les creux de billons étant réservés au riz de semis précoce (*sbt 68, 69, 70, 406, 405, 407, 410, 337-1, 281-2, 330...*).



(*) A noter qu'en saison des pluies, le sorgho peut également être utilisé à la place du maïs ; les vignas pourront être à cycle court ou à cycle long (rampants).

- Ces aménagements doivent être protégés des invasions animales → comme sur les terroirs exondés du NO et de EN, il faut négocier des biomasses fourragères avec les éleveurs ; pour ce faire, une partie de l'aménagement pourrait être réservée à une très forte production de *Pennisetum p.*, *Tripsacum p.*, et/ou Bana grass, canne fourragère, avec forte fumure NPK → production pérenne en vert, en saisons des pluies et sèche, exportée pour les animaux.



- *Pennisetum p.* (cultivars Paraiso, Carajas), Bana grass, *Tripsacum p.* et canne fourragère sur billons peuvent être associés à *Stylosanthes g.* ou *Macroptilium atropurpureum* (Siratro), *Centrosema p.* pour enrichir le fourrage en protéines.
- Ces espaces aménagés réservés à la production fourragère en vert (*Pennisetum p.*, Bana grass, *Tripsacum* en saison des pluies, canne fourragère en saison sèche), seront fermés avec espèces épineuses (*Acacia nilotica*, *Ziziphus m.* etc...). La première coupe des *Pennisetum p.*, Bana grass, *Tripsacum* pourra se faire vers 120 jours (coupe à 25-30 cm au dessus du sol) → apport NPK → nouvelle coupe etc... comparer, en termes de restitutions NPK, après chaque coupe :

- Sans restitution,
 - 20N + 20 P₂O₅ + 20 K₂O / ha
 - 40N + 40 P₂O₅ + 40K₂O / ha
- Dans le cas des associations *Pennisetum*, *Bana g.*, *Tripsacum l.*, canne F. avec des légumineuses (*Siratro*, *Stylo.*, *Centro.*), apporter seulement des restitutions minérales P K , après chaque coupe :
- Sans restitution,
 - 20 K₂O + 20 P₂O₅ /ha
 - 40 K₂O + 40 P₂O₅ /ha

Soit évaluer la production fourragère et sa durabilité d'exploitation.

Il est fondamental pour le développement harmonieux de cette région, de pouvoir produire de très fortes biomasses fourragères en saison sèche dans les Yaéré, où les inondations sont plus importantes et variables, inaccessibles pour la production vivrière. Les espèces *Brachiaria mutica* (cf. Brésil, Zaïre) et *Echinochloa stagnina* (cf. Tchad) sont parfaitement adaptées à ces conditions d'inondations variables et fourniront d'énormes quantités de fourrages verts en saison sèche. Ces 2 graminées pourraient être associées à la légumineuse *Centrosema pascuorum*, cultivar Bunday qui supporte des inondations temporaires sans dommages.

→ **Urgent donc d'acquérir ces espèces !** (cf. fiche signalétique *Brachiaria mutica* en annexe 4).

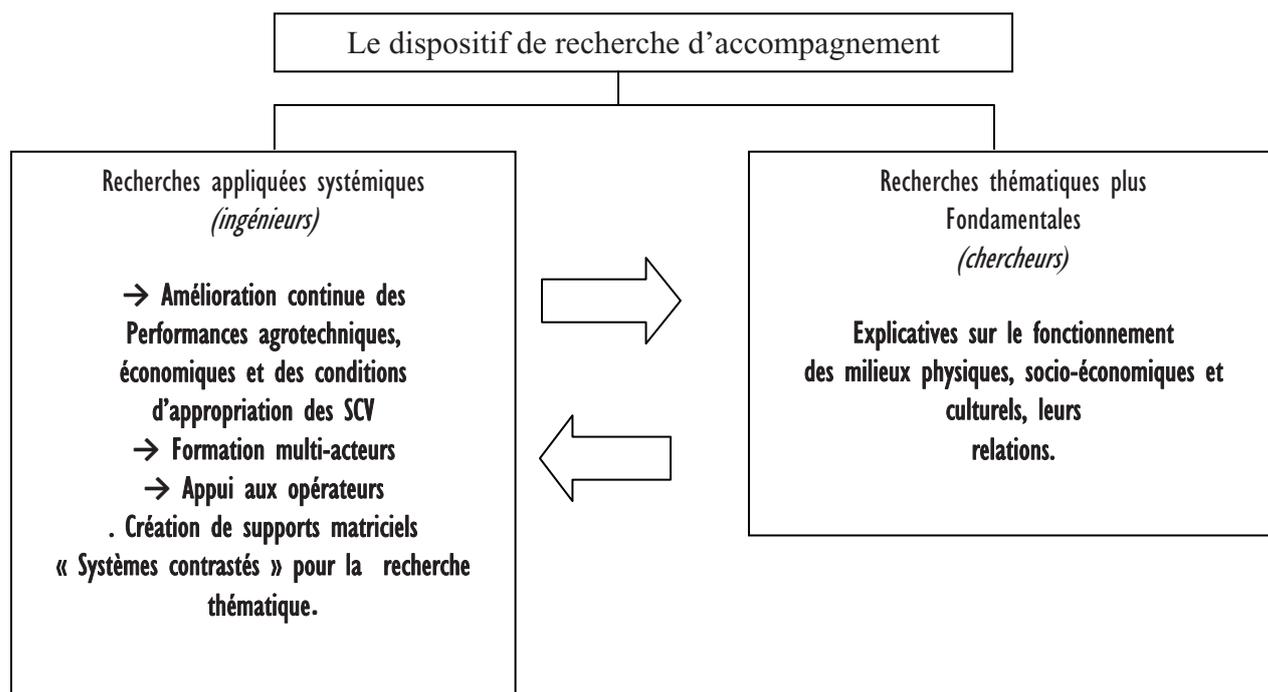
2.2.10. Les « Jardins de case »

- **Autour des cases des villages du NO et de L'EN**, qui sont des parcelles qui reçoivent des déjections organiques régulières, des espèces importantes pour l'alimentation humaine pourraient être associées à la culture de maïs traditionnelle :
- Amaranthes améliorées comestibles,
 - *Echinochloa esculenta*,

→ cf. matériel génétique à introduire (cf. → L. Séguy).

2.3. **Recommandations à la recherche : Le dispositif de recherche d'accompagnement comme outil d'amplification de la diffusion SCV**

« Les scientifiques découvrent des choses qui existent déjà ; les ingénieurs créent des choses qui n'existent pas » Théodore Von Karman



2.3.1. Les vitrines expérimentales « systèmes de culture » SCV x Labour : remodelage

- **PITOA** – Poursuivre sa vocation actuelle → Maintenir et enrichir les collections de matériel génétique précieux (go) : Soja, riz svt, vignas, sorgho, plantes de couverture → les briques de construction des SCV

→ URGENT : Expérimentation à faire maintenant en saison sèche, sous irrigation, pour ne pas perdre un an : SCV maïs + cultures associées (cf. 2.2.5.) – maïs ou sorgho semé en lignes, puis sur mini-parcelles ; semis à la volée de :

- 1 – *Brach.*
- 2 – *Brach. + Centro.*
- 3 – *Brach. + Stylo.*
- 4 – *Centro + Crot. Juncea + Crot. Retusa*
- 5 – *Stylo.*

Sur 4 et 5 → herbicide Pré Alachlore (5-7 l/ha).

Sur 1 → Atrazine 2,5 à 3 kg/ha en Post 15-20 JAS

Sur 2 et 3 → Basagran post précoce 10-15 JAS

- Rouler après semis à la volée ½ ; ½ non roulé
- Laisser pousser 1 mois et évaluer : sélectivité herbicide, levée des plantes de couverture associées au maïs.

- **ZOUANA** – Remodeler les systèmes SCV en fonction des résultats et acquis après 7 à 10 ans d'expérimentation → on sait que sans production de biomasse conséquente les SCV ne remplissent pas leurs fonctions de restauration de la fertilité (cas des sols très dégradés sans fumure au départ).

→ Incorporer ce que nous avons appris et savons faire : **remodeler la matrice la plus ancienne** :

- 1 an de mélange restaurateur / 1 an culture
- 1 an de mélange restaurateur / 2 ans de culture
- 2 ans de mélange restaurateur / 1 an culture
- 2 ans de mélange restaurateur / 2 ans culture

x niveaux minimums de fumure : F. Sodecoton et F. ½ Sodecoton (F₁), appliqués sur mélange restaurateur et sur les cultures en rotation.

→ Comparer les impacts sur la régénération de la fertilité des sols (fertilité d'origine organo-biologique croissante sous SCV) de divers mélanges restaurateurs :

- Mélanges :
 - . *Eleusine c.* + *Brach r.* + *Crotalaria juncea* + *Crot.retusa* + *Crot. Spectabilis* + *Centro p.*
 - . *Eleusine c.* + *Crot. Juncea* + *Centro. p.*
 - . *Brach. r.* + *Centro. p.* + *Macropt. (Siratro)*
 - . *Brach. r.* + *Stylo. g.*
 - . *Crotalaria juncea*, pure
 - . *Crotalaria juncea* + *Crot. Retusa* + *Crot. Spectabilis* + *Centro.* + *Siratro* (mélange de légumineuses).

x F₁, F₂, F₀ (fumier seul) appliqués sur mélanges restaurateurs et sur coton, maïs, riz en rotation dans les systèmes SCV ci-dessus cités dans le remodelage.

- **PIWA (Hardé) –**

- **Collection riz cycle court x F₁, F₂, semis précoce + herbicide pré** : oxadiazon, en SCV sur mélange restaurateur ou *Crot. juncea* ou *Cajanus c.* (sbt 68, 69,70, 337-1) série (sbt 401, 403, 405, 406, 407, 408, 409, 410 + autres cycles courts).

- **Conserver collection plantes** de couverture x niveaux fumures.

- **Remodeler** → en grandes parcelles : divers mélanges restaurateurs x SCV, idem Zouana.

- **Installer les systèmes SCV pour les éleveurs** : Riz cycle court + *Brach. ruzi.* et riz cycle court + *Stylo. g.* ou *Centro. P.* (cf. rapport L. Séguy, 2008).

- **Rappel des itinéraires techniques** : Riz cycle court : type B22, Primavera, Fils de B22 (série sbt 400), SBT 147, 337-1 :

- Semis précoce riz cycle court + application herbicide pré-émergent oxadiazon (4 l/ha *Ronstar 250 CE*) ; 20 jours après semis riz, semis du *Brachiaria ruzi.* ou du stylo., ou mélange *Brach.* + *Stylo.* ; fumure du système :

- . 20 N + 90 P₂O₅ + 90 K₂O /ha au semis,
- . 40 N/ha en couverture 30 JAS
- . 20 N + 20 K₂O/ha à 40-50 JAS si nécessaire.

. Introduire les cultures de sésame et tournesol :

- Tournesol + Centro.
- Tournesol + *Crot. juncea*
- Tournesol + *Crot. juncea* + Centro.

(* ne pas oublier de faire un drain autour des parcelles SCV tournesol et sésame.

. Installer *Pennisetum p.*, *Bana grass*, *Tripsacum p.*, canne fourragère x fumure forte sur parcelle bien drainée et sur billons, sur précédent légumineuse (*Crot. juncea*, *retusa*, *Cajanus c.*).

• DJANGAL –

. Compléter les aménagements → drains intérieurs aux diguettes + drain principal pour évacuer les eaux en excès rapidement.

. Poursuivre SCV diversifiés sur billons → cf. « jardins tropicaux » du 2.2.9. et dans parcelles systèmes SCV aménagées avec diguettes de ceinture + drains intérieurs.

. Collections riz Sbt – cycles courts et moyens, semis précoce + herbicide pré : oxadiazon.

. Multiplier *Pennisetum p.*, *Bana grass*, *Tripsacum l.* associés à Stylo. + Centro + Siratro sur parcelles bien drainées et sur billons x fumure forte (*orga ou minérale*).

. Installer les espèces *Brachiaria mutica* et *Echinochloa stagnina*, hors parcelles aménagées (*hors contrôle de l'eau*), en zone fortement inondée **yaéré** (*semier au tout début des pluies, ou installer boutures*).

• SALAK – CEDC –

. Aménager les parcelles avec diguettes + drains intérieurs + drain principal évacuateur des eaux en excès.

. Les expérimentations riz peuvent être faites :

- Sur parcelles avec drains intérieurs,
- Dans creux de billons, avec culture de maïs + vigna cc sur les billons

. Attention : semis précoce riz (*sbt 68*) + oxadiazon pré.

- **PINTCHOUMBA ET WINDE PINTCHOUMBA**

(*) Actions à répartir entre les 2 sites en fonction des moyens disponibles :

- **Reprendre le thème « simplifier le système SCV → Céréales (maïs, sorgho) + plantes de couverture associées : Brach. et/ou légumineuses (*Crot. Retusa, sp.*) du 2.2.5.**
- **Multiplier en grandes parcelles**, les mélanges restaurateurs proposés pour Zouana (*mélanges et Crot. juncea pure*) pour rotations SCV avec coton, maïs, sorgho, soja, tournesol, l'année suivante x niveaux fumure différenciés.
- **Collection soja (collection complète)** sur biomasse Brach. → semis précoce + Alachlore pré.
- **Collection riz** sur biomasse légumineuse (*Stylo., Centro., Crot., Sesbania sp.,*) → Semis précoce + Oxadiazon pré (*cycles courts + cycles moyens*). (*cf. rapport L. Séguy, 2008, page 16*).
- **Mettre en place les systèmes SCV pour les éleveurs**, à base riz → riz cycle court (*cc*) + Brach. + Centro, Riz cc + Brach. + Siratro ; Riz cc + Stylo., Riz cc + Brach + Stylo. : riz semé tôt + oxadiazon pré ; 20-25 JAS, semis des plantes de couverture à la volée (*idem Piwa*).
- **Mettre en place les systèmes diversifiés SCV**, proposés dans mon rapport 2008 pages 9 et 10 (*maïs + Brach. Stylo. + Manioc, etc...*) **Rappel :**

a) Bâtir de nouveaux systèmes SCV plus performants et plus diversifiés (stabilité économique accrue).

On peut bâtir des SCV dans lesquels les plantes de couverture *Brach.* et *Stylo.* sont dominantes et exercent complètement leur multifonctionnalité mais qui incorporent des cultures vivrières. → ou, comment réorganiser le peuplement végétal des espèces pour qu'elles expriment leur efficacité agronomique, gratuite, maximum :

Au lieu d'une sole de *Brach. ruzi.* pure 1 an sur 2, alternée avec du coton SCV :

1- Alternier des bandes de 4 à 6 m de large de *Brach. pur* avec des bandes de 1m20 de maïs : 3 lignes semées à 0,4 m d'espacement (*2 poquets de 2 à 3 graines/m linéaire*) ; semer de l'arachide sous couvert du maïs ; dans ce système SCV *Brach.* + vivriers associés, c'est le *Brach.* dominant qui impose ses fonctions agronomiques :

- Le maïs semé serré + arachide ne nécessite pas de sarclage (*ombrage rapide du sol*).
- Le *Brach.* assure ses fonctions essentielles dont la régénération de la fertilité, ferme le « système sol – culture » sans perte de nutriments et contrôle totalement les adventices.
- 3 niveaux de fumure : F₁, F₂, F₄, précédemment définis seront appliqués à la totalité de l'association *Brach.* + vivriers, espacement entre lignes de *Brach.* → 0,3 m.

2- Dans le même système biomasse de couverture dominante + vivriers, remplacer le *Brach.* par le *Stylo g.* → bandes de 4 à 6 m de *Stylo* alternées avec bandes de 1m20 de maïs + arachide.

• Niveaux de fumure minérale :

- sur Maïs + arachide → les 3 niveau de fumure F₁, F₂, F₄
- sur *Stylo. g.* :
 - 1) 10N + 20 P₂O₅ + 30 K₂O
 - 2) 20N + 40 P₂O₅ + 60 K₂O
 - 3) 20N + 60 P₂O₅ + 90 K₂O

3- Systèmes de culture associés encore plus diversifiés

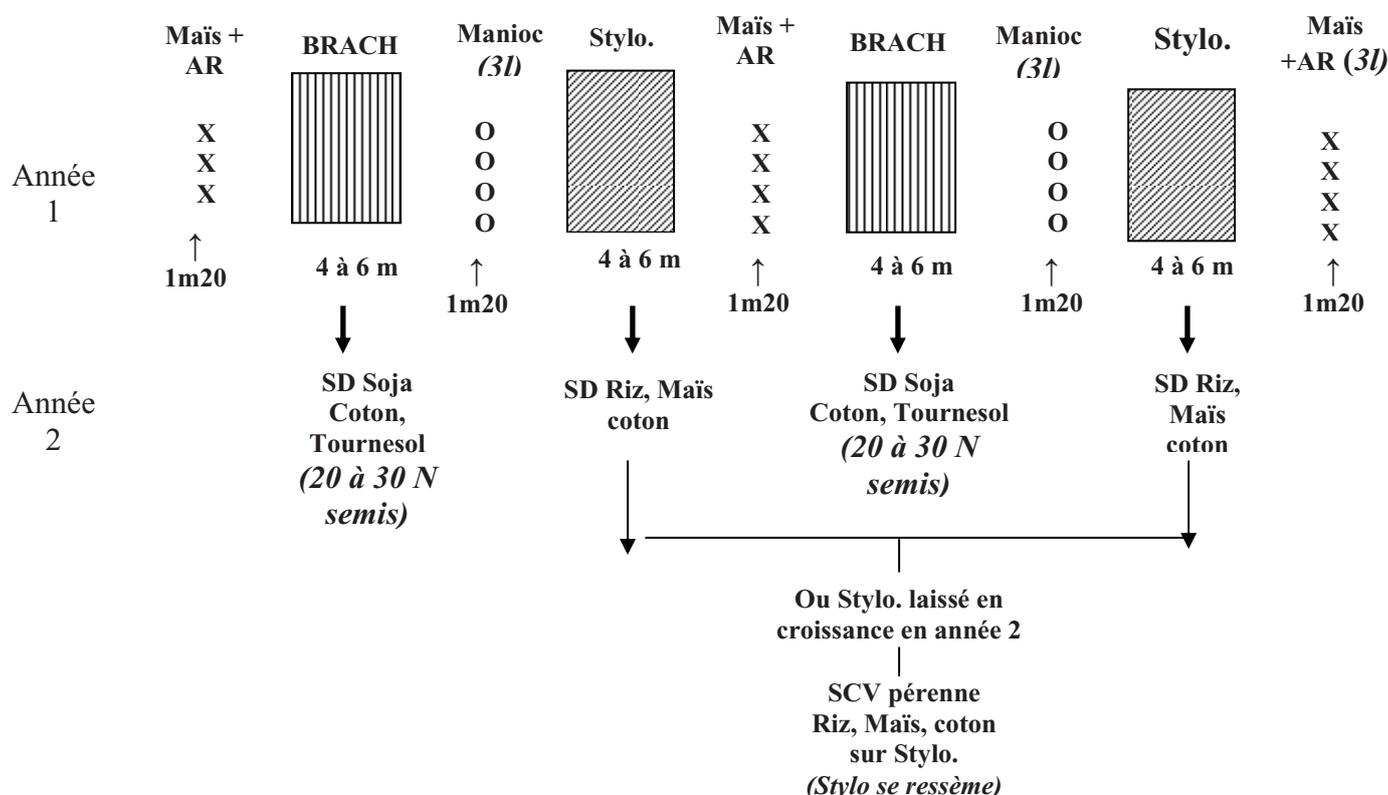
Au lieu des bandes de 4 à 6 m de *Brach.* ou *Stylo.* alternées avec bandes de 1m20 de maïs + arachide :

→ Mélange de *Brachiaria ruzi.* + *Cajanus cajan* → 1 ligne de chaque espèce alternée, tous les 0,3 m.

→ Mélange *Brach.* + *Stylo g.* CIAT 184 → 1 ligne de chaque espèce alternée tous les 0,4 m.

→ mélange (*Brach.* + *Macroptilium*) + mélange [de *crotalaires* (*Retusa* + *spectabilis* + *Juncea*) + *Sesbania*] → 1 ligne de chaque mélange alternée tous les 0.4 m.

→ Mélanges encore plus complexes et plus diversifiés :



(* Ces systèmes SCV (1), (2), (3), à biodiversité fonctionnelle croissante ont pour objectifs essentiels à la fois :

- *De nourrir les sols (reproductivité environnementale) et de les régénérer (résilience rapide).*
- *De nourrir les hommes → viabilité économique (stabilité) même avec un coût très élevé des intrants.*
- *De nourrir les animaux → partie du Stylo. (1/2) si laissé en croissance en 2^{ème} année (1/2 pour animaux, 1/2 pour nourrir et couvrir le sol).*

Ces systèmes SCV diversifiés à multifonctionnalité gratuite croissante minimisent l'incidence des ravageurs (+ *d'auxiliaires*) et des maladies cryptogamiques et permettent rapidement de réduire le niveau des intrants chimiques → voie des productions, sols et eaux, « propres » → + forte valorisation.

Tous ces systèmes (+ *ceux que vont imaginer les agriculteurs*), fonctionnent sur le cycle de la biomasse et permettent de s'affranchir rapidement de la fertilité initiale des sols, dès lors que cette biomasse moteur du fonctionnement, est produite en quantité importante, d'où la nécessité d'engrais minéraux au départ dans les sols les plus pauvres pour créer ce cycle de fonctionnement agronomique à partir de la biomasse et non du sol (*cf. doc 2008 L. Séguy, S. Bouzinac, « La symphonie inachevée du semis direct...*).

Construire les systèmes SCV sur couvertures vivantes → pages 11 et 12, rapport L. Séguy, 2008

- Aborder la construction des SCV sur couvertures vivantes

→ SCV Agriculture – élevage

- Dans ces systèmes SCV, les couvertures sont implantées une seule fois au départ et sont ensuite maintenues vivantes sous la culture et n'ont de ce fait, pas besoin d'être ressemées tous les ans → énormes économies de semences de plantes de couverture.

- Les SCV à base de *Brachiaria* (ou autre graminée du même type → *ex : Panicum, Andropogon..*) peuvent être gérés en couverture vivante permanente sous les cultures de coton et soja :

- Au lieu de dessécher le *Brach.* avant semis, le rouler 2 fois à une semaine d'intervalle, juste avant semis ; au 2^{ème} roulage appliquer 100 l/ha d'une solution de KCl à 25 % (25 kg de KCl dans 100 l + 3 l/ha de vinaigre) et semis direct en suivant de soja ou coton qui seront semés à un espacement plus étroit pour assurer un ombrage rapide du sol :

- . 0,3 m entre lignes de soja (*variété à croissance rapide*),
- . 0.45 m entre lignes de coton, (*5 plantes/m*)

- Sous ces deux cultures, gérer (*contenir*) le *Brach.* avec de mini-doses (1 à 2) d'herbicides sélectifs Fop :

- . Fluazifop (*Fusilade*) → 0.6 l/ha/application
- . Quizalofop (*Targa*) → 1,0 l/ha/application
- . Haloxyfop (*Gallant*) → 0.3 l/ha/application

(*) Dès la fin du cycle des cultures, le *Brach.* repart et recouvre le sol très rapidement en début de saison sèche (couverture, ou pâturage tournant bien géré → apport engrais minéral après chaque pâture : 15-20 N + 20 P₂O₅ + 20 K₂O/ha – 4 semaines de repos, 1 semaine de pâture).

• Le même type de SCV peut être construit avec le genre *Cynodon d.* (mélange de plusieurs écotypes dont les semences sont viables) → ce genre est très apprécié par les animaux et très résistants à la sécheresse, donc très intéressant dans cette région.

- **SCV pour les éleveurs (déjà décrits dans mes rapports des années précédentes)**

- Touboro (*Sud Garoua au Nord*),
- Sols hardés + Karés à l'extrême Nord.

. Riz de cycle court : type B22, Primavera, Fils de B22 (*Sebotas nouveaux*), SBT 147,337-1 :

- Semis précoce riz cycle court + application herbicide pré-émergent Oxadiazon (4 l/ha *Ronstar 250 CE*) ; 20 jours après semis riz, semis du *Brachiaria ruzi.* ; fumure du système :

- . 20 N + 90 P₂O₅ + 90 K₂O/ha au semis,
- . 40 N/ha en couverture 30 JAS,
- . 20 N + 20 K₂O/ha, 45-50 JAS si nécessaire.

. Après récolte du riz, le pâturage *Brach.* est alors installé pour 4-5 ans → exploitation gérée en pâturage tournant (5-7 jours pâture, 20-30 jours repos avec fumure minérale 20 N + P₂O₅ + K₂O à chaque sortie des animaux → 700 à 1000 kg/ha de charge de poids vif).

- Autre système SCV / Riz cycle court + Stylo. en semis précoce simultané + herbicide herbadox en pré-émergence (2,5 l/ha) + Basagran 600 (1,2 l/ha) en post précoce (entre 10 et 20 JAS).
- Autre possibilité technique : semis précoce riz cycle court + Oxadiazon (*ronstar CE 250 4 l/ha*), et semis Stylo. différé à 20 JAS ; même niveau de fumure que dans le SCV riz + *Brach.*

Ce double système SCV : riz + *Brach.* et riz + Stylo., permet d'installer ces deux pâturages complémentaires pour assurer une forte croissance animale à condition de bien définir les modalités de gestion → Sujet fondamental à mettre en oeuvre (*pâturages tournants x rythme d'exploitation x fumure d'entretien*).

(*) On peut aussi construire les systèmes Riz cc + *Brach.* + *Centro.* + *Siratiro*, Riz cc + *Brach.* + *Stylo.*, de la même manière → Semis précoce riz cc + Oxadiazon pré, semis à la volée des plantes de couverture associées 20-25 JAS.

- **Maintenir la matrice de Windé Pitchoumba**, preuve de la création de fertilité d'origine organo-biologique sous SCV → Les productivités des cultures principales (*coton, maïs, sorgho*) sont équivalentes entre fumure très faible et fumure forte : le

niveau bas de fumure à rattrapé le niveau élevé. Il serait intéressant de mettre au point l'application du régulateur Pix (*chlormequat chlorure*) sur les cotonniers SCV les plus poussants et développés (1 l/ha au total à répartir en 3 ou 4 applications, dès que l'avant dernier entre-nœud supérieur sur la tige dépasse 5 cm → Attention : ne pas appliquer au cours de déficit pluviométrique).

- **Très important** → Semis précoce des cultures coton, maïs, soja et riz pluvial. Multiplier le riz pluvial en SCV sur précédents Stylo., maïs + crotalaire ou *Sesbania* sp. (+ herbicide oxadiazon Pré). Multiplier un cycle court (type Primavera, sbt 68) et un cycle moyen (sbt 281-2, 1141).
- **Produire des semences pour la diffusion régionale** (terroirs de la région de Touboro).

AMÉNAGEMENTS DE LAF ET GAZAWA SUR VERTISOLS (EN)

• **Quel que soit le type de profil de surface, les resemis sont fréquents en année 1** tant que les billons ne sont pas couverts de biomasse ; en effet, cette dernière permet de protéger la surface, d'éviter la formation de croûte qui gêne et limite la levée des cultures et favorise l'activité biologique qui entretient une bonne porosité dans les premiers centimètres qui facilite la germination des cultures et un accès facile à la parcelle.

• Pour éviter ce problème et consolider la structure des billons ou planches dès le départ, il faut installer en première année des systèmes SCV qui permettent d'assurer la couverture totale des billons en saison sèche :

- Maïs (ou sorgho) + Brach. r. + Centro + Siratro
- Maïs ou sorgho + Vigna cycle long rampant

et riz pluvial cycle court dans le creux des billons et planches et bien sûr...éviter toute entrée des animaux ; d'où l'importance réitérée de produire de très fortes biomasses fourragères sur partie de ces dispositifs (*Pennisetum*, *Bana grass*, *Tripsacum l.*, canne fourragère + légumineuses type Stylo., Centro., Siratro, associées en mélange) et dans les Yaéré (*Brachiaria mutica*, *Echinochloa stagnina*...) cf. 2.2.9.

Les résidus des récoltes de maïs, légumineuses, riz et muskwaris en saison sèche permettront de couvrir parfaitement les sols.

(*) *Des enquêtes (fortes intéressantes et très bien menées) ont déjà été montées sur cette opération de développement des vertisols, même si la mise au point technique des profils de surface x moyens mécaniques n'est pas achevée, ni la reproductibilité minimum des systèmes SCV (cf. annexe 2 soutenance diplôme d'agronomie approfondie de M. Adrien MIES) ; On peut s'étonner des enquêtes d'analyses d'impacts SCV, sur des terroirs où le projet ESA n'a pas vraiment investi toute sa compétence et où la démarche d'intervention n'a pas intégré la dimension nécessaire des unités de paysage (terroir de Kilwo).*

2.3.2. Recommandations à la recherche thématique (IRAD, CEDC)

- **Traitements de semences** (cf. annexe 5 - traitements de semences)

• **Souches de *Bradyrhizobium japonicum*** : efficacité de souches d'origine différentes dont Brésil, x rythme de ré-inoculation sur soja.

• **Pelletisation de semences** : semences de soja, légumineuses et graminées de couverture, à petite graines (*Brachiaria b. r.*, *crotalaires j., r. sp.*, *Centrosema p.*, *Macroptilium at.*, *Stylo. g.*) semées à la volée. Pelletisation avec phosphate naturel et thermophosphate yoorin master 1 S (firme Mitsui) → sur soja : 50 g/kg semences + inoculum.

Sur légumineuses et graminées à petites graines → 100 et 200 g/kg. Coller le phosphate naturel ou le thermophosphate avec de la gomme arabique (pelliculisation).

• **Traitement organique des semences x traitement chimique** : coton, soja, maïs, riz (cf. annexe 6 → utilisation de graines de Neem) ; traitements plus élaborés organiques → cf. L. Séguy à base de répulsifs contre ravageurs (*Neem* + *roténone* + *pyrolisats de bois*) + (*Trichoderma herzanium* → contrôle *Fusarium pythium*, *Rhizoctonia*, etc...) + *Métharhizium anisopliae* + *Beauveria bassiana* (inoculation des sols sous SCV pour contrôle durable ravageurs du sol).

• **Traitement semences de *Brachiaria ruzi.* et *brizantha* (Marandu) à l'acide gibbérélique** (0.1 mol.m^{-3}) pour améliorer la germination (économie des semences, meilleure germination à la volée).

- **Gestion de la fumure minérale en SCV**

• **Comparer modalités d'apport de la fumure du système conventionnel avec fumure minérale appliquée toute au semis en SCV** (fumure de base NPK + couverture N, en totalité au semis).

→ Impacts sur productivité cultures (coton, maïs, riz, soja), sur couverture du sol par les cultures et sarclages.

. Applications foliaires Mns04 — { Semis précoce (début juin)
Semis tardif (juillet)

Sur coton, riz, soja → { 1° application 30 JAS
2° application 45 JAS } 1,5 à 2 kg/100 l/eau/ha

Pour corriger déficiences S, Mn, en semis tardif (désordres physiologiques en sol réduit, peu aéré).

(*) voir également cocktail oligo-élément : Mn, Cu, Zn, B, S.

- **Modes de gestion des systèmes SCV**

- **Poursuivre travaux actuels sur diversification des associations SCV en rotation avec coton** (*analyse impacts : effets directs et arrière-effet – Touboro – IRAD + CEDC*)

Important → **Utiliser herbicides** recommandés au ch. 2.2.5. **pour éliminer toute interférence de l'enherbement.**

→ Appliquer toute la fumure (*NPK de base + couverture N*) au semis sur SCV qui composent l'association maïs ou sorgho + *Brachiaria ruzi*.

- **Evaluer 2 peuplements différenciés sur coton SCV sur couverture de *Brachiaria ruzi*.**

- Espacement de 0.45 m entre lignes
- Espacement traditionnel.

+ fumure minérale toute au semis (*NPK de base + couverture N*) → objectifs : couvrir rapidement le sol par la culture, éviter les sarclages, préserver le fonctionnement SCV.

- **Construire les systèmes SCV suivants, à partir du soja**

- Semis direct précoce soja (*début juin*) ; variété cycle court à intermédiaire, sur couverture de *Brachiaria ruzi*.

→ Herbicide pré Lasso (*Alachlore, 5 à 7 l/ha fonction texture*)

→ fumure minérale toute au semis : NPK + 100 kg sulfate ammoniac.

Dès que les premières feuilles jaunissent en début de maturation, semer à la volée (*semences pelletisées et semences non pelletisées*), les options biomasses suivantes :

- 20 kg/ha *Brach. ruzi*.
- 15 kg/ha *Brach.* + 10 kg *Crot. J.* + 5 kg *Centro*.
- 30 kg/ha mil
- 30 kg/ha *crot.juncea*
- 30kg/ha *Eleusine c.*
- 20 kg/ha mil + 10 kg/ha *Crot.j.* + 5 kg/ha *Centro.p.*
- 20 kg/ha *Eleusine* + 8 kg/ha *Siratro*
- 20 kg/ha *sésame* (*variétés peu déhiscentes* → cf. L. Séguy)
- 30 kg/ha de Sarrasin (*variété harpe* → H. Charpentier).

Objectifs : Produire une biomasse de couverture après le soja, ou un oléagineux à cycle court ou une culture alimentaire sans gluten (*sarrasin*) soit des cultures à haute valeur ajoutée, par des techniques simples en SCV.

- **Au plan analytique (*important*)**

- Les analyses de sols permettant de caractériser les impacts SCV sont en cours à l'IRD (*vitrines systèmes*) et des publications fondamentales sont attendues sur ce thème (*UR 1*).

• Des bio-indicateurs sont maintenant analysés en routine, et permettent de bien caractériser les impacts SCV sur la biologie des sols (*capacités de régénération, création d'une fertilité d'origine organo-biologique sous culture SCV*) → cf. annexe 7, diaporama : qualité des matières organiques. L'indice global IAM, Indice d'Activités Microbiennes, relativement bon marché pourrait utilement compléter les analyses IRD. Il conviendrait de re-prélever un petit nombre d'échantillons de sols sur :

- **SCV et labour Zouana** et Pintchoumba sur fumures la plus basse et la plus haute.
- **Sols de termitières et sol voisin x Zouana, Pintchoumba, terroirs de Touboro** → dans ce cas, compléter les analyses biologiques par les **analyses de routine**. → la comparaison entre sol de termitières (*0-20 cm, et 20-40 cm*) et sol voisin permettra d'éclairer le débat sur la fertilité : le **sol de termitière représentant le niveau de fertilité souhaitable à obtenir au moindre coût**, une référence réelle de base ! (*très, très important*).

III – POURSUIVRE LE DÉVELOPPEMENT DE LA PETITE MÉCANISATION

• Conformément à mes recommandations 2008, du petit matériel de semis (*semoirs*), des pulvérisateurs adaptés à la traction animale et petite motorisation, ont été introduits et expérimentés ; l'équipe de spécialistes de la petite mécanisation en semis direct (*Tiago et Caria*) de l'entreprise brésilienne Zénith ont effectué une mission d'appui pour démonstrations de la capacité des machines importées du Brésil.

• Il convient maintenant de compléter les démonstrations sur les terroirs, de choisir et d'acquérir les équipements les plus performants (*Sodecoton, maître d'œuvre*). Il est également urgent d'acquérir rapidement les petits semoirs manuels centrifuges pour semis à la volée. (semoir Solo → cf. photo ci-après).

• Je persiste à penser qu'une mission d'agents Sodecoton en charge de ces sujets et de responsables du Minader, en Asie, serait très utile et efficace. L'Asie a en effet développé toute une petite mécanisation très efficace pour l'agriculture (*Laos, Vietnam*) avec petite motorisation (*motoculteurs, petits tracteurs chinois de faible puissance, à très faible coût*).



Des outils simples pour les SCV



IV – FORMATION

Rappel de mes recommandations 2008

« Comme je l’ai déjà dit les années précédentes, le Nord Cameroun a tous les atouts pour devenir rapidement un centre de formation très important, unique en Afrique de l’Ouest sur les SCV cotonniers. Le défi de remise en route, et de manière durable, de cette filière cotonnière est fondamental aussi bien pour la recherche que pour le développement.

L’équipe ESA doit donc se structurer pour simultanément :

- Construire des modules adaptés à des publics différents (*chercheurs, ingénieurs, techniciens, agriculteurs*).
- Structurer des formations de courtes, longues et moyennes durées, en sachant que les stages de longue durée permettent de bénéficier d’une contribution importante pour l’équipe ESA (*Ressources financières, participation effective aux travaux de l’équipe ESA*).
- Ouvrir un site internet décrivant précisément **l’offre de formation** mais aussi **d’expertise SCV** pour démultiplier la diffusion SCV dans la zone de production cotonnière africaine ».

• Comme je le recommandais en 2008, notre éminent collègue André Chabanne (*CIRAD/URI*) a effectué en 2010, une mission d’appui très utile pour structurer l’offre de formation multi-acteurs et l’expertise.

• **Il serait en outre souhaitable, que l’ESA s’attaque fermement à la production d’un « guide SCV » comme celui de Madagascar dédié aux SCV du Nord Cameroun**, utilisable dans les zones soudaniennes et soudano-sahéliennes d’Afrique de l’Ouest. Ce travail, qui restera dans l’histoire, est extrêmement important, à la fois pour le Cameroun, la Sodecoton et le Cirad, car il concrétise plus de 10 ans de travaux sur l’agriculture de conservation en Afrique en bénéfice des petites agricultures familiales à base de coton comme culture de rente.

V – INTRODUCTION DE MATÉRIEL VÉGÉTAL

ESPÈCES	FONCTIONS
<i>Brachiaria mutica</i> <i>Echinochloa stagnina</i>	Colonisation des Yaéré en eau + profonde (pâturage saison sèche)
<i>Pennisetum purpureum</i> Cultivars Paraiso et Carajas Canne fourragère www.matsuda.com.br	Fortes ressources fourragères sur vertisols (<i>Karé, Hardé</i>) et terroirs des sols ferrugineux NO et EN.
Maïs Mailaca cf. Madagascar chabaud@moov.mg	Forte production, résistant au streak et à la verse
<i>Cynodon dactylon</i> Vaquero Cf. L. Séguy	Systèmes SCV sur couverture vivante (<i>coton, soja, vigna + pâturage</i>).
Amaranthes alimentaires (<i>cruentus, autres</i>) <i>Echinochloa esculenta</i> Cf. L. Séguy et H. Charpentier	Compléter production alimentaire des « jardins de case »
<i>Fagopyrum esculentum</i> (<i>sarrasin</i>) Cf. H. Charpentier	Mélicifère, attire auxiliaires, herbicide naturel Sans gluten – succédané du blé
<i>Sésamum esculentum</i> (<i>sésame</i>) L. Séguy	Oléagineux à cycle court Haute valeur ajoutée
<i>Opuntia ficus indica</i> (<i>raquettes</i>) Cf. GSDM Madagascar Gsdm.de@moov.mg	Très important comme : ressource fourragère, voire humaine en cas de famine. Embocagement anti-divagation du bétail





<i>Centrosema pascuorum</i> : Cultivar Bunday Cf. Heritage seeds	Cultivar de Centro qui supporte bien l'inondation → très important pour développement Karé, Hardé
--	---

VI – CONCLUSIONS

En fin de projet ESA II, et à l'aube d'un futur projet ESA III qui assurerait la continuité du processus de création-diffusion-formation SCV au nord Cameroun, on peut tirer les principales conclusions suivantes :

- On peut affirmer aujourd'hui, que les SCV sont maintenant ancrés solidement dans le paysage et même dans les mœurs : les expériences SCV pérennisés avec succès, depuis plus de 6 ans, en sont des exemples démonstratifs dans des régions différentes... de même l'accroissement rapide des surfaces confirme une tendance d'adoption SCV en forte croissance même si la mise au point fondamentale et déterminante de l'approche terroirs – unités de paysage comme outil original et décisif de diffusion SCV, a privilégié la qualité de la diffusion par une concertation ample multi-acteurs, plutôt que la « quantité », ces deux dernières années.
- Le succès de la diffusion SCV est toujours assuré par un ensemble de conditions indissociables :

- Equipes d'encadreurs bien formées, dynamiques et motivées (*ESA + Sodecoton*),
- Scénarios SCV peu nombreux construits sur des messages techniques simples, bien maîtrisés par les opérateurs, (*ex : maïs-sorgho + plantes de couverture associées/coton, SCV Brachiaria r. / coton, ..*).
- SCV diffusés dans le cadre de projets (*ESA I et ESA II*), dont les financements et la direction sont pérennisés sur plus de 5 ans : comme pour l'adoption-appropriation SCV par les agriculteurs qui s'inscrit nécessairement dans la durée (*effectif de diffusion qualifié, limité*) cette pérennisation des financements et pilotage (*stratégies*) sont essentiels pour assurer la continuité nécessaire à l'intégration optimisée de toutes les composantes de la diffusion : formations pluri-disciplinaires et multi-publics, harmonisation des actions entre opérateurs, recherche d'accompagnement efficace, production de semences non limitante, organisation du crédit, des facteurs de production en général et de la commercialisation des productions, communication active permanente, autant d'opérations coordonnées par un maître d'œuvre efficace : La Sodecoton.

• **La pérennisation des SCV**, le « non retour en arrière » dépend et dépendra dans le proche avenir de :

- **De la capacité du futur projet à mettre en œuvre et multiplier l'approche « terroirs » pour prendre en compte simultanément problèmes environnementaux et de développement durable** : la cible principale n'est plus la seule exploitation agricole dispersée dans le paysage, mais les unités de paysage qui sont des portions intégrales de bassins versants (*reproductibles dans le paysage*) sur lesquelles s'exercent tous les flux à prendre en compte pour accéder au développement durable : hydriques (*érosion*), de main d'œuvre, de biomasse, d'animaux, de biens d'équipements, etc... et qui permettent de prendre en compte, à la fois le contexte de production agricole (*exploitations, terroirs*), l'intégration agriculture de conservation-élevage et les espaces non agricoles environnants sur les toposéquences qui sont le siège d'une érosion très active qu'il est très urgent de stopper (*SCV à base de pâturages pérennes x embocagement*).
- **L'engagement de l'Etat camerounais** dans son plan de développement national à soutenir les SCV, de même que celui des autorités locales régionales (*Lamidos, Représentants du Ministère de l'Agriculture*).
- **Notre capacité d'innovation pour améliorer encore les SCV performants, avec un minimum d'intrants chimiques**, vers des SCV Bio sur des productions à haute valeur ajoutée.
- **Notre attitude responsable en matière de gestion de la fertilité** qui doit faire prendre conscience à tous les acteurs et autorités que l'on ne peut exploiter indéfiniment les ressources naturelles (*déjà souvent très dégradées*) sans jamais rien restituer ; Ce type de miracle n'existe pas, n'est que pure illusion, mais entretenue par le fait que les SCV permettent de produire même sur des sols réputés incultes par la tradition en utilisant des « biomasses-relais » qui sont capables d'extraire des nutriments du sol là où les cultures en sont incapables ; cette capacité à produire de la biomasse dans des conditions pratiquement totalement limitantes pour les cultures peut tirer la fertilité du sol encore plus bas que l'état initial, si des restitutions minimales de nutriments ne sont pas systématiquement effectuées pour ramener ce que la production a exporté des parcelles (*grains, fourrages en vert, foin*) ; c'est le plus sûr gage de la durabilité.

. La « décantation-simplification » du nombre de scénarios SCV en diffusion, maintenant bien intégrés dans une approche « terroirs » performante va certainement faciliter la formation de masse pluri-acteurs : il est en effet plus facile d'enseigner former sur un nombre limité de systèmes que sur un grand nombre à complexité croissante ; les effectifs en formation devraient donc augmenter fortement au service d'une diffusion en forte croissance (« *travailler plus sur les points communs que sur les différences* »).

. On ne peut qu'encourager et soutenir la formation massive d'équipes de diffusion SCV camerounaises, pour assurer la pérennité et la croissance continue de ces techniques quelles que soient la situation et les épreuves socio-économiques (*SCV à faible niveau d'intrants → diffusion spontanée*).

On peut se demander, pour les années à venir, quelle est la meilleure stratégie pour une diffusion rapide de ces techniques SCV au Nord Cameroun, compte tenu d'un effectif de compétences encore très (*trop*) limité :

- Poursuivre dans la stratégie de diffusion dans un grand nombre de terroirs à la fois au NO et EN,
- Ou concentrer les moyens sur un nombre plus limité de terroirs sur les 2 régions Nord et Extrême Nord

. La formation à laquelle le Projet ESA et la Sodecoton accordent, à juste titre une importance déterminante, le développement de la mécanisation et de l'environnement économique de la production (*crédit, commercialisation, subventions, etc...*).

. Enfin, certains outils méthodologiques méritent certainement d'être développés car ils intéressent aussi bien la recherche que le développement dans la quête d'une efficacité croissante du processus de création-diffusion-formation :

- Base de données SCV,
- Indicateurs de performances multi-critères (*agronomiques, socio-économiques, environnementaux*).
- Modules de formation multi-acteurs

Il est également très important de rappeler l'urgence qu'il y a à publier :

- Sur l'approche « terroirs-unités de paysage », intégratrice de l'agriculture et de l'élevage, un guide SCV à l'image de celui de Madagascar, multi-acteurs et multi-ethniques, même si c'est un énorme travail, il est fondamental pour le Cameroun, la Sodecoton les petites agricultures familiales africaines des zones soudano-sahéliennes, et le Cirad.
- Divers articles traitant des impacts SCV sur la productivité des systèmes de culture, leur stabilité, sur les attributs physico-chimiques et biologiques des sols (*carbone, CTC, S, S/T, N, P, K, bases, oligo-E...*) ; les analyses de sols effectuées à l'IRD et utilement complétées (bio-indicateurs) devraient pouvoir être exploitées pour capitaliser nos résultats inédits et exceptionnels de recherche qui relient connaissance scientifique de qualité avec résolution effective des problématiques de

développement et à renforcer les capacités de formation aux niveaux national et international, (*source de financement pour le projet ESA*).

Persévérance, continuité et harmonie sont les mots clés de cette conclusion, pour l'avenir à court, moyen et long termes de l'agriculture de conservation au Nord-Cameroun. On peut dire objectivement que nous sommes aujourd'hui « au milieu du gué » et qu'il est donc fondamental, pour que tous les efforts fournis dans cette aventure SCV unique au sein des petites agricultures familiales n'aient pas été vains, que notre partenaire et bailleur de fonds, l'AFD, qui a construit cette saga avec nous, poursuive son précieux appui et que les autres bailleurs tels que la B.M. et la C.E. puissent également contribuer à faire avancer de concert cette agriculture de conservation au Nord Cameroun.

Mais dans ce moment crucial pour assurer les progrès de cette agriculture de conservation, le choix des hommes leaders est également fondamental, au même titre que l'acquisition de nouvelles ressources financières. **On peut donc raisonnablement s'inquiéter du départ simultané des très compétents** (*et les compétences sont rares en matière de maîtrise de l'agriculture de conservation en général et des SCV en particulier*) de M. **Dominique Olivier**, Assistant technique en fin de contrat et de M. **Oumarou Balarabé**, un leader incontesté du projet ESA qui part achever sa phase de doctorat en France en 2011.

L'équipe ESA va donc être amputée de 2 hommes clé-pilotes de ce projet, en même temps.

Il est de ce fait essentiel, pour ne pas rompre la dynamique actuelle et assurer le succès du futur projet sans discontinuité grave, qu'un nouvel assistant technique compétent sur l'agriculture de conservation puisse remplacer M. Dominique Olivier et que M. Oumarou Balarabé puisse faire des missions d'appui aux moments clés de la campagne agricole 2011 : programmation, mise en place des terroirs, suivi-évaluation finale ; 3 missions bien ciblées me paraissent incontournables.

En conclusion finale et en résumé, la baisse de production des systèmes de culture avec travail du sol, la raréfaction des ressources naturelles et l'installation de trappes de pauvreté qui en résulte ne doivent plus être considérées comme une fatalité. Le défi de l'agriculture durable à relever dans cette région intéresse toute la zone Soudanienne et la survie de la filière cotonnière qui sont soumises aux mêmes contraintes dominantes (*la R-D doit travailler sur les contraintes communes entre grandes régions écologiques plutôt que sur les différences*) ; l'équipe Camerounaise de l'ESA a maintenant acquis une compétence de premier plan en matière de création-diffusion-formation SCV et possède un dispositif de terrain unique qui couvre les échelles d'intervention complémentaires que sont la parcelle cultivée, le terroir et l'unité de paysage et démontre le formidable potentiel régénérateur des sols et de la production que sont les SCV intégrant une agriculture plus diversifiée avec l'élevage et l'arbre ; la diffusion – appropriation de ces systèmes par tous les acteurs du développement passe d'abord par une rapide prise de conscience de la nécessité du « changement » de l'agriculture traditionnelle : de prédatrice elle doit devenir régénératrice, mère nourricière pour le patrimoine sol et l'environnement, les ressources naturelles doivent être négociées, partagées entre tous les acteurs ; les autorités gouvernementales doivent également prendre conscience de ce nécessaire changement qui ne pourra se faire que dans le cadre d'une nouvelle politique agricole

structurée sur l'agriculture durable avec le concours incontournable des chefs coutumiers. La compétence de l'équipe ESA doit être maintenue, renforcée et mise à profit pour démultiplier maintenant efficacement la promotion SCV en Afrique ; leur expertise doit être comme l'est déjà cette agriculture de conservation SCV : appuyée par les bailleurs de fonds.

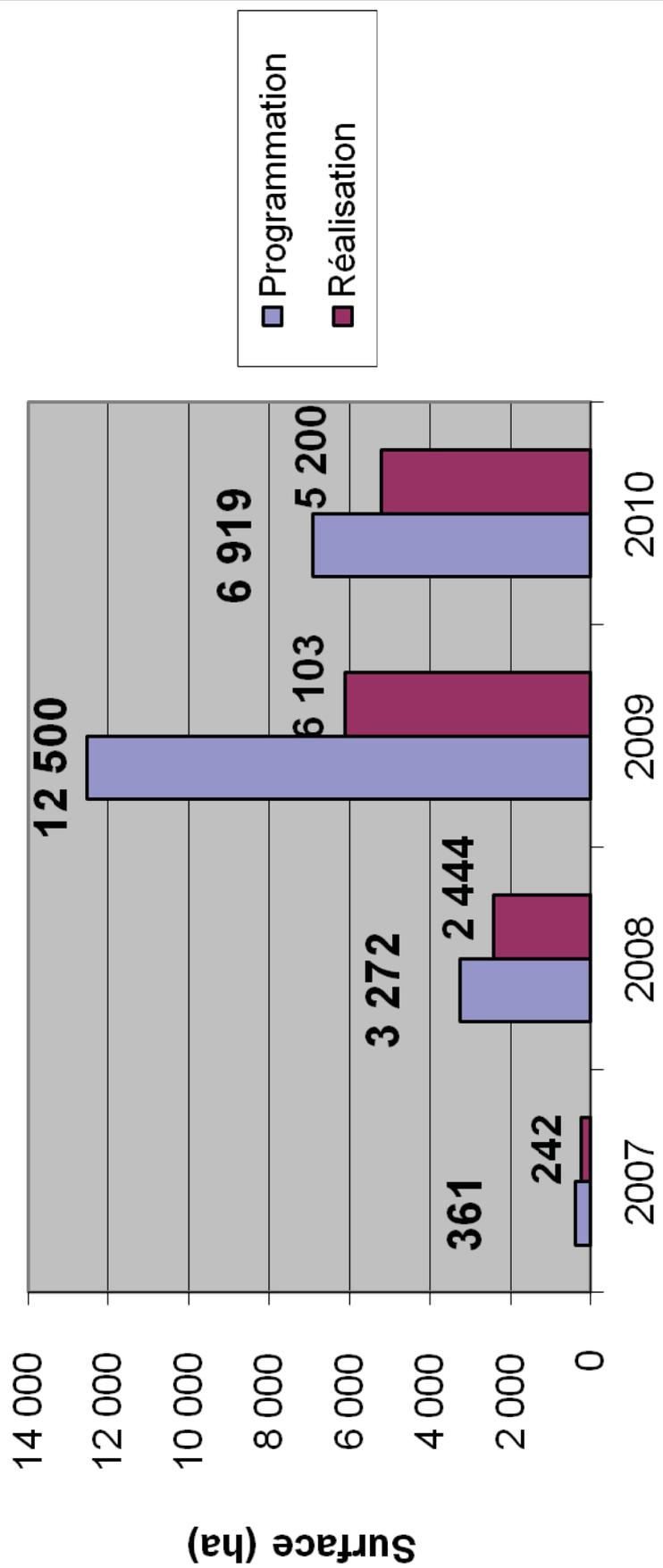
« Les grands problèmes auxquels nous faisons face ne peuvent être résolus en suivant le raisonnement qui a contribué à les créer », A. Einstein

ANNEXES

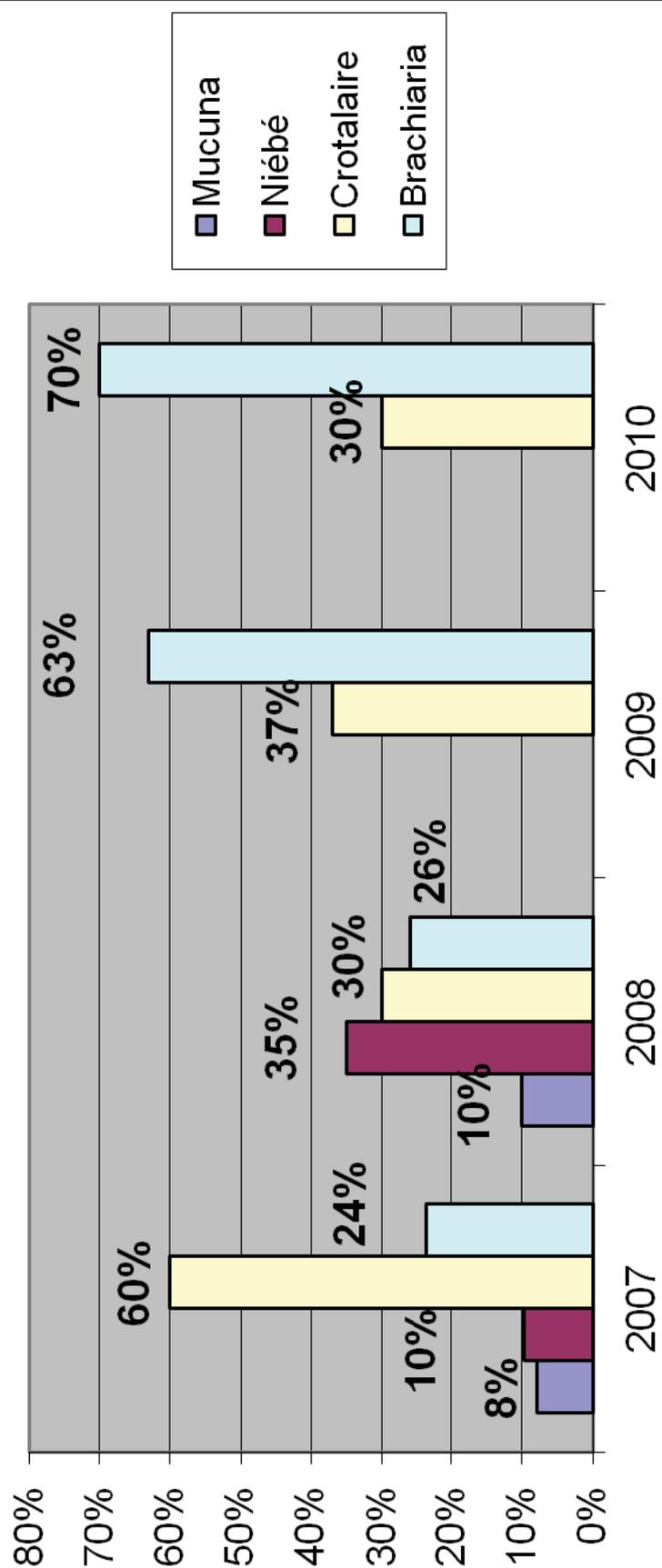
1 – Evolution des surfaces	108
2 - Valorisation des vertisols inondés de l'Extrême Nord Cameroun par la culture sur billons – potentiel agronomique et potentiel de diffusion. (<i>Mémoire de fin d'études - DAA – Adrien Miès</i>)	115
3 - Nutriments MS de <i>Crotalaria juncea</i>	157
4 - Fiche signalétique <i>Brachiaria mutica</i>	158
5 - Traitements de semences	160
6 - Utilisation des graines de Neem en traitement de semences	163
7 - Bio-indicateurs qualité de matières organiques des sols	165

EVOLUTION DES SURFACES

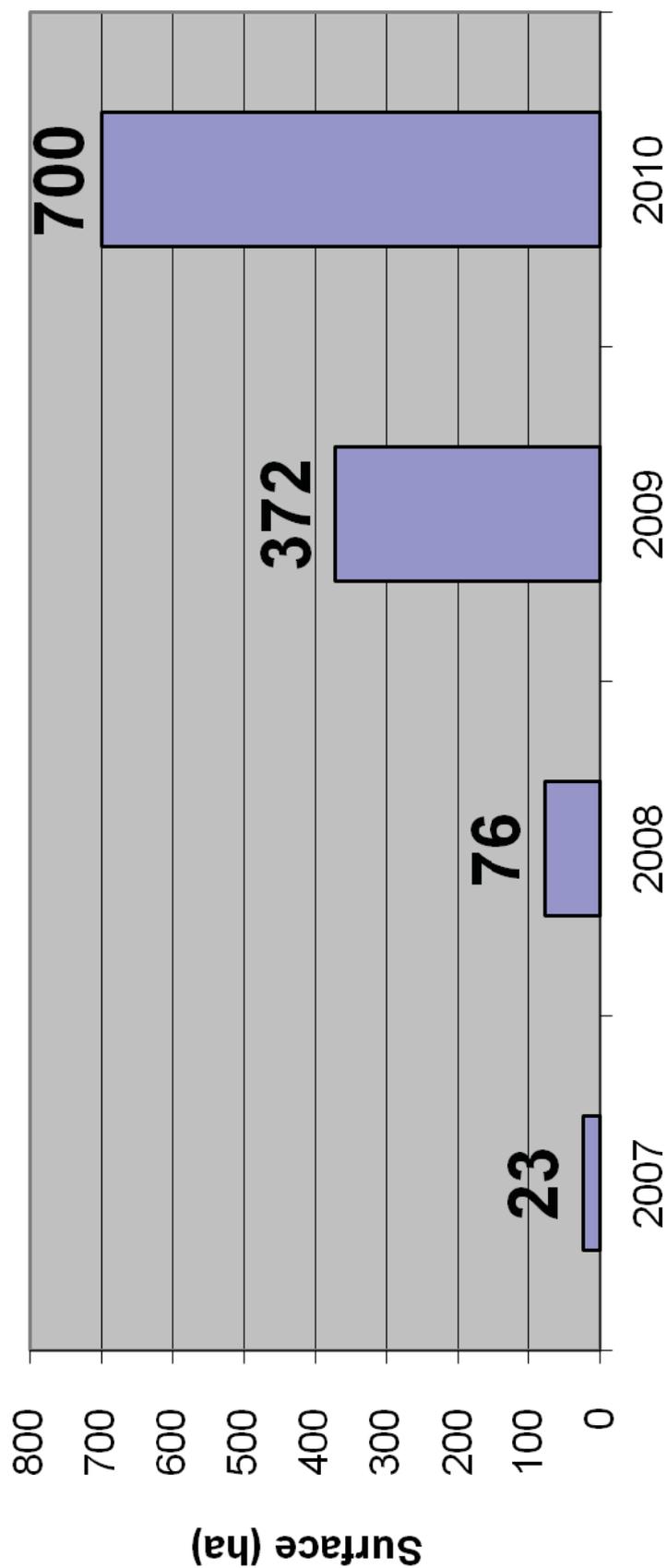
Programmation et Réalisation des Cultures Associées

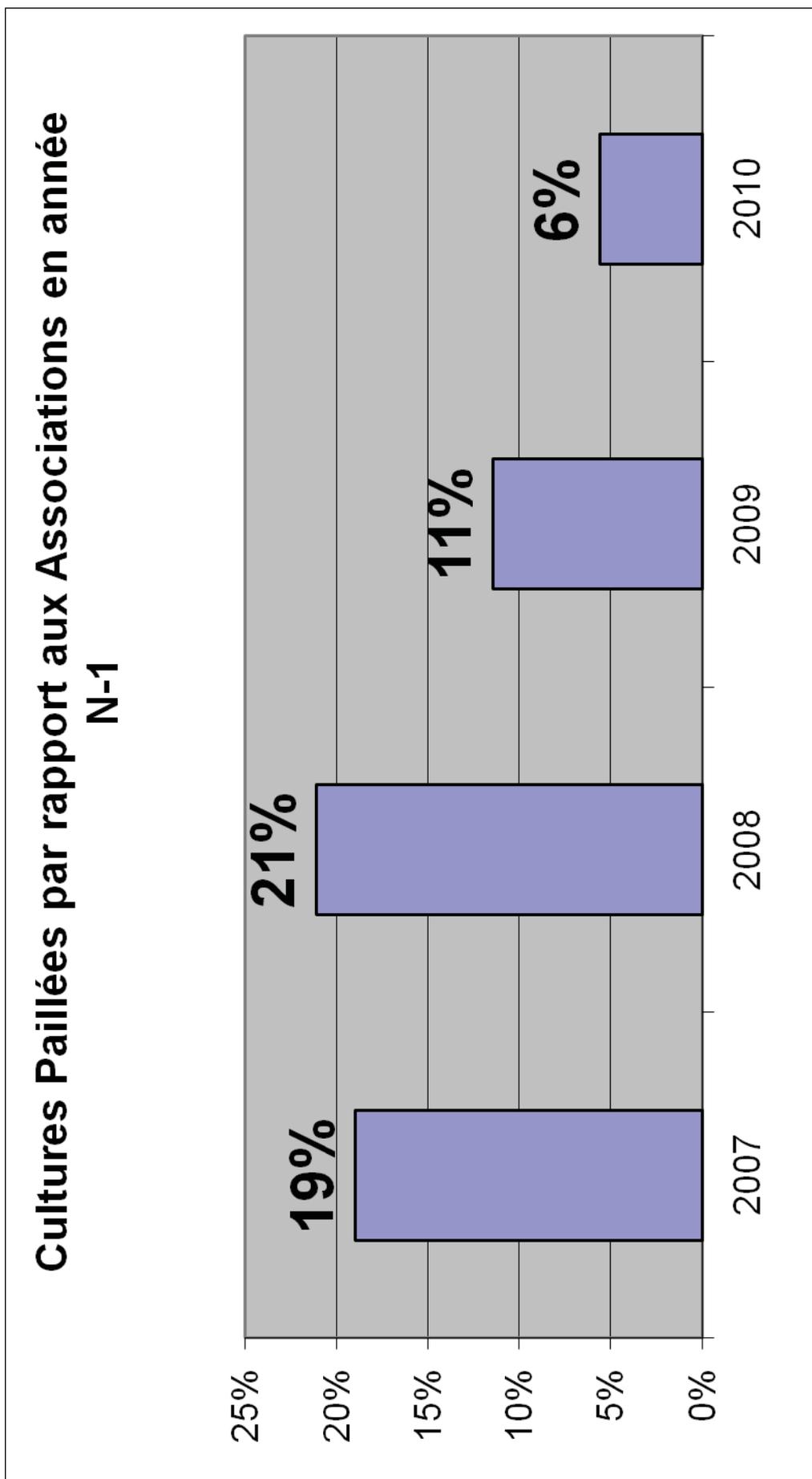


Evolution des Plantes de Couverture



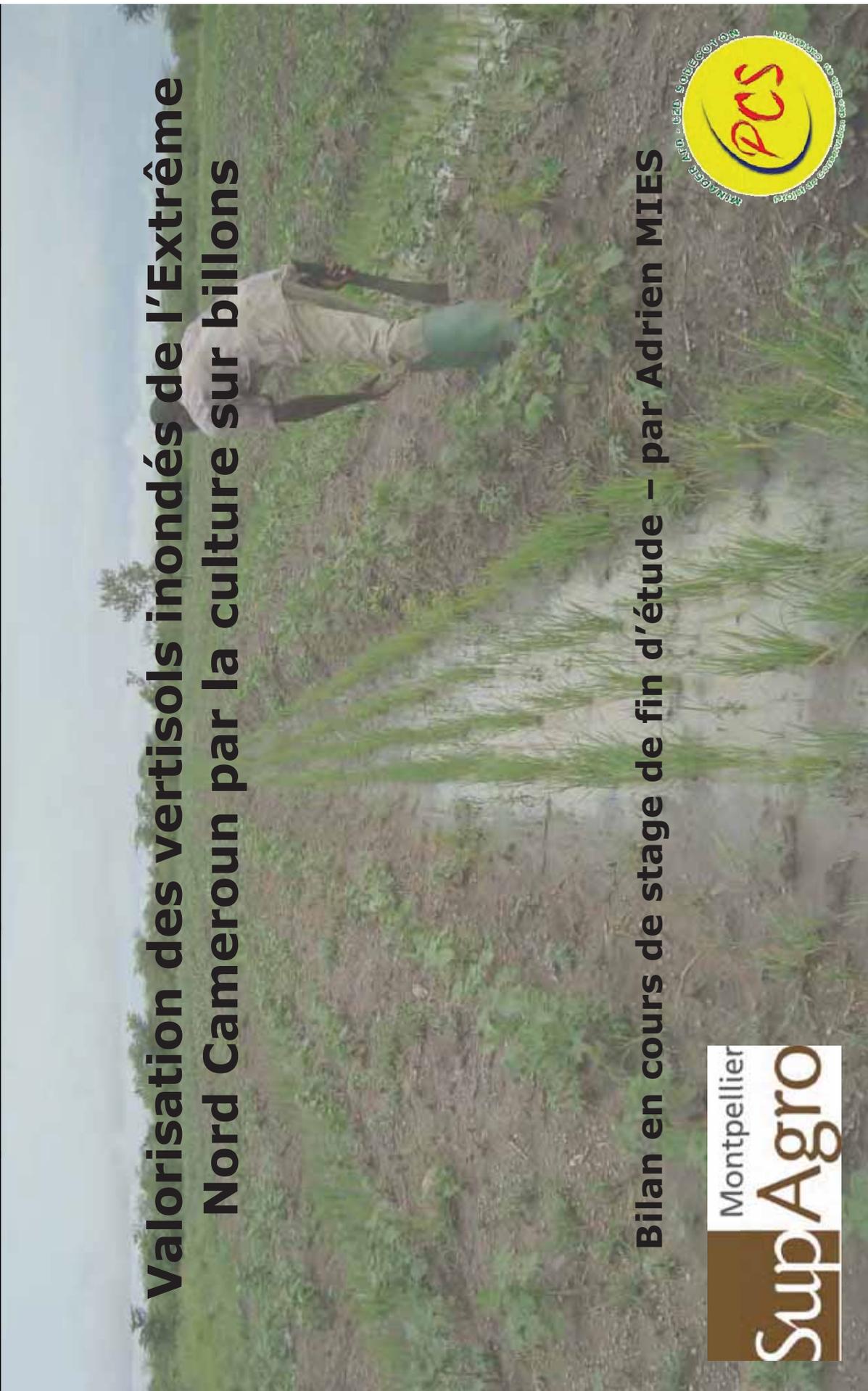
Réalisation en Culture Paillée







Valorisation des vertisols inondés de l'Extrême Nord Cameroun par la culture sur billons



Bilan en cours de stage de fin d'étude – par Adrien MIES



Introduction

Nord et Extrême – Nord Cameroun : important bassin de production cotonnière, plusieurs centaines de milliers d’hectares cultivés et de cultivateurs.

Crise cotonnière grave depuis 2005, causes économiques principalement :

	Période 1996-2005	Crise 2006/07 – 2009/10	Réduction
Producteurs (effectifs)	350 000	220 000	- 37 %
Surfaces réalisées (ha)	215 000	110 000	- 42 %
Production collectée (t)	303 000	110 000	- 64 %
Rendements (kg/ha)	1 410	880	- 38 %



Répercussions sur toute la filière cotonnière et la région de production : emploi, pistes rurales, fertilité des sols...

Recherche d'alternatives à la culture conventionnelle du coton, pour relancer l'intérêt des producteurs, redynamiser la filière cotonnière et pallier à une dégradation des sols :

- Systèmes de culture sous couvert végétal (SCV)



Coton paillé

- Associations et rotations nouvelles



Association Riz/Niébé

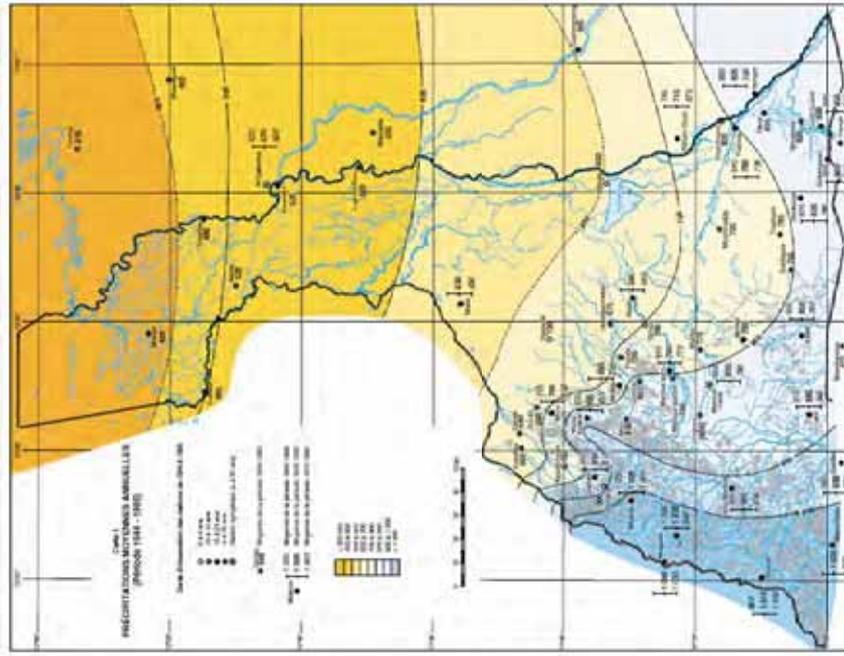
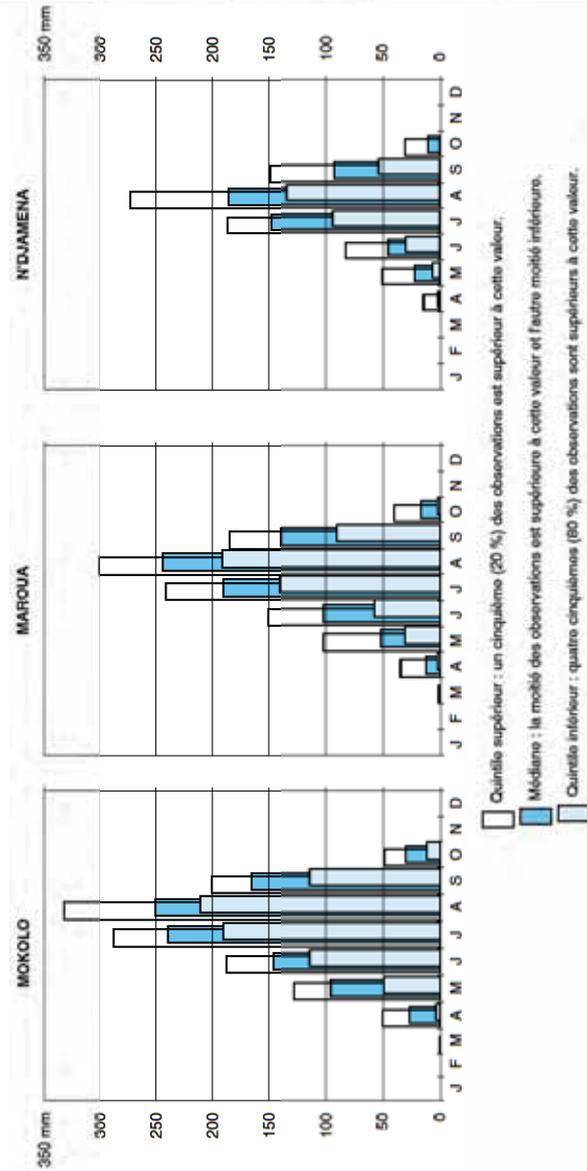
- Aménagements paysagers : cordons pierreux, haies...
- Valorisation des vertisols inondés par la culture sur billons

1 - Vertisols et pluviométrie, une relation à améliorer

1.1. Climat de l'Extrême Nord

Région comprise entre les isohyètes 300 et 700 mm.

- Une seule saison des pluies, centrées sur un maximum en Août. Totaux moyens de 400 à 1100 mm.
- Saison sèche longue, d'autant plus que l'on va vers l'Est.
- Insolation importante et températures fortes.



Précipitations mensuelles en divers points de l'Extrême Nord (1944-1995)

Source : IRD/LCA-MINREST/INC, 1999.

Carte des isohyètes. (1944-1995).

Source : IRD/LCA-MINREST/INC, 1999.

1.2. Quelques éléments de caractérisation des vertisols

Toposéquence et dégradation des vertisols :

Vertisols modaux, non dégradés (*baleewal, luggere, woula...*):

- Sols argileux dès la surface (40% min.), teinte sombre, fissuration et prise en masse en saison sèche et sol quasi-imperméable quand saturé en eau.
- Très bonne rétention en eau, liée à la forte proportion d'argiles.
- CEC élevée, pH basique (6,5 à 8). Bonne fertilité mais peu de MO (0,5 à 2%).
- Occupent dans le paysage des positions basses, mal drainées.

Vertisols intermédiaires, début de dégradation (*sa'doore*) :

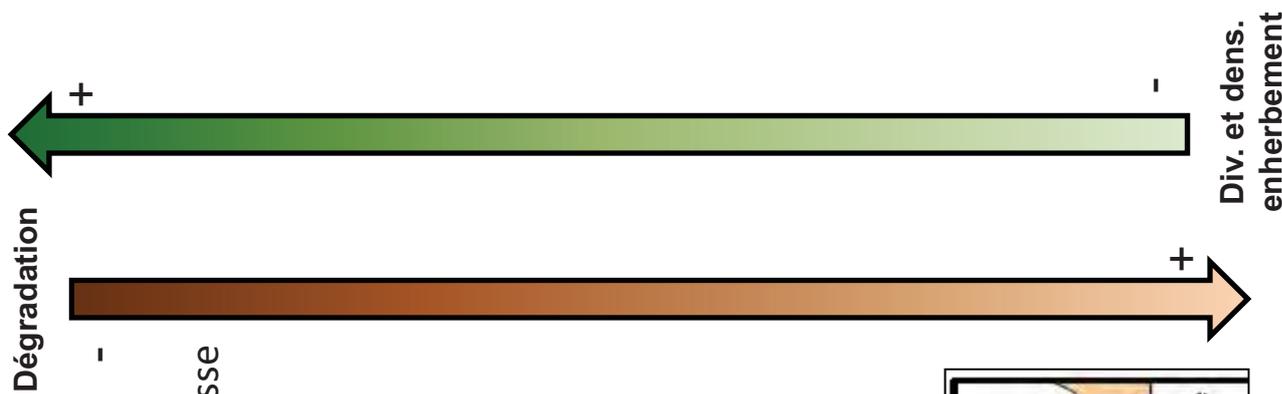
- Sols argilo-sableux, peu de fentes de retrait
- Rétention de l'eau encore correcte
- Se trouvent sur des pentes légères

Vertisols dégradés ou *hardé* :

- Etat de dégradation ultime du vertisol
- Surexploitation, défriches, brûlis → perte de MO, lessivage des argiles, augmentation %limons et %sables et formation d'une croûte de battance.

Types de sols	<i>hardé</i>	<i>sabtoore</i>	<i>mibuulwal ou baleewal (yaayre, luggere)</i>	<i>daande maayo maayo</i>
Indications pédologiques	Vertisol dégradé	Vertisol intermédiaire (ou intergrade) avec sols ferrugineux ou fersalutiques	Vertisol modal	recouvrement de matériel alluvial sur un sol à tendance vertique

Toposéquence des vertisols. Source : B.Mathieu, 2005.



Div. et dens. enherbement

Les vertisols dans l'Extrême-Nord :

Vertisols modaux :

- Yaéré : 4 115 km², tous hors zone cotonnière
- Karé : 4 402 km², dont 1398 km² en zone cotonnière

**En zone cotonnière : 2056 km²
de vertisols modaux et
intermédiaires**

Vertisols intermédiaires :

- 656,8 km², tous en zone cotonnière

Vertisols dégradés, hardés :

- 1 446 km², tous dans la zone cotonnière

Carte des vertisols en cours d'élaboration (Adoum Yaouba, Cellule Suivi Evaluation).

CONSEQUENCE : inondation des vertisols temporaire ou permanente pendant une partie de la saison des pluies, impropres à la culture pendant cette période.

Mauvaise valorisation de l'eau et du potentiel de ces sols :

- Eau d'inondation non utilisée
- Fort ruissellement
- Fertilité sous-exploitée (CEC, matière organique faible...)

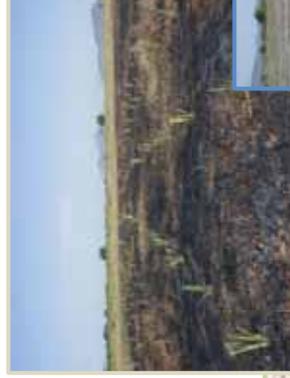
Seule valorisation existante : *muskuwaari*, sorgho repiqué de contre-saison.

Remplissage de la réserve utile lors de la saison des pluies lui permet de pousser.

Eau disponible varie selon le type de sol.

Rendements faibles (400 à 1400 kg/ha), mais propriétés gustatives appréciées.

Pose problème dans un contexte d'augmentation très rapide de la pression foncière.



Quelques étapes de la culture du *muskuwaari*

1.3. La culture sur billons, vers une valorisation durable des vertisols dans l'Extrême Nord ?

Le principe de la culture sur billon

Aménagement de la parcelle cultivée par billonnage

Billons : longues buttes, de hauteur variable, permettant d'exonder les cultures en saison des pluies et d'obtenir une production.

Entre les billons (sillons) : semis d'une culture supportant l'inondation.

Billonnage mécanisé ou en traction animale.

	Mécanisé	Traction animale
Ameublissement du sol	  <p>Sous-solage avec griffes + niveleuse</p>	 <p>Sous-solage avec coutre</p>
Billonnage	 <p>Tractopelle</p>	 <p>Utilisation d'une charrue</p>

N.B : Billons stables mais difficiles à faire sur vertisols très argileux (vertisols modaux).
Stabilité et difficulté du travail du sol diminue avec %argile.

Association, succession et rotation de cultures

Sur les billons : Semis de culture pluviale (coton, céréale ou légumineuse). Rotations Coton/Céréale/Légumineuse.

Dans les sillons :

- en saison des pluies : semis de riz polyaptitude à cycle court, qui supporte à la fois l'inondation et l'assèchement.
- à la fin de la saison des pluies (septembre-octobre) : repiquage de *muskuwaari*, et récolte en février-mars.

Maïs sur billon



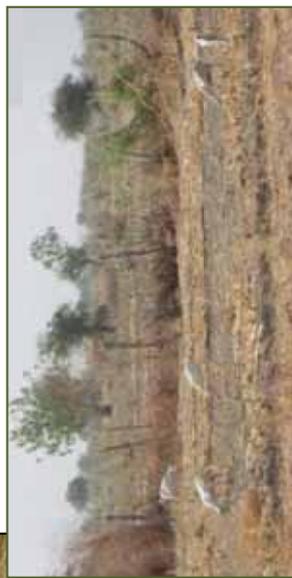
Riz dans sillon



Coton sur billon

Conservation de la biomasse

- Maintien d'un paillis obtenu à partir des organes végétatifs (tiges et feuilles) des cultures.
- Permet d'améliorer l'état de la matière organique et de l'activité biologique dans le sol, de stabiliser les billons (tissu de racines mortes), et à priori d'éviter la dégradation structurale et texturale des vertisols.
- Perturbation mécanique du sol aussi réduite que possible.



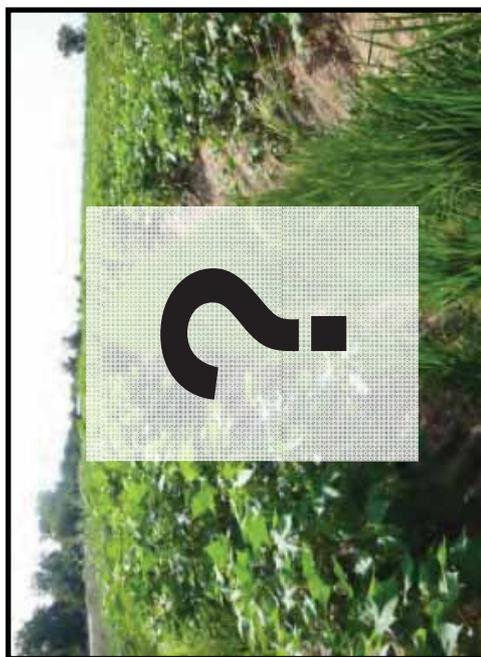
Problématique

Dans l'état actuel de nos connaissances, quel est le potentiel de diffusion de ce système de culture ?

Autrement dit, peut-on appliquer ou non ce système de culture à grande échelle chez les agriculteurs de l'Extrême Nord ?

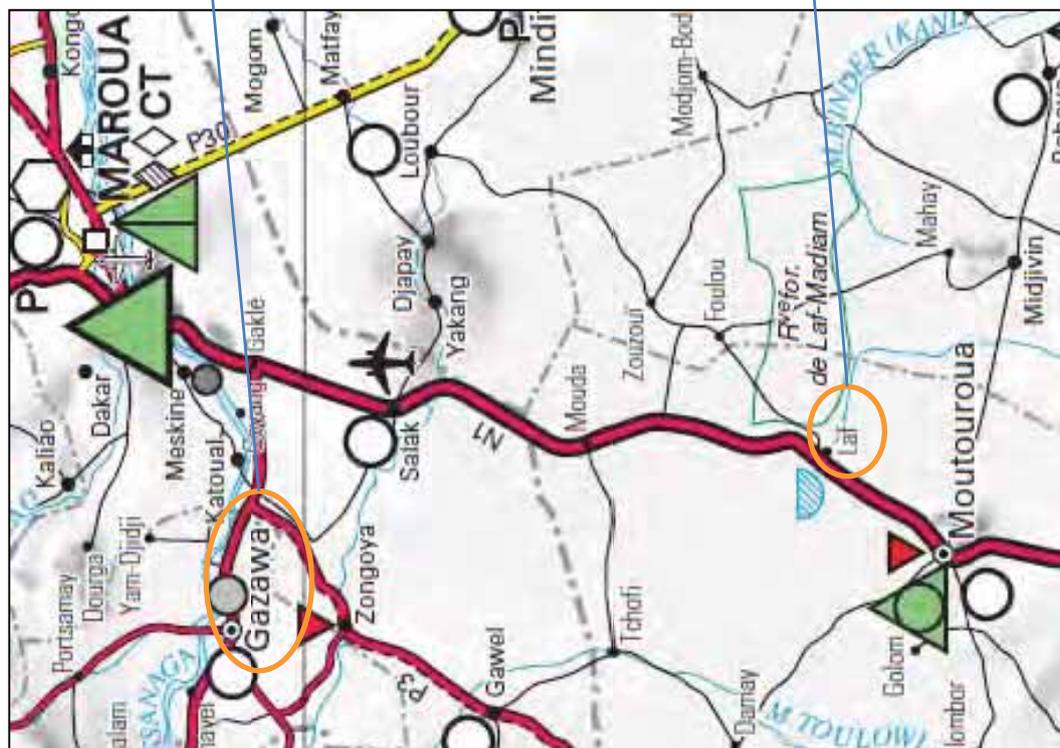
Approche en quatre volets :

- Etude technico-économique de la campagne 2009 de culture sur billons
- Intérêt des agriculteurs pour ce système et adoptabilité, d'après enquêtes
- Impact environnemental de la culture sur billons
- Pistes d'amélioration du système et de la démarche



2 – Sites d’essai et étude technico-économique

2.1. Présentation des sites



Site de Gazawa



Site de Laf

Les sites n'appartiennent pas à la Sodecoton, mais à :

- Boubba Jean, menuisier, propriétaire du site de Gazawa,
- Robert Bakari Yaouare, délégué du gouvernement, propriétaire du site de Laf.

Suivi des cultures et des manœuvres assuré par des techniciens, encadrés par Chilve Hamza, ingénieur agro Maroua-Sud et Abaliman Alhadji.

	Laf	Gazawa
Surface cultivée	5,2 ha	3,5 ha
Type de vertisol	Modal/intermédiaire	Intermédiaire/dégradé, graviers (construction route)
Cultures sur billon	Mais, Soja, Coton	Soja, Coton
Culture dans sillon	Riz	Riz
Situation géographique	A 2 km du village	Dans le village, bord axe Maroua-Mokolo
Suivi du site	Technicien dépêché par le propriétaire	AAE Sodecoton/PCS



M. Boubba Jean, propriétaire du site de Gazawa

2.2. Conduite des travaux

2.2.1. Deux méthodes de billonnage

	Site de Laf	Site de Gazawa
Ameublissement du sol	 Sous-solage avec griffes + niveleuse	 Sous-solage avec griffes + niveleuse
Billonnage	 Tracteur + Corps billonneur	 Pelleuseuse
Temps de travaux	Niveleuse : 30 h, soit 5,7 h/ha Tracteur : 4 j (car pb), 4 h théoriques, soit 0,75 j ou h/ha	Niveleuse : 27 h, soit 7,7 h/ha Pelleuseuse : 395 h, soit 113 h/ha
Coûts	Niveleuse : 1 290 000 F, soit 248 000 F/ha Tracteur : 130 000 F, soit 25 000 F/ha Construction corps billonneur : 205 633 F TOTAL : 1 303 000 F + CB, soit 278 000 F/ha + CB	Niveleuse : 1 161 000 F, soit 368 570 F/ha Pelleuseuse : 13 825 000 F, soit 3 950 000 F/ha TOTAL : 14 986 000 F, soit 4 281 700 F/ha

Conséquences sur l'état du sol et les cultures

Gazawa :

- Profondeur du sillon inégale → inondation prolongée par endroits, problèmes de levée du riz (pourrissement des semences, gêne par accumulation de dépôts).
- Billons trop hauts, jusqu'à 110 cm entre le haut du billon et le fond du sillon ! → les billons s'assèchent très vite, stress hydrique et baisse de production.

Autres problèmes sur la parcelle :

- 5 billons sont proches du *hardé* : érosion très forte, cultures s'y développent très mal .
- Restes de graviers et de sables de la construction de la route proche : bord de la parcelle de type *hardé*, surface du sol compactée.
- Présence d'un pont en amont : collecte l'eau de ruissellement des *karé* environnants. Très fort courant érosif dans les sillons qui menace la stabilité des aménagements.



Conséquences sur l'état du sol et les cultures

Laf :

- Billons plus bas, s'assèchent moins vite.
- Mais aplanissement des billons plus rapide : corps billonneur → petits agrégats, plus facilement déplacés par les pluies violentes.

Problèmes sur la parcelle :

- Ecoulement de l'eau de ruissellement a détruit deux billons et envasé un sillon. Il a fallu recréer le sillon au tracteur, et détourner le cours d'eau.



2.2.2. Opérations culturales et suivi des manœuvres

Toutes les opérations culturales sont réalisées à la main.

A Laf, les manœuvres viennent de Maroua :

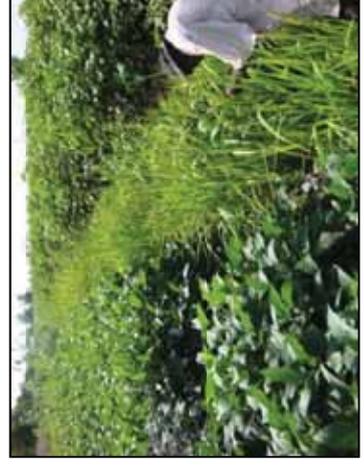
- Technicien de suivi faisait le trajet chaque jour
- Main d'œuvre non fidélisée
- Payés à la journée et pas à la tâche accomplie
- Travailleurs urbains plus exigeants que main d'œuvre embauchée dans les villages : manœuvres payés chacun 1000 à 1500 F/j.

Conséquence : coût excessif des travaux manuels

A Gazawa, manœuvres déplacés depuis Mokolo :

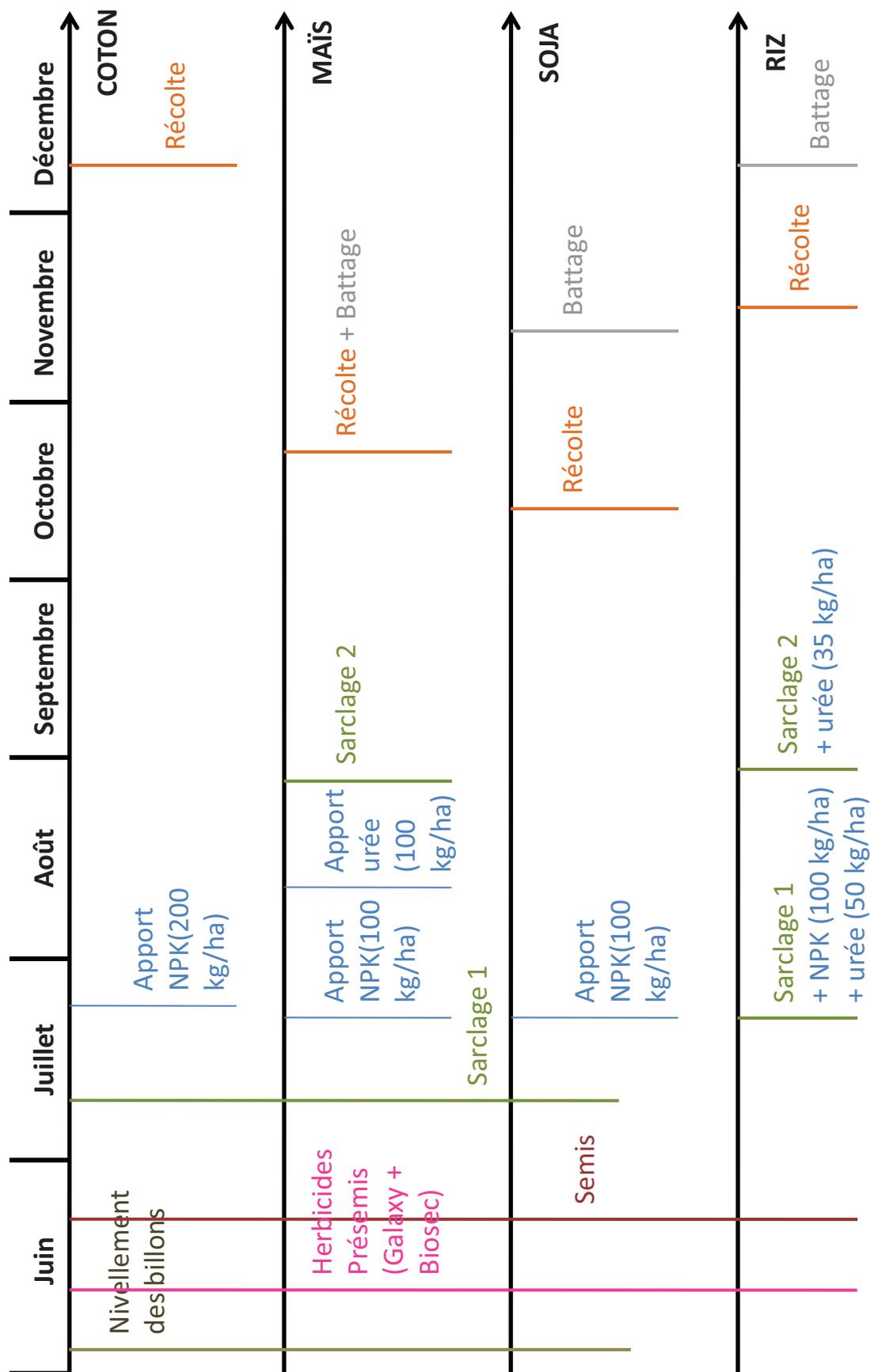
- Main d'œuvre de Gazawa trop onéreuse (style de vie urbain)
- Manœuvres fidélisés, connaissent bien les parcelles et leur travail

Conséquence : coût plus raisonnable des travaux manuels



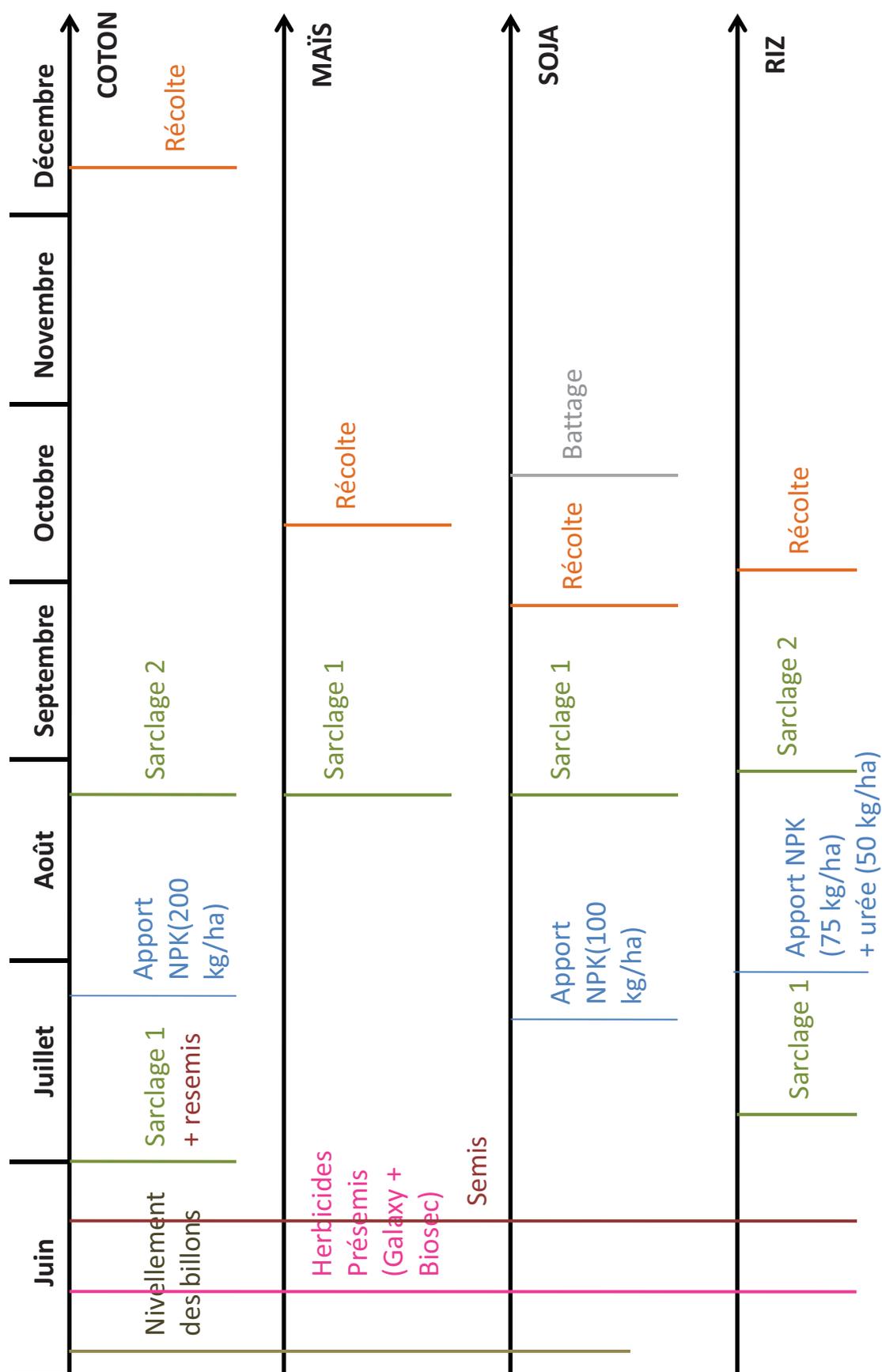
2.2.2. Opérations culturales et suivi des manœuvres

Site de Laf

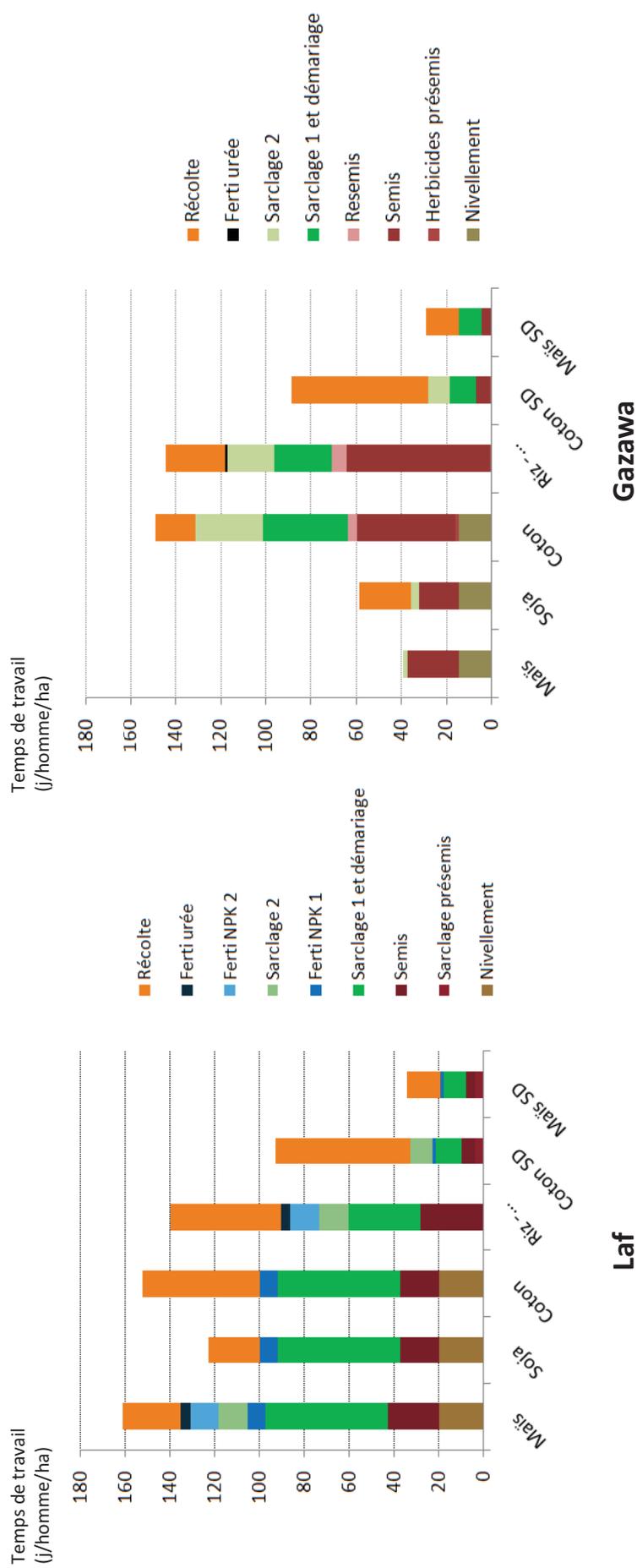


2.2.2. Opérations culturales et suivi des manœuvres

Site de Gazawa



2.2.2. Temps de travaux



- Manque de précision dans les données Maïs et Soja : petites surfaces (<0,2 ha) mais temps de travaux donnés en jours.
- Beaucoup d'approximations dans les temps de travaux pour une opération entre les différentes cultures → biais.
- Semis : travaux aussi longs en culture sur billons qu'en culture conventionnelle d'après les manœuvres.
- Sarclages plus long.
- Récolte peut devenir plus longue.

2.2.3. Coûts et bilan économique de la campagne

Site de Laf

	Maïs	Soja	Coton	Riz-Sebota70	TOTAL
Rendements (kg/ha)	2 545	684	1901	948	
Bilan sur la campagne (F)	352 918	-18 121	47 709	-70 572	171 934
Bilan sur la campagne (F/ha)	179 602	-13 780	124 242	-44 638	32 781

- Bonne production de coton et de maïs
- Mauvais rendements de soja et de riz : deux semaines sans pluies lors du remplissage des grains de riz et baisse de production. Soja : récolte trop tardive, gousses déhiscentes et graines qui tombent au sol ?



2.2.3. Coûts et bilan économique de la campagne

Site de Gazawa

	Maïs	Soja	Coton	Riz-Sebota70	Muskuwaari	TOTAL
Rendements (kg/ha)	0	1 165	2 386	295	0	
Bilan sur la campagne (F)	-11 086	24 095	166 163	-119 605	-80 000	-20 433
Bilan sur la campagne (F/ha)	-136 027	137 687	120 147	-126 113	-84 353	- 5 778

- Bonne production de coton et de soja
- Le maïs n'a rien produit : billon très dégradé, presque du hardé.
- Mauvais rendement de riz : deux semaines sans pluies lors du remplissage des grains et baisse de production.
- Echec de la tentative de repiquage du *muskuwaari*.



2.3. Difficultés et limites de ce système

- Des opérations culturales plus difficiles qu'en culture conventionnelle :
 - Liés au travail sur sol argileux humide (billons) à très humide/inondé (sillons) : bord des billons glissants, sol très mou et collant où l'on s'enfonce, colle aux outils, impossibilité de travailler quand il pleut et sarclages difficiles quand le sol devient sec...
 - Liés à la configuration des billons : impossible de se tenir sur le billon pour sarcler quand cultures ont poussé (encombrement), pulvérisations plus compliquées (traverser le billon pour chaque plant de coton à traiter).
 - Liés à la configuration de la parcelle : récolte plus longue car il faut revenir en bout de billon pour déposer ce que l'on a récolté.
 - Autres problèmes : apparition de mouillères, courant érosif dans les sillons qui recouvre le riz...



- Des travaux d'aménagement lourd et onéreux
 - Pelleuse : très long, extrêmement cher.
 - Tracteur : rapide mais reste coûteux malgré tout.
- Un investissement qu'il faut pouvoir supporter si aucune facilité/incitation n'est mise en œuvre pour aider les producteurs intéressés.



- Problème avec l'activité d'élevage : des animaux entrent plusieurs fois par jour sur les parcelles, même si gardien. Mangent le paillis, les cultures et abîment les billons, élargissent les fentes de retrait...
- Traitements phytosanitaires peu efficaces : adventices repoussent, certains persistent (ressemblent à de petits oignons : *Cyperus rotundus* : plante de sol engorgé, typique des rizières, contrôle difficile car présence d'autres dicotylédones).
- Problèmes de levée de riz et de coton : resemis. Piste à creuser : trous de semis trop profonds pour vertisol ? Sol trop humide et engorgement ? Apparition de maladies ?
- Erosion des billons problématique : courant très fort, aplanissement des billons, envasement des sillons...
- Formation d'une croûte de battance sur certain billons à Gazawa : mauvaise infiltration de l'eau de pluie, levées médiocres.



3 – Intérêt des agriculteurs pour ce système

3.1. Méthode utilisée

- Entretiens chez les personnes possédant ou cultivant des *karé* (terres à *muskuwaari*)
- Un questionnaire en deux parties :
 - Fonctionnement général de l'exploitation, système de production, résultats agronomiques et économiques et calendrier de travail de la dernière campagne
 - Intérêt pour la culture sur billons : aspects +/-, atouts et blocages, améliorations, gestion des pailles, difficultés à la mise en place et au suivi d'un système de culture sur billons...

Intérêt : caractériser la diversité des exploitations rencontrées (typologie) et la croiser avec les atouts/blocages à la mise en place de la culture sur billons. Idée : réussir à établir une « clé de détermination » des exploitations à même d'essayer la culture sur billon.

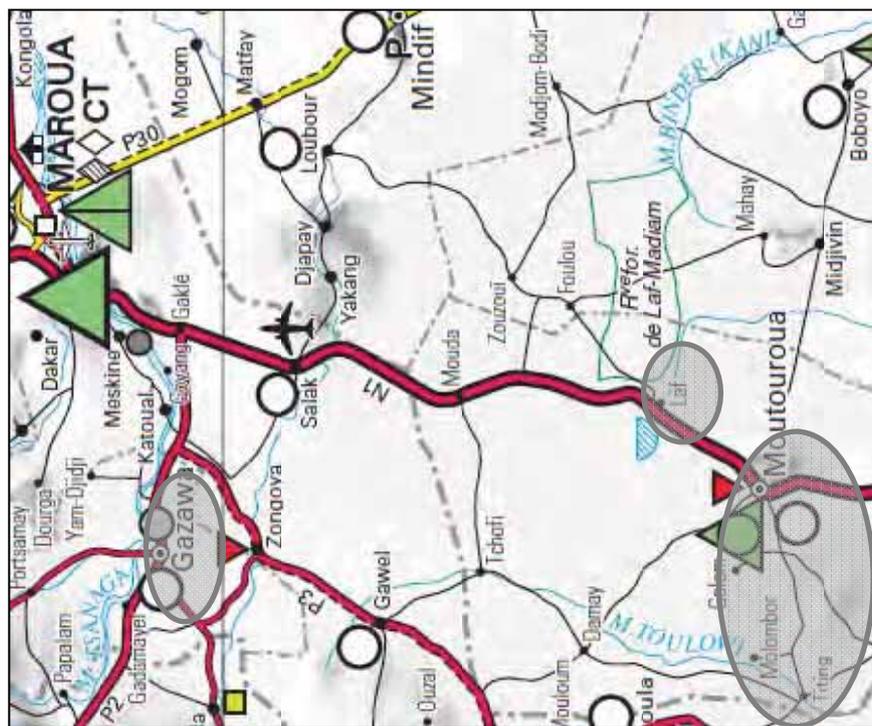


58 personnes interrogées dans trois zones :

- Gazawa (village) : 33 personnes
- Laf (village) : 18 personnes
- Moutourwa et alentours : Moutourwa, Mordok, Zibou, Titing : 7 personnes

Des contextes villageois très différents :

- Gazawa : village périurbain à 25 km de Maroua, beaucoup de commerçants/artisans, mode de vie urbain. Population plus dense : 25 000 hab. Mélange ethnique fort.
- Laf : à 50 km de Maroua, village plus isolé et vivant de l'agriculture. 7500 hab., tous Giziga.



Village de Laf



Village de Gazawa

3.2. Typologie des exploitations

Village de Gazawa

Type 1 : Grands producteurs (n=6)

- Grandes surfaces : plus de 20 q
- Cultivateurs ont souvent plus de 40 ans
- Cultures diversifiées (4 au moins), valeur ajoutée et bonne maîtrise technique
- Louent leur matériel et emploient de la MOT
- Peu de bétail
- Santé économique dépend des résultats de la campagne agricole

Type 2 : Jeunes cultivateurs (n=5)

- Faibles surfaces (<10 q)
- Peu de matériel
- Cultures peu variées, pas de cheptel
- Travaillent souvent avec la famille

Type 4 : cultivateurs avec revenu annexe (n=9)

- Culture > Commerce (temps et revenu)
- Surface moyenne (5 à 16 q) + activité commerciale « en sécurité », moyennement diversifiés
- Santé économique mauvaise (50%<0)

Type 3 : actifs non agricoles avec petite surface agricole en difficulté (n=9)

- Commerce > Culture (temps et revenu)
- Début culture suite à une baisse du revenu du commerce
- Petite surface, peu diversifiée, souvent en location, peu de matériel et de cheptel
- Mauvaise maîtrise de la culture

Type 5 : Producteurs âgés (n=3)

- Ont plus de 60 ans, peu ou pas de MOF
- Grand âge et grande fatigue
- *Muskuwari* seulement, pas d'équipement
- Fortes dettes, pas de revenu annexe ni de surplus, autosuffisance alimentaire rare

3.2. Typologie des exploitations

Village de Laf

Type 1a : Exploitations de petite taille peu intensives, jeunes exploitants

- Surface cultivée réduite : 16 q, 75% de *muskwaari*
- Pas de dépenses de MO : famille fait tout
- Exploitants jeunes (30 ans en moyenne), peu de personnes à charge (1 à 4)
- Cultures diversifiées (3 à 6)
- Pas de bœufs de trait, petits ruminants qui servent d'épargne
- Utilisation de charrue seulement
- Bilan économique bas car revenu annexe faible et ventes des cultures faibles

Type 1b : Exploitations de petite taille peu intensives, exploitants âgés

- Idem type 1a, mais :
- Exploitants plus âgés (59 ans en moyenne)
 - Plus de personnes à charge (2 à 11) : petits enfants

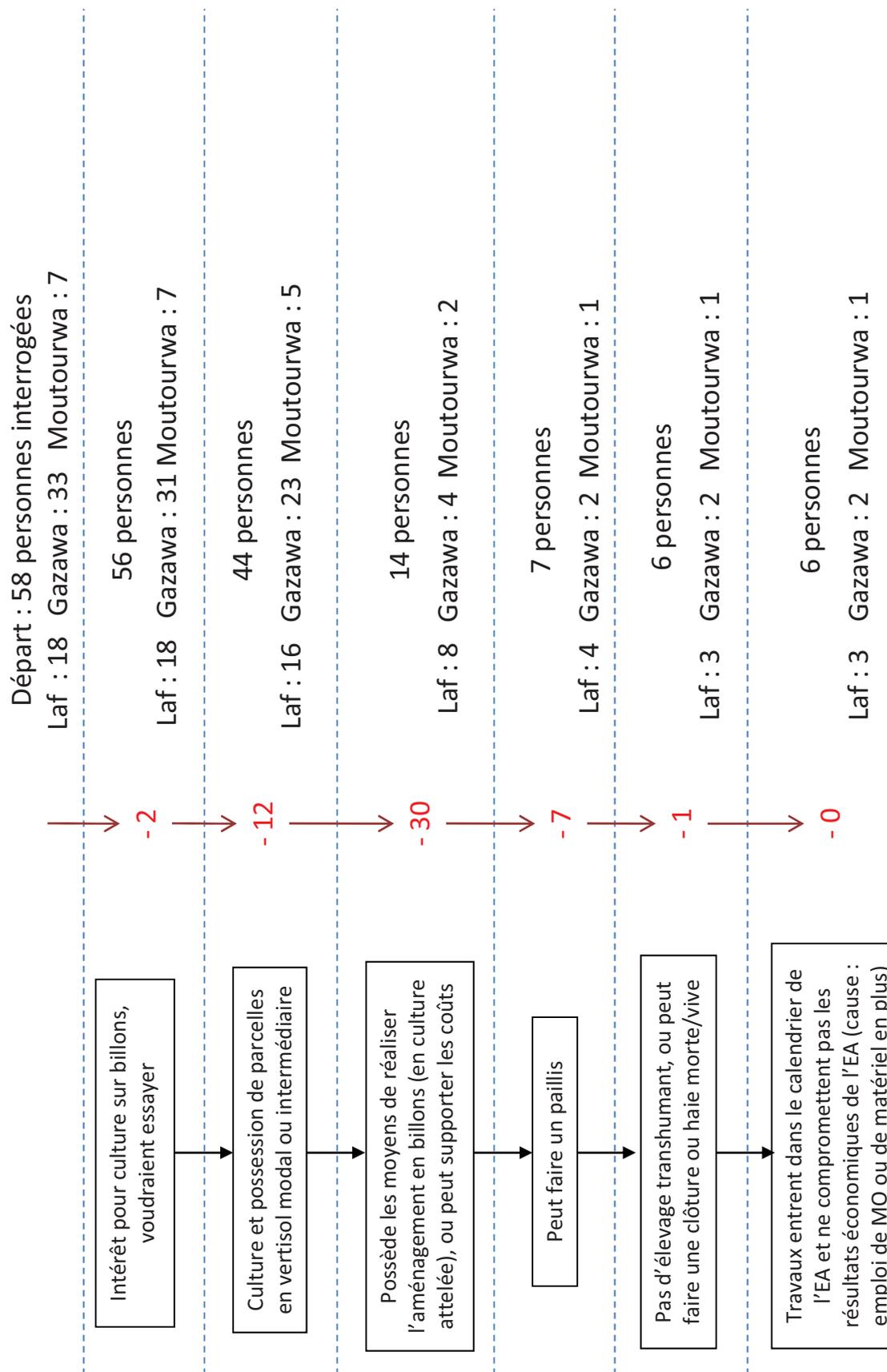
Type 2 : Agroéleveurs mécanisés et intensifiés

- Ont tout le matériel de travail du sol à leur disposition
- Grandes surfaces cultivées : 40 q + jachère.
- Cheptel de grande taille (16 Ax en moyenne)
- Fort revenu issu des cultures : bons rendements + spéculation, et bonne situation économique
- Emploi de MO important, fortes dépenses en intrants (phyto + fertilisation)
- Exploitants assez jeunes : 34 ans (contre 49 en m.), entrepreneurs.

Type 3 : Exploitants âgés avec exploitation extensive

- Ont le matériel de travail du sol, la pulvérisation et le petit transport avec au moins une paire de bœufs
- Grandes surfaces cultivées : 42 q + jachère
- Exploitants âgés : 61 ans en moyenne, fatigués.
- Bonne diversification (4 à 6 cultures)
- Dépenses en MO et intrants 2 à 3x inférieures à celles des autres exploitations.
- Revenu des cultures faibles.

3.3. Contraintes à l'adoption de la culture sur billons



BILAN :

Seule une faible part des exploitations enquêtées peut potentiellement réussir la culture sur billons : 10,3 % du total des exploitations enquêtées

Quelques données sur ces 10 EA : surface, emploi, matériel, cultures...

Se retrouvent dans la typologie :

- à Laf : 1 EA dans type 1a (jeunes exploitants), 2 autres dans type 2 (grande taille intensifs)
- à Gazawa : cultivateurs avec revenu annexe
- à Moutourwa : cultivateur avec revenu annexe

Dans l'éventualité d'une future diffusion de la culture sur billon, les producteurs à cibler sont ceux :

- Qui ont un revenu de la vente des cultures ou annexe élevé, leur permettant d'assumer le coût des travaux et la mise en place d'une clôture
- Mais qui n'ont pas de cheptel trop important pour pouvoir immobiliser de la paille
- Et qui sont bien sûr propriétaires légitimes de leurs *karé*.

4 – Impact environnemental de la culture sur billons

Billonnage : perturbation brutale d'un milieu auparavant peu modifié.

	Conduite traditionnelle d'un karal	Culture sur billon
Travail du sol et perturbations	Très réduit : trou creusé 1x/an à 20-30 cm + 1 sarclage Parfois brûlis	- Sous-solage et billonnage profonds (30 cm), tous les 3 à 5 ans (estimations) -Travail superficiel lors de l'entretien des billons - 2 sarclages
Occupation du sol dans le temps	<i>Muskuwaari</i> pendant 6 à 7 mois/an	Billon : culture pluviale pendant 4 à 7 mois Sillon : Riz pendant 4 mois puis <i>muskuwaari</i> pendant 6 à 7 mois
Occupation du sol dans l'espace	Densité de plantation très faible (10 000 plants/ha)	Sillon : 4 lignes de riz, 40x25 cm Billon : 2 à 3 lignes, varie selon la culture
Exportations	A calculer	A calculer
Utilisation de produits phytosanitaires	1 traitement herbicide/an (glyphosate)	1 traitement herbicide (glyphosate sur billon + pré-levée riz dans sillon) + 10 doses de produits de traitement insecticide.

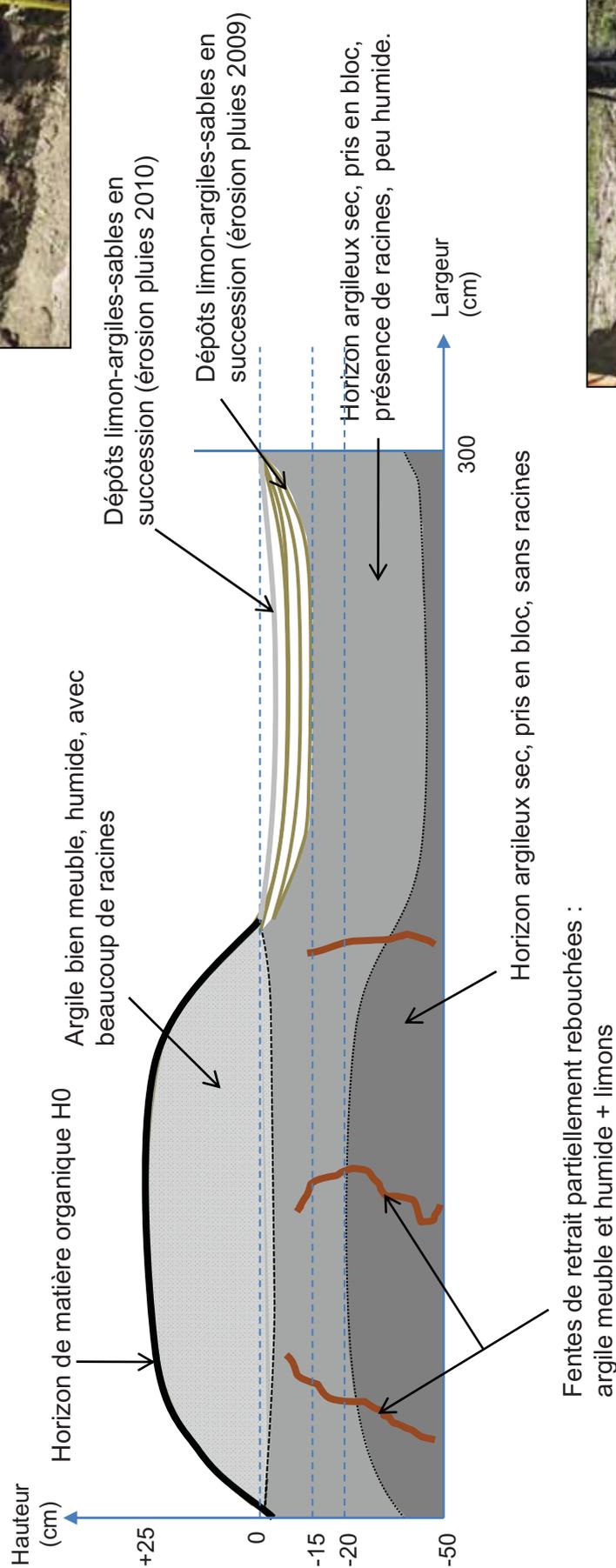


Quelles conséquences suite à cette modification du milieu ?

A quoi peut-on s'attendre concernant la durabilité environnementale de ce système de culture ?

4.1. Profils de sol après 1 an de culture sur billon

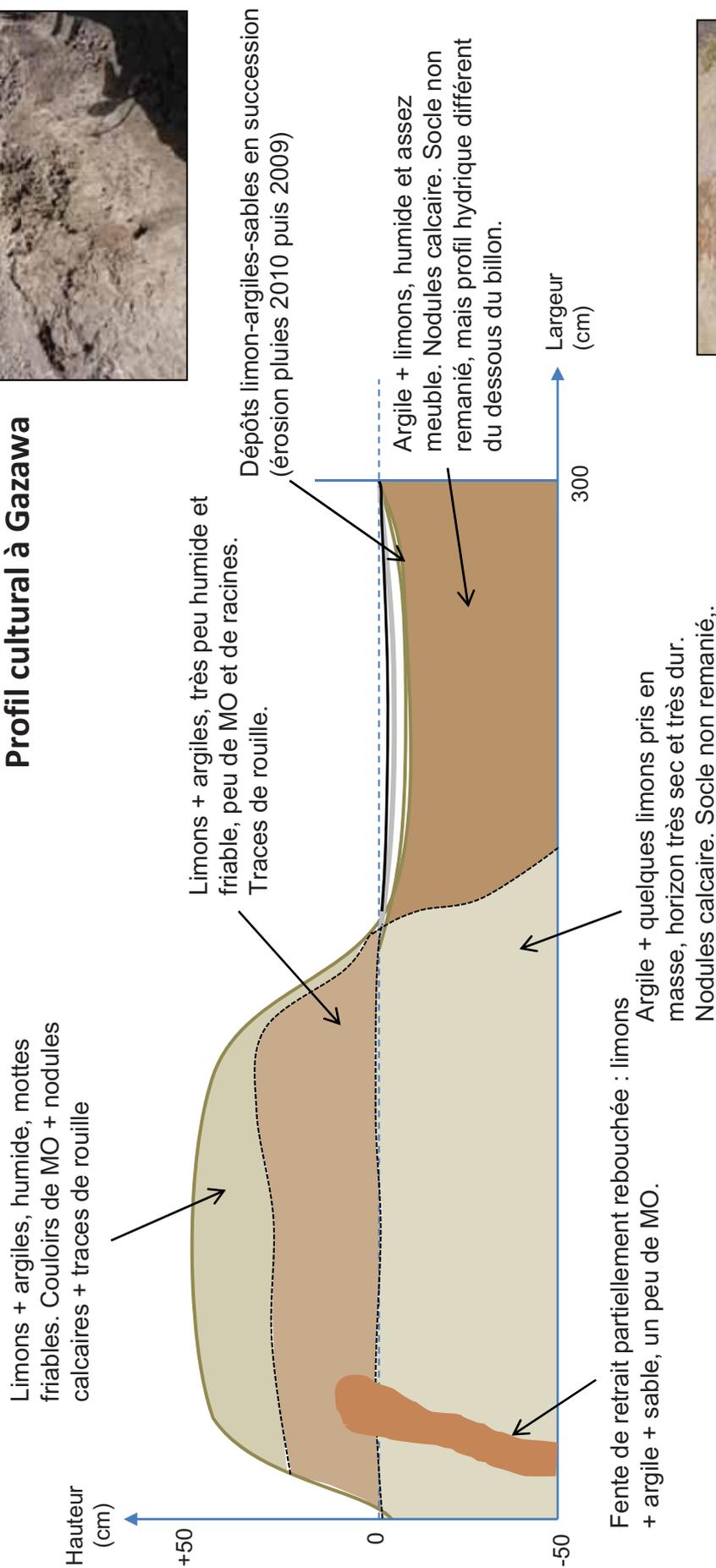
Profil culturel à Laf



Couverture du sol sur billon et sillon à Laf (précédent maïs)

- Couverture du sol très réduite : quelques pailles éparses + graminées
- Horizon de MO d'épaisseur variable : 0 à 4 cm.
- Bon enracinement dans les horizons travaillés, bonne.
- **Erosion des billons pose problème : dépôt de limons/sables qui peuvent être facilement lessivés, départ des éléments les plus fins...**

Profil culturel à Gazawa



- Couverture du sol quasi-inexistante, apparition d'une croûte de battance : billons restent sec, même après pluie.
- Horizon de MO à peine visible.
- Sillons très humides, pas toujours inondés : sol très humide.
- **Erosion des billons pose problème : dépôt de limons/sables qui peuvent être facilement lessivés, départ des éléments les plus fins...**

Couverture du sol sur billon à Gazawa (précédent soja)

4.2. Effet du travail du sol (à l'état de la réflexion actuelle)

A court terme (après 1 an de culture) :

- Travail du sol bénéfique : ameublir un sol compacté, améliore l'infiltration de l'eau et son drainage sous les billons, facilite la pénétration des racines (entre les mottes), l'oxygénation du sol (apparition de traces de rouille à Gazawa).
- Accumulation d'eau dans les sillons rend le sol plus meuble

A moyen et long terme, si billonnage tous les 3 à 5 ans et échec de la conservation du paillis et non-résolution des conflits agriculture-élevage :

- Exportations d'éléments minéraux plus importantes que les apports d'intrants : appauvrissement du sol
- Chaque travail du sol → lissage et destruction de la porosité structurale du sol
- Pas de MO restituée au sol : pas d'effet structurant, lessivage des éléments fins, formation d'une croûte de battance → hardéisation.



A moyen et long terme, si billonnage tous les 3 à 5 ans en début de saison des pluies, et conservation du paillis avec **résolution des conflits** agriculture-élevage :

- Travail de billonnage, si réalisé alors que sol légèrement humide et débris végétaux abondants, ne devrait pas détruire la porosité structurale du sol (*P. Guillaume, CIRAD, communication personnelle*).
- Matière organique oxydée à chaque nouveau billonnage, mais devrait avoir le temps de se reformer.
- Conclusion : maintien d'un niveau de matière organique plus élevé bénéfique pour les vertisols, pas ou peu d'altération de la structure du sol.

MAIS suivi du sol sur le long terme (10 ans minimum) **INDISPENSABLE** avant de diffuser ce système de culture à grande échelle.



4.3. Produits phytosanitaires, santé humaine et biodiversité

Des traitements plus nombreux :

- Vertisols en *muskuwaari* : un seul traitement herbicide par an (Biosec, glyphosate à 707 g de matière active/ha/an)
- Culture sur billons :
 - un traitement herbicide par an, deux produits différents : Biosec, glyphosate à 707 g de matière active/ha/an ET herbicide sélectif pré-levée du riz Galaxy 450 EC, Clomazone à 200 g/ha et Pendiméthaline à 600 g/ha.
 - 7 passages insecticides, trois produits différents utilisés : Cigogne 360 à 300 mL/ha, Profenalm à 315 mL/ha, Steward à 85 mL/ha.

Risques :

- Pour la santé humaine : manœuvres souvent très mal protégés (pas de masque, de gants...), nuage peut dériver vers les villages proches, transferts de matière active (cours d'eau, puits...).
- Pour l'environnement et la biodiversité : disparition d'espèces, des mécanismes de compétition entre ravageurs des cultures et leurs prédateurs...
- Apparition de résistances aux matières actives utilisées si trop fréquemment utilisées.

4 – Pistes d'amélioration du système actuel

- **Travaux de billonnage** : utiliser le tracteur (moins cher). Modifier le corps butteur : le monter sur un cadre de charrue, avec ressorts parallèles qui éviterait de casser trop de boulons dès que le travail devient trop dur (souches, sol très compact...)



- **Aide aux cultivateurs** : subventions de l'état envisageable ? Faciliter les investissements, rembourser les coûts du billonnage sur plusieurs années...
- **Opérations culturales** :
 - semer le riz en premier et travailler le plus possible avant que les pluies et la présence d'eau dans le sillon pose problème.
 - optimiser les traitements phytosanitaires (produits, doses, mode d'application...)
 - conserver le paillis faciliterait le travail des manœuvres (meilleure portance)

- **Lutte contre l'érosion des billons :**

- Mettre en place des diguettes dans les sillons, espacées d'environ 15 m. Trois effets : limitent le transport de terre dans le sillon, ralentissent le courant d'eau, retiennent plus longtemps l'eau dans les sillons. Problème : temps de travail supplémentaire, risque d'inonder trop longtemps les sillons et de tuer les jeunes plants de riz.
- Stabiliser les billons en semant une plante de couverture au système racinaire fin et dense (graminée type *Brachiaria ruziziensis*), qui permettrait d'obtenir un bon paillis.



Place centrale des conflits avec l'élevage

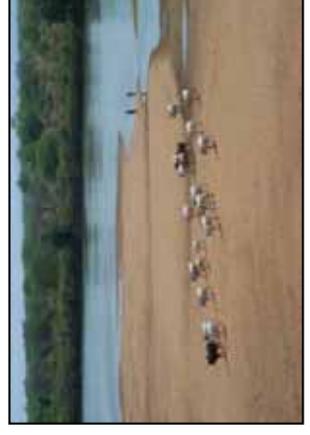
Animaux d'élevage : piétinement + disparition du paillis

Différence entre hardéisation et maintien d'un vertisol en bon état.

95% des EA enquêtées voient leurs parcelles fréquemment (tous les jours à toutes les semaines) visitées par des animaux (divagation ou troupeaux), dégâts sur les cultures, sur la récolte, plus de paillis...

Pistes d'amélioration :

- Protection mécanique des parcelles : haies vives/mortes, clôture.
- Sédentarisation et production de fourrages.
- Mais aussi communication entre les différentes parties concernées :
 - Sensibilisation, création de cadres de concertation entre éleveurs et agriculteurs
 - Organisations d'éleveurs à mettre en place
 - Concertation entre les agents de terrain des ministères
 - Plus d'impartialité des autorités traditionnelles et administratives



Conclusion

Un système de culture avec des enjeux de taille :

- Des centaines de milliers d'hectares de terres peu valorisés
- Production de cultures pluviales supplémentaires dans un contexte de pression humaine de plus en plus forte
- Changements climatique... Il faut mieux valoriser les précipitations.

Des contraintes et des améliorations à apporter :

- Aménagements mécanisés lourd et coûteux, peu peuvent se le permettre
- Aménagements en traction animale à approfondir
- Conservation du pailis indispensable, élevage transhumant omniprésent
- Gestion du foncier, travaux manuels contraignants...

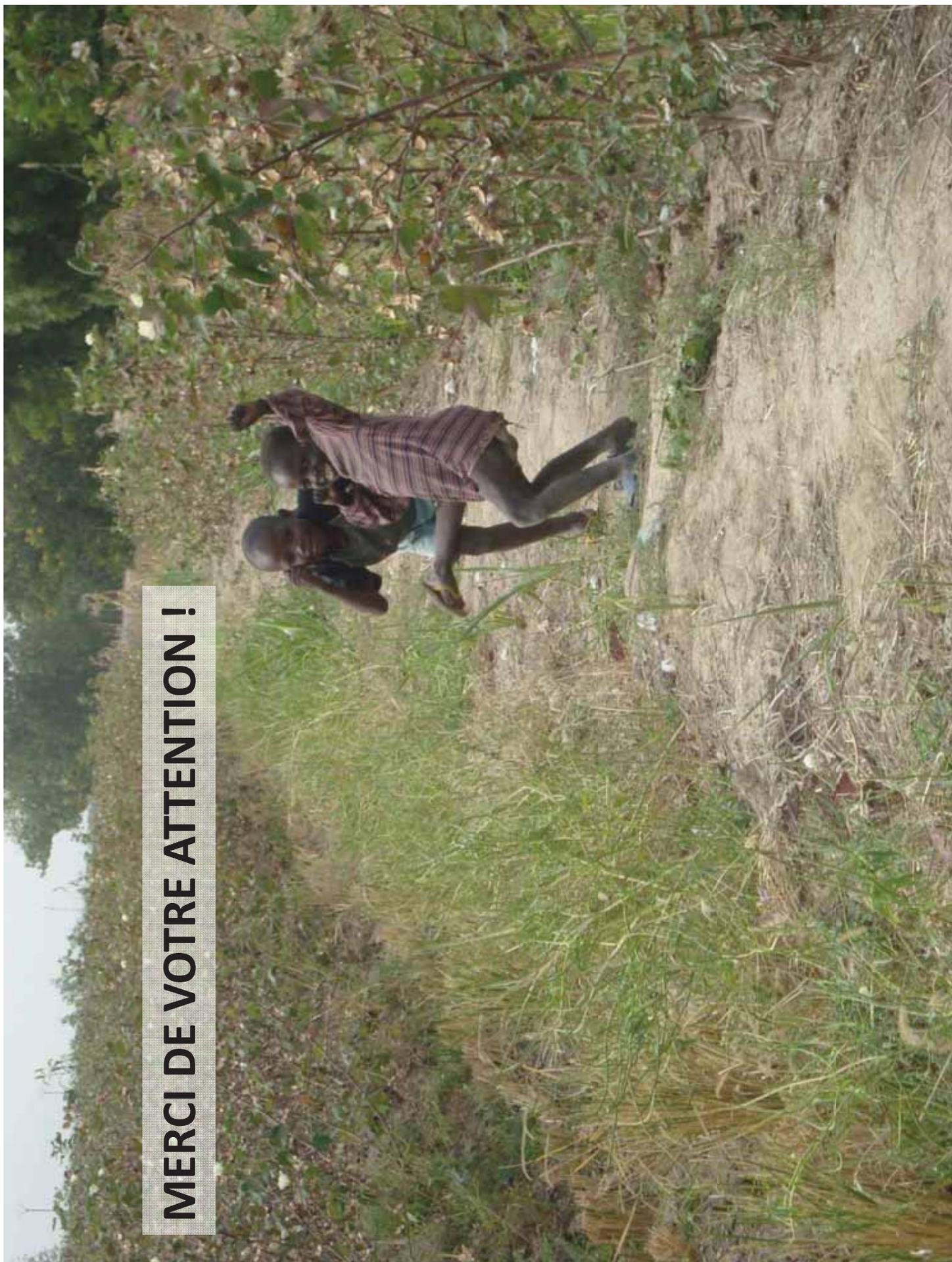
Un système de culture à suivre très attentivement :

- Risque de dégradation très important, conséquences désastreuses : production, gestion de l'eau... Travaux de réhabilitation des hardés très longs et coûteux.

D'autres pistes à explorer ou approfondir pour une meilleure valorisation des vertisols :

- Riziculture sur vertisol
- Associations, successions sur vertisols : riz/*muskuwaari*, riz/niébé, niébé *muskuwaari*...

MERCI DE VOTRE ATTENTION !



Nutriments MS de *Crotalaria juncea*

TENUEUR EN NUTRIMENTS de la M.S (kg/ha) de Diverses Légumineuses Tropicales.

Tabela 3. Quantidade de macronutrientes na matéria seca de espécies leguminosas em área de renovação de canavial. Centro de Tecnologia Coopersucar, Piracicaba, SP.

Leguminosas	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	S
	(kg ha ⁻¹)					
<i>Crotalaria juncea</i>	234	35	76	78	90	46
<i>Crotalaria paulina</i>	187	31	76	133	102	54
<i>Crotalaria spectabilis</i>	91	17	44	112	35	7
Feijão-de-porco (<i>Canavalia ensiformis</i>)	75	15	45	119	27	7
Guandu (<i>Cajanus cajan</i>)	172	27	74	104	41	27
Lablabe (<i>Dolichos lab lab</i>)	102	22	48	127	34	26
Mucuna anã (<i>Mucuna deeringiana</i>)	91	17	49	86	20	7
Mucuna preta (<i>Mucuna aterrima</i>)	215	37	102	133	52	31
Soja (<i>Glycine max</i>), cultivar IAS-5	38	13	33	61	23	9

Fonte: COOPERSUCAR (1983).

SOURCE

é planta de hábito de crescimento trepador, o que pode ser um inconveniente na colheita mecanizada da cana. Além disso, suas sementes são duras e precisam de tratamento térmico (água quente), por curto período de tempo, para aumento do seu poder germinativo. Quanto à soja, devem ser escolhidos cultivares com ciclo semi-precoce e precoce, devido ao curto período disponibilizado na reforma do canavial.

O retorno em produção de cana-de-açúcar em sucessão à soja é normalmente menor quando comparado àquele após *crotalaria juncea* ou mucuna preta, pois a produtividade de fitomassa dessas leguminosas é maior em relação à da soja. Entretanto, é economicamente mais vantajosa a utilização eventual da soja em áreas de renovação de canavial devido à possibilidade de obtenção de renda extra com os grãos, sobretudo se o preço de mercado da leguminosa for compensatório, seja para o atendimento de demandas nos setores de alimentação humana e animal, seja para o setor de bioenergia. Atualmente, o custo estimado em cerca de R\$ 3 000,00 na implantação de um hectare de cana pode ser reduzido pela produção de grãos de soja. Em muitas situações, além de benefícios agrônômicos e econômicos, até com exclusão do controle químico de plantas infestantes, fato bastante representativo na redução dos custos dos tratamentos (MASCARENHAS et al., 1994), é possível a amortização de até 70 % do custo de implantação com os cultivos associados, considerando que a acidez do solo já estaria corrigida (LANDELL, 2008; BOLONHEZI e MONTEZUMA, 2008).

Quanto às leguminosas, deve ser considerada a facilidade de manejo da fitomassa produzida (Figura 4). Em relação aos métodos mecânicos, e especificamente no sistema plantio direto e para plantas de crescimento ereto, devem ser preferidos equipamentos como o rolo-faca, com os quais se tem o mínimo possível de trituração da fitomassa e mais tempo para a decomposição dos resíduos. Para compensação do custo de produção quanto à quantidade de fitomassa produzida, o manejo de plantas de *crotalaria juncea*, por exemplo, deve ser realizado após 90 dias, por meio de rolo-faca ou pelo sistema "para-choque", em que se faz o tombamento das plantas da leguminosa mais a sulcação e a adubação para a cana em uma única operação (LUZ et al., 2005; BOLONHEZI, 2007a). Por outro lado, para espécies com hábitos de crescimento rasteiro e de porte baixo, é importante que se conheça sua suscetibilidade aos desseccantes. Em geral, as mucunas são facilmente desseccadas e o feijão-de-porco é relativamente tolerante a esse tipo de herbicida (BOLONHEZI, 2007a).

GIZOBROYAGE CROTALARIA JUNCEA



B Gizobroyage Mucuna



C Billonnage Direct + Plantation CANNE

Figura 4. (A) Manejo de plantas de *crotalaria juncea* e de (B) mucuna preta e (C) plantio da cana-de-açúcar após semeadura da *crotalaria*. Piracicaba, SP, 1994.

Crédito das fotos: Afonso Peche Filho.

FICHE SIGNALÉTIQUE

*Brachiaria mutica**Herbe de Para, herbe borer*

Plante à très longues tiges rampantes, s'élevant jusqu'à 2,50 m. Grandes feuilles velues. Ne pousse bien qu'en sols mal drainés en zones à forte pluviométrie ou à inondations saisonnières. Supporte l'engorgement et entre en dormance en saison sèche. Ne doit être utilisée qu'en pâturage tournant, car elle supporte mal le pâturage intensif. Souvent employée sous forme de fourrage haché, mais ne convient pas à l'ensilage. A été souvent utilisée, avec succès, comme engrais vert dans la culture de l'ananas. Il faut avoir soin, si l'on cultive cette graminée, de l'empêcher d'envahir les canaux d'irrigation et les étangs. Dans certaines régions, les étangs ont complètement disparu sous des couches de végétation flottante assez épaisses pour supporter le poids du bétail à la pâture. Se propage facilement par boutures ou fragments de tiges rampantes implantées à 1 ou 2 m de distance. Les mauvaises herbes qui apparaissent sont rapidement éliminées par la compétitivité remarquable de cette graminée.

	En % de la matière sèche					
	MS	PB	FB	Cen.	EE	ENA
Vert, 45 cm Philippines	33.7	11.6	29.7	12.8	3.9	42.0
Vert, 90 cm Philippines	22.3	9.0	33.6	12.6	2.2	42.6
Vert, 100 cm Philippines	20.5	8.8	31.7	10.7	1.5	47.3
Vert, mi-floraison, La Trinité	24.9	4.5	32.8	7.6	1.6	53.5
Vert, stade pateux, Hawaï	25.6	8.1	34.2	12.6	1.8	43.3
Vert, ensemble parties aériennes, Suriname		8.8	37.5	6.9	1.3	45.5
Vert, feuillage seulement, Suriname		14.0	31.0	8.1	2.2	44.7
Vert, tiges seulement, Thaïlande		5.9	41.5	6.3	0.8	45.9
Vert, sommets des tiges, Thaïlande	16.9	15.4	27.2	11.8	3.5	42.1
Foin, saison des pluies, 6 semaines, 60 cm, Thaïlande	83.6	7.7	31.8	10.3	2.4	47.8
Foin, saison des pluies, 8 semaines, 80 cm, Thaïlande	85.0	9.1	33.6	9.2	1.8	46.3
Foin, saison des pluies, 10 semaines, 90 cm, Thaïlande	85.3	5.5	35.1	8.9	1.8	48.7
Foin, saison des pluies, 12 semaines, 110 cm, Thaïlande	84.9	4.2	34.5	10.5	1.6	49.2
Foin, saison sèche, 6 semaines, 40 cm, Thaïlande	81.2	12.4	30.3	10.7	2.0	44.6
Foin, saison sèche, 8 semaines, 55 cm, Thaïlande	91.7	9.3	30.0	12.3	2.1	46.3
Foin, saison sèche, 10 semaines, 60 cm, Thaïlande	85.5	6.5	32.4	10.9	1.8	48.4
Foin, saison sèche, 12 semaines, 65 cm, Thaïlande	88.8	6.5	32.4	11.1	2.1	47.9
		Digestibilité (%)				
	Animal	PB	FB	EE	ENA	ME
Vert, 45 cm	Ovins	73.5	77.5	54.2	79.8	2.57
Vert, 90 cm	Caprins	53.9	56.9	20.9	51.0	1.72
Vert, 100 cm	Sheep	48.4	40.9	23.0	37.1	1.31
Vert, mi-floraison	Ovins	31.6	60.7	50.0	63.5	2.07

Vert, stade pateux	Boeufs	60.0	67.0	52.0	64.0	2.11	515
Foin, 8 semaines	Ovins	50.0	50.0	35.0	52.0	1.67	219
Foin, 12 semaines	Ovins	35.0	49.0	54.0	51.0	1.64	"

Référence

[56](#), [82](#), [126](#), [219](#), [297](#), [515](#)

Abstracts

[Dairy\(325\)](#), [Dairy\(443\)](#), [Dairy\(641\)](#), [Goats\(600\)](#), [Sheep\(415\)](#)



RESUME

Dans la région du Vakinankaratra, les larves (vers blancs) et les adultes des coléoptères de la sous-famille des *Dynastinae* et des *Melolonthinae* causent des dégâts importants sur les cultures pluviales. L'enrobage des semences par des insecticides constitue le moyen de lutte le plus efficace.

Parallèlement à l'étude de l'efficacité de 3 insecticides de traitement de semences (imidaclopride, carbosulfan et fipronil) sur soja dans la lutte contre ces ravageurs terrioles, leur impact sur la faune secondaire est également considéré.

Les essais ont été menés à la fois en labour et en semis direct sur couverture morte afin d'évaluer les effets du mode de gestion des sols sur l'évolution de la macrofaune et sur la culture de soja.

Les sols en semis direct sur résidus sont nettement plus riches en macrofaunes, en particulier en vers de terre que ce soit en densité ou en biomasse. Par contre, la densité des vers blancs reste la même avec les deux modes de gestion des sols.

Parmi les insecticides testés, l'imidaclopride et le fipronil offrent la meilleure efficacité dans la protection des plantes contre les vers blancs: les dégâts sont faibles sur les parcelles traitées avec ces insecticides. Toutefois, le fipronil a le désavantage de diminuer la densité des vers de terre et la biomasse nodulaire du soja ce qui affecte le rendement.

Du point de vue rentabilité économique, la culture de soja est plus performante en semis direct sur résidus comparé à celle en labour. Le traitement des semences par l'imidaclopride ou le carbosulfan valorise encore mieux cette culture.

Mots-clés: macrofaune, vers blancs, vers de terre, semis direct, soja, traitement de semences, insecticides, environnement, sols ferrallitiques, sols volcaniques, Vakinankaratra.

EFFETS DE DIVERS TRAITEMENTS DE SEMENCES¹, CHIMIQUES ET ORGANIQUES SUR LA PRODUCTIVITÉ FINALE DU RIZ PLUVIAL² - IVORY - Madagascar - 2007/08

Classement des traitements par rapport au traitement chimique de référence Gaucho T₄ SWS 2,5 kg/ha (Imidachlopride)

Traitements*	Rendements (t/ha)	% témoin de référence, chimique ³
Gaucho 5kg/ha	2,81 à 3,02	124 à 156
Pétrole 0,5€/100kg s.	0,95	44
Pétrole 0,5€/100kg s. + HL + SS ₃	2,00	88
Pétrole 1,0€/100kg s.	1,56	71
Pétrole 1,0€/100kg s. + HL + SS ₃	2,32	100
Jus macréation neem	2,32	95
Jus macréation neem + HL + SS ₃	2,59	107
Graines neem broyées	2,27	93
Graines neem broyées + HL + SS ₃	2,37	98

1 - Traitements de semences contre les vers blancs qui déciment le Riz à Madagascar (larves de hétéronychus, hétéroconus, *melolontha*, etc...)

2 - Sols ferrallitiques sur roche basique de moyenne altitude (900-1000m)

3 - Moyenne de productivité des témoins non traités = 0,56 t/ha (CV% = 76,2)

Moyenne de rendement du traitement chimique de référence = 1,97 t/ha (CV% = 13,2)

Dispositif en collection testée avec les témoins non traités et le traitement de référence, répétés à chaque extrémité et tous les 5 traitements à évaluer

(*) HL = Humus Liquide; SS₃ = Produit organique de traitement de semences (600 - 700 g/100kg de semences, pelliculisation avec 40 ml de HL); ces produits sont de la firme ELVISEM

- Jus de macération de graines de neem broyées - laisser les semences 1 nuit à macérer

- Graines de neem broyées = 20g/kg de semences

SOURCE: R. Michellon, N. Moussa, L. Ségué, CIRAD/TAFA - Société Elvisem de produits organiques - 2008

EFFETS DE DIVERS TRAITEMENTS DE SEMENCES¹, CHIMIQUES ET ORGANIQUES SUR LA PRODUCTIVITÉ FINALE DU RIZ PLUVIAL² - IVORY - Madagascar - 2008/09

Classement des meilleurs traitements de semences par rapport au traitement chimique de référence³ (Gaucho T₄ SWS) et au témoin non traité (TNT)

1 - Sur biomasse morte du SCV Maïs + (*Éleusine c.* + *Cajanus c.*)

	Rendement (T/ha)	% TG ₄	% TNT
Graines Neem broyées 20 g/kg	2,11	106	155
Graines Neem broyées 50 g/kg	1,85	95	127
Jus de Neem	1,24	83	110

Moyenne du témoin
de référence TG₄ **1,74 T/ha**
CV% = 38,8

Moyenne du témoin
non traité TNT **1,31 T/ha**
CV% = 23,2

2 - Sur biomasse morte du SCV Maïs + *Vigna david*

	Rendement (T/ha)	% TG ₄	% TNT
Ty 10 - 0,5ℓ/100kg	2,74	87	153
Ty 10 - 1,0ℓ/100kg	2,68	81	136
Pétrole - 0,5ℓ/100kg	3,05	87	125

Moyenne du témoin
de référence TG₄ **3,32 T/ha**
CV% = 8,3

Moyenne du témoin
non traité TNT **2,03 T/ha**
CV% = 27,05

- 1 - Traitements de semences contre les vers blancs qui déciment le Riz à Madagascar (larves de hétéronychus, hétéroconus, *melolontha*, etc...)
- 2 - Sols ferrallitiques sur roche basique de moyenne altitude (900-1000m)
- 3 - Dispositif en collection testée avec les témoins non traités et le traitement de référence, répétés à chaque extrémité et tous les 5 traitements à évaluer

(*) Ty 10 = Produit organique de traitement insecticide (extrait de neem + Roténone + extrait *pyroligneux*)

- Jus de macération de graines de neem broyées - laisser les semences 1 nuit à macérer
- Graines de neem broyées = 20g/kg de semences

SOURCE: R. Michellon, N. Moussa, L. Ségué, CIRAD/TAFA - Société **Elvisem** de produits organiques - 2008

	Traitement seul				Traitement additionné de 6 g/kg SS3 et 2 cc/kg d'humus liquide		
	Rendement t/ha	Rendement en % du témoin non traité	Rendement en % du témoin Gaucho	Rendement t/ha	Rendement en % du témoin non traité	Rendement en % du témoin Gaucho	
Témoin non traité	3,4	100	69	-	-	-	
Gaicho T45 WS : 2,5 g/kg	4,9	140	100	-	-	-	
TY 10 (poudre) 5 g/kg	4,9	141	99	5,5	162.	112	
TY 10 (poudre) 10 g/kg	5,0	144	100	5,0	148	102	
TY 10 (poudre) 15 g/kg	4,3	124	87	5,3	155	107	
Graines de neem broyées 20 g/kg	4,3	130	87	5,0	150	102	
Jus de macération* de neem 50 cc/kg	3,1	96	64	5,8	174	118	

Tableau : Effet du traitement des semences de riz B22 installé sur résidus de maïs + niébé à Ivory (2008 - 2009)

Remarques : Les productions sont évaluées dans une collection avec 2 témoins encadrant les parcelles : non traité et Gaicho. Surfaces parcellaires 21 m² ou 73 m² (témoins)

- Jus obtenu en faisant macérer 20 g de grains broyées dans 100 cc d'eau pendant une nuit et filtration avant traitement immédiat.
 - Favoriser l'emploi d'insecticides d'origine végétale. Le neem, *Azadirachta indica*, diffusé partout dans la zone contient dans ses graines (et en moindre proportion dans ses feuilles) des principes actifs (azadirachtine) répulsifs pour les insectes. Dans le Moyen Ouest (station TAFA d'Ivory), nous utilisons ses extraits pour le traitement des semences de riz et maïs contre les insectes terricoles. De même leur emploi combiné dans les systèmes SCV en gestion organique avec réduction des intrants chimiques (fumures minérales réduites de moitié) permet de limiter le nombre de traitements insecticides d'origine végétale à 1 ou 2 pour le niébé. Le mode de préparation utilisé pour le traitement des semences est très simple :

Les fruits de neem tombés à terre sont décortiqués pour débarrasser les noyaux de la pulpe, en les lavant si nécessaire. Puis les noyaux sont séchés soigneusement au soleil pour éviter le développement de moisissures. Une fois bien secs ils sont conservés dans des sacs aérés ou des corbeilles à l'ombre (les graines se conservent plusieurs années à l'obscurité). Au moment de l'emploi les graines (amandes) sont extraites des noyaux et après décorticage finement broyées avec un pilon. Le broyat est préparé pour chaque utilisation ou conservé dans un récipient hermétique et à l'abri de la lumière pendant une saison. Son odeur est très désagréable.

Pour traiter directement avec la poudre de graines (broyat), les semences sont humidifiées et enrobées (mélangées) avec une proportion de 10 g de poudre par kg de semences. Pour traiter avec le jus de macération de poudre de graines : faire macérer 100 g de poudre de graines broyées dans 0,5 l d'eau pendant une nuit, puis filtrer dans un tissu et traiter tout de suite les semences avec le filtrat. Traiter avec 0,3 l de filtrat/ 10kg de semences.

Pour le traitement des ravageurs en plein champ les doses conseillées sont de 5% : 5 kg de poudre de graines enveloppées dans une toile et plongées dans un seau rempli d'eau. Après une nuit (12h environ) essorer la toile et son contenu et compléter à 100l d'eau (en ajoutant éventuellement 10 g de savon préalablement dissous dans de l'eau.





Qualité des Matières Organiques des Sols :

...une nouvelle génération
d'analyses de routine...

Xavier SALDUCCI
Société Celesta
34130 - Mauguio



Différents types de macromolécules constituent la MO des sols.... (Foth, 1990)

Proportions moyennes des grandes catégories de matières organiques dans la plante et dans le sol

Catégorie de matière organique	Proportion dans la plante (% des catégories)	Proportion dans le sol (% des catégories)
Hémicelluloses et Pectines	10 - 30	0 - 2
Cellulose	20 - 50	2 - 10
Lignine et composés dérivés	10 - 30	35 - 50
Protéines	1 - 15	28 - 35
Lipides, cires, autres	1 - 8	1 - 8



Différents types de MO du sol pour différentes fonctions :

Type de MO	Fonctions
Matière Organique Vivante	Brassage / Transformation des MO
Matière Organique Fraîche	Substrat énergétique & croissance / fertilité chimique
Matière Organique Transitoire	Substrat énergétique / fertilité physique
Matière Humique	Fertilité physique



...un seul paramètre pour apprécier cette
diversité et le fonctionnement
du sol :
le rapport C/N....

Les outils analytiques de caractérisation des matières organiques et du fonctionnement biologique du sol :

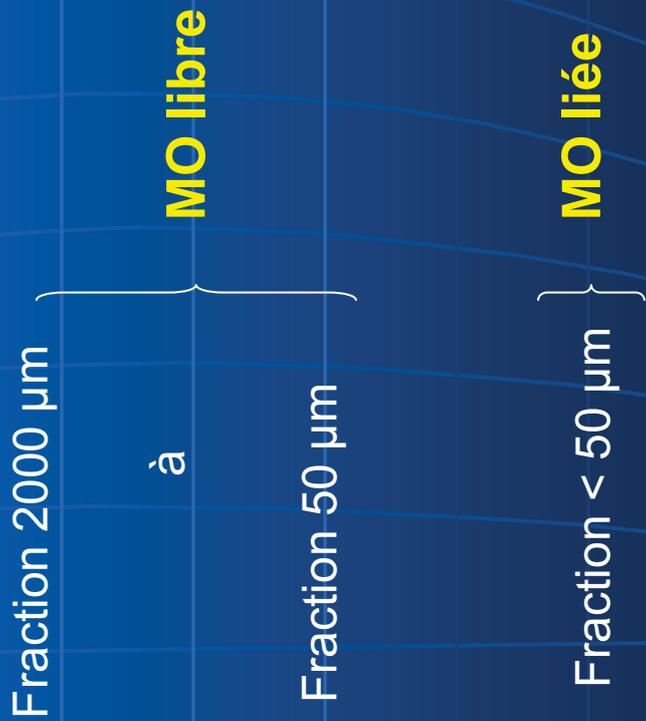
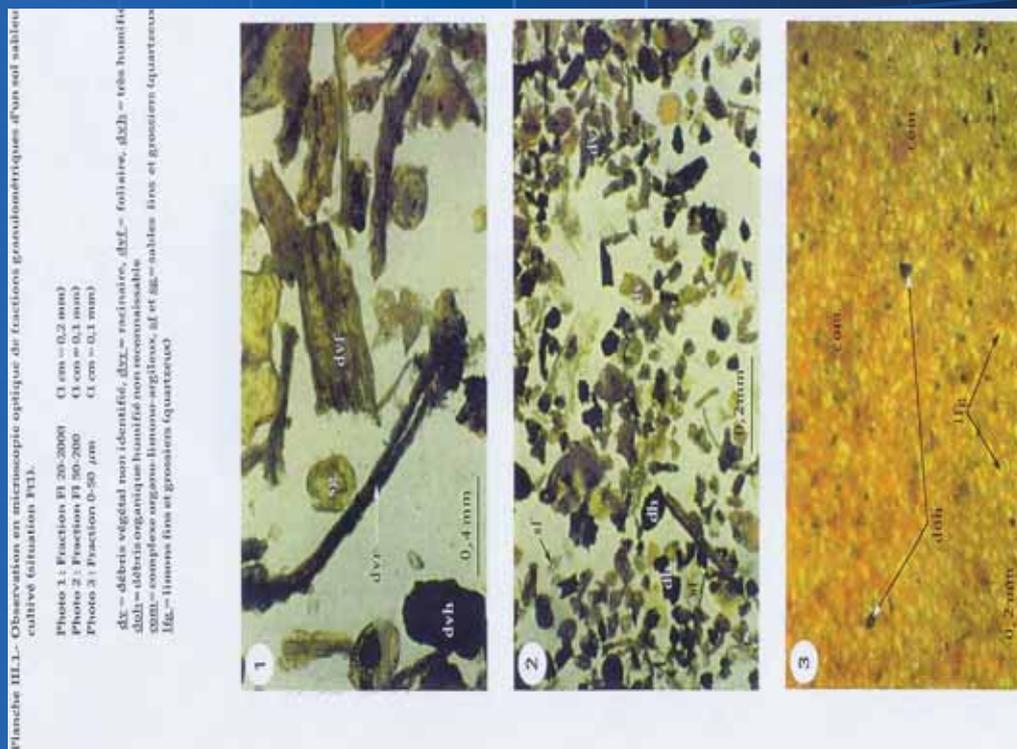
- 1) Fractionnement Granulométrique de la MO,**
- 2) Mesure de la quantité de biomasse microbienne,**
- 3) Incubations Contrôlées**
(Carbone et Azote potentiellement minéralisables)

1) Caractérisation des MO du sol : Fractionnement granulométrique (Balesdent et al, 1991; Feller, 1994)





Observation à la loupe binoculaire des fractions granulométriques (Feller, 1994)



FMO : expression des résultats

- **Résultats :**
 - bilan pondéral des fractions,
 - bilan élémentaire du C et N
 - C/N MO libres ($> 50 \mu\text{m}$)
et C/N MO liées ($< 50 \mu\text{m}$)



Intérêts agronomique du fractionnement de la Matière Organique :

- **MO libre (MO « active » / 10-15 ans)** intervient dans :
 - la fertilité biologique du sol : nutrition de la faune et microflore du sol,
 - la nutrition des plantes (N-P)
 - la stabilité à court terme (1 à 2 ans),
 - La résistance au tassement
- **MO liée (MO « stable » / humifiée > 50 ans)** intervient dans :
 - les propriétés structurantes et de stabilisation des sols à long terme
 - les propriétés d'échanges (CEC humiques)

2) Mesure de la Biomasse Microbienne par fumigation/extraction (FD ISO 14240-2-12/1997)



Fumigation au chloroforme

Mesure de la biomasse microbienne (BM) :

Résultats :

- BM : mgC/kg terre sèche; quantité absolue,
- BM/Corg. en % : qualité du fonctionnement

Intérêts agronomiques de la mesure :

- mesure directe de la quantité de vie du sol : est ce que mon sol est vivant ?,
- apprécier les potentialités de minéralisation du sol,
- mesure de l'impact des pratiques culturales sur la fertilité biologique du sol :
 - quantité et qualité des restitutions organiques,
 - fertilisation et chaulage,
 - état structural du sol (compaction / décompaction),
 - impact des produits phytosanitaires (cuivre...)

3) Mesure de la quantité de MO minéralisable : méthode par incubation contrôlée (respirométrie et nitrification)

Incubation en conditions contrôlées ($T^{\circ} = 28^{\circ}\text{C}$, $\text{H}^{\circ} = \text{CRE}$)





Mesure de la quantité de MO minéralisable :

Intérêts agronomiques de la mesure :

- quantifier la teneur en matière organique facilement minéralisable (= réserves énergétiques du sol),
- mesurer l'activité de la MO (MO actives / pas actives),
- estimer la fourniture d'azote du sol (Nminéral provenant de l'activité microbienne),
- caractériser le fonctionnement de la nitrification.



Contenu moyen d'un sol arboricole Argilo-limoneux pour les différentes MO

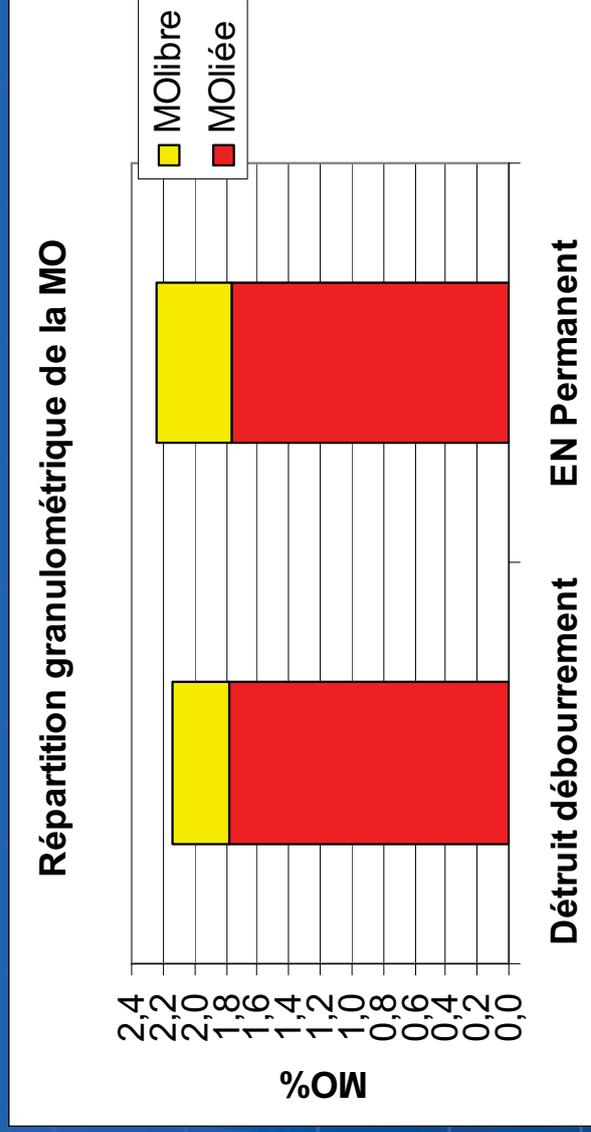
<p>17% MO « libre » (particulaire)</p> <p><u>EFFETS</u> : biologiques et chimiques plus marqués un peu <i>physique</i> COURT TERME</p>	<p>3%</p> <p><u>MO vivante</u> (Biomasse Microbienne)</p> <p>TRES COURT TERME</p>
<p>77% MO « liée » (stabilisée)</p> <p><u>EFFETS</u> : physiques : structure, stabilité rétention en eau, LONG TERME</p>	<p>3%</p> <p><u>MO potentiellement minéralisable</u> (énergie + nutrition)</p> <p>TRES COURT TERME</p>

Applications agronomiques des bio-indicateurs :

■ Variations des bio-indicateurs en fonctions des pratiques d'entretiens de sols viticoles :

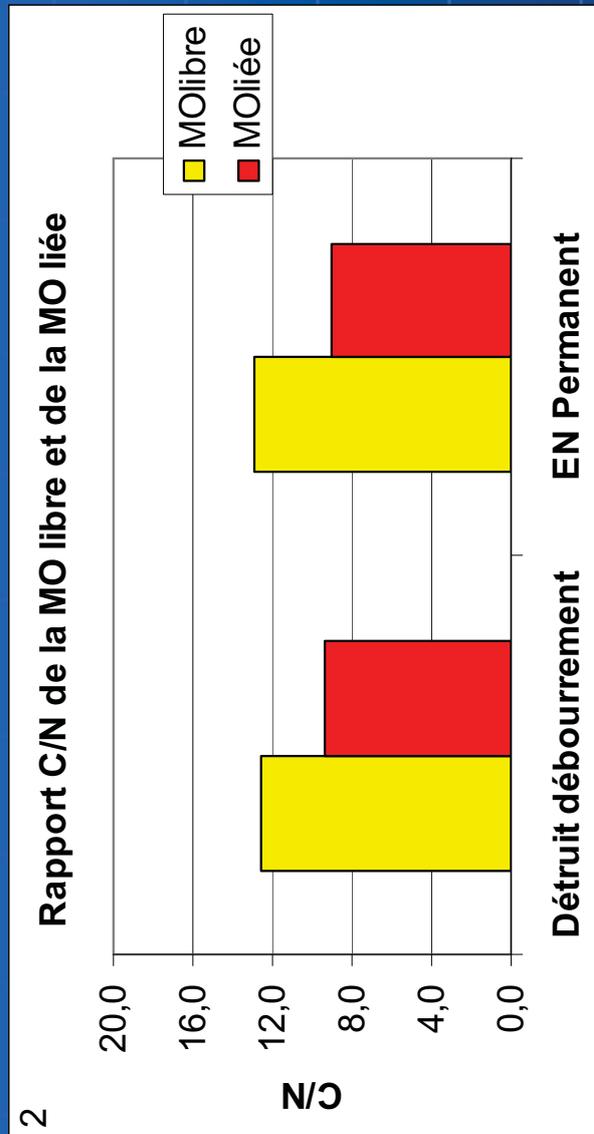
- * Expérimentation : Chambre d'Agriculture du Vaucluse
- * Commune de Sté Cécile (84)
- * Vigne de 20 ans, sol argilo-calcaire peu caillouteux, mise en place d'un enherbement naturel permanent (ENP) en 1999.
- * Depuis 2002, différenciation de 2 modalités :
 - * ENP,
 - * ENP + Glyphosate à partir du débourrement jusqu'à récolte,
- * Mai 2007 : prélèvements inter-rang / mesure des bio-indicateurs

Modifications des caractéristiques de la MO du sol



- Augmentation faible, non significative, de la teneur en MO totale par l'ENP (+5%),
- Cette augmentation se répercute essentiellement dans le compartiment de MO libre (+35%)
- Pas de variation de la teneur en MO liée.

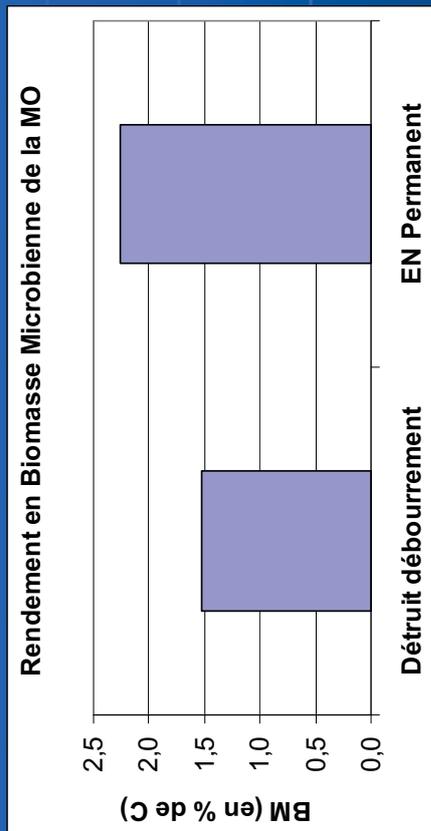
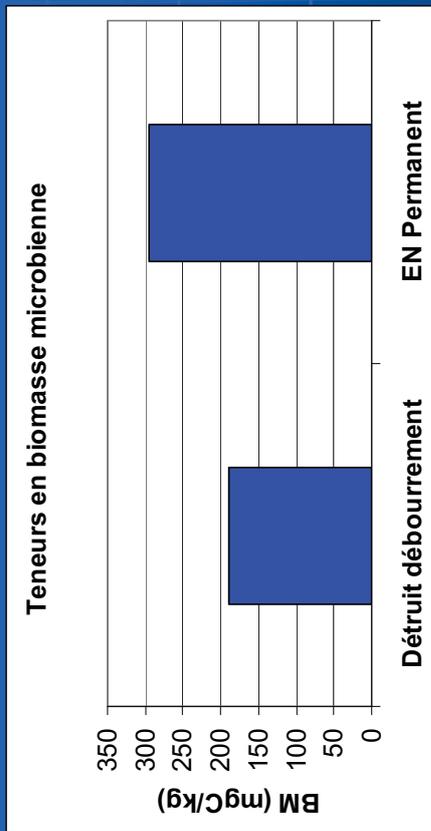
Comparaison des rapports C/N des différentes fractions



- Pas de différences dans les rapports C/N respectifs des fractions de MO en fonction des modalités d'essais

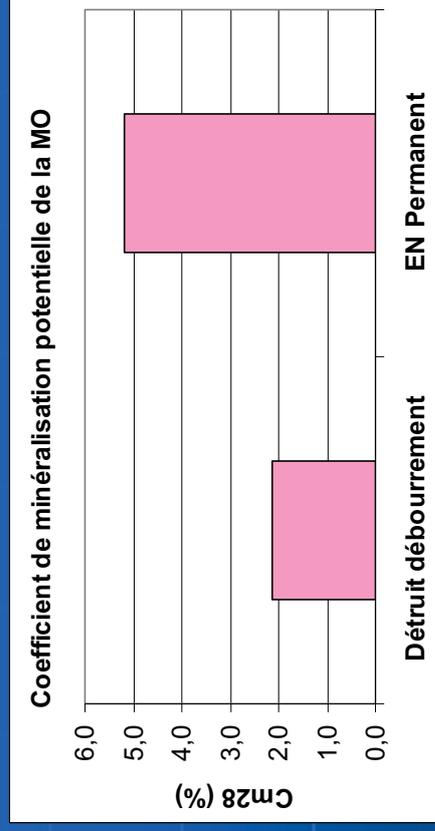
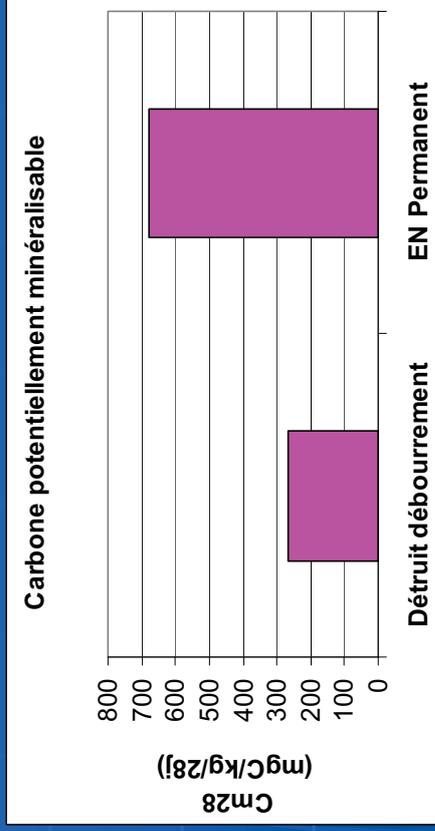


Impact sur la quantité de Biomasse Microbienne :



- L'EN augmente de 55% la biomasse microbienne
- Le rendement de production microbienne (BM/C en %) augmente également de 48%

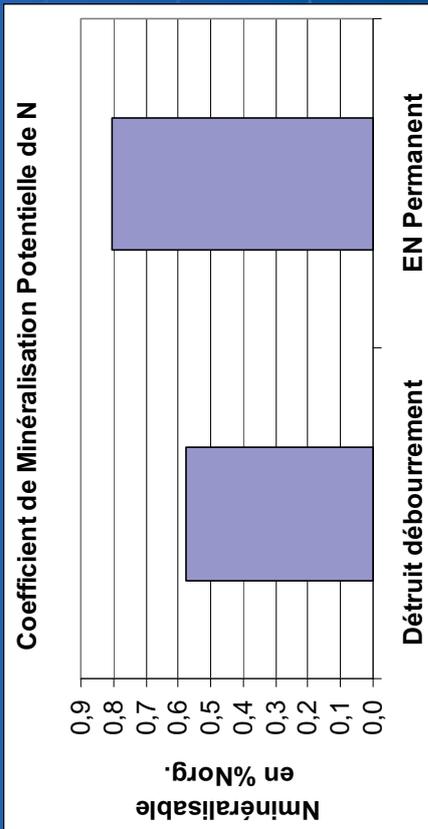
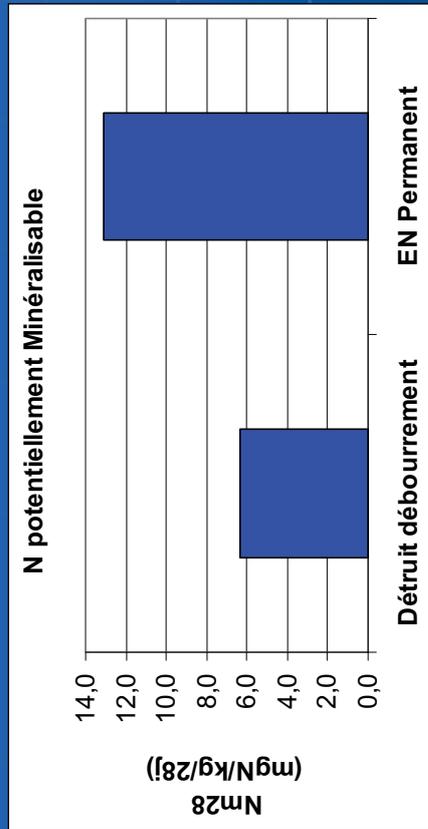
Modification des réserves énergétiques du sol :



- L'EN augmente de 156% la quantité de MO potentiellement minéralisable,
- L'EN augmente de 144% l'activité de la MO (Cmin./MO totale).



Modification du pool d'Azote potentiellement minéralisable



- L'EN augmente de 106% le stock d'azote potentiellement minéralisable (=disponible pour plante)
- Avec une augmentation de 39% du coefficient de minéralisation de l'azote du sol

Conclusion : diagnostic des sols / préconisations

- Méthode d'analyse opérationnelle pour apprécier les caractéristiques organiques d'un sol et ses potentialités biologiques (**outil de diagnostic sol**),
- Outil particulièrement fin pour aborder la gestion des pratiques culturales et de **l'entretien organique des sol** (relation typologie des MO sol / fonctionnement / gestion des restitutions organiques)
- Apprécier le fonctionnement de la nitrification et le potentiel de fourniture en azote : gestion de la **fertilisation azotée**,
- Comment **généraliser l'usage** de cet outil ? :
 - Normalisation des méthodes et du vocabulaire,
 - création de bases de données régionales par type de sol et de culture
 - formation à l'agro-écologie ...