

**SODECOTON**Projet Eau Sol Arbre

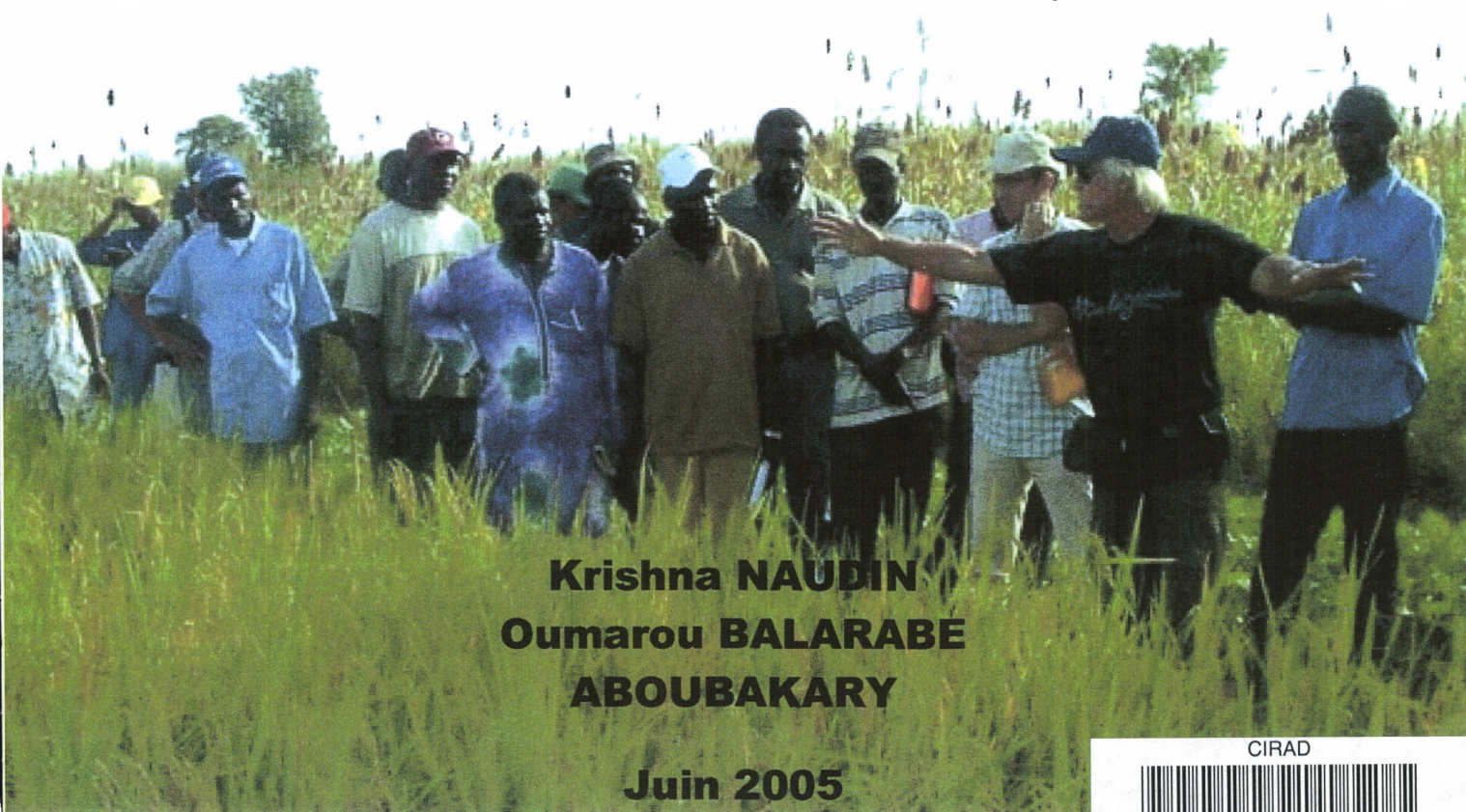
Systèmes de culture sur couverture végétale

Projet ESA
Nord Cameroun

Résultats campagne 2004

I. Synthèse

CIRAD-DIST
Unité bibliothèque
Lavalette



**Krishna NAUDIN
Oumarou BALARABE
ABOUBAKARY**

Juin 2005

CIRAD



000076573

0K528317

TABLE DES MATIERES

16 SEP. 2005

I. Introduction	9
II. Site expérimental de Zouana	9
Assolement	9
Pluviosité	10
Coton	10
Sorgho.....	11
Rendement.....	12
Biomasse aérienne.....	13
Riz	14
Légumineuses.....	15
III. Site expérimental de Pintchoumba et Winde Pintchoumba.....	15
Pluviosité	15
Coton	16
Rendement.....	16
Biomasse	18
Sorgho.....	18
Maïs	19
Riz	19
Légumineuses alimentaires.....	20
Essais légumineuses « sauvages ».....	21
Production de biomasse avant la culture	21
IV. Essais en milieu paysan.....	22
Evolution du dispositif de paysans expérimentateurs.....	23
Différents types de parcelles.....	24
Coton	25
Impact sur le rendement	25
Rendement de 2001 à 2004	26
Enherbement.....	26
Impact économique	27
Céréales	28
Les plantes à associer aux céréales	28
Résultats agronomiques.....	29
Biomasse aérienne.....	29
Rendements	30
Enherbement.....	31
Temps de travaux	32
Conclusions et perspectives	32
V. SCV et conseil aux exploitations familiales.....	33
VI. Terroirs tests.....	34

VII. Formations	34
VIII. Accueil d'étrangers	35
IX. Multiplication de matériel végétal	35
Introduction	35
Légumineuses fourragères.....	36
Légumineuses alimentaires.....	36
Niébé	36
Soja.....	37
Pois de terre.....	37
Graminées fourragères	37
Céréales	37
Sorgho	37
Riz	38
Eleusine	39
Conclusion.....	39
X. Voyage d'étude au Brésil	39
XI. Missions d'appui.....	41
XII. Stage « physique du sol »	42
Matériels et méthodes	42
Sites	42
Indicateurs et paramètres suivis	42
Résultats	44
Etats de surface.....	45
Densité apparente	45
Infiltration de l'eau.....	46
Profil hydrique.....	47
Rendements	48
Discussion	49
Conclusion.....	50
XIII. Stage « bilan hydrique »	50
Matériels et méthodes	51
Démarche	51
Les indicateurs.....	51
Modélisation du bilan hydrique.....	51
Cadre expérimental	52
Modifications de l'offre en eau: effet des SCV sur le ruissellement	52
Modifications de l'offre en eau : offre en eau en début de campagne	54
Modifications de l'offre en eau : offre en eau en phase de croissance et début de floraison	54
Modifications de la consommation en eau : bilan hydrique.....	55
Poids du facteur hydrique dans l'explication du rendement	55
Conclusion.....	56
XIV. Stage « biologie du sol »	56
Introduction	56

Méthodes	56
Dispositif expérimental	57
Echantillonnage	57
Analyse des données	57
Résultats	57
Conclusion.....	60
XV. Conclusion.....	63

TABLE DES FIGURES

Figure 1: pluviométrie 2004 à Zouana comparée à celle de 1953-2001	10
Figure 2 : rendement en sorgho (Kg/ha), comparaison des parcelles 2 (sorgho SCV brachiaria), 3 (semis direct), 4 (labour). Sorgho local courte taille	12
Figure 3 : rendement (Kg/ha) en fonction du poids paniculaire (gr.), parcelle F2, $r^2=0,919$...	13
Figure 4 : production de coton graine en fonction de la production de biomasse.....	13
Figure 5 : Winde pintchoumba, rendement en coton en fonction du nombre de capsules/ha..	17
Figure 6 : Winde pintchoumba, capsules/ha en fonction du nombre de pieds/poquet.....	17
Figure 7 : biomasse aérienne en coton en fonction du système de culture et des précédents, Winde Pintchoumba	18
Figure 8 : rendement du sorgho en labour, semis direct, associé avec la crotalaire et associée au brachiaria, Winde Pintchoumba	19
Figure 9 : rendement du maïs (kg/ha) en fonction du système de culture, Winde Pintchoumba	19
Figure 10 : rendement en riz sur les parcelles de Pintchoumba et Winde Pintchoumba	20
Figure 11 : Pintchoumba, comparaison des rendements obtenus en labour et en semis direct sur différentes couvertures semées avant la culture principale. Les rendements sont exprimés par rapport à ceux des témoins adjacents en labour qui sont pris comme base 100	22
Figure 12 : évolution du nombre de paysans expérimentateurs collaborant avec le projet	23
Figure 13 : répartition des parcelles expérimentales en milieu paysan en 2004	24
Figure 14 : répartition des parcelles en fonction des différences de rendement entre partie SCV et témoin (en %), campagnes 2004, 68 couples de parcelles.	25
Figure 15 : classement des parcelles de 2001 à 2004 en fonction des différences de rendement entre SCV et témoin, répartition entre province Nord et Extrême Nord, 123 parcelles ..	26
Figure 16 : classement des parcelles de 2001 à 2004 en fonction des différences de rendement, répartition entre les années, 123 parcelles.....	26
Figure 17 : évolution de l'enherbement de 10 à 120 jours après la levée du coton. Note 1 : < 7 % de recouvrement du sol par les adventices, Note 2 : 7 %, Note 3 : 15 %. 50 parcelles du Nord et de l'Extrême Nord, campagne 2004.....	27
Figure 18 : date du premier sarclage en jours après semis, parcelles de l'Extrême Nord.....	27
Figure 19 : date du deuxième sarclage en jours après semis, parcelles de l'Extrême Nord	27
Figure 20 : production de biomasse aérienne du maïs et des plantes associées (13 couples de parcelles)	30
Figure 21 : production de biomasse aérienne du sorgho et des plantes associées (23 couples ou triplets de parcelles)	30
Figure 22 : classement des parcelles en fonction des différences de rendement en maïs entre partie SCV et témoin. (15 couples de parcelles avec crotalaire, 15 avec brachiaria)	30
Figure 23 : classement des parcelles en fonction des différences de rendement en sorgho entre partie SCV et témoin. (16 couples de parcelles avec crotalaire, 29 avec brachiaria)	30
Figure 24 : évolution de l'enherbement sur les parcelles sorgho en SCV (toutes plantes de couverture confondues) et sur les témoins. Notes d'enherbement : 2=7% de recouvrement du sol par les adventices, 3= 15 %, 4=30 %, 5=50 %. (13 parcelles 42 sous parcelle).....	32
Figure 25 : évolution de l'enherbement sur les parcelles maïs en SCV (toutes plantes de couverture confondues) et sur les témoins. Notes d'enherbement : 2=7% de recouvrement du sol par les adventices, 3= 15 %, 4=30 %, 5=50 %. (26 parcelles 86 sous parcelles)	32
Figure 26 : classement des parcelles paysannes en fonction des différences en temps de travail sur les parcelles SCV et témoin. (27 couples de parcelle en sorgho, 16 couples de parcelle en maïs).....	32
Figure 27 échelle visuelle pour la notation des états de surface, 3 critères sont évalués : macro et microporosité, croûte de battance, et résidus	43

Figure 28 : texture type du sol sur une parcelle de Zouana (n°1)	44
Figure 29 : texture du sol sur les parcelles de Mambang	44
Figure 30 : texture du sol sur les parcelles de Kilwo	44
Figure 31 : texture du sol sur les parcelles de Gawel	44
Figure 32 : texture du sol sur les parcelles de Mbozo	44
Figure 33 : évolution des états de surface du semis à la fin du cycle. 6 répétitions par mesure, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % avec un test de Tukey	45
Figure 34 : différences d'état de surface entre témoin et SCV précédent sorgho + brachiaria sur 5 parcelles paysannes avant le buttage, 6 répétitions par mesure. Les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % avec le test de Tukey.	45
Figure 35 : évolution de la densité apparente de l'horizon 0-10 cm sur le site de Zouana, suivant les modes de gestion du sol.	46
Figure 36 : densité apparente de l'horizon 0-10 cm avant le sarclo buttage, parcelles en milieu paysan. 6 prélèvements par parcelle. Les valeurs ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% avec le test de Tukey	46
Figure 37 : évolution de l'infiltration sur le site de zouana mesurée par la méthode du double anneau. A chaque date les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % par le test de Tukey, 4 répétitions par mesure.	47
Figure 38 : mesure de l'infiltration de l'eau sur les parcelles paysannes avant le sarclo-buttage par la méthode "beer can". 6 répétitions par mesure. Les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% avec le test de Tukey	47
Figure 39 : humidité volumique en fonction de la profondeur et du système de culture. a : au semis (première décade de juin), b : avant le sarclo buttage (dernier décade de juin), c : en fin de cycle (dernier décade de septembre). Chaque valeur correspond à la médiane de 6 mesures.	48
Figure 40 : profil hydrique avant le buttage de 5 parcelles en milieu paysan. Chaque valeur correspond à la médiane de 6 mesures.	48
Figure 41 : rendement en coton fibre sur le site de Zouana	49
Figure 42 : rendement en coton fibre des parcelles paysannes	49
Figure 43 : mesure du ruissellement sur 4 parcelles du site de zouana, Données Soutou G. pluviométrie de 573 mm	53
Figure 44 : régressions linéaires donnant les seuils et les coefficients de ruissellement	53
Figure 45 : simulation du bilan hydrique du cotonnier, résultats des tests de Student sur les simulations. n=13.	55
Figure 46 et Figure 47 : biomasse/pied (gr.) et organes fructifères (nb.) en fonction de l'ETR (mm)	55
Figure 48. Distribution sol/litière des individus collectés	58
Figure 49 Distribution sol/litière des individus selon le mode de gestion des sols. Les barres de couleur identique suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (0.05).	58
Figure 50 Distribution des classes trophiques par mode de gestion des sols. Pour un site donné, les barres de couleur identique suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (0.05).	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : moyenne des rendements des parcelles en coton en fonction du niveau de fumure et du système de culture	11
Tableau 2 : composantes du rendement des parcelles en coton en fonction du système de culture, F2.....	11
Tableau 3 : poids de tiges coton en fonction des parcelles et niveaux de fumures.....	11
Tableau 4 : rendement (kg/ha) des parcelles en sorgho, Zouana , parcelles 1 à 20	12
Tableau 5 : production de biomasse aérienne des céréales et plantes associées (Kg/ha), parcelles 1 à 20	13
Tableau 6 : rendement des différentes variétés de riz cultivé en pluvial strict ou dans le bas-fond.....	14
Tableau 7 : rendement non décortiqué de l'arachide (KG/ha), Zouana 2004	15
Tableau 8 : rendement en niébe (KG/ha), précédent sorgho crotalaire, Zouana 2004.....	15
Tableau 9 : Winde Pintchoumba, composantes du rendement du coton en fonction des systèmes de culture et du précédent, F2	17
Tableau 10 : Pintchoumba, rendement du coton en fonction du précédent et de la fertilisation	17
Tableau 11 : Pintchoumba, composante du rendement en coton en fonction du précédent, F2	17
Tableau 12 : rendement en arachide (kg/ha)	20
Tableau 13 : rendement en pois de terre (kg/ha) sur couverture, pas de fertilisation	20
Tableau 14 : rendement en niébé (kg/ha), pas de fertilisation	20
Tableau 15 : légumineuses sauvages testées à Winde Pintchoumba en 2005.....	21
Tableau 16 : type de parcelles paysannes mise en œuvre en 2004.	24
Tableau 17 : comparaison des composantes du rendement du coton entre SCV et témoin dans les provinces du Nord et de l'Extrême Nord.....	25
Tableau 18 : comparaison des principaux indicateurs économiques entre SCV et témoin. Campagne 2004, Nord et Extrême Nord.	28
Tableau 19 : principales plantes associées aux céréales avec avantages, inconvénients et modalités d'installation	28
Tableau 20 : rendement en sorgho en fonction du taux de couverture du sol par les résidus au moment du semis de la céréale. Même les témoins peuvent avoir une légère couverture au moment du semis si celui-ci s'est fait sans labour. En revanche cette couverture disparaîtra avec les sarclages et le buttage alors qu'elle perdure sur les parcelles SCV où le sol n'est plus travaillé.....	31
Tableau 21 : activités SCV dans les terroirs tests	34
Tableau 22 : public ayant assisté aux réunions, visites de terrain ou exposés SCV	34
Tableau 23 : liste des parcelles avec localisation, type de sol, précédent en 2003 et nombre d'années en SCV	42
Tableau 24 : indicateurs relevés sur les parcelles paysannes et contrôlés	51
Tableau 25 : nombre de parcelles par localisation, type de sols et système de culture.....	52
Tableau 26 : Seuils et coefficients de ruissellement pour chaque parcelle	54
Tableau 27 : différence de la profondeur du front d'humectation entre parcelles SCV et témoins, test de student bilatéral avec échantillons appariés	54
Tableau 28 : comparaison de l'humidité volumique sur les SCV et témoin (student bilatéral avec échantillons appariés, n=137)	54
Tableau 29 : variation de l'humidité volumique en fonction de la profondeur et du précédent	54
Tableau 30 : Distribution des individus selon les principaux groupes et le mode de gestion des sols.....	58
Tableau 31 : Diversité et équitabilité des macro-invertébrés selon le mode de gestion des sols.	59

I. Introduction

L'année 2004 est la 3^{ème} année d'expérimentation des systèmes de culture sur couverture végétale (SCV) au sein du projet ESA. Ce rapport reprend les principaux résultats acquis pendant la campagne 2004. Il aborde successivement les points suivants :

1. Site expérimental de Zouana
2. Site expérimental de Pintchoumba et Winde Pintchoumba
3. Essais en milieu paysan
4. SCV et conseil aux exploitations familiales
5. Terroirs tests
6. Les « terroirs-test »
7. Formations
8. Accueil d'étrangers
9. Multiplication de matériel végétal
10. Voyage d'études
11. Missions d'appui
12. Stage « physique du sol »
13. Stage « bilan hydrique »
14. Stage « biologie du sol »
15. Conclusion

II. Site expérimental de Zouana

Ce site est basé dans l'Extrême Nord à proximité de Kaélé sur des sols gravillonnaires à faible profondeur, battant en surface. Avant l'installation du site en 2002, les parcelles étaient quasiment à l'abandon.

Assolement

Les rotations/successions suivantes sont mise en place depuis 2002.

Parcelles 2002	2003	2004
1 Sorgho brachiaria	sorgho dolique	coton
2 Sorgho brachiaria	coton	sorgho brachiaria
3 coton semis direct	sorgho semis direct	coton semis direct
3 sorgho semis direct	coton semis direct	sorgho semis direct
4 coton labour	sorgho labour	coton labour
4 sorgho labour	coton labour	sorgho labour
5 coton paillé	sorgho brachiaria	coton
6 Sorgho brachiaria	Sorgho brachiaria	Coton et arachide
7 Sorgho brachiaria	eleusine	coton et riz
8 Sorgho brachiaria	brachiaria seul	sorgho seul
9 Sorgho brachiaria	Sorgho mucuna	coton
10 Sorgho brachiaria	sorgho siratro	sorgho andropogon
11 Sorgho brachiaria	sorgho crotolaire	coton
12 Sorgho brachiaria	sorgho mucuna	riz
13 Sorgho brachiaria	sorgho niaba	coton
14 Sorgho brachiaria	coton	sorgho brachiaria
15 Sorgho brachiaria	arachide	sorgho brachiaria
16 Sorgho brachiaria	coton	sorgho crotolaire
17 coton labour	sorgho labour	coton labour
17 sorgho labour	coton labour	sorgho labour
18 coton paillé	sorgho brachiaria	coton
19 Sorgho brachiaria	Sorgho brachiaria	coton et arachide
20 Sorgho brachiaria	sorgho crotolaire	coton et niebe

21 sorgho + divers	sorgho + divers	coton crotalaire
21 mil + divers	coton	sorgho + légumineux
22 sorgho + divers	sorgho + divers	sauvages
22 mil + divers	coton	coton + crotalaire
		sorgho + légumineux
		sauvages

Pluviosité

En 2004 la pluviosité a été relativement faible (710 mm au lieu de 840 en moyenne), mais bien répartie malgré un déficit au mois d'août (figure 1).

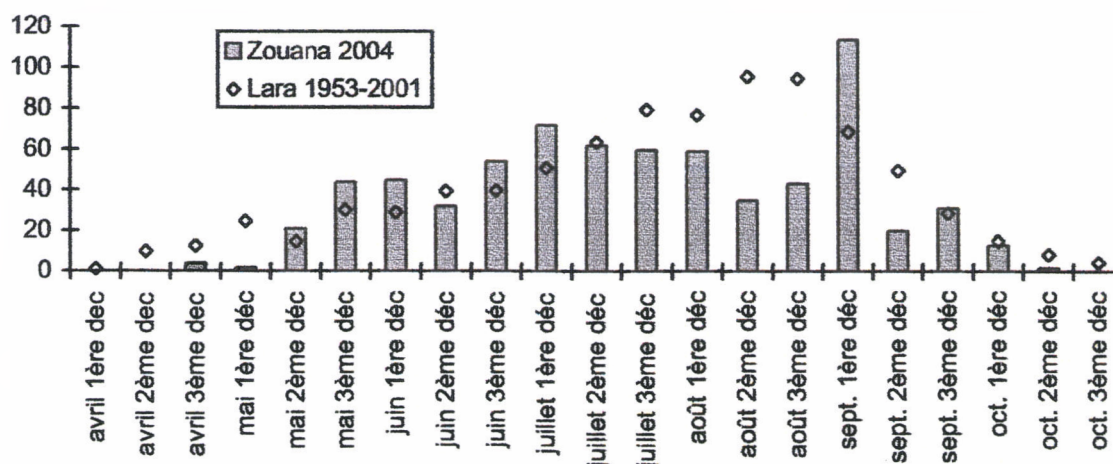


Figure 1: pluviométrie 2004 à Zouana comparée à celle de 1953-2001

Coton

En 2005, 13 parcelles étaient cultivées en coton, les rendements en fonction des précédents et du niveau de fertilisation sont donnés dans les tableaux 1 et 2.

Si l'on compare les parcelles adjacentes 1, 5, 4, 17 et 18, les rendements en SCV sont supérieurs ou égaux aux parcelles en labour ou semis direct (SD) (tableau 1). C'est essentiellement la densité en terme de poquets/ha et pieds/poquet qui joue en faveur des SCV. Cette densité découle sans doute d'une meilleure alimentation hydrique en début de cycle (Tableau 2). Toutefois les différences de végétation visibles en cours et à la fin du cycle ne se traduisent pas aussi nettement sur le rendement. On peut faire l'hypothèse que l'amélioration des diverses composantes du sol favorise un développement végétatif du cotonnier. Ce développement ne se traduirait pas directement sur la productivité en coton graine à cause de la compétition entre plants. En effet, nous avons jusqu'ici respecté les recommandations « habituelles » de la Sodecoton pour l'Extrême Nord en terme de densité, 2 pieds/poquet espacés de 0,25 X 0,8 m. Cependant, les modifications du sol après 3 ans de SCV font que les cotonniers sont mieux alimentés en eau et éléments nutritifs que sur des parcelles « normales ». Il conviendra d'essayer en 2005 de nouvelles densités de semis plus proches des recommandations pour le Nord *i.e.* 1 pieds/poquet espacés de 0,4 X 0,8 m.

Dans les rotations céréales-coton, seule l'année de la céréale est « utile » en terme de production de biomasse et d'amélioration du sol. Nous débutons quelques tests pour essayer de valoriser également l'année du coton. Dans ce but nous avons semé de la crotalaire entre les lignes de coton avec un décalage d'un mois. Le but de cette association est que l'année du coton ne soit pas « perdue » en terme d'amélioration du sol et de production de biomasse. La levée de la crotalaire a été relativement tardive et son développement végétatif faible. Au regard des rendements, elle n'a pas fait de concurrence au coton. En contrepartie, elle n'a sans

doute pas eu d'impact sur la décompaction et la fertilité du sol. Cet essai est à reconduire sur un sol meilleur en faisant éventuellement varier la date de semis de la crotalaire.

Pour la première année nous avons estimé la biomasse aérienne de coton. Elle varie entre 1 à 3 T/ha (Tableau 3). Si ces tiges sont laissées sur la parcelle sans être brûlées elles peuvent avoir un rôle significatif pour limiter les écoulements, réduire l'érosion et restituer de la matière organique au sol.

Tableau 1 : moyenne des rendements des parcelles en coton en fonction du niveau de fumure¹ et du système de culture

Détail système	Précédent	Niveau fertilisation			Nb de parcelles par fumure
		1	2	3	
labour	sorgho	1 574	1 716	2 719	2
SCV	eleusine	1 429	1 467	2 610	1
	sorgho brachiaria	1 663	2 086	2 793	4
	sorgho crotalaire	1 714	2 095	2 785	2
	sorgho dolique	2 051	2 466	2 884	1
	sorgho mucuna	1 073	1 292	2 502	1
	sorgho niebe	1 800	3 561	2 986	1
Total SCV		1 643	2 132	2 772	10
SD	sorgho	1 293	2 250	2 591	1

Tableau 2 : composantes du rendement des parcelles en coton en fonction du système de culture, F2

Détail système	Parcelles	Précédent	RDT	Poquets/ha	Pieds/poquet	Pied/ha	Capsules / pied	Capsules/ha	Poids capsules
labour	4	sorgho	1 531	42 448	1,50	63 542	5,7	356 510	4,31
	17	sorgho	1 911	42 188	1,55	65 365	7,8	503 385	3,82
Total labour			1 721	42 318	1,52	64 453	6,7	429 948	4,06
SCV	1	sorgho dolique	2 418	44 375	1,90	84 375	6,6	551 500	4,38
	5	sorgho brachiaria	2 023	43 555	1,73	75 000	6,2	462 109	4,39
	18	sorgho brachiaria	2 293	42 500	1,70	72 125	7,2	514 000	4,44
Total SCV			2 244	43 477	1,78	77 167	6,7	509 203	4,40
SD	3	sorgho	2 010	41 927	1,56	65 104	6,7	434 375	4,66

Tableau 3 : poids de tiges coton en fonction des parcelles et niveaux de fumures

Systèmes	Parcelles	Fumure		
		1	2	3
Coton labour	4	1 193	1 193	2 219
	17	1 031	1 557	1 948
	Moyenne	1 112	1 375	2 083
Coton SCV	1	1 978	2 338	2 700
	5	1 625	2 070	3 828
	6	1 227	2 648	2 508
	7	1 010	1 165	2 110
	9	948	1 288	2 815
	11	1 278	1 830	3 203
	13	1 349	3 361	3 398
	18	1 500	1 733	2 420
	19	1 000	2 240	2 355
	20	1 369	1 602	2 403
	Moyenne	1 372	2 056	2 881
Coton SD	3	1 031	2 510	2 698

Sorgho

Suite aux résultats décevants de la variété de sorgho S35 les 2 années précédentes, nous avons choisi de le remplacer par des variétés locales. Cette année, chaque parcelle de sorgho était séparée en 2 sous parties : une avec une variété locale de longue taille (2.5 m), une avec une variété locale de courte taille (2 m).

¹ Pour tous les sites et cultures : F1 = moitié de la fumure vulgarisée, F2 = fumure vulgarisée, F3 = fumure vulgarisée + 100 kg/ha NPK, + dolomie, zinc et cuivre en 2002.

Rendement

En SCV, c'est le sorgho courte taille qui est quasi systématiquement le plus productif. Sur les témoins il n'y a pas de différences nettes entre les types de sorgho. Cela est surprenant car on aurait pu s'attendre à ce que le sorgho de longue taille souffre moins de la concurrence des plantes associées car il pourrait limiter leur développement grâce à son ombrage.

Sur les parcelles 2, 3 et 4, côte à côte, à l'exception de la fertilisation F3, les rendements sont supérieurs en SCV par rapport au semis direct (SD) et labour (figure 2). C'était l'inverse les années précédentes. On peut faire l'hypothèse qu'en troisième année l'amélioration des caractéristiques physiques et chimiques du sol compense la compétition que peut faire le brachiaria.

Pour ce qui est des autres parcelles SCV, le rendement du sorgho avec andropogon est très faible. Cela est dû à la nature de la parcelle sur laquelle il est implanté. La parcelle avec crotalaire ne montre pas de signes de concurrence sur le sorgho (tableau 4).

La densité étant relativement bien maîtrisée, c'est le poids paniculaire qui détermine le rendement. Il n'y a pas d'effet net du système de culture sur ce rapport. (figure 3).

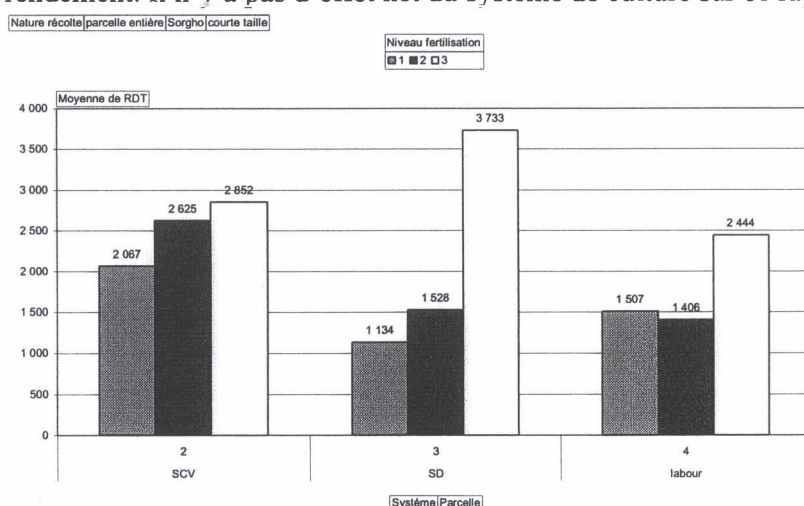


Figure 2 : rendement en sorgho (Kg/ha), comparaison des parcelles 2 (sorgho SCV brachiaria), 3 (semis direct), 4 (labour). Sorgho local courte taille

Tableau 4 : rendement (kg/ha) des parcelles en sorgho, Zouana , parcelles 1 à 20

Système	Plante associée	1		2		3		Nb de parcelles par fumure
		courte taille	longue taille	courte taille	longue taille	courte taille	longue taille	
labour	0	1 163	1 481	1 352	1 731	1 932	2 557	2
SD	0	1 134	1 222	1 528	1 285	3 733	2 875	1
SCV	0	998	970	1 425	1 312	2 846	2 275	1
	andropogon	348	309	230	59	1 402	1 115	1
	brachiaria	1 325	1 130	1 585	1 408	2 618	2 353	3
	crotalaire	1 352	1 008	1 914	1 602	2 852	2 652	1
Moyenne SCV		1 112	946	1 387	1 199	2 492	2 184	

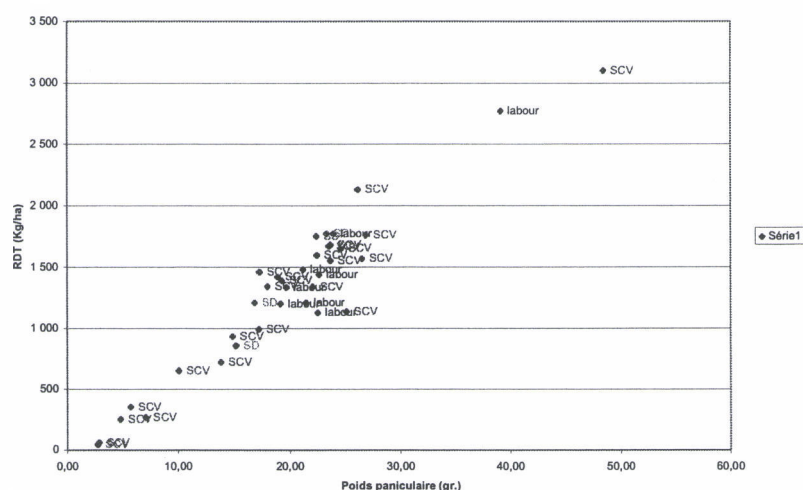


Figure 3 : rendement (Kg/ha) en fonction du poids paniculaire (gr.), parcelle F2, $r^2=0,919$

Biomasse aérienne

Le tableau 5 présente la production en biomasse des différents sorghos associés ou non au brachiaria et à la crotalaire. Les sorghos « longue taille » ne produisent pas beaucoup plus de biomasse aérienne que les sorghos « courte taille » : la moyenne de tous les systèmes et toutes les fertilisations confondues est de 2 648 Kg/ha pour le sorgho courte taille contre 3 012 Kg/ha pour le sorgho longue taille. Les sorghos « longue taille » ne produisent pas beaucoup plus de biomasse mais produisent moins de grain. Ils ne seront pas reconduits en 2005. De manière générale, la production de biomasse est supérieure sur les parcelles SCV même si le sorgho est associé à une autre plante. C'est sans doute le fruit de deux ans d'amélioration du sol. Le brachiaria produit à peu près autant de biomasse que le sorgho sur les fertilisations F1 et F2 : de 2 T/ha à 2,2 T/ha. Il permet donc de multiplier par deux la production de biomasse. La crotalaire produit peu de biomasse (<1 T/ha). Afin d'augmenter la production de biomasse en 2005 nous allons la semer sur deux lignes au lieu d'une.

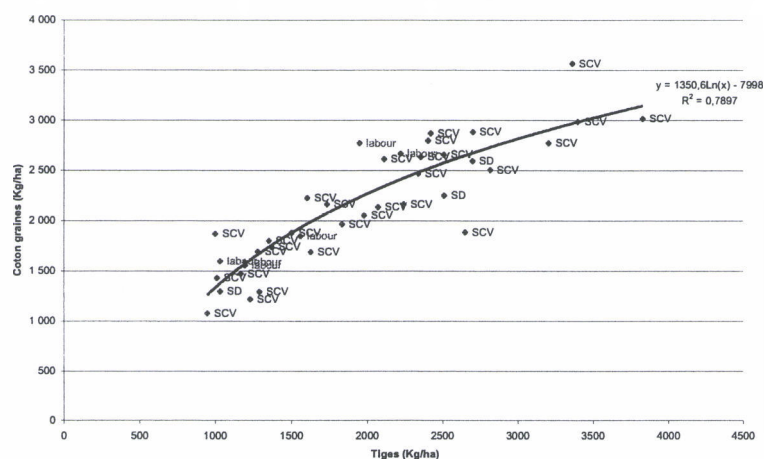


Figure 4 : production de coton graine en fonction de la production de biomasse.

Tableau 5 : production de biomasse aérienne des céréales et plantes associées (Kg/ha), parcelles 1 à 20

	Système	Fumure	Paille sorgho	Brachiaria	Crotalaire	Nb de parcelles
Sorgho courte taille	SCV	1	1 830	2 174		3
	Sorgho + brachiaria	2	2 320	2 166		3
		3	4 002	1 854		3
	SCV	1	1 985		555	1

Sorgho longue taille	Sorgho +crotalaire	2	1 935		935	1
		3	4 045		720	1
	labour	1	1 833			2
	Sorgho seul	2	2 083			2
		3	3 339			2
	SD	1	1 646			1
	Sorgho seul	2	1 906			1
		3	5 135			1
	SCV	1	1 325			1
	Sorgho seul	2	2 400			1
		3	4 313			1
	SCV	1	2 350	2 035		3
	Sorgho + brachiaria	2	2 618	2 187		3
		3	4 552	1 628		3
	SCV	1	1 570		685	1
	Sorgho +crotalaire	2	2 375		910	1
		3	4 540		795	1
	labour	1	2 063			2
	Sorgho seul	2	2 115			2
		3	4 104			2
	SD	1	1 938			1
	Sorgho seul	2	1 729			1
		3	4 740			1
	SCV	1	1 950			1
	Sorgho seul	2	3 156			1
		3	5 175			1

Riz

Pour la première fois du riz pluvial a été installé sur les parcelles du site normalement cultivées en coton ou sorgho. Les résultats ont dépassé nos attentes puisque les rendements atteignent environ 2 tonnes de paddy sur les parcelles ayant reçu la moitié ou la dose entière d'engrais réservée au maïs (F1 et F2) (Tableau 6). Sur les parcelles F3 qui ont reçu un supplément de NPK le rendement dépasse les 3,6 tonnes/ha. Ces résultats exceptionnels sur des sols aussi dégradés et avec une pluviométrie d'à peine plus de 700 mm, n'ont pas laissé insensible les visiteurs.

Cette production illustre bien les phénomènes de modification des propriétés physiques du sol induite par les SCV. Ainsi, comme l'ont démontré les mesures réalisées par Adoum O. et Soutou G. sur les parcelles sur sol nu, plus de 20 % de l'eau de pluie est perdue par ruissellement. Sur les parcelles en SCV la quasi totalité des 710 mm tombés se sont infiltrés dans le sol. Pour une même pluviométrie, certaines cultures (riz, maïs) deviennent envisageables alors qu'elles étaient trop risquées auparavant.

Tableau 6 : rendement des différentes variétés de riz cultivé en pluvial strict ou dans le bas-fond

Localisation	Variétés	Niveau fertilisation		
		1	2	3
Rizière	B22		2 088	
	Sebota 1141		2 778	
	Sebota 281,2		2 582	
	Sebota 33		3 110	
	Moyenne		2 529	
Pluvial	B22	2 054	1 872	3 250
	Sebota 1141		2 330	2 384
	Moyenne	2 054	2 025	2 961

Légumineuses

La production d'arachide est similaire à celle obtenue en 2003. Elle est bien sûr inférieure à celle que l'on peut obtenir dans la province du Nord mais elle a au moins le mérite d'exister sur des parcelles où l'arachide n'est pas cultivée traditionnellement. L'arachide cultivée sur couverture demande moins de travail par la suppression du labour et du buttage, la diminution des sarclage et un arrachage facilité.

Tableau 7 : rendement non décortiqué de l'arachide (KG/ha), Zouana 2004

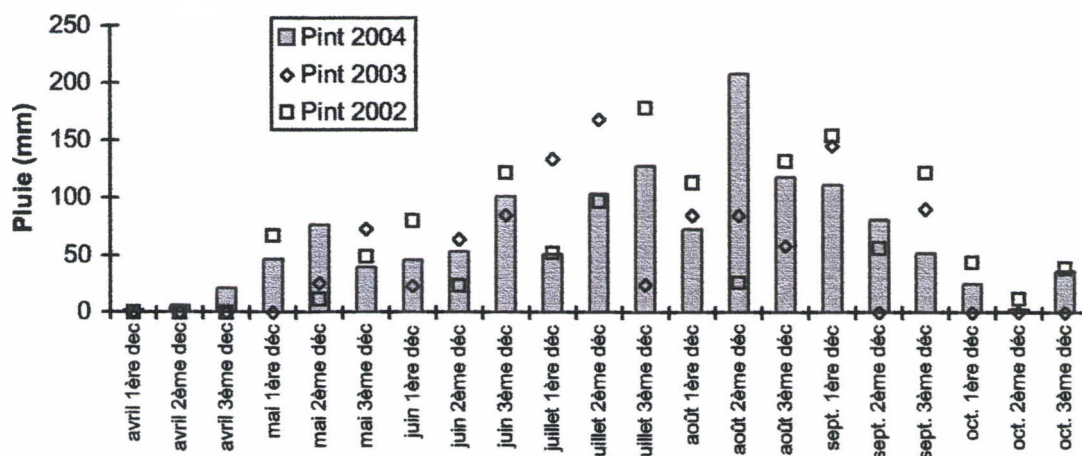
Parcelle	Précédent	Niveau fertilisation			
		0	1	2	3
6	Sorgho brachiaria		672	730	1 328
19	Sorgho brachiaria		739	952	1 233
x	Dolique seule et paille rapportée	1 355			

Tableau 8 : rendement en niebe (KG/ha), précédent sorgho crotalaire, Zouana 2004

Parcelle n°	Niveau fertilisation		
	1	2	3
20	853	1 133	1 056

III. Site expérimental de Pintchoumba et Winde Pintchoumba

Pluviosité



Les pluies ont été relativement abondantes et bien réparties. Le total pour l'année est de 1 380 mm soit presque exactement comme en 2002 et plus que 2003 avec 1200 mm.

Successions

Les successions suivantes sont mises en place depuis 2002.

Winde Pintchoumba

2002	2003	2004
Maïs labour	Coton labour	Maïs labour
Coton labour	Maïs labour	Coton labour
Maïs semis direct	Coton semis direct	Maïs semis direct
Coton semis direct	Maïs semis direct	Coton semis direct
Sorgho semis direct	Coton semis direct	Sorgho semis direct
Coton semis direct	Sorgho semis direct	Coton semis direct
Sorgho brachiaria	Coton	Maïs brachiana
Sorgho brachiaria	Coton	Maïs crotalaire
Sorgho et maïs+ différentes	Coton	Riz
		Riz puis niebe

associées		Arachide
		Niebe
		Pois de terre
		Maïs brachiaria
Maïs brachiaria	Maïs niebe	Coton
	Maïs crotalaire	Coton
	Maïs brachiaria	Coton
	Maïs mucuna	Coton
	Coton	Maïs crotalaire
		Maïs brachiaria
	Maïs + <i>Stylosanthes guianensis</i>	Coton
	Maïs + <i>Macroptilium atropurpureum</i>	Coton
Coton paillé	Maïs + <i>Stylosanthes guianensis</i>	Coton
	Maïs + <i>Macroptilium atropurpureum</i>	Coton
	Maïs brachiaria	Coton
		Arachide
		Riz

Pintchoumba

2002	2003	2004
Maïs labour	Coton labour	Maïs labour
Maïs labour	Arachide labour	Coton labour
Maïs labour	Riz labour	Coton labour
Coton labour	Maïs labour	Coton labour
		Arachide
		Riz
Coton labour	Sorgho seul	Coton labour
	Sorgho seul	Coton
Coton paillé	Maïs + mucuna	Coton
		Riz
		Riz puis niebe
		Arachide
	Maïs + brachiaria	Coton
		Riz
		Riz puis niebe
		Arachide
Maïs + mucuna	Coton	Maïs + mucuna
		Maïs + brachiaria
		Maïs + <i>C. retusa</i> + brachiaria
		Sorgho + brachiaria
		Sorgho + <i>C. goreensis</i>
	Riz	Coton
	Arachide	

Coton

Rendement

A Winde Pintchoumba les rendements sont légèrement plus élevés en SCV qu'en labour, lui-même est plus productif que le semis direct. (Tableau 9). Les rendements les plus élevés sont obtenus après les légumineuses à fort développement : niébé ; mucuna, crotalaire. Sur les parcelles en maïs + siratro, ou maïs + stylosanthes, les plantes associées s'étaient peu développées en 2003. De plus, une partie de la biomasse a brûlée et a été remplacée par de la paille de brousse. Le rendement en coton y est plus faible en 2004

Le rendement est conditionné par le nombre de capsules par hectare (figure 5), lui-même dépendant du nombre de pieds/poquet (figure 6). La densité, plus particulièrement le nombre

de pieds/poquet, influe fortement sur le rendement. La perte de pieds après le démariage par sécheresse, attaque de champignons, ou attaque d'insectes, est fortement préjudiciable. La densité théorique visée, 1 pied par poquet tous les 40 cm, ne permet pas à la culture de compenser si un poquet est vide. Le ressemis est donc particulièrement crucial. A Pintchoumba les rendements sont faibles (problèmes de carence en oligo éléments : Mg, Mn). Les parcelles en labour produisent plus (grâce à une densité plus élevée). Il est probable que la faible densité en SCV soit due à des attaques des plants par les insectes.

Tableau 9 : Winde Pintchoumba, composantes du rendement du coton en fonction des systèmes de culture et du précédent, F2

Systèmes	Précédent	Rendement (Kg/ha)	Poquets/ha	Pieds/poquet	Capsules/pied	Poids capsulaire (gr.)	nb parcelles
labour	maïs seul	1 694	30 268	0,91	13,99	4,4	3
scv	maïs brachiaria	1 596	30 239	0,91	12,92	4,48	3
scv	maïs crotalaire	2 166	29 850	0,96	15,54	4,86	1
scv	maïs mucuna	2 160	29 400	1	13,91	5,27	1
scv	maïs niebe	2 802	29 100	1	15,85	6,05	1
scv	maïs siratro	1 363	29 142	0,83	13,62	4,13	2
scv	maïs stylo	1 565	29 211	0,89	13,2	4,53	2
Total SCV		1 766	29 646	0,91	13,7	4,68	11
SD	maïs seul	1 591	30 213	0,97	12,4	4,37	3

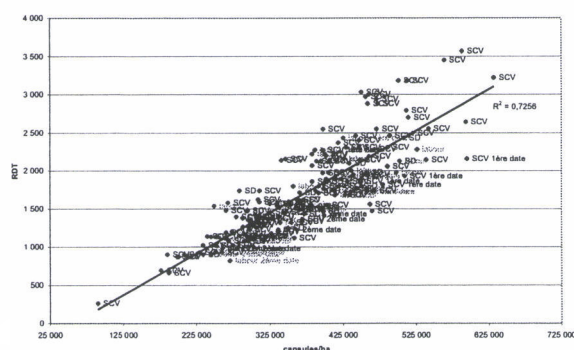


Figure 5 : Winde pintchoumba, rendement en coton en fonction du nombre de capsules/ha

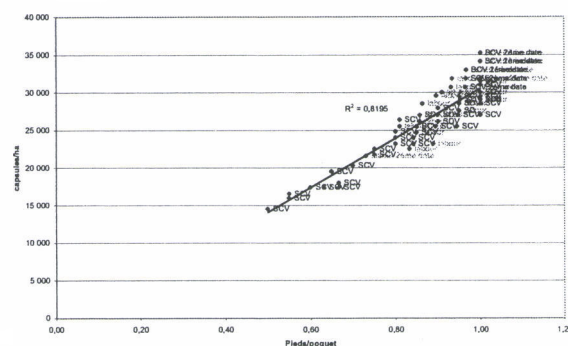


Figure 6 : Winde pintchoumba, capsules/ha en fonction du nombre de pieds/poquet

Tableau 10 : Pintchoumba, rendement du coton en fonction du précédent et de la fertilisation

Systèmes	Précédents	Fertilisation			Nb de parcelles par fertilisation
		1	2	3	
SCV	maïs mucuna/mucuna 2004	1 315	1 235	1 789	2
	sorgho mucuna/mucuna 2004	1 199	1 234	1 815	2
	riz	1 615	1 523	2 226	1
	sorgho seul	979	1 069	1 490	1
	arachide	1 066	944	1 761	1
	Moyenne de RDT SCV	1 241	1 211	1 812	7
labour	maïs seul		1 705		3
	sorgho seul		990		1
	arachide		1 525		1
	Moyenne de RDT labour		1 526		5

Tableau 11 : Pintchoumba, composante du rendement en coton en fonction du précédent, F2

Précédent	RDT	Poquets/ha	Pieds/poquet	Capsules/pied	Poids capsulaire	Nb de parcelles
labour maïs seul	1 398	30 894	0,91	11,07	4,47	3
SCV arachide	1 020	30 000	0,80	9,65	4,40	3
SCV maïs mucuna/mucuna 2004	1 215	32 171	0,74	11,91	4,27	7

SCV riz	1 713	30 167	0,85	15,51	4,39	3
SCV sorgho mucuna/mucuna 2004	1 108	32 157	0,79	10,97	4,02	7
SCV sorgho seul	1 070	30 333	0,84	9,92	4,26	3

Biomasse

Comme pour le rendement en coton graine le développement végétatif du coton est plus important en SCV sur les précédents maïs + légumineuse à forte biomasse : crotalaire, niébé, mucuna (Figure 7). La production de biomasse varie du simple au triple entre la parcelle SCV sur maïs + niébé (2 625 à 3 475 kg/ha) et celle en semis direct (de 933 à 1 721 kg/ha). En revanche les différences de rendement n'atteignent pas un tel écart. Les précédents « légumineuses » apportent de l'azote ce qui favorise la croissance végétative. Si cette tendance se confirme il pourrait être intéressant d'utiliser des régulateurs de croissance afin de « convertir » une partie de ce potentiel en production de fibre.

Site|Winde Pintchoumba|Parcelle|(Tous)|Plante|Coton

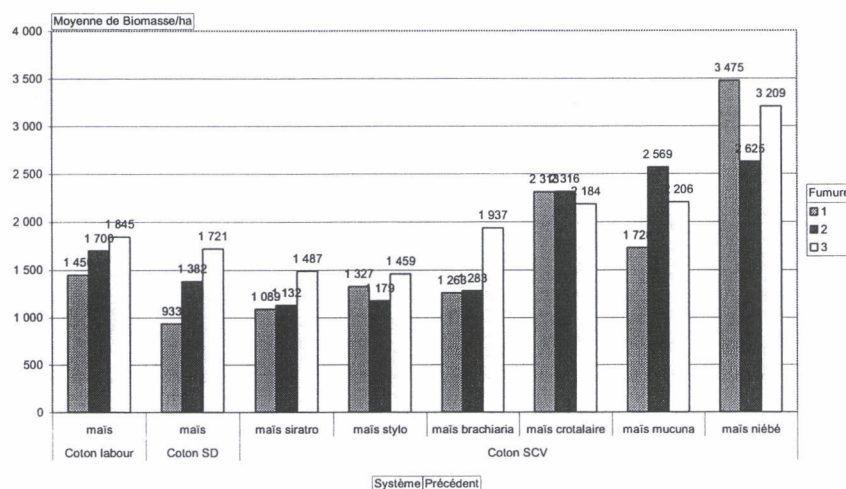


Figure 7 : biomasse aérienne en coton en fonction du système de culture et des précédents, Winde Pintchoumba

Sorgho

Malgré sa forte croissance végétative le sorgho M'baïri reste tout de même sensible à la concurrence du brachiaria ou de la crotalaire. Le brachiaria fait plus de concurrence que la crotalaire (Figure 8).

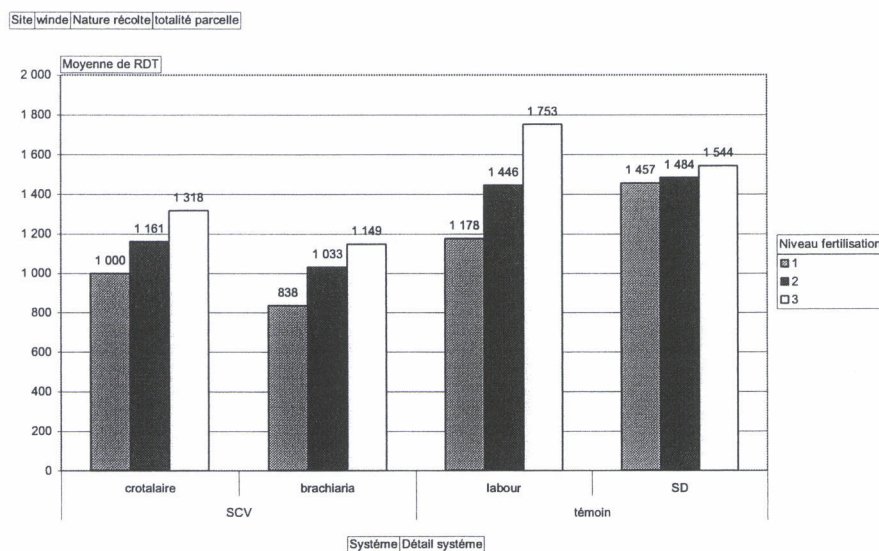


Figure 8 : rendement du sorgho en labour, semis direct, associé avec la crotalaire et associé au brachiaria, Winde Pintchoumba

Maïs

Les rendements en maïs SCV quand il est associé au brachiaria ou à la crotalaire sont inférieurs aux parcelles en labour. En revanche, il est équivalent ou supérieur aux parcelles en semis direct. Cela signifie qu'en troisième année l'amélioration du sol permet sans doute de compenser la compétition exercée par les plantes associées.

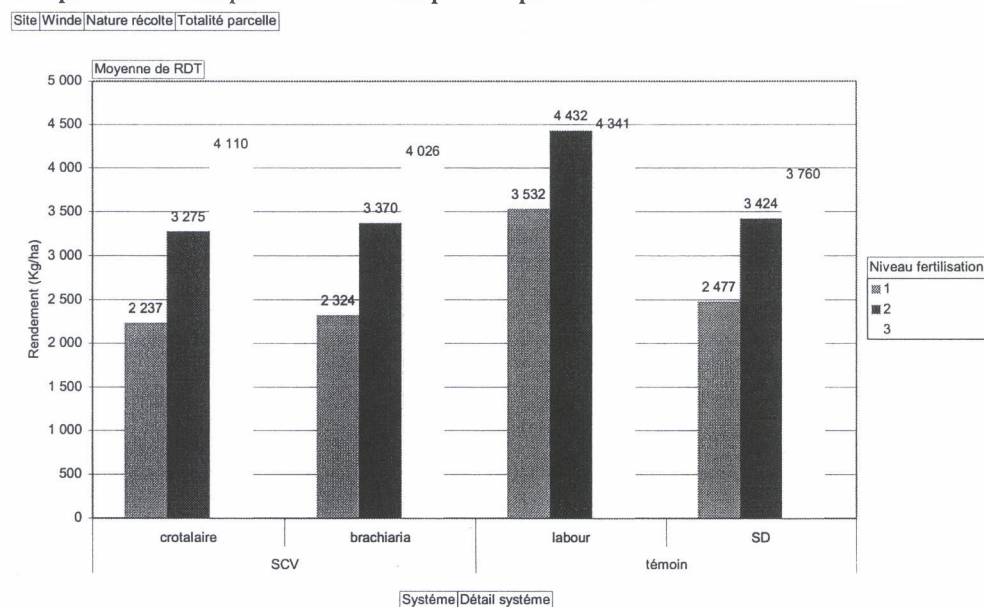


Figure 9 : rendement du maïs (kg/ha) en fonction du système de culture, Winde Pintchoumba

Riz

Les rendements en riz sont meilleurs à Winde Pintchoumba qu'à Pintchoumba. Sur ce dernier site le sol est moins fertile, plus caillouteux et des traces de carence en Manganèse étaient visibles sur le riz.

A Winde l'arrière effet céréale 2002 était très visible en cours de croissance et se retrouve sur le rendement. Le rendement en B22 après sorgho 2002 est de 1 858 kg/ha contre 2 614 après maïs 2002. En Sebota 1141, il est de 1 304 kg/ha après sorgho contre 2 388 après maïs. L'arrière effet positif du maïs a deux explications : premièrement une fumure plus élevée en 2002 (100 kg NPK, 150 urée contre 50 kg urée pour le sorgho), deuxièmement les résidus de

sorgho de 2002 sont toujours présents sur le sol en 2004 et semblent être responsables d'une faim d'azote. A l'inverse, les tiges de maïs se sont minéralisées plus rapidement et ont donc relâché plus d'éléments nutritifs dans le sol.

Figure 10 : rendement en riz sur les parcelles de Pintchoumba et Winde Pintchoumba

	Variété	Systèmes	Précédent	Fertilisation		
				1	2	3
Winde Pintchoumba	B22	SCV	maïs 2002 , coton 2003		2 614	
		SCV	sorgho 2002 , coton 2003		1 858	
		SCV	maïs brachiaria	1 039	1 132	409*
	Sebota 1141	SCV	maïs 2002, coton 2004		2 388	
		SCV	sorgho 2002, coton 2003		1 304	
Pintchoumba	B 22	labour	Maïs		1 460	
		SCV	Sorgho/maïs + mucuna	1 522	2 032	659*

* attaque d'insectes piqueurs-suceurs

Légumineuses alimentaires

A Pintchoumba, le rendement de l'arachide en SCV est meilleur que sur labour, 1 129 kg/ha contre 879 kg/ha (Tableau 12). A Winde Pintchoumba l'arrière effet de la culture de 2002 semble se faire ressentir même en 2004. Le rendement après sorgho de 2002 est légèrement meilleur que celui après maïs. C'est l'inverse de ce que l'on constate sur céréales. Sans doute car ces légumineuses sont beaucoup plus sensibles que les céréales à une éventuelle faim d'azote. Même en 2004 il reste une bonne couverture de sorgho sur le sol alors que celle de maïs a quasiment totalement disparu (Photo). Il est probable que ce soit ce surplus de couverture qui a permis de maintenir plus d'humidité et donc d'améliorer le rendement.

Tableau 12 : rendement en arachide (kg/ha)

Site	Système	Précédent	Niveau fertilisation		
			1	2	3
Pintchoumba	labour	maïs		879	
	SCV	céréale brachiaria	1 453	1 129	1 704
Winde	SCV	maïs 2002 coton 2004		2 178	
		sorgho 2002 coton 2004		2 473	
		maïs brachiaria	2 402	2 524	2 154

Les rendements en pois de terre sont également meilleurs sur le précédent sorgho 2002 (Tableau 13). Là aussi la couverture de sorgho a sans doute facilité la croissance des pois en maintenant l'humidité et en diminuant la température du sol. Sur ces parcelles la fructification se fait entre le paillage et la terre et non pas dans le sol. Ainsi, il y a moins d'entraves physiques à la croissance des pois.

Tableau 13 : rendement en pois de terre (kg/ha) sur couverture, pas de fertilisation

Précédent	Rendement
maïs 2002, coton 2003	1 154
sorgho 2002, coton 2003	1 443

A l'inverse des pois de terre et de l'arachide, les rendements en niébé sont moins bons sur précédent sorgho 2002 que maïs 2002. Le niébé semble réagir comme les céréales : il profiterait plus de l'arrière effet fertilisant du précédent maïs (décomposition tiges et niveau de fumure) que de l'arrière effet « physique » des tiges de sorgho (maintien de l'humidité et basse température).

Tableau 14 : rendement en niébé (kg/ha), pas de fertilisation

Système	Date de semis	Précédent	Variété		
			David	Local	Tchad
SCV	Début juillet	maïs 2002, coton 2003			918

		sorgho 2002, coton 2003	970	
SCV	2 septembre	maïs 2002, coton 2003	810	706
		sorgho 2002, coton 2003	676	545
SCV après riz	25 septembre	maïs 2002, coton 2003	474	
		sorgho 2002, coton 2003	364	

Essais légumineuses « sauvages »

Des semences de légumineuses « sauvages » ont été collectées et semées en pur ou en association avec le maïs. Nous cherchons ainsi s'il existe dans la nature des plantes qui puissent être utiles et qui puissent éventuellement compléter ou remplacer les plantes « exotiques » que nous utilisons déjà. Les observations de cette année sont résumées dans le tableau 15.

Tableau 15 : légumineuses sauvages testées à Winde Pintchoumba en 2005

Nom	Sensibilité à l'alachlore	Sensibilité à l'atrazine	Dévelop. végétatif	Capacité de lutte contre adventices	Remarques
<i>Alysicarpus rugosus</i>	Nulle	Forte	Faible	Moyenne	A essayer en couverture vivante dans coton et céréale
<i>Crotalaria retusa</i>	Nulle	Moyenne	Fort	Forte	Déjà utilisée en association avec céréale
<i>Crotalaria senegalensis</i>	Nulle	Moyenne	Moyen	Moyenne	Faible intérêt par rapport à <i>C. retusa</i>
<i>Crotalaria goreensis</i>	Nulle	Forte	Moyen	Moyenne/forte	Intérêt par rapport à <i>C. retusa</i> : fourrage (?)
<i>Sesbania pachycarpa</i>	Nulle	Totale	Moyen	Faible	Peu de biomasse et de couverture. Mais démarrage aux premières pluies : intérêt pour couverture en début de saison (?) à essayer Non appréciée par le bétail

Production de biomasse avant la culture

Cet essai a été mené à Pintchoumba et sur le terroir de Tapi dans la région de Touboro.

Son objectif était de produire de la biomasse (paille) juste avant la culture principale. Cela présentait plusieurs avantages :

- + Pas besoin de protéger la biomasse en saison sèche
- + Mobilisation de l'azote produit pendant le pic de minéralisation au début des pluies
- + Étouffement des mauvaises herbes
- + Recyclage des éléments

Différentes couvertures et cultures ont été testées :

Plantes de couverture, quantité de semences/ha :

- + Mil, 25 kg
- + Sorgho, 25 kg
- + Eleusine, 12.5 kg
- + Crotalaire, 12.5 kg
- + Mucuna, 25 kg

Cultures :

- + Coton
- + Maïs
- + Arachide
- + Niebe
- + Riz

A Pintchoumba la croissance des plantes de couvertures semées à la volée a été assez faible par rapport à la végétation naturelle et n'a pas apporté beaucoup plus en terme de couverture. Les rendements sont globalement moins bons que sur les parcelles labourées (figure 11). Avec les plantes utilisées (mil, sorgho, crotalaire, mucuna, eleusine) il est sans doute préférable de les semer en poquet et non pas à la volée pour obtenir une levée homogène et une production de biomasse conséquente. A Tapi, les rendements des parcelles n'ont pas été relevés car l'essai a été globalement mal entretenu et les résultats ne nous auraient pas éclairé sur l'effet de telle ou telle couverture. En revanche, nous avons pu observer que dans ces

Production de biomasse avant la culture principale



Photo 1 : Pintchoumba 1^{er} juin, ressemis naturel de mucuna en train de couvrir la parcelle. La couverture du sol se fait toute seule.

Photo 2 : Pintchoumba 15 juillet, semis de coton sur la couverture de mucuna tuée à l'herbicide. Semis de coton sur un sol plus riche et avec moins de mauvaises herbes.

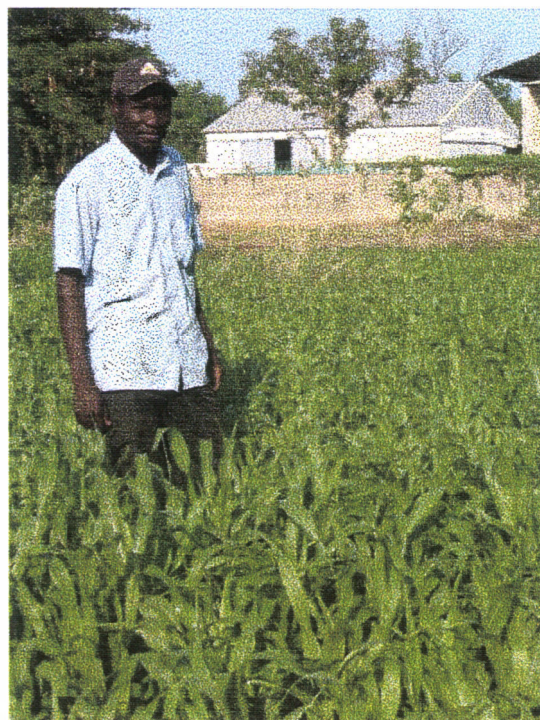


Photo 3 : Pitoa 11 juin 2004 , production de paille de sorgho juste avant la culture. Production de paille à l'aide d'une plante locale.

Photo 4 : Pitoa 28 juin 2004, au premier plan sorgho fauché juste avant le semis de maïs. Couverture produite avant la culture sans besoin de protection en saison sèche.



Diversification des systèmes SCV



Photo 5 : Tcherfeke 1^{er} octobre 2004, niebe sur couverture d'herbes sauvages tuées à l'herbicide. Paillage gratuit et abondant, très peu de travail, pas de protection en saison sèche.



Photo 6 : Winde Pintchoumba 12 novembre 2004, niébé « David » en pleine production semé le 25/09 après la récolte de riz pluvial « B22 ». Deux récoltes la même année sur la même parcelle.



Photo 7 : Zouana 1/10/04, riz B22, rendement moyen de 2,3 T/ha sur sol gravillonnaire peu profond et pluviométrie de 700 mm. Introduction de nouvelles cultures grâce à l'amélioration du sol dès la troisième année de SCV. .

Photo 8 : Kismatari, 18 octobre 2004, plantation de bananier sur paillage de brachiaria semé en 2003. Economie d'eau pour l'irrigation et lutte contre les mauvaises herbes.

conditions (pluviométrie > 1 200 mm), les mauvaises herbes (*Roetbellia sp* principalement) produisent beaucoup de biomasse et pourraient être utilisées comme couverture².

Le même type d'essai a été conduit à Pitoa en comparant sorgho semé en poquet et à la volée. Le sorgho semé en poquet lève et couvre mieux le sol. Un mois et demi après semis nous l'avons fauché pour y semer coton, riz, soja et maïs.

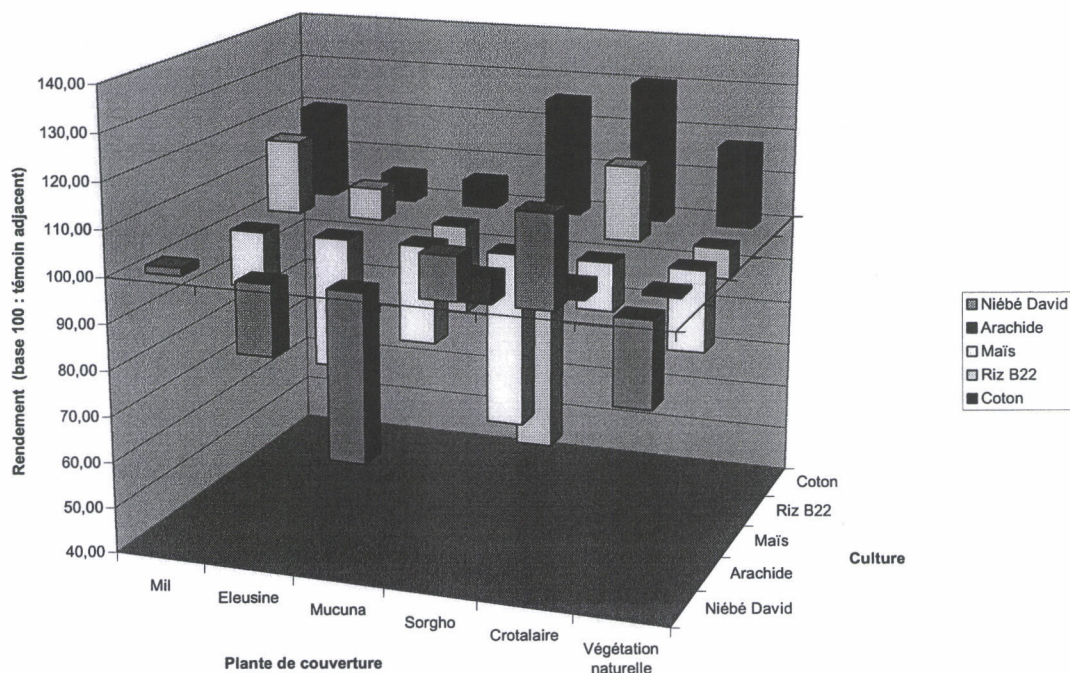


Figure 11 : Pintchoumba, comparaison des rendements obtenus en labour et en semis direct sur différentes couvertures semées avant la culture principale. Les rendements sont exprimés par rapport à ceux des témoins adjacents en labour qui sont pris comme base 100

IV. Essais en milieu paysan

Les expérimentations en milieu paysan ont pour objectif :

- La démonstration des potentialités des techniques appliquées par les paysans
- Le retour d'information sur la perception des innovations par les agriculteurs et les adaptations des systèmes de culture devant en découler.

Ce réseau est conduit chez et par les paysans. Il permet de reproduire les itinéraires techniques maîtrisés au niveau des sites expérimentaux de façon plus délocalisée (accroissement du pouvoir démonstratif, vérification de la robustesse des itinéraires sur une plus large gamme de milieux physiques et socio-économiques).

² Maïscam à Ngaoundéré pratique déjà un itinéraire similaire : 1) laisser le roetbellia repousser naturellement en début de saison des pluies, 2) herbicider les herbes au glyphosate quand elles ont atteint une taille suffisante, 3) coucher les herbes à l'aide d'un rouleau, 4) semis direct du maïs dans la couverture à l'aide d'un semoir adapté

Evolution du dispositif de paysans expérimentateurs

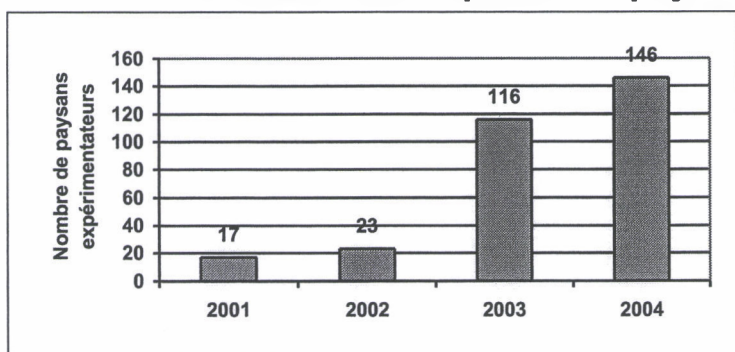


Figure 12 : évolution du nombre de paysans expérimentateurs collaborant avec le projet

Le réseau de paysans expérimentateurs couvre actuellement la diversité agroécologique et humaine du Nord et de l'Extrême Nord (Figure 13).

En 2004, les agents du projet chargés du suivi des parcelles expérimentales en milieu paysan étaient situés à : Ngong, Garoua, Maroua, Kaélé, et Yagoua. A partir de ces implantations ils couvrent à peu près tous les secteurs Sodecoton. Sur les 200 paysans qui s'étaient montrés potentiellement intéressés en début de campagne près de 150 ont réellement mis en place et conduit des parcelles. Les « défections » sont dues à des problèmes fonciers, la déception de ne pas voir de « cadeau » arriver, la maladie, le manque de semences, ou autres ... Elles ne nous préoccupent pas car nous savons par expérience que les paysans du Nord Cameroun sont parfois prompts à se porter volontaires dès qu'un projet propose quelque chose mais qu'ils sont tout aussi prompts à se retirer s'ils ne voient pas un intérêt financier immédiat dans ces activités. 138 parcelles de céréales et 101 parcelles de coton ont été suivies pendant tout le cycle. 63 parcelles de coton divisées en 154 sous parcelles ont pu faire l'objet d'une estimation du rendement. Pour les céréales, il s'agissait de 92 parcelles divisées en 304 sous parcelles. C'est à partir de ces parcelles, pour lesquelles le suivi a pu aller jusqu'à l'estimation du rendement, que les analyses ont été réalisées.

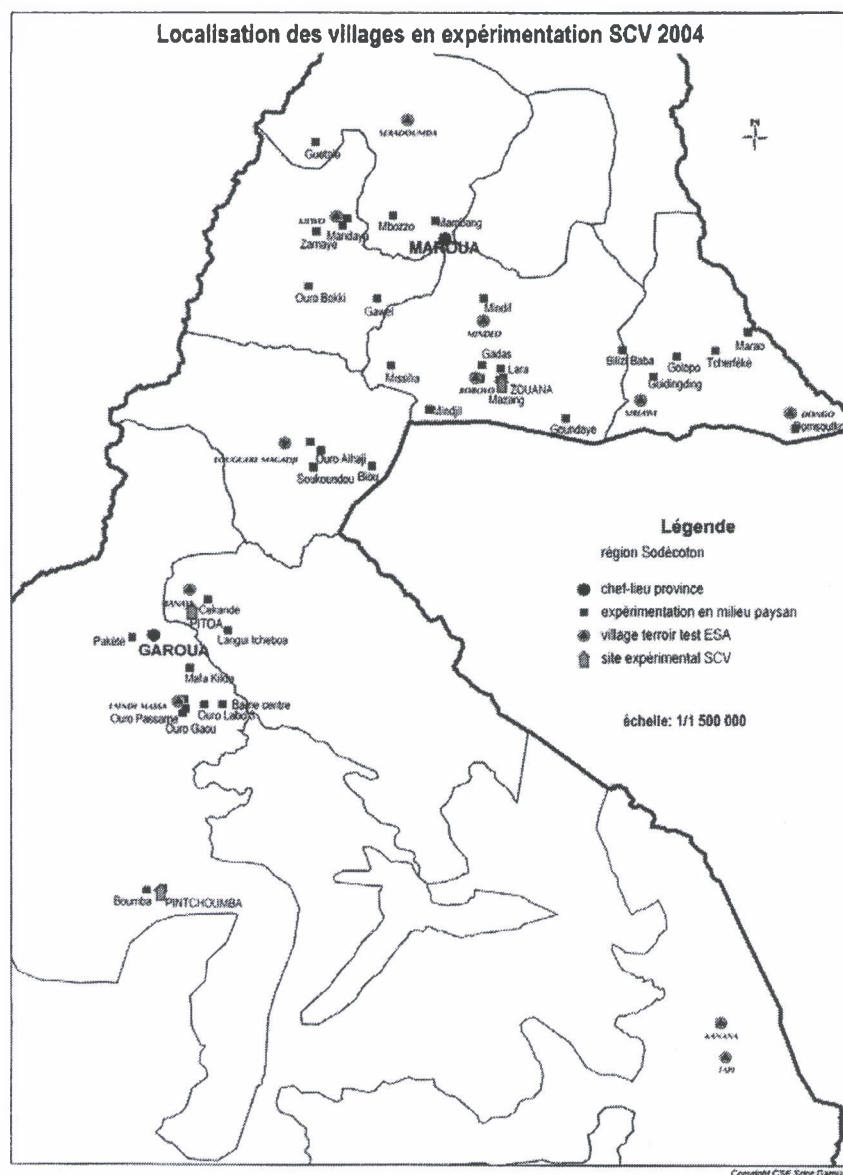


Figure 13 : répartition des parcelles expérimentales en milieu paysan en 2004

Différents types de parcelles

En 2004 les parcelles en milieu paysan étaient de 3 types (Tableau 16):

Tableau 16 : type de parcelles paysannes mise en œuvre en 2004.

Dénomination	Caractéristiques	Objectif	Nb
Parcelles projets	Mise en œuvre par les agents du projet	Démonstration Obtention de données fiables	11
Parcelles paysannes suivi renforcé	Mise en œuvre par les paysans parcelles maïs brachiaria et maïs crotalaire, sorgho brachiaria et sorgho crotalaire, coton	Obtentions de données complètes sur itinéraire, levée, enherbement, composantes du rendement, temps de travaux, dépenses.	94
Parcelles paysannes suivi simple	Mise en œuvre par les paysans Tout type de culture	Obtentions de données plus simples : rendement et itinéraire. Essais de nouveaux systèmes	133

Une cinquantaine de paysans ont également reçu des semences de 7 variétés de riz, notamment les riz en provenance du Brésil (variétés Sebota).

Coton

Impact sur le rendement

Statistiques sur les 68 parcelles de la campagne 2004 où le rendement a été relevé (Figure 14):

- + pour 1/4 des parcelles le rendement est équivalent entre les parties témoins et SCV. Toutefois ces rendements équivalents sont parfois obtenus avec moins de travail.
- + pour 1/6^{ème} le rendement est inférieur sur la partie SCV. En général, cela est dû à un mauvais entretien, surtout à des sarclages tardifs.
- + pour la moitié des parcelles le rendement est supérieur sur la partie SCV par rapport au témoin. Les différences sont d'autant plus fortes que la parcelle est en SCV depuis longtemps ou que la pluviométrie est déficitaire (parcelles de l'Extrême Nord).

En moyenne, le rendement sur les parcelles SCV de l'Extrême Nord est de 1 766 Kg/ha contre 1 468 sur les témoins (Tableau 17). Dans le Nord, il est de 1 988 kg/ha en SCV contre 1 837 Kg/ha sur les témoins. Dans l'Extrême Nord la différence est plus prononcée principalement grâce à l'effet du paillage sur l'alimentation hydrique. Cet effet est visible sur le nombre de poquets/ha, le nombre de capsules/pied et le poids capsulaire. Dans le Nord, la différence n'est que de 150 kg/ha, elle provient essentiellement d'une augmentation du nombre de poquets/ha.

année 2004

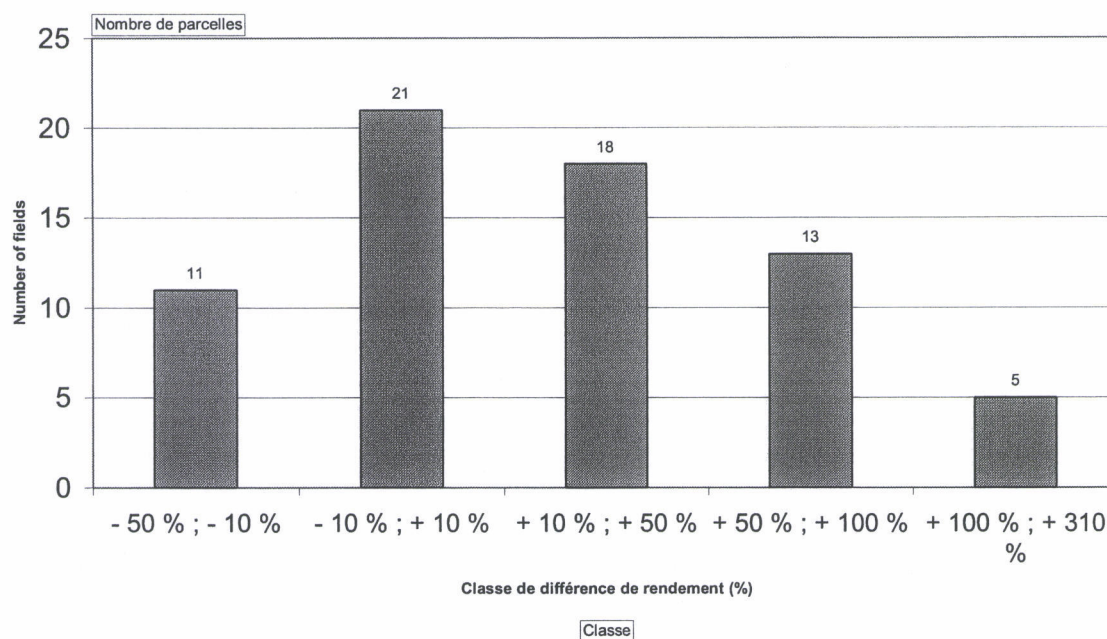


Figure 14 : répartition des parcelles en fonction des différences de rendement entre partie SCV et témoin (en %), campagnes 2004, 68 couples de parcelles.

Tableau 17 : comparaison des composantes du rendement du coton entre SCV et témoin dans les provinces du Nord et de l'Extrême Nord.

Province	Systèmes	Poquets/ha	Pieds/poquet	Capsules/pied	Poids capsulaire (gr.)	Rendement (Kg/ha-1)	Nombre de sous parcelles
Extrême Nord	témoin	26 402	1,89	6,32	4,66	1 468	32
	SCV	27 455	1,83	6,58	5,37	1 776	34
Nord	témoin	19 655	1,43	12,37	5,28	1 837	16
	SCV	21 176	1,48	12,22	5,20	1 988	15

Rendement de 2001 à 2004

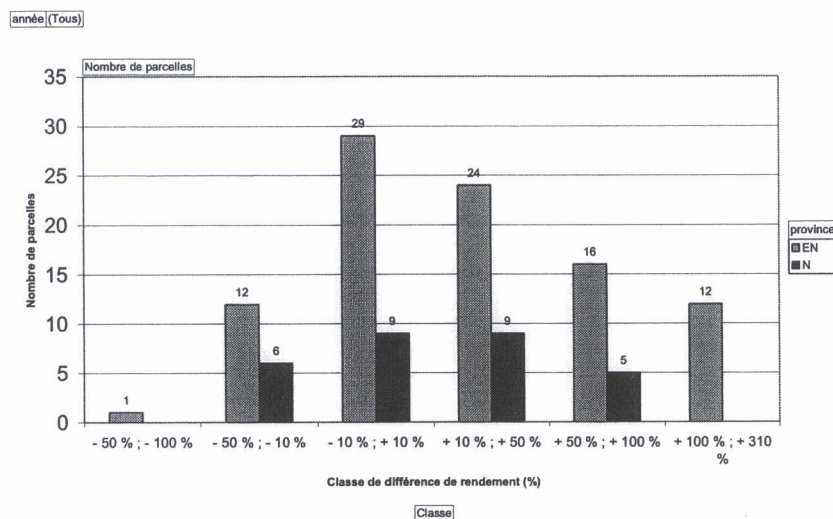


Figure 15 : classement des parcelles de 2001 à 2004 en fonction des différences de rendement entre SCV et témoin, répartition entre province Nord et Extrême Nord, 123 parcelles

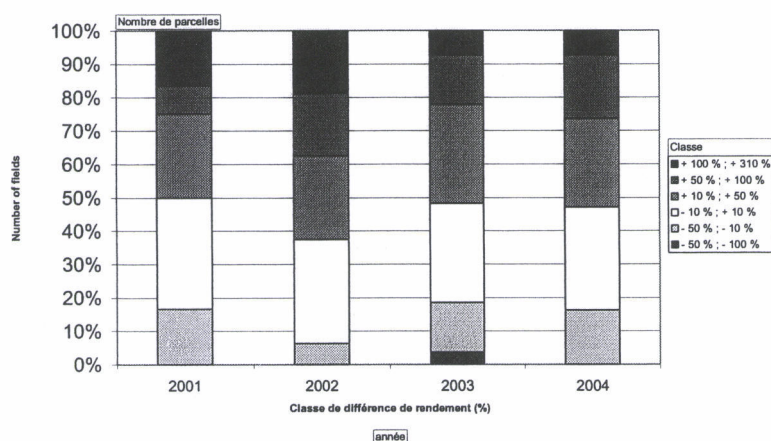


Figure 16 : classement des parcelles de 2001 à 2004 en fonction des différences de rendement, répartition entre les années, 123 parcelles

Enherbement

L'enherbement est, à une date près, toujours inférieur sur les parcelles SCV que sur les témoins (Figure 17).

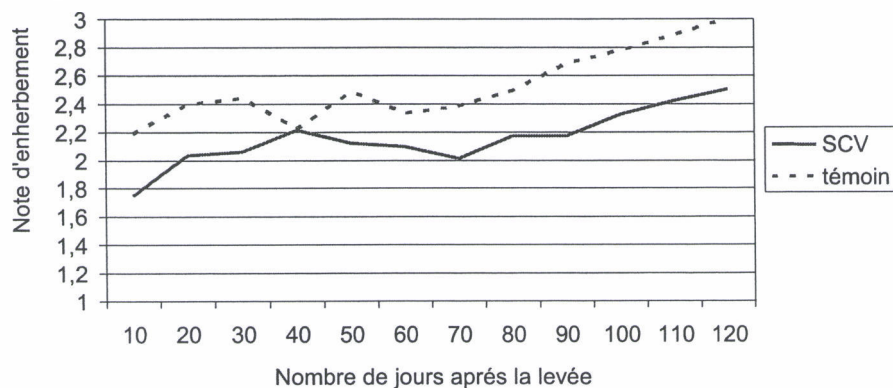


Figure 17 : évolution de l'enherbement de 10 à 120 jours après la levée du coton. Note 1 : < 7 % de recouvrement du sol par les adventices, Note 2 : 7 %, Note 3 : 15 %. 50 parcelles du Nord et de l'Extrême Nord, campagne 2004.

Sur les parcelles de l'Extrême Nord les sarclages sont plus tardifs sur les parcelles en SCV que sur les témoins (figure 18 et 19). L'enherbement étant freiné par le paillage le paysan peut retarder ses interventions sur les parcelles SCV. Cela lui permet pendant ce temps de s'occuper de ses autres parcelles et ainsi de mieux étaler ses travaux.

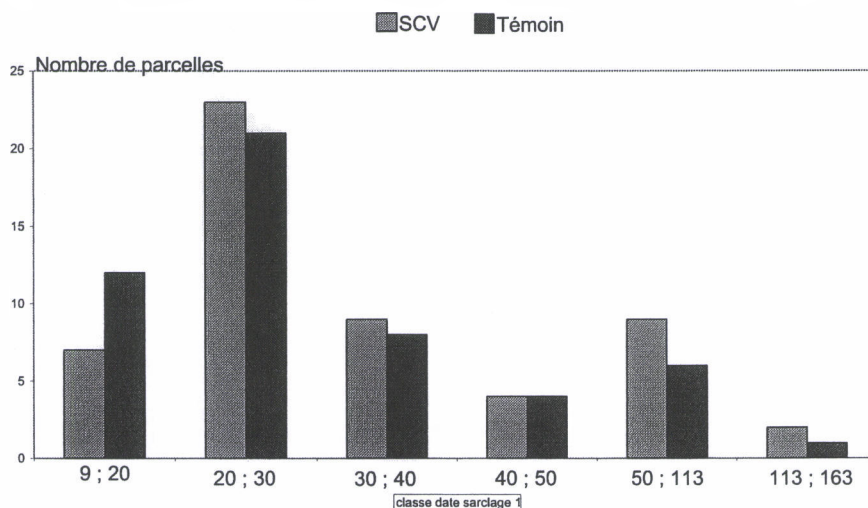


Figure 18 : date du premier sarclage en jours après semis, parcelles de l'Extrême Nord

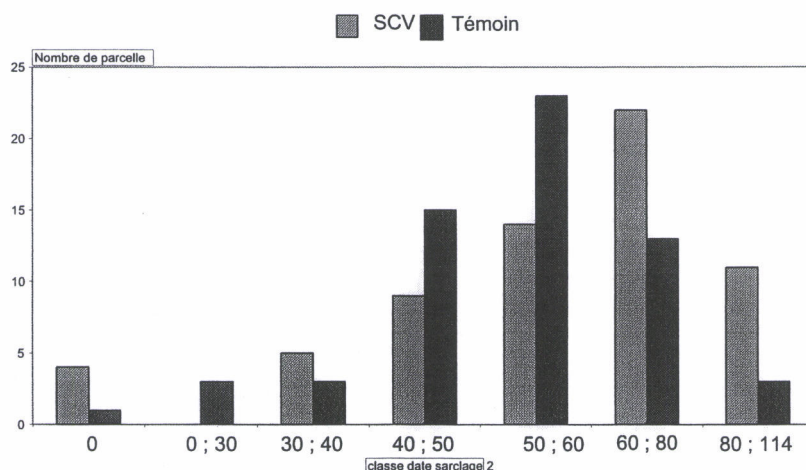


Figure 19 : date du deuxième sarclage en jours après semis, parcelles de l'Extrême Nord

Impact économique

En dehors des effets à long terme (amélioration du taux de matière organique, diminution de l'érosion, amélioration de la fertilité du sol, diminution de la pression des adventices) les paysans cherchent des gains économiques à court et moyen terme. Les SCV se distinguent des itinéraires conventionnels par les points suivants :

Dépenses en moins :

- + Labour
- + Buttage
- + Sarclage (si paillage suffisant)

Dépenses en plus :

- + Herbicide pour pulvérisation localisée (si paillage non suffisant)
- + Urée (50 Kg/ha) les 3 premières années si paillage de graminée et pas

de précédent légumineuses

Le bilan reste en général en faveur des SCV que ce soit en terme de revenu net à l'hectare, de nombre de jours de travail par hectare ou de productivité par jour de travail (Tableau 18).

Tableau 18 : comparaison des principaux indicateurs économiques entre SCV et témoin. Campagne 2004, Nord et Extrême Nord.

	SCV	Témoin	Nombre de couples de parcelles
Revenu net/ ha (FCFA)	197 443	147 590	41
Jours de travail /ha (homme-jour)	101	109	28
Valorisation de la journée travaillée par l'agriculteur ou sa famille (FCFA/jour de travail)	2 316	1 496	22

Céréales

Les plantes à associer aux céréales

Le tableau 19 présente les principales plantes utilisées en association avec les céréales.

Tableau 19 : principales plantes associées aux céréales avec avantages, inconvénients et modalités d'installation

	Crotalaria retusa	
	Graines facilement disponibles. Forte amélioration physique du sol et apport d'azote. Lutte mauvaises herbes Adaptée à beaucoup de milieux.	Ne nécessite pas de protection en saison sèche Faible production de biomasse dans l'EN. Nécessité de traiter les graines à l'eau chaude pour une bonne levée
	1 ou 2 lignes de crotalaria entre 2 lignes de céréale (0,8*0,25), semis décalé de 1 mois	
	Brachiaria ruzisiensis	
	Bonne production paille (quantité et qualité) Production fourrage Lutte mauvaises herbes (striga) Amélioration physique du sol, enracinement profond Adapté à beaucoup de milieux Résistant aux termites	Concurrence avec céréale. Peut appauvrir le sol si entièrement brouté. Levée parfois difficile. Faible production de graines. Nécessite une protection en saison sèche
	1 ligne de brachiaria entre 2 lignes de céréale (0,8m*0,25m), semis décalé de 1 semaine à 10 jours	
	Mucuna pruriens	
	Arrière effet rapide et net (apport d'azote) Forte production de graines Bonne levée. Bon fourrage. Graines comestibles par hommes et animaux (si traitement)	Encombrement de l'interligne. Peu adaptée aux sols pauvres et gravillonnaires. Faible résidu de biomasse pour le paillage. Nécessite une protection en saison sèche
	1 ligne de mucuna entre 2 lignes de céréale (0,8m*0,8m), semis quand la céréale est au genou	
	Vigna unguiculata	
	Graines comestibles. Bon fourrage. Amélioration chimique du sol (apport d'azote). Graines résistantes sans traitement (niebe Tchad) Adapté à beaucoup de milieux	Nécessité de traiter avec insecticide pour production de graines Biomasse « fragile ». Nécessite une protection en saison sèche

	<i>Vigna unguiculata</i>	
	Graines comestibles. Bon fourrage. Amélioration chimique du sol (apport d'azote). Graines résistantes sans traitement (niebe Tchad) Adapté à beaucoup de milieux	Nécessité de traiter avec insecticide pour production de graines Biomasse « fragile ». Nécessite une protection en saison sèche
	1 ligne de niébé entre chaque ligne de céréale (0,8m*0,8m), semis quand la céréale est au genou	
	<i>Dolichos lablab</i>	
	Bonne levée. Bon fourrage. Graines comestibles par hommes et animaux. Cycle long, enracinement profond.	Adaptée à beaucoup de milieux Encombrement de l'interligne. Faible résidu de biomasse pour le paillage. Nécessité de traiter avec insecticide pour production de graines. Nécessite une protection en saison sèche
	1 ligne de dolique entre 2 lignes de céréale (0,8m*0,8m), semis quand la céréale est au genou	

Résultats agronomiques

Biomasse aérienne

L'objectif premier des plantes associées aux céréales est de produire de la biomasse aérienne qui servira de couverture. Les figures 21 et 22 présentent les quantités de biomasse sèche obtenues sur les parcelles paysannes en maïs ou sorgho associé ou non au brachiaria ou à la crotalaire.

Le maïs est cultivé essentiellement dans la province du Nord Cameroun zone plus pluvieuse (de 900 à 1110 mm). Dans ces conditions le brachiaria et la crotalaire produisent beaucoup de biomasse. Ils produisent environ autant que le maïs. L'ajout d'une plante de couverture entre les céréales permet de doubler la production de biomasse aérienne sur la parcelle. La production de biomasse par la plante de couverture ne semble pas se faire aux dépens de celle de la céréale puisque qu'elle produit plus de biomasse sur les parcelles SCV que sur les témoins.

Le sorgho est principalement cultivé dans la province de l'Extrême Nord où la pluviométrie est plus faible (700 à 900 mm). Dans ces conditions la production de biomasse par le brachiaria reste encore très bonne (2 948 kg/ha en moyenne). En revanche, celle de crotalaire chute (863 kg/ha en moyenne). Dans ces conditions, le développement de la crotalaire n'est pas satisfaisant. Pour pallier à ce problème nous envisageons donc de la semer sur 2 lignes au lieu de 1 seule ligne dans l'interligne des céréales.

En dehors de la quantité de biomasse il importe aussi de regarder sa qualité. Les pailles de maïs ont tendance à disparaître assez rapidement à la surface du sol. En revanche, les pailles de sorgho, elles, peuvent persister assez longtemps. Ainsi, dans la province du Nord certaines pailles de sorgho produites en 2002 étaient toujours présentes sur le sol en 2005 après avoir subi 3 saisons sèches et 2 saisons des pluies (Photo). Cette persistance est intéressante pour conserver une couverture sur le sol. En contrepartie, ces résidus avec un rapport C/N élevé peuvent être responsables de faim d'azote pour les cultures installées dessus.

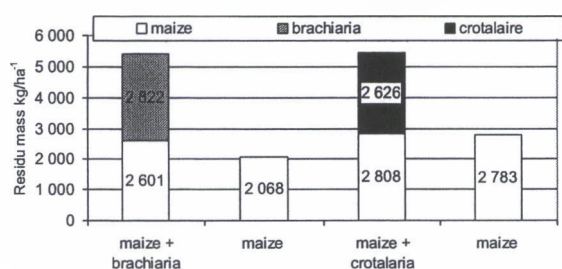


Figure 20 : production de biomasse aérienne du maïs et des plantes associées (13 couples de parcelles)

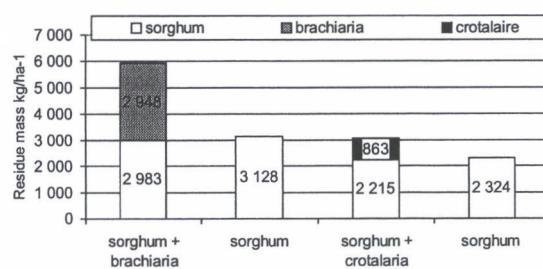


Figure 21 : production de biomasse aérienne du sorgho et des plantes associées (23 couples ou triplets de parcelles)

Rendements

Si l'association des plantes de couverture avec les céréales permet de produire de la biomasse il ne faut pas que cela se fasse au dépens du rendement en céréale. Les figures 22 et 23 présentent les différences de rendement entre les parties témoins (sorgho ou maïs seul) et les parties SCV (sorgho/maïs associé avec brachiaria ou crotalaria). Pour ce qui est du maïs nous pouvons constater que le brachiaria semble avoir exercé une influence sur le maïs puisque, pour 8/15 parcelles le rendement est inférieur, de 10 à 30 % sur la partie SCV par rapport à la partie témoin. L'association maïs-brachiaria est la plus délicate à gérer mais ceux qui savent le faire peuvent la pratiquer sans que le maïs soit affecté. La crotalaria ne fait quasiment pas de concurrence au maïs. Les parcelles où le rendement est inférieur sur la partie SCV correspondent à des parcelles mal entretenues et non pas à un effet de la crotalaria. En ce qui concerne le sorgho nous pouvons constater qu'il y a plus de parcelles où le rendement est meilleur avec brachiaria (15/29) que de parcelles où il est inférieur (7/29). Le sorgho est moins sensible à la concurrence du brachiaria que le maïs. Quant à la crotalaria, là aussi, les parcelles où le rendement est moins bon correspondent en général à des problèmes sur l'entretien des céréales et non pas à une concurrence exercée par la crotalaria.

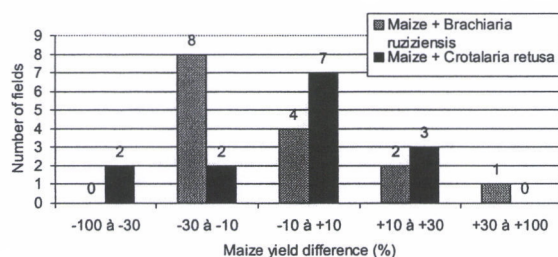


Figure 22 : classement des parcelles en fonction des différences de rendement en maïs entre partie SCV et témoin. (15 couples de parcelles avec crotalaria, 15 avec brachiaria)

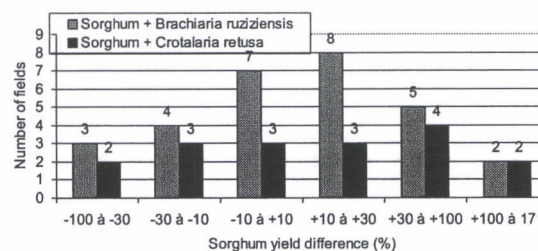


Figure 23 : classement des parcelles en fonction des différences de rendement en sorgho entre partie SCV et témoin. (16 couples de parcelles avec crotalaria, 29 avec brachiaria)

Il peut paraître surprenant que pour 22 parcelles sur 29 le rendement en sorgho soit équivalent voire même supérieur alors que celui-ci est cultivé en association avec du brachiaria. Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce phénomène, mais en général il s'agit d'arrière effet des années précédentes. Le tableau 20 présente les rendements en grain du sorgho en fonction de la quantité de résidus présents sur le sol au semis de la céréale. Ces résidus proviennent : des céréales qui ont poussé 2 ans auparavant sur la parcelle, des adventices et éventuellement des tiges de cotonnier de l'année précédente. Ces résidus sont donc présents en faible quantité mais peuvent avoir un impact significatif sur l'économie de l'eau (Scopel *et al* 1999). Nous n'avons pas quantifié directement l'effet des résidus sur l'infiltration ou l'évaporation mais nous savons que ces deux phénomènes déterminent en grande partie le rendement des cultures dans l'Extrême Nord du Cameroun (Soutou, 2004). Même si les écart-types restent importants

nous pouvons constater que dans la majorité des cas le rendement en grain de la céréale est positivement lié à la quantité de paille présente sur le sol au moment du semis. Ainsi, la plupart des parcelles en SCV après 2/3 ans arrivent à produire deux fois plus de tiges et feuilles (sorgho + brachiaria) tout en maintenant ou augmentant la production de grains de sorgho. Sur ces parcelles l'eau de pluie est mieux valorisée que sur les parcelles sur sol nu (Soutou *et al* 2005, Soutou 2004, Adoum *et al* 2005).

Tableau 20 : rendement en sorgho en fonction du taux de couverture du sol par les résidus au moment du semis de la céréale. Même les témoins peuvent avoir une légère couverture au moment du semis si celui-ci s'est fait sans labour. En revanche cette couverture disparaîtra avec les sarclages et le buttage alors qu'elle perdure sur les parcelles SCV où le sol n'est plus travaillé.

Estimation de la couverture au semis (T/ha)	Rendement	SCV brachiaria	témoin brachiaria	SCV crotalaire	témoin crotalaire
0	Moyenne	1 020	791	692	783
	Écartype	641	717	545	606
	Nombre de parcelle	11	14	6	9
1	Moyenne	1 282	1 325	1 023	991
	Écartype	655	491	334	403
	Nombre de parcelle	12	5	8	5
2	Moyenne	1 635	1 603	1 461	482
	Écartype	549	570	904	-
	Nombre de parcelle	5	3	2	1
3	Moyenne	2 400		754	
	Écartype	-		-	
	Nombre de parcelle	1		1	

Enherbement

L'enherbement des parties témoins et SCV a été noté tous les 10 jours du semis à la récolte. Il a été estimé à partir d'une échelle visuelle de notation qui va de 0 à 9 (2=7% de recouvrement du sol par les adventices, 3= 15 %, 4=30 %, 5=50 %). Que ce soit sur les parcelles de maïs ou celles de sorgho les témoins sont en moyenne plus enherbés que les parcelles SCV sur quasiment tout le cycle (figure 24 et 25). En revanche, l'évolution de cet enherbement est différent sur les parcelles de maïs, situées dans le Nord dans la zone plus pluvieuse et celles de sorgho situées dans l'extrême Nord, zone moins pluvieuse.

Sur les parcelles de maïs (figure 26) l'enherbement croît en fin de cycle car au moment de la maturité du maïs les feuilles commencent à se faner, ce qui fait pénétrer de la lumière, et en même temps il continue à pleuvoir (jusqu'à un mois et demi après la maturité du maïs). Si l'interligne n'est pas occupé par une plante de couverture, les adventices en profitent pour s'installer et produire des graines, accroissant ainsi le potentiel d'infestation pour les années à venir. En revanche, sur les parcelles SCV au moment de la maturité du maïs c'est la plante de couverture qui occupe tout l'interligne empêchant ainsi les adventices de produire des semences. Puisque chaque année on ne laisse pas les adventices se reproduire sur la parcelle leur pression se fait de moins en moins forte.

Sur les parcelles de sorgho on ne constate pas d'envahissement des parcelles en fin de cycle car les pluies cessent plus tôt dans l'Extrême Nord et la maturité du sorgho, donc la déhiscence des feuilles, arrive plus tard que pour le maïs. Sur le sorgho c'est l'effet du brachiaria qui est le plus spectaculaire et qui impressionne le plus les paysans. Dans une parcelle où le brachiaria couvre l'interligne de sorgho le striga est quasiment absent alors qu'il peut infester chaque pied de sorgho d'une parcelle témoin voisine.

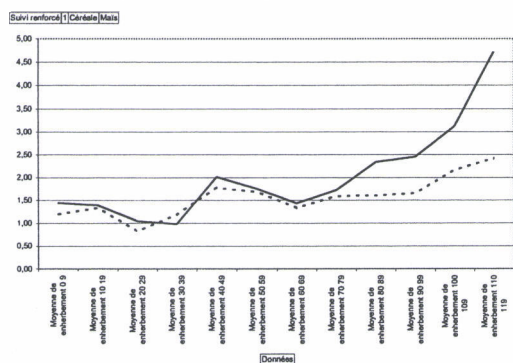


Figure 24 : évolution de l'enherbement sur les parcelles sorgho en SCV (toutes plantes de couverture confondues) et sur les témoins.
Notes d'enherbement : 2=7% de recouvrement du sol par les adventices, 3= 15 %, 4=30 %, 5=50 %. (13 parcelles, 42 sous parcelles)

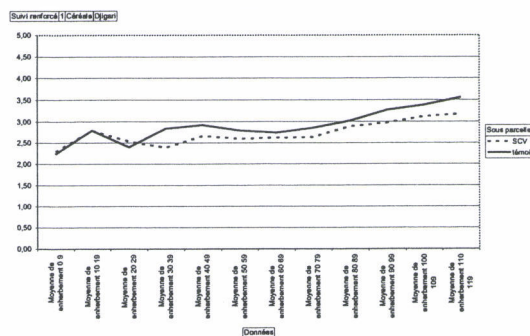


Figure 25 : évolution de l'enherbement sur les parcelles maïs en SCV (toutes plantes de couverture confondues) et sur les témoins.
Notes d'enherbement : 2=7% de recouvrement du sol par les adventices, 3= 15 %, 4=30 %, 5=50 %. (26 parcelles 86 sous parcelles)

Temps de travaux

Si l'on souhaite que les associations de plante de couverture puissent être facilement acceptées par les paysans il est préférable qu'elles ne représentent pas une charge de travail trop importante.

En SCV les travaux supplémentaires sont : le semis de la plante de couverture et des désherbages manuels à la place du sarclage mécanique. En contrepartie, labour et buttage sont supprimés et le nombre de désherbages réduit. Globalement, ce surplus et cette économie de travail s'équilibrent sur les parcelles moyennement bien conduites. En revanche, pour les paysans qui maîtrisent bien la technique ou, qui sont déjà en 3 ou 4^{ème} année de SCV les économies sont plus importantes que les surplus de travaux. C'est ce qui explique l'étalement du profil de la figure 26 qui présente le classement des parcelles paysannes en fonction des différences de temps de travaux passés entre la partie SCV et la partie témoin.

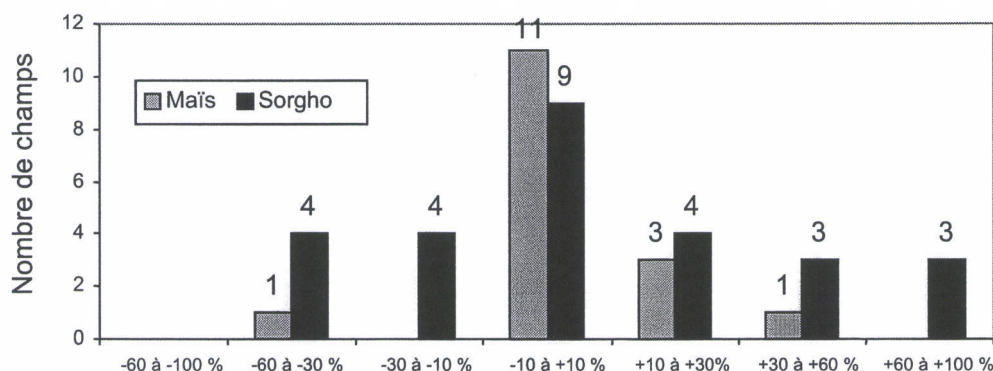


Figure 26 : classement des parcelles paysannes en fonction des différences en temps de travail sur les parcelles SCV et témoin. (27 couples de parcelle en sorgho, 16 couples de parcelle en maïs).

Conclusions et perspectives

Les 4 ans d'expérimentations chez les paysans nous ont permis de progresser dans la sélection des plantes à associer aux céréales. Ces plantes sont cultivées dans plusieurs objectifs : produire de la biomasse pour la couverture, produire de la biomasse pour les animaux, et améliorer le sol. Il n'existe pas de plante idéale, chacune a ses caractéristiques propres et doit répondre aux conditions du milieu et aux objectifs des paysans. Celle que nous utilisons le plus couramment sont : *Brachiaria ruziziensis*, *Crotalaria retusa*, *Vigna unguiculata*, *Dolichos lablab*, *Mucuna pruriens*. *Brachiaria ruziziensis* est une graminée, elle ne fait donc

pas partie des plantes qui était habituellement associées aux céréales. Toutefois, nous avons vu qu'elle pouvait avoir des caractéristiques intéressantes : résistance des tiges aux termites, bonne couverture même avec une faible biomasse, forte compétition avec le striga, racine « décompactante ». Les mesures sur l'économie de l'eau (Soutou *et al*, 2005) confirment que c'est un des meilleurs précédents au coton pour ce qui est de l'amélioration des propriétés physiques du sol. *Crotalaria retusa* est une légumineuse sauvage qui est également intéressante pour sa production de biomasse aérienne, par son action décompactante sur le sol et par son apport d'azote. De plus, elle est plus facile à cultiver en association avec la céréale que le brachiaria et elle constitue un excellent précédent au coton. En dehors des effets sur la culture suivante, on a pu voir que l'association de plante de couverture permet d'obtenir des résultats intéressants à plus court terme notamment sur l'enherbement. Les plantes associées aux cultures entrent en compétition avec les mauvaises herbes. La pression des mauvaises herbes étant plus faible le travail de sarclage diminue.

Le travail des années à venir devrait porter sur plusieurs thèmes :

- + Continuer à chercher dans le milieu environnant des plantes pouvant être utilisées comme plante de couverture.
- + Mieux quantifier les effets de chacune des plantes sur la fertilité physique et chimique du sol et sur les adventices. Etablir des recommandations de fertilisations différenciées suivant les plantes utilisées dans la rotation.
- + Continuer à travailler sur des systèmes de culture combinant production de fourrage et production de biomasse pour couvrir le sol.
- + Mettre au point des itinéraires techniques utilisant ces plantes de couverture pour produire de la biomasse, non plus 1 année sur 2, mais juste avant ou juste après la culture principale.

V. SCV et conseil aux exploitations familiales

Pendant la campagne agricole un certain nombre de paysans des villages de Bame, Ouro Labo 3, Langui Tcheboa, Cekande, Banaye ont bénéficié d'un appui de l'équipe conseil de gestion de l'IRAD, de SADEL GIE. Anne Legile responsable de la division professionnalisation de la Sodecoton a participé à la préparation des réunions avec les paysans et a réalisé les rapports synthétiques. Ci-dessous, la conclusion du dernier rapport de synthèse.

« La conduite d'essais en milieu paysans et leur étroite association à la mise en place du dispositif et à l'exploitation des résultats est une action incontournable dans le cadre de la recherche-développement sur les SCV. En effet, l'adoption de ces systèmes suppose des modifications profondes des pratiques au niveau de la parcelle, de l'exploitation et même du terroir villageois. La collaboration entre les équipes CEF et SCV permet d'utiliser les enseignements de la démarche de conseil en vue d'une diffusion plus efficace et d'une meilleure appropriation des techniques et résultats par les paysans. En dépit d'un apport concret de l'équipe SADEL dans la conduite des réunions avec les paysans, cette première année n'a pas toujours permis de valoriser au mieux les acquis de la méthode CEF : il fallait aux uns et aux autres le temps de s'imprégner des attentes de leurs partenaires et trouver le positionnement ad hoc. Aujourd'hui, les points de convergence entre ce qui est fait dans le cadre des SCV et ce qui a été testé avec les groupes CEF sont plus nets. De fait, les rôles de chacun et les apports de l'équipe CEF sont plus explicites. Ainsi, pour la mise en place de la prochaine campagne l'équipe CEF fera des propositions concrètes pour le déroulement des séances de sensibilisation. Par ailleurs, leur présence sur le terrain sera d'autant plus importante qu'un nouveau technicien sera intégré à l'équipe SCV. De même il serait important de bénéficier des acquis du CEF pour le suivi des cultures pendant la campagne agricole. A voir donc si un protocole peut être établi en ce sens. Le test conduit sur les SCV démontre l'intérêt d'une approche de type conseil technique qui pourrait d'ailleurs être généralisée aux systèmes de production "classiques" ».

Suivi d'une parcelle en SCV de 2001 à 2004 : Mambang

2001



Maïs labour : 1,4 T/ha



Maïs + *Brachiaria ruziziensis* : 1,7 T/ha

2002



Coton labour : 0,7 T/ha



Coton sur paillage : 2,1 T/ha

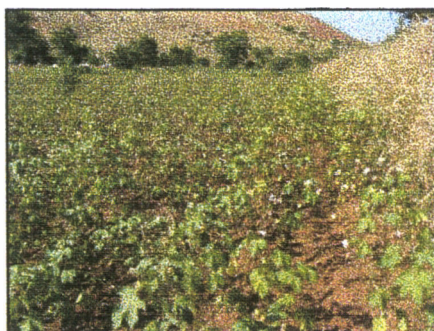
2003



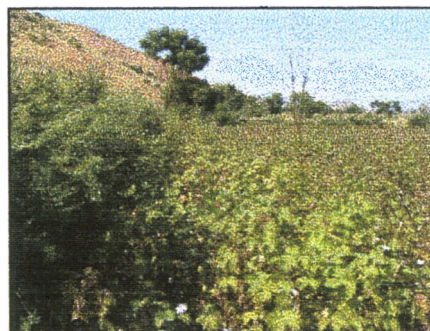
Sorgho semis direct sol nu : 2,6 T/ha

Sorgho + *Brachiaria ruziziensis* : 3 T/ha

2004



Coton labour : 1,1 T/ha



Coton sur paillage : 3,1 T/ha

VI. Terroirs tests

Les activités SCV ont été menées en 2004 dans les 11 des 14 terroirs test retenus par le Projet ESA. Seuls les terroirs de Mofaré (région Touboro), Badan (région Garoua-ouest) et Hamaladdé (région Garoua-est), pour des raisons d'éloignement, ne pouvaient être couverts par les techniciens SCV.

Différents types d'activités SCV ont été menées dans ces terroirs :

- La sensibilisation et l'information des planteurs lors des réunions d'animation et les visites d'échange (à l'intérieur d'un même terroir et entre deux terroirs différents).
- la conduite des couples de parcelles expérimentales céréales/coton en milieu paysan
- les parcelles de collection des plantes de couverture en milieu paysan afin de suivre leur comportement par rapport au milieu, améliorer la connaissance des planteurs sur les rôles et les aspects techniques de la production de ces plantes afin de leur permettre de faire leur choix, assurer au niveau des villages la production des semences.
- la diversification des systèmes SCV proposés en fonction des spécificités de certains terroirs
 - Système de production de biomasse avant la culture dans les terroirs Tapi (coton) et Seradoumda (niébé)
 - Association manioc + *brachiaria ruziziensis* ou stylo à Kilwo
 - Matrice de différents systèmes SCV en milieu paysan à Tcherféké et Mindjil, construits à partir des rotations traditionnelles pratiquées dans le terroir

Tableau 21 : activités SCV dans les terroirs tests

Terroirs test	Dispositifs SCV	Nombre EMP	parcelles	Observations
Seradoumda	EMP ; diversification ; collection	7		
Kilwo	EMP ; diversification ; collection	24		Retenu dans les dispositifs blocs SCV 2005
Mendeo	collection	0		
Boboyo	EMP	7		
Sirlawé	EMP ; collection	12		
Dongo	EMP ; collection	5		
Lougguré magadji	EMP	8		
Laïndé Massa	EMP	6		Retenu dans les dispositifs blocs SCV 2005
Banaye	EMP	5		Retenu dans les dispositifs blocs SCV 2005
Tapi	EMP ; diversification	3		
Kanana	EMP	2		

En résumé, les actions SCV menées au niveau des terroirs en 2004 avait comme principal objectif l'informations des acteurs. Cette campagne aura permis de discriminer entre les terroirs, et d'orienter spécifiquement à chaque terroir les actions à mener à partir de 2005.

VII. Formations

Des visites, au profit de l'encadrement, des conseillers, chercheurs, décideurs, mais surtout des paysans sont régulièrement conduites.

Des réunions au sujet des SCV sont également organisées dans de nombreux villages et notamment ceux en conseil de gestion.

Enfin, un public varié a pu bénéficier d'exposés en salle sur les principes des SCV, les résultats acquis dans d'autres pays, les résultats acquis au Cameroun.

Tableau 22 : public ayant assisté aux réunion, visites de terrain ou exposés SCV

Type	Nombre
Agents sodecoton dont ESA	405
Agriculteurs	940
Animateurs OPCC	23
Représentant OPCC	28
Agriculteurs expérimentateurs SCV	253

Eleveurs	86
Autres	191
Total	1926

Exposés en salle : 270 participants
 Visites parcelles paysannes : 1 028 participants
 Visites sites expérimentaux : 741 participants
 Réunions sans visites de parcelles : 314 participants

VIII. Accueil d'étrangers

Du 13 au 16 octobre 2004 nous avons accueilli 3 Nigériens envoyés par le projet ADENI (Agricultural Development in Nigeria) :

- un représentant des groupements de producteur de coton
- l'agronome coordinateur national du projet
- un représentant du Service de Vulgarisation de Katsina (KTARDA: Katsina Agricultural and Rural Development Authority)

Ces visiteurs ont pu apprécier les réalisations et la méthodologie mise en œuvre par le projet ESA en général et par la composante SCV en particulier.

Du 27 octobre au 24 novembre 2004, nous avons accueilli M. Hubert Razafintsalama membre de l'ONG TAFA pionnière dans la mise au point et la diffusion des SCV à Madagascar. M. Razafintsalama travaille à Madagascar dans la région de Tuléar dans une écologie similaire à l'extrême Nord. Cette visite aura permis de compléter les échanges entamés avec l'envoi de Oumarou Balarabe à Madagascar en mars dernier.

IX. Multiplication de matériel végétal

Les différentes espèces de plantes fourragères, de couverture et vivrières importées de divers pays ou locales sont multipliées sur le site de Pitoa, dans les 2 sites expérimentaux et dans les stations IRAD.

La collection actuelle comprend :

- Une douzaine de variété d'*Eleusine coracana*
- 25 variétés de riz pluvial et irrigué
- 25 variétés de sorgho
- 35 variétés de légumineuses diverses (soja, haricot, Vigna umbellata, niebe, dolique)
- 15 plantes fourragères diverses

La collection a été complétée par 16 variétés de plantes fourragères de l'ILRI (International Livestock Research Institut) de Adis Abeba en Ethiopie.

Depuis cette année nous essayons de « délocaliser » ces productions de semence dans les villages où nous intervenons afin : de diminuer le coût de production, de les faire évaluer par les paysans, de les faire connaître, et de les tester dans différents milieux.

Introduction

Le site de Pitoa d'une superficie de 4 hectares, est situé à 15 km de Garoua. Il sert à multiplier les semences provenant de l'extérieur (Brésil, Madagascar, Ethiopie, Australie, Tchad) afin d'avoir assez de matériel végétal pour tester en milieu paysan. Depuis 2002 plus de soixante plantes différentes sont multipliées et testées sur ce site. Ces plantes se classent en 4 grands groupes :

1. Légumineuses fourragères
2. Légumineuses alimentaires
3. Graminées fourragères
4. Céréales

Légumineuses fourragères

Variété	Semis maturité (jours)	Rendement en grains (kg/ha)	Remarques
<i>Mucuna pruriens</i> , cycle long	184	2087	Bonne productivité en semence et en grains mais pas de reprise en début de saison des pluies
<i>Lablab purpureus</i>	131	333	Bon développement végétatif, peu de production de semences
Dolique rouge	214	474	Bonne productivité en semence et en grains
Dolique blanche	235	54	Victime d'attaques d'insectes à la levée et peu de production de semences
Dolique marron	215	565	Victime d'attaques d'insectes à la levée
Dolique Tchad	168	104	Victime d'attaques d'insectes à la levée
<i>Canavalia ensiformis</i>	119	3750	Forte production de biomasse et grains
<i>Canavalia brésiliensis</i>	209	167	Très forte production de biomasse et reste vert pendant longtemps
<i>Cajanus cajan</i> IAPAR	155	266	Bonne productivité en biomasse et grain
<i>Cajanus cajan</i> BONAMIGO	220	18	Bon développement végétatif, peu de production de semences
<i>Cajanus cajan</i> 16555D	225	117	Bon développement végétatif, peu de production de semences
<i>Clitoria ternatea</i> 9294D	140	-	Levée moyenne et assez bonne productivité en biomasse et en grains
<i>Clitoria ternatea</i> 9296D	142	-	Biomasse moyenne

Légumineuses alimentaires

Niébé

Le niébé « Tchad » confirme encore une fois de plus son intérêt pour les SCV : cycle long et production d'une biomasse importante. La variété de niébé la plus productive en grains reste le « David ». Il se caractérise par sa précocité par rapport au niébé « Tchad » mais en revanche, sa production en biomasse est très réduite. Il ne peut pas être utilisé comme le niébé « Tchad » pour produire de la biomasse une année ou deux. Cette variété de niébé peut donc être utilisée en tant que culture principale sur des jachères ou bien en succession avec une autre culture de cycle court (riz ou maïs par exemple). Les variétés malgaches Morondave se caractérisent également par leur précocité mais elles ont connu une production faible de grains cette année. La variété locale quant à elle s'est bien comportée sur le site cette année avec un cycle de 4 mois et une production en graines assez importante.

Variété	Semis maturité (jours)	Rendement en grains (kg/ha)
Tchad	126	281
David	78	875
Pintchoumba	98	641
Morondave rouge	60	431
Morondave blanche	62	472
Morondave rose	62	417
Locale	117	658

Soja

Les variétés de soja introduites ont très peu produit sur nos latitudes. Elles ont été victimes des attaques d'insectes dès la levée. Elles ont donc été remplacées cette année par une variété locale introduite à Maroua.

Variété	Semis maturité (jours)	Rendement en grains (kg/ha)	Remarques
Locale	92	957	Bonne productivité en biomasse et en grain.

Pois de terre

Variété	Semis maturité (jours)	Rendement en grains (kg/ha)	Remarques
« Ôli »	101	260	Bon développement végétatif malgré attaque d'insectes à la levée.
« Tchoumi »	99	239	Bon développement végétatif malgré attaque d'insectes à la levée.
« Büdi »	95	557	Bon développement végétatif et bonne productivité en grain.

Graminées fourragères

Variété	Semis maturité (jours)	Rendement en grains (kg/ha)	Remarques
Brachiaria ruziziensis	162	38	Bonne production en biomasse mais faible production de grains
Brachiaria humidicola	-	Boutures	Bonne production de biomasse et reprise après la saison sèche
Brachiaria brizantha	-	-	Bonne production de biomasse
Siratro	174	190	Bonne productivité en biomasse et reste vert toute l'année
Panicum maximum petit, prov. Cameroun	-	-	Bonne production de biomasse et grains, à priori très appréciée
Panicum maximum grand, prov. Australie	-	-	Bonne production de biomasse
Cenchrus ciliaris	-	-	Bonne production de biomasse et grains, reprise après la saison sèche
Bana grass	-	Boutures	Forte biomasse et bonne résistance à la sécheresse

Céréales

Sorgho

Les différentes variétés de sorgho testées diffèrent énormément par leur productivité en grain, en biomasse aérien et leur cycle. Avant de les vulgariser en milieu paysan des séances de dégustation pour quelques unes des variétés ont été organisées afin de s'assurer qu'elles correspondent aux goûts locaux. Ces séances ont été effectives dans les villages de Ouro Labbo, Lara et Kilwo. D'autres séances de dégustation seront reconduites dans plusieurs autres villages en 2005.

Variété	Semis-maturité (jours)	Rendement en grains (kg/ha)	Note d'appréciation des paysans pour la boule	Remarques
IRAT 9	100	149	1	victime sécheresse en fin de cycle
IRAT 15	116	554		
IRAT 16	134	369		victime sécheresse en fin de cycle
IRAT 150	100	30		attaque d'insectes à la floraison

IRAT 151	92	40	4	attaque d'insectes à la floraison
IRAT 152	96	109	5	attaque d'insectes à la floraison
IRAT 153	99	99		attaque d'insectes à la floraison
IRAT 154	98	139	2	attaque d'insectes à la floraison
IRAT 155	94	258	3	attaque d'insectes à la floraison
IRAT 202	124	402		
IRAT 203	102	125	5	attaque d'insectes à la floraison
IRAT 206	104	394		
IRAT 377	99	604		
IRAT 438	99	404		
CIRAD 406	71	1517		
CIRAD 436	108	556		attaque d'insectes à la floraison
BF 80	110	147		
S 35	101	1549		bonne production des semences

Riz

Les variétés de riz testées semblent bien adaptées aux conditions de la riziculture sans aménagements au Nord Cameroun : engorgements temporaires entrecoupés d'assèchement du sol. La production des semences de 2004 nous permet maintenant d'utiliser ces variétés chez les paysans. De même, la plupart de ces variétés seront mises en place dans les *karé* afin d'essayer la double culture riz-muskuwaari. Des tests de dégustation sur quelques variétés (B22, SEBOTA 1141, SEBOTA 33) ont été effectués à Mbozzo, un village de l'Extrême-Nord.

Nouveau nom	Semis maturité	Remarques
Sebota 1141	117	Variété pluviale mais tolère l'engorgement
Sebota 41	128	
Sebota 330	120	
Sebota 36	126	
BSL 47.12 (sucupira)	82	
Sebota 1	117	
58HG3AA	120	
Sebota 254	123	
Sebota 281	120	Variété mixte
B22	103	Variété pluviale stricte
8 FA 337 1	103	
58HG5AA	119	
Agronorte 147	80	Variété mixte
58HF8AA	118	
Sebota 147	119	
8FA281 2	115	
58HG2AA	122	
Sebota 63	122	
Sebota 89	120	
58HE18AA	120	
YM94	119	
YM 94	116	
Sebota 175	121	
Sebota 33	135	Variété irriguée grain long
Sebota 69	106	
Sebota 68	139	
Agronorte 182	75	Variété mixte
58HE20AA	120	

Sebota 182	121	Variété mixte
YM65	119	

Les rendements ne sont pas mentionnés car plusieurs parcelles présentaient des mélanges de variétés. Il nous a fallu supprimer les plants suspects dans chaque parcelle ce qui ne permet plus de ressortir la production (d'une variété donnée) de manière fiable.

Eleusine

Les variétés d'*Eleusine corocana* ont un comportement variable suivant les années. Cette année la variété brésilienne PG 5352 s'est mieux comportée par rapport aux autres.

Variété	Provenance	Semis (jours)	maturité	Rendement grains (kg/ha)	en
Eleusine A	Village Toufou , récolte 2001	129		381	
Eleusine B	Commerçant Garoua	128		1238	
Eleusine C	Région Koza	132		1667	
Eleusine D	Marché de Tourou	128		1905	
Eleusine E	Marché de Tourou	128		1905	
Eleusine F	RAGI 202 Ferme de l'amitié, variété indienne	128		1488	
Eleusine G	Région Koza, pépiniériste DPGT	132		1548	
Eleusine H	Village Toufou , récolte 2001	129		2262	
Eleusine I	Paysan tchadien, Tchatché	125		2440	
Eleusine PG 5352	Brésil	137		2798	

Conclusion

Après 3 campagnes de multiplication de semences, nous disposons de suffisamment de matériel végétal pour implanter les différentes variétés dans plusieurs localités. Des parcelles de collections de semences délocalisées dans plusieurs villages de l'Extrême-Nord du Cameroun nous ont permis d'augmenter notre stock de semences d'une part et ont permis aux paysans de se familiariser avec les différentes variétés utilisées dans les expérimentations SCV d'autre part.

La collection continuera toutefois à se diversifier progressivement en 2005 avec l'apport de nouvelles espèces ou de nouvelles variétés provenant aussi bien de l'extérieur que de l'intérieur du pays.

X. Voyage d'étude au Brésil

Le voyage d'étude de Yabou Boubakary (Chef de région Tchatché) et Lucien Gaudard (ex-directeur de la production agricole à la Sodecoton) au Brésil en mai 2005 a fait l'objet d'un compte rendu dont voici les conclusions :

« Au vu de ce que nous avons découvert et constaté au cours de ce voyage, il ne fait aucun doute que la technique SCV révolutionne l'agriculture brésilienne. Elle révolutionnera sans doute toutes les pratiques agricoles des zones tropicales et peut-être celles des zones tempérées. Nous avons vu une agriculture hautement mécanisée : de la préparation de la biomasse comme lit de semis à la récolte en passant par la destruction des vieux cotonniers. Les agriculteurs s'intéressent à leurs activités et à leur travail et font de leur agriculture, une véritable profession.

La détermination des agriculteurs à maîtriser les SCV avec une absence quasi totale de la vaine pâture offre au visiteur des vastes parcelles bien réussies et à très haut rendement, sans traces d'érosion. La fascination que donne cette réussite de SCV nous place dans un contexte, nous Camerounais, d'exploitants déraisonnés de nos terroirs où se concurrencent sans limite agriculteurs et éleveurs en vaine pâture, détruisant les éléments essentiels de la production qui sont le sol et sa couverture végétale.

Suggestions pour l'Afrique

Le contexte agricole que nous avons pu voir au Brésil n'est pas du tout le même que le nôtre. Nous n'avons pas pu approcher les petits agriculteurs au cours de ce voyage. Mais il est certain que si nous ne disposons pas de grand parc motorisé, des vastes exploitations, nous disposons néanmoins d'une terre dont les potentialités productives sont dégradées, au bas de l'échelle et dont les rendements s'apparentent au ridicule. Cette situation doit nous rendre beaucoup plus conscients et plus raisonnés dans un souci de préserver les capacités productives de notre terre nourricière.

Vouloir transporter intégralement ce qui est fait là-bas, chez nous, engendrera d'office un échec car il faut considérer tous les contextes dans lesquels les SCV y sont appliqués et réussis notamment le foncier, la vaine pâture, la propriété, la professionnalisation (au vrai sens du mot). Tout ceci est réglementé et contrôlé à la différence de chez nous où le foncier et la vaine pâture (pour ne citer que ceux-là), véritables fléaux de société, constituent un véritable obstacle à la réussite de cette transposition.

Néanmoins, il n'y a pas de raison de désespérer comme nous disait le guide promoteur de SCV, Lucien SEGUY, il faut nécessairement réagir et dès à présent si nous voulons encore récolter des produits de notre terre avant qu'il ne soit tard dans quelques 10 ans et à ce propos, il est impératif pour nous d'agir. Le savoir-faire acquis au Brésil, même s'il n'est pas entièrement transposable, peut être adapté à des agricultures familiales de chez nous surtout si nous voulons être "professionnels". Ainsi :

- il faut revenir sur les privilèges de la vaine pâture (qui fait de l'élevage une activité de cueillette, de prédation) et nous pensons que la mise en place de haies est un bon préalable
- par contre, nous pouvons nous attaquer à la restructuration du sol, du profil cultural par la mise en place des plantes (sorgho, mil que nous produisons pour manger) qui stabilisent la structure du sol et maintiennent une forte porosité et qui recyclent vers la surface les éléments minéraux lixiviés en profondeur. Elles offrent aussi une meilleure alimentation minérale des cultures par la minéralisation progressive de la phytomasse. Ceci, même si la biomasse de surface sera consommée par les animaux, le sol est stabilisé en première année. "C'est déjà ça" disait SEGUY.
- en année suivante, exclure tout travail de labour sur ces parcelles, y pratiquer le semis direct même si la couverture végétale n'est pas importante. Il ne faut pas remuer le sol et ne pas dessoucher les pieds de sorgho. Le principe veut que d'année en année, on consolide la stabilité de la structure du sol. Il est quasi évident que réussir le SCV ici chez nous comme au Brésil où ils produisent en moyenne 30 T/ha de biomasse est impossible tant que la vaine pâture n'est pas réglementée.
- l'autre alternative est d'utiliser en duo les légumineuses fortes pourvoyeuses d'azote (par exemple stylosanthes + cajanus en association avec sorgho, mil, maïs : un rang sur deux de chacun entre les lignes de la culture principale (de sorgho, mil ou maïs).

A la récolte de la culture principale, le sol sera couvert par ces deux types de légumineuses. En saison sèche, les animaux en vaine pâture brouteront les stylosanthes et mangeront les gousses du cajanus exclusivement; la plante elle-même n'étant pas appréciée par les animaux. Ainsi le cajanus continuera à protéger le sol même en saison sèche. Ces genres de combinaison sont à multiplier. Et quelque soit l'alternative pratiquée en SCV, la rotation des cultures est un catalyseur majeur de sa réussite.

Mieux, l'association de *Crotalaria retusa* (légumineuse) locale qui nodule bien et bien adaptée qui n'est pas appréciée par les animaux, associée au sorgho serait plus judicieux.

L'enseignement que nous avons reçu de ce voyage est très riche. Si nous devons penser à l'avenir de notre agriculture, nous n'avons pas d'autre alternative à part la disparition de l'agriculture que le SCV, qui à la fois, protège le sol contre toutes externalités, améliore la stabilité des sols et sa fertilité, recharge l'eau souterraine et qui constitue une véritable "pompe biologique" pour remonter en surface les nutriments échappés aux plantes de culture et la lutte contre les adventices. Comme dit un slogan "il n'y a pas d'avenir sans agriculture, il n'y a pas d'agriculture sans avenir". Notre avenir, c'est le SCV.

Il serait alors souhaitable pour sa bonne réussite chez nous de :

- réglementer la vaine pâture ou de la limiter (haie, gestion de terroir)
- réglementer le volet foncier
- enseigner le SCV dans les écoles de formation agricole (Université, CRA, ETA,...)
- rendre nos producteurs plus professionnels (au vrai sens du mot)
- promouvoir et développer la production des semences des biomasses appropriées (crotalaire, eleusine, stylosanthes, cajanus...) à l'échelle de la zone cotonnière
- sensibiliser à répétition les planteurs sur le système SCV (personnel DPA)
- renforcer les appuis du volet SCV du projet ESA. »

XI. Missions d'appui

Lucien Séguy promoteur des SCV dans le monde tropical est venu en mission du 27 septembre au 5 octobre dernier, voici la conclusion de son rapport :

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

L'expérience SCV du Nord Cameroun montre que le transfert – adaptation de ces techniques peut être très rapide aux plans agronomiques et technique (3 ans). Il est maintenant fondamental de passer à un autre niveau d'échelle, celui des terroirs villageois, pour la diffusion des SCV et la formation des divers acteurs pour prendre en compte les conditions socio-économiques et culturelles des petites agricultures familiales. C'est le rôle de la Recherche – Action participative, pour pouvoir démultiplier ensuite à très grande échelle la diffusion des SCV.

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

Ruissellement et externalités sont contrôlés, la fertilité globale remonte très vite sur tous les types de sols, même les plus dégradés. C'est bien ce thème central du recouvrement de la fertilité des sols par voie organobiologique tout en pratiquant une agriculture durable plus diversifiée et lucrative, qui est au centre des priorités de la Recherche : l'approche terroir constitue sans aucun doute une occasion unique de démontrer, à grande échelle, la très grande supériorité des SCV sur toute autre mode de gestion des sols, de même que sa faisabilité, ses conditions d'appropriation et de diffusion spontanée par les producteurs (impact économique des SCV sur la ressource sol). Il est évident, pour tous (Sodecoton, Recherche, Développement) que ce projet doit continuer, surtout maintenant que nous pouvons aborder la diffusion – formation à grande échelle.

De plus, l'enjeu colossal de la mise en valeur de l'énorme potentiel sous utilisé des sols vertiques (Karal, Yaéré, Hardé), milite également pour le renforcement de la Recherche sur les systèmes de production. Tout doit être fait pour que ce projet ESA amplifie ses actions (Recherche de financement, maintien et augmentation des compétences SCV, missions d'appui, etc...). »

XII. Stage « physique du sol »

Ce chapitre reprend les principales conclusions du stage d'Adoum Oumarou effectué en 2004.

Matériels et méthodes

Sites

Cette étude a été menée sur deux types de parcelles de coton :

- + En milieu contrôlé à Zouana, sur des parcelles conduites par l'équipe du projet ESA. Elles font chacune 750 m² découpé en 3 niveaux de fertilisation (F1 : 100 kg ha⁻¹ NPK 22.10.15 + 25 kg ha⁻¹ d'urée sur SCV, F2 : 200 kg ha⁻¹ NPK + 50 kg ha⁻¹ d'urée sur SCV, F3 : 300 kg ha⁻¹ NPK, 50 kg ha⁻¹ d'urée + 50 kg ha⁻¹ d'urée sur SCV
- + En milieu paysan dans les villages de Mambang, M'bozzo, Kilwo, et Gawel. Elles mesurent 2 500 m² et sont séparées en 2 : une partie témoin, une partie SV. La partie SCV mesure de 600 à 1 250 m². Toutes les parcelles sont en coton et ont été cultivées l'année précédente par du sorgho seul sur les témoins, avec du sorgho + une plante de couverture sur les parties SCV (Tableau 23).

En milieu contrôlé (Zouana) les mesures sont réalisées plus souvent qu'elles ne peuvent l'être en milieu paysan. En dehors de ce travail sur les propriétés physiques du sol et d'un autre sur le bilan hydrique des cultures (Soutou G), nous avons également mené sur les mêmes parcelles un travail de suivi de la macrofaune vivant à la surface et dans le sol (Bikay S).

Tableau 23 : liste des parcelles avec localisation, type de sol, précédent en 2003 et nombre d'années en SCV

Type de parcelle	Site	Numéro	Précédent 2003	En SCV depuis :	Témoin	Quantité de résidus au semis (T ha ⁻¹)
Contrôlées	Zouana	1	Sorgho + Dolichos lablab	2002	-	4
		3	Sorgho en semis direct	-	Semis direct	0
		4	Sorgho sur labour	-	Labour	0
		5	Sorgho + brachiaria	2002	-	4
		11	Sorgho + crotalaire	2002	-	4
Paysannes	Mambang	3104 SCV	Sorgho + brachiaria	2002	-	3
		3104 T	Sorgho en semis direct	-	Labour	0
	M'bozzo	3106 SCV	Sorgho + brachiaria	2002	-	3
		3106 T	Sorgho en semis direct	-	Labour	0
	Kilwo	2706 SCV	Sorgho + brachiaria	2002	-	10
		2706 T	Sorgho sur labour	-	Labour	0
		2702 SCV	Sorgho + brachiaria	2002	-	10
		2702 T	Sorgho en semis direct	-	Labour	0
	Gawel	3002a SCV	Sorgho + brachiaria	2003	-	3
		3002a T	Sorgho sur labour	-	Labour	0

Indicateurs et paramètres suivis

Sur le site de Zouana les indicateurs et paramètres sont notés :

- + au moment du semis (1^{ère} décade de juin)
- + avant le buttage du témoin (3^{ème} décade de juin)
- + après le buttage du témoin (1^{ère} décade de juillet)
- + en fin de cycle (3^{ème} décade de septembre)

Sur les parcelles paysannes ils sont relevés avant le buttage du témoin.

Texture

La texture a été évaluée pour les horizons 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm sur chacune des parcelles. Elle a été découpée en 5 classes : argile, limon fin, limon grossier, sable fin, sable grossier.

Etats de surface

Dans nos conditions de sols et de climats les états de surfaces conditionnent fortement l'infiltration (Scopel 1994, 2004). Nous avons choisi de les caractériser à l'aide de quelques critères et d'une échelle de notation visuelle (Figure 27) :

Figure 27 échelle visuelle pour la notation des états de surface, 3 critères sont évalués : macro et microporosité, croûte de battance, et résidus



Très défavorable, note : 1



Défavorable, note : 2



Favorable, note 3



Très favorable, note 4

Pour chaque parcelle, et à chaque date, 6 placettes de 1 m² sont choisies de manière aléatoire. Ces placettes sont découpées en aire élémentaire de 10 X 10 cm. Chaque aire se voit attribuée une note d'état de surface, la note de la placette correspondra à la moyenne de chacune de ces aires et la note de la parcelle à la moyenne de celles des placettes.

Densité apparente du sol

Après les états de surface c'est la porosité du sol qui conditionne l'infiltration de l'eau. Nous l'avons estimée ici au travers de la densité apparente du sol. Elle est mesurée en prélevant des cylindres de 100 cm³ qui seront pesés après 24 H à 105°. Les prélèvements sont effectués à 4 profondeurs différentes : 0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm. 6 répétitions sont effectuées pour chaque mesure.

Infiltration de l'eau

La vitesse d'infiltration de l'eau a été mesurée sur le site de Zouana à l'aide de la méthode des doubles anneaux et estimé sur les parcelles paysannes par la méthode « beer can ».

Doubles anneaux : ils permettent de mesurer l'infiltration en régime stabilisé en éliminant les flux latéraux. Pour chaque parcelle et date, 4 répétitions ont été effectuées.

« Beer can » : il s'agit en fait d'un anneau simple. L'eau s'écoule donc verticalement et latéralement. La mesure ne donne donc pas directement la conductivité hydraulique (Ks). Mais puisqu'elle est plus simple elle peut être répétée plus souvent. Chaque valeur est la moyenne de 6 répétitions.

Profil hydrique

La teneur en eau a été évaluée à différentes profondeurs (0-10, 10-20, 20-30, 30-40 cm) grâce à des prélèvements de sol à la tarière qui sont pesés avant et après passage à l'étuve. Six profils ont été réalisés à chaque prélèvement. C'est la valeur médiane qui est prise en considération. L'humidité mesurée en poids d'eau par rapport au poids de terre est ensuite exprimée en volume d'eau par rapport au volume de terre grâce aux valeurs de densité apparente.

Rendements

Les rendements en coton fibre sont estimés sur la parcelle à la récolte. Sur le site de Zouana la totalité de la parcelle est pesée. En milieu paysan la récolte de 1 ligne sur 5 est pesée (ligne n°3, 8, 13,...), l'échantillon correspond donc à 20 % de la surface totale.

Résultats

Texture

Les textures des différents sites étudiés couvrent assez bien la diversité des sols de la région. Dans l'ensemble les sols sont à dominance sableuse qui n'est pas très favorable en terme de réserve utile.

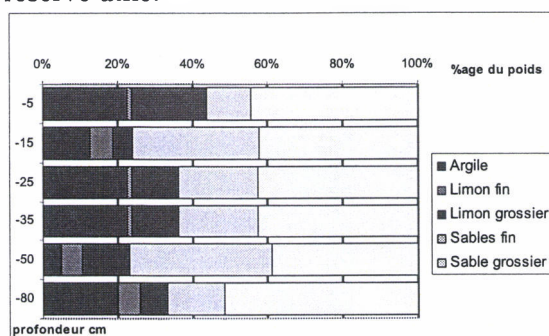


Figure 28 : texture type du sol sur une parcelle de Zouana (n°1)

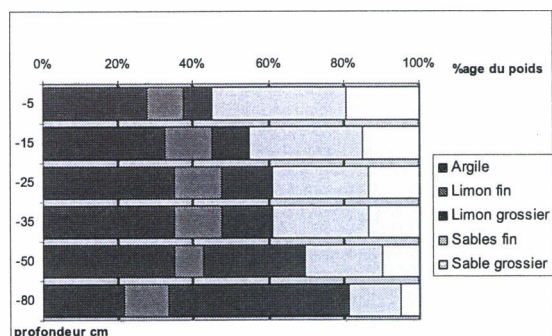


Figure 29 : texture du sol sur les parcelles de Mambang

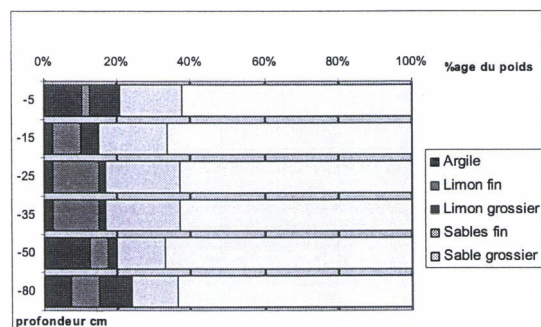


Figure 30 : texture du sol sur les parcelles de Kilwo

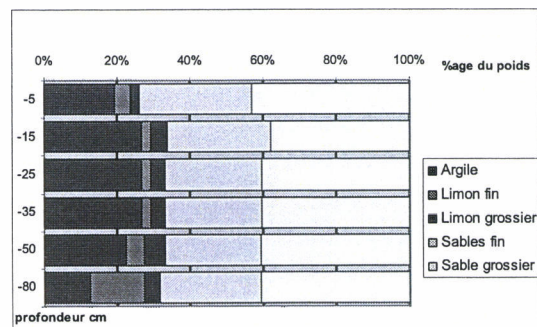


Figure 31 : texture du sol sur les parcelles de Gawel

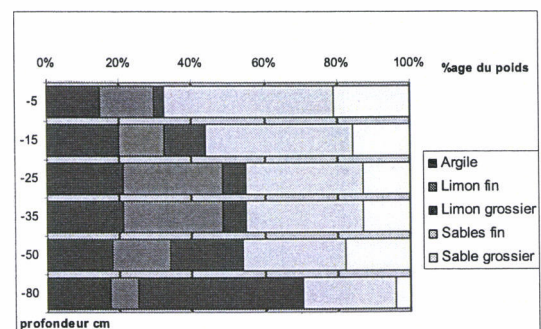


Figure 32 : texture du sol sur les parcelles de Mbozo

Etats de surface

Site contrôlé

Au semis, les états de surfaces sont les plus favorables sur les parcelles SCV précédant sorgho + brachiaria et labour (Figure 33). Sur ce dernier, c'est le travail du sol qui crée une rugosité. Sur ces SCV, c'est la présence des résidus et les traces d'activités biologiques qui créent une rugosité et une porosité de surface. Les états les plus mauvais sont obtenus sur la parcelle en semis direct (sans résidus). Sur ces parcelles l'absence de labour n'est pas compensée par la présence de résidus de récolte ou par suffisamment d'activité biologique. La surface du sol y est glacée. Les SCV sorgho + dolique ou + crotalaire présentent des états de surface moins bons que celui avec sorgho + brachiaria essentiellement car les résidus de ces plantes de couverture couvrent moins bien le sol. En cours de cycle les états de surface se dégradent sur la parcelle labourée essentiellement à cause de la compaction de la surface du sol sous l'impact des gouttes de pluie. En revanche, les états se maintiennent sur les SCV avec dolique et crotalaire et s'améliorent avant de se dégrader pour la parcelle sur brachiaria. Le semis direct sur sol nu présente toujours les états de surface les plus mauvais même s'ils s'améliorent légèrement après le buttage.

Parcelles paysannes

Les observations sur le site de Zouana sont confirmées en milieu paysan. Sur les 5 parcelles les états de surface sont toujours meilleurs sur la parcelle SCV sorgho + brachiaria que sur le témoin (Figure 34).

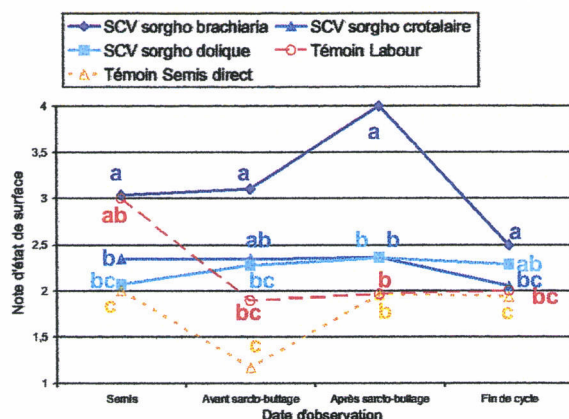


Figure 33 : évolution des états de surface du semis à la fin du cycle. 6 répétitions par mesure, les valeurs suivies de la même lettre ne sont pas significativement différentes au seuil de 5 % avec un test de Tukey

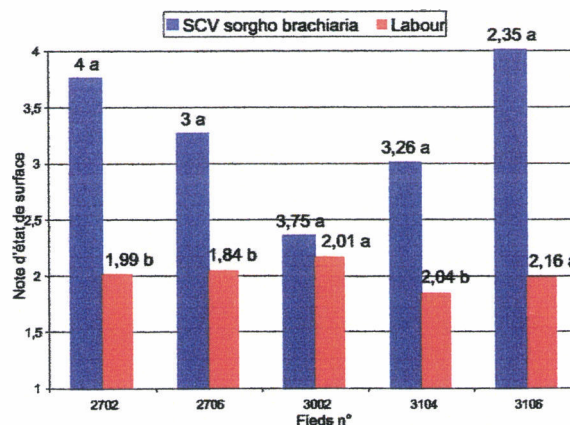


Figure 34 : différences d'état de surface entre témoin et SCV précédant sorgho + brachiaria sur 5 parcelles paysannes avant le buttage, 6 répétitions par mesure. Les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % avec le test de Tukey.

Densité apparente

Sur le site de Zouana

Nous ne présentons ici que les résultats obtenus sur l'horizon 0-10 cm (Figure 35). C'est là que les différences entre les modes de gestion du sol sont les plus visibles. Au semis c'est sur labour que la densité est plus favorable (la plus basse). Toutefois, elle ne diffère pas significativement des valeurs obtenues en semis direct, SCV sorgho + brachiaria, sorgho + crotalaire. En cours de cycle, les parcelles témoins sur sol nu se tassent, la densité augmente. En revanche, le sol est de plus en plus aéré sur les parcelles en SCV quand on progresse dans la campagne agricole. On peut supposer que c'est le cumul des galeries et autres remaniements causés par l'activité biologique qui permettent au sol de rester aéré en SCV. Au travers de ces mesures de densité apparente on peut constater que le travail du sol en début de cycle n'a pas un effet durable sur la porosité du sol. En revanche, sur les parcelles SCV,

l'activité biologique, les racines, et une meilleure structuration du sol grâce à plus de matière organique, créent de la macroporosité de manière plus durable, c'est le « labour biologique ».

En milieu paysan

Sur les 5 parcelles observées 3 présentent une densité plus faible et 2 une densité plus forte (Figure 36). Ces différences ne sont pas statistiquement significatives. C'est sans doute le choix de la date de mesure, avant le sarco-buttage, qui fait que les différences entre systèmes ne sont pas nettes comme sur le site de Zouana.

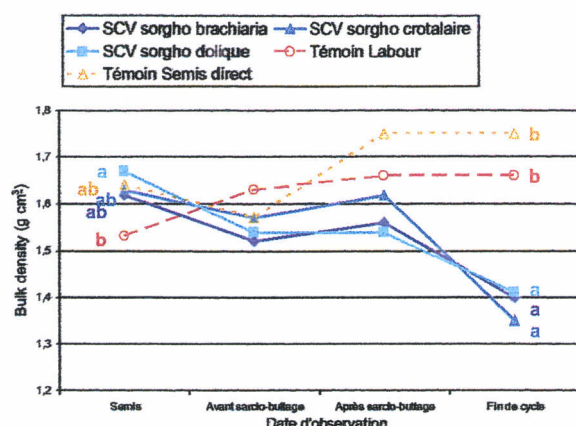


Figure 35 : évolution de la densité apparente de l'horizon 0-10 cm sur le site de Zouana, suivant les modes de gestion du sol.

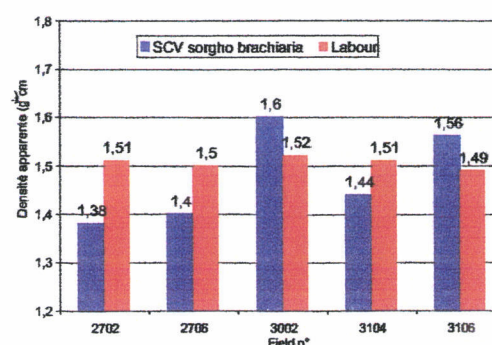


Figure 36 : densité apparente de l'horizon 0-10 cm avant le sarco buttage, parcelles en milieu paysan. 6 prélèvements par parcelle. Les valeurs ne sont pas significativement différentes au seuil de 5% avec le test de Tukey.

Infiltration de l'eau

Site de Zouana

Au moment du semis les valeurs d'infiltration les plus faibles sont relevées sur les parcelles en sorgho + crotalaire et en semis direct (Figure 37). Les valeurs les plus élevées sont obtenues sur les parcelles SCV sorgho + brachiaria et sorgho + dolique. L'infiltration sur labour est proche, quoique inférieure, à ces deux derniers systèmes. Il est intéressant de constater que bien que le labour vienne d'être effectué l'infiltration n'est pas significativement améliorée comparée à des SCV avec suffisamment de résidus. Entre la fin de cycle et le début, l'infiltration est divisée par 3 sur labour, elle passe de $1,8 \text{ mm min}^{-1}$ à $0,6 \text{ mm min}^{-1}$. C'est une des conséquences de l'évolution de la densité apparente que nous avons vue plus haut. C'est la parcelle en sorgho + brachiaria, qui conserve le plus de résidus, qui maintient les valeurs d'infiltration les plus hautes du début à la fin du cycle.

Parcelles paysannes

Les mesures en milieu paysan ont été effectuées par la méthode « beer can ». Leurs valeurs ne sont pas comparables de manière absolue avec celles obtenues par la méthode des doubles anneaux sur le site de Zouana. Toutefois, les conclusions sont les mêmes : l'infiltration est significativement meilleure sur les parcelles en SCV par rapport au témoin labouré (Figure 38).

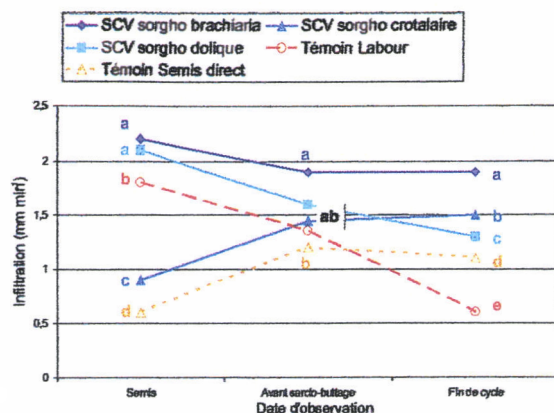


Figure 37 : évolution de l'infiltration sur le site de zouana mesurée par la méthode du double anneau. A chaque date les valeurs suivies de la même lettre ne diffèrent pas au seuil de 5 % par le test de Tukey, 4 répétitions par mesure.

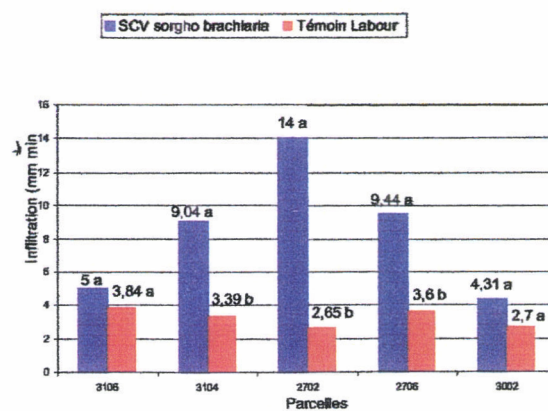
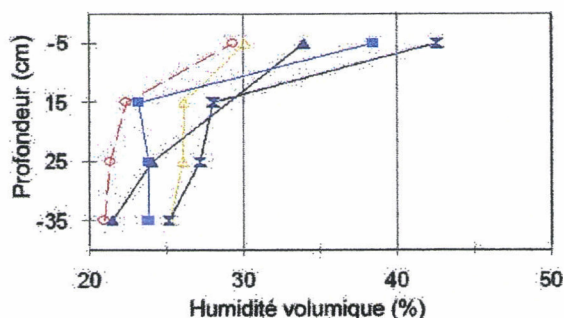


Figure 38 : mesure de l'infiltration de l'eau sur les parcelles paysannes avant le sarco-buttage par la méthode "beer can". 6 répétitions par mesure. Les valeurs suivies d'une même lettre ne diffèrent pas significativement au seuil de 5% avec le test de Tukey.

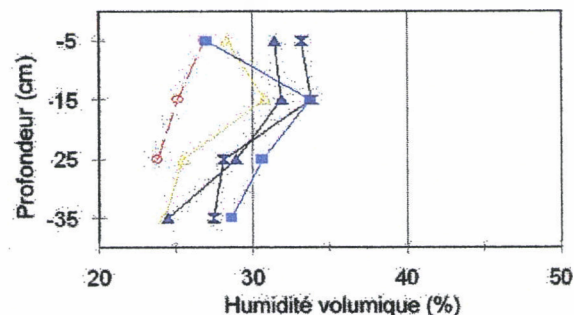
Profil hydrique

Site de Zouana

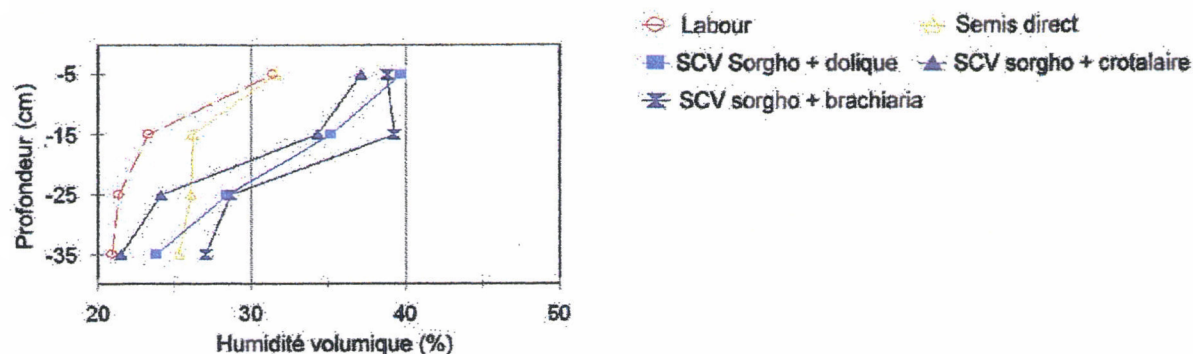
Après avoir constaté une meilleure infiltration de l'eau nous avons cherché à voir si cela s'est traduit par une plus grande teneur en eau dans le sol. C'est sur labour que les teneurs en eau sont les plus faibles (Figure 39). Elles sont même plus faibles que sur semis direct ce qui pourrait être surprenant car nous avons pu voir que l'infiltration est meilleure sur labour. La différence vient sans doute que sur labour le développement végétatif du cotonnier, et donc la consommation d'eau, sont plus importants que sur semis direct. En SCV malgré un développement végétatif plus important, la teneur en eau est en général encore supérieure par rapport aux témoins. Ce qui signifie qu'en SCV le surplus d'eau infiltré est supérieure au surplus de consommation. Parmi les traitement SCV ce sont les parcelles sur couverture de sorgho + brachiaria qui présentent une teneur en eau plus élevée. Les mesures de ruissellement réalisées sur ces mêmes parcelles (Soutou et al, 2005) confirment nettement ces données.



a



b

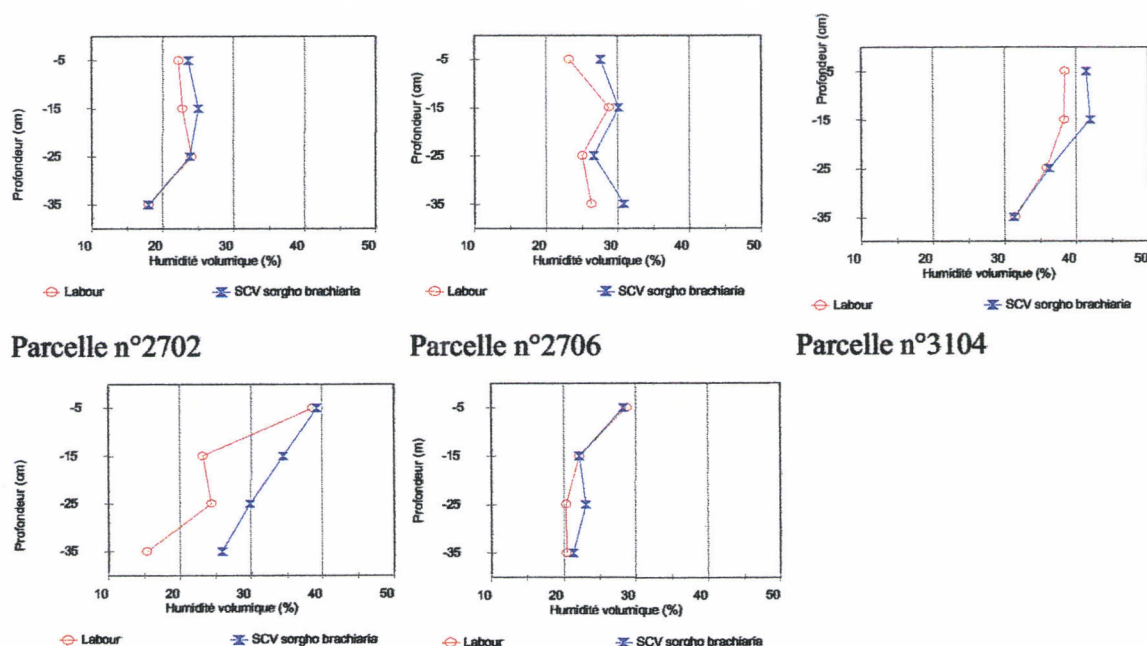


c

Figure 39 : humidité volumique en fonction de la profondeur et du système de culture. a : au semis (première décade de juin), b : avant le sarco buttage (dernier décade de juin), c : en fin de cycle (dernier décade de septembre). Chaque valeur correspond à la médiane de 6 mesures.

Parcelles paysannes

L'humidité volumique varie bien sûr entre les différentes parcelles. Toutefois, sur chacune d'entre elles et pour tous les horizons elle est quasi systématiquement plus élevée dans les parcelles SCV précédant sorgho + brachiaria que dans les parcelles labourées (figure 40).



Parcelle n°3106

Parcelle n°3202a

Figure 40 : profil hydrique avant le buttage de 5 parcelles en milieu paysan. Chaque valeur correspond à la médiane de 6 mesures.

Rendements

Site de Zouana

Les rendements les plus élevés sont atteints en SCV (figure 41). Il faut toutefois remarquer qu'en cours de campagne la meilleure alimentation en eau avait causé un fort développement végétatif du cotonnier. Ce développement végétatif ne s'est pas traduit dans les mêmes proportions sur le rendement car nous avons conservé la même densité qu'en itinéraire conventionnel, i.e. 100 000 plants/ha théorique. Cette densité est adaptée sur les itinéraires conventionnels où le cotonnier n'a pas un fort développement mais elle ne l'est apparemment plus sur des parcelles en troisième année de SCV où le cotonnier pousse plus vite.

Parcelles paysannes

A une exception près (2702) les rendements sont toujours plus élevés sur les parcelles SCV par rapport aux témoins (Figure 42).

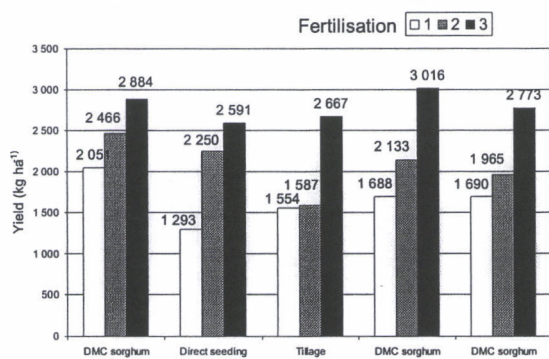


Figure 41 : rendement en coton fibre sur le site de Zouana

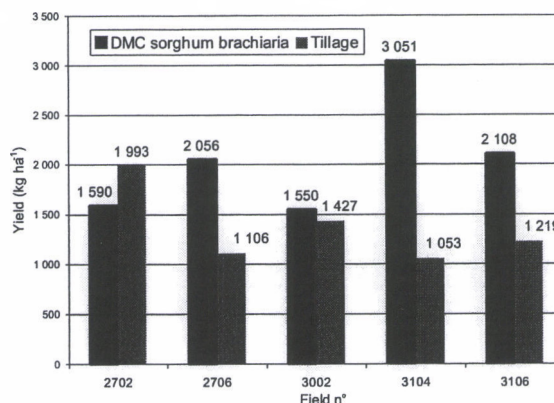


Figure 42 : rendement en coton fibre des parcelles paysannes

Discussion

L'évolution des **états de surface** au cours du cycle est fonction des systèmes. Ces états se dégradent sur sol nu sous l'effet des premières pluies qui tassent la fine couche de terre pulvérulente issue du labour. En terme d'état de surface le semis direct sans couverture est le pire système car la surface du sol n'est pas protégée de l'impact des gouttes de pluies et il n'y a pas de travail pour casser la croûte de battance. Dans les deux systèmes sur sol nu, labour et semis direct, il se forme une première barrière qui empêche la pénétration de l'eau et par conséquence entraîne le ruissellement et l'érosion. En revanche, dans les systèmes SCV les états sont favorables voire très favorables car la couverture protège le sol contre l'impact des gouttes de pluies. Les états les plus favorables ont été obtenus sur la parcelle sorgho + brachiaria essentiellement car les résidus de brachiaria sont très peu attaqués par les termites et se minéralisent très lentement. Ils restent donc longtemps à la surface du sol. Au Mexique, Scopel (1994) a obtenu des résultats similaires aux nôtres en comparant des paillis de maïs à des parcelles labourées sur des sols similaires à ceux du Nord Cameroun.

Les effets, des systèmes de culture sur la **densité apparente** sont nettement plus marqués dans l'horizon 0-10 cm. En effet la charrue descend rarement en dessous et l'activité biologique est concentrée près de la surface. Au semis, la densité apparente est légèrement inférieure après labour par rapport aux parcelles en SCV mais cette différence n'est pas statistiquement significative. Dans cette région le labour sert principalement à créer de la macroporosité plus qu'à lutter contre les adventices. Au fur et à mesure que l'on avance dans la campagne agricole la densité augmente sur les parcelles sur sol nu. Ainsi, en fin de cycle, elle est de $1,66 \text{ g cm}^{-3}$ sur labour et $1,75 \text{ g cm}^{-3}$ sur semis direct. En revanche, la densité diminue sur la parcelle SCV, ainsi elle atteint $1,4 \text{ g cm}^{-3}$ sur la parcelle SCV précédant sorgho + brachiaria. Cela signifie 20 % de porosité en plus sur cette parcelle par rapport au labour. On voit donc que les effets du travail mécanique s'estompent assez rapidement alors qu'en SCV on constate au contraire une amélioration. L'augmentation de porosité est probablement due à l'action des invertébrés fousseurs qui sont plus nombreux sur les parcelles SCV (Brévault *et al* 2005). Mando (1997) confirme également que les insectes fousseurs jouent un rôle important dans la réhabilitation des propriétés physiques du sol notamment la porosité. Des résultats similaires aux nôtres ont été obtenus au Nigeria par Franzen *et al* (1993) et aux Etats Unis par Mc Garry *et al* (2000). Ces derniers ont montré que la densité apparente s'améliore de manière significative avec semis direct sous l'effet de l'activité biologique. Quant à l'évolution de la densité sur labour, Boli Baboulé (1996) avait déjà démontré au Nord

Cameroun que le travail du sol se caractérisait par un tassement du sol tout au long de la campagne.

Sur le site de Zouana, au semis, l'**infiltration de l'eau** est déjà significativement meilleure dans les SCV sorgho + brachiaria, et sorgho + dolique par rapport au témoin labouré. Malgré le travail mécanique du sol, l'infiltration n'est pas meilleure que celle des SCV. L'écart s'accroît en cours de cycle puisque sur labour l'infiltration passe de 1,8 à 0,6 mm min⁻¹ entre le semis et la fin de cycle alors que dans le même temps elle évolue de 2,2 à 1,9 en SCV sorgho + brachiaria. On voit bien ici que les meilleures caractéristiques de porosité et états de surface en SCV se répercutent directement sur l'infiltration. Puisque l'infiltration est accrue en SCV le ruissellement lui diminue. Ainsi, les mesures réalisées sur les mêmes parcelles ont montré (Soutou *et al*, 2005) que pour une pluviométrie de 573 mm, plus de 95 mm sont perdus par ruissellement sur la parcelle labourée contre seulement 9,5 sur la parcelle SCV sorgho+brachiaria. Sur chacune des 6 parcelles paysannes suivies l'infiltration est également meilleure en SCV que sur les témoins labourés. Des résultats similaires ont été obtenus par Scopel *et al* (1994). Il est ressorti de leur étude que dans les SCV, même avec des couvertures très faibles (1 500 kg ha⁻¹), il y a diminution du ruissellement et amélioration de l'infiltration. D'autres études effectuées par Dardanelli (1998) et Papendick (1995) confirment ce type de résultats.

Enfin, nous avons pu constater que l'amélioration de l'infiltration se retrouve dans le **profil hydrique** du sol. Sur le site de Zouana quels que soient la date ou l'horizon, la teneur en eau est plus élevée dans les systèmes SCV que sur labour. C'est le fruit d'une meilleure infiltration mais aussi sans doute de moins d'évaporation grâce au paillage et d'une meilleure rétention de l'eau grâce à une porosité plus élevée. En milieu paysan, la même tendance s'observe mais avec parfois des différences plus faibles entre SCV et témoin. Là aussi de nombreuses études dans le monde ont établi le même constat en comparant SCV et systèmes conventionnels : Bénites et Ashburner (2001), Bezuayehu *et al* (2002), Perez (1994).

Conclusion

Nous avons pu voir que même en 3^{ème} année les SCV présentent quasi systématiquement des caractéristiques physiques du sol meilleur que les systèmes conventionnels que ce soit du semis direct ou du labour. Ainsi, les états de surface sont bien plus favorables en SCV. Le phénomène de croûte de battance (crusting) qui bloque la pénétration de l'eau et de l'air dans le sol est beaucoup moins présent en SCV. La première barrière à l'infiltration de l'eau est levée. Ensuite, la densité apparente est plus faible ce qui signifie que la porosité est plus importante. L'amélioration de la structure par : 1) le travail de la macrofaune, 2) l'augmentation de la teneur en matière organique et 3) la présence de nombreuses racines, sont responsables du « labour biologique ». Les données recueillies ont mis en évidence qu'il est plus durable que celui effectué à la charrue. L'amélioration des états de surface et de la porosité du sol se traduisent par une plus grande quantité d'eau dans les horizons explorés par les racines, les profils hydriques ont pu le démontrer. Parmi les systèmes comparés, nous avons pu constater que c'est le système avec sorgho + brachiaria qui est le plus favorable en terme d'amélioration physique du sol. Cela est essentiellement causé sous le sol, par les racines de brachiaria qui « labourent », et en surface à ses feuilles et tiges qui se minéralisent très lentement et sont très peu attaquées par les termites.

XIII. Stage « bilan hydrique »

Ce chapitre reprend les principales conclusions du stage de Guilhem Soutou effectué en 2004.

Matériels et méthodes

Démarche

Chaque parcelle SCV est couplée à une parcelle témoin de façon à ce que seul l'itinéraire technique change entre les deux parcelles, toutes choses étant égales par ailleurs. La comparaison des deux parcelles du couple permet d'apprécier l'impact du système SCV par rapport au système conventionnel. Cette démarche sous-tend une analyse des résultats par échantillons appariés. Nous travaillons dans deux contextes différents : en milieu contrôlé (milieu exploité depuis 2002 inclus) et en milieu paysan (parcelles suivies depuis 2001, 2002 ou 2003 inclus). Pour la description du dispositif complet voir Naudin *et al* (2005).

- En milieu contrôlé (le site de Zouana), les parcelles en SCV ne sont pas automatiquement couplées à des parcelles témoins. Nous avons donc créé des couples de parcelles de façon à y minimiser les différences pédologiques. L'étude en milieu contrôlé, sur le site de Zouana, permet d'évaluer l'impact du système SCV de manière plus fine car nous pouvons y effectuer des manipulations lourdes. De plus, nous avons l'assurance que l'itinéraire technique y est parfaitement maîtrisé. Enfin, deux autres études ont été réalisées simultanément sur ce même site : une sur les propriétés physiques du sol (Adoum *et al*, 2005) et une sur la macrofaune du sol (Bikay *et al*, 2005). Au total, 6 parcelles ont été retenues à Zouana.
- En milieu paysan, la parcelle SCV est couplée avec une parcelle témoin qui lui est accolée. L'étude des indicateurs en milieu paysan permet l'appréciation de l'impact des systèmes SCV en situation réelle et dans des conditions variées. Nous voulions répondre à la question suivante : les éventuels effets des systèmes SCV sont-ils perceptibles en milieu paysan malgré la variabilité pédo-climatique et technique qui le caractérise? Nous avons retenu 16 parcelles paysannes réparties dans 4 villages dont les caractéristiques pédologiques sont a priori assez différenciées.

L'étude se concentre sur le système SCV avec paille de brachiaria car il est le plus répandu. Nous voulons néanmoins tester le comportement de différents paillages. Nous étudions donc plusieurs modalités de cotonnier SCV : celles sur paillage de brachiaria, de dolique ou de crotalaire.

Les indicateurs

Toutes les parcelles font l'objet d'une caractérisation physique en laboratoire afin de connaître la texture du sol et sa réserve utile RU. Les indicateurs suivants ont été choisis au regard des travaux précédents (Scopel 1994, 1999, 2004), pour plus de détails voir Soutou (2004).

Tableau 24 : indicateurs relevés sur les parcelles paysannes et contrôlés

Indicateurs	Méthodes	Dates	Lieu	
			Parcelle paysanne	Site expérimental
Couverture végétale	Estimation à l'aide d'une échelle visuelle calibrée	Début et fin de cycle	X	X
Les potentiels de ruissellement	Mesure directe avec un collecteur	Pendant tout le cycle		X
Profondeur du front d'humectation	Mesure directe à l'aide d'une tarière	En début de cycle	X	X
Humidité pondérale	Prélèvement à la tarière et passage à l'étuve	Pendant tout le cycle	X	X
ETR et ETM	Simulation par un bilan hydrique	Pendant tout le cycle	X	X
Composantes du rendement	Comptages et pesées	A la fin du cycle	X	X

Modélisation du bilan hydrique

La simulation doit pouvoir être effectuée à l'échelle de la parcelle et avec un pas de temps journalier. Elle doit pouvoir rendre compte, même grossièrement, des effets différenciés des systèmes SCV sur le ruissellement et sur l'évapotranspiration, ainsi que des phénomènes de compétition pour l'eau au sein de l'association céréales/plantes de couverture. Le modèle

SARRABIL développé par le CIRAD et dérivé des travaux de Messieurs Franquin et Forest (Franquin, Forest, 1977), correspond à ces critères. Cependant, nous avons été amenés à le reproduire sur un fichier Excel. A partir d'un ensemble de paramètres décrivant le sol, la culture et de variables d'entrée décrivant le climat, l'équation du bilan hydrique (Hillel & De Backer, 1974) est résolue au pas de temps journalier. Le modèle est caractérisé par un réservoir sol unique dont le volume est modulé par l'avancée du front racinaire, par la non-séparation des phénomènes d'évaporation du sol et de transpiration de la culture, par la présence d'un réservoir de surface fictif pour corriger l'évaporation du sol nu, et la prise en compte du ruissellement par la méthode du seuil. Le calcul de l'évapotranspiration réelle de la culture utilise la relation empirique d'Eagelman (Eagelman 1971, citée dans Baron *et al*, 1996), validée pour un grand nombre de types de sol, de climats et de cultures à travers le monde.

Cadre expérimental

Tableau 25 : nombre de parcelles par localisation, type de sols et système de culture

	Site contrôlé	Parcelles paysannes (villages)			
	Zouana ferrugineux tropicaux lessivés gravillonnaires	Manbang fersiallitiques	Mbozo ferrugineux tropicaux lessivés	Kilwo régosol	Gawel ferrugineux tropicaux lessivés
Coton semis direct	1				
Coton labour	1	1	1	2	4
Coton précédent sorgho +bracharia	2	1	1	2	2
Coton précédent sorgho +crotalaire	1				1
Coton précédent sorgho +dolique	1				1

Modifications de l'offre en eau: effet des SCV sur le ruissellement

Dans le cadre de son stage, Guilhem Soutou a mis en place un dispositif permettant de mesurer le ruissellement en fonction des systèmes pratiqués.(Figure 43). Il s'agissait d'un bidon recueillant l'eau s'écoulant sur une surface d'environ 5 m² pour chaque parcelle. Sur une période ayant reçu 573 mm de pluie, la parcelle de coton en semis direct a perdu plus de 100 mm par ruissellement. Ce chiffre est encore sous-estimé car le bidon recueillant l'eau a débordé 6 fois. La parcelle de coton sur labour perd légèrement moins d'eau par ruissellement, un peu moins de 100 mm mais là aussi le chiffre est sous-estimé puisque le bidon a débordé 5 fois. Ces chiffres doivent être comparés avec la parcelle de coton en SCV où les pertes d'eau par ruissellement tombent à 9.5 mm, soit plus de 10 fois moins que sur les parcelles témoins. Quant à la parcelle de céréale en SCV (sorgho + bracharia) le ruissellement est aussi réduit : 36,5 mm. Ces chiffres viennent appuyer nos observations précédentes qui nous avaient permis de constater que l'infiltration est plus élevée sur les parcelles SCV. Les mesures effectuées par G. Soutou et Adoum Oumarou confirment que l'infiltration est toujours meilleure en système SCV (même comparée à une parcelle labourée). Cette infiltration permet un accroissement de la recharge en eau du sol et une meilleure alimentation hydrique des cultures. Les données correspondantes seront publiées dans les rapports des stagiaires fin novembre ou début décembre.

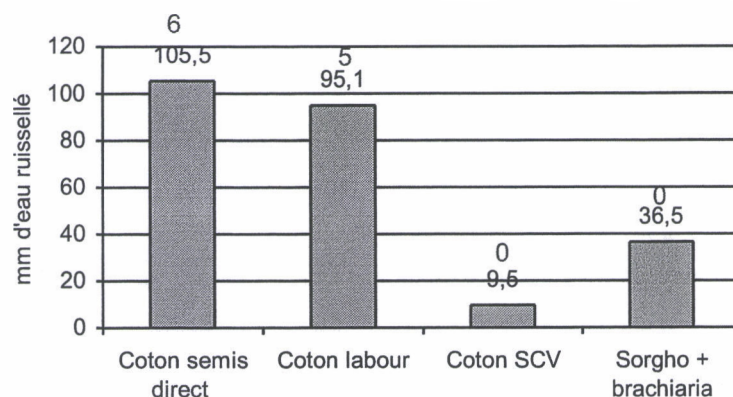


Figure 43 : mesure du ruissellement sur 4 parcelles du site de Zouana, Données Soutou G. pluviométrie de 573 mm

Le premier déterminant de l'offre en eau est la quantité d'eau infiltrée. Elle dépend d'une part de la pluviométrie et d'autre part des phénomènes de ruissellement. Globalement, les parcelles SCV ruissellent moins que les parcelles témoins. Nous voyons grâce au tableau 26 que sur le cotonnier, la meilleure infiltration des parcelles SCV s'explique à la fois par un seuil S (pluviométrie nécessaire pour déclencher le ruissellement) supérieur de 40% et un coefficient α (par de la pluie qui ruisselle) moindre de 70% par rapport aux parcelles témoins. Parmi les 2 parcelles de cotonnier SCV, celle qui est sur précédent brachiaria est beaucoup plus efficace que celle avec un précédent crotalaria : la parcelle sur brachiaria a un seuil S plus élevé de 31% et un coefficient α plus faible de 82%. Cette différence s'explique par une couverture moins abondante et de moins bonne qualité sur la parcelle avec crotalaria. Les performances de cette dernière restent toutefois nettement supérieures à celles des parcelles témoins. Nous pouvons également comparer la parcelle de sorgho SCV aux parcelles de coton témoins. La parcelle de sorgho SCV est recouverte d'un léger paillage résiduel. Or, son seuil S est 2 fois plus élevé que celui des parcelles témoins et son coefficient α est 61% plus faible. Nous pensons que les résidus de paillage ne permettent pas d'expliquer cette différence. Nous émettons l'hypothèse que les effets cumulatifs des systèmes SCV jouent un rôle important dans l'accroissement de l'infiltration observée.

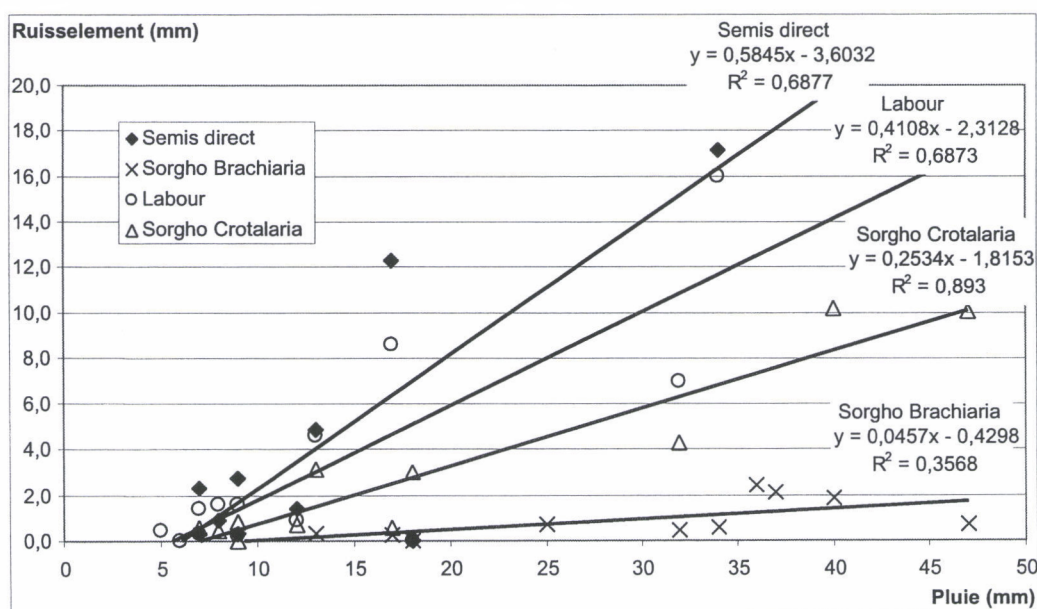


Figure 44 : régressions linéaires donnant les seuils et les coefficients de ruissellement

Tableau 26 : Seuils et coefficients de ruissellement pour chaque parcelle

	Parcelle	% couverture du sol	S	α
Témoins	Semis direct	0	6.16	0.58
	Labour	0	5.63	0.41
SCV	Précédent sorgho + brachiaria	47.5	9.4	0.05
	Précédent sorgho + crotalaire	20	7.16	0.25

Modifications de l'offre en eau : offre en eau en début de campagne

Il ressort de l'analyse que la profondeur du front d'humectation est très significativement supérieure en système SCV qu'en système conventionnel (tableau 27). Le gain est de 37%. Nous retrouvons ici la conséquence directe de la meilleure infiltration mise à jour avec les expériences de ruissellement.

Tableau 27 : différence de la profondeur du front d'humectation entre parcelles SCV et témoins, test de student bilatéral avec échantillons appariés

Moyenne SCV	Moyenne témoin	Différence	Probabilité
36.6 A	26.7 B	37 %	2.10E-09

Modifications de l'offre en eau : offre en eau en phase de croissance et début de floraison

Nous allons maintenant étudier l'offre en eau sur le reste du cycle grâce aux mesures d'humidité. Nous avons calculé pour chaque prélèvement d'humidité pondérale l'humidité volumique (Hv) grâce aux mesures de densité apparente. Les données ont été collectées à partir du mois de juillet.

Le tableau 28 montre que l'offre en eau est très significativement supérieure avec les systèmes SCV, le gain est important puisqu'il est de 33%.

Tableau 28 : comparaison de l'humidité volumique sur les SCV et témoin (student bilatéral avec échantillons appariés, n=137)

Moyenne SCV	Moyenne témoin	Différence	Probabilité
0.20 A	0.15 B	33 %	1.09E-19

Sur l'horizon 30-40 cm, la différence détectée ne se retrouve pas dans le test de Duncan malgré la moyenne de Hv du cotonnier SCV avec brachiaria nettement supérieure à celle des autres systèmes. Pour l'horizon 40-60 cm, le test de Duncan montre que Hv est significativement inférieure en cotonnier SD mais il ne distingue pas les autres systèmes. La moyenne du système SCV avec brachiaria est cependant supérieure à celle des autres. Le constat est similaire pour l'horizon 60-100 cm : Le système SCV avec brachiaria se distingue de celui en SD. Sa moyenne reste la plus élevée. Ce résultat est inattendu puisque les études antérieures ont montré que les systèmes SCV concentrent l'humidité sur les horizons de surface ce qui n'est manifestement pas le cas pour notre étude. Cela peut s'interpréter de la façon suivante : l'humidité s'est effectivement concentrée en surface attirant ainsi d'avantage les racines qui pénètrent moins en profondeur. Celles-ci consommeraient alors préférentiellement l'eau de surface équilibrant le bilan hydrique de ces horizons au même niveau que celui des systèmes conventionnels. Cela permettrait de comprendre pourquoi il n'y a aucune différence significative pour les 3 premiers horizons. La meilleure infiltration de l'eau en système SCV avec brachiaria a pu se faire ressentir jusque dans les horizons profonds qui sont peu explorés par les racines, expliquant ainsi nos résultats. Nous vérifions donc les hypothèses issues des expériences de ruissellement. Cette meilleure infiltration est perceptible notamment en profondeur.

Tableau 29 : variation de l'humidité volumique en fonction de la profondeur et du précédent

Horizon	SCV précédent :			Témoin :	
	Brachiaria	Dolique	Crotalaire	la	sd
0 à 10					
10 à 20					
20 à 30					
30 à 40	0.237 A	0.194 A	0.178 A	0.186 A	0.182 A

40	à	60	0.225 A	0.171 A	0.157 A	0.148 A	0.030 B
60	à	100	0.182 A	0.106 AB	0.103 AB	0.114 AB	0.025 B

Modifications de la consommation en eau : bilan hydrique

L'adéquation du modèle à la réalité n'est pas très bonne principalement à cause de la valeur de la réserve utile (RU) sans doute éloignée de la réalité. Les chiffres ci-dessous sont donc à prendre avec précaution. Ils n'ont pas une valeur absolue mais leurs valeurs relatives permettent tout de même des comparaisons entre traitements. Il s'agit avant tout d'illustrer les modifications que peuvent entraîner le paillage. Nous allons à nouveau nous servir des tests de Student avec échantillons appariés pour analyser les résultats des simulations. Les échantillons étant réduits ($n=13$ et $n=7$), nous allons à nouveau envisager des probabilités P supérieures à 0,05. Le tableau 45 récapitule les résultats obtenus.

Le drainage D_r est plus important en SCV, ce qui découle de la meilleure infiltration mise à jour dans les sections précédentes. Le bilan de l'eau consommée ETR est très significativement supérieur en système SCV. **La meilleure offre en eau se traduit donc dans les simulations par une augmentation de la consommation de 18% en moyenne** (figure 45). Le taux de satisfaction est significativement meilleur à la levée (15%), à la floraison (10%) et finalement sur tout le cycle (12%). Le couvert est globalement moins stressé par le manque d'eau.

Figure 45 : simulation du bilan hydrique du cotonnier, résultats des tests de Student sur les simulations. $n=13$.

	SCV	Témoin	Différence	Pr	SCV avantagé ?
Ruissellement (mm)	64 B	124 A	-48%	0,01	T>SCV oui
Drainage (mm)	87 A	49 B	77%	1E-04	SCV>T non
Evapotranspiration réelle (mm)	327 A	277 B	18%	0,01	SCV>T oui
Taux de satisfaction pendant le cycle (Ksccl)	0,63 A	0,56 B	12%	0,003	SCV>T oui
Taux de satisfaction pendant la levée (Kslev)	0,40 A	0,35 B	15%	0,02	SCV>T oui
Taux de satisfaction pendant la floraison (Ksflo)	0,66 A	0,6 B	10%	0,04	SCV>T oui

Poids du facteur hydrique dans l'explication du rendement

Nous avons cherché à mettre à jour des corrélations entre les principales composantes du rendement ou le rendement lui-même et les variables hydriques. Rappelons que le modèle n'est pas bien paramétré (RU). Par exemple, la surestimation de la RU entraîne certainement une surestimation du stock d'eau et donc de la consommation (ETR). Ces corrélations ont pour seul objectif de montrer que le facteur hydrique *peut* expliquer les rendements. Pour savoir s'il les explique effectivement, il faudrait refaire cette analyse avec les résultats d'un modèle bien paramétré.

BM/pied et BFC/m² expliquent en grande partie les rendements, elle sont toutes les deux corrélées avec l'ETR. (figure 46 et 47).

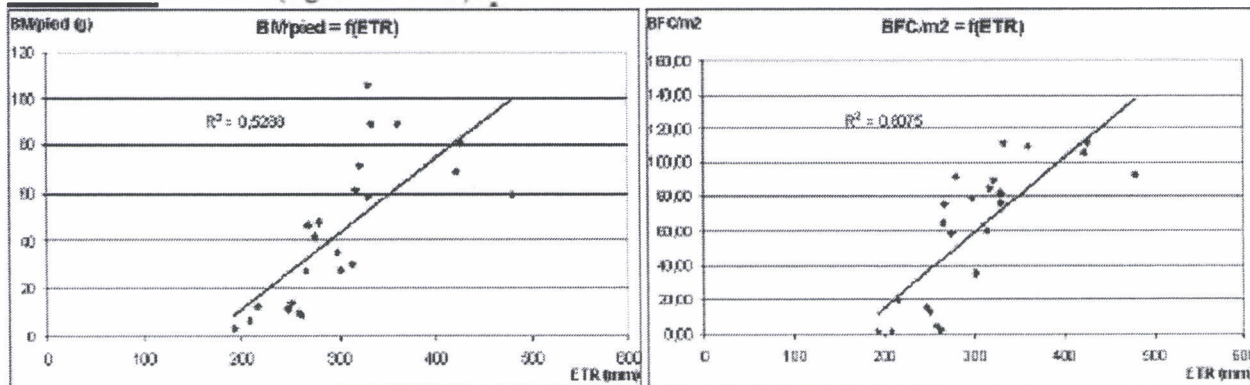


Figure 46 et Figure 47 : biomasse/pied (gr.) et organes fructifères (nb.) en fonction de l'ETR (mm)

D'après nos simulations, le rendement du cotonnier est lié à la consommation en eau (ETR)

par l'intermédiaire de la composante BM/pied. Il faudra cependant refaire cette analyse avec des modèles tenant compte des véritables RU. Nos résultats montrent uniquement que la consommation ETR peut expliquer l'amélioration de la production du cotonnier lorsqu'il est en SCV.

Conclusion

Cette étude a permis de vérifier que :

- + les SCV permettent de diminuer le ruissellement par rapport au semis direct et au labour
- + les SCV permettent une meilleure offre en eau en début de cycle (profondeur du front d'humectation) et pendant la croissance et floraison (humidité volumique)
- + pour ce qui est d'augmenter l'offre en eau, la modalité sorgho + brachiaria est un meilleur précédent que sorgho + dolique et sorgho + crotalaire

La modélisation du bilan hydrique semble nous indiquer que l'augmentation de l'offre en eau se traduit par une augmentation de la consommation qui se répercute sur le rendement du coton.

Ce type d'étude mériterait d'être reconduite :

- + avec d'autres scénarii climatiques
- + avec une modélisation plus poussée afin de mieux quantifier le poids de chaque phénomène dans le bilan (évaporation, ruissellement, infiltration)
- + en essayant de mieux quantifier le poids du facteur hydrique dans les différences de rendement observés en SCV

XIV. Stage « biologie du sol »

Ce chapitre reprend une partie de la synthèse du stage de Simon Bikay réalisée par T ; Brévault (IRAD) pour le 3^{ème} congrès d'agriculture de conservation en octobre 2005.

Introduction

Dans les écosystèmes cultivés, les organismes vivants du sol sont les éléments moteur de la fertilité des sols (Lavelle et al., 1994). Depuis une dizaine d'années au Cameroun, une baisse tendancielle des rendements est observée en culture cotonnière. Celle-ci est en partie liée à la réduction de la fertilité des sols, principalement par l'appauvrissement en matière organique. En outre, les pratiques culturales traditionnelles, caractérisées par une exportation systématique des résidus végétaux, un travail du sol répété et une diminution des temps de jachère concourent à cet appauvrissement (Harmand et al., 2000; Boli et al., 1991).

L'objectif de cette étude, conduite en 2004, est de vérifier si la culture en SCV permet d'observer une évolution de la biodiversité de la macrofaune du sol. Il s'agit donc de comparer selon le mode de gestion des sols, SCV vs. systèmes conventionnels, l'abondance et la diversité des populations de macroarthropodes du sol.

Méthodes

Mode de gestion des sols

Les différents modes de gestions des sols intervenant dans l'étude se différencient essentiellement par la pratique ou non du travail du sol et/ou la présence ou non d'une couverture végétale permanente : (1) système traditionnel de semis sur labour (SL), (2) semis direct sur sol nu (SN), semis direct sous couverture morte de graminées (CG – *Brachiaria ruziniensis*) ou légumineuses (CL – *Mucuna pruriens* ou *Crotalaria retusa*). Toutes les parcelles sont semées en coton avec les variétés IRAD Irma A1239 et Irma BLTPF (*Gossypium hirsutum*), sur précédent maïs ou sorgho, à Windé et Zouana respectivement.

Dispositif expérimental

Cette étude a été menée dans les sites expérimentaux du projet ESA, dans les villages de Windé Pintchoumba (4 ha, 8°29'30''N et 13°26'51''E) et Zouana (3.5 ha, 4°45'01''N et 11°25'03''E), dans la zone cotonnière du Nord Cameroun. Les parcelles élémentaires suivies ont une superficie de 200 m² à Windé (3 répétitions) et 60 m² à Zouana (4 répétitions).

Echantillonnage

De manière globale, Gobat et al. (1998) définissent la faune du sol comme l'ensemble des animaux qui passent une partie importante de leur cycle biologique dans le sol (faune endogée) ou sur sa surface immédiate (faune épigée), ceci incluant la litière. La macrofaune comprend les organismes d'une longueur de 4 à 80 mm environ, visibles à l'œil nu. L'échantillonnage de la macrofaune du sol se fait par le prélèvement de 2 cubes de terre de 30 cm d'arête (Anderson and Ingram, 1993) dans la partie centrale de chaque parcelle élémentaire, au semis puis 30 jours plus tard. Après tamisage de la terre, les organismes sont soigneusement collectés et conservés dans des flacons contenant de l'alcool, jusqu'à l'identification.

Analyse des données

Les données obtenues se présentent sous la forme d'effectifs par famille par site et par mode de gestion des sols. Elles permettent de calculer : (i) l'abondance - densité d'individus collectés par unité de surface et (ii) la diversité évaluée à partir des indices de Shannon-Waever (H') et d'équitabilité (E). L'indice de Shannon-Waever (H') prend en compte le nombre de groupes rencontrés. Sa valeur est calculée par la formule $H' = - \sum p_i \times \log_2(p_i)$ avec $i=1$ à s , où p_i = probabilité de rencontre d'un taxon i sur une parcelle et s = nombre total des taxons rencontrés sur la parcelle. Cet indice est nul quand il n'y a qu'un taxon et sa valeur est maximale quand tous les taxons ont la même abondance. L'équitabilité (E) encore appelée régularité mesure la répartition des taxons. Elle permet de comparer des peuplements comportant des nombres de taxons différents avec comme objectif d'observer l'équilibre des populations présentes. Elle est égale au rapport entre la diversité réelle calculée et la diversité théorique maximum ($E = H' / \log_2(s)$). E tend vers 0 lorsqu'un taxon domine largement un peuplement et est égale à 1 lorsque tous les taxons ont la même abondance.

Pour déterminer les effets des modes de gestion du sol, les données ont fait l'objet d'une analyse de variance. Le test de Duncan (5%) a été utilisé pour la comparaison des moyennes.

Résultats

L'analyse des échantillons aboutit à l'identification de 4 128 individus, représentant 35 groupes (noms communs) appartenant à 22 ordres, 8 classes et 3 phyla (Annexe 1). Le phylum des Arthropoda est le mieux représenté, avec plus de 92% des individus extraits sur les 2 sites, devant les Annelida (7%). La classe des Insecta est majoritaire avec 76.0 et 80.2% des Arthropoda extraits à Zouana et Windé, respectivement. On rencontre également en proportion importante, des Diplopoda (9.6%, iules et polydesmides), Hexapoda (4.7%, thysanoures et diploures) et des Arachnida (4.6%, divers araignées, pseudoscorpions et trombidiiides). D'autres classes d'arthropodes sont également recensées, comme les Chilopoda (1.9%, scolopendres, lithobiides et géophilides) et les Crustacea (1.1%, cloportes), en particulier à Zouana. La classe des Insecta se compose essentiellement des ordres Hymenoptera (52.5%, en particulier fourmis), Isoptera (26.1%, termites, en particulier à Zouana), Coleoptera (16.6%, carabes, staphylins, chrysomèles, scarabées, etc.) et Hemiptera (2.6%, pyrrhocorides et réduves). Une partie importante de la macrofauna est collectée dans la litière (34.9%). Ainsi, les araignées, carabes, punaises, thysanoures, polydesmides et cloportes le sont dans la litière, tandis que les termites, iules, vers de terre, larves de coléoptères, diploures, scolopendres et scarabées sont rencontrés principalement dans la couche sol (Figure 48).

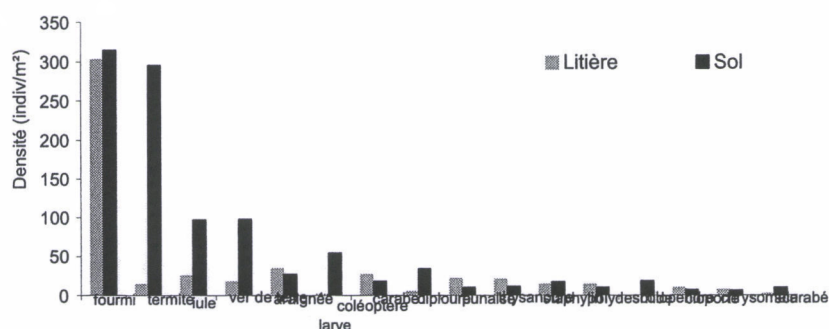


Figure 48. Distribution sol/litière des individus collectés.

Que ce soit dans la partie sol ou litière, on observe une différence significative de la densité d'individus selon le mode de gestion des sols (Figure 50). La quantité de litière semble bien conditionner la densité d'individus présents dans cette couche superficielle de sol.

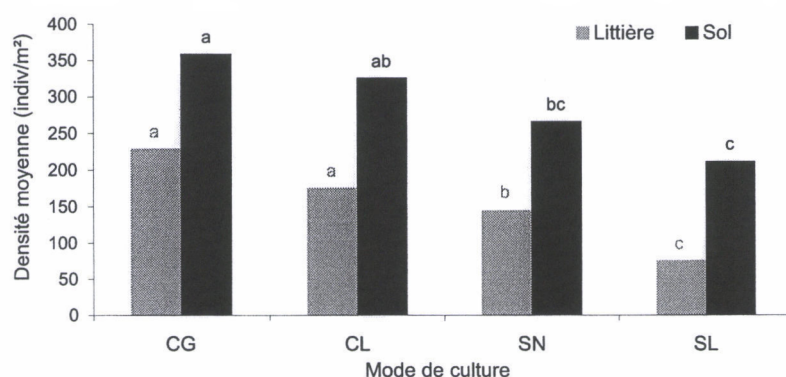


Figure 49 Distribution sol/litière des individus selon le mode de gestion des sols. Les barres de couleur identique suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (0.05).

Pour certains groupes d'organismes, les densités moyennes varient significativement selon le mode de gestion des sols (Tableau 30).

Tableau 30 : Distribution des individus selon les principaux groupes et le mode de gestion des sols.

Densité moyenne (individu/m²)*		WINDE				ZOUANA			
	Mode de culture	CG	CL	SN	SL	CG	CL	SN	SL
Insecta	Formicidae (ants)	219	238	273	161	166	92	124	93
	Termitidae (termites)	69	63	43	36	122	122	69	105
	Coleoptera larvae	50	37	19	13	3	1	0	3
	Carabidae (carabs)	21	ab	2	c	24	a	6	bc
	Staphylinidae (staphylinids)	6	9	0	0	22	a	10	ab
Diplopoda	Pyrrhocoridae (mealybugs)	3	12	2	6	10	11	6	3
	Julidae (millipedes)	34	a	46	a	29	ab	17	b
	Polydesmidae (polydesmids)	13	12	10	4	6	5	4	0
Hexapoda	Japygidae (diploure)	23	ab	37	a	0	c	10	bc
	Lepismatidae (thysanoure)	1	ab	4	a	0	b	0	b
Arachnida	Araneae (spiders)	25	a	17	ab	14	ab	11	b
Chilopoda	Scolopendridae (centipedes)	8	b	15	a	b	2	b	3
Crustacea	Porcellionidae (cloportes)	0	1	0	0	21	a	5	b
Oligocheta	Lumbricidae (worms)	31	b	58	a	19	bc	11	c

* n=12 and 16 sampling units for Windé and Zouana respectively. Pour un site donné, les valeurs d'une même ligne suivies d'une lettre identique (ou rien) ne sont pas significativement différentes (0.05).

A Windé, les sols couverts en légumineuses abritent davantage d'individus que les sols labourés, en particulier pour les vers de terre (Lumbricidae), iules (Julidae), hexapodes (Japigidae et Lepismatidae), chilopodes (Scolopendridae) et araignées. Les sols couverts en graminées sont un peu moins riches, en particulier pour les chilopodes et vers de terre. Par contre, ils abritent davantage de Carabidae. Les sols nus sont intermédiaires, assez pauvres en hexapodes et vers de terre. La couverture et le travail ou non du sol apparaissent donc comme des 2 facteurs susceptibles d'exercer un rôle sur la macrofaune.

A Zouana, les sols couverts en *Brachiaria* sont significativement plus riches que les sols labourés, en particulier pour les vers de terre, cloportes (Porcellionidae) et thysanoures (Lepismatidae), mais aussi pour les araignées et certains coléoptères (Staphylinidae et Carabidae). Les sols couverts en légumineuses, avec une faible biomasse, ou nu sont intermédiaires. Pour les principaux groupes représentés, fourmis et termites, les différences ne sont pas significatives du fait de la distribution agrégative de ces insectes sociaux.

Dans les 2 sites, on observe une plus grande richesse taxonomique sur les parcelles couvertes. Les indices de diversité et d'équitabilité suivent clairement cette tendance (Tab. II).

Tableau 31 : Diversité et équitabilité des macro-invertébrés selon le mode de gestion des sols.

Site	Mode de culture	Nb de groupe	Shannon-Weaver	Equitabilité	NG 95%
WINDE	CL	28	3.2	0.67	14
	CG	28	3.3	0.70	17
	NT	17	2.3	0.57	9
	ST	16	2.5	0.63	11
ZOUANA	CL	29	3.4	0.70	18
	CG	27	3.4	0.72	16
	NT	20	2.9	0.68	13
	ST	18	2.5	0.59	10

NG 95% : nombre minimum de groupe qui comprenant 95 % des individus.

Les différents groupes identifiés ont été classés selon leur fonction écologique principale (Figure 51). A Windé, phytophages et prédateurs sont significativement plus nombreux dans les sols couverts. On ne note pas d'effet significatif du mode de gestion des sols sur les détritiphages, en raison de la forte proportion de fourmis et termites dans cette classe trophique. A Zouana, la densité des détritiphages est plus forte dans les sols sous couverture de *Brachiaria*. De même, on y rencontre davantage de prédateurs et de phytophages. Le labour a un effet dépressif important sur ces 2 classes.

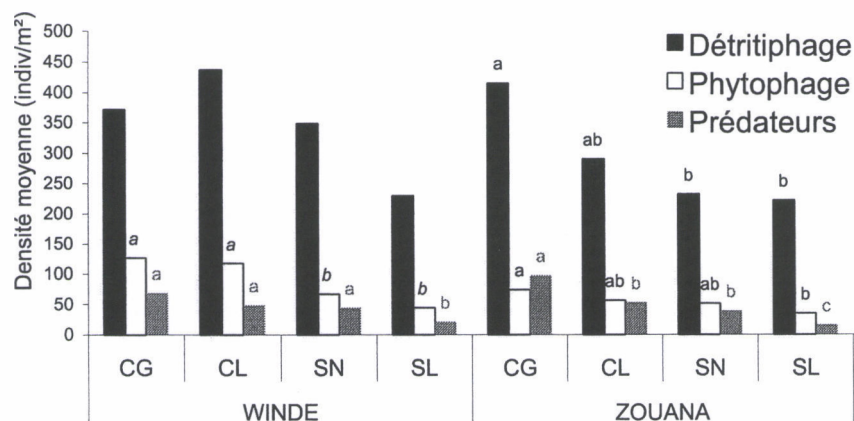


Figure 50 Distribution des classes trophiques par mode de gestion des sols. Pour un site donné, les barres de couleur identique suivies d'une même lettre ne sont pas significativement différentes (0.05).

Les détritiphages rencontrés se composent essentiellement de fourmis (53.6%), de termites (24.7%) et de vers de terre (9.4%), le dernier groupe étant significativement plus représenté en SCV. Parallèlement, le groupe trophique des phytophages est dominé par les iules (46.1%), certaines larves de coléoptères (22.1%), des punaises (11.8%). Enfin, les prédateurs sont composés essentiellement par les araignées (33.8%), les carabes (24.6%), les staphylins (15.7%) et les scolopendres (10.3%), groupes mieux représentés dans les sols couverts.

Conclusion

Après trois années de pratique, le semis direct sous paillis de graminées ou de légumineuses a induit une amélioration de la biodiversité de la macrofaune du sol, en quantité et en qualité. Ces résultats se rapprochent de ceux décrits par Wilson et al. (1999) ou Andersen (2003), mettant en évidence l'influence positive de la couverture et de l'absence de travail du sol sur la biodiversité et l'abondance de la faune, avec une augmentation graduelle de la biodiversité selon l'âge du système. Cette influence positive des SCV sur la biodiversité de la macrofaune du sol peut s'expliquer par des conditions édaphiques favorables générées par le système. La couverture fournirait ainsi un milieu favorable au développement de la faune, en protégeant le sol contre les agressions hydriques, éoliennes (érosion), les variations brutales de température et d'humidité, et en augmentant la quantité disponible de matière organique, base de la chaîne alimentaire du système. Le labour pourrait concourir à la destruction de la faune, notamment par la dégradation accélérée de la matière organique et l'exposition des organismes aux rayons du soleil et aux prédateurs.

La culture sous couverture végétale a aussi un effet sur le profil des groupes trophiques, comme l'ont montré Robertson et al. (1994) ou Marasas et al. (2001).

Les termites et les vers de terre, qualifiés « d'ingénieurs du sol » pour leur rôle majeur dans le cycle de la matière organique (brassage et minéralisation) et la formation de galeries (macroporosités) contribuent à une meilleure structure du sol (Henke, 1994; Francis and Fraser, 1998; Leonard and Rajot, 2001). Cette activité permet une distribution plus ou moins homogène de la matière organique le long du profil cultural et son brassage intime avec la matière minérale. Situés au premier rang de la chaîne de décomposition, les détritiphages réalisent une fragmentation fine de la matière organique fraîche, ce qui permet l'augmentation de la surface d'attaque par les micro-organismes, véritables agents de l'évolution de la matière organique dans le sol. La faune agit donc vis-à-vis de ce processus comme un catalyseur pouvant accélérer les transformations (Lavelle et al., 1994).

A majorité saprophages, les iules, rencontrés majoritairement en sols couverts, deviennent phytophages lorsque leur nourriture n'est pas disponible et sont susceptibles de commettre d'importants dégâts à la levée de la culture, notamment dans le cas du cotonnier. Ces

organismes ont cependant une activité de fouissage contribuant à l'amélioration des propriétés organo-minérales et hydrodynamique des sols (Bachelier, 1978). Si les paillis semblent favoriser le développement de phytophages susceptibles de nuire à la culture, les prédateurs y sont aussi rencontrés en proportion plus importante que sur les sols non couverts. En agissant au sommet de la chaîne alimentaire du sol et en se nourrissant d'autres organismes vivants, ils participent à la régulation de l'activité biologique du sol. Les araignées ou les carabes peuvent exercer un contrôle biologique efficace contre certains ravageurs édaphiques ou aériens.

Tous ces processus contribuent in fine à l'amélioration de la fertilité des sols et par conséquent, augmentent la quantité et l'efficacité de l'acquisition des éléments nutritifs par les végétaux. Ces premières observations pourront être confirmées par le suivi d'un réseau de parcelles paysannes, caractérisées parfois par une moins bonne maîtrise technique, mais par de plus grandes surfaces.

A côté des véritables effets pédologiques d'ordre physique, chimique ou biologique, la faune du sol peut également servir à la détection des conditions environnementales ou des processus écologiques particuliers (Doubé et al., 1997; Lobry, 1997). A titre d'exemple, Viaux et Rameil (2004) ont cité *Oedothorax apicatus* et *Erigone atra*, araignées de la famille des Linyphiidae, comme espèces indicatrices de pratiques favorables à la biodiversité dans les terres de l'Essonne (Sud du bassin parisien). Il serait donc utile de caractériser des groupes ou espèces repères (bio-indicateurs) permettant de caractériser un milieu. Ainsi, une attention particulière pourra être portée sur les vers de terre (détritiphages), les iules (phytophages), les carabes, staphylins ou araignées (prédateurs). En plus de leur nombre important les rendant facilement dénombrables, ces groupes apparaissent souvent comme révélateurs de l'activité biologique, l'état de dégradation ou de la santé des sols.

XV. Conclusion

La campagne 2004 a permis d'étendre le nombre d'expérimentations chez un grand nombre de paysans, plus de 200. Ce réseau réparti dans toute la zone cotonnière permet aux différents acteurs de la filière (paysans, OPCC, encadrement Sodecoton) de petit à petit se familiariser avec cette nouvelle façon de cultiver. L'analyse des rendements et du déroulement de la campagne devrait nous permettre de progresser dans la compréhension des déterminants de la réussite ou non des parcelles SCV.

Les stages concernant la macrofaune du sol, les propriétés physiques et le bilan hydrique des cultures nous ont permis de démontrer l'intérêt des SCV sur ces différents paramètres.

Les essais sur les sites expérimentaux, sur les terroirs et chez les paysans nous permettent de diversifier l'offre technique : possibilité de production de biomasse avant les cultures, semis de cultures sur couverture d'adventices herbicides, double culture riz-niébe et riz-muskuwari, ...

Les bases techniques acquises en trois ans nous encouragent à débiter dès 2005 la pré-vulgarisation des SCV à l'échelle de plusieurs hectares sur quelques terroirs choisis.

L'année 2004 a été marquée par deux types d'activités : la diversification des systèmes de culture et la caractérisation plus fine des processus agronomiques grâce au travail des stagiaires.

La **diversification des systèmes** nous a conduit à tester la production de biomasse avant la culture principale. Cet itinéraire permet de ne pas avoir à protéger la biomasse en saison sèche. Il peut être pratiqué pour le coton dans les secteurs les plus arrosés du sud de Garoua. En revanche, dans l'Extrême Nord il risque d'être difficile d'avoir suffisamment de pluie avant le semis du coton pour produire de la biomasse. Dans ce cas, cet itinéraire reste tout de même praticable avec des cultures à cycle court (niébé). Les premiers essais de niébé sur paillage de jachère sont d'ailleurs assez promoteurs. La diversification passe aussi par l'introduction de tous types de culture dans les rotations SCV : pois de terre, riz, arachide, ... Petit à petit le « portefeuille » de systèmes de culture à proposer aux paysans s'étoffe. Nous cherchons ainsi à être à même de répondre aux attentes spécifiques de chaque paysan. A terme, l'idéal serait d'établir une démarche de conseil à l'exploitation où tel ou tel SCV serait proposé aux paysans en fonction de leurs objectifs, ressources et contraintes...

La **caractérisation des phénomènes physiques et biologiques** induits par la pratique des SCV nous a permis de mettre en évidence, chiffres à l'appui, des phénomènes intéressants. Du point de vue biologique nous avons pu confirmer que les invertébrés sont plus nombreux dans les parcelles SCV et que la biodiversité est bien meilleure que sur les parcelles sur sol nu. Cette biodiversité ne semble pas en défaveur du coton puisque la part de nuisibles reste constante ou diminue en SCV. Du point de vue de la physique du sol les mesures faites par Adoum Oumarou démontrent bien l'effet du labour biologique. La porosité, l'infiltration et la teneur en eau du sol sont meilleures et plus durables en SCV. Le ruissellement, et donc l'érosion, y est plus que 10 fois moindre. Du point de vue bilan hydrique les améliorations évoquées ci-dessus se répercutent sur le rendement du coton et des céréales (Soutou).

Les enjeux pour les années à venir concernent maintenant la poursuite de la diversification des systèmes de culture, l'intégration de ces recommandations à une démarche de conseil aux exploitations et la formation des agents DPA amenés à vulgariser les SCV à moyen terme.

Bibliographie

Aboubakary (2003) Caractérisation des exploitations agricoles de Laïndé Massa et Ouro Labbo 3: Possibilités d'introduction des systèmes de Culture sur Couverture Végétale. Rapport de stage. TerDel.

Adoum O. (2005). Effets des modes de culture sur les propriétés physiques du sol : comparaison du semis direct et systèmes de culture sur couverture végétale au Nord du Cameroun. Mémoire d'ingénieur agronome, FASA, Dschang, Cameroun.

Assana M., Gaudard L. (2003) Rapport semestriel mai – octobre 2003, Campagne Agricole 2003/2004. Sodecoton. Garoua Cameroun

Baron C., Perez P., Maraoux F. (1996) SARRABIL : Bilan hydrique à la fieldle. Analyses comparatives des bilans annuels ou pluriannuels. Analyses des risques climatiques. CIRAD.

Benites J. R., Ashburner J.E. (2001). FAO's role in promoting conservation agriculture. In : 1st world congress on conservation agriculture, Madrid, 1-5 october. T

Bezuayehu T, Gezahegen A, Yigezu A, Jabbar MA, Paulos D (2002). Nature and cause of land degradation in Oromya region : a review. Socio economics and policy research working paper ILRI, Naïrobi, Kenya.

Boli Baboulé Z., Roose E, Bep Aziem B., Sanon K., Waechter F. (1996) Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et maïs sur un sol ferrugineux tropical sableux. Recherche de systèmes de culture intensifs et durables en région soudanienne du Cameroun (Mbissiri, 1991-92). Cahier ORSTOM Pédol. 28, 2 : 309-326.

Brévault T, Bikay S., Naudin K. (2005) Macrofauna pattern in conventional and direct seeding mulch-based cotton cropping systems in North Cameroon. This congress

Dardanelli J (1998). Eficiencia di et al. Eds. Hemisferio el uso del agua segun sistema de labranza. In Simebra directa, J.L. Panigatti *et al.* Eds. Hemisferio sur, Buenos Aires.

Djamen NP, Djonnéwa A, Havard M et Legile A (2003). Former et conseiller les agriculteurs du Nord-Cameroun pour renforcer leurs capacités de prise de décision. *Cahiers Agricultures* ; 12(4): 241 – 245

Dugué P. (1999) Utilisation de la biomasse végétale et de la fumure animale : impact sur l'évolution de la fertilité des terres en zones de savanes. Document CIRAD-TERA N° 57/99.

Franquin P., Forest F. (1977). Des programmes pour l'évaluation et l'analyse fréquentielle des termes du bilan hydrique. *Agronomie Tropicale*, 32 (1) : 7-11

Franzen R., Lal R. Ehlers W (1993). Tillage and mulching effects on physical properties of a tropical alfisol. *Soil and tillage research*. 28 : 329-346.

Guibert H, M'Biandoun, Naudin K, Olina JP (2005) Impact de la technique du semis direct sous couvert végétal sur le rendement égrenage et la qualité de la fibre de coton au Nord Cameroun. This congress

Hillel D., De Backer L. (Traduction), (1974) L'eau et le sol : principes et processus physiques, Paris,

Legile L. (2002) Groupement paysan cotonniers du Nord-Cameroun : favoriser la responsabilisation collective. In : Jamin J.Y, Seiny Boukar L., ed. *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque de mai 2002.* Garoua, Cameroun.?? p.

M'biandoun M, Guibert H, Olina JP (2005) Mise au point d'itinéraires techniques sous couverture végétale This congress

Mando A. (1997). The role of termites and mulch in the rehabilitation of crusted sahelain soils. Tropical resource management paper n° 16. Wageningen agricultural university. Wageningen 101 p.

Mc Garry D., Bridge B J., Rodford B (2000). Contrasting soil physical properties after zero and traditional tillage of an alluvial soil in the semi-arid tropics. *Soil and tillage research*. 53 : 105-115

Naudin K, Adoum O, Soutou G, Scopel (2005) Labour biologique contre labour mécanique : comparaison de leur impact sur la structure du sol au Nord Cameroun. Third congress on conservation agriculture, Nairobi, Kenya. (African conservation tillage network)

Naudin K, Balarabe O (2005 b) Four-year experimentation on cereals under mulch-based cropping systems by North Cameroonians farmers. This congress.

Naudin K., Balarabe O. 2005 b. Four-years of experimentation on cotton under mulch by North Cameroonians farmers. This congress

Naudin K., Balarabe O., Séguy L., Guibert H., Charpentier H., Boulakia S., Abou Abba A., Thézé M. (2005) A Four-year timeframe to develop and begin extension of direct seeding mulch-based cropping systems, in the cotton belt of North Cameroon.

Olin Bassala JP, Guibert H., Baledjoun A, M'Biandoum M (2002a) Semis direct et utilisation des herbicides au Nord Cameroun. Conséquences sur la lutte contre les adventices et la croissance des cotonniers. Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque Maroua, Cameroun ; Ndjaména, Tchad, PRASAC.

Olin Bassala JP., M'Biandoum, Guibert H (2002b) Evolution des systèmes de culture ou l'introduction des désherbants chimiques dans la zone cotonnière de Cameroun. Diagnostique d'une innovation en pleine expansion. In : Jamin J.Y, Seiny Boukar L., ed. *Savanes africaines : des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque de mai 2002*. Garoua, Cameroun. ?? p.

Papendick RI (1996). Lasiembra directa y las rotaciones como estrategia de crecimiento empresarial. In proceeding of the sixth AAPRSID annual no till conference, AAPRESID rosario.

Perez P (1994). Genèse du ruissellement sur les sols cultivés du sud Saloum (Sénégal) : du diagnostic à l'aménagement des parcelles. 252 p. Thèse de doctorat en science agronomique, ENSAM, Montpellier, France.

Raunet M. (2003). Quelques clefs morphopédologiques pour le Nord-Cameroun à l'usage des agronomes.

Roose E. (1994). Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). Bulletin pédologique de la FAO 70.

Scopel E. (1994). Le semis direct avec paillis de résidus dans la région de V. Carranza au Mexique : Intérêt de cette technique pour améliorer l'alimentation hydrique du maïs pluvial en zone à pluviométrie irrégulière. Thèse doctorat, INA-PG.

Scopel E. (2004) Rapport de mission au Nord Cameroun du 01 au 10/05/2004 : Appui au volet SCV du projet Eau-Sol-Arbre sur l'analyse des impacts des SCV sur la valorisation de la ressource

Scopel E., Chavez Guerra E., Tostado J.M. (1999). Le semis direct avec paillis de résidus dans l'ouest mexicain : une histoire d'eau ? Agriculture et développement no 21 pp 71-21.

Séguy L, Bouzinac S, Scopel E, Ribeiro F (2003) New concepts for sustainable management of cultivated soils through direct seeding mulch based cropping systems: the CIRAD experience, partnership and networks. 2nd congress on conservation agriculture, Foz de Igacu, Brasil. CAPASS, FBPD. http://agroecologie.cirad.fr/pdf/ig_br2.pdf

Séguy L., Bouzinac S., Trentini A., Cortes N.A. (1996). L'agriculture brésilienne des fronts pionniers. Agriculture et développement n°12 (spécial). CIRAD, Montpellier

Seugé C, Naudin K, Aboubakary, Dugué P, Havard M. (2005) Natural resources and land-use management: conditions for the adoption of mulch-based cropping system by migrant farmers in the Benoué river basin (North Cameroon). This congress

Soutou G. (2004). Modifications du bilan hydrique par les systèmes de culture sur couverture végétale : Cas du cotonnier et du sorgho dans l'Extrême- Nord du Cameroun. Mémoire de DAA. ENSAM Montpellier

Soutou G., Naudin K., Scopel E. (2005). Crop water balance in conventional and direct seeding mulch-based cotton cropping systems in North Cameroon. In III^e world congress on conservation agriculture, Nairobi (African conservation tillage network).

RF