RÉPUBLIQUE DE GUINEE
Travail-Justice-Solidarité

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE

Institut de Recherche Agronomique de Guinée

CENTRE DE RECHERCHE AGRONOMIQUE DE BORDO

-KANKAN-

Manuel de formation sur les systèmes de culture à base de couvertures végétales (SCV) à l'intention des chercheurs du centre de Bordo

(synthèse des activités SCV mai 2001-mai 2003)

(Projet FAC n° 98009200)

Jean Bozza, A.T. IRAG/ CIRAD Ca

Dr Makan Kourouma, chef d'équipe SCV/ Bordo.

Bordo, mai 2003

Centre de recherche Agronomique de Bordo B.P. 352 Kankan
tél : 71.06.37 et 71.06.42 @-mail : bordokk@leland-gn.org

Résumé :

L'équipe d'agronomie du CRA de Bordo, en Haute-Guinée, chargée de l'étude de la gestion de la fertilité des sols, se consacre depuis 2001 à la mise au point de techniques basées sur le concept de systèmes de cultures sous couverture végétale (SCV) élargissant ainsi le champ de l'utilisation de légumineuses : système de culture à base de Mucuna (maïs-Mucuna). Des missionnaires et des stagiaires sont venus appuyer l'équipe en train de se constituer et de s'initier à cette nouvelle approche. Cette synthèse tente d'articuler l'ensemble des résultats concernant des activités de terrain en station et au village d'étude, de "laboratoire" avec la simulation du bilan hydrique pour le calage des cycles, et les informations et propositions données par les missionnaires. Elle doit permettre également de situer les compétences de chacun pour la constitution de la future équipe de l'IRAG en charge du programme "de mise au point et de diffusion en milieu paysan d'innovations techniques favorables à la durabilité des systèmes de production en remplacement des techniques traditionnelles de défriche-brûlis" dans le prochain FSP (Fonds de Solidarité Prioritaire).

mots clés : Afrique de l'ouest, savane sèche, calage des cycles, toposéquence, sols gravillonnaires, fertilité des sols, SCV, semis direct, plantes de couverture, Eleusine coracana, Brachiaria brizantha.

SOMMAIRE

INTRODUCTION 3

PRÉSENTATION DU MILIEU NATUREL 3

Le climat 3

Population et système de culture 4

Le sol 4

LES PLANTES DE COUVERTURE 4

les introductions. 5
Commentaires 6

les tests en semis direct 7
Le matériel 7
Les activités 7
Commentaires 8

LA PLUVIOMÉTRIE ET LE CALAGE DES CYCLES 9

Calage de la date de semis 9
Les plantes de couverture annuelles (ressemis obligatoire) 9
En pré culture 10
En post culture 10
Les plantes de couverture pérennes (l'enracinement explore tout le profil en permanence) 11

LES RÉSULTATS 12

CONCLUSION 13

PERSPECTIVES 14

ANNEXE I 17

I) le sol 17
1.1) Analyse des sols et commentaires 17
1.2) Morphopédologie et aménagements de terroirs 19

ANNEXE II 21

Paramètres du bilan hydrique 21

ANNEXE III 22

Description des profils racinaires et clé d'interprétation. 22

BIBLIOGRAPHIE 23

Synthèse des activités du CRA de Bordo sur les couvertures végétales.

Introduction

Ce document est une mise en forme de données recueillies par différents intervenants, missionnaires, chercheurs, observateur, jeune chercheur, stagiaires. Ce document doit permettre à chaque intervenant de situer son activité dans l'équipe en train de se constituer, et dont "le travail conduit jusqu'à présent semble plus relever d'intuitions (en général bonnes) que d'une démarche construite partant d'une observation des contraintes induisant la formulation d'hypothèses"[1]. Plusieurs disciplines sont concernées, certaines restent "orphelines" et devraient constituer une pépinière de jeunes chercheurs, à savoir : biologie des sols, malherbologie, pédologie des sols, machinisme agricole, biométriciens.
Ce document se veut didactique par la présentation de schémas et graphiques, mais également par des rappels concernant les sols, les problèmes de calage des plantes de couvertures en fonction des cycles des cultures principales, la gestion entre l'adventice (plante de couverture) et la culture, les possibilités d'intégration des plantes de couverture dans l'alimentation du bétail (intégration : agriculture-élevage).
L'équipe de Bordo s'est constituée progressivement, suite à la mission au CRA de Bordo (Kankan) en avril 2001 de Francis Forest[2], chef du programme des écosystèmes cultivés (G.E.C.)au Cirad Ca. Parmi les chercheurs intéressés, Makan Kourouma, chef du programme coton, s'est investi dans la durée.

Présentation du milieu naturel

Les parcelles-tests mises en place en 2001 et 2002 sur la station et au village d'étude de Djimbala (30 km au sud-est de Kankan) ont subit des conditions pluviométriques très contrastées sur les unités de paysage "bas de glacis " et "plaine"

Le climat

Le climat [3] de la Haute-Guinée (région de Kankan) est de type soudanien humide à 2 saisons contrastées : l'une, sèche de novembre à avril et l'autre, humide, de mai à octobre, avec des précipitations à caractère orageux spécialement en début de saison des pluies.

---

[1] Rollin D., septembre 2002, mission réalisée du 30 juin au 13 juillet 2002, Appui aux travaux conduits sur les systèmes avec semis direct et couvert végétal en Haute-Guinée et Guinée forestière, Cirad-Ca, 30 p + diaporama
[2] Forest F., 8-12 mars 2001, mission d'appui auprès du CRA Bordo Perspectives-Orientations nouvelles : "Appui aux Recherches Agronomiques sur les systèmes de culture" Cirad-Ca-MAE 42 p.
[3] Les données concernant la pluviométrie sont présentées au chapitre calage des cycles culturaux

Population et système de culture

La population dominante est l'ethnie Malincké, l'aliment traditionnel , les tubercules (patate douce, igname , et manioc) auxquels s'est substitué le riz comme aliment de base récemment. La faible densité de population (10 hab/km²) au centre et au sud de la région autorise des pratiques consommatrices d'espace : longue jachère suivie d'une culture sur brûlis, et divagation des animaux en saison sèche. Cette faible densité freine la mise en valeur des plaines à potentiel rizicole élevé[4].

Le sol

M. Brouwers[5] indique que les sols sur lesquels ont été implantées les parcelles tests relèvent des unités de paysage : "bas glacis" et "plaine" .

Le Bas glacis qui nous intéresse ici constitue l'ensemble des terres exondées de la station et du village d'étude. Cette unité encore dénommée "unité fonctionnelle", est soumise à des processus pédologiques actuels, liés en particulier à la nappe phréatique proche qui se manifeste sous la forme d'une ligne de sourcins due à la présence d'une carapace alvéolaire.

La Plaine (alt 360 m), au niveau de la station est représentée par des rizières aménagées, limitées par une digue de ceinture. Les sols sont hydromorphes (tâches brun vif). La forte porosité des sols et la proximité du fleuve Milo entraînent un rabattement rapide de la nappe lors de la décrue du fleuve

Dans son compte rendu de mission, M. Brouwers, souligne la non représentativité de la station en ce qui concerne les principales unités morphopédologiques de la région.

A Djimbala, au niveau du village d'étude, et pour les alentours, l'unité prépondérante est représentée par le Bas glacis
Pour ne pas alourdir le texte, nous avons porté en annexe II la description des différentes unités, en les plaçant dans leur cadre morpho-pédologique.

Les plantes de couverture

En 2001, suite à la mission de F.Forest à Bordo, les activités concernant les plantes de couverture ont été réorientées vers l'application de techniques en Semis Direct. Avant cette mission, le centre de Bordo en partenariat avec EPHTA[6], avait introduit le concept de jachère cultivée avec des légumineuses, parmi lesquelles le Mucuna qui est vulgarisé avec le concours de SG2000[7].

En complément des tests d'introduction de plantes de couverture, nous avons également effectué des tentatives de Semis Direct ,en plaine, au centre de Bordo, et

---

[4] Lechevalier M.A., Podlejski A., fév. 2003, Contribution à l'étude des dynamiques agraires de Haute Guinée et à l'analyse des conditions d'intensification de ses plaines alluviales CNEARC/IRAG 140 p + annexes et
Béavogui F., Thèse en étude rurale, rédaction en cours, Dynamique agraire et perspectives d'occupation et d'intensification des plaines alluviales UTM/IRAG 260 p.
[5] Brouwers M. avril 2000, Expertise et formation en agro et morpho pédologie appliquée à la recherche développement dans la Haute Guinée Cirad Ca, 14 pages + annexes : C.R. de mission du 13 au 25 mars 2000
[6] EPHTA : programme éco-régional des Savanes et tropiques sub-humides
[7] SG2000 : O.N.G. japonaise Sasakawa Global 2000

Tableau n° 1 — Bordo, tableau récapitulatif des essais en SCV, année 2002

Op. / parc.	P1 - Callop.	P2	P3	P4 - Témoin maïs	P5	P6 - Collection	P7 - Eleusine
Labour / Herbicide **+ Fertilisation**	27/06/02 Traitement sur moitié parcelle R.up 1l/ha L'autre moitié traitée au Gramoxone 1l/ha			20/06/02 R.Up 4l/ha + 200ml de KOH 25/06/02 Labour	17/04/02 Traitement Rottboaellia R.Up 4l/ha	20/06/02. R.Up 4l/ha	9/04/02. Labour + épandage de DAP
Semis / couverture	Callop. en place depuis 2001.	10 et 11/04/02 Semis manuel du mil. et ressemis 23 et 25/04/02 dessèchement 15 mai 15/06/02. Semis de Bracharia brizantha.	10 et 11/04/02 Semis du mil. et ressemis 23 et 25/04/02 dessèchement 15 mai 05/08/02 Semis de Bracharia.ruziziensis		25/04/02 Semis du sorgho belle venue sol profond, chemin d'eau	28/06/02. Semis de quelques espèces de plantes de couverture. 02/08/02. Semis stylo. 07/08/02 Repiquage Bracharia.	27/04/02. Semis Eleusine. levée difficile paillage
Semis / culture	14/07/02 Semis maïs avec semoir brésilien.	21/06/02. Semis maïs et coton 01/07/02. Resemis maïs et coton		04/07/08 Semis maïs	04/07/02 Semis maïs.	.	
Herbicide	18/08/02 Traitement localisé. R.Up 1l/ha	11/06/02. R.Up 4l/ha + 200 ml de KOH	20/06/02 R.Up 4l/ha + 200ml de KOH		20/06/02 R.Up 4l/ha		
Autres	04/09/02 Etouffement des pieds de maïs par callop.						
Fertilisation	05/08/02 Epandage de DAP 1/2 kg + 1/2 kg d'urée.	02/07/02. Epandage de DAP sur Bracharia 5kg. 14/07/02. 4 kg DAP sur maïs et coton.	31/08/02 Epandage de DAP sur Bracharia.	09/08/02 au 15/08/02 Epandage de DAP 4kg + urée 2 kg	01/07/02. Application d'urée.		17/04/02. Epandage de sulfate de K.
Herbicide / Manuel		13/07/02 Désherbage sur Bracharia. 22/07/02 Traitement localisé en interlignes. 06/08/02 Désherbage 20/08/02 Désherbage léger sur toute la parcelle.	31/08/02. Désherbage.	09//08/02 au 15/08/02 Désherbage, démariage.	01/07/02. Roulage. 25/07/02. Traitement localisé. R.Up 1l/ha.	05/07/02. Hersage du reste des parcelles. 26/08/02. Désherbage sur stylo et Bracharia + 3kg de DAP.	17/04/02. Hersage. 26/04/02. Passage du corps sarcleur + hersage en diagonale. 28/04/02. Paillage. 01/07/02. Désherbage Eleusine.
Fertilisation	.	06/08/02 6kg d'engrais (3kg de mélange DAP + urée) sur Bracharia, maïs et coton.					
Herbicide / Manuel		28/08/02 Traitement insecticide. Cypercal 125ml pour 1/4 d'ha. 20/09/002 Traitement insecticide sur coton.					
Autres	08/10/02. Dénombrement de mauvaises herbes. 1 / 12 2002 roulage	01/10/02. Repiquage de Bracharia. 15/10/02. Dénombrement de mauvaises herbes.	20/09/02 Labour 23/09/02 au 30/09/02. Semis d'éleusine.	27/09/02 Dénombrement des mauvaises herbes. roulage 22 / 10	25/09/02. Semis d'Eleusine (2lignes) 01/10/02. Semis d'Eleusine (2lignes). 10/10/02. Semis d'Eleusine (2lignes) mort des plantules	23/09/02. Dénombrement des mauvaises herbes. roulage 22 / 10	30/07/02. Floraison. 16/08/02. Début de récolte. 27/09/02. Dénombrement des mauvaises herbes.
Récolte	1 / 10 récolte maïs 375 kg/ha	17/09/02 Récolte maïs. 580 kg/ha		15 / 10 maïs 700 kg/ha	20 / 10 maïs 1000 kg/ha		15 // 09 récolte Eleusine 400 kg/ha
Herbicide/ Manuel		02/10/02. Désherbage	08/10/02 au 14/10//02 Désherbage entre lignes d'éleusine.			03/10/02. Désherbage de la moitié de la parcelle.	

au village d'étude de Djimbala. Nous présentons successivement les introductions et les tests de semis direct.

les introductions.

En 2001, nous avons testé des plantes disponibles sur place, voir tableau ci-dessous

catégorie	culture	cycle	utilisation	commentaires
couverture morte	riz		paille 30 t/ha[1]	envahi par Rottboelia et Cyperus
culture vivrière[2]	niébé	90 j	en "1 er cycle" sur les premières pluies	=
	mil	90 j		=
	sorgho rouge	120 j		contrôle sur Cypérus (allélophatie)
adventice locale annuelle	Calopogonium muconoïdes	photo		envahi par Rottboelia
culture vivrière	avoine blanche		après riz en bas-fond et plaine : assèchement rapide après récolte du riz, l'avoine sèche au stade végétatif; voir § sol	
couverture introduite de Guinée forestière	Pueraria phaseoloïdes		en dérobé de la culture mauvaise levée, envahi par Rottboelia, et n'a pas survécu à la saison sèche 2001-2002	

1 : couverture morte : paille de riz apportée à raison de 30 t/ha (résidus de récolte)
2 : plantes cultivées à forte vigueur au départ : niébé local rampant (Sosso) 90 jours utilisé traditionnellement en couverture dans le maïs et le coton

En 2002, les tests ont porté sur des introductions du CIAT et du Brésil[8] via le CIRAD Montpellier Elles ont porté sur deux pérennes : Brachiaria (brizantha et ruziziensis) et Stylosanthès (diverses espèces) et une annuelle : Eleusine coracana. Des tests de semis en "jardin" avec irrigation dès février 2002 nous ont permis de tester le pouvoir germinatif[9], et de nous faire la main sur les techniques de semis s'agissant de graines de petite taille : profondeur de semis et traitement de semences (fonte de semis) avec un mélange d'"Oncol 35 DS" (Benfuracarbe 35% Calliope) et "Pomarsol Ultra-dispersible" (80% de Thirame Bayer). On mentionnera une bonne levée de dormance des semences de plantes de couverture (Eleusine, Brachiaria) par l'abrasion de celles-ci au papier de verre sur une aire cimentée, plus efficace que le trempage préconisé à l'eau chaude.
Par ailleurs, on mentionnera la fabrication locale d'un tonneau à traiter (50 l.) d'utilisation aisée par les paysans..

Les parcelles de Calopogonium m. ont été reconduites (bonne levée naturelle sur les stocks 2001). ainsi que celles de mil et de sorgho .

Les tests ont porté ici sur des dates de semis précoces (voir chapitre sur le calage des cycles) Le tableau 1 regroupe les observations des tests à Bordo en 2002.

Au village d'étude, nous avons implanté des tests de mil, Brachiaria et Eleusine en saison des pluies chez Seïkou Keïta et Manfila Konate, et d'avoine en début de saison sèche dans les jardins maraîchers : voir tableau ci-dessous :

[8] envoi de Séguy L. et Bouzinac S.
[9] à noter le faible pouvoir germinatif sur Brachiaria brizantha de 6% pour le CIAT et 65% pour le Stylosanthès

type de sol	paysan	culture	semis	commentaires
gravillonnaire (croupe)	Manfila	mil	27/ 04	bonne couverture : Glyphosate + roulage 20/ 07, puis semis de maïs avec semoir Werner Rdt : 650 kg/ha semis tardif.
		Brachiaria bz	boutures 21/ 09	sur dernière pluie en 2002 toujours vert en mars 2003
		Eleusine c.	22/ 09	bonne levée sur dernière pluie, puis mort
	Keïta	mil	30 / 04	bonne levée, mais broutée par animaux , repousses et belle couverture 2003
		Brachiaria bz	boutures 21/ 09	sur dernière pluie de 2002 , toujours vert en mars 2003
		Eleusine c.	21/ 09	bonne levée sur dernière pluie, puis mort
limoneux de bas de versant	Keïta	mil	4 /05	levée bonne, puis attaque par les animaux domestiques
		Brachiaria bz	boutures 21/ 09	sur dernière pluie de 2002 , toujours vert en mars 2003 avec protection contre les animaux domestiques
		Eleusine	semis 21/ 09	bonne levée sur dernière pluie, puis mort par dessèchement
		avoine	11/10	dans culture du riz stade laiteux , bonne levée, mais ensuite mort par dessèchement fin décembre marquait la ligne attaque d'insectes +++
	jardins	avoine	11/10	bonne levée, puis mort par manque d'arrosage [1]

1 : un semis dans le jardin irrigué à Bordo n' a pas bouclé son cycle semis en novembre , mais végétation médiocre due certainement aux températures élevées en mars

Commentaires

En pluvial, Cypérus r. et Rottboélia c., présents sur l'ensemble des parcelles de la station de Bordo et très agressives (forte vigueur au départ, dès les premières pluies) s'avèrent très intéressantes pour le choix de plantes de couverture. Les plantes vivrières, (mil, niébé) malgré une bonne compétition le premier mois, ont été envahies par Rottboélia. En revanche, le sorgho rouge a permis un bon contrôle du Cypérus (allélopathie)[10] .
En plaine et bas-fond, les semis d'avoine, après ressuyage du sol, se sont soldés par des échecs, malgré une bonne levée. La forte perméabilité des sols de plaine est

à prendre en compte dans ce dessèchement. Nous avons introduit également du sarrazin, plus tolérant à l'hydromorphie (test de semis plus précoce en sol très humide) : bonne croissance, mais cycle trop court : floraison très précoce (30 JAS) sensible aux jours courts. Enfin, on mentionnera la contrainte qui pèse sur les espaces ouverts comme les plaines, à savoir : la divagation des bovins en saison sèche qui compromet toute culture à cette période de l'année.

[10] note verbale Séguy L.

Tableau 2 **Suivi des tests de couverture végétale SCV campagne 2001**

	Tests en pluvial					Tests en plaine sur Cynodon		
Op./ parc.	calop.	Niébé	mil	paille de riz (30 T./ha)	cypérus	semoirs	S. maïs	S. riz
labour	du 15 au 23/05 grattage au coutrier en traction animale					Zéro labour		
fertilisation	500 kg/ha de 3x17 à la volée avant semis					25/05 et 3/06 apport urée 150 kg/ha	néant	néant
herbicide	néant			apport paille 28/05 R.Up 3/l/ha sur ligne de semis	.néant	R. Up 4l/ha en plein 11/06	27/06 R. Up 4l/ha sur lignes de semis	
semis	24/05 à 26 kg/ha à la volée, puis herse	25/05 en poquets (0.40 x 0.20 à la daba) pour couverture		12/06 coton maïs	état naturel cyp. + rott.	14/06 maïs et coton à la daba	6/07 roue brésilienne et semoir à disques.	
herbicide	18/06 R.Up 4l/ha à la serpillière pour détruire le rottb. dominant le calop.	29/06 R.Up 4l/ha dessèchement maïs et niébé utilisés en couverture Matière sèche 5 T/ha		néant	26/06 R.Up 4l/ha sur 1/2 parc.	néant	néant	
Autres / Obs.	Brûlure sur calop. Et destruction du Rottb. et Cyp. ressemis Calop. Le 26/06 et test de repiquage 29/06 faucardage du rottb. 12/07 bonne reprise du calop.	17/07 passage du rouleau piétiner pour semis de maïs à la roue et coton à la daba		cyp. envahit la parcelle passe au travers de la paille, maïs de belle venue, récolte 1000 kg/ha coton est dominé par cyp. récolte : néant	autre 1/2 parc. fauchée à la main	6/07 apport de 3 x 17 (50 kg/ha) sur poquets , belle venue, début envahissement par cyp. et Sesbania	10/07 Cynodon reprend de la vigueur , bandes de traitements trop étroites	
semis	néant le calop. doit s'implanter pour servir de couverture en 2002	19/07 maïs à la roue et coton à la daba (0.70 x 0.25) envahissement par mauvaises herbes récolte néant			17/07 sorgho et niébé récolte 230 kg/ha(0.50 x 0.30)			

les tests en semis direct

Le matériel

En 2001, nous disposions d'un rouleau piétineur[11] (fabrication locale) et de deux semoirs : la roue brésilienne qui place la graine dans la couverture grâce à des becs ouvreurs et un semoir de fabrication italienne (facilement disponible sur le marché local) constitué de deux flasques obliques rotatifs qui ouvrent un sillon et entraînent un distributeur de semences. Nous avons apporté en 2002 une modification à ce semoir par l'ajout d'un coutre tranchant la couverture. La force d'appui étant fournie par des sacs de sable qui rend le semoir malheureusement peu maniable.

En juin 2002, nous avons testé un nouveau semoir (marque Werner) de fabrication brésilienne[12] en traction bovine. Contrairement au précédent, celui-ci est muni d'une dent fouisseuse permettant un transfert de charge sur un coutre circulaire qui tranche la couverture (matériel plus léger), ce nouveau semoir a fait l'unanimité chez les paysans présents lors des tests au village d'étude et certains se sont portés acquéreurs. Une estimation grossière donne 6 à 8 heures pour semer un ha de riz en plaine avec un écartement de 25 cm entre ligne.

Les activités

Les tests en semis direct du riz dans la plaine du village d'étude de Djimbala ont été initiés à cause de l'arrivée très précoce de la crue en 2001. Les paysans désemparés, ne sachant plus comment installer leurs parcelles[13]se sont montrés, d'abord incrédules, puis très intéressés par le semis direct[14]. Sur la plaine aménagée du centre de Bordo, les tests ont consisté en des traitements au glyphosate en plein ou sur la bande de semis (largeur du cache 30 cm). (Voir tableau 2.)

En 2002, à la demande des paysans, nous avons poursuivi nos tests dans la plaine et en bas-fonds à Djimbala, voir tableaux ci-dessous :

---

[11] le rouleau a pour fonction de rabattre la couverture morte (paille) ou vivante après traitement herbicide avant semis de la culture ou de lutter contre la propagation des feux de brousse (feux courant) comme nous l'avons testé avec succès sur les Andropogons de la station

[12] sur les conseils avisés de Fatima Ribiero, consultante auprès du CIRAD Ca en techniques de semis direct

[13] La première crue en 2001 s'est produite début juillet, alors qu'elle se produit en moyenne mi août. La priorité est donnée aux cultures sur coteaux (vivriers), les aléas des crues et les risques liés font de la riziculture de plaine une culture spéculative à faible niveau d'intrants : deux labours, semis à la volée, sans désherbage ni apports d'engrais.

[14] voir note 49

en plaine

années	itinéraires	dates de semis	variétés	Rdt kg/ha	commentaires
2001	traditionnel[1]	3 / 07	Kaolaka	1690 [2]	localisation des parcelles en position haute, celles proches de l'entaille ont été détruites par la submersion
	Semis Direct		Kaolaka	3090 [2]	
			Ck 4 (amélioré)	4400 [2]	
2002	traditionnel	du 20 / 06 au 20 / 07	Kaolaka	< 50	levée bonne, puis envahissement des m.h. , et dessèchement , sauf, certaines zones hors cuirasse alvéolaire.
	Semis Direct	25/ 06		néant[3]	
		27/ 06		néant	

1 : parcelle témoin adjacente des tests, labourée précocement (2 labours)

2 : Oularé A., CRAB, nov. 2001, rapport de stage jeune chercheur, : Techniques d'installation et de gestion des plantes de couverture 11 p.

3 : en grande partie par le non contrôle des mauvaises herbes : les bons résultats de 2001 (crue importante) ayant sous estimé le problème des mauvaises herbes en absence d'immersion.

en bas-fond

agriculteurs	itinéraires techniques	variété	dates de semis	Rdt kg/ha	commentaires
Bréma Konaté	traditionnel	Kaolaka	1 / 06	700	rendement moyen
	Semis Direct		20 / 07	néant	photopériodique semis tardif plantes chétives (test du semoir brésilien)
Seikou Keita	Semis direct sur mil (4 / 05)	Block 90 J amélioré	1 / 07	néant	couverture non rabattue, levée du riz très mauvaise
	Semis Direct sans couverture			500	effet de bordure clôture de Gmélina
				1500	rendement moyen

Commentaires

L"intérêt marqué par les paysans pour le semoir brésilien et leur pratique de la culture attelée augurent une suite favorable pour le semis direct. Cependant, les tests sur le riz de plaine se heurtent au problème du contrôle des mauvaises herbes, non maîtrisées à l'heure actuelle.

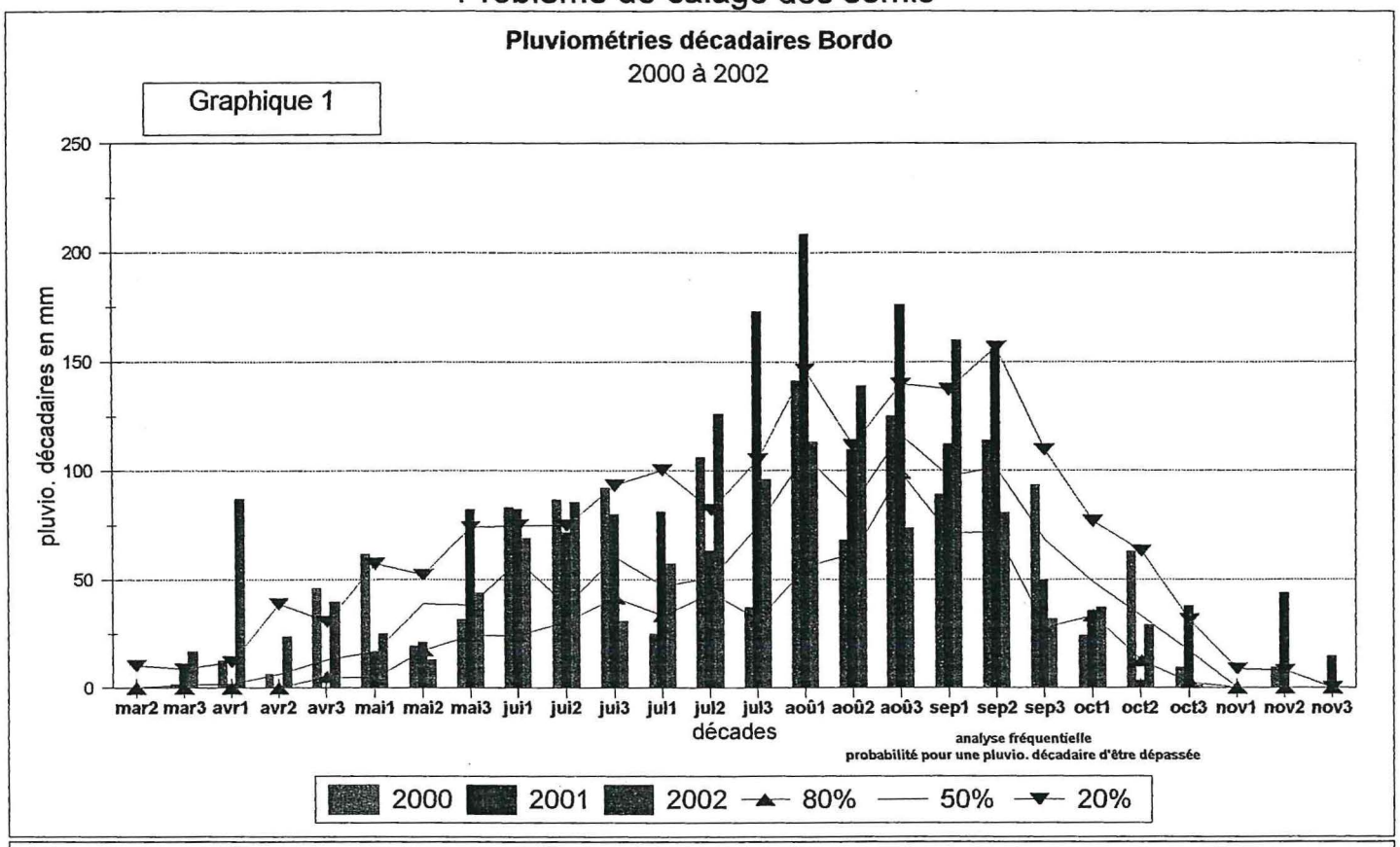
Pourtant, il y a lieu d'être optimiste, car les contraintes de temps de travaux en début de saison des pluies et la raréfaction de la main d'œuvre[15] obligent les agriculteurs à s'intéresser aux herbicides[16], mais pour lesquels, l'utilisation reste actuellement problématique : manque d'informations auprès des agriculteurs d'une part et marché local anarchique d'autre part : rupture d'approvisionnement, mauvaise qualité des produits souvent périmés et coût élevé des produits disponibles.

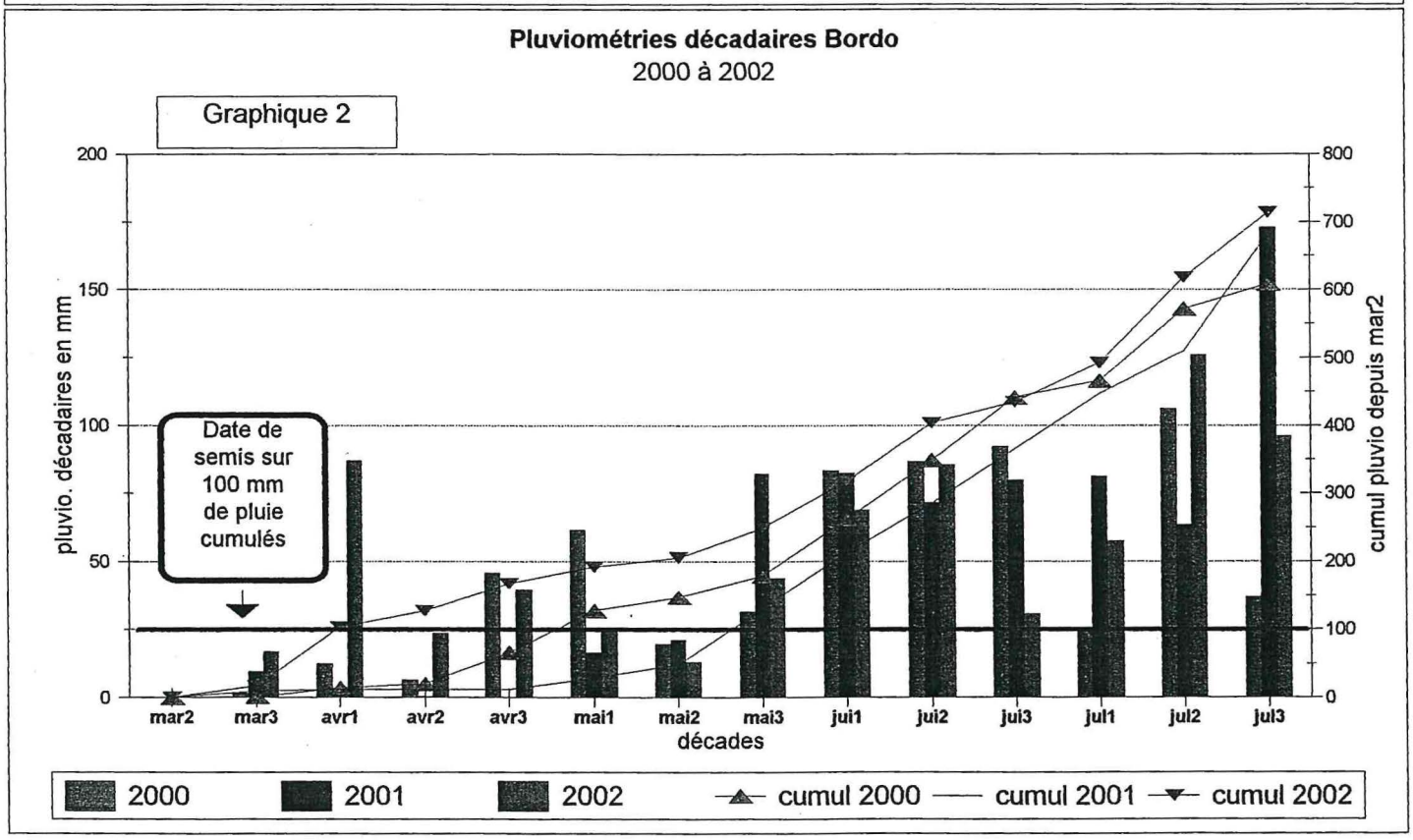
[15] Malaval C., décembre 2001, Etude des contraintes de gestion de l'enherbement en riziculture inondée et pluviale dans le village de Djimbala en haute-Guinée ENITA de Bordeaux, 32 p. annexes.

[16] Marnotte P., Formation auprès de l'IRAG 28 mai-10 juin 2001, Rapport de mission en Guinée 36 p.
Marnotte P., année 2001, Formation CIRAD: La gestion de l'enherbement et l'emploi des herbicides dans les systèmes de culture en zone soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest et du centre CIRAD Ca GEC, 61 p.

Variabilité de la pluviométrie à Bordo 2000 à 2002

Problème de calage des semis





La pluviométrie et le calage des cycles

En zone soudano-guinéenne, la période pluvieuse est en général trop courte pour permettre une double culture : maïs-Mucuna[17] comme au sud Bénin (période pluvieuse de 8 mois). En Haute Guinée, les plantes de couverture sont conduites dans une rotation[18] et prive le paysan du bénéfice de son travail. La comestibilité des graines de Mucuna avancée par les vulgarisateurs ne semble pas entraîner l'adhésion des agriculteurs de la région pour cette technique améliorante.

La contrainte à lever ici réside dans le calage de la culture améliorante tout en assurant la production de la culture principale (saison des pluies unimodale de courte durée : 5 mois).

Les caractéristiques propres aux plantes de couverture seront prises en compte pour lever les contraintes : soit une plante annuelle de cycle court avant ou après la culture ; soit une plante pérenne qui sera "anesthésiée" pendant le cycle de la culture principale. La culture principale étant calée sur juin pour sa mise en place (de nombreux essais de dates de semis montrent une chute des rendements pour les semis de juillet), les récoltes s'échelonnent à partir de septembre pour les cycles courts et correspond à la fin de la saison pluvieuse (début octobre).
En 2002, nous n'avons pas envisagé de test en dérobée de la couverture dans la culture principale comme le suggère H. Charpentier[19], dans le nord de la Côte d'Ivoire, (pluviométrie similaire à la région de Kankan), préconisant deux options :

i) la plante de couverture est semée au même moment que la culture principale, à condition que les graines soient petites pour un démarrage lent de la couverture qui sera contrôlée par des applications d'herbicides en attendant l'installation (compétition pour la lumière) de la culture ;

ii) la plante de couverture est semée en retard dans la culture, au premier sarclage.

Calage de la date de semis

<u>Les plantes de couverture annuelles</u> (ressemis obligatoire)

Le graphique 1 illustre la pluviométrie (décadaire) relevée à la station météorologique de Bordo Kankan entre 2000 et 2002. L'analyse fréquentielle (1988-2002) incluse portant sur les risque à 20, 50 (normal) et 80% de dépassement pour une hauteur décadaire donnée, montre une grande fluctuation inter annuelle, spécialement en début de campagne. La fin de la saison des pluies est bien marquée début octobre. A cette forte fluctuation de début de saison des pluies lui correspond la date de semis illustrée sur le graphique 2 par la ligne (trait gras) des 100 mm (arbitraire) de pluies cumulées. ici, les dates de semis s'échelonnent sur 2 mois : d'avril à la troisième décade de mai.

---

[17] Azontode A.H., Feller C., Ganry F., Remy J.C., juin 1998, Le mucuna et la restauration des propriétés d'un sol ferrallitique au sud du Bénin. Agriculture et développement, n° 18, p ; 55 à 62
[18] Béavogui F, Doumbouya N'k., Camara A., jan 1999, rapport de campagne 1997, CRAB/IRAG, 17 p.
[19] Dounias I., janvier 2001, Cirad-Ca, CNEARC, Synthèse bibliographique, Systèmes de culture à bas de couverture végétale et semis direct en zones tropicales, 119 p.

En pré culture

Disposant des données sur 14 années pour la simulation du bilan hydrique[20] (exception faite pour l'année 2000, données ETP non disponibles), nous avons simulé (voir annexe 2) les dates de semis sous les conditions suivantes : pluie de semis de 20 mm suivie d'une période de 20 jours pendant laquelle le rapport ETR/ETM[21] ne descende pas en dessous de 30 % pendant 10 jours maximum.

Probabilités de réussite	date de semis à partir du
2 années sur 10	17 mars
5 années sur 10	14 avril
8 années sur 10	10 mai

A noter que la simulation pour 2002 a donné la date de semis du 5 avril comme réussite du semis. Les semis réalisés les 10 et 11 avril 2002 (voir tableau 1) sur mil ont conduit à la mort des plantules (15 mai) . Seul le sorgho semé le 25/04 s'est bien implanté, l'Eleusine, semée à la même date a nécessité des soins (paillage) pour passer la 2 ème décade de mai. Ceci doit nous inciter à la prudence en ce qui concerne les semis sur les pluies précoces. Brouwers M[22]. souligne le caractère "d'hydrophobie temporaire d'un sol desséché" ainsi que "celui de by-pass, autrement dit, qu'après un apport d'eau, l'essentiel de cette eau est rapidement drainée par les macro-pores" sur les sols au sortir de la longue saison sèche. On peut suspecter également des valeurs d'ETP trop faibles, spécialement la composante "vent" pour laquelle l'anémomètre est mal situé (manguiers proches).

Si on prend comme date de réussite du semis le 10 mai, on se heurte à la contrainte d'installation de la culture principale en juin : ce qui réduit à un (1) mois la période de croissance de la couverture. Les tests de couverture en 2001 sur mil et sorgho (voir tableau 2) ont produit une matière sèche de 5 T/ha, bien que relativement élevée, ceci reste très insuffisant pour la gestion de l'enherbement en comparaison des 30 T/ha de paille de riz sans effet sur le contrôle des Rottboélia et Cypérus. De plus, sur une courte période de végétation, on doit s'attendre à une faible production racinaire (non observée) en comparaison des couvertures pérennes (voir plus loin).

En post culture

L'alternative au semis précoce est le semis tardif en dérobé dans la culture principale. Pour éviter toute concurrence, nous avons cherché à simuler le semis de la plante de couverture à deux dates tardives le 15 août et le 15 septembre. La condition imposée est que le rapport ETR/ETM à floraison soit le plus élevé possible, il ressort de la simulation que .

[20] Baron C., Perez P., Maraux F., octobre 1996, Logiciel de simulation SARRAMET et SARRABIL Cirad Ca, U.R. "Gestion de l'eau"

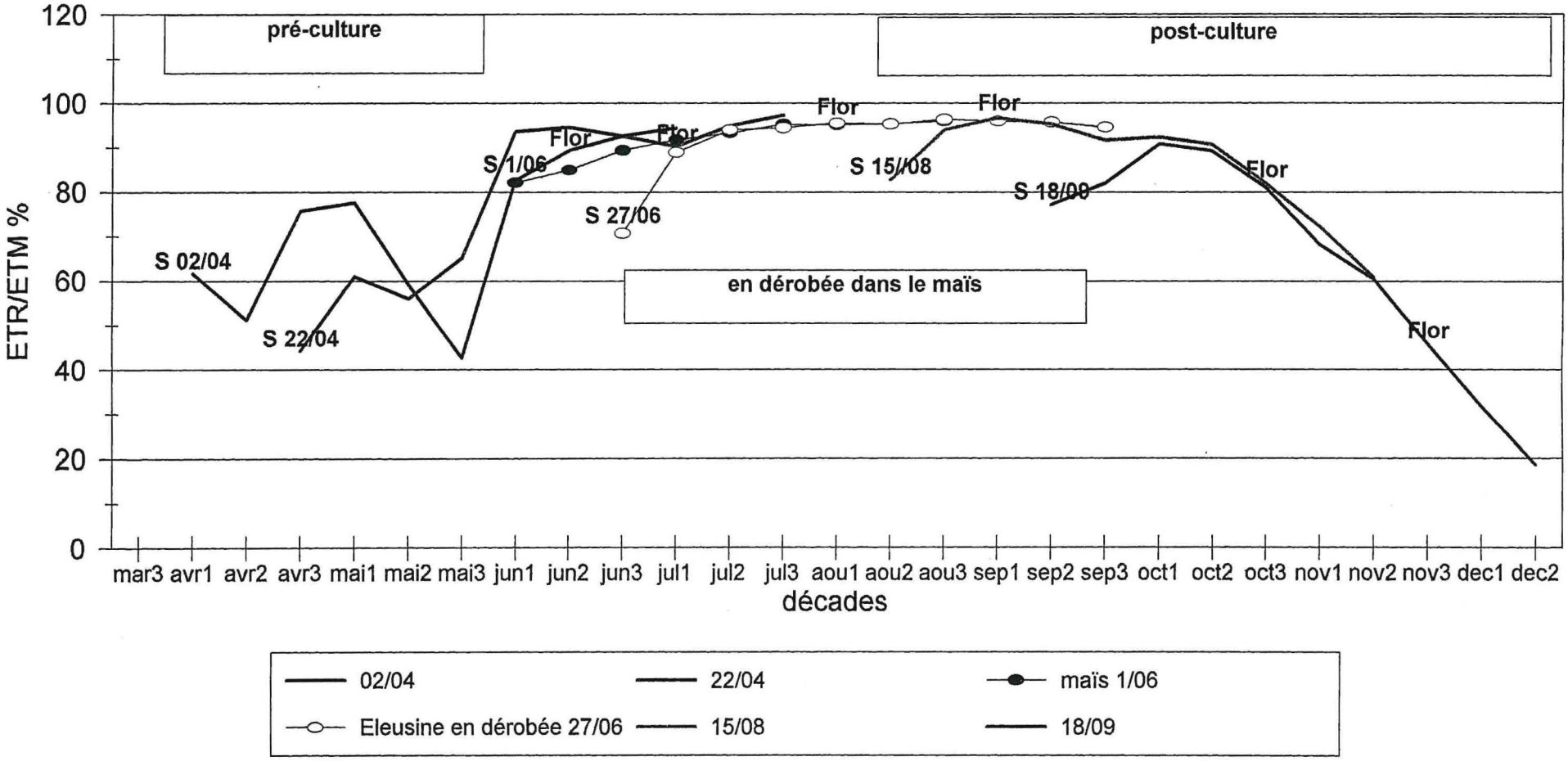
[21] le rapport ETR (évapotranspiration réelle) sur ETM (évapotranspiration maximale) donne une indication de la satisfaction des besoins en eau de la plante, plus le rapport est faible, plus la plante souffre d'un manque d'eau.

[22] Brouwers M., avril 2001, Caractéristiques d'un sol cultivé en coton à la station de Bordo Kankan, Guinée, Implications agronomiques . C.R. d'étude réalisée dans le cadre des recherches sur le logiciel COTONS Cirad-Ca, 19 p.

Simulation dates de semis décalées

Eleusine et maïs

Graphique 3



	Valeur du rapport ETR/ETM à floraison	
Probabilités de réussite	pour un semis du 15 août	pour un semis du 15 sept.
2 années sur 10	93.7	80.3
5 années sur 10	92.4	62.3
8 années sur 10	85.4	49.5

En complément, le graphique 3 présente la variation du rapport ETR/ETM pour différentes dates de semis de l'Eleusine en dérobée dans le maïs, en pré et post culture.

Pour une date de semis du maïs calée sur la 1 ère décade de juin (fixée), le semis d'Eleusine présente :

1- en pré-culture des ETR/ETM faibles pendant la phase végétative (risque de perte) et la couverture sera détruite avant floraison (perte des semences),

2- en post-culture, à la récolte du maïs (cycle court) la simulation présente un ETR/ETM satisfaisant jusqu'à floraison (80%) pour un semis du 15/08 tandis que le semis du 18/09 est voué à l'échec. A noter que le semis du 15/08 s'effectue dans le maïs récolté en vert !

3- en dérobée, dans le maïs (semis du 27/06 : 3 ème décade de juin) , le rapport reste satisfaisant sur l'ensemble du cycle, tout comme le maïs. (voir annexe 2).

A noter que

1- le test de semis d'Eleusine en SOL NU du 15 septembre 2002 a bouclé son cycle fin décembre (production de graines), mais en produisant une couverture très insuffisante (hauteur moyenne de plante 40 cm)

2- des tentatives de semis d'Eleusine mi septembre entre les rangs de maïs écartés d'1 m en parcelle 5 (voir tableau 1) se sont soldés par des pertes à la levée très importantes (ligne peu marquée).

3- des tests de semis d'Eleusine le 21/09/2002 sur croupe gravillonnaire et bas de versant à Djimbala sur la dernière pluie ont montré une bonne levée, puis un dessèchement des plantules.

Il en résulte que les options de pré ou post culture ne semblent pas satisfaisantes, et qu'il convient de tester la proposition de H.Charpentier.

<u>Les plantes de couverture pérennes</u> (l'enracinement explore tout le profil en permanence)

Les réserves émises à propos des plantes de couverture en dérobée en zone soudanienne nous incitent à nous tourner vers les couvertures pérennes.. En premier lieu Brachiaria brizantha qui sous la latitude de Kankan , d'après nos premières observations, s'avère très intéressant, en comparaison, Brachiaria ruziziensis s'est mal comporté et a été éliminé, ainsi que Puéraria phaseoloïdes (saison sèche trop longue). Enfin, on notera que Brachiaria bz est exempt de toute attaque et maladie (observations sur les 10 derniers mois).

Les semis de Brachiaria bz du 15/06/2002 se sont très bien comportés et ont produit des graines fin décembre[23] ; dès septembre, des boutures ont été prélevées pour repiquage le 21/09/2002 (sur la dernière pluie) au village de Djimbala, sur croupe gravillonnaire et sur bas de versant (limono-argileux). Des observations en mars 2003 ont montré des plantes de belle venue, bien vertes (à condition d'être protégées de la dent des animaux : bois enchevêtré). On notera aussi une très bonne résistance au feu de brousse (test à Bordo en avril 2003).
Les tests de culture de maïs et de coton (semis du 1/07/02) en intercalaire dans le Brachiaria bz (semis du 15/06/02) (voir tableau 1) ont montré une forte compétition de la plante de couverture, celle-ci doit être implantée comme jachère améliorée pour la première année. La production de matière sèche s'élève à 3.5 T/ha sur des coupes de février 2003 (écartement entre ligne d'un mètre). Des observations sont en cours pour évaluer la production sur les premières pluies d'avril : repousses après la coupe pour l'affouragement des animaux..

Le mode de gestion d'une parcelle de couverture en Brachiaria bz proposé par le centre de Bordo est le suivant :

année	période	commentaires
1 ère	juin-octobre	installation de la couverture : semis ou repiquage de boutures
	décembre	récolte des semences pour extension
2 ème	jan-avril	coupe pour affouragement des animaux
	avril-fin mai	repousses sur premières pluies, reconstitution de la couverture
	juin-sept	traitement pour "anesthésier" la couverture, roulage **et semis de la culture principale**, gestion de la couverture selon besoin (à définir)
	oct-déc.	**récolte de la culture principale** et reconstitution de la couverture sur l'humidité résiduelle du sol
	décembre	récolte des semences
3 ème	voir 2 ème année avec des rotations classiques	

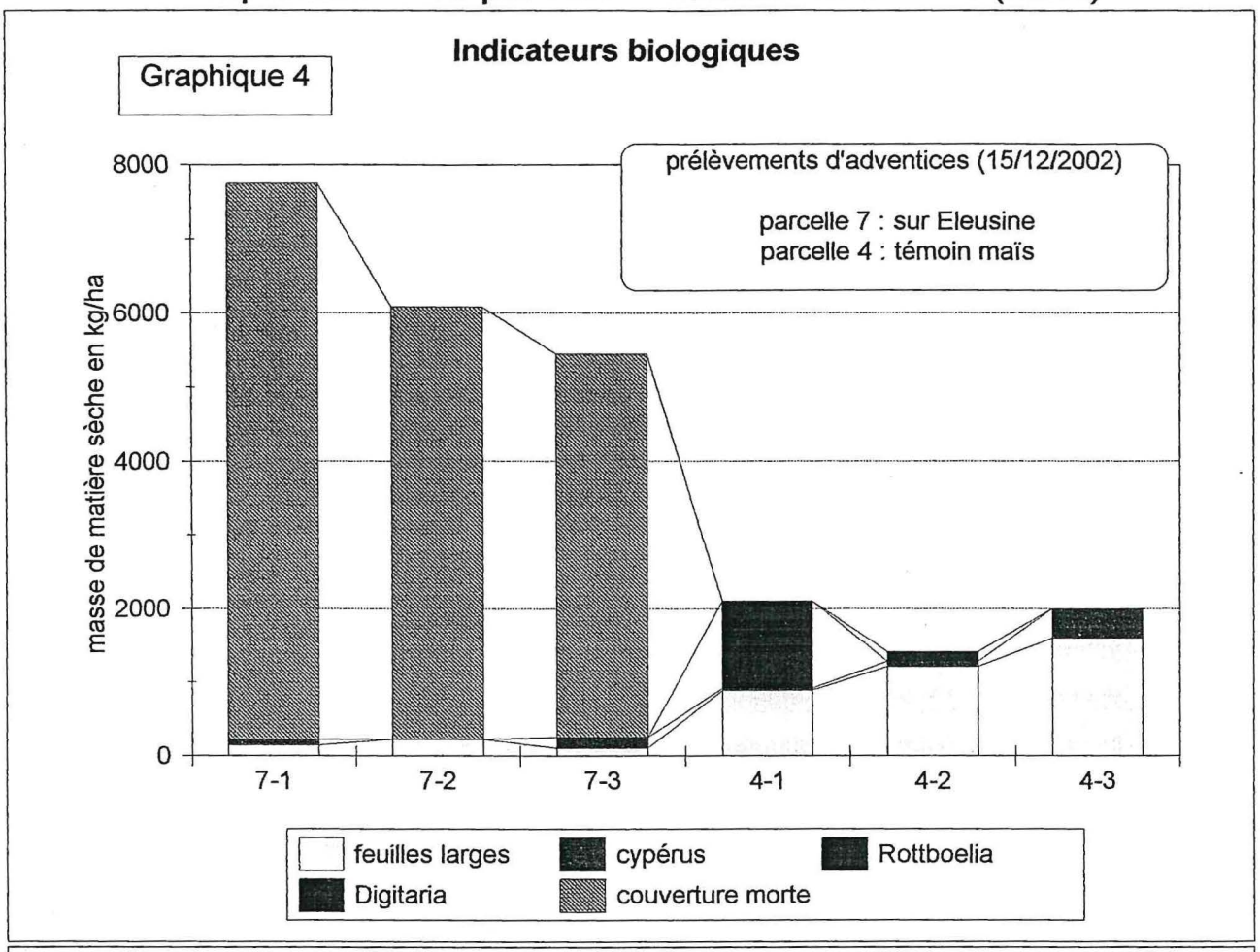
Les résultats

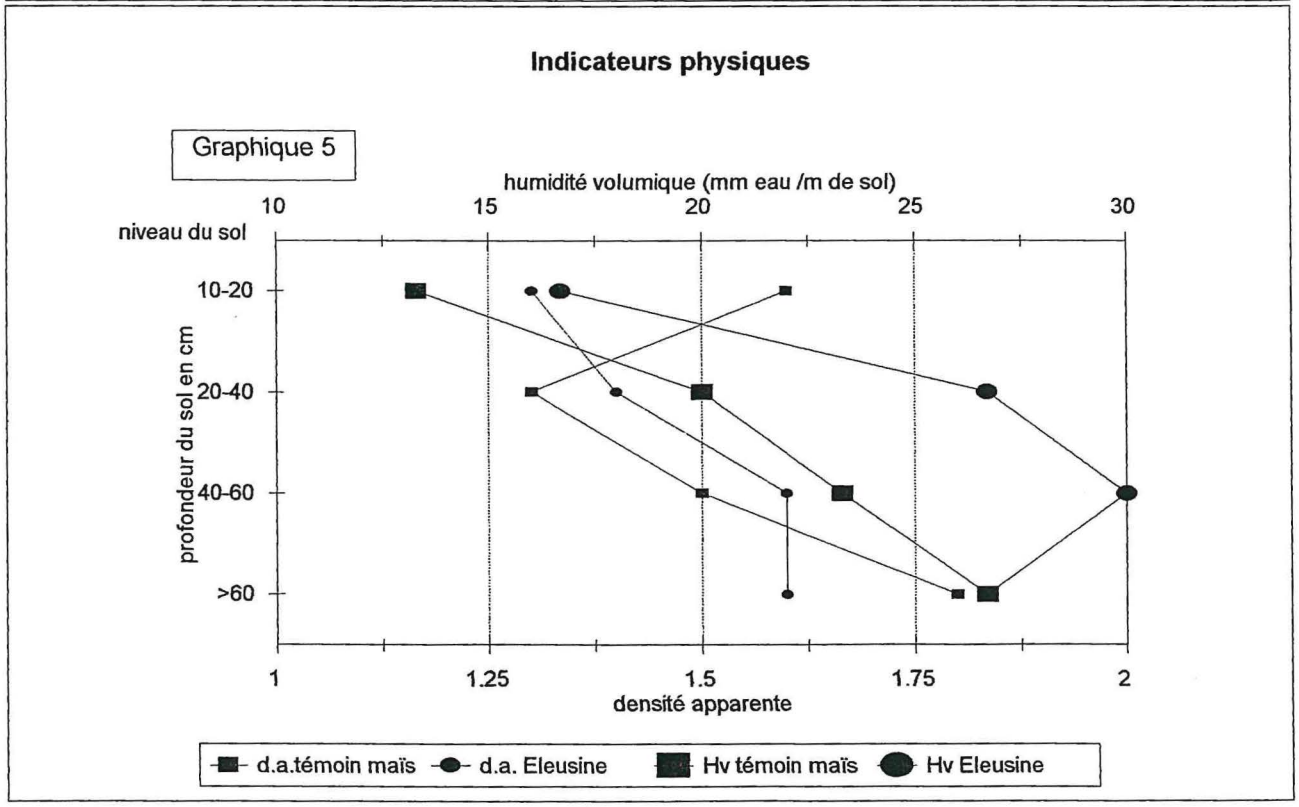
Comme on peut le voir dans les différents tableaux concernant les tests 2001 et 2002, c'est le manque de contrôle efficace des mauvaises herbes qui a pénalisé les rendements des cultures et la couverture seule ne suffit pas. L'exemple le plus frappant réside dans l'apport des 30T/ha de paille de riz qui n'ont pu empêcher l'envahissement de la parcelle par Cypérus et Rottboélia. On notera néanmoins les bons résultats sur Cypérus avec le sorgho rouge (allélopathie) et dans la plaine grâce à l'arrivée opportune de la crue en 2001.
Les désherbages manuels[24] et les tentatives de traitement en localisé (avec cache) avec un herbicide total se sont soldés par des échecs. En 2003, des tests [25]. avec

[23] panicules très lâches et graines très déhiscentes nous ont obligés à mettre des sachets en toile moustiquaire sur des "gerbes" de panicules : récolte estimée à 30 kg/ha.
[24] "l'absence de cette maîtrise (herbicide) entraîne généralement des catastrophes , car, il n'est possible, alors, d'intervenir qu'à la main : l'utilisation de houes à traction animale est alors devenue impossible compte tenu de la présence des résidus de la culture de couverture;" Roland Pirot *in* voir note 2 Forest F.
[25] Bozza J., Kourouma M., avril 2003, Les activités de recherche du volet "agro-écologie" relevant de la compétence de la station de Bordo (Haute-Guinée), 11 p.

Suivi parcelle : indicateurs

Comparaison des parcelles Eleusine et témoin (maïs)





semis de précision et utilisation de l'Herbibros[26] (balai imprégné d'herbicide) sont programmés sur la station de Bordo.
Par manque de matériels : cylindres de prélèvement et l'imprécision des balances (obsolètes), nous présentons à des fins didactiques 2 graphiques concernant le suivi des parcelles (indicateurs biologiques et physiques), les prélèvements ont été réalisés fin septembre 2002 pour le premier et mi novembre 2002 pour le second graphique, les parcelles sont contiguës et ont la même histoire[27]. Le graphique 4 compare la production de matière sèche sous Eleusine (cycle complet de la couverture avril-juillet pour production de semences) non suivi d'une culture et le témoin (maïs) sans couverture. Sur les mêmes parcelles, le graphique 5 tente une synthèse entre la densité apparente et l'humidité du sol (les valeurs doivent être prises avec précaution à cause du mode de prélèvement par insuffisance de cylindres). Ici, les différences concernant les humidités sont en partie liées aux différences concernant les cycles : l'Eleusine ayant terminé son cycle fin juillet (effet mulch) et le maïs fin septembre (arrêt des pluies).
Le fait marquant concerne la densité apparente i) dans l'horizon 10-20 cm. où l'Eleusine a été implantée fin avril alors que le maïs a été semé sur un labour faisant suite à 2 décades très pluvieuses.(gâchage du sol) et, ii) en profondeur où l'Eleusine présentait des racines fines jusqu'à 80 cm. En revanche, la similitude des densités entre 20 et 60 cm pourrait s'expliquer par "l'existence d'un fond de travail apparenté à un début d'une semelle de labour" et "la perte en argile dans l'horizon supérieur "[28] .
En annexe 3, une fiche de suivi de profil pédologique est présentée avec une clé d'interprétation.
Le schéma 1 illustre deux profils réalisés le 10/02/2003 sous Brachiaria bz[29] , il ressort que cette plante a colonisé tout le profil (riche en gravillons) jusqu'à la cuirasse (130 cm) dans laquelle on rencontre quelques racines fines dans les alvéoles, et en sol limoneux jusqu'à la carapace indurée (215 cm) explorée par des racines fines sur 15 cm. On notera que les racines sont aussi bien développées sur gravillons que sur limons. Lors de la trouaison, l'humidité du sol était encore bien marquée à partir de 70 cm sur sol gravillonnaire et 120 cm sur limons (plantes plus développées). On retiendra que Brachiaria bz a exploré tout l'horizon disponible (limité par les cuirassements) sur une campagne (semis en août 2002) en développant un fort enracinement qui fait l'étonnement des paysans.
Brachiaria bz paraît tout indiqué pour remonter le statut organique des sols de savanes, en particulier sur gravillons ; l'Eleusine coracana reste pénalisée par son cycle trop court (enracinement plus faible) et son caractère annuel : la période d'installation (3 semaines) la prive des pluies précoces d'avril.

Conclusion

L'introduction de nouvelles plantes de couverture a permis d'élargir le champ de l'utilisation des légumineuses en tant que plantes améliorantes (système restreint à maïs-mucuna). C'est durant la période 2001-2003 que la nouvelle équipe SCV de Bordo a introduit du matériel végétal et de culture. Ces introductions ont été testées

---

[26] une alternative proposée par P. Marnotte en 2001 a consisté à pulvériser l'herbicide (Glyphosate) sur une serpillière traînée sur une végétation de Rottboélia étouffant une couverture à Puéraria : la serpillière glisse sur la canopée de Rottboélia qui protège la plante en dessous;
[27] profil n° 6 dans la toposéquence interprétée par Brouwers M. voir note 22
[28] voir note 22
[29] la disparition de matériels (balance) n'a pas permis d'effectuer les mesures de densités et d'humidité sur Brachiaria et d'évaluer la masse racinaire. Les estimations de masse aériennes ont été effectuées au peson.

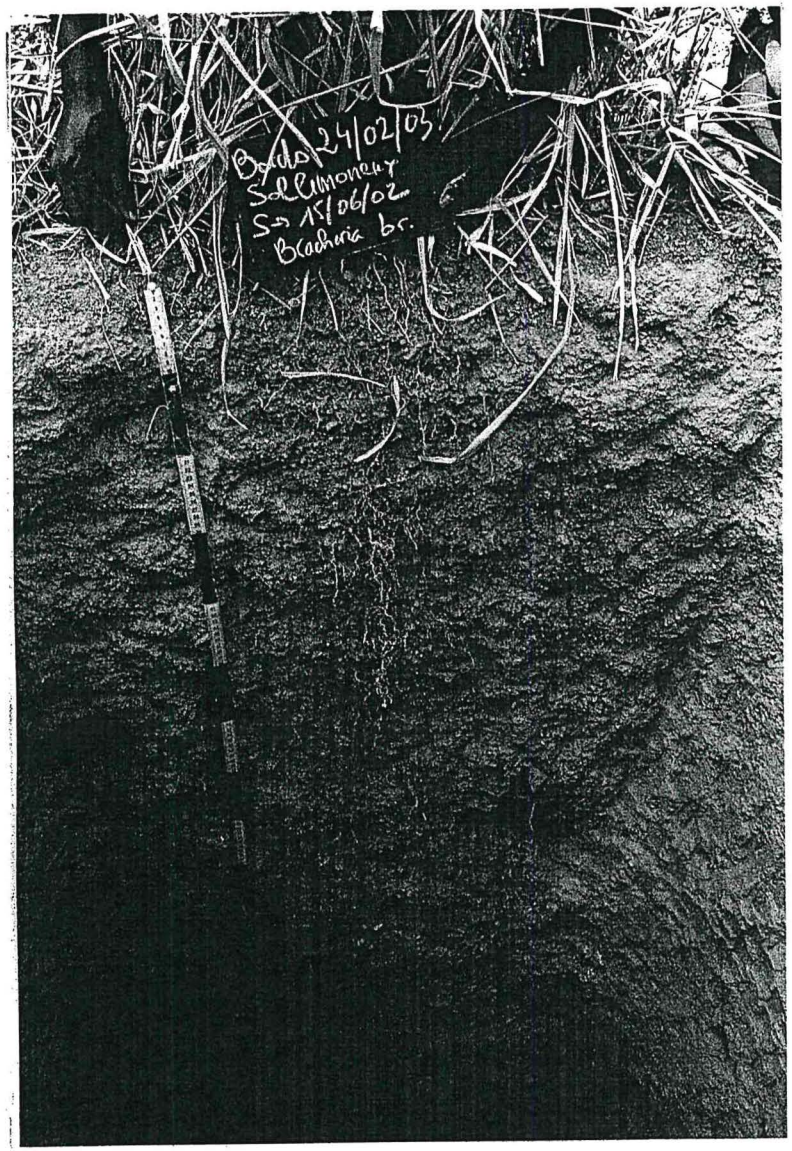


Photo Brachiaria brizantha
profil de gauche
unité pédo : bas-glacis
localisation : haut et intermédiaire

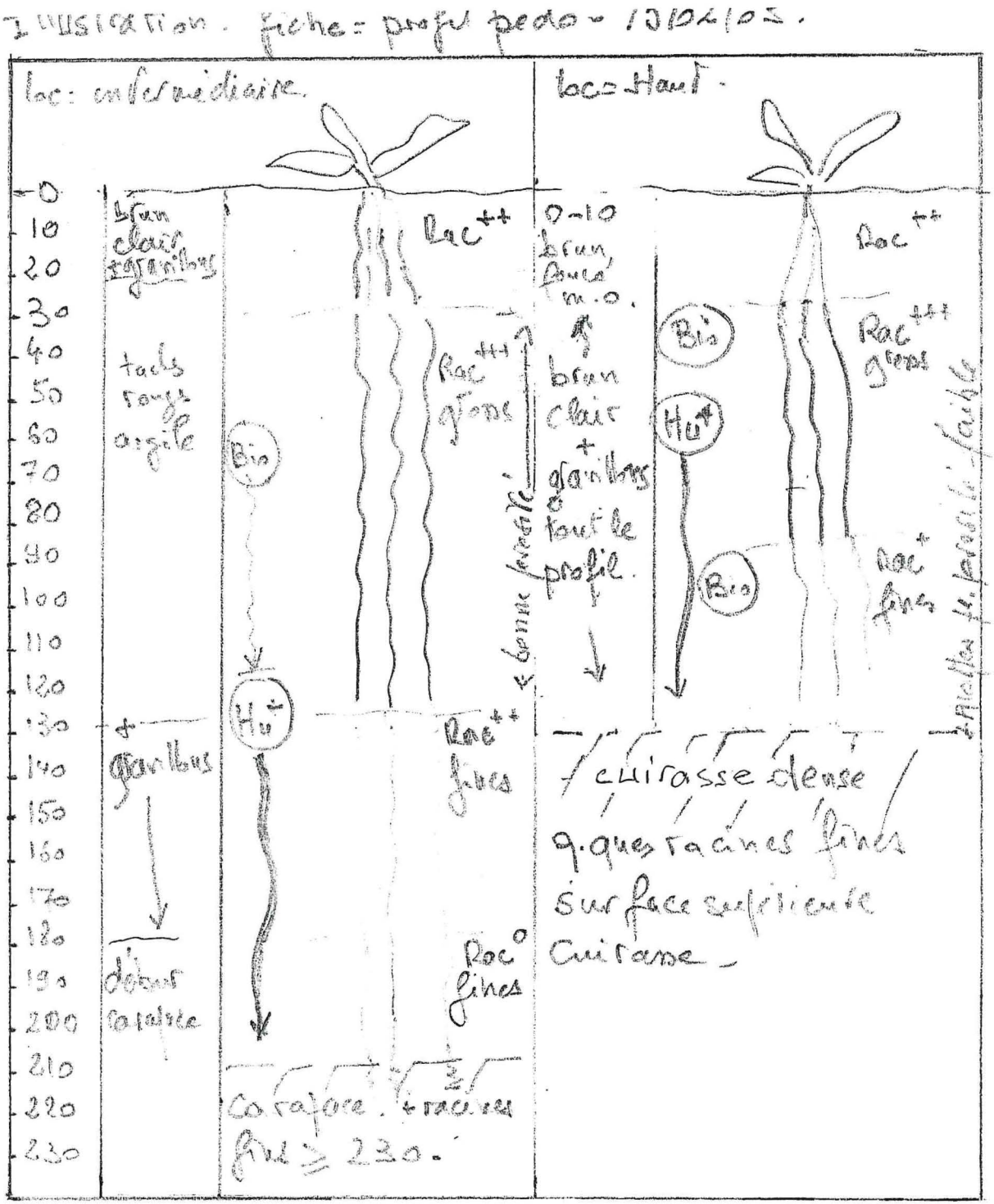


Schéma 1

dans une optique d'adaptabilité aux conditions des milieux naturel, économique et social. Parmi les espèces testées, seules Brachiaria brizantha et Eleusine coracana présentent des avantages appréciables relativement à l'amélioration du sol.
Ainsi, Brachiaria bz. est très bien adapté aux conditions locales, exempt de toute maladie ou attaque. De plus, sa végétation en saison sèche le rend résistant aux feux courants, véritable fléau des zones de savanes sèches. Sa capacité à produire une biomasse importante en toute saison le désigne en priorité dans l'association agriculture-élevage. Son enracinement puissant grâce à sa végétation pérenne lui permet de coloniser tout le profil. Son unique défaut relevé actuellement, réside dans sa faible capacité à produire des semences. L'alternative consiste à le multiplier par bouturage (parc à semences).
L'Eleusine, de cycle court, pourrait convenir en dérobée, dans une culture et fera l'objet des tests en 2003, sa production de biomasse est relativement importante, eu égard à son cycle de culture, bonne production de semences, mais sensible aux feux.
Au niveau du matériel de culture, l'équipe s'est étoffée en expériences par des semis directs en plaines et en coteaux avec différents matériels (roue semeuse à becs, semoir à flasques italien, et le semoir brésilien à coutre tranchant et dent fouisseuse, rouleau piétineur). Actuellement, nous avons retenu (maniabilité) le semoir brésilien pour des tests de semis de précision, condition impérative pour une bonne gestion des mauvaises herbes et de la couverture (l'équipe s'investit dans une meilleure utilisation des herbicides). Le rouleau doit faire l'objet d'amélioration (transport, maniabilité et efficience).
Sous les conditions climatiques de la Haute Guinée, marquée par deux saisons très contrastées (saison des pluies limitée à 5 mois), le calage des cycles SCV-culture a été grandement facilité par la modélisation du bilan hydrique pour lequel l'équipe a acquis une certaine expérience.
Les points faibles concernent l'évaluation des améliorations du sol (analyses physico-chimiques et biologiques) pour lesquelles, l'équipe doit bénéficier d'appuis extérieurs.

Perspectives

L'objectif du présent rapport est de mobiliser l'équipe SCV de Bordo pour le futur "Projet d'Appui à l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée"[30] dans lequel "le semis direct dans des couvertures permanentes" constitue un programme de recherche propre à fédérer les trois centres régionaux de Haute Guinée, Moyenne Guinée et Guinée forestière, confrontés à des problématiques communes relevant du maintien de la fertilité des sols et de la gestion des espaces ruraux : jachère réduite, défriche-brûlis, appropriation foncière et fixation de l'agriculture, enclosure et divagation des animaux. Ce programme de recherche s'inscrit dans le volet "appui à la production de connaissances scientifiques, de mise au point et de diffusion en milieu paysan d'innovations techniques favorables à la durabilité des systèmes de production en remplacement des techniques traditionnelles de défriche-brûlis"[31]. Ces activités font écho à la vision prospective "Guinée 2010" dont la gestion rationnelle

[30] Projet IRAG FSP (version provisoire), mai 2003, Projet d'Appui à l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée, 23 p.
[31] voir note 30

des ressources naturelles s'intègre dans la problématique générale du développement rural en impliquant d'autres domaines.[32]
"Les SCV mises au point par la recherche dans les situations que nous avons présentées[33] n'ont pour le moment que peu d'impact auprès des agriculteurs" relève Isabelle Dounias dans sa conclusion[34] en soulignant que deux types d'obstacles sont à considérer : 1) "l'accès aux herbicides, leur coût et leur maîtrise technique" et 2) "l'importance de l'élevage dont le mode de conduite s'oppose à la conservation des résidus de récolte pendant l'inter culture. Ce dernier point est un obstacle majeur. Pour le reste, il ne faut pas oublier que le semis direct, les rotations et les associations de cultures sont déjà des pratiques bien connues des agriculteurs des zones soudaniennes africaines".

Cependant, la Haute Guinée présente des atouts en faveur des SCV,

1) la pression foncière dans certaines zones au nord (Mandiana, Siguiri) et l'appropriation des terres qui obligent les paysans à clôturer leurs champs et à soustraire ainsi les résidus de culture et les couvertures aux dents des animaux en divagation pendant la saison sèche.

2) la fixation de l'agriculture condamne la pratique des jachères et exacerbe les problèmes relatifs au maintien de la fertilité des sols (au point de vue physico-chimique et biologique).

3) le développement de la culture cotonnière dans un premier temps (1988-2000 a permis aux agriculteurs de se familiariser avec la culture attelée, l'usage des engrais et surtout des produits phytosanitaires, dont les herbicides ; et la crise actuelle (2002-2003) qui remet en cause les crédits de campagne et les conseils techniques (incitation aux semis précoces) et provoque la raréfaction et le renchérissement des engrais et pesticides.

4) un calendrier des travaux chargé en début de saison des pluies et la raréfaction de la main d'œuvre (désherbages) qui forcent à l'utilisation du semis direct et l'usage des herbicides, encore mal maîtrisés. Les SCV doivent permettre une plus grande flexibilité des calendriers, en premier l'étalement des semis, grâce à une meilleure gestion de l'eau, spécialement en début de saison des pluies (mulch).

5) une classe d'agriculteurs relativement aisée (types[35] III et IV) ayant des revenus extra agricoles et intéressés par l'acquisition de nouveaux matériels et l'appropriation de nouvelles techniques au village d'étude de Djimbala

6) des pratiques culturales traditionnelles qui appauvrissent les sols par entraînement des éléments fins du sol (argile et matière organique) par les eaux de ruissellement sur billons et spécialement buttes, et l'impossibilité de maintenir un statut organique du sol par l'apport de fumier et compost (production insuffisante et transport pénible, pas de charrette) plaident en faveur des plantes de couverture produisant une forte biomasse, spécialement au niveau racinaire.

7) l'élevage, omniprésent dans la région et épargne sur pied, a tout à gagner par l'affouragement en saison sèche, pour de meilleurs revenus en début de soudure (augmentation des prix).

---

[32] le foncier, le crédit, les infrastructures rurales, l'hydraulique villageoise, la mécanisation, l'approvisionnement en intrants, la recherche et la vulgarisation. in voir note 38
[33] particulièrement en Afrique de l'Ouest
[34] voir note 19
[35] Doumbouya N'Konou, Camara A., Kaba Salimou et Diallo A.O., CRAB 2000, Monographie du village de Djimbala et typologie des exploitations, 30 p.

8) les sols relativement profonds malgré leur faible fertilité naturelle (gravillonnaires et sablo-limoneux sur moyen et bas glacis), et la présence de cuirasses qui maintiennent une forte humidité (écoulements obliques) permettant la production de matière verte en saison sèche (fourrage) avec des plantes de couverture pérenne à fort enracinement.

A ces atouts technico-économiques, il convient d'ajouter l'amélioration des conditions de vie des paysans par la réduction de la pénibilité du travail, (semis direct et herbicides) et la flexibilité du calendrier des travaux ; une meilleure productivité du travail, et enfin l'attractivité des innovations, pour les jeunes agriculteurs, garante d'une réduction de l'exode rural.

Enfin, l'émergence d'une équipe à l'IRAG ayant vocation sur trois régions naturelles, représentatives des conditions de l'Afrique de l'ouest (savane, altitude et forêt), pour la mise au point et pour le développement des SCV, et les compétences émergeantes au centre de Bordo, à Kankan, sur les aspects de techniques de conduite en culture et d'analyse des conditions édaphiques (bilan hydrique, profil cultural).

J. Bozza, M.Kourouma
Bordo, le 29 mai 2003

ANNEXE

Annexe I

I) le sol

1.1) Analyse des sols et commentaires

Nous présentons les résultats d'analyse effectuée sur le profil n° 6 par M. Brouwers, l'interprétation est donnée ici à titre didactique, et doit être prise avec réserve, les paramètres interagissant entre eux.

localisation : unité morphopédologique : bas-glacis en position intermédiaire

parcelle d'essai ayant reçu des apports importants d'engrais et de graines de coton, ancienne parcelle du PCK (Projet Coton Kankan).

Analyse physique

prof.*	argile %	limons %	sables %	pH eau	pH KCl	mat. org. %	N total %o	C/N
0-19	17.4	34.4	48.1	5.20	4.05	2.36	0.89	15.39
19-40	35.6	35.8	28.6	5.05	4.0	2.28	0.78	16.92
40-90	31.5	31.3	37.1	5.05	3.90	1.26	0.40	18.25

* en cm.

interprétation[36] :

texture : sablo-limoneuse en surface, puis enrichissement en argile dès 20 cm => évacuation des éléments fins en surface par le ruissellement sur les labours et billons.

sol acide, et risque élevé d'acidification : différence > 1 point de pH entre pH eau et pH KCl, d'après M. Brouwers, l'acidité du sol est à rechercher au niveau de l'Aluminium (voir analyse chimique), l'auteur recommande des apports d'amendements calco-magnésiens ou calciques.

stabilité structurale liée à la teneur en matière organique : ici, satisfaisante (> 2% sur sol sableux, 3% sur sol limoneux et > 2,5% en sols ferralitiques, > 4% sol argileux hydromorphe), ici, la stabilité structurale sera qualifiée de bonne[37], l'azote total (N) est un bon indicateur de la fertilité du sol et dépend du pH : plus un sol est acide, plus la teneur en N doit être élevée, pour un pH entre 5 et 5.5, R. Dabin donne

[36] Valeurs caractéristiques de l'analyse des sols, (sols tropicaux) R. Dabin, commenté par G. Aubert note personnelle

[37] l'argile étant un élément structurant (si apport d'amendements).

pH eau	fertilité			
	médiocre	moyenne	bonne	très bonne
5.5	0.3-0.45*	0.45-0.70	0.70-1.3	1.3 et >
5	0.5-0.8	0.8-1.3	1.3-3.0	> 3

* teneur en azote total en ‰ (pour mille)

La fertilité de notre échantillon oscille entre médiocre à moyenne.

Le rapport C/N oscille entre 8 et 10, ici, le rapport reste élevé > 15, et pourrait provenir d'une mauvaise minéralisation (saison sèche prononcée), sol engorgé temporairement, apport excessif de matière organique peu décomposée (graines de coton).

Analyse chimique

	complexe d'échange mesuré en milliéquivalent pour 100 g de sol						
prof cm.	Ca	Mg	K	Al	CEC	saturation %	P Olsen Dabin ppm
0-19	1.46	0.46	0.20	0.12	2.60	0.82	174.79
19-40	0.91	0.51	0.07	1.30	3.40	0.44	157.67
40-90	0.49	0.19	0.09	1.74	3.22	0.25	145.10

la notion de complexe d'échange permet d'évaluer la capacité d'un sol à fournir des éléments pour une culture donnée. (réserves du sol fixées -> réserves libérées ou mobilisées)
la notion d'équivalence (ici milli-équivalents pour 100 g de sol) permet d'apprécier la quantité réellement disponible pour 100 g de sol
la CEC est la capacité d'échange cationique[38] ou pouvoir de retenue du sol grâce à l'argile et la matière organique (bien décomposée) offrant des sites électro-négatifs qu'on peut assimiler à des aimants[39]. Pour les sols tropicaux la CEC est variable et dépend du pH du sol.

l'interprétation .

La CEC reste très faible, mais représentative des sols ferralitiques. Elle dépend du type d'argile et de la valeur du pH. Les engrais doivent être apportés en plusieurs fois (fractionnement) pour éviter le lessivage (pertes, car les engrais sont peu retenus sur le complexe).

Le taux de saturation indique la proportion des bases (Ca-K-Mg et Na) fixées sur le complexe absorbant du sol. Seul, l'horizon de surface est bien saturé, ce qui pourrait s'expliquer : soit par un "compactage du sol", soit par des apports trop faibles. On notera l'augmentation de Al qui va de pair avec une baisse de la saturation, dans ce cas, Al (non pris en compte dans la somme des bases) prend la place des bases (Ca-K-Mg).

[38] on parle aussi du complexe absorbant du sol

[39] les sites électro-négatifs retiennent les éléments positifs ou cations ex : Ca^{++}, K^{+}, mais aussi Al^{+++}

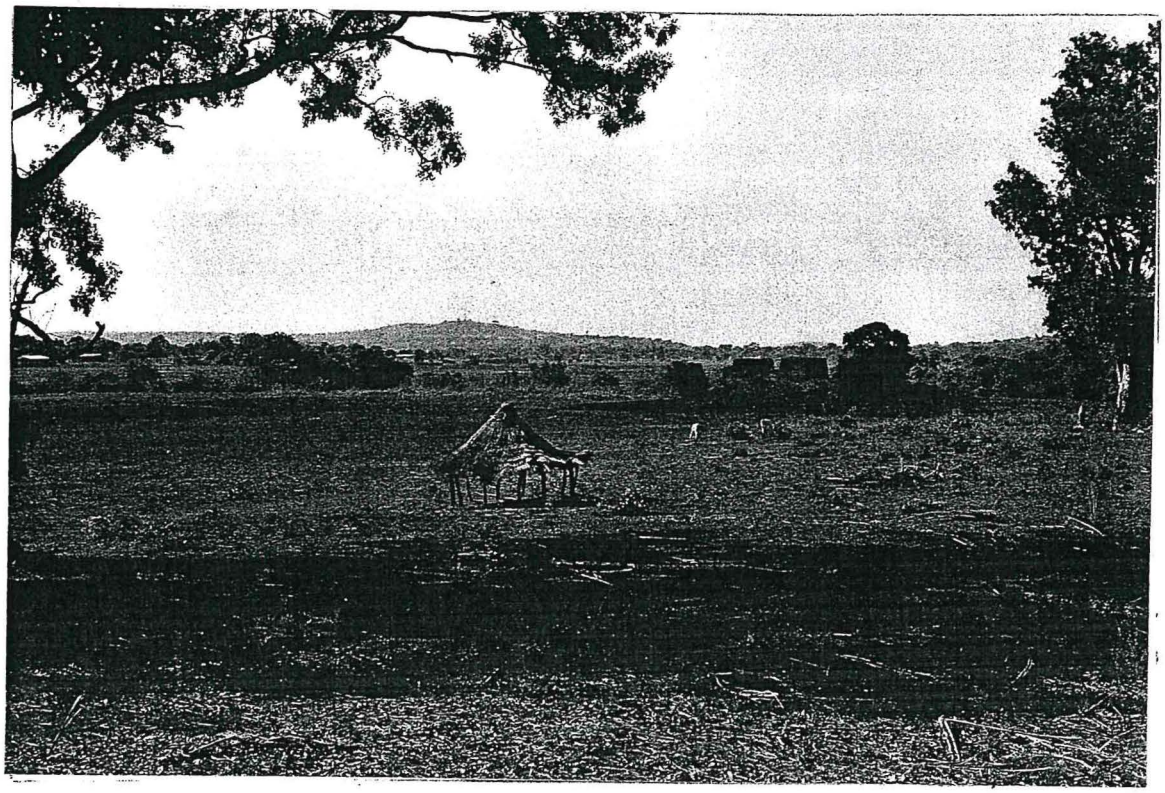


Photo 1

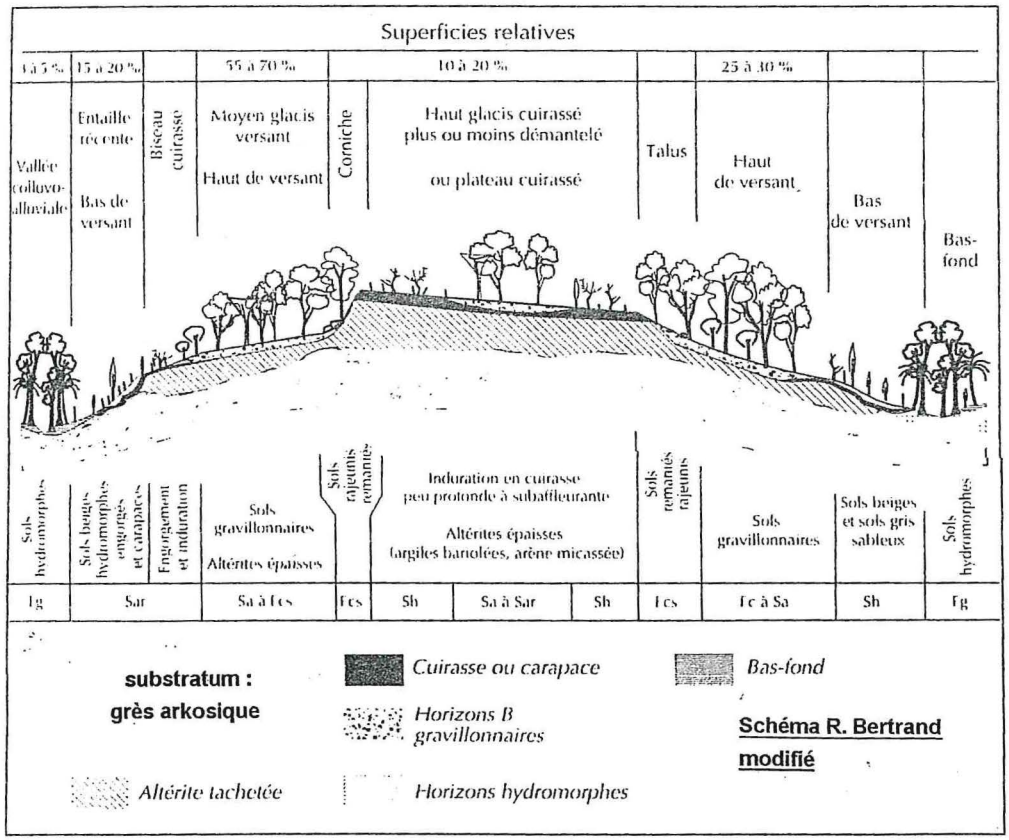


Schéma 2

Coupe schématique d'un interfluve dans un paysage de plateaux cuirassés.
La dissymétrie entre les deux versants n'est pas générale. Le versant de gauche est caractéristique ; le versant de droite préfigure ce que l'on observe dans les paysages du même type où la cuirasse se démantèle.
Fcs : forêt claire soudanienne ; Fg : forêt-galerie ; Sa : savane arborée ; Sar : savane arbustive ; Sh : savane herbeuse.

L'importance de l'Aluminium réside dans la toxicité de cet élément à l'égard des cultures, les racines stoppent leur croissance et limitent l'accès à l'eau pour les plantes. Son action est liée à sa solubilité, elle-même dépend du pH (pH eau <= 5), le rapport Al/CEC est également pris en compte et dépend de la sensibilité des cultures : coton < 10 ; riz, maïs < 35-40 ; thé, manioc, palmier à huile > 50. Les amendements calciques (remontée du pH) et les apports de matière organique (chélation) sont recommandés . L'aluminium est complexé aussi par le phosphore, mais dans ce cas, ce dernier n'est plus accessible aux cultures (rétrogradé)

P Olsen en ppm (partie pour million). Teneur très élevée sur l'ensemble du profil, M. Brouwers avance l'explication due à la migration de l'élément en profondeur. Il propose également 40 ppm (Olsen Dain) en surface comme valeur moyenne

Les bases Ca, Mg et K sont évaluées soit par des rapports relatifs[40], tel Mg/K (normal 2 à 20) dont le déséquilibre peut induire une carence (par blocage de l'élément déficient), ou Ca/Mg (2< Ca/Mg <3), soit par rapport à la CEC , tel K/CEC > 2 normal, 4 : bon.
Brouwers note que K est à la limite de la déficience en surface et bien inférieur en profondeur, il souligne que les sols sont souvent déficients en Mg dans la région. Il préconise un apport de Mg sur coton.

M. Brouwers conclut que les parcelles déficientes en certains éléments et ayant une teneur excessive en phosphore et matière organique ne semblent pas appropriées pour conduire des essais "fertilisation" et amendements calciques dans une optique de développement.

1.2) Morphopédologie et aménagements de terroirs [41]

L'aménagement des terroirs ne peut se faire sans une connaissance du fonctionnement des paysages. L'approche morphopédologique permet d'organiser la diversité apparente des paysages : "les versants des interfluves[42] intertropicaux montrent une organisation topo séquentielle très marquée. Ils présentent un certain nombre de sols en liaison étroite avec le modelé qui déterminent des unités territoriales ordonnées les unes par rapport aux autres et séparés par des ruptures de pente. Ainsi, l'histoire du relief est la même que celles de sols".

En Haute-Guinée, le paysage se présente en marche d'escalier[43] et quatre unités de paysages hérités du Quaternaire ont été recensées : le Haut, le Moyen et le Bas glacis, et la Plaine. Chaque unité est délimitée par des ruptures de pente dues à la présence de cuirasse en surplomb (corniche) ou en blocs (démantèlement), et des ondulations .
Le Haut glacis (470 m) n'est présent que sous forme de buttes témoins, le Moyen glacis, aux sols gravillonnaires, s'indurent peu à peu vers l'aval, d'abord en carapace profonde, puis, superficielle. La limite avec le Bas glacis est marquée par un ressaut de cuirasse, appelé aussi biseau cuirassé (voir schéma 2) . Le Bas glacis, formé en dernier, constitue la dernière entaille qui parfois est encore active, son raccordement

[40] unités exprimées en milliéquivalent pour 100g de sol.
[41] large emprunts à Bertrand R. voir note 43
[42] l'interfluve couvre l'ensemble du territoire limité par des rivières. correspond à une colline
[43] Bertrand R. , 1998, Du Sahel à la forêt tropicale : Clés de lecture des sols dans les paysages ouest-africains, CIRAD, Repères, 272 p.

Photo 2

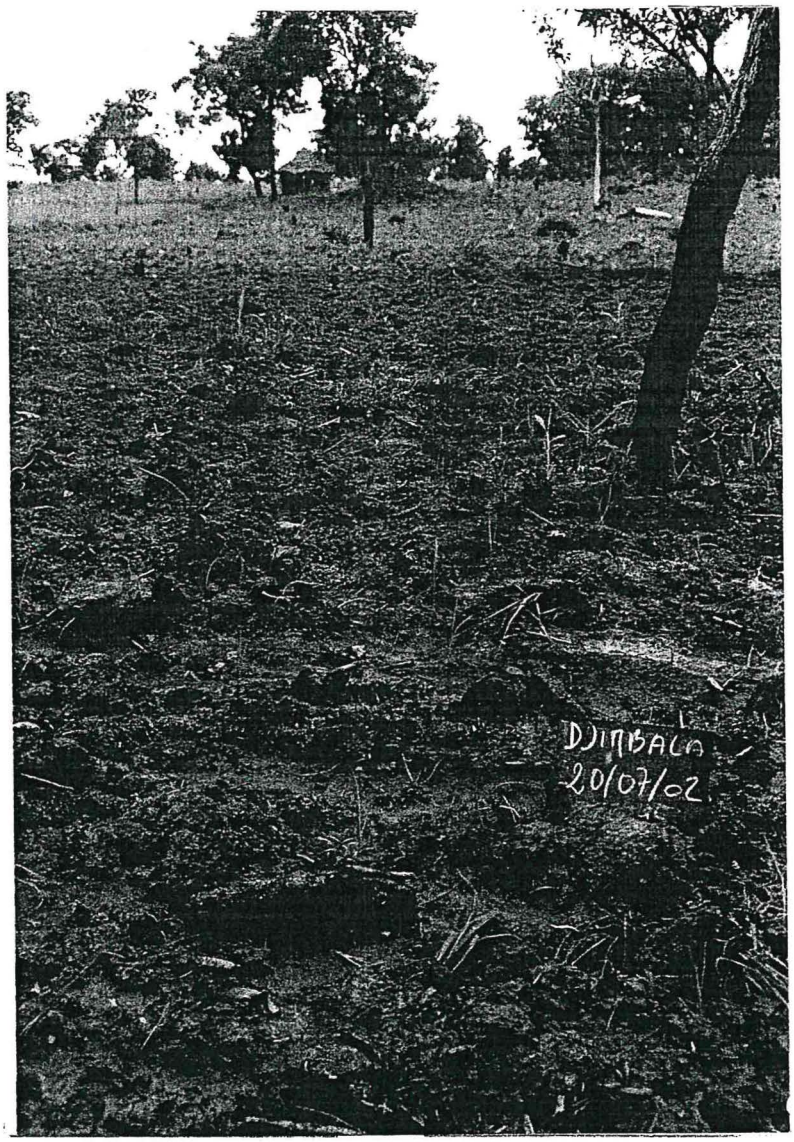


Photo 3

à la Plaine est souvent marqué par une ondulation convexo-concave avec présence d'une cuirasse. Chaque niveau correspondrait à une surface d'aplanissement qui aurait ensuite été entaillée, et dans laquelle se serait emboîtée la surface d'aplanissement plus récente. La genèse de chaque surface est supposée correspondre à une période de forte instabilité morphopédologique".

Le domaine agricole est réduit aux espaces non cuirassés et aux terres à cuirasse profonde. La mise en culture (perte de matière organique par minéralisation) et les techniques traditionnelles sur buttes et billons (départ des éléments fins) accroissent l'instabilité structurale des sols : croûtes, imperméabilisation, et chute des rendements.

A chaque unité de paysage, on peut associer des contraintes de mise en valeur[44] :

A Kankan, le Haut glacis n'est représenté que par quelques buttes témoins (alt. 470 m) comme celle de Kankan Koura (antenne relais voir photo 1).

Au niveau de la station de Bordo, la transition entre le Moyen et le Bas glacis peut s'observer au niveau des habitations de l'ENAE[45] par la présence d'une corniche cuirassée en surplomb d'un mètre

Le Moyen glacis recouvre deux sous ensembles, les *bowés* et les sols gravillonnaires. Les bowés[46] sur lesquels les sols sont peu profonds à squelettiques reposant sur une cuirasse fortement cimentée, quasiment imperméable avec engorgement temporaire en saison des pluies, végétation à Aristida et absence d'arbres et arbustes. Les sols gravillonnaires portent de grands arbres (savane arborée) et présentent une charge importante en gravillons sur l'ensemble du profil avec passage progressif d'horizons brun (humifère) en surface à rouge (argile) en profondeur, présence observée de racines jusqu'à 90 cm. : sol à faible fertilité naturelle (faible capacité en eau et en éléments), mais sans problèmes particuliers : amélioration par recharge en matière organique sur l'ensemble du profil.

Le Bas glacis présente une transition progressive entre le moyen glacis et la plaine : les gravillons, localisés en surface, font place progressivement à des sols limoneux, battants (voir photos 2 et 3), les horizons s'enrichissent en argile avec la profondeur (voir annexe 1). La principale caractéristique des sols de cette unité réside dans la présence de cuirasses ou de carapaces en formation, à profondeur variable (de 50 cm à 230 cm de profondeur sur les profils observés), avec risque d'engorgement temporaire par nappe perchée. Cependant, la présence de ces cuirasses et carapaces peuvent "alimenter" des cultures à bon enracinement pendant une partie de la saison sèche (écoulement oblique)

La Plaine (alt 360 m), au niveau de la station est représentée par des rizières aménagées, limitées par une digue de ceinture. La texture est argilo limoneuse à argileuse en profondeur, à porosité très forte jusqu'à 125 cm. Les sols sont hydromorphes (tâches brun vif). La forte porosité des sols et la proximité du fleuve Milo entraînent un rabattement rapide de la nappe lors de la décrue du fleuve

---

[44] larges emprunts au rapport de Brouwers M. mentionné en note 5
[45] Ecole nationale d'agriculture et d'Elevage
[46] dénomination empruntée au Foula

Photo 4

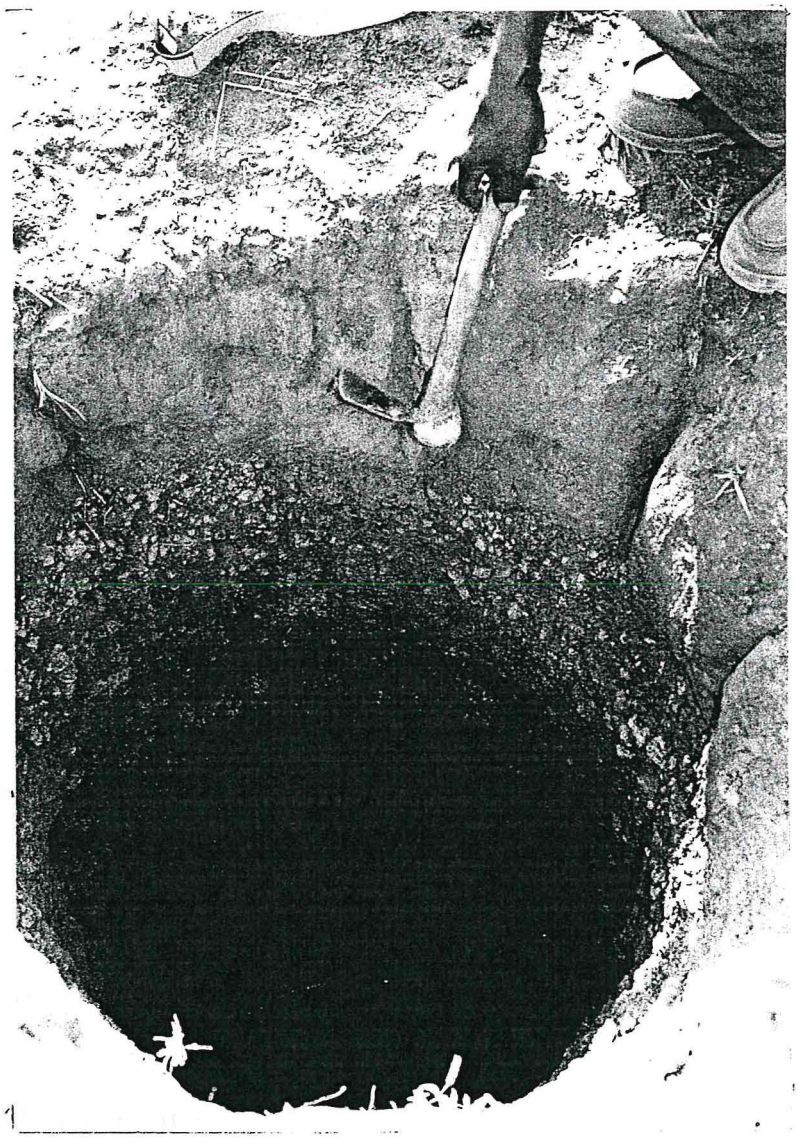


Photo 5

Dans son compte rendu de mission, M. Brouwers, souligne la non représentativité de la station en ce qui concerne les principales unités morphopédologiques de la région.

A Djimbala, au niveau du village d'étude, et pour les alentours, l'unité prépondérante est représentée par le Bas glacis : "on peut observer ici et là, en haut des croupes gravillonnaires, le rebord cuirassé du Moyen glacis"[47].

Le paysage se présente sous forme d'un relief mollement ondulé (interfluves séparés par des plaines) : les hauts de collines aux sols rouges (croupes gravillonnaires) sont séparés par des bas-fonds ou vallons, ces derniers font partie du Bas glacis. "Le passage à la plaine se fait sous la forme d'un court versant nettement convexo-concave"[48], une ligne de sourcins marque cette transition en saison des pluies.

En Plaine, les sols sont argilo limoneux (à limoneux) (voir photo 4) à perméabilité très élevée. La plaine constitue l'axe de drainage principal du paysage auquel se raccordent les bas-fonds à la jonction desquels, on observe la présence d'une cuirasse de nappe (nappe perchée), si la cuirasse est alvéolaire comme c'est le cas à Djimbala (voir photo 5), l'inondation de la plaine est directement tributaire des fluctuations de la nappe et l'arrivée de la crue peut être reliée ici à la pluviométrie locale[49]. En fin de saison des pluies, la proximité du lit mineur rabat la nappe et assèche rapidement l'horizon racinaire peu profond, souvent limono-sableux.

Le Bas glacis regroupe quatre sous ensembles :

i) la partie sommitale convexe (croupe) très gravillonnaire, avec présence de blocs de cuirasse démantelée (transition avec le rebord en cuirasse du Moyen glacis), sol profond à faible fertilité naturelle, parfois présence de cuirasse à faible profondeur ;

ii) le bas de croupe très gravillonnaire (profondeur observée 60 cm), avec enrichissement progressif en argile avec la profondeur : sable limoneux, limon sableux, limon argileux à argile limoneuse : risque d'érosion hydrique (départ des particules fines) spécialement en culture sur buttes et billons ;

iii) le court glacis de raccordement au fond du bas-fond : "végétation de type bowal et sol hydromorphe pouvant être très gravillonnaire, cuirasse à partir de 5 à 50 cm"[50];

iv) le fond du bas-fond : en tête du bas-fond, présence de bowal, en surface sol sablo-limoneux, s'enrichissant en argile en profondeur, la présence de cuirasse à faible profondeur est marquée par des termitières champignons, sol à vocation exclusivement rizicole

Annexe II

Paramètres du bilan hydrique

La modélisation du bilan hydrique peut se concevoir sous forme de deux compartiments, un compartiment atmosphère et un compartiment sol, la culture fait le

[47] voir note 5
[48] voir note 5
[49] Kaba S., mai 2003, Modélisation des risques de crue et itinéraires techniques simplifiés dans la plaine de la Djessé; IRAG Bordo 11 p. + photos et graphiques
[50] voir note 5

Annexe II

Paramètres du bilan hydrique (logiciel Sarrabil)

Culture		maïs			Eleusine coracana		
Cycle		90 jours			100 jours		
vitesse de croissance racinaire	phase	1	2	3	1	2	3
	mm par jour	8	15	0	10	25	0
	nb de jours par phase	15	45	30	20	50	30
profondeur Max. du sol		2 m					
réserve utile du sol		130 mm par m. de sol					
profondeur Max. racinaire du		(8x15)+(15x45)+(0x30) = **795 mm**			(10x20)+(25x50)+(0x30) = **1450 mm**		
Réserve utile Max. pour		0.795 m x 130 mm/m. = **103 mm**			1.450m x 130 mm/m. = **188.5 mm**		

Décades de culture	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coef. culturaux maïs	0.4	0.4	0.6	0.8	1.2	1.2	1.1	1.0	0.8	0.7
Coef; culturaux Eleusine seule	0.4	0.6	0.6	0.8	1.0	1.0	1.2	1.2	0.8	0.7
Coef; culturaux Eleusine en dérobée	0.6	0.7	0.8	1.0	1.2	1.2	1.2	1.2	0.9	0.8

Les données météorologiques; Pluviométrie, Températures moyennes, Humidités moyennes, Durée d'insolation et vitesse du vent ont été mises gracieusement à notre disposition par le service de la météorologie nationale de Bordo Kankan, par Mr Sayon Condé, pour le calcul du bilan hydrique

lien entre les deux, pompant l'eau du sol pour satisfaire la demande évaporative du climat.
Cette demande est matérialisée dans le premier compartiment et dépend exclusivement des conditions atmosphériques regroupées sous la notion d'ETP (évapo-transpiration Potentielle) calculée à partir de la vitesse du vent, la température moyenne, l'humidité moyenne et le nombre d'heures d'insolation. Cette demande est modulée par le stade de croissance de la plante (coefficients culturaux ou kc) : ETM[51] = kc x ETP
La réserve utile (évaluée par l'analyse de sol) et la profondeur maximum du sol délimitent le compartiment sol, l'excès d'eau est perdu sous forme de drainage ou de trop plein : engorgement du sol dans le cas d'une limitation de la profondeur due à un horizon imperméable (cuirasse par exemple). La vitesse de croissance racinaire (par phase) définit l'accès de la culture à l'eau dans le compartiment sol. Une fonction (Eagelman) permet de corréler l'humidité du sol exploré par les racines à la capacité d"évapotranspiration de la culture ou d'évaporation du sol en surface (sol nu): c'est l'ETR ou l'évapotranspiration réelle. La fluctuation du rapport ETR/ETM permet de suivre tout au long du cycle de la culture les périodes de satisfaction ou de stress de celle-ci : plus la rapport est faible, plus le stress est fort ; certaines phases sont plus sensibles, en particulier l'initiation paniculaire et la floraison .

Le tableau ci contre regroupe l'ensemble des paramètres utilisés dans la simulation du bilan hydrique.
On notera la modification apportée aux coefficients culturaux de l'Eleusine en dérobée dans le maïs, pour simuler la compétition avec le maïs (mieux développé), nous avons retenu le coefficient le plus fort (des deux cultures) pour chaque décade. Pour les cultures en dérobée dans ou après le maïs, la réserve en eau du sol en début de simulation (stock initial) correspond à celui laissé par le maïs à la date de semis de l'Eleusine.

Annexe III

Description des profils racinaires et clé d'interprétation.

Voir les fiches présentées ci dessous.

%

[51] Evapotranspiration maximale

Profil cultural simplifié SCV en fin de culture (fin de saison des pluies) Date : ___/___/___/ Nom du descripteur : _____ n° fiche ____ /

Village : _____/ localisation du champ dans la toposéquence : _____ / borne : ___ m ___ / X ___m / ___ / GPS ___/___/___/ N ; ___/___/___/ O

nom de l'exploitant : _____ préparation du sol :date __/__/__/ : *main, attelage, tracteur* / X sol : *sec, humide* / autre _____

Nb d'années en culture continue après défriche ou longue jachère > 5ans : _____ ; Culture : _____/ Précédent : Pr. -2 : _____/ Pr. -1 : _____

prof cm	contrastes/obstacles (1)	culture/ pivot/ racine(2)	humi dité (3)	Aspect des mottes (4) en place (5)	sous-structure (6)	Porosité des mottes (7)	Charge en gravillons (8)	Présence biotique (9)	n° prélève ment sol
surf.									
10									
20									
40									
60									
80									
100									
120									
140									
160									

Le profil sera rectangulaire 1 m face à la culture X 0.80 X 1 m de profondeur . puis on peut approfondir à la tarière préciser description à la tarière

Profondeur de la cuirasse sondée à la tarière (< ou égale à 4 m) _____

Explications :

1 Rafraîchissement du profil au couteau et localiser les contrastes/obstacles : couleurs du sol (matière organique : noire, gris, marron, clair) et (constituants minéraux : rouge, jaune, blanc) / Odeurs / Obstacles : couche tassée (semelle) grosses pierres, filons de quartz, grosses racines d'arbre, carapace, cuirasse.

2 Dégager les **racines de la culture** et décrire le cheminement et la localisation des plus profondes : noter les changements de forme droite -> courbée -> pliée, poilue, plate, en pinceau (toxicité),

3 Humidité du sol à la main ; **sec** : la terre fine "coule" dans les doigts ; **frais** : sensation de fraîcheur en soufflant sur la terre (évaporation). **Hu^{+}** : la terre fine s'agglomère en serrant ; **Hu^{++}** : la terre fine salit les doigts

4 On essaie de dégager des grosses mottes avec le piochon voir guide

5 Il est très difficile de dégager des mottes et en tapant avec le manche, le sol rend un son mat-> **Structure massive** / les grosses mottes se dégagent facilement -> **structure compacte**

Les autres structures ne sont pas envisagées ici (lamellaire, schisteuse, liées au dépôt dans les plaines)

6 Quand la structure est compacte ou massive : en frappant avec le piochon (énergie pour évaluer les forces de cohésion):, il est possible d'apprécier la forme des éléments qui composent la motte en la brisant dans la main Sous-structure :

- terre fine + "petits pois, œuf de pigeon," -> S/structure grumeleuse (grumeaux) : **S/st Grum**.
- terre fine + "cubes anguleux (bord marqué par la frappe du piochon) -> S/structure polyédrique : **S/st Poly.** (force de cohésion élevée)

7 On reprend les mottes en place (5) et on regarde à la loupe s'il y a des trous : très petits : micro porosité, plus gros : macro porosité noter le type micro ou macro et l'importance exemple : **mi^{-}** ou **mi^{+}** / **Ma^{-}** ou **Ma^{+}**

8 Noter la présence de gravillons en nombre important et la variation dans le profil (important pour la réserve en eau du sol)

9 Noter la présence des racines les plus profondes de la culture (?) et des racines vivantes d'autres plantes ou mortes, la présence de nids (trous) d'insectes et d'insectes (vers, termites) et d'animaux fouisseurs

Clé d'interprétation des observations du profil

Observations	Bon >----------	Dégradation du sol ---------->	Mauvais
(1) Contrastes	rouge, noir en surface,		couleur bleue, verte, Odeur (oeuf pourri
(2) racine	racine poilue (sol soufflé) racine non tordue, émet des racines secondaires	racine horizontale (couche durcie) racine tordue, sans radicelles	racines en pinceau, aplatie,
(4) mottes	les mottes se détachent facilement (fentes préexistantes), sous structure à éléments r émoussés (ronds)	en cassant la motte, les éléments (sous-structure) ne sont pas émoussés, mais anguleux, (La porosité se referme)	aspect massif (béton), très difficile à casser
(7) porosité	macro porosité (anciennes racines ou passage d'insectes et animaux, micro porosité importante	intermédiaire	pas de macro porosité, micro porosité faible à nulle
(9) vie du sol	racines, insectes et nids		aucune présence (toxicité, asphyxie)
pH eau			toxicité pH < 5,2 (varie en fonction de la culture)
pH eau - pH Kcl			différence > 1= complexe désaturé, prise en masse (pas de cations)
Double anneau	Référentiel à établir		

Test biologique : Cultures en pots de "végétation" des horizons (couches) différentiées avec du maïs

Test du double anneau : permet une comparaison globale entre différents sols (référentiel pour la zone), amélioration dans le temps , à établir avant toute intervention (fiche de mesures)

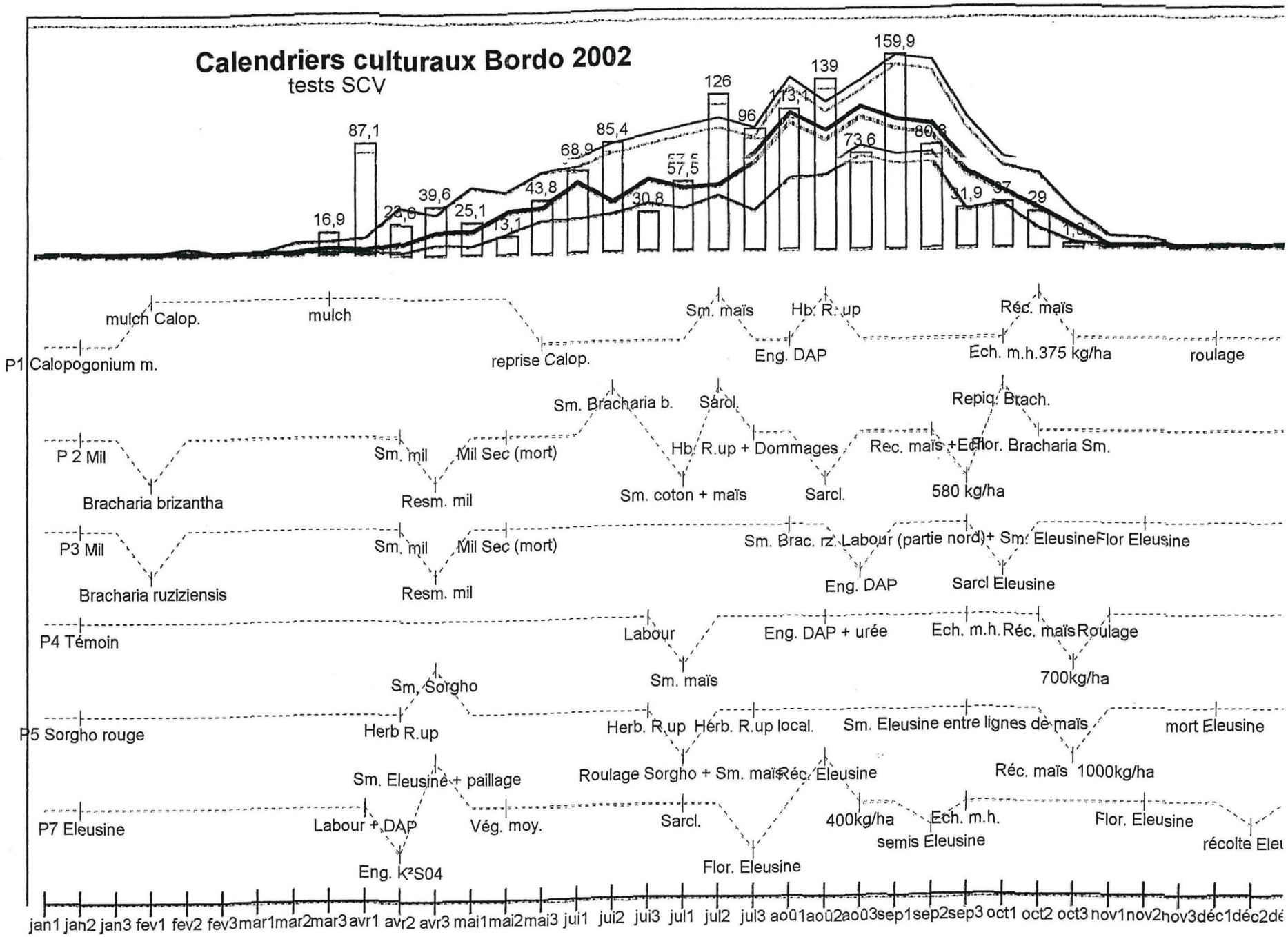
Bilan hydrique : données climatiques journalières :
Calcul de l'ETP : Température moyenne, Insolation, Humidité moyenne, Vitesse du vent (m/s)
Pluviométrie

Profondeur de sol utile : profondeur de la cuirasse ou couche très dégradée, sans racines
Réserve Utile Maximum : sur prélèvements de sol : 3 jours de ressuyage après test du double anneau.

Calibrage du bilan hydrique sur humidité du sol : prélèvements à la tarière et mesures d'humidité.
Densité apparente sur mottes (description du profil)
Sommation des humidités dans le profil = Réserve en eau du sol calculée par SARRA pour la profondeur du sol retenue

Bibliographie

Rollin D., septembre 2002, mission réalisée du 30 juin au 13 juillet 2002, Appui aux travaux conduits sur les systèmes avec semis direct et couvert végétal en Haute-Guinée et Guinée forestière, Cirad-Ca, 30 p + diaporama
Forest F., 8-12 mars 2001, mission d'appui auprès du CRA Bordo Perspectives-Orientations nouvelles : "Appui aux Recherches Agronomiques sur les systèmes de culture" Cirad-Ca-MAE 42 p.
Lechevalier M.A., Podlejski A., fév. 2003, Contribution à l'étude des dynamiques agraires de Haute Guinée et à l'analyse des conditions d'intensification de ses plaines alluviales CNEARC/IRAG 140 p + annexes et
Béavogui F., Thèse en étude rurale, rédaction en cours, Dynamique agraire et perspectives d'occupation et d'intensification des plaines alluviales UTM/IRAG 260 p.
Brouwers M. avril 2000, Expertise et formation en agro et morpho pédologie appliquée à la recherche développement dans la Haute Guinée Cirad Ca, 14 pages + annexes : C.R. de mission du 13 au 25 mars 2000
Malaval C., décembre 2001, Etude des contraintes de gestion de l'enherbement en riziculture inondée et pluviale dans le village de Djimbala en haute-Guinée ENITA de Bordeaux, 32 p. annexes.
Marnotte P., Formation auprès de l'IRAG 28 mai-10 juin 2001, Rapport de mission en Guinée 36 p.
Marnotte P., année 2001, Formation CIRAD: La gestion de l'enherbement et l'emploi des herbicides dans les systèmes de culture en zone soudano-sahélienne en Afrique de l'Ouest et du centre CIRAD Ca GEC, 61 p.
Azontode A.H., Feller C., Ganry F., Remy J.C., juin 1998, Le mucuna et la restauration des propriétés d'un sol ferrallitique au sud du Bénin. Agriculture et développement, n° 18, p ; 55 à 62
Béavogui F, Doumbouya N'k., Camara A., jan 1999, rapport de campagne 1997, CRAB/IRAG, 17 p.
Oularé A., CRAB, nov. 2001, rapport de stage jeune chercheur, : Techniques d'installation et de gestion des plantes de couverture 11 p.
Dounias I., janvier 2001, Cirad-Ca, CNEARC, Synthèse bibliographique, Systèmes de culture à bas de couverture végétale et semis direct en zones tropicales, 119 p.
Baron C., Perez P., Maraux F., octobre 1996, Logiciel de simulation SARRAMET et SARRABIL Cirad Ca, U.R. "Gestion de l'eau"
Brouwers M., avril 2001, Caractéristiques d'un sol cultivé en coton à la station de Bordo Kankan, Guinée, Implications agronomiques . C.R. d'étude réalisée dans le cadre des recherches sur le logiciel COTONS Cirad-Ca, 19 p.
Bozza J., Kourouma M., avril 2003, Les activités de recherche du volet "agro-écologie" relevant de la compétence de la station de Bordo (Haute-Guinée), 11 p.
Projet IRAG FSP (version provisoire), mai 2003, Projet d'Appui à l'Institut de Recherche Agronomique de Guinée, 23 p.
Doumbouya N'Konou, Camara A., Kaba Salimou et Diallo A.O., CRAB 2000, Monographie du village de Djimbala et typologie des exploitations, 30 p.
Bertrand R. , 1998, Du Sahel à la forêt tropicale : Clés de lecture des sols dans les paysages ouest-africains, CIRAD, Repères, 272 p.
Kaba S., mai 2003, Modélisation des risques de crue et itinéraires techniques simplifiés dans la plaine de la Djessé; IRAG Bordo 11 p. + photos et graphiques


Calendriers culturaux Bordo 2002
tests SCV
16,9
87,1
23,6
39,6
25,1
13,1
43,8
68,9
85,4
30,8
57,5
126
96
113,1
139
73,6
159,9
80,3
31,9
37
29
1,8
P1 Calopogonium m.
mulch Calop.
mulch
reprise Calop.
Sm. maïs
Hb. R.up
Eng. DAP
Réc. maïs
Ech. m.h.375 kg/ha
roulage
P 2 Mil
Bracharia brizantha
Sm. mil
Mil Sec (mort)
Resm. mil
Sm. Bracharia b.
Sarcl.
Hb. R.up + Dommages
Sm. coton + maïs
Sarcl.
Repiq. Brach.
Rec. maïs +Ech
Flor. Bracharia Sm.
580 kg/ha
P3 Mil
Bracharia ruziziensis
Sm. mil
Mil Sec (mort)
Resm. mil
Sm. Brac. rz.
Labour (partie nord)
Eng. DAP
Sm. Eleusine
Sarcl Eleusine
Flor Eleusine
P4 Témoin
Labour
Sm. maïs
Eng. DAP + urée
Ech. m.h.
Réc. maïs
Roulage
700kg/ha
P5 Sorgho rouge
Sm. Sorgho
Herb R.up
Herb. R.up
Herb. R.up local.
Sm. Eleusine entre lignes de maïs
mort Eleusine
P7 Eleusine
Sm. Eleusine + paillage
Labour + DAP
Eng. K²S04
Vég. moy.
Roulage Sorgho + Sm. maïs
Sarcl.
Réc. Eleusine
Flor. Eleusine
400kg/ha
semis Eleusine
Ech. m.h.
Réc. maïs 1000kg/ha
Flor. Eleusine
récolte Eleu
jan1 jan2 jan3 fev1 fev2 fev3 mar1 mar2 mar3 avr1 avr2 avr3 mai1 mai2 mai3 jui1 jui2 jui3 jul1 jul2 jul3 aoû1 aoû2 aoû3 sep1 sep2 sep3 oct1 oct2 oct3 nov1 nov2 nov3 déc1 déc2 dé

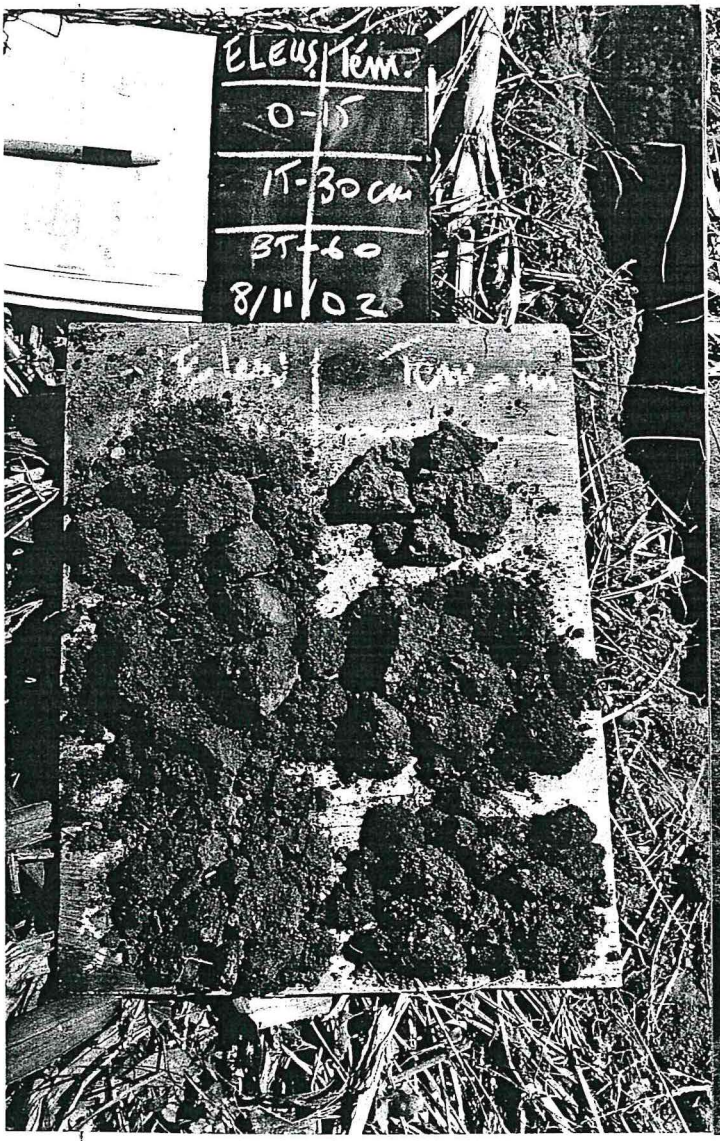
SCVCAL.wb1

Sols

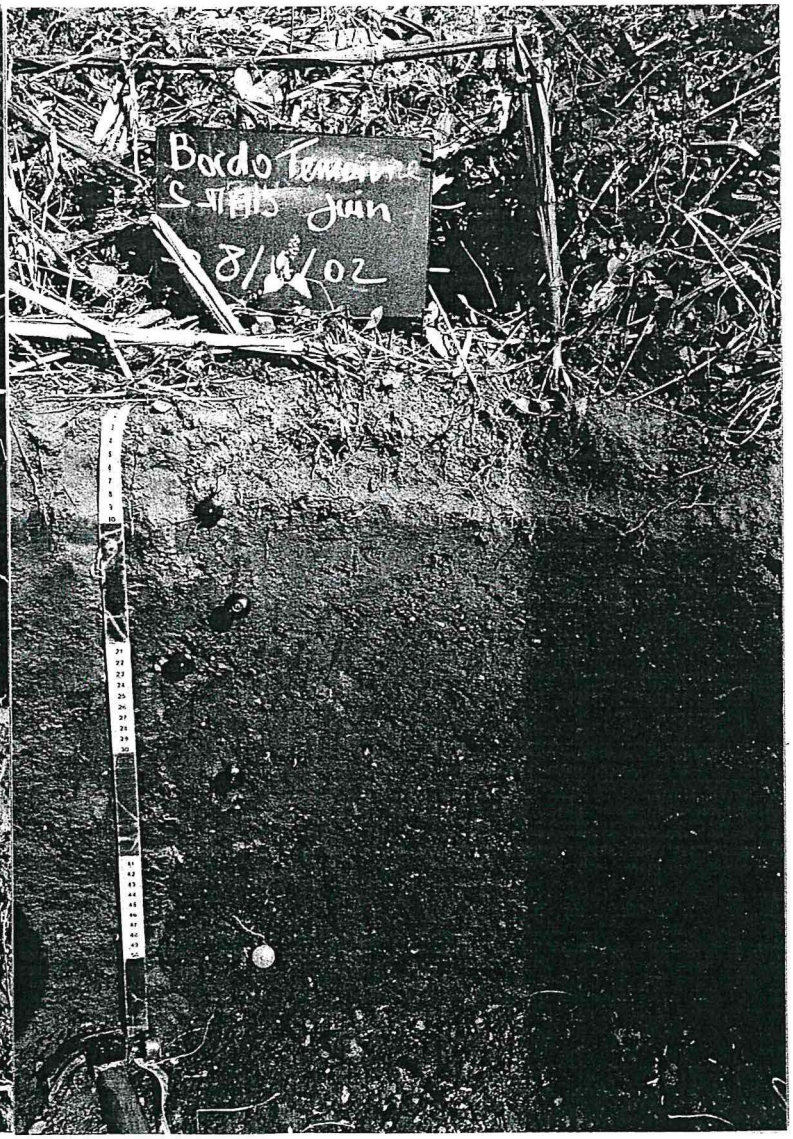
Croupe gravillonnaire

sol squelettique départ des éléments fins

Observations des mottes sur profil



Profil cultural



Couvertures végétales

Eleusine

Brachiaria bz (récolte)

Brachiaria bz (Compétition maïs)

Matériels de semis

semoir coutre (fabrication brésilienne marque : Werner)

semoir à flasques (fabrication italienne)