

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

**INSTITUT
DES SCIENCES DE LA NATURE**

**INSTITUT
DU DEVELOPPEMENT RURAL**

- Comité Interafricain d'Etude
Hydraulique (CIEH)
- Centre Régional de Promotion
Agropastorale (CRPA) du Centre
Nord - **Kaya**
- Programme P.E.D.I (Programmation
et Exécution du Développement
Intégré)

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Présenté en vue de l'obtention du
DIPLOME D'INGENIEUR DU DEVELOPPEMENT RURAL

OPTION : AGRONOMIE

Thème :

***EVALUATION TECHNIQUE D'UN AMENAGEMENT
ANTIEROSIF SUR MICRO-BASSINS VERSANTS***

Année Universitaire
1989-1990

Présenté par :
KABORE Rasmané

S O M M A I R E

Pages

Avant propos	
Introduction générale	1

PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

<u>Chapitre 1</u> : Généralité sur la Région du Centre-Nord	4
<u>Chapitre 2</u> : Présentation du village de Namsiguia	4
<u>Chapitre 3</u> : Présentation des bassins versants de l'Etude..	5
3.1 Situation et historique	5
3.2 Description et objectifs de l'aménagement antiérosif...	8
3.2.1 Description	8
3.2.2 Objectifs de l'aménagement	10

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

<u>Chapitre 1</u> : Pluviométrie et Intensités pluviométriques ...	12
1.1 La pluviométrie	12
1.2 Intensités et variations d'intensités pluviométriques..	12
<u>Chapitre 2</u> : Entretiens avec les paysans	12
<u>Chapitre 3</u> : Choix des parcelles d'expérimentation	13
3.1 Les critères de choix	13
3.1.1 Les critères hydrologiques	13
3.1.2 Les critères agronomiques	13
3.1.3 Les problèmes rencontrés	14
<u>Chapitre 4</u> : Le dispositif expérimental	15
4.1 Le dispositif principal	15
4.2 Le dispositif secondaire	15
<u>Chapitre 5</u> : Caractérisation du sol et évaluation quantitative de l'érosion	16
5.1 Théorie	16
5.2 Caractérisation parcellaire des sols	17
5.2.1 Description texturale	17
5.2.2 Caractérisation par les manifestations biologiques ..	17
5.3 Erosion et ruissellement dans les champs cultivés	18
5.3.1 Les observations faites pendant et après les pluies..	18
5.3.2 La variation de la hauteur du sol	18

<u>Chapitre 6</u> : Evaluation de l'humidité du sol	19
<u>Chapitre 7</u> : Exécution des travaux culturaux	22
7.1 Choix du matériel végétal	22
7.2 Description de l'itinéraire cultural	22
<u>Chapitre 8</u> : Croissance, stades de développement et rendements des cultures	23
8.1 Mesures biométriques et observation sur les phases de développement	23
8.2 Quantification de la production	24
 <u>TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET INTERPRETATIONS</u>	
<u>Chapitre 1</u> : Analyse des données climatiques et observations sur la campagne agricole à Namsiguia ...	26
1.1 Analyse agro-climatique et phytosanitaire de la saison pluvieuse 1988 à Namsiguia	26
1.1.1 Généralités	26
1.1.2 Cas des bassins versants de l'étude	26
1.2 Analyse des intensités pluviométriques	27
1.3 Analyse pluviosité-écoulement et coefficients de ruissellement	29
1.3.1 Définitions	29
1.3.2 Analyse pluviosité-écoulement	31
1.3.3 Analyse comparative des coefficients de ruissellement dans les 2 bassins	31
1.3.4 Conclusion	32
<u>Chapitre 2</u> : Les informations recueillies auprès des paysans	34
2.1 Pratiques culturelles et historique de l'érosion	34
2.2 Avantages et inconvénients de l'aménagement	35
2.3 Conclusion au chapitre 2	37
<u>Chapitre 3</u> : Caractérisation du sol et évaluation quantitative de l'érosion	37
3.1 Caractérisation parcellaire du sol	37
3.1.1 Description texturale	37
3.1.2 Interprétation des manifestations biologiques	39
3.1.3 Analyse de la vulnérabilité des sols parcellaires à l'érosion hydrique	39
3.1.4 Conclusion	40
3.2 Impact de l'aménagement sur l'érosion et le ruissellement dans les champs de cultures	40
3.2.1 Les observations faites pendant et après les pluies..	40
3.2.2 Variation de la hauteur du sol	41
3.2.3 Autres résultats	44
3.3 Conclusion au chapitre 3	44

Chapitre 4 : Impact de l'aménagement sur l'humidité du sol.	45
4.1 Méthodes d'analyse des résultats	45
4.2 Impact des différents composants de l'aménagement sur l'humidité des sols sableux	45
4.2.1 L'humidité du sol à 10 cm de profondeur	45
4.2.2 L'humidité du sol à 40 cm de profondeur	48
4.2.3 L'humidité du sol à 70 cm de profondeur	49
4.2.4 Analyse humidité su sol-cycle de développement du mil	50
4.2.5 Conclusion sur l'effet de l'aménagement sur l'humidité des sols sableux	50
4.3 Impact de l'aménagement sur l'humidité des sols gravillonnaires	51
4.4 Impact de la distance au thalweg sur l'humidité des sols sableux	51
4.5 Analyse comparative de l'humidité des sols sableux entre l'amont, le milieu et l'aval dans les parcelles C3, D1, D3 et E	55
4.6 Conclusion (sur chapitre 4)	56
Chapitre 5 : Effet de l'aménagement sur la croissance végétative des plantes et sur quelques composantes du rendement	57
5.1 Appréciation de la levée des plantules	57
5.2 Croissance en longueur des tiges et des racines	58
5.2.1 Croissance en longueur des tiges	58
5.2.2 Croissance en longueur des racines	58
5.3 Les phases de développement et les composantes du rendement	63
5.3.1 Les débuts des phases de développement	63
5.3.2 Analyse du tallage et de quelques composantes du rendement	63
5.3.3 Conclusion	65
5.4 Analyse du nombre de feuilles vertes à la récolte	65
Chapitre 6 : Impact de l'aménagement sur les rendements en grains des cultures	66
6.1 Rendements parcellaires et analyse de variances.....	66
6.1.1 Les rendements parcellaires.....	66
6.1.2 L'analyse de variance.....	67
6.1.3 Récapitulatif des résultats sur les rendements en grains par site et par variété.....	69
6.2 Analyse et interprétation des résultats.....	69
6.2.1 Au niveau des sites (interprétation des résultats statistiques).....	69
6.2.2 Augmentation de rendements provoquée par l'aménagement.....	71
6.2.3 Interprétation des résultats au niveau des blocs.....	71
6.2.4 Interprétation des résultats au niveau des variétés..	72
6.3 Les rendements en grains sur sol gravillonnaire.....	74

6.4 Rendements en amont et en aval d'un cordon pierreux dans la parcelle E.....	74
6.5 Conclusion au chapitre 6.....	74
<u>Chapitre 7</u> : Impact de l'aménagement sur la production de paille des cultures.....	76
7.1 Rendements parcellaires et analyse de variances.....	76
7.1.1 Rendements parcellaires.....	76
7.1.2 Analyse de variances.....	78
7.1.3 Récapitulatif des résultats.....	79
7.2 Analyse et interprétation des résultats.....	79
7.2.1 Au niveau des sites.....	79
7.2.2 Au niveau des blocs.....	80
7.2.3 Au niveau des variétés.....	80
7.3 Rendements en paille sur sol gravillonnaire.....	81
7.4 Rendements en paille en amont et en aval d'un cordon pierreux dans la parcelle E.....	82
7.5 Conclusion au chapitre 7.....	82
<u>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS SUR LE VOLET "EVALUATION" DE L'ETUDE</u>	83
<u>QUATRIEME PARTIE : PROPOSITIONS GLOBALES DE MESURES D'ACCOMPAGNEMENT</u>	
<u>Chapitre 1</u> : Théorie.....	86
<u>Chapitre 2</u> : Les méthodes bioculturelles.....	87
2.1 La plantation de <u>Acacia albida</u>	87
2.2 La rotation culturale.....	87
2.3 Les cultures associées.....	88
2.4 Le paillage ou "Mulching".....	89
2.5 Les fumures organiques et minérales.....	91
2.5.1 Apport de fumier et de compost.....	91
2.5.2 La fumure minérale.....	91
2.6 Le travail du sol et le type de semis.....	92
2.7 La lutte contre les ennemis de cultures.....	93
2.8 Le choix des espèces et des variétés.....	94
2.9 Les contraintes socio-culturelles et organisationnelles	94
2.10 Conclusion à la quatrième partie.....	94
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	96

AVANT PROPOS

Le présent mémoire que l'auteur a rédigé dans un état de santé médiocre est le fruit de la première année d'une recherche menée en milieu paysan.

Le volet "évaluation" de l'étude a été traité en collaboration avec un étudiant Neerlandais en Génie Rural, responsable de la partie "Hydrologie" dont les résultats ne figurent ici que sous forme de référence.

Aux personnes physiques et morales qui nous ont aidé dans cette oeuvre de recherche, nous devons la plus grande dette de reconnaissance ; ce sont :

- Le CRPA du Centre-Nord (Kaya) et plus précisément le projet PEDI pour son concours logistique et technique.
- Le CIEH (Ouagadougou) par l'intermédiaire de Mr. J. VLAAR qui nous a suivi, guidé et encouragé.
- Les Professeurs Gohier Michel et Somé Soligo Jean Arsène du département Agronomie de l'ISN/IDR.
- Le Camarade Thiombiano Lamourdia du Bureau National des Sols.
- Mon collaborateur AD. Van Del Engel Etudiant Neerlandais en Génie Rural.
- Les habitants du village de Namsiguia pour leur hospitalité et leur collaboration.

INTRODUCTION GENERALE

«Quelle qu'en soit la cause, il est clair que l'érosion du sol est l'un des problèmes les plus urgents du monde» (Cret, 1950). Une quarantaine d'années après sa publication, cette affirmation mérite encore de nos jours qu'on la clame très haut surtout dans les Pays du Sahel. Cela semble avoir été compris à en croire le responsable du projet Agro-forestier au Yatenga (Ouédraogo M.) qui affirmait en 1988 que : «il est aujourd'hui évident que la lutte antiérosive ainsi que la protection de l'environnement par une meilleure gestion des eaux, constituent le tremplin de toutes les activités de production touchant le secteur agricole au Burkina Faso et dans les Pays du Sahel».

En effet, au Burkina Faso et plus précisément dans sa partie Nord, des pluies insuffisantes mais intensives et mal réparties dans le temps, tombent sur des sols pauvres et fragiles. Il s'enclenche les phénomènes de ruissellement et d'érosion, diminuant la capacité productive des sols et rendant précaire la nutrition hydrique des plantes cultivées.

La pression démographique et celle du cheptel ainsi que des pratiques agricoles souvent sans souci de conservation du binôme sol-eau, contribuent à grandir le danger érosion. Dans cette nouvelle agro-biocénose où les rendements des cultures sont en baisse, deux types de solutions sont adoptées par les paysans :

- L'émigration ou la désertion du terroir pour exploiter des terres encore fertiles et mieux arrosées plus à l'Ouest du pays (érosion destructrice de civilisation par fuite de la population - FAO, 1983).
- La prise de mesure de lutte contre l'érosion et le ruissellement et pour l'infiltration, sur conseils et guides des "Kobnaaba" ou Agronomes.

Dans le village de Namsiguia (dans la Région du Centre Nord), les deux bassins versants voisins des quartiers Tibtenga et Yaadin, constitués d'impluviums peu perméables et de champs cultivés, sont le théâtre d'importants ruissellements des eaux de pluies. Cela constitue une sévère menace pour leurs sols sableux vulnérables à l'érosion hydrique ainsi que des "eau et terre en fuite" (Chleq et Dupriez, 1986) au détriment des plantes cultivées. Afin de freiner le ruissellement érosif et de favoriser l'infiltration, les paysans ont effectué en saison sèche 1988, dans l'un des bassins, un aménagement composé de diguette d'épandage, de traitements de ravines, et de cordons pierreux.

L'étude que nous avons menée en saison pluvieuse 1988 vise prioritairement l'évaluation quantitative de l'impact de l'aménagement sur :

- Le ruissellement
- L'érosion et la sédimentation
- La dynamique de l'eau dans le sol
- La croissance végétative et les rendements des cultures.

Le volet secondaire de l'étude porte sur des propositions globales de méthodes culturales à joindre à l'aménagement pour l'obtention de meilleures productions.

Ainsi, le présent mémoire s'organise comme suit :

- Première partie : Présentation du Milieu d'étude
- Deuxième partie : Matériel et méthodes utilisés au cours de l'évaluation
- Troisième partie : Résultats et interprétation
- Quatrième partie : Propositions globales de mesures d'accompagnement.

PREMIERE PARTIE : PRESENTATION DU MILIEU D'ETUDE

CHAPITRE 1 - GENERALITES SUR LA REGION DU CENTRE-NORD

La région du Centre Nord du Burkina Faso appartient à la zone climatique soudano-sahélienne ; les pluies, intensives et mal réparties dans le temps y connaissent des quantités annuelles variant de 500 à 800 mm. Le relief y est dominé par des chaînes montagneuses tandis que la végétation naturelle varie de la savane arbustive à la savane herbeuse. Les sols, généralement ferrugineux et peu profonds connaissent une érosion tant géogène qu'anthropogène ; cela induit l'effondrement des productions agricoles et l'insatisfaction des besoins alimentaires pour une population humaine et pour un cheptel denses en croissance.

CHAPITRE 2 - PRESENTATION DU VILLAGE DE NAMSIGUIA

Situé à 20 km au Nord-Ouest de Kaya (Chef lieu de la province du Sanmatenga), le village de Namsiguia est caractérisé par :

- Une pluviométrie moyenne annuelle de 497 mm (moyenne des 5 dernières années).
- Des sols généralement ferrugineux, souvent bruns eutrophes, soumis aux érosions pluviale et éolienne.
- Une agriculture essentiellement vivrière entravée par la fuite du binôme sol-eau.
- Une population émigrante par insuffisance alimentaire (décroissance de la population de 38% entre 1975 et 1985 d'après Hottinga 1988).

Cette conjonction de caractéristiques physico-biologiques défavorables pose le problème de survie de la population et fait de la lutte contre l'érosion et pour l'infiltration une nécessité prioritaire dans le village.

CHAPITRE 3 - PRESENTATION DES BASSINS VERSANTS DE L'ETUDE

3.1 SITUATION ET HISTORIQUE

Dans le village de Namsiguia ont été repérés deux bassins versants voisins aux caractéristiques physiques quasi identiques, dans lesquels se trouvent les quartiers Tibtenga et Yaadin installés au piémont. Le tableau 1 résume les données géométriques des deux bassins tandis que le tableau 2 en donne la caractérisation des sols.

La figure 1 représente la carte des sols dans les deux bassins.

La figure 2 quant à elle décrit schématiquement les bassins versants, l'aménagement et le dispositif expérimental.

"On appelle bassin versant une zone dans laquelle les eaux de pluies s'écoulent vers une même voie de drainage ou nappe d'eau" (FAO, 1983 et Agromisa 1985).

Les bassins versants de Namsiguia en forme d'entonnoir sont circonscrits en amont par une mini chaîne collineuse latéritique qui constitue une zone de réception des eaux de pluie ou impluvium.

Les eaux de pluie dévalent avec violence des collines, provoquant une sérieuse érosion de ravinement (ravins de plus d'un mètre de profondeur) pour donner naissance aux thalwegs centraux des deux bassins. Outre l'érosion splash (détachement et rebondissement des particules de sol provoqués par l'énergie cinétique des gouttes de pluies) et l'érosion en nappe (ruissellement diffus diminuant insensiblement l'épaisseur de la couche superficielle du sol), on note la présence dans chaque bassin de nombreuses rigoles (creux du sol provoqués par l'écoulement des eaux concentrées sur les accidents de terrain) latérales par lesquelles l'eau ruisselle vers le thalweg central.

Les conséquences de ces différents types d'érosions sont :

- Le départ de la couche arable du sol enrichi en matière organique ménagère.
- Un temps de séjour très court des eaux de pluie dans les champs, hypothéquant la nutrition hydrique des plantes cultivées.
- Une diminution des surfaces cultivables par suite du ravinement et de la latérisation du sol.
- Un déracinement spectaculaire des plantes (surtout en début de saison).

Toutes ces conséquences sont à l'origine d'un effondrement très sensible de la production agricole (les rendements en mil sont estimés à moins de 400 kg/ha - informations recueillies auprès des paysans).

Les solutions adoptées au niveau paysan se résument à un alignement de pierres perpendiculairement à la direction du ruissellement et à une plantation éparce de Andropogon gayanus dans les champs cultivés.

L'érosion a ainsi sévi pendant plus d'une vingtaine d'années avant que le CRPA/PEDI ne propose aux paysans un aménagement anti-érosif dans l'un des bassins versants.

Tableau 1 : Données géométriques des deux bassins versants de l'expérimentation à Namsiquia

(Source : Hottinga, 1988)

	Bassin témoin	Bassin aménagé
Superficie totale	43,3 ha	43,7 ha
Superficie impluvium	28,0 ha	23,0 ha
Superficie glacis inférieur	15,3 ha	20,7 ha
pente moyenne	3,6 %	3,1 %
périmètre	3,5 km	3,6 km
pente glacis inférieur	1,2 %	1,1 %

Fig. 1 : carte des sols dans les deux bassins versants

(Source : Hottinga, 1988)

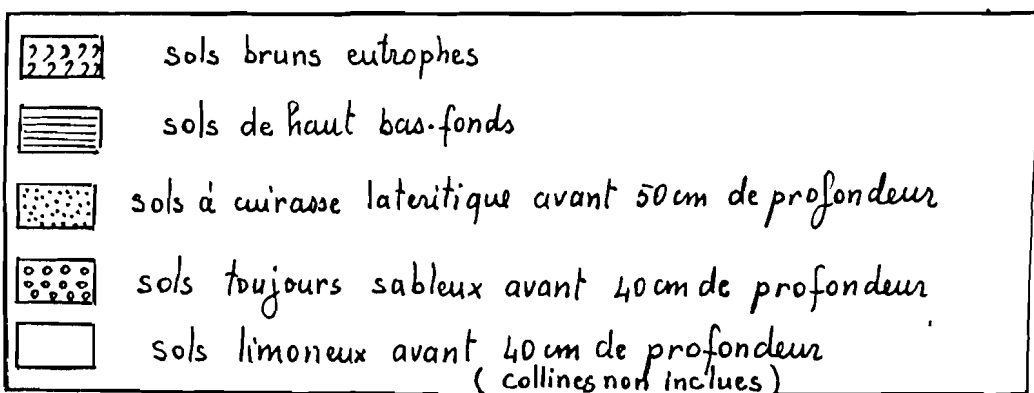
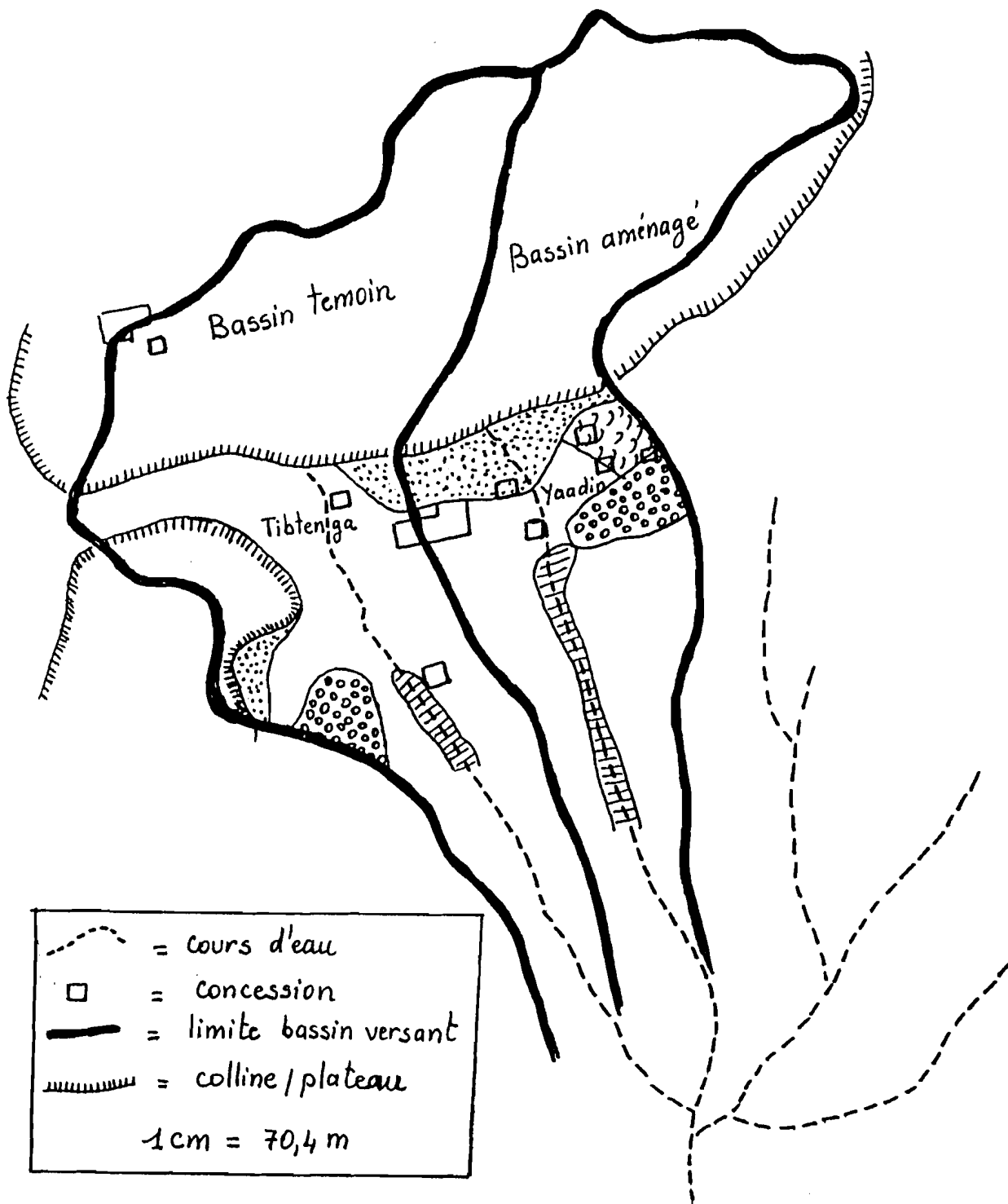


Tableau 2 : Caractérisation des sols dans les deux bassins

(Source : Hottinga, 1988)

Classes de sol	Caractérisation	
Sols bruns eutrophes	développé sur schistes argileux, taux de matière organique bas, pH voisin de 7, CEC relativement haute bonne saturation en bases, texture limono-sableuse ou argilo sableuse, fertilité acceptable	
Sols ferrugineux tropicaux peu lessivés	- excédant de sesquioxyde de fer - distinction claire entre les horizons A et B avec horizon B plus foncée	Sols de haut bas-fonds se trouvent le long des cours d'eau, texture sableuse en surface et sablo-limoneuse en profondeur.
	- légèrement acide, - CEC basse - mauvaise saturation en bases - texture sableuse ou sablo-limoneuse - mauvaise fertilité naturelle.	Sols de Binsiga, couche sableuse d'origine éolienne. On distingue : - Les sols à cuirasse latéritique "Zengedega" avant 50 cm de profondeur - Sols limoneux avant 40 cm de profondeur - Sols toujours sableux avant 40 cm de profondeur.

3.2 DESCRIPTION ET OBJECTIFS DE L'AMENAGEMENT ANTIEROSIF

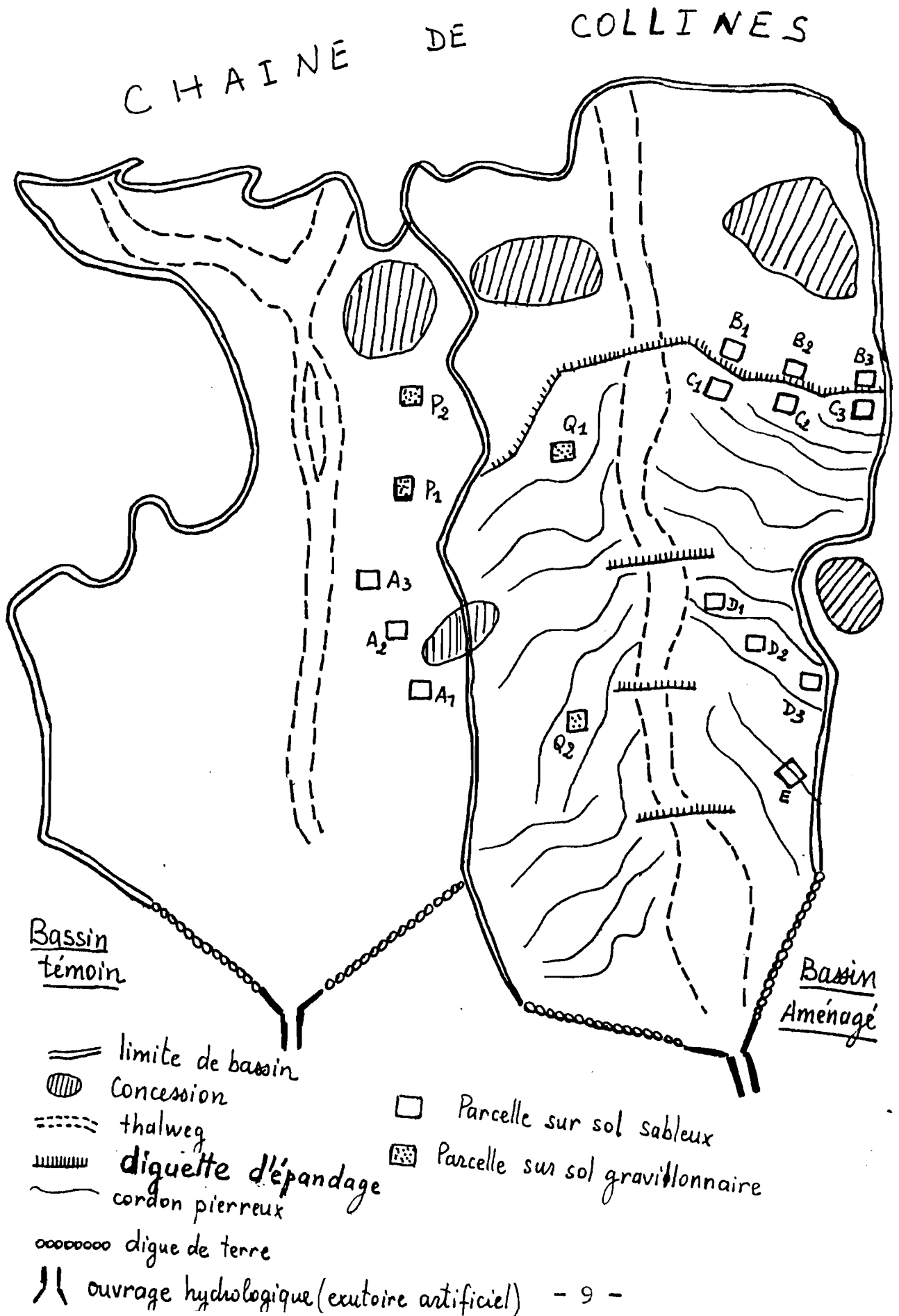
3.2.1 Description (confère figure 2)

Exécuté par la communauté des paysans encadrés par le CRPA et le PEDI pendant la saison sèche 1988, l'aménagement couvre une superficie de 13,1 ha et n'intéresse qu'un seul bassin. Il comprend une diguette d'épandage, des traitements de ravines et des cordons pierreux tous construits à l'aide de blocs latéritiques de dimensions variables.

La diguette d'épandage

Longue de 480 m, la diguette d'épandage est le premier composant de l'aménagement, de l'amont vers l'aval du bassin. Large de 0,60 m, sa hauteur varie de 0,50 m à 2 m (au niveau du cours d'eau). La diguette est construite à 40 m en aval des concessions et ne suit pas exactement une courbe de niveau ; elle présente cependant une pente descendante de 0,1 %. Au niveau du cours d'eau où est construit le déversoir principal (2 m de large et 30 cm de haut), la diguette est renforcée par du gabion.

Fig. 2 : description schématique des bassins versants, de l'aménagement et du dispositif expérimental



Les traitements de ravines

Ce sont des diguettes semblables à la diguette d'épandage, mais construites perpendiculairement au thalweg central. Le premier traitement de ravine est la diguette d'épandage elle-même. Trois autres sont espacés entre eux de 80 m de l'amont vers l'aval du bassin. Ils sont haut de 0,80 m au-dessus du lit du thalweg et de 0,30 m dans les champs cultivés. La largeur de leur crête est de 0,50 m.

Les cordons pierreux

Ce sont des superpositions de pierres le long des courbes de niveau, ayant une largeur maximale de 30 cm et une hauteur ne dépassant guère 15 cm. Les pierres basales sont fixées dans des trous pour permettre la stabilité du cordon. Les cordons pierreux, inombrables, se suivent avec une dénivellation de 30 cm correspondant à des écartements variant entre 5 à 40 m.

3.2.2 Objectifs de l'aménagement

L'aménagement mis en place vise :

- pour la diguette d'épandage, un premier épandage des eaux de pluies venues de l'impluvium (plateau) au profit des champs cultivés ;
- pour les traitements de ravines, une réduction de l'érosion dans le thalweg et dans les champs de cultures ;
- pour les cordons pierreux, un épandage final des eaux de ruissellement et une réduction de l'érosion dans les rigoles.

En outre les trois composants de l'aménagement sont tous des obstacles filtrants dont le rôle est de freiner la vitesse du ruissellement en amont et de laisser filtrer l'eau en aval à travers les pierres. Cela a pour conséquences :

- une diminution de l'érosivité de l'eau de ruissellement ;
- une sédimentation en amont des particules arrachées au sol ;
- une augmentation du temps de séjour de l'eau donc une meilleure infiltration.

Oeuvre à vocation agricole, l'aménagement vise la préservation et la réhabilitation des sols ainsi que l'amélioration de l'alimentation hydrique des plantes cultivées pour un accroissement de la production.

DEUXIEME PARTIE : MATERIEL ET METHODES

CHAPITRE 1 : PLUVIOMETRIE ET INTENSITES PLUVIOMETRIQUES

1.1 La pluviométrie

Pour la mesure de la pluviométrie, 3 pluviomètres ont été installés à des endroits différents dans la zone de partage des deux bassins (colline, milieu, exutoire).

La pluviométrie est enregistrée après chaque pluie.

1.2 Intensités et variations d'intensités pluviométriques

Données très importantes en matière d'érosion (CTFT, 1968 et Roose, 1981). Ces intensités n'ont pas été précisément mesurées à défaut de pluviographe. Seulement les intensités de quelques averses ont été manuellement mesurées : on enregistre pendant la pluie, la pluviométrie par intervalle de temps.

CHAPITRE 2 : ENTRETIENS AVEC LES PAYSANS

L'entretien avec les paysans tient son importance des raisons suivantes :

- La connaissance de l'historique de l'érosion afin d'évaluer l'efficacité de l'aménagement au cours de la première saison de son exécution.
- Bénéficiaire des avantages de l'aménagement, le paysan détient ses propres indicateurs d'efficacité de celui-ci.
- La nécessité de connaître les pratiques culturelles locales en vue de faire des propositions de méthodes bioculturelles d'accompagnement.

Les différents entretiens se sont déroulés tout au long de la saison pluvieuse soit en prenant individuellement les paysans (dans leurs champs ou le soir à la maison), soit collectivement (après les travaux culturels exécutés sur les parcelles d'expérimentation).

CHAPITRE 3 : LE CHOIX DES PARCELLES D'EXPERIMENTATION

3.1 Les critères de choix

Le choix du dispositif et des parcelles a été essentiellement fonction du but que l'on s'était assigné à savoir quantifier la variation de rendements inhérent au rôle conservateur d'eau et de sol de l'aménagement. Ce choix a donc tenu compte de critères hydrologiques, agronomiques et de problèmes spécifiques rencontrés sur le terrain.

3.1.1 Les critères hydrologiques

- La partie Ouest du thalweg du bassin normalement témoin a été aménagée (en cordons pierreux) par certains paysans et il fallait éviter d'y choisir des parcelles.
- La disponibilité de l'eau dans une parcelle est positivement corrélée avec sa proximité du thalweg central (le temps de séjour de l'eau est plus élevé à côté du thalweg). Des parcelles devaient donc être prises suivant le gradient hydrique.
- Pour montrer les effets locaux des différents composants de l'aménagement, un nombre plus élevé de parcelles a été choisi dans le bassin aménagé par rapport au bassin témoin.
- Les parcelles ne devant pas être sous l'influence de l'effet de stockage d'eau dû aux ouvrages de mesures hydrologiques, aucune parcelle n'a été prise à proximité des exutoires des bassins.

3.1.2 Les critères agronomiques

- Le sol

Les deux bassins versants présentent çà et là des types de sol différents (sol à affleurement latéritique, sol gravillonnaire peu profond, sol sableux mis en culture). De plus chaque champ connaît un passe cultural et une fumure organique spécifiques.

Une analyse physico-chimique précise était donc nécessaire pour garantir une quasi-homogénéité édaphique entre parcelles à comparer. Cela n'a pu être fait pour des contraintes temporelles et surtout financières. Seulement un choix des parcelles basé sur l'appréciation visuelle de l'aspect extérieur du sol a été fait. Un premier groupe de parcelles a été choisi sur sol sableux, le second groupe sur sol gravillonnaire peu profond. Nous demeurons conscients que derrière ses appellations se masquent des différences de comportement physico-chimiques et biologiques entre parcelles au sein d'un même type de sol.

- Les parcelles n'ont guère été choisies dans des champs ayant reçus un épandage de fumier au cours de la saison sèche précédente.

- La plupart des champs paysans portaient des plantules d'espèces différentes (mil, sorgho, maïs, arachide, voandzou etc.) à des densités et des temps de semis différents (les plantules avaient en général 2 semaines d'âge). Il était donc nécessaire de

supprimer les facteurs d'hétérogénéité que sont la diversité des espèces, de temps et de densité de semis ; les plantules devaient être donc détruites dans les endroits choisis pour les parcelles, afin de reprendre des semis isochrone d'une même espèce. Le paysan restant réticent à la destruction des plantules de sorgho (parce que très luxuriantes), les parcelles ne devaient pas être prises dans les champs de sorgho.

- Il était nécessaire de garantir une quasi-identité topographique entre parcelles ; nous nous sommes contentés d'une appréciation visuelle.

- Il fallait supprimer l'effet ombrage en évitant de prendre les parcelles à proximité d'un arbre.

- Il fallait éviter de choisir les parcelles dans les champs laissés en jachère et envahis par des adventices.

3.1.3 Les problèmes rencontrés

Ils étaient de trois ordres :

- La destruction des plantules de plus de deux semaines d'âge, mal conçue par les paysans.
- La suppression de l'aménagement partiel du bassin témoin paraissait injuste aux yeux des paysans auteurs.
- Le choix de parcelles dans le champ d'une paysanne mentalement anormale pourrait avoir une suite malencontreuse.

La résolution des deux premiers problèmes a consisté à réunir tous les habitants des deux quartiers, à expliquer et réexpliquer le but de la recherche, la nécessité de supprimer l'aménagement du bassin témoin et d'accepter la destruction des plantules (les récoltes des parcelles devant être retournées aux propriétaires des champs). Après une houleuse et astucieuse discussion notre doléance fut acceptée mais l'aménagement partiel n'a été supprimé que 20 jours plus tard.

Quant au troisième problème, sa résolution a consisté à déplacer les parcelles lorsque celles-ci devaient coïncider avec le champ de l'intéressée.

CHAPITRE 4 : LE DISPOSITIF EXPERIMENTAL (confère fig. 2)

4.1 Le dispositif principal (sur sol sableux)

Le dispositif expérimental principal utilisé est le suivant :

- Split-plot
- 4 sites ou traitements principaux composés de :
 - . bassin témoin (T)
 - . amont de la diguette d'épandage (AMD)
 - . aval de la diguette d'épandage (AVD)
 - . entre cordons pierreux (CP).
- 3 grandes parcelles dans chaque site, prises à différentes distances des thalwegs (suivant le gradient hydrique) : 25 m, 50 m, 75 m.

Les parcelles situées à la même distance du thalweg constituent un bloc :

- . parcelles à 25 m du thalweg : Bloc I
 - . " 50 m " : Bloc II
 - . " 75 m " : Bloc III.
- 2 petites parcelles dans chaque grande parcelle, semées en variétés différentes de mil (traitements secondaires) : variété locale et variété IKMP5.

Le plan de l'essai est donné par le tableau 3.

Tableau 3 : Plan de l'essai (dispositif principal)

	Bloc I	Bloc II	Bloc III
T	A1	A2	A3
CP	D1	D2	D3
AMD	B1	B2	B3
AVD	C1	C2	C3

4.2 Le dispositif secondaire

Il comprend :

- 4 parcelles sur sol latéritique gravillonnaire, P1 et P2 sur site témoin (T'), Q1 et Q2 entre cordons pierreux (CP'), toutes semées en variété locale de mil.

Ceci vise une simple comparaison des différentes moyennes entre T' et CP'.

- Une parcelle (E) sur sol sableux, traversée à son milieu par un cordon pierreux et comportant les variétés locale et IKMP5. La comparaison entre rendements en amont et rendements en aval du cordon est l'objectif visé.

CHAPITRE 5 : CARACTERISATION DU SOL ET EVALUATION QUANTITATIVE DE L'ÉROSION

5.1 Théorie

Milieu complexe en constante évolution, le sol traduit le résultat d'un équilibre entre deux phénomènes dynamiques : d'un côté la pédogenèse et de l'autre l'ablation des éléments du sol sous l'effet d'agents atmosphériques (pluie, vent) doués de puissance érosive (CTFT, 1979). Mais, mesurée à l'échelle humaine du temps, la formation du sol est extrêmement lente (FAO, 1983) tandis que son usure par les érosions naturelles et surtout anthropogène se produit en un temps court. L'érosion due à la battance des pluies et au ruissellement a pour effets :

- L'éclatement des agrégats du sol et le déplacement de ses particules sous le martellement des gouttes de pluies, avec destruction de la structure du sol et diminution de la perméabilité (CTFT, 1979 ; Roose, 1981).
- Le transport des particules arrachées par solution, suspension ou roulement (Roose, 1981).
- La diminution de l'épaisseur de la couche superficielle du sol, aboutissant à des profils décapés où il ne reste plus souvent que l'horizon B en surface.
- La diminution de la fertilité chimique du sol par entraînement sélectif des éléments minéraux et des bases échangeables (CTFT, 1979). Il s'en suit une acidification du sol. Le départ de la matière organique (dont le taux est déjà faible dans les sols ferrugineux peu lessivés) fait baisser la capacité d'échange cationique.

Toute mesure de lutte contre l'érosion et le ruissellement, si elle est efficace doit permettre d'atténuer sinon d'anéantir les effets néfastes ci-dessus cités. L'aménagement anti-érosif sur bassin versant à Namsiguia a-t-il permis d'atténuer ces effets néfastes de l'érosion sur le sol ?

C'est à cette question que nous devons répondre en utilisant des méthodes d'évaluation appropriées.

5.2 Caractérisation parcellaire des sols

La caractérisation des sols, faites par Hottinga en 1988 (confère tableau 2) sur les deux bassins versants de l'étude était non seulement insuffisante mais aussi elle était à reprendre en début de saison pluvieuse 1988 dans chaque parcelle d'expérimentation.

Mais compte tenu de contraintes logistiques, il n'y a pas eu de caractérisation physico-chimique précise du sol au début et à la fin de l'étude. Nous nous sommes donc contentés d'une description texturale du sol en utilisant la tarière et d'une caractérisation du sol par l'interprétation des manifestations biologiques.

5.2.1 Description texturale

La détermination de la texture du sol a été faite suivant la profondeur, jusqu'à 0,80 m. Les prélèvements ont été effectués à la tarière et la méthode tactile a été utilisée ; l'échantillon de sol est prélevé et humecté d'un peu d'eau ; on le pétrit quelque peu et on l'étale entre le pouce et l'index.

Le crissement traduit la présence de sable, la douceur et le caractère non colant dénote d'une présence de limon tandis que d'adhésivité est signe de présence d'argile (Gaucher, 1968).

La couleur des différentes couches a été également notée.

5.2.2 Caractérisation par les manifestations biologiques

- Par le peuplement adventice

Le diagnostic de fertilité d'un sol peut se faire sur la base du développement et de l'inventaire des espèces végétales spontanées que porte ce sol (Viennot, 1960 ; Gaucher, 1968 ; Henin, 1969). Cette méthode a été utilisée pour apprécier la fertilité du sol dans chaque parcelle en début de saison pluvieuse.

- Par la Pédofaune

Plus un sol est intensément pénétré par les animaux, plus il peut être considéré comme riche (Boulaine, 1971).

Parmi les animaux les plus actifs du sol, il faut citer les vers de terre (Henin, 1969) notamment ceux du genre et de l'espèce Milsonia anomala (Kaboré et Nyanguenzi, 1987).

Ces animaux se manifestent par un dépôt de turricules à la surface du sol. Ils assurent le mélange des particules minérales et organiques du sol, font remonter les éléments lessivés, creusent des galeries, améliorent la structure et la perméabilité du sol (Henin, 1969 ; Kaboré et Nyanguenzi, 1987). Mais l'activité des vers de terre exige une richesse en matière organique, en azote et en carbonate de calcium du sol (Henin, 1969).

Notre méthode de caractérisation a consisté à l'appréciation de l'abondance et de la densité des turricules de vers de terre, tout au long de la saison pluvieuse.

5.3 Erosion et ruissellement dans les champs cultivés

5.3.1 Les observations faites pendant et après les pluies

Le souci d'apprécier le comportement de l'aménagement pendant les phénomènes pluvieux nous a guidé à faire des observations pendant et après certaines pluies de jour. Ces observations portent sur :

- le comportement de chaque composant de l'aménagement vis à vis de l'eau de ruissellement ;
- les manifestations du ruissellement dans les champs au niveau des deux bassins ;
- les conséquences spectaculaires du ruissellement sur les plantes cultivées.

5.3.2 La variation de la hauteur du sol

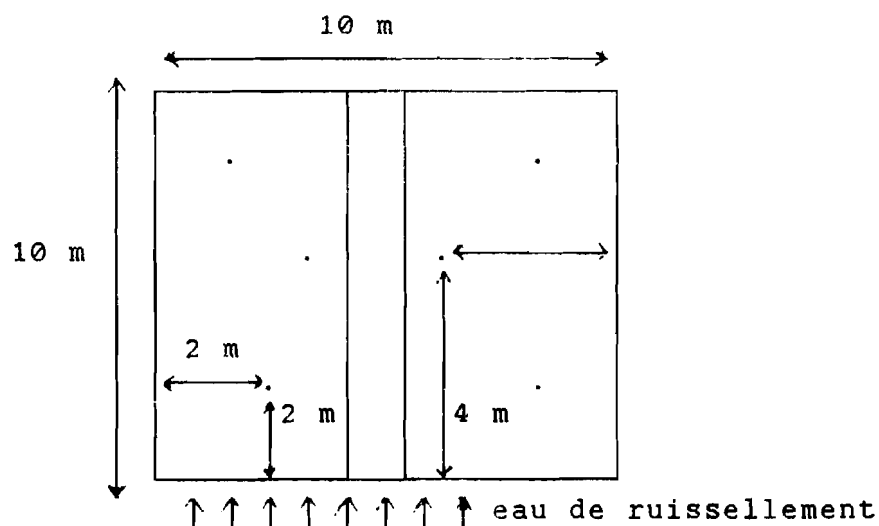
Pour mesurer la variation de la hauteur du sol provoquer par l'érosion ou la sédimentation au cours de la saison, la méthode suivante a été utilisée :

Dans chacune des parcelles ont été implantés 6 piquets en fer dont on mesure la hauteur avec un mètre rigide ; la fig. 3 montre la position des piquets dans les parcelles ; les périodes de mesure sont les suivantes :

- Jour du piquetage (après les semis) : hauteur h_0 ;
- Jour précédant celui du premier sarclage : hauteur h_1 ;
- Jour succédant à celui de la première pluie d'au moins 7 mm après le premier sarclage : hauteur h_0' ;
- Jour précédant celui du second sarclage : hauteur h_1' ;
- Jour succédant à celui de la première pluie d'au moins 7 mm après le second sarclage : hauteur h_0'' ;
- Jour précédant celui de la récolte : hauteur h_1'' .

On dénombre ainsi 612 mesures de piquets au cours de la saison.

Figure 3 : Position des piquets (différemment colorés) à l'intérieur d'une parcelle



CHAPITRE 6 : EVALUATION DE L'HUMIDITE DU SOL

L'un des objectifs primordiaux de l'aménagement est le freinage du ruissellement afin d'augmenter le temps de séjour l'eau dans les champs, et la recharge hydrique du sol. Pour apprécier l'efficacité de l'aménagement, une quantification périodique de l'humidité du sol a été faite.

Le matériel utilisé

Il comprend :

- une tarière servant à creuser les trous de fixations des tensioblocs en plâtre ;
- un tensiomètre dont la lecture est convertible en pF (potentiel capillaire) ;
- 64 tensioblocs en plâtre munis de fils conducteurs communiquant entre le sol et le tensiomètre ;
- 27 piquets de fer servant de support aux fils conducteurs.

Methodes de mesures

Les tensioblocs ont été installés après les semis au milieu des parcelles d'expérimentation à différentes profondeurs et différents endroits selon les parcelles. La figure 4 décrit une installation de tensioblocs et présentent une vue de dessus de parcelles C3, D1, D3, et E.

Le tableau 4 donne le nombre et la profondeur d'installation de blocs par parcelle.

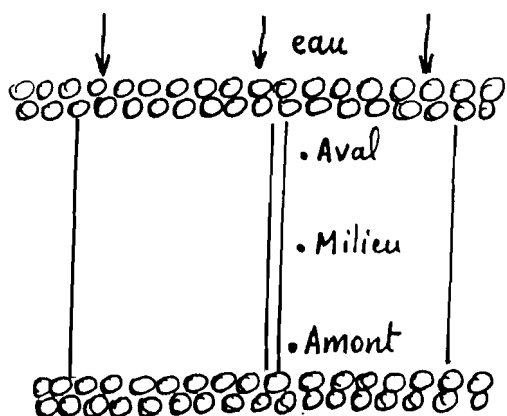
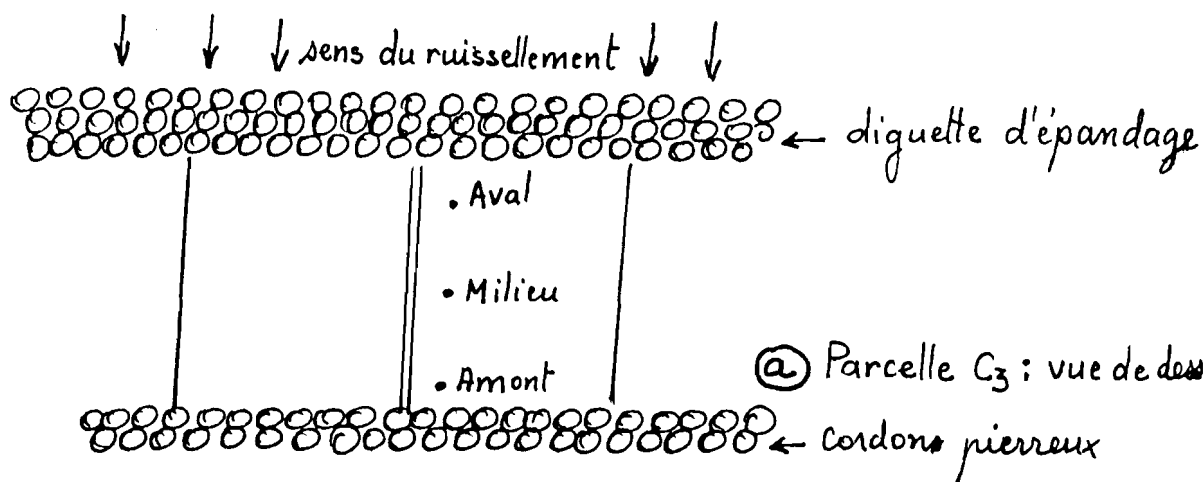
Toutes les parcelles ont bénéficié d'une seule installation à l'exception des parcelles C3, D1, D3, et E aux positions particulières (confère figure 4).

Les mesures ont été effectuées une fois tous les trois jours à la même heure (8 heures) et se sont étalées sur toute la durée du cycle des cultures, soit au total plus de 1700 mesures tensiométriques au cours de la saison.

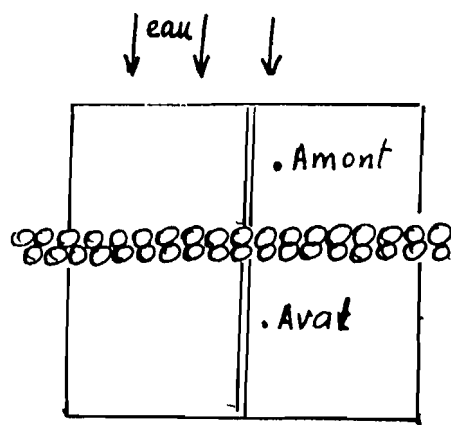
Tableau 4 : Nombre et Profondeur d'installation des blocs par parcelle

Parcelles	Nombre d'installations	Profondeurs d'installations		
		10 cm	40 cm	70 cm
A1	1	X	X	X
A2	1	X	X	X
A3	1	X	X	X
P1	1	X	X	
P2	1	X	X	
Q1	1	X	X	
Q2	1	X	X	
B1	1	X	X	X
B2	1	X	X	X
B3	1	X	X	X
C1	1	X	X	X
C2	1	X	X	X
C3	3	X	X	X
D1	3	X	X	X
D2	1	X	X	X
D3	3	X	X	X
E	2	X	X	X

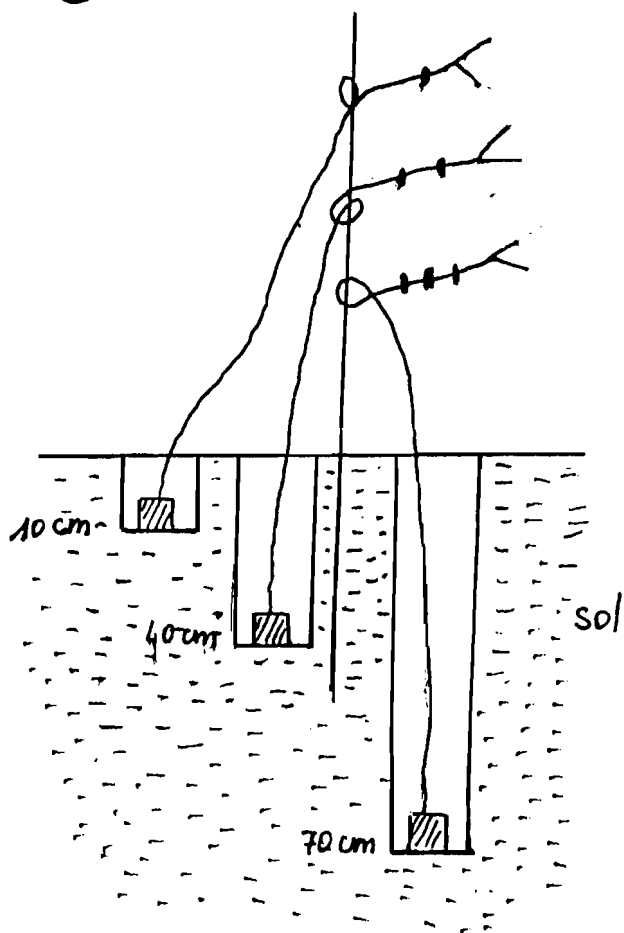
Fig. 4 : description d'une installation de tensioblocs et vue de dessus des parcelles C₃, D₁, D₃ et E



(b) Vue de dessus : parcelle D₁ ou D₃



(c) La parcelle E : vue de dessus



(d) Description schématique d'une installation de blocs

CHAPITRE 7 : EXECUTION DES TRAVAUX CULTURAUX

7.1 Choix du matériel végétal

Ce choix a été guidé par les critères suivants :

- Considérer la culture vivrière la plus représentative sur champs paysans dans les deux bassins ; ainsi le petit mil a été retenu.
- Se rapprocher le plus possible des conditions paysannes en utilisant la variété locale aux caractères agronomiques peu connus et dont le cycle est de 120 à 130 jours selon le paysan.
- Tester la réponse à l'aménagement, d'une autre variété (à cycle plus court car semis tardifs) par rapport à la variété locale ; la variété IKMP5 a donc été retenue. Dérivée par recombinaison des sélections faites sur CVP 170 de Ouahigouya, IKMP5 est de cycle intermédiaire (110 jrs) et résiste modérément au mildiou. Son aire de culture couvre la zone à pluviométrie annuelle de 500 à 800 mm.

7.2 Description de l'itinéraire cultural

Leur itinéraire suit le modèle de gestion paysanne des champs de brousse avec toutefois quelques modifications. Chaque opération a été effectuée de façon synchrone sur toutes les parcelles, par les mêmes opérateurs (les paysans sous notre supervision) et le même matériel. Il n'y a eu ni apport d'engrais, ni application de pesticides (sauf désinfection des semences au thioral).

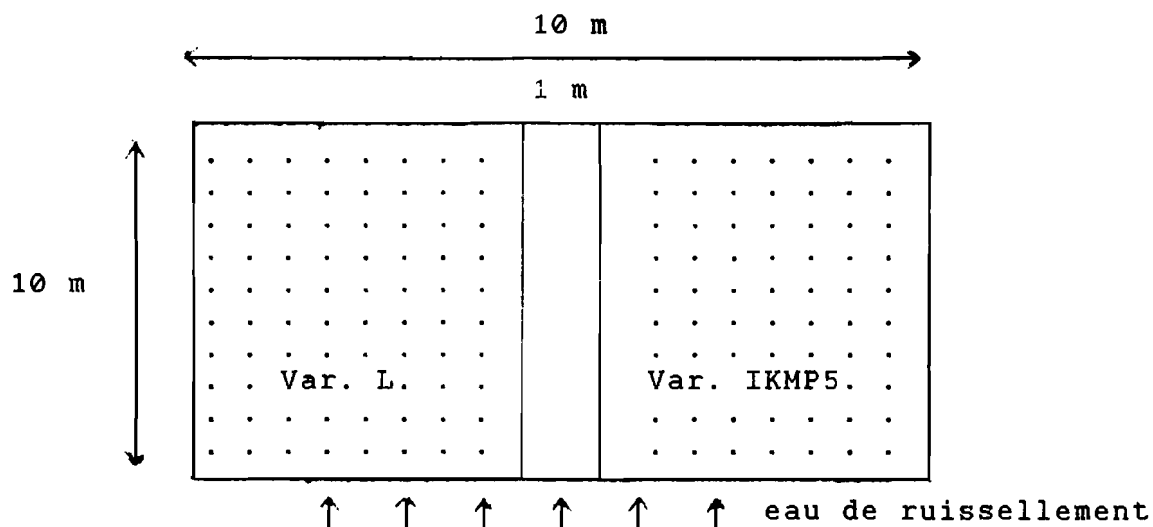
- Les semis

Manuellement (utilisation de la pioche) en poquet, les semis, croisés ont été effectués après un sarclage et une désinfection des semences. La densité était de 0,75 m x 0,75 m. L'affectation des variétés par sous parcelles a été faite au hasard.

Les semis étaient assez tardifs (9 Juillet, 2 semaines après ceux du paysan) et les paysans n'ont pas manqué de nous signaler les conséquences d'un tel retard : « nos sols, sableux, se refroidissent vite et les semis tardifs de la variété locale offrent peu de garantie de récolte de grains ».

- 1er sarclage le 29 Juillet, manuel (à la daba), avec démariage à un plant/poquet.
- 2ème sarclage le 15 Septembre, manuel (à la daba).
- Récolte le 2 Novembre pour les parcelles à sol gravillonnaire et le 8 Novembre (120 JAS) pour les parcelles à sol sableux.

Figure 5 : Disposition des parcelles et des semis par rapport au sens du ruissellement de l'eau



CHAPITRE 8 : CROISSANCE, PHASES DE DEVELOPPEMENT ET RENDEMENTS DES CULTURES

8.1 Mesures biométriques et observations sur les phases de développement

Exceptées la levée et la croissance racinaire, toutes les mesures ont été effectuées sur 20 poquets (choisis au hasard en excluant les 2 premières lignes de bordure) par variété (sous parcelle) et par parcelle.

- La levée des plantules

Les poquets aux plantules non levées ont été dénombrés par comptage au 5ème jour après les semis, dans chaque parcelle.

- La tallage

Il a été noté les dates de début de tallage (jour où 50 % des plants ont tallé), le nombre de talles au 40e et 60e jour après semis, le nombre de talles ayant épié et celui des épis fertiles (épi portant au moins une graine). Les poquets récoltés ont été également dénombrés.

- La croissance des tiges

La hauteur des maître-brins a été mesurée (au 40e et 60e JAS et à la récolte) à l'aide d'un mètre rigide (précision = 1 mm) en tendant verticalement la plus longue feuille.

- La croissance racinaire

Un déracinement soigneux des plantes de 3 poquets (choisis au hasard et pour chaque date) a été fait à la pic. Les racines débarassées de la terre, leur longueur moyenne a été mesurée à l'aide, d'un mètre rigide. Ces mesures ont été effectuées au 40e et 60e JAS et à la récolte.

- Les feuilles vertes

Il a été dénombré les feuilles vertes par poquet au moment des récoltes.

8.2 Quantification de la production

- La quantité de paille

Les tiges feuillées (sans épis des 20 poquets (choisis au hasard par sous parcelle) ont été découpées en petits morceaux, étalées sur des tôles métalliques et mises à sécher au soleil pendant 8 jours. Elles ont ensuite été pesées avec une balance mécanique (porté max. : 15 kg, précision : 5 g).

- La quantité de grains

Tous les épis de chaque sous parcelles ont été récoltés, étalés sur des tôles métalliques et séchés au soleil pendant 4 jours. Ils ont été ensuite pilés au mortier, les grains pesés.

TROISIEME PARTIE : RESULTATS ET INTERPRETATIONS

CHAPITRE 1 : ANALYSE DES DONNEES CLIMATIQUES ET OBSERVATIONS SUR LA CAMPAGNE AGRICOLE A NAMSIGUIA

1.1 Analyse agro-climatique et phytosanitaire de la saison pluvieuse 1988 à Namsiguia

1.1.1 Généralités

La saison a été marquée par une pluviométrie particulière de 765 mm soit 147 % de la moyenne pluviométrique des cinq dernières années. En outre les pluies ont été assez bien distribuées pendant le cycle de développement des cultures. La saison a connu un bon démarrage général (2e décade de Juin) avec des semis non répétés. Deux poches de sécheresse de 10 jours chacune (11 Juillet au 21 Juillet et 31 Août au 9 Septembre) ont été observées sans avoir une incidence sensible sur le développement des cultures. En somme l'eau n'a pas été facteur limitant par défaut au développement des cultures ; au contraire on note des inondations dans les terrains en bas de pente avec pourriture des feuilles de Niébé et jaunissement des feuilles de céréales. Cette particularité pluviométrique de la saison a sans doute contribué à rendre moins perceptible l'impact agronomique de l'aménagement anti-érosif.

Au cours de la saison, les problèmes phytosanitaires suivants ont été rencontrés :

- Un envahissement des champs par un peuplement adventice dense allongeant les temps de travaux.
- Striga hermonthica et Striga gesnerioides ont sévi respectivement sur le sorgho/mil et le niébé.
- Une chenille (probablement Spiroderces simplex d'après Cerighelli 1955) sectionnant les pédicelles des épillets du mil (au stade grain laiteux) était partout observée.

Mais tous ces problèmes n'ont pas empêché la saison de paraître la meilleure (selon les paysans) de cette dernière décennie.

1.1.2 Cas des bassins versants de l'étude

La situation dans les bassins versants a été identique à celle de l'ensemble du village, avec les particularités phytosanitaires suivantes :

- Les attaques d'insectes

. Une destruction pas très sévère mais généralisée dans toutes les parcelles d'expérimentation, a été observée entre les 11 et 21 Juillet (poches de sécheresse). D'après Cerighelli, 1955, ce genre d'attaque est l'oeuvre d'une noctuelle.

. Des verses de tiges à la partie supérieure dues à des attaques de forers ont été observées en cours de tallage.

- Les maladies cryptogamiques

Des anomalies de croissance (rabougrissement), des jaunissements de feuilles en cours de tallage suivis d'une virescences et d'une hypertrophie des inflorescences ont été observés sur les plants de mil. Ces symptômes rappellent le mildiou, maladie fongique causée par Sclerospora graminicola (Roger, 1954).

Le tableau ci-dessous donne le nombre de poquets par sous parcelle atteints de la maladie à la date du 7 Octobre.

Tableau 5 : Nombre de poquets par sous parcelle atteints de mildiou

	Parcelles	P1	P2	Q1	Q2	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3	D1	D2	D3	E
Variétés	Locale	33	18	29	0	6	3	2	9	0	4	0	0	5	0	0	7	0
	IKMP	-	-	-	-	3	1	0	2	0	1	0	0	1	0	0	2	0

Les parcelles P1, P2, Q1 et Q2 comptent chacune 175 poquets. Les autres parcelles comprennent chacune 80 poquets par variété.

1.2 Analyse des intensités pluviométriques

Le tableau ci-dessous donne les intensités pluviométriques mesurées manuellement de 3 pluies à Namsiguia.

Tableau 6 : Données de l'intensité de quelques pluies

Date	Pluie (mm)	Temps (mn)	Intensité (mm/h)
2-8	13,6	10	3,0
		17	4,2
		15	8,8
		15	5,2
		30	0,6
25-8	42,5	14	42,9
		22	23,3
		11	19,1
		15	6,0
		26	4,6
		147	6,3
14-9	32,6	57	32,1
		58	4,7
		24	3,8

Facteur le plus important de l'érosion, l'intensité de la pluie est constamment corrélée avec l'intensité du ruissellement (CTFT, 1968).

Les intensités des trois pluies mesurées manuellement ne sont généralement pas très fortes et inquiétantes quand on sait que l'infiltration saturée (mesurée 10 jours après une pluie) est de 108 mm/h à 144 mm/h pour les sols sableux et de 32 mm/h pour les sols gravillonnaires (VAN DEN ENGEL, 1989 - Namsiguia). En outre des intensités élevées de 240 à 300 mm/h ont été mentionnées par CTFT (1968) dans certains pays au Sud du Sahara, alors que les intensités ici observées ne dépassent guère 42,9 mm/h.

Il convient aussi de noter l'importance de la variation d'intensité au cours d'une même pluie, dans l'entraînement des particules de sol :

- Quand l'intensité est d'abord faible, l'eau a le temps de s'infiltrer et d'humecter le sol ; il y a effondrement des mottes et les particules se prêtent à l'entraînement.

- Ensuite l'intensité augmente favorisant le ruissellement au détriment de l'infiltration (CTFT, 1968) ; il y a donc entraînement par l'eau de ruissellement des particules pré-détachées.

Exemple : pluie du 2 Août où l'intensité est de 3 et 4,2 mm/h pour les 10 premières minutes et les 17 minutes suivantes ; l'intensité s'élève ensuite jusqu'à 8,8 mm/h pour les 15 mn ultérieures.

Il demeure nécessaire, pour la poursuite de l'étude de disposer d'un pluviographe et de commencer les mesures en début de saison car les premières pluies sont les plus intensives de l'année (CTFT, 1968).

1.3 Analyse pluviiosité-écoulement et coefficients de ruissellement

1.3.1 Définitions

- Nous entendons par pluviiosité la caractérisation des pluies par leur quantité, leur intensité, leur répartition spatio-temporelle. Nous ne considérerons ici que les quantités et la répartition temporelle.

- L'écoulement est la fuite de l'eau de ruissellement (par l'exutoire artificiel) perdue par le bassin versant.

- Le coefficient de ruissellement (Kr) est le rapport :

$$\frac{\text{Volume d'eau quittant le bassin}}{\text{Volume d'eau reçu par le bassin}}$$

Tableau 7 : Pluviométrie, écoulement et coefficient de ruissellement à Namsiquia - Saison pluvieuse 1988

Date	Pluie- métrie (mm)	écoulement dans les 2 b. v.	Coefficient de ruissellement		
			Bassin témoin	Bassin aménagé	
Avril	23	22,3	-		
	26	45,8	-		
Juin	8	10,7	-		
	9	3,0	-		
	15	28,0	-		
	20	10,5	-		
	26	22,0	-		
	26	22,0	-		
Juillet	1	20,0	-		
	3	21,0	-		
	7	37,0	-		
	9	4,0	-		
	11	17,0	-		
	21	11,0	-		
	22	9,4	-		
	23	25,1	oui		
	23	4,0	non		
	27	33,3	oui		
	28	4,2	non		
	30	21,3	oui	19,9	8,8
	Août	1	1,3	non	
		2	11,6	oui	
5		22,1	oui	8,9	3,9
7		21,1	oui	12,1	4,8
11		30,4	oui	23,1	13,9
11		2,3	non		
12		1,0	non		
13		14,1	oui		
15		6,3	non		
18		69,7	oui		
20		7,5	oui		
22		52,5	oui		
25		4,0	non		
25		38,5	oui	13,7	9,9
26	1,5	non			
31	0,5	non			
Septembre	9	2,0	non		
	10	1,0	non		
	12	16,8	non		
	14	32,6	oui	7,6	3,1
	17	38,3	oui	20,1	14,8
	22	9,7	non		
28	16,3	non			
Octobre	10	2,2	non		
Total	766				

Source :

VAN DEN ENGEL
(1989)

1.3.2 Analyse pluviosité-écoulement

L'analyse du tableau 7 montre que :

- Pour une même pluie, les bassins versants ne se comportent pas différemment par rapport à l'existence d'un écoulement. Toutefois nos observations pendant les pluies montrent que le début de l'écoulement dans le bassin aménagé est retardé de 10 mn environ par rapport à celui du bassin témoin. Cela prouve que l'aménagement augmente le temps de séjour de l'eau dans les champs.
- Toutes les pluies d'une quantité supérieure à 20 mm provoquent toujours un écoulement. Cela confirme les résultats obtenus par CTFT en 1968 et montre que le sol des bassins de la recherche ne peuvent absorber plus de 20 mm de pluie (intensité non connue).
- L'écoulement n'est pas toujours fonction de la pluviométrie. En effet les pluies des 2, 13 et 20 Août de quantités respectives de 13,6, 14,1 et 7,5 mm ont provoqué des écoulements, tandis que la pluie du 12 Septembre, plus quantitative, de 16,8 mm n'occasionne pas d'écoulement. Cela s'explique par le fait que les pluies successives et rapprochées antérieures à celles des 2, 13 et 20 Août ont suffisamment imbibé le sol, au point que de faibles quantités de pluies s'infiltrent peu, donc ruissellent presque immédiatement.

La pluie du 12 Septembre, tombée après une période relativement sèche (la pluviométrie totale des 15 jours antérieurs au 12 Septembre n'était que de 5 mm) s'infiltrait entièrement et ne provoque pas d'écoulement.

Les antécédents pluviométriques ont donc une influence sur le ruissellement ; le maximum de ruissellement est obtenu pour des pluies rapprochées. Ces résultats confirment ceux de CTFT en 1968 et de Dewaulle en 1973.

1.3.3 Analyse comparative des coefficients de ruissellement (Kr) dans les 2 bassins

Le tableau 7 montre que :

- Le Kr est toujours plus bas dans le bassin aménagé que dans le bassin témoin. La réduction du Kr provoquée par l'effet aménagement varie de 27 % (pluie du 25 Août) à 60 % (pluie du 7 Août).
- Le Kr est de 8,9 et 3,9 respectivement dans les bassins témoin et aménagé pour la pluie du 5 Août de 22,1 mm, alors qu'il est plus élevé (12,1 et 4,8 respectivement dans les bassins témoin et aménagé) pour la pluie plus petite de 21,1 mm du surlendemain.

Le ruissellement est donc fonction des humidités initiales du sol (CTFT, 1968 ; Dewaulle, 1973 et Roose, 1981).

Par ailleurs, la pluie du 7 Août réduit le Kr de 36 % pour le bassin témoin et de 23 % pour le bassin aménagé, par rapport à la pluie du 5 Août.

Dans les conditions de notre étude, nous pouvons affirmer que même en cas de pluies rapprochées donc érosives, la réduction du ruissellement reste certaine dans le bassin aménagé.

1.3.4 Conclusion

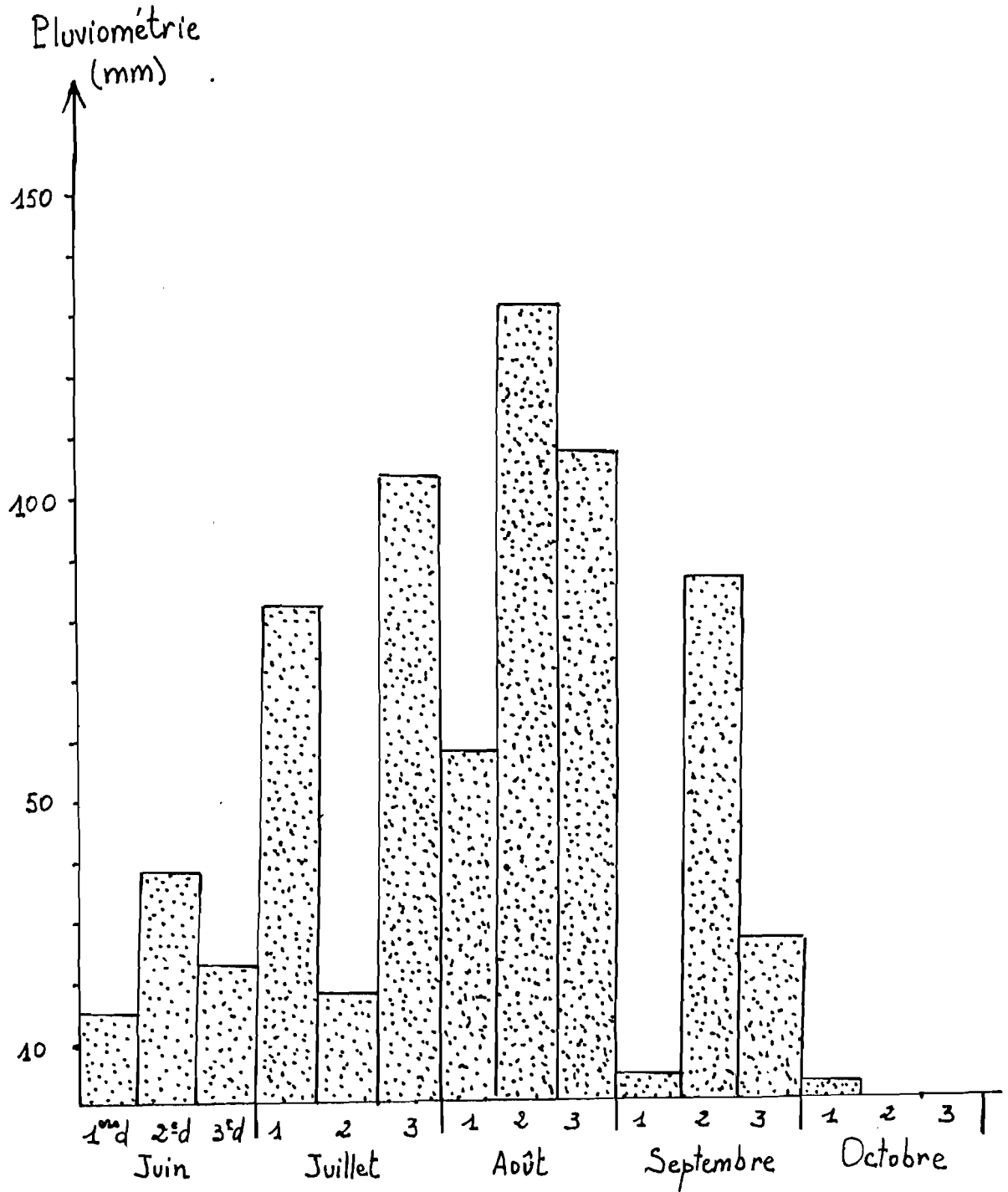
Dans les conditions de notre étude nous pouvons retenir que :

- L'aménagement retarde le début de l'écoulement ;
- L'écoulement est fonction de la quantité de pluie sans que cela ne soit une loi ; il faut aussi considérer la fréquence des pluies ;
- Le coefficient de ruissellement est réduit par l'aménagement tant pour les pluies isolées que pour les pluies rapprochées dans le temps.

Nous devons cependant noter que la connaissance des intensités pluviométriques et surtout de leurs variations si importantes dans le déclenchement du ruissellement (CTFT, 1968 ; CTFT, 1969 ; Hudson, 1971 ; Roose, 1981 ; FAO, 1983 et Create, 1988) était nécessaire pour une analyse plus ample et plus précise de nos résultats.

Il faut aussi mentionner que la différence probable de configuration entre les deux bassins peut induire des résultats non imputable à l'effet aménagement.

Fig. 6 : Pluviométrie décadaire de Juin à Octobre 1988 à Nansiguia



CHAPITRE 2 : LES INFORMATIONS RECUEILLIES AUPRES DES PAYSANS

Appréciation d'ordre qualitative, les informations recueillies auprès des paysans précèdent les données quantitatives de l'évaluation de l'aménagement. Certaines de ces informations sont ici l'objet d'interprétation.

De l'entretien avec les paysans, nous pouvons retenir ce qui suit :

2.1 Pratiques culturelles et historique de l'érosion

- L'érosion dans les bassins versants s'est accentuée pour deux raisons :

. La présence des collines en amont d'où d'énormes quantités d'eau dévalent avec force ;

. L'état nu des sols au moment des premières pluies (idée soutenue par CTFT, 1968 et Roose, 1981).

Les conséquences sont les affleurements latéritiques ("Zingdga"), le creusement des rigoles et surtout des ravines dans lesquelles les semis n'ont pas été effectués depuis 30 ans (diminution des surfaces cultivables par l'érosion dont fait cas Cret, 1950).

Les cultures sur sol sableux ne confèrent que de maigres récoltes de mil (moins de 400 kg/ha selon les paysans enquêtés).

- Le fumier ménager épandu chaque année aux alentours des cases en aval des collines et en amont de la zone aménagée, est entraîné par l'eau pour aller desservir les champs lointains d'autres paysans qui ne l'ont jamais demandé (mêmes résultats déjà trouvés par Cret, 1950).

L'épandage des engrais chimiques (sur l'arachide et au moment où le paysan dispose de petits moyens) équivaut "à délayer son tô (gâteau de mil) dans un cours d'eau".

- Les semis sont effectués en poquets sans préparation du sol ; deux sarclages manuels à la daba suffisent pour les céréales ; la technique des billons ou des buttes est méconnue.

Le labour suivant la direction de la plus grande pente est effectué par les quelques paysans détenteurs de charrues (cela expose le sol à de plus grands risques d'érosion).

Les tiges des céréales sont généralement coupées et ramassées par les femmes à la récolte, rarement couchées pour couvrir le sol.

- Les mesures antiérosives traditionnelles se résument en un alignement de pierres perpendiculairement à la direction du ruissellement et en une plantation de haies de "pita" (Andropogon gayanus) et de bélé (Euphorbia balsamifera).

- La moitié des paysans ressortissant de Namsiguia se trouvent dans l'Ouest du Burkina Faso du fait de la médiocrité des récoltes.

2.2 Avantages et inconvénients de l'aménagement

- L'aménagement a permis de combler les ravines et d'y faire de bonnes récoltes ; les semis ont été effectués une seule fois (contrairement à 2 ou 3 fois pour les autres années), la végétation a été luxuriante et les récoltes satisfaisantes (il faut noter que cet état était valable même pour les zones non aménagées) ; de peuplements adventices se sont développés sur les sols latéritiques gravillonnaires naguère asséchés et délaissés depuis 10 ans (preuve d'une régénération du sol selon les paysans). En amont des ouvrages se sont développées des espèces végétales des sols riches en matière organique, ce sont : le "Guininguitou" (Ipomea concinosperma) et le "bonga" (Comelina erecta).

- L'aménagement permettra désormais de pratiquer de façon bénéfique le paillage et l'apport de fumier.

- Le bon développement d'une panoplie d'adventices (dans le bassin aménagé) favorisé par de meilleurs états hydriques du sol, oblige la répétition des travaux de sarclage (stagnation d'eau empêchant le sarclage au bon moment, reprises de végétation adventice après le sarclage).

En outre il est apparu de nouvelles espèces végétales dans le bassin aménagé :

. Le "Soudounga" (Loudetia togoensis) véhiculé par les pierres ayant servies à l'aménagement (selon les paysans).

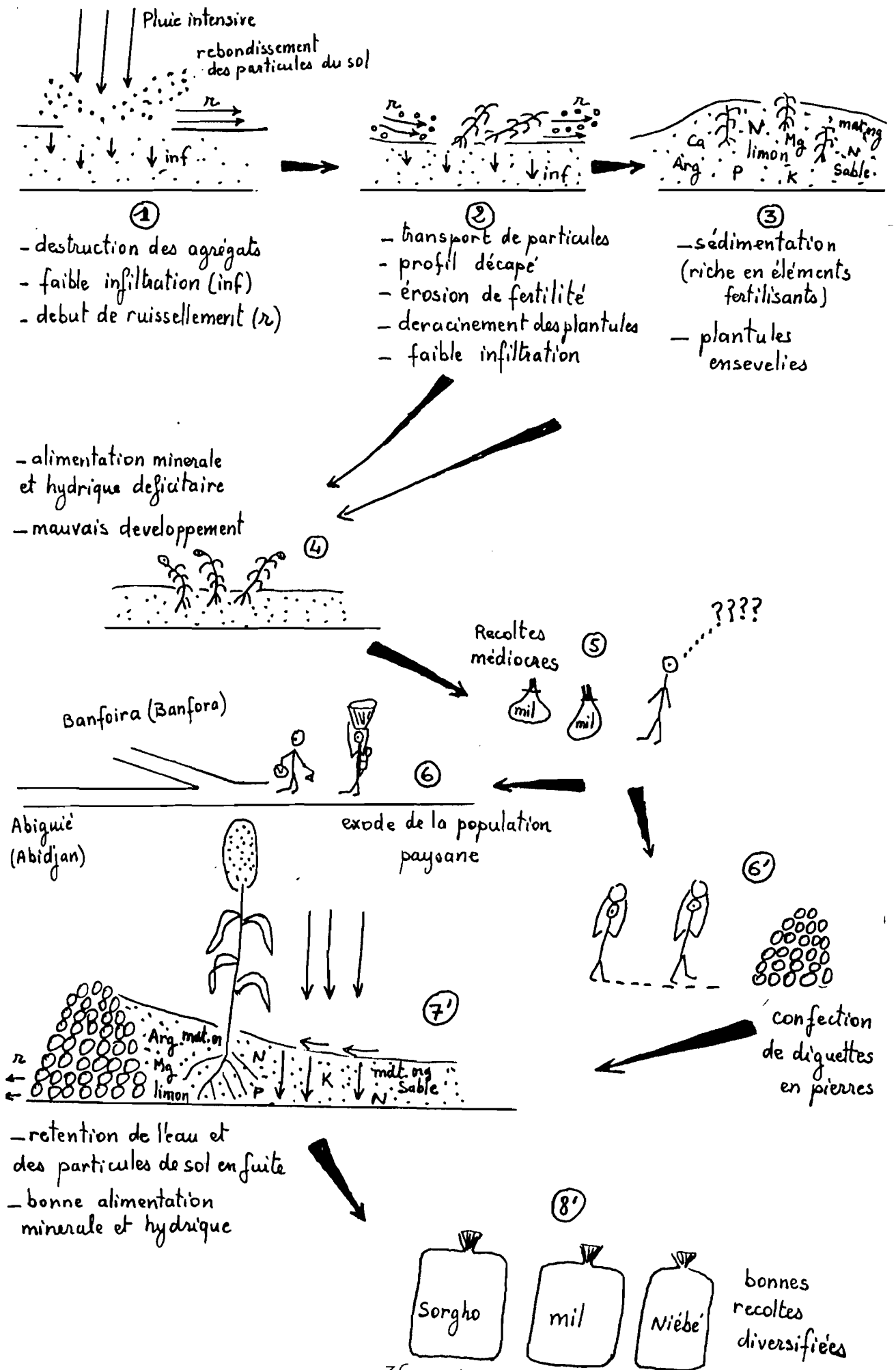
. Le "Moré" (Cassia hirssuta) installé du fait d'une meilleure condition hydrique (selon les paysans).

- L'exécution collective de l'aménagement a permis aux paysans de mieux comprendre le sens de l'organisation et de la collaboration (avec les agents du CRPA) et de rompre tant soit peu les discordes intestines entre certains habitants.

Mais réalisé selon le principe de l'investissement humain, l'aménagement est une oeuvre collective à profit individuel. Cela risque de freiner la motivation de certains paysans lors de la répétition d'un tel ouvrage (idée soutenues par AFVP, 1986 et Ouédraogo, 1988 au Yatenga).

- L'aménagement constituera sans doute dans l'avenir un sérieux obstacle à la culture attellée.

Fig. 7 : description caricaturale de l'avant et de l'après aménagement à Namsiguia



2.3 Conclusion au Chapitre 2

Tout compte fait, l'aménagement représente une source d'espoir pour les paysans et pourrait constituer un frein à l'émigration inter-régionale. En outre la mobilisation et la participation paysanne à l'exécution de l'aménagement évitera la chute en abandon du réseau anti-érosif (malheureux échec mais plein de leçons de Marchal au Yatenga en 1986).

La formation reçue par les paysans au cours de l'exécution de l'aménagement leur permet de s'autosuffire sur ce plan et de multiplier d'eux-mêmes ce type de lutte anti-érosive surtout que la structure sociale encore solide le permet : Marchal affirmait en 1986 que «la détérioration des structures sociales accroît le phénomène érosif» du moment que «les personnes responsables de la gestion des terres agricoles» deviennent «de moins en moins écoutées».

CHAPITRE 3 : CARACTERISATION DU SOL ET EVALUATION QUANTITATIVE DE L'EROSION

Les résultats sont présentés en deux volets :

- La caractérisation parcellaire du sol qui comprend la description texturale, l'interprétation des manifestations biologiques et l'analyse de la vulnérabilité des sols à l'érosion hydrique.
- L'impact de l'aménagement sur l'érosion et le ruissellement qui comprend les observations faites pendant et après les pluies, la variation de la hauteur du sol et les résultats tirés de la littérature.

3.1 Caractérisation parcellaire du sol

3.1.1 Description texturale

La figure 8 donne les résultats de la description parcellaire de la texture du sol suivant la profondeur.

Commentaire de la figure 8

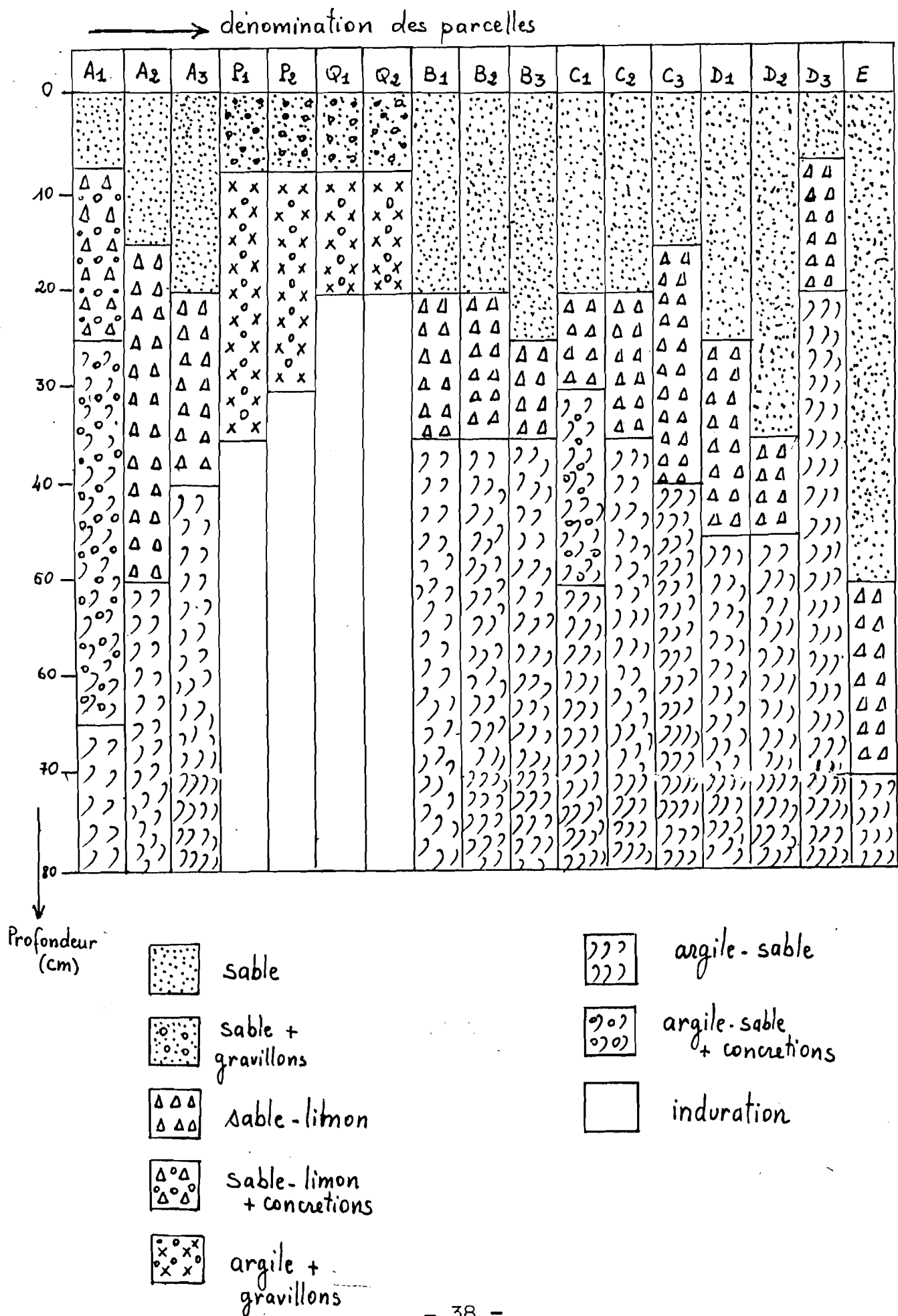
La figure montre une grande hétérogénéité texturale (suivant la profondeur) entre les différentes parcelles. La couche supérieure du sol reste sableuse pour toutes les parcelles avec des épaisseurs très variables. On note une diminution progressive de la taille des particules suivant la profondeur (caractère des sols ferrugineux peu lessivés ; Boulet, 1958).

Cas des sols sableux en surface

Ils présentent une couche superficielle de texture sableuse reposant sur des couches de texture sablo-limoneuse puis argilo-sableuse plus en profondeur.

A l'état humide, les couches de texture sableuse sont de couleur grisâtre pour toutes les parcelles à l'exception de D2 où la couche sableuse est blanchâtre. Les couches sous-jacentes sont de couleur brunes dans toutes les parcelles.

Fig. 8 : description parcelleire de la texture du sol suivant la profondeur



Cas des sols gravillonnaires

Ils présentent une mince couche supérieure de texture sableuse à fort proportion de gravillons. Le gravillon couvre environ 75 % de la surface du sol.

La couche sous-jacente elle aussi gravillonnaire est de texture argileuse ; elle repose sur une couche indurée à 20 cm de profondeur pour les parcelles du bassin aménagé et à 30 et 35 cm pour les parcelles du bassin témoin.

3.1.2 Interprétation des manifestations biologiques

Le peuplement adventice

- Sur toute les parcelles, à l'exception de B1, P1, P2, Q1 et Q2, les espèces Zornia glochydiata ("napagoubasafandé" en mooré) et Mitracarpus scaber ("youadga" en mooré) ont été retrouvées à une densité chacune de 4 plants/m² en moyenne. Les paysans de la localité font de ces espèces, des indicatrices de pauvreté du sol.

- Sur la parcelle B1, ont été observées Ipomea Concinosperma ("guininguitou" en mooré), Ipomea vagans ("guininguidraaga" en mooré) et Comelina erecta ("Bonga") qui sont signes de fertilité et de richesse en matière organique du sol (selon les paysans).

- Dans les parcelles P1, P2, Q1 et Q2 ne se développent (densité de 3 plants/10 m²) que gladiolus sp ("mendé") espèce xérophyte à huble. Cette quasi absence de végétation témoigne d'une pauvreté du sol.

- Tous les champs sur sol sableux des deux bassins versants ont été envahis par Striga hermonthica ("wongo") hémiparasite du sorgho et du mil et Striga gesnerioïdes ("beng wongo") héli-parasite du niébé. Or la présence de l'héli-parasite du genre Striga est synonyme d'une pauvreté du sol notamment en azote et en matière organique (Hosmani, 1978 et Terry, 1983).

La Pédofaune

Tout au cours de la saison pluvieuse, aucune turricule de vers de terre n'a été observée dans les bassins versants. L'humidité du sol qui influence l'activité de ces animaux (KABORE et NYANGUEZI, 1987) n'a portout pas été facteur limitant au cours de cette saison.

Sous réserve de la complexité des facteurs qui régie l'activité de ces lombriciens, nous pouvons affirmer que les sols sur lesquels eurent lieu nos essais, sont pauvres en matière organique, en azote et en carbonate de calcium.

3.1.3 Analyse de la Vulnérabilité des sols parcellaires. à l'érosion hydrique

Cas des sols sableux

Leur structure tend à exprimer l'influence de l'élément constitutif dominant (Gaucher 1968) qu'est le sable. Elle est faiblement développée entre 0 et 22 cm (Hottinga 1988).

Leur couche superficielle de texture sableuse favorise l'infiltration des eaux de pluies, mais la faiblesse de stabilité structurale des sols sableux les rend sensible au ruissellement (CTFT, 1979). Ce ruissellement est d'autant plus important que l'eau de pluies dévalle en grande quantité des collines.

La couche argileuse sous-jacente permet une bonne rétention des eaux d'infiltration mais peut être à l'origine de la stagnation de l'eau. Cette situation d'argile en profondeur peut empêcher le drainage vertical de l'eau, entraînant une saturation rapide des couches supérieures, donc un début de ruissellement (Roose, 1981).

Cas des sols gravillonnaires

La présence des gravillons à la surface de ces sols pourrait être le résultat de l'entraînement sélectif des particules les plus fines de la couche superficielle (donc accroissement du taux des éléments grossiers) par une érosion en nappe (Cret, 1950 ; CTFT, 1979 ; Roose, 1981).

La suppression de l'énergie cinétique des gouttes de pluie par les gravillons rend ces sols insensibles à l'effet splash (Roose, 1981), mais l'induration à faible profondeur de ces sols empêche l'infiltration et favorise le ruissellement.

3.1.5 Conclusion

Il convient de noter que les différentes méthodes de caractérisation utilisées sont loin d'être des plus précises.

La méthode tactile comme moyen de description texturale du sol ne peut donner que des résultats globaux et indicatifs. La caractérisation du sol par les manifestations biologiques présente des limites, vu tous les facteurs non contrôlés régissant l'activité des êtres vivants.

Nous retenons néanmoins de ces méthodes que les parcelles présentent une hétérogénéité édaphique qui ne manquera pas d'influencer les résultats agronomiques de l'évaluation, et qu'elles ont été choisies sur des sols pauvres.

3.2 Impact de l'aménagement sur l'érosion et le ruissellement dans les champs de cultures

3.2.1 Les observations faites pendant et après les pluies

Des observations faites pendant et après les pluies de 23 Juillet de 29,1 mm et du 27 Juillet de 33 mm, nous retenons ce qui suit :

- Le déclenchement du ruissellement sur les sols sableux est retardé rapport à celui observé sur les sols latéritiques gravillonnaires ; cela est sans doute lié à la faible perméabilité des sols latéritiques (CTFT, 1969 et Roose, 1981).

- L'entraînement des particules de sol par l'eau de ruissellement est plus important et plus visible sur sol nouvellement sarclé que sur sol non sarclé ; d'où la nécessité d'éviter le travail répété du sol en zone à ruissellement sévère et à sol fragile (Roose, 1981).

- Le freinage de la vitesse de ruissellement donne une impression d'immobilité totale de l'eau en amont des traitements de ravine (cette stagnation d'eau peut durer 30 mn après la fin de la pluie). Cela prouve que l'aménagement augmente le temps de séjour de l'eau dans les parcelles et la recharge hydrique du sol. Ce résultat est confirmé par un retard d'écoulement de l'eau à l'exutoire du bassin aménagé par rapport au bassin témoin.

- Lorsqu'une grande rigole est traversée par un cordon de petites pierres, il y a déplacement de ces pierres avec une érosion plus pernicieuse en aval du cordon. Un cas de destruction de plantules sur une surface d'environ 10 m² tout au long de la rigole, et un enterrement d'environ 20 poquets des plantules en amont du cordon inférieur a été observé.

Il est donc nécessaire d'entretenir constamment l'aménagement pendant la saison pluvieuse.

Après la pluie du 30 Juillet (de 21 mm), le pourcentage de plantes (stade 12 cm de haut) couchées sous l'effet du ruissellement et de l'érosion était de :

- Sur sols sableux :

. entre cordons pierreux	: 12 %
. en aval de la diguette d'épandage	: 11 %
. en amont de la diguette d'épandage	: 12 %
. dans les parcelles témoins	: 16 %

- Sur sols gravillonnaires :

. parcelle témoin	: 20 %
. parcelle entre cordon pierreux	: 13 %

De ces résultats, on note une supériorité des pourcentages de plantes couchées sur parcelles témoins par rapport à ceux observés sur parcelles aménagées. En outre les forts taux relatifs des plantes couchées confirment l'importance du ruissellement sur les sols latéritiques gravillonnaires.

Il ressort des observations faites pendant et après les pluies, des effets positifs de l'aménagement. En outre, la réduction possible du nombre de sarclage ainsi que l'entretien constant de l'aménagement sont importants pour éviter certains effets néfastes.

3.2.2 Variation de la hauteur du sol

Le tableau ci-dessous présente les variations moyennes de la hauteur du sol par parcelle et par site.

Tableau 8 : Variations de la hauteur du sol par parcelle et par site

		Variations de la hauteur du sol (cm)					Moyenne par site	Ecart-type
		dh1	dh2	dh3	dh			
T	A1	+ 3,5	+ 0,5	+ 1,7	+ 5,7	+ 2,1	2,5	
	A2	+ 0,8	+ 0,2	- 0,5	+ 0,5			
	A3	+ 2,3	- 2,2	+ 0,2	+ 0,3			
CP	D1	+ 2,3	- 1,0	0,0	+ 1,3	+ 3,1	1,5	
	D2	+ 4,0	+ 0,7	+ 0,5	+ 5,2			
	D3	+ 2,7	+ 0,3	0,0	+ 3,0			
AMD	B1	+ 1,0	- 3,0	0,0	- 2,0	- 1,6	4,0	
	B2	+ 0,0	- 5,0	- 1,5	- 6,5			
	B3	+ 6,0	- 2,0	- 0,5	+ 3,5			
AVD	C1	+ 4,2	- 1,2	- 0,3	+ 2,3	+ 1,0	0,9	
	C2	+ 2,0	- 1,3	- 0,7	+ 0,0			
	C3	- 3,0	+ 2,0	- 0,3	+ 0,9			
T'	P1	+ 4,0	- 1,7	+ 0,7	+ 1	+ 1,1	0,1	
	P2	+ 1,0	- 0,3	+ 0,6	+ 1,3			
CP'	Q1	+ 0,3	- 0,7	+ 0,2	- 0,2	+ 1,2	1,6	
	Q2	+ 1,0	+ 1,5	+ 1,2	+ 3,7			

Il ressort du tableau 8 que :

- Sur les sols sableux

On note un dépôt de sédiment d'une épaisseur moyenne de 2,1 cm dans les parcelles témoins (Marchal en 1986, fait cas d'une diminution d'épaisseur du sol de 1 cm/an au Yatenga), de 1,0 cm dans les parcelles en aval de la diguette, de 3,1 cm dans les parcelles entre cordons pierreux, et une érosion avec départ d'une couche de sol de 1,6 cm d'épaisseur dans les parcelles en amont de la diguette.

Les résultats obtenus sur site témoin, en amont et en aval de la diguette sont contraires à nos attentes. En effet la formation d'une terrasse de sédiments prévue par FAO (1984), AFVP (1986) et Hottinga (1988) n'a pas été vérifiée par les résultats de notre étude. En outre la sédimentation en amont de la diguette a été très visible pendant la saison tandis que l'érosion (mini-rigoles provoquées par l'eau de ruissellement s'échappant des brèches de la diguette) en aval de la diguette d'épandage s'est manifestée. Les résultats chiffrés sont donc en contradiction avec nos observations sur le terrain.

Une sédimentation en amont des cordons pierreux était aussi visible et est confirmée par les résultats chiffrés ; cette même observation fût faite par Lamachère et Serpentier au Yatenga en 1988.

Une sédimentation dans les parcelles témoins infirme l'hypothèse d'une érosion plus importante sur parcelles non aménagées.

- Sur les sols gravillonnaires

Le niveau du sol s'est élevé de 1,1 cm sur parcelles témoins et de 1,2 cm dans les parcelles aménagées. La sédimentation dans les parcelles témoins est aussi contraire à nos attentes.

- Plusieurs raisons expliquent les résultats contradictoires précédents

. Il faut convenir avec Roose (1981) que la hauteur du sol peut varier sans que la terre ne soit érodée ou sédimentée. En effet, le sol "respire" (ADAM, 1957 et Roose, 1981) : il gonfle avec l'augmentation de l'humidité et se rétracte en période sèche. Cette propriété du sol peut contribuer à modifier les résultats de deux manières : une meilleure rétention en eau dans les parcelles aménagées (effet de l'aménagement) augmentant l'humidité du sol, donc son gonflement et des comportements hydrodynamiques différents entre sols parcellaires.

. La sédimentation et l'érosion dans les parcelles (toutes prises au milieu des champs des paysans) sont influencées par la topographie, le type de culture et son développement, le travail du sol et sa date dans les champs en amont et en aval de ces parcelles (Cret, 1950 et Roose, 1981). La dissemblance de position de nos différentes parcelles (qui implique une dissemblance entre parcelle des facteurs précités) induit de ce fait des résultats non imputables à l'aménagement.

. Le travail du sol (sarclage) ainsi que les gouttes de pluies font varier énormément la hauteur des piquets par dépôt de terre ou par tassement.

. Les piquets constituent de petits obstacles aux particules de terres transportées par les petits vents locaux, d'où sédimentation à leurs pieds.

Tous ces facteurs qui sont des causes certaines de modification des résultats font de la méthode dite "des piquets" une méthode réservée à des reconnaissances de niveau très général de l'activité érosive (Roose, 1981). Cette méthode n'est donc pas très fiable pour une appréciation exacte de l'érosion et de la sédimentation.

3.2.3 Autres résultats

Les travaux de VAN DEN ENGEL en 1988 sur les bassins versants de Namsiguia montrent que :

- Les cordons pierreux réduisent l'érosion dans les rigoles;
- Les sols non travaillés et les sols sous végétation naturelle sont plus résistants à l'érosion que les sols sarclés sous culture ;
- Les taux de sédiments en suspension dans l'eau de ruissellement sont presque identiques entre bassin aménagé et bassin témoin ; l'effet positif de l'aménagement est déterminé par la réduction de la quantité d'eau écoulée aux exutoires.

3.3 Conclusion au Chapitre 3

Les méthodes d'évaluation de l'érosion et de la sédimentation ont été au cours de notre étude, insuffisantes et imprécises. Nous retiendrons néanmoins que :

- les parcelles d'expérimentation ont présenté des propriétés physico-chimique édaphiques différentes et ont été toutes prises sur sol pauvre ;
- Les observations faites pendant et après les pluies ainsi que les résultats de VAN DEN ENGEL prouvent le comportement positif de l'aménagement ;
- La méthode "des piquets" reste très insuffisante pour évaluer la variation de hauteur du sol.

CHAPITRE 4 : IMPACT DE L'AMENAGEMENT SUR L'HUMIDITE DU SOL

4.1 Méthodes d'analyse des résultats

Les mesures tensiométriques de l'humidité du sol donnent des résultats chiffrés (chiffres lus sur le tensiomètre) correspondant à des valeurs de potentiel capillaire (pF) ; la figure 9 présente la courbe des données tensiométriques en fonction du pF. Il est donc possible de déterminer théoriquement les périodes auxquelles l'alimentation hydrique des plantes est suffisante (entre pF 2,8 et pF 3,9) ou périodes dites humides et celles où cette alimentation commence à être déficitaire (périodes dites sèches ; pF > 3,9). Nous ne considérerons ici que les périodes sèches eu égard à la taille des données (plus de 1700 chiffres).

Les résultats seront présentés sous forme de figures et de Tableaux :

- Les figures indiqueront (par des traits et des alignements de points) les périodes sèches en fonction des parcelles et du cycle des plantes. La pluviométrie mensuelle y est mentionnée à titre indicatif.

- Les tableaux quant à eux donneront les nombres maximums de jours secs consécutifs par mois.

4.2 Impact des différents composants de l'aménagement sur l'humidité des sols sableux

Les figures 10, 11 et 12 présentent les périodes sèches par parcelle et par site respectivement à 10, 40 et 70 cm de profondeur. Les sites sont : CP (cordons pierreux), AVD (aval de la diguette d'épandage), AMD (amont de la diguette d'épandage) et T (témoin).

4.2.1 L'humidité du sol à 10 cm de profondeur

- Le tableau 9 donne le nombre maximum de jours secs consécutifs sur la parcelle la plus sèche, par site et par mois, pour la profondeur de 10 cm.

Fig. 9 : courbes des valeurs tensiométriques en fonction du pF

Lectures tensiométriques

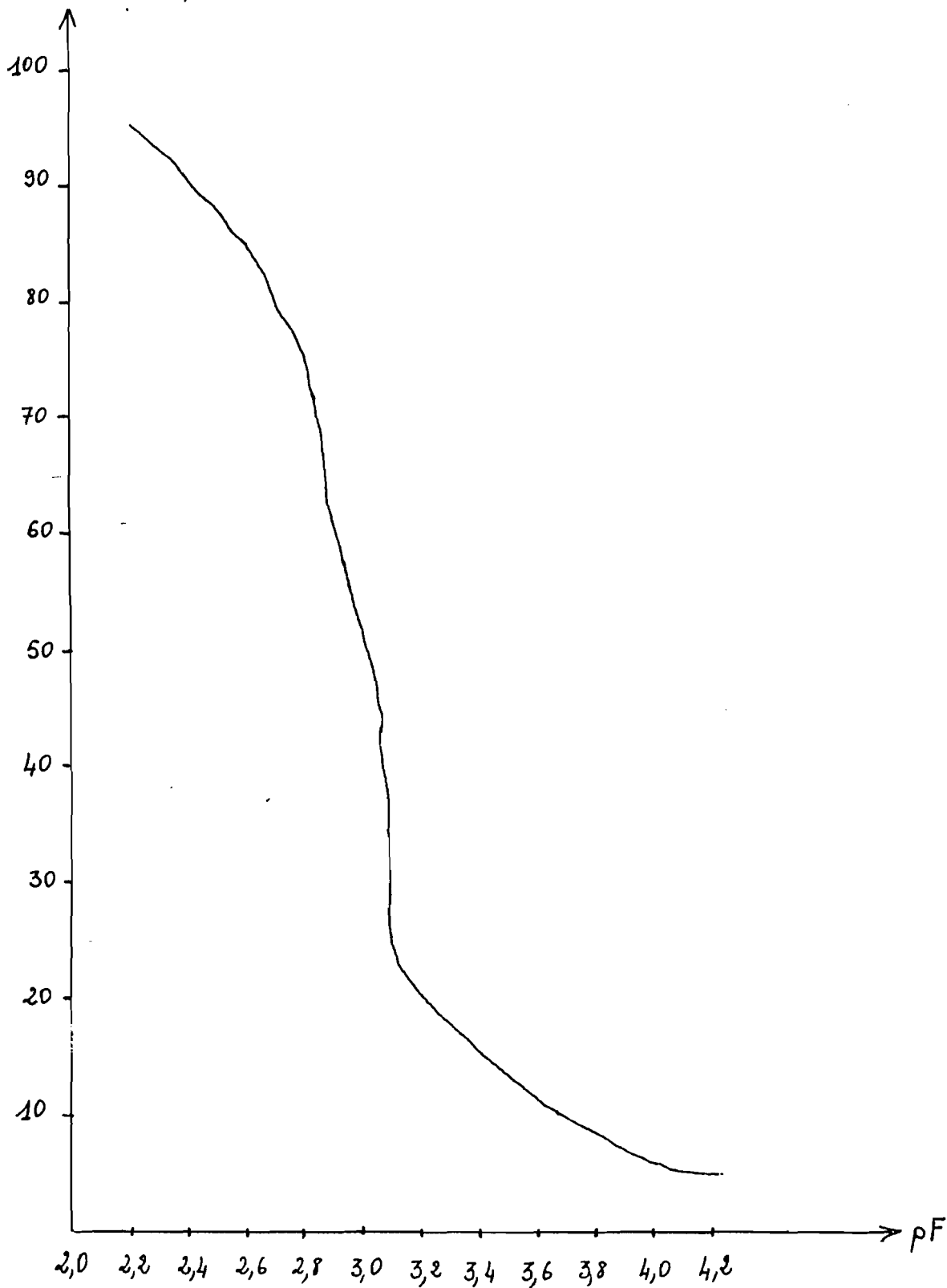


Fig. 10 : périodes sèches par parcelle et par site pour la profondeur de 10 cm
(sol sableux)

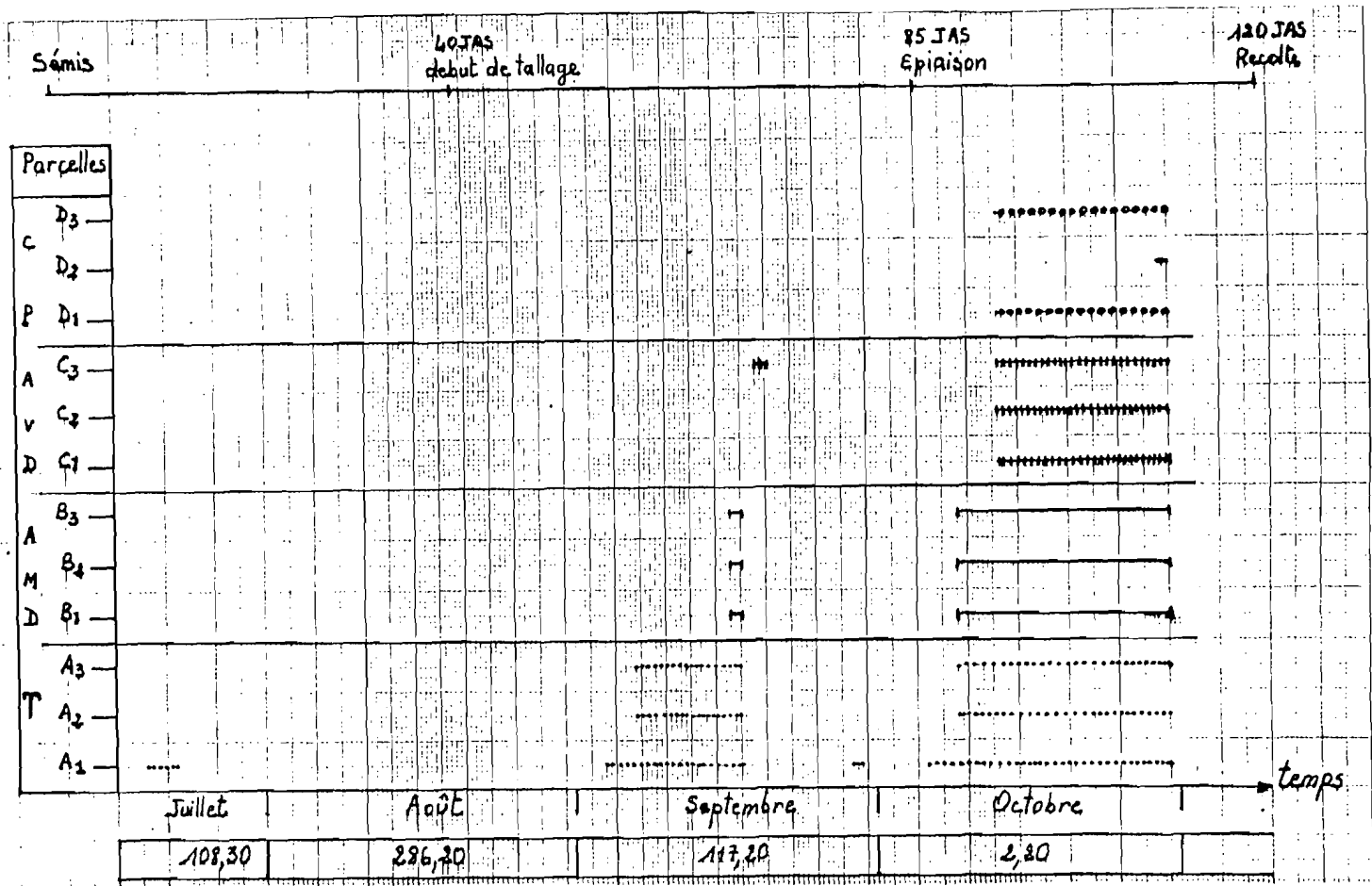


Fig. 11 : périodes sèches par parcelle et par site pour la profondeur de 40 cm
(sol sableux)

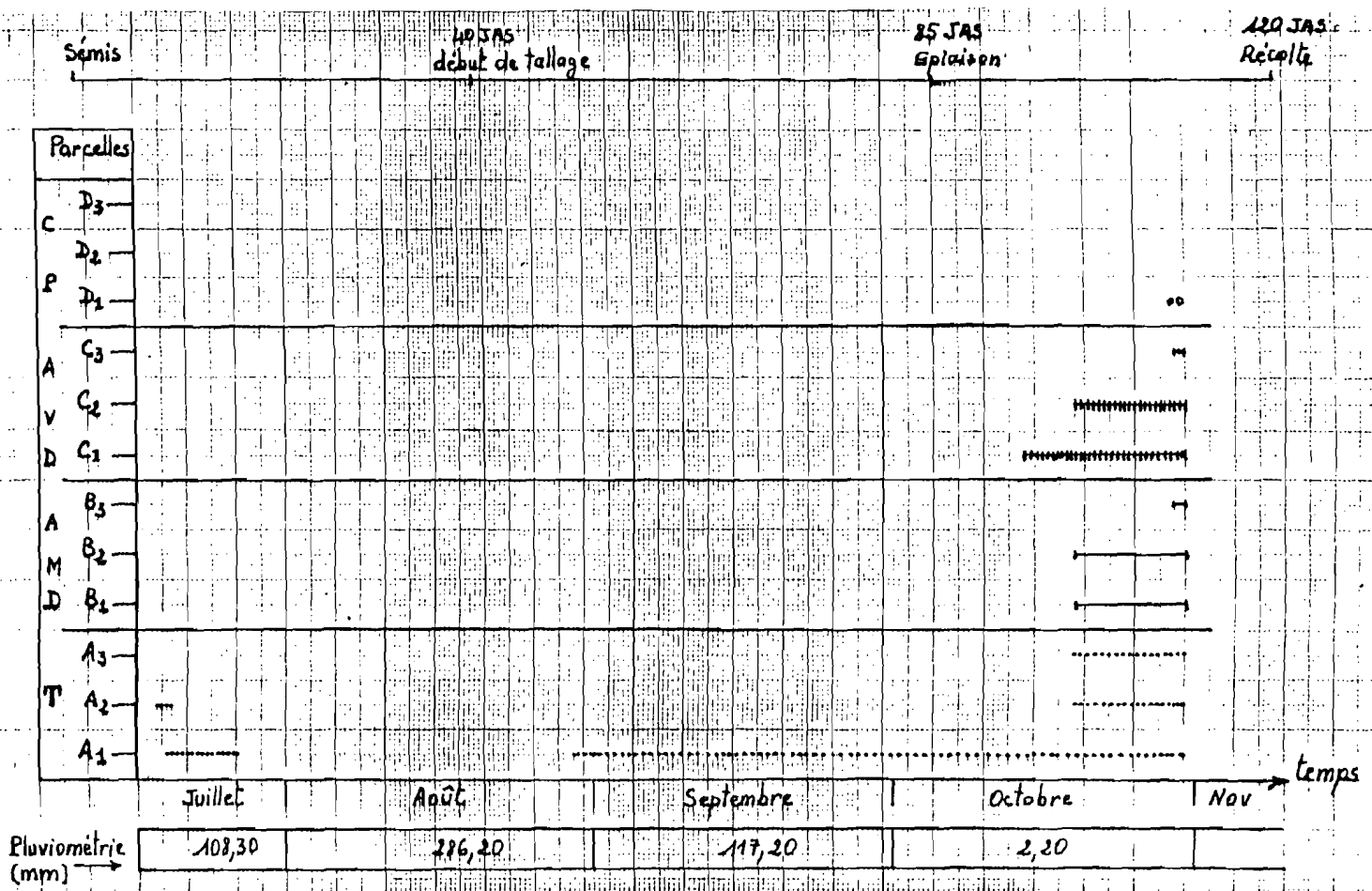


Tableau 9 : nombre de jours secs consécutifs par site pour la profondeur de 10 cm

	T	AMD	AVD	CP
Juillet	6	-	-	-
Août	-	-	-	-
Septembre	12	3	3	-
Octobre	24	21	17	17
Total	42	24	20	17

Le tableau 9 montre qu'au cours de son cycle de développement le mil a connu à la profondeur de 10 cm, un manque d'eau pendant 42 jours sur site témoin ; cette période sèche n'a duré que 24 jours, 20 jours et 17 jours respectivement en amont de la diguette, en aval de la diguette et entre les cordons pierreux.

L'aménagement a permis de réduire les périodes sèches par rapport au site témoin de 42 % pour l'amont de la diguette, 52 % pour l'aval de la diguette et 59 % pour les cordons pierreux, soit une réduction moyenne de 51 %.

- Au delà du nombre total de jours secs, il faut noter les décalages de périodes sèches entre les différents sites. La figure 10 laisse ressortir que seule la parcelle A1 du site témoin connaît 6 jours de sécheresse en Juillet. En Septembre, les parcelles du site témoin connaissent 12 jours de sécheresse, suivies des parcelles en amont de la diguette avec un retard de 9 jours. En octobre, toutes les parcelles de l'expérimentation se sont asséchées à 10 cm de profondeur mais ce sont celles du site témoin qui furent les premières.

En résumé, l'aménagement a permis une réduction des périodes sèches chez les plantes. Cette réduction est en moyenne de 51 % à 10 cm de profondeur. En outre, il a retardé le temps de seuil de ces périodes sèches. L'efficacité des sites dans la rétention en eau va croissante du site témoin à l'amont de la diguette, puis de l'aval de la diguette aux cordons pierreux.

4.2.2 L'humidité du sol à 40 cm de profondeur

- Le tableau 10 donne le nombre maximum de jours secs consécutifs sur la parcelle la plus sèche, par site et par mois, pour la profondeur de 40 cm.

Tableau 10 : Nombre de jours secs consécutifs pour la profondeur de 40 cm

	T	AMD	AVD	CP
Juillet	7	-	-	-
Août	2	-	-	-
Septembre	30	-	-	-
Octobre	30	11	16	2
Total	69	11	16	2

L'analyse du tableau 10 montre qu'à 40 cm de profondeur, l'aménagement a réduit les périodes sèches par rapport au site témoin de 97 % entre cordons pierreux, de 77 % en aval de la diguette et de 84 % en amont de la diguette, soit une réduction moyenne de 86 %. En outre les parcelles sur sites aménagés n'ont connu de sécheresse qu'en Octobre alors que les parcelles sur site témoin en ont connu de Juillet à Octobre.

Le classement par ordre croissant d'efficacité des sites pour la rétention de l'eau est le suivant : site témoin, aval de la diguette, amont de la diguette, cordons pierreux.

4.2.3 Humidité du sol à 70 cm de profondeur

Le tableau 11 donne le nombre maximum de jours secs consécutifs par site et par mois pour la profondeur de 70 cm.

Tableau 11 : Nombre de jours secs consécutifs par site pour la profondeur de 70 cm

	T	AMD	AVD	CP
Juillet	12	12	-	-
Août	30	-	-	-
Septembre	30	-	-	-
Octobre	29	21	12	-
Total	101	33	12	0

Le tableau 11 montre que la plus longue période sèche a été enregistrée sur site témoin (101 jours). L'aménagement a permis de réduire la longueur des périodes sèches par rapport au site témoin, de 67 % pour l'amont de la diguette, de 88 % pour l'aval de la diguette et de 100 % entre les cordons pierreux.

Le décalage des périodes sèches entre sites est nette : les parcelles sur site témoin ont connu une sécheresse de Juillet à Octobre, celles de l'amont de la diguette en Juillet puis en Octobre, celles de l'aval de la diguette et entre cordons pierreux, seulement en Octobre.

4.2.4 Analyse humidité du sol - cycle de développement du mil

L'observation des figures 10 et 11, les constats sur le terrain (pas de flétrissement de plantes) ainsi que l'enracinement des plantes (Chap. 5), laissent conclure que l'eau n'a pas été facteur limitant au développement des cultures sur sol sableux quelque soit le site considéré.

Les besoins en eau des cultures varient suivant leurs stades de développement et les périodes de sécheresse observées au cours de la saison ne coïncident pas avec les moments où la demande en eau des plantes est élevée (stade jeune plantule et stade floraison). La période de sécheresse enregistrée en cours de tallage à 10 cm de profondeur sur le site témoin, en amont et en aval de la diguette, n'a théoriquement pas d'incidence perceptible sur le développement des plantes, vue que leur enracinement moyen était de 31 cm sur toutes les parcelles. Cela est aussi valable pour la période précédant la récolte (2 semaines avant la récolte) où l'enracinement était de 34 cm. On a certes enregistré à 40 cm de profondeur et à la même période une sécheresse, mais la moindre demande hydrique du mil à ce stade (2 semaines avant la récolte) atténue l'impact de cette sécheresse sur le rendement des cultures (Gaudy, 1965).

A la profondeur de 70 cm (zone non visitée par la plupart des racines de mil), l'amélioration des conditions hydriques du sol occasionnée par l'aménagement, est favorable à la culture d'une autre espèce de plante telle que le sorgho, à enracinement plus profond.

4.2.5 Conclusion sur l'effet de l'aménagement sur l'humidité des sols sableux

Sur les sols sableux, l'aménagement antiérosif a permis d'augmenter la disponibilité de l'eau par une meilleure rétention des eaux de ruissellement. Il a en outre permis de réduire la longueur des périodes sèches et de retarder leur temps de seuil. La réduction de ces périodes sèches est de 51 % et 86 % respectivement pour les profondeurs de 10 et 40 cm. Ces effets positifs de l'aménagement permettent d'avancer le temps des semis en début de saison pluvieuse (hypothèse vérifiée par Wright, 1985 au Yatenga) et d'atténuer l'effet des poches de sécheresse entre les pluies espacées.

Pour cette première année de recherche, l'incidence de l'aménagement sur la nutrition hydrique des plantes n'a pas été très perceptible du fait de la pluviométrie élevée (765 mm), de l'étalement des pluies dans le temps et de la tolérance à la sécheresse de l'espèce cultivée qu'est le petit mil (tolérance dont fait cas Cerigheli en 1955).

4.3 Impact de l'aménagement sur l'humidité des sols gravillonnaires

Les tableaux 12 et 13 donnent le nombre maximum de gravillonnaires jours secs consécutifs par site respectivement pour les profondeurs de 10 et 40 cm. Les sites sont T' (témoin sur sol gravillonnaire) et CP' (cordons pierreux sur sol gravillonnaire).

Tableau 12

Nombre de jours secs consécutifs par site pour la profondeur de 10 cm.

	T'	CP'
Juillet	3	3
Août	-	-
Septembre	30	11
Octobre	30	25
Total	63	39

Tableau 13

Nombre de jours secs consécutifs par site pour la profondeur de 40 cm.

	T'	CP'
Juillet	12	9
Août	30	24
Septembre	30	8
Octobre	29	24
Total	101	65

La réduction de la longueur des périodes sèches est aussi nette sur les sols gravillonnaires ; elle est de 38 % pour la profondeur de 10 cm et de 35,6 % pour 40 cm de profondeur. Un décalage entre périodes sèches peut également être noté en observant la figure 14 : à 40 cm de profondeur, les parcelles témoins ont connu la sécheresse pendant toute la saison pluvieuse alors que les parcelles sur site aménagé ont été marquées de périodes humides interrompues de périodes sèches.

L'amélioration des conditions hydriques occasionnée par les cordons pierreux n'a toutefois pas empêché des flétrissements d'importances égales de plantes entre site aménagé et site témoin.

En effet, un flétrissement des plantes a été observé en cours de tallage et à l'épiaison sur les sites témoin et aménagé, induisant une anticipation de la récolte.

4.4 Impact de la distance au thalweg sur l'humidité des sols sableux

Les blocs sont représentés par les parcelles se trouvant à la même distance du thalweg central : Bloc I (parcelles à 25 m du thalweg), Bloc II (parcelles à 50 m du thalweg) et Bloc III (parcelles à 75 m du thalweg). Les tableaux 14 et 15 donnent le nombre maximum de jours secs consécutifs par bloc et par mois respectivement pour 10 et 40 cm de profondeur.

Tableau 14
 Nombre de jours secs
 consécutifs par bloc
 pour 10 cm de profondeur.

	Bloc I	Bloc II	Bloc III
Juillet	-	-	5
Août	-	-	-
Septembre	7	6	12
Octobre	21	21	25
Total	28	27	40

Tableau 15
 Nombre de jours secs
 consécutifs par bloc
 pour 40 cm de profondeur.

	Bloc I	Bloc II	Bloc III
Juillet	-	2	7
Août	0	0	2
Septembre	0	0	30
Octobre	16	11	30
Total	16	13	69

L'hypothèse d'une disponibilité d'eau décroissante dans les parcelles du Bloc I à celle du Bloc III en passant par celle du Bloc II n'est pas vérifiée dans les conditions de notre étude. En effet les périodes sèches ne présentent pas des longueurs croissantes du Bloc I au Bloc III en passant par le Bloc II pour les profondeurs de 10 et 40 cm (confère tableaux 14 et 15).

Le Bloc III connaît les plus longues périodes sèches (40 jours pour 10 cm de profondeur et 69 jours pour 40 cm de profondeur), mais les résultats des Blocs I et II infirment la théorie : 28 jours et 27 jours respectivement pour les Blocs I et II à 10 cm de profondeur, 16 jours et 13 jours respectivement pour les Blocs I et II à 40 cm de profondeur.

Ces résultats s'expliquent par l'influence des microtopographies à l'intérieur de chaque bassin versant qui modifient le ruissellement local indépendamment du ruissellement à l'échelle du bassin (Hottinga, 1988) ; il y a aussi l'hétérogénéité édaphique entre parcelles aux différentes distances du thalweg, qui induit des dissemblances de comportements hydrodynamiques des sols parcellaires.

Fig. 12 = périodes sèches par parcelle et par site pour la profondeur de 70 cm (sol sableux)

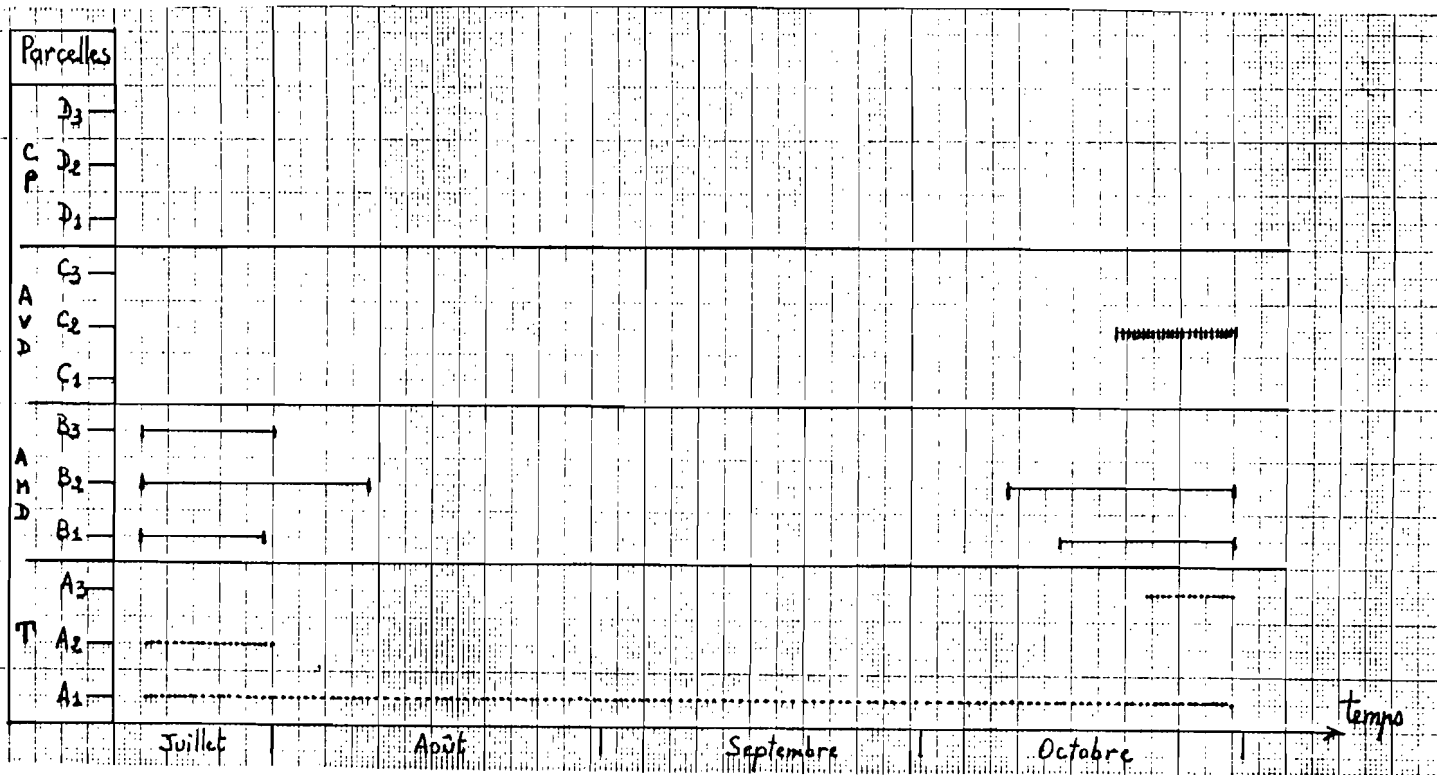


Fig. 13 (en haut) et 14 (en bas) : périodes sèches par parcelle et par site respectivement pour les profondeurs de 10 et 40 cm (sol gravillonnaire)

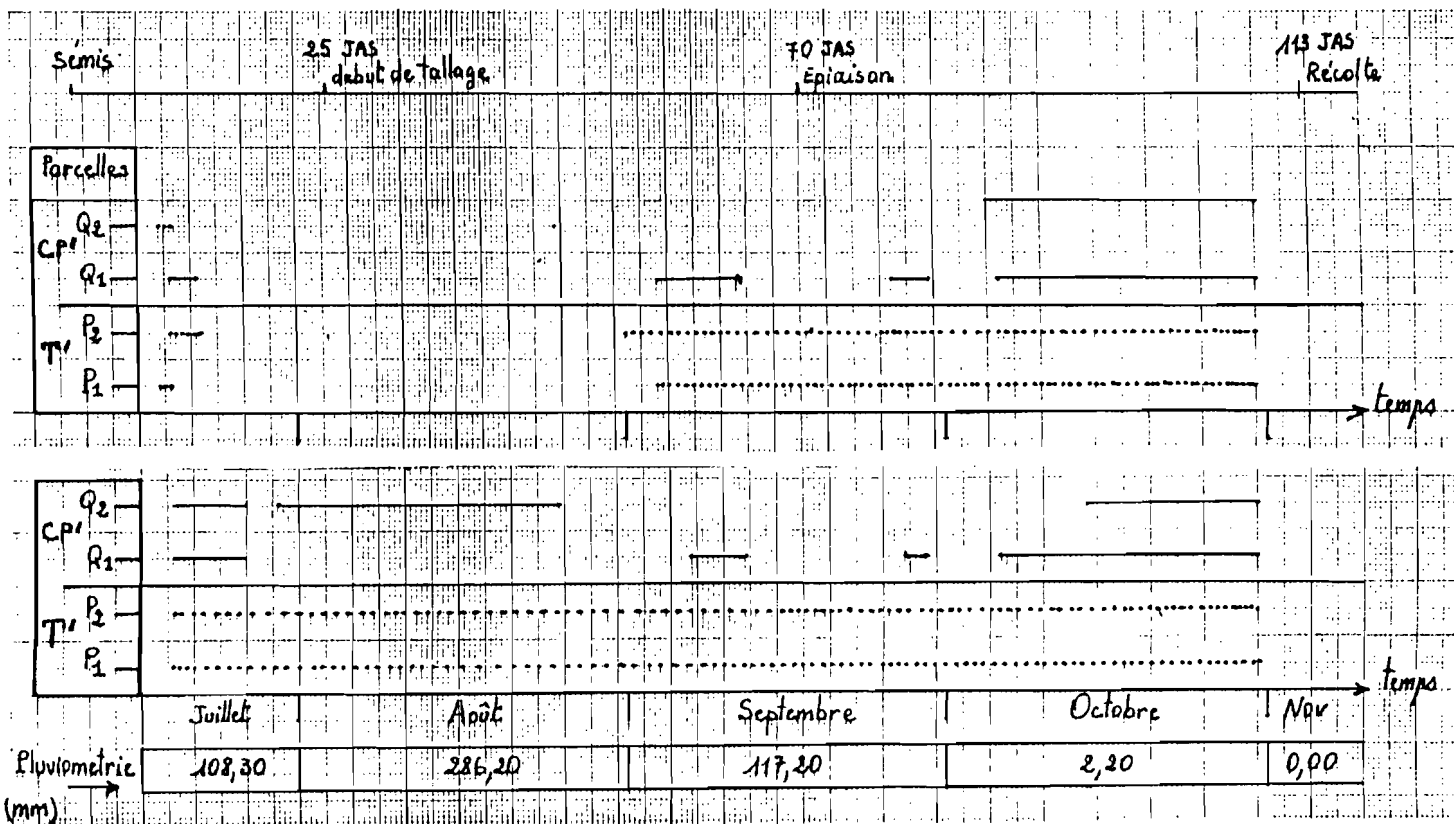


Fig. 15 : périodes sèches par parcelle et par bloc pour la profondeur de 10 cm
(sol sableux)

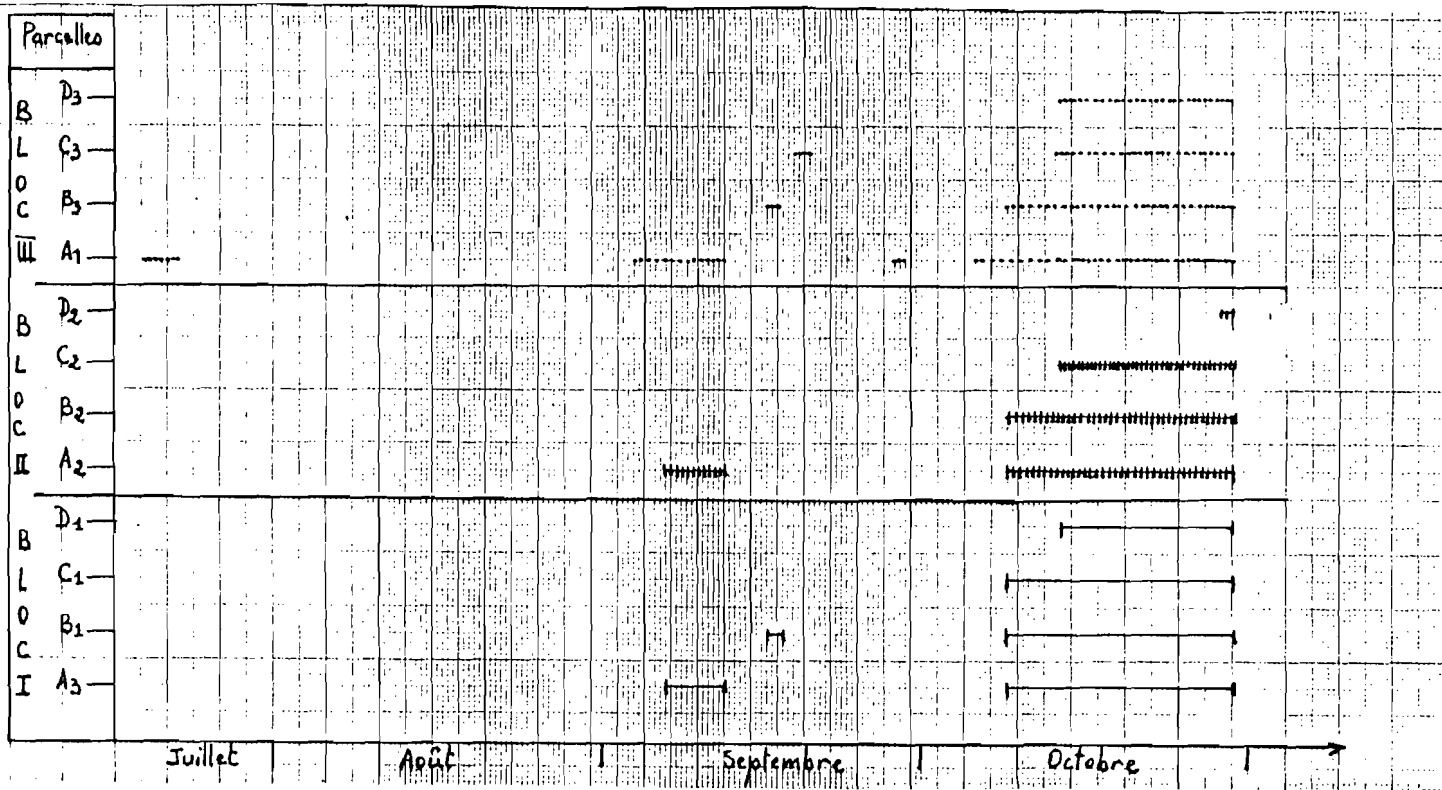
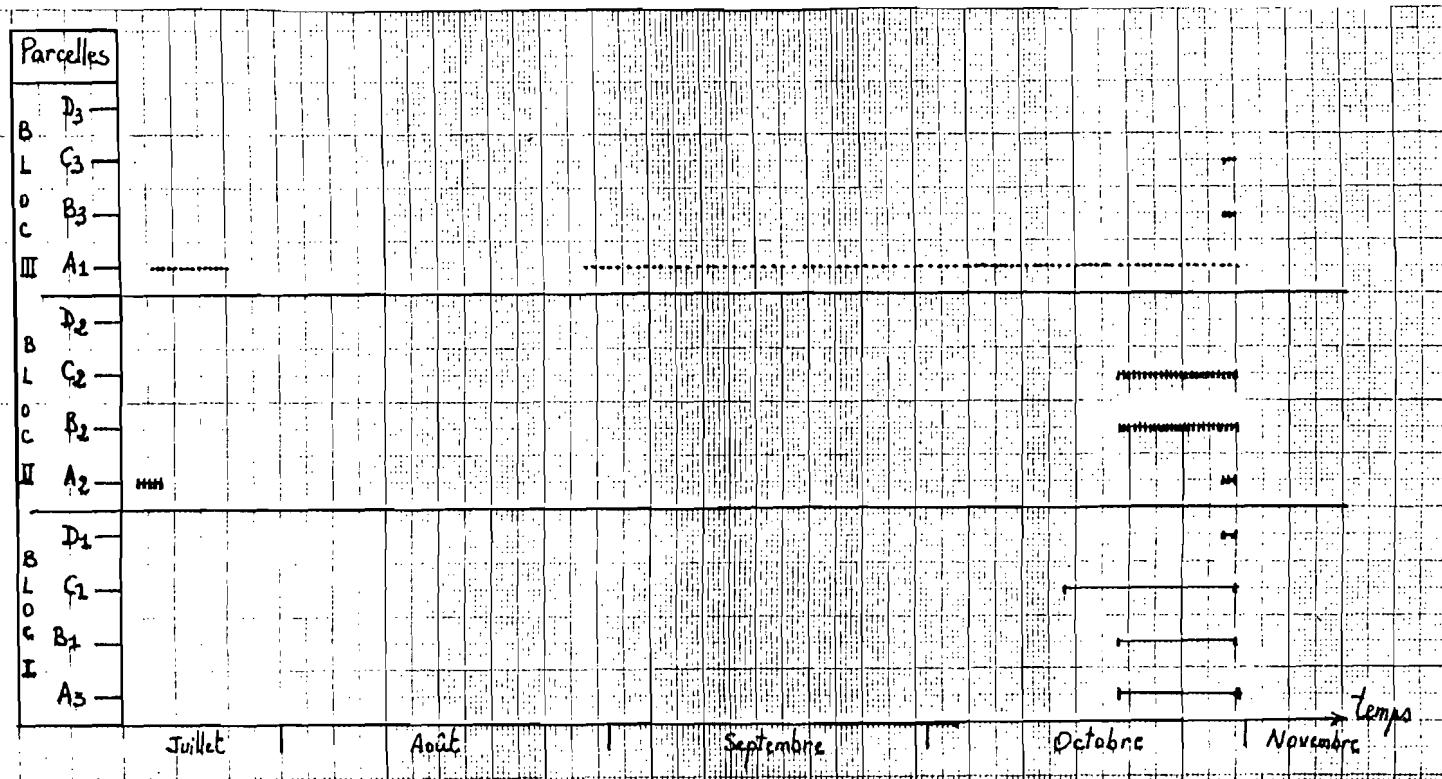


Fig. 16 : périodes sèches par parcelle et par bloc pour la profondeur de 40 cm
(sol sableux)



4.5 Analyse comparative de l'humidité des sols sableux entre l'amont, le milieu et l'aval dans les parcelles C3, D1, D3 et E

Les parcelles C3, D1, D3 et E du bassin aménagé sont d'un emplacement particulier (confère figure 4, première partie).

Les tableaux 16 et 17 donnent le nombre maximum de jours secs consécutifs pour l'amont, le milieu et l'aval de chaque parcelle respectivement pour les profondeurs de 10 et 40 cm du sol.

Tableau 16 : Nombre de jours secs consécutifs en amont, milieu et aval des parcelles C3, D1, D3 et E pour la profondeur de 10 cm.

	C3			D1			D3			E	
	Am	M	Av	Am	M	Av	Am	M	Av	Am	Av
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Août	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	16	16	16	16	16	16	2	16	16	16	16
Total	16	18	16	16	16	16	2	16	16	16	16

Am = Amont
M = Milieu
Av = Aval.

Tableau 17 : Nombre maximum de jours secs consécutifs en amont, milieu et aval des parcelles C3, D1, D3 et E pour la profondeur de 40 cm.

	C3			D1			D3			E	
	Am	M	Av	Am	M	Av	Am	M	Av	Am	Av
Juillet	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Août	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Septembre	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Octobre	2	2	-	-	2	2	-	-	-	8	-
Total	2	2	-	-	2	2	-	-	-	8	-

Pour les profondeurs de 10 et 40 cm, il n'y a eu de sécheresse en amont, milieu et aval des parcelles C3, D1, D3 et E qu'au mois d'Octobre.

Les longueurs de périodes sèches sont quasi égales entre les trois niveaux à l'intérieur d'une même parcelle. Dans les conditions de notre étude il n'y a pas eu de différences de disponibilité d'eau entre les trois niveaux d'une même parcelle.

4.6 Conclusion (sur le chapitre 4)

Dans les conditions de notre étude, l'aménagement antiérosif a favorisé la recharge hydrique du sol, réduit la longueur des périodes sèches et retardé leur temps de seuil. Ces effets positifs de l'aménagement autorise des semis précoces en début de saison (même résultat trouvé par Wright en 1985 au Yatenga), corrige les déficits pluviométriques en mauvaise saison (Lamachère et Serpentier, 1988) et permet la variation des espèces et des variétés de culture. Ex : culture de sorgho (aux qualités culinaires mieux appréciées à Namsiguia) à la place du mil, sachant que le coefficient de transpiration du mil est de 250 contre 270 pour le sorgho (Westphal, 1985).

Mais il faut noter que la particularité pluviométrique de la saison (fortes pluviométries et pluies bien étalées) ainsi que la tolérance du mil à la sécheresse (Cereg heli, 1955), ont rendu imperceptibles l'impact de l'aménagement sur la nutrition hydrique des cultures.

L'hypothèse de l'existence d'un gradient hydrique suivant la distance au thalweg n'a pas été vérifiée du fait d'une hétérogénéité édaphique et topographique entre parcelles.

Les mesures tensiométriques comme méthode d'appréciation de l'humidité du sol et de ses variations ne sont que très grossières (Henin, 1968). Elles ne permettent pas de rendre compte de façon précise l'humidité du sol, même si elles sont moins coûteuses faciles à exécuter et à répéter. La méthode des humidités pondérales du sol donnerait des résultats plus fiables mais moins nombreux. Il était cependant nécessaire de procéder à quelques mesures d'humidité pondérale pour vérifier la validité des mesures tensiométriques.

L'état physique du sol qui est très hétérogène entre parcelles a une grande influence sur le comportement hydrodynamique du sol (Henin, 1968 et Ministère de la Coopération Française, 1983).

Ainsi, une plus grande fiabilité des résultats s'obtiendra en recherchant une meilleure homogénéité du terrain.

**CHAPITRE 5 : EFFET DE L'AMENAGEMENT SUR LA CROISSANCE VEGETATIVE
DES PLANTES ET SUR QUELQUES COMPOSANTES DU RENDEMENT**

5.1 Appréciation de la levée des plantules

Le tableau 18 donne le pourcentage de levée des plantules au 5e jour après les semis.

Tableau 18 : Pourcentage de levée des plantules au 5e jour après les semis

		Variétés	
		Locale	IKMP5
S	T	98	97
	CP	99	99
I	AVD	98	96
	AMD	97	98
E	T'	89	-
	CP'	89	-

- Sur les sols sableux

La levée des plantules a été généralement bonne au vu des forts pourcentages que présente le tableau 18 (compris entre 96 et 99 %). Les différences de pourcentages ne sont pas nettes tant entre parcelles aménagées et parcelles témoins qu'entre variétés.

La bonne levée des plantules tient du fait que les semis ont été effectués en condition d'humidité suffisante du sol (pluie de 37 mm le 7 Juillet, semis le 9 Juillet, pluies de 4 mm le 9 Juillet et de 17 mm le 17 Juillet) et que le petit mil est peu exigeant en eau au cours de sa germination : seulement une quantité d'eau équivalente à 50 % du poids de la graine suffit pour une bonne germination (Ceregheli, 1955).

- Sur les sols gravillonnaires

La levée a été moins satisfaisante que sur sols sableux (89 % sur les parcelles témoins et les parcelles aménagées). Ces résultats sont la conséquence de l'état physique du sol (sol latéritique gravillonnaire peu perméable).

5.2 Croissance en longueur des tiges et des racines

Les longueurs de tiges et de racines aux différentes dates de mesure sont données par des tableaux tandis que des figures 17, 18, 19 et 20 présentent les courbes de croissance racinaire et caulinaire.

5.2.1 Croissance en longueur des tiges

Le tableau 19 donne la hauteur moyenne (en cm) des tiges par site et par variété.

Tableau 19 : Hauteur moyenne en cm des tiges par site et par variété.

Sites et variétés Dates	T		CP		AVD		AMD		T'	CP'
	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	L
40 JAS (40 jours après semis)	56,2	53,3	40	62	60	60	90	75	88,4	92,7
60 JAS	112,2	115,3	107,8	125,7	115,5	120,1	120	130,6	120,9	132,9
Récolte	146,6	135,2	143,7	152,9	151,7	142,4	185,6	165,8	133,4	158,9

- Croissance caulinaire de la variété locale sur sol sableux

La figure 17 présente les courbes de croissance des tiges de la variété locale sur sol sableux.

Les tiges de la variété locale ont connu avec l'aménagement (sauf entre cordons pierreux) une avance de croissance allant de 3,4 % pour l'aval de la diguette à 26,6 % pour l'amont de la diguette, par rapport à celles des parcelles témoins. En effet entre le 40e JAS et la récolte les courbes AVD (aval de la diguette) et AMD (amont de la diguette) s'inscrivent au-dessus de la courbe T (témoin), tandis que la courbe CP (cordons pierreux) s'inscrit au-dessous de la courbe T.

En outre, l'élongation moyenne journalière entre le 40e JAS et la récolte, augmente par rapport au témoin de 14 %, 0,88 % et 5,30 % respectivement entre cordons pierreux, l'aval et l'amont de la diguette.

- Croissance caulinaire de la variété IKMP5 sur sol sableux

La figure 18 présente les courbes de croissance des tiges de la variété IKMP5 sur sol sableux. La courbe T s'inscrit au-dessous de toutes les courbes. Sur sites antiérosifs, les tiges de mil ont donc gardé une hauteur moyenne supérieure à celle atteinte par les tiges du témoin, entre le 40e JAS et la récolte. L'avance de croissance par rapport au témoin est de 13 %, 5,3 % et 22,6 % respectivement entre cordons pierreux, en aval et en amont de la diguette. L'élongation journalière moyenne

des tiges a augmenté sous l'effet aménagement de 10,7 % entre cordons pierreux et aval de diguette et de 0,98 % en amont de la diguette.

- Croissance caulinaire de la variété locale sur sol gravillonnaire

Cette croissance est décrite par la figure 19. La courbe T' restant au-dessous de la courbe CP', l'aménagement a permis une meilleure croissance des tiges par rapport au témoin. A tout moment (entre le 40e JAS et la récolte) les tiges entre cordons pierreux sont plus hautes que celles sur sites témoins. Par ailleurs, l'élongation journalière s'est vue augmentée de 47,5 % entre cordon pierreux. Entre 60e JAS et la récolte, période sèche presque chronique pour les plantes sur sol gravillonnaire, l'élongation caulinaire entre cordons pierreux a dépassé celle du site témoin de 113 % ; les portions de courbes entre le 60e JAS et la récolte le confirment.

Conclusion sur la croissance des tiges

L'aménagement antiérosif tant sur sol sableux que sur sol gravillonnaire, a favorisé une meilleure croissance des tiges de mil. Les avances de croissance varient de 3,4 % à 26,6 % pour la variété locale et de 5,3 % à 22,6 % pour IKMP5. Ces résultats sont confirmés par ceux de Lamachère et Serpentier qui en 1988 trouvaient entre cordons pierreux au Yatenga des chiffres plus élevés de 20 à 80 %. Il faut noter que l'impact positif de l'aménagement est plus perçu sur sol gravillonnaire peu profond et déficitaire en eau.

Tous ces résultats montrent que l'aménagement a joué son rôle d'améliorateur des conditions hydriques du sol.

5.2.2 Croissance en longueur des racines

Le tableau 20 donne la longueur moyenne (en cm) des racines de mil par site et par variété.

Tableau 20 : Longueur moyenne en cm des racines de mil par site et par variété.

Sites et variétés Dates	T		CP		AVD		AMD		T'	CP'
	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	L
40 JAS	23,5	25,6	25,6	31	30,5	29,8	31,3	29	28,5	28
60 JAS	30,3	31,1	31,9	34	33,8	33,5	34,1	38,3	30,5	30,1
Récolte	33,4	31,4	34,5	34,3	34,1	34,0	35,6	40,6	35	32

Fig. 17 : courbes de croissance des tiges de mil (variété locale) sur sol sableux

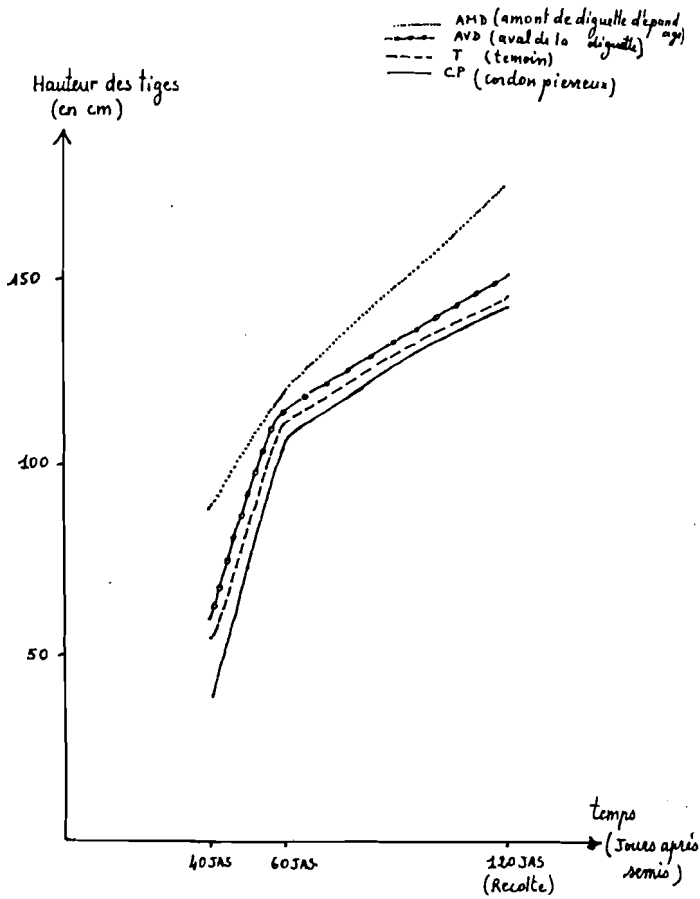


Fig. 18 : courbes de croissance des tiges de mil (variété IKMP5) sur sol sableux

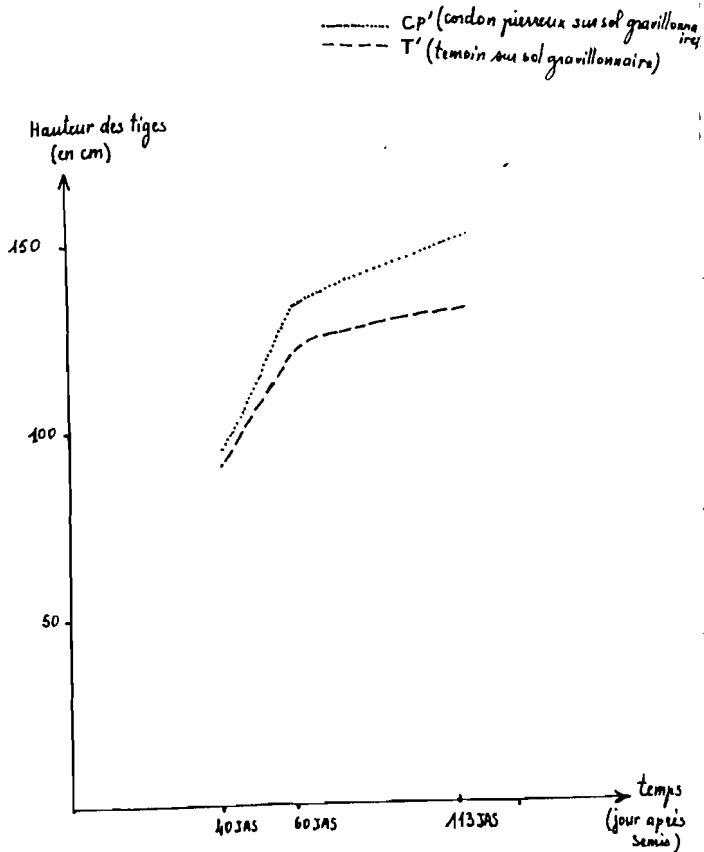
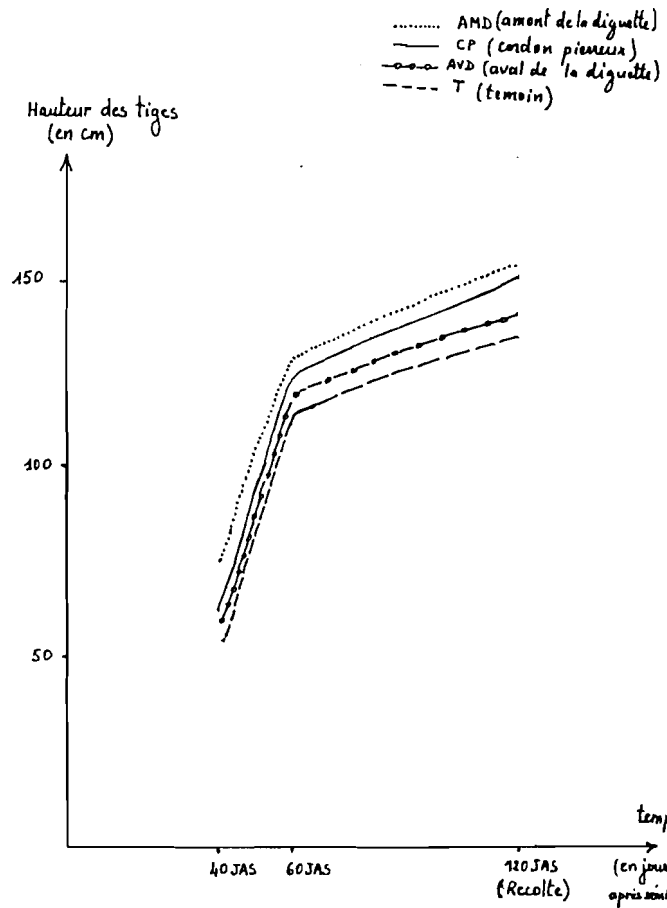


Fig. 19 : courbes de croissance des tiges de mil (variété locale) sur sol gravillonneux

- Croissance racinaire de la variété locale sur sol sableux

Les racines manifestent au cours de leur croissance un géotropisme positif (INRA, 1982). La longueur moyenne des racines peut donc être considérée comme profondeur moyenne approximative d'enracinement. Sur la fig. 20.a la courbe du témoin reste entre le 40e JAS et la récolte, au-dessus des courbes obtenues sur sites aménagés ; l'aménagement a donc amélioré l'enracinement du mil (variété locale).

- Croissance racinaire de la variété IKMP5 sur sol sableux

L'analyse de la croissance racinaire de la variété IKMP5 (fig. 20.b) est analogue à celle concernant la variété locale.

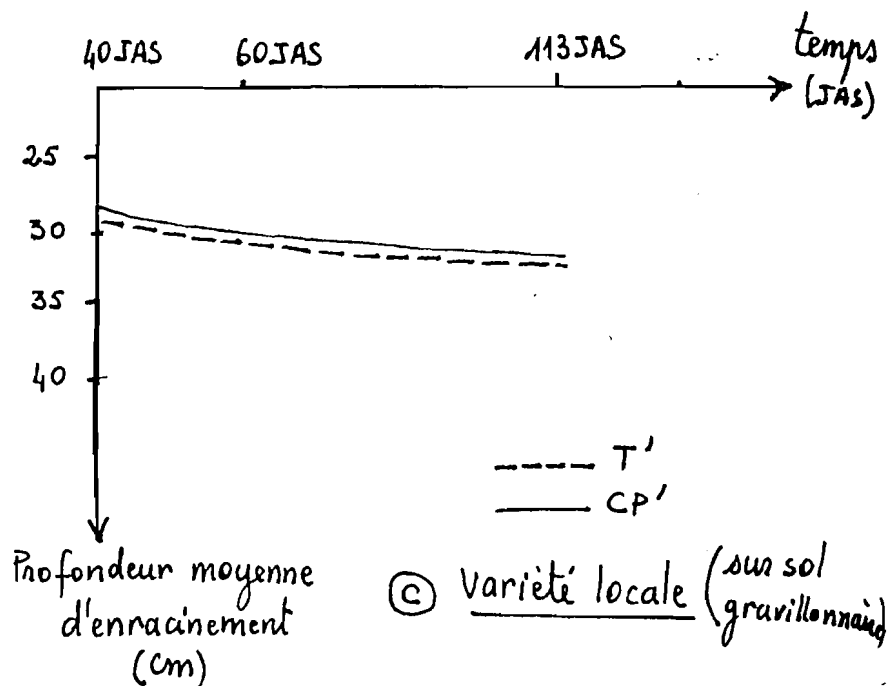
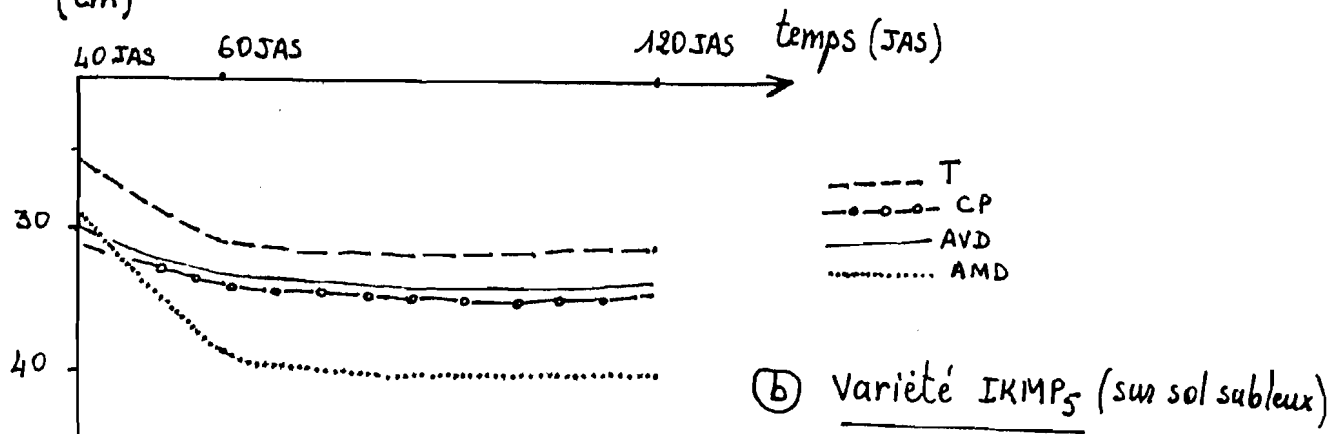
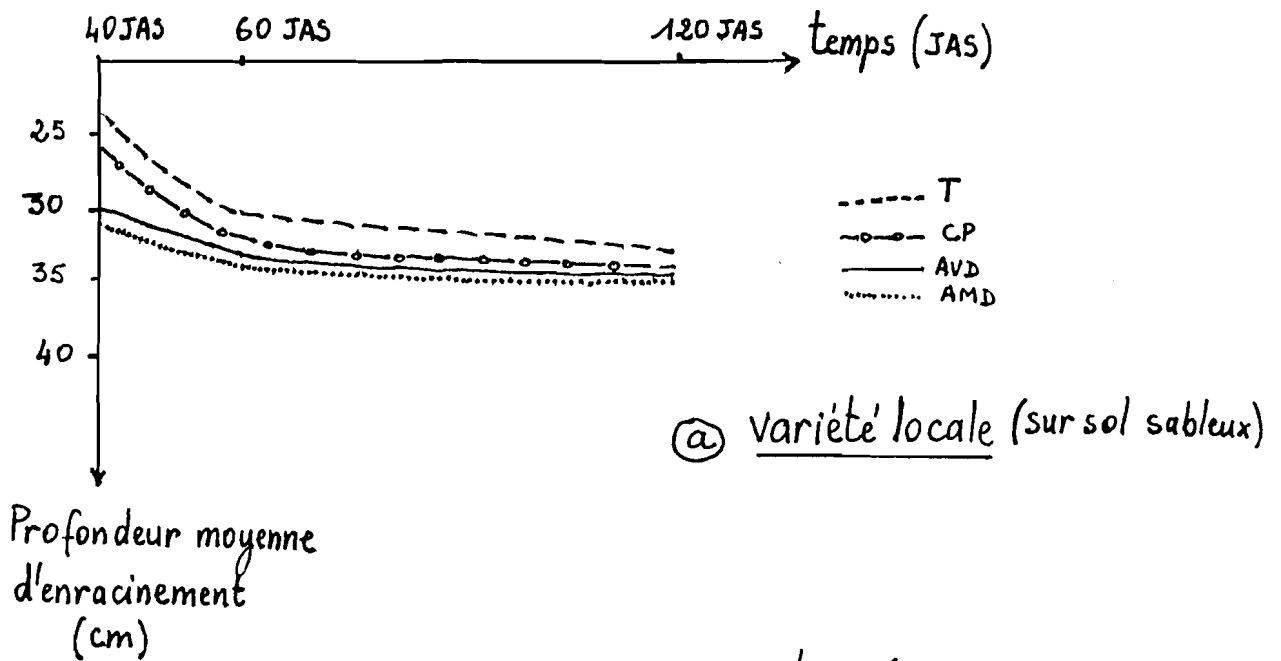
- Croissance racinaire de la variété locale sur sol gravillonnaire

L'enracinement entre le 40e JAS et la récolte est meilleure sur site témoin par rapport à celui obtenu entre cordons pierreux. Cela tient des différences de profondeur utile du sol entre sites (Boulaine, 1971) : l'induration commence à 20 cm entre cordons pierreux alors qu'elle s'observe après 30 et 35 cm respectivement sur les parcelles P2 et P1 sur site témoin.

- Conclusion sur la croissance racinaire

L'aménagement antiérosif a amélioré l'enracinement du mil sur sol sableux (ces résultats furent aussi trouvés par Lamachère et Serpentier en 1988 au Yatenga). On sait pourtant que la longueur des racines augmente avec le taux d'humidité et la disponibilité des éléments fertilisants (INRA, 1982) : l'humidité diminue la résistance mécanique du sol et influence la diffusion des éléments minéraux dans le sol. L'aménagement antiérosif a donc favorisé la recharge hydrique du sol.

Fig. 20 : courbes de croissance racinaire



5.3 Les phases de développement et les composantes du rendement

5.3.1 Les débuts des phases de développement

- Sur sol sableux

Trois dates ont été notées pour toutes les parcelles tant aménagées que témoins :

- . 40 jours après semis : tallage
- . 70 " " " : montaison
- . 120 " " " : récolte.

- Sur sol gravillonnaire

On note aussi trois dates pour toutes les parcelles :

- . 25 jours après semis : tallage
- . 60 " " " : montaison
- . 113 " " " : récolte.

L'aménagement n'a pas modifié la durée des phases de développement du mil. Cela s'explique principalement par la particularité pluviométrique de la saison.

Il faut aussi noter qu'en réalité, les variétés locale et IKMP5 ne sont pas de cycles bien différents.

5.3.2 Analyse du tallage et de quelques composantes de rendements

Tableau 21 : Tallage moyen par poquet

Sites et variétés Dates	T		CP		AVD		AMD		T'	CP'
	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	L
40 JAS	3,5	3,2	1,6	3,3	1,9	2	3,7	3,7	7,5	9,1
50 JAS	<u>3,3</u>	<u>4,1</u>	2	<u>3,9</u>	2,4	<u>2,6</u>	4,5	<u>4,6</u>	<u>8,9</u>	<u>9,2</u>
60 JAS	3	4,1	<u>2,3</u>	3,5	<u>2,5</u>	2,4	<u>4,8</u>	4	6,6	6,6

Tableau 22 : Tallage et épiaison - résultats quantitatifs/ha

Sites et variétés	T		CP		AVD		AMD		T'	CP'
	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	IKMP	L	L
Tallage maximum/ha	58664	72885	40887	69330	44442	46220	85329	81774	158548	163548
Nombre d'épis/ha	36444	32000	30578	25955	32000	23644	69867	45511	35556	44445
Nombre d'épis fertiles/ha	19555	25422	17644	24889	25244	19911	40533	36089	25778	34667
Nombre de poquets récoltés/ha	13629	15407	14518	14518	14518	15111	11852	15407	8000	12444
Talles ayant épié (%)	<u>60</u>	43	<u>67</u>	45	<u>72</u>	51	<u>82</u>	56	<u>23</u>	<u>28</u>
Epis fertiles (en %)	<u>52</u>	75	<u>56</u>	83	<u>79</u>	86	<u>57</u>	75	<u>69</u>	<u>75</u>

- Sur sols sableux

. Le tableau 21 montre par ses chiffres soulignés, que l'aménagement n'a pas amélioré la capacité de tallage du mil (sauf en amont de la diguette).

. Le tableau 22 montre que l'aménagement élève le taux d'épiaison des talles. En effet ce taux varie de 67 à 82 % sur sites aménagés contre 60 % sur site témoin pour la variété locale ; tandis qu'il varie de 45 à 56 % sur site aménagé contre 43 % sur site témoin pour IKMP5.

L'aménagement a aussi limité l'échardage ; en effet le taux d'épis fertiles varie de 56 à 79 % sur site aménagé contre 52 % sur site témoin pour la variété locale ; il varie de 75 à 86 % sur site aménagé contre 75 % sur site témoin pour IKMP5.

L'aménagement n'a pas augmenté le nombre de poquets récoltés/ha mais il faut signaler les attaques d'importances différentes du mildiou entre parcelles.

- Sur sol gravillonnaire

L'aménagement augmente la capacité de tallage du mil (9,2 talles/poquet entre cordons pierreux contre 8,9 talles/poquet sur parcelles témoins), élève le taux de talles épiés et réduit l'échardage (de 6 %).

5.3.3 Conclusion

Le réseau antiérosif n'a ni modifié la durée des phases de développement, ni augmenté la capacité de tallage des plants de mil ; toutefois les taux d'efficacité du tallage et de fertilité des épis se sont vu accrus. Il faut noter que malgré un développement harmonieux des plantes dans la majorité des parcelles, le taux de couverture du sol par le feuillage n'a guère dépassé 40 %. Sur un sol où sévissent l'érosion splash et le ruissellement, il faut donc éviter les semis peu denses et en lignes bien droites (FAO, 1967 et Nahal, 1975).

5.4 Analyse du nombre des feuilles vertes à la récolte

Le tableau 23 donne le nombre de feuilles vertes à la récolte, par site et par variété.

Tableau 23 : Nombre moyen de feuilles vertes à la récolte par site et par variété.

Sites et variétés	T		CP		AVD		AND		T'	CP'
	L	IKMPS	L	IKMPS	L	IKMPS	L	IKMPS	L	L
	3	3	10	3,3	5	6	6	5	0	0

La verdeur des feuilles à la récolte est indicatrice d'une disponibilité d'eau résiduelle dans le sol au profit des plantes. En outre la présence de nombreuses feuilles vertes sur la plante (au stade maturation des graines) permet un bon remplissage des graines et contribue à élever les rendements.

- Sur sol sableux

Le nombre de feuilles vertes sur parcelle aménagée double celui observé sur parcelle témoin. Cela prouve la présence d'une eau résiduelle persistante dans le sol au profit des plantes sous l'effet de l'aménagement.

- Sur sol gravillonnaire

Le déficit hydrique précoce qu'ont connu les parcelles, a vite fait d'assécher toutes les feuilles avant la récolte, tant sur sites aménagés que sur site témoin.

**CHAPITRE 6 : IMPACT DE L'AMENAGEMENT SUR LES RENDEMENTS EN GRAINS
DES CULTURES**

6.1 Rendements parcellaires et analyse de variances

6.1.1 Les rendements parcellaires

Exprimés en kg/ha les rendements en grains respectivement par parcelle et par bloc, sont donnés par les tableaux 24 et 25. La figure 21 présente les rendements moyens en grains par site et par variété.

Tableau 24 : Rendements parcellaires en grains (en kg/ha)

		Sous parcelles : variétés			Total
		Locale	IKMP5		
Parcelles	T	A3	295	174	469
		A2	288	166	454
		A1	220	225	445
		Total	803	565	1368
Principales :	CP	D1	341	429	770
		D2	70	146	216
		D3	213	521	734
		Total	624	1096	1720
Les sites	AVD	C1	225	340	565
		C2	204	246	450
		C3	445	250	695
		Total	874	836	1710
	AMD	B1	1440	1339	2779
		B2	288	303	591
		B3	220	209	429
		Total	1948	1851	3799
T o t a l			4249	4348	8597

Tableau 25 : Rendements en grains par blocs (en kg/ha)

Blocs	Total par bloc
I	4583
II	1711
III	2303
Total	8597

6.1.2 L'analyse de variances

Le tableau 26 donne les résultats de l'analyse de variances.

Tableau 26 : Analyse de variances (rendements en grains)

Sources de variation	Somme des carrés des écarts	Degré de liberté	Variances	F calculé	F théorique	
					5 %	1 %
Total sites	2 452 146	11	222 922			
Blocs	574 885	2	287 442	1,36 NS	5,14	10,92
Sites	613 203	3	206 067	0,98 NS	4,76	9,78
Erreur sites	1 259 058	6	209 843			
Variétés	498	1	498	0,062 NS	5,32	11,26
Interaction (vxv)	47 977	3	15 991	2,44 NS	4,07	7,59
Erreur variétés	52 057	3	17 352			
Total Général	2 552 834	23				

NS = non significatif

Coefficient de variation (sites) = 21,12 %

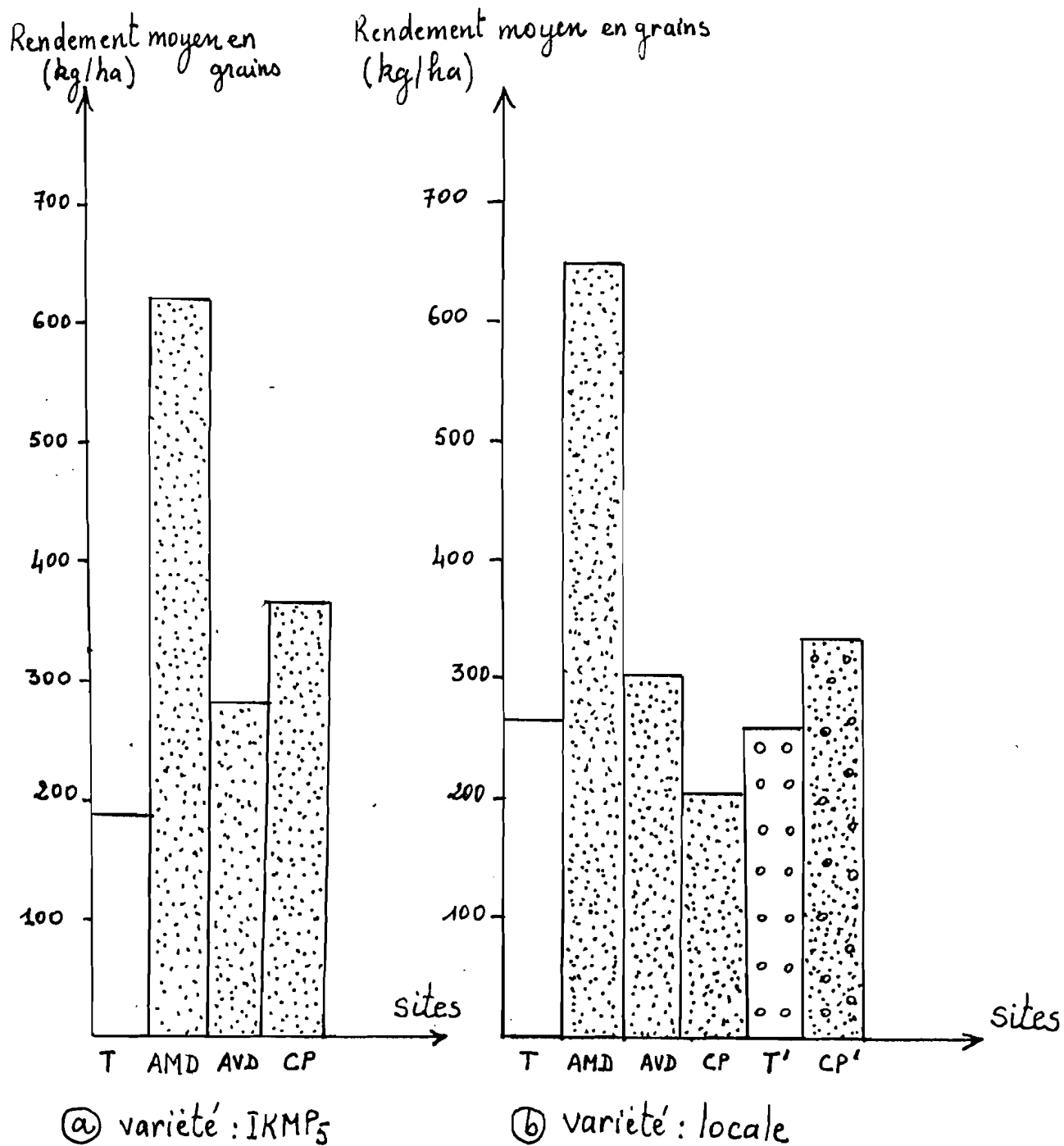
Coefficient de variation (variétés) = 1,88 %

Le tableau d'analyse de variances montre que les rendements en grains ne diffèrent pas entre eux de façon significative pour chacun des quatre facteurs que sont : les blocs, les sites, les variétés et les interactions variétés-sites.

En outre, l'essai sites est peu précis (coefficient de variation élevé) en raison d'une hétérogénéité du terrain ; il est donc à recommencer en recherchant le maximum d'homogénéité de terrain.

L'essai variétés est précis en raison d'une homogénéité du terrain à l'intérieur d'une même parcelle.

Fig. 2f : Rendements moyens (en kg/ha) en grains par site et par variété



6.1.3 Récapitulatif des résultats sur les rendements en grains par site et par variété

Tableau 27 : Récapitulatif des résultats sur la production en grains

		Variétés			
		Locale	IKMP5	Moyenne	Indice
Sites	T	803	565	684	100
	CP	624	1096	860	125,73
	AMD	1948	1851	1889,5	276,24
	AVD	874	836	855	125
	Moyenne	1062,25	1087		
	Indice	100	102,3		

T = témoin
 CP = cordons pierreux
 AMD = amont de la diguette
 AVD = aval de la diguette.

6.2 Analyse et interprétation des résultats

6.2.1 Au niveau des sites (interprétation des résultats statistiques)

A un niveau de confiance de 95 %, nous pouvons affirmer que dans les conditions de notre étude, les rendements en grains entre sites n'ont pas différé de façon significative. Les différents composants de l'aménagement n'ont pas augmenté significativement la production en grains du mil. Cela s'explique par les raisons suivantes :

- La saison pluvieuse a été marquée par une pluviométrie particulière de 765 mm par rapport à la moyenne pluviométrique de la précédente décennie qui est de 563 mm. En outre les pluies étaient assez bien étalées dans le temps et n'ont pas occasionné de poches sensibles de sécheresse. De manière générale, la campagne agricole a connu un bon démarrage (un seul semis, un assez bon développement précoce des cultures et des adventices) avec pour conséquence une couverture rapide du sol par de la végétation. Or, la couverture végétale est le moyen le plus efficace de lutte contre l'érosion pluviale (CTFT, 1968 ; De Frahan, 1980 ; Roose, 1981 et Spore, 1988).

L'alimentation hydrique des plantes a été assez satisfaisante même sur les parcelles non aménagées.

- Les différences probables de fertilité du sol entre site

L'absence d'analyses physico-chimiques précises du sol avant le choix des parcelles peut amener à comparer des parcelles aux sols de fertilités très hétérogènes (la preuve est que l'essai sites est peu précis).

Les parcelles B1, B2 et B3 toutes en amont de la diguette ont donné des rendements respectifs de 2779 kg/ha, 591 kg/ha et 429 kg/ha ; soit une moyenne arithmétique de 1266 kg/ha et un écart-type très élevé de 1071 kg/ha. En amont de la diguette, les grandes différences de rendements inter-parcellaires pourraient s'expliquer en partie par des différences de caractères édaphiques.

De même, les parcelles D1, D2 et D3 entre cordons pierreux ont donné des rendements/ha respectifs de 770 kg, 216 kg et 734 kg soit une moyenne de 573 kg/ha et un écart-type élevé de 253 kg. La parcelle D2 qui est la moins déficitaire en eau de toutes les parcelles (confère figures 10 et 11 du chapitre 5) est celle qui connaît le plus bas rendement. Cela pourrait s'expliquer par une faiblesse de fertilité du sol sur cette parcelle.

Les différences de fertilités des sols susceptibles de provoquer les énormes différences de rendements entre parcelles pour un même site, peuvent aussi exister au niveau des parcelles inter-sites (vue l'éloignement géométrique entre sites qui diminue l'homogénéité du terrain) et provoquer des résultats (sur la production) non imputables à l'effet aménagement.

- Les différences d'occupation du sol entre bassin témoin et bassin aménagé

Environ 1/3 de la superficie du bassin témoin est occupée par une jachère (jachère non travaillée, envahie par des adventices naturelles) et la même proportion de la superficie du bassin aménagé est représentée par un terrain gravillonnaire au sol peu profond et non mis en culture.

Le terrain en jachère du bassin témoin se rapproche à une végétation naturelle herbacée et constitue un frein à l'érosion et au ruissellement (idée soutenue par CTFT, 1968 ; CTFT, 1969 ; et Roose, 1981) donc contribue à élever les rendements sur parcelles témoins et à atténuer les différences de rendement occasionnées par l'effet aménagement.

Le sol gravillonnaire peu profond du bassin aménagé est peu perméable à l'eau de pluie qui commence à y ruisseler plus rapidement. Cela augmente l'expression de l'érosion (en nappe et en rigoles) dans les zones en aval et contribue à atténuer les différences de rendements que l'on pourrait observer entre sites.

- Il serait utopique de penser à l'existence d'une identité de caractères physiques entre deux bassins versants. Ces différences physiques certaines entre les deux bassins, donnent lieu, dans leur ensemble (sol, superficie, topographie, végétation, forme etc) à des résultats non imputables à l'effet aménagement.

6.2.2 Augmentation de rendements provoquée par l'aménagement

Il n'y a pas eu de différences significatives entre moyennes de récoltes au niveau des sites, toutefois chaque composant de l'aménagement a accru la production en grains par rapport au témoin.

Le tableau 27 montre que le taux d'accroissement de rendements en grains provoqué par l'aménagement est de 25,73 % entre cordons pierreux, de 25 % et 177,24 % respectivement en aval et en amont de la diguette. Ces résultats confirment ceux plus élevés de AFVP (1986) qui trouvait que les rendements en grains de mil quadruplaient en amont des digues filtrantes par rapport au témoin, et de Ouédraogo (1988) qui obtenait au Yatenga un accroissement de rendement de plus de 65 % entre les cordons pierreux. Ils s'expliquent par une meilleure condition d'alimentation hydrique des plantes occasionnée par l'aménagement.

On note aussi des différences de rendements entre différents composants de l'aménagement. En effet, à l'amont de la diguette on enregistre un rendement double de ceux obtenus entre cordons pierreux et en aval de la diguette. Cela tient du fait que la diguette a une plus grande capacité de rétention d'eau et d'alluvions riches en éléments fertilisants (FAO, 1984 et AFVP, 1986) par rapport aux cordons pierreux au-dessus desquels passe l'eau de ruissellement à l'occasion des fortes pluies occasionnant des brèches aux conséquences néfastes (déracinement de plantules). En aval de la diguette, ils se créent des mini-rigoles exposant les racines des plantes.

6.2.3 Interprétations des résultats au niveau des blocs

Les différences de rendements entre blocs ne sont pas significatives au niveau de confiance de 95 %. Cela signifie que le facteur "distance au thalweg" ne s'est pas significativement manifesté. La courbe théorique des rendements en fonction de la distance au thalweg est donnée par la figure 24. La figure 25 donne la courbe effectivement obtenue.

Figure 22

Courbe théorique des rendements en fonction de la distance au thalweg.

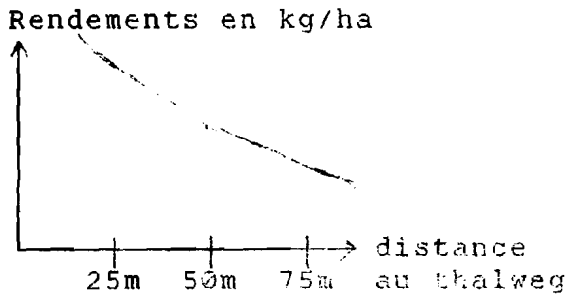
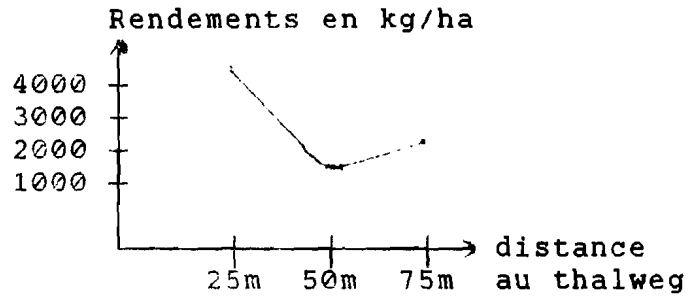


Figure 23

Courbe effective des rendements en fonction de la distance au thalweg.



Théoriquement, plus une parcelle est proche du thalweg, moins elle est déficitaire en eau et plus le rendement des récoltes y est élevé.

La courbe effectivement obtenue (figure 23) présente sa concavité vers le haut, ce qui infirme l'idée d'accroissement des rendements à proximité du thalweg. Le gradient hydrique ne correspond, donc pas au gradient distance au thalweg. Cela s'explique par l'hétérogénéité du terrain à l'intérieur de chaque bassin qui modifie le ruissellement théorique de l'eau (conséquence des microtopographies dont fait cas Hottinga, 1988).

6.2.4 Interprétation des résultats au niveau des variétés

Dans les conditions de notre étude, il n'y a pas eu de différences significatives entre variétés. Cela signifie que les variétés locales et IKMP5 ne réagissent pas de façon significative, différemment à l'effet de l'aménagement.

On note cependant des taux d'augmentation de rendements (liés à l'aménagement) différents entre variétés.

Tableau 28 : Taux d'accroissement des rendements en grains par rapport au témoin, par site et par variété

		S i t e s			
		T	CP	AVD	AMD
Variété locale	Rendement en kg/ha	267	208	291	649
	Taux d'augmentation en %	-	-22	9	143
Variété IKMP5	Rendement en kg/ha	188	365	278	618
	Taux d'augmentation en %	-	94	47,8	228

- Pour la variété locale

. Le tableau 28 montre que les sites AVD et AMD accroissent les rendements en grains par rapport au témoin, respectivement de 9% et de 143%. La variété locale agit donc positivement à l'effet aménagement sur ces sites.

Sur les sites CP, on note un décroissement de rendement de 22% par rapport au témoin. Ces résultats peuvent s'expliquer par l'état plus sableux (donc moins fertiles) des sols sur ce site ; les paysans avaient même prédit que la récolte de la variété locale y serait médiocre du fait des semis tardifs.

. En outre le rendement moyen sur site témoin est de 267 kg/ha alors qu'il est de 382 kg/ha sur l'ensemble des sites aménagés, soit un accroissement de 43% inhérent à l'effet aménagement.

- Pour la variété IKMP5

. Le tableau 28 montre que l'accroissement de rendement par rapport au témoin est de 94%, 47,8% et 228% respectivement sur les sites CP, AVD et AMD. La variété réagit positivement à l'effet aménagement.

. Par ailleurs le rendement moyen sur site témoin est de 188 kg/ha contre 420 kg/ha sur l'ensemble des sites aménagés, soit un accroissement de 123%.

- Sur tous les sites, la variété IKMP5 réagit mieux à l'effet aménagement que la variété locale. Les semis tardifs ne semblent pas avoir eu d'influence négative sur le rendement de la variété IKMP5 comme ils l'ont été pour la variété locale. Cette variété locale garde toutefois l'avantage d'être plus productive sur site non aménagé.

6.3 Les rendements en grains sur sol gravillonnaire

Ils sont donnés par le tableau 29.

Tableau 29 : Rendements en grains (en kg/ha) sur sol gravillonnaire

	Parcelles	Rendements en kg/ha-variété locale
T'	P1	190
	P2	330
	Moyenne	260
CP'	Q1	329
	Q2	Néant
	Moyenne	329

T' = site témoin sur sol gravillonnaire

CP' = site cordons pierreux sur sol gravillonnaire

Néant = plantes broutées au stade tallage par des animaux.

Dans les conditions de notre étude, les cordons pierreux ont permis une augmentation des rendements en grains par rapport au témoin, sur sol gravillonnaire peu profond. Le taux d'augmentation est de 21%. Ces résultats montrent un impact très positif de l'aménagement sur les sols gravillonnaires naguère délaissés par les paysans.

L'aménagement a donc permis la recharge hydrique du sol et enclencher le processus de récupération des terres.

6.4 Rendements en amont et en aval d'un cordon pierreux dans la parcelle E

Les rendements sont de 552 kg/ha en amont et de 494 kg/ha en aval du cordon pierreux. Cela confirme la bonne rétention de l'eau et probablement des particules de sol en amont des cordons pierreux. Il s'avère nécessaire de procéder à une répétition spatiale de cet essai pour obtenir des résultats plus convaincants.

6.5 Conclusion au chapitre 6

Il ressort de l'analyse et de l'interprétation des résultats (rendements en grains) que :

- Les rendements en grains ne diffèrent pas significativement entre eux pour chacun des facteurs : sites, blocs, variétés.
- Tous les composants de l'aménagement accroissent la production de grains tant sur sol sableux que sur sol gravillonnaire.

- L'hypothèse des rendements en grains plus élevés à proximité du thalweg n'est pas vérifiée.
- Les variétés réagissent significativement de la même façon aux différents composants de l'aménagement.
- Sur les sites aménagés, la variété IKMP5 produit plus de grains que la variété locale ; le contraire s'obtient sur site témoin.

L'augmentation des rendements sous l'effet de l'aménagement est la preuve d'une amélioration de l'alimentation hydrique des plantes. Cette augmentation pose le problème d'un épuisement rapide du sol du fait d'une plus grande exploitation de ses éléments minéraux à en croire Lamachère et Serpentier (1988).

Si dans les conditions de notre étude l'essai variétés a été précis du fait d'une homogénéité intraparcellaire du terrain, l'essai sites est à reprendre en supprimant le plus possible l'hétérogénéité du terrain.

Pour une saison pluvieuse particulièrement bonne où l'eau n'a pas été facteur limitant au développement des cultures, c'est surtout les différences de caractéristiques physico-chimiques du sol qui interviennent pour induire les différences de rendements interparcellaires.

Il convient aussi de noter qu'il n'y a pas à proprement parler d'impact d'un seul composant de l'aménagement sur les rendements. En effet, le comportement des composants en amont du bassin influe sur celui des composants en aval.

**CHAPITRE 7 : IMPACT DE L'AMENAGEMENT SUR LA PRODUCTION DE PAILLE
DES CULTURES**

7.1 Rendements parcellaires et analyse de variances

7.1.1 Rendements parcellaires

Les tableaux 30 et 31 donnent les rendements en paille sèche (en kg/ha) respectivement par parcelle et par bloc, tandis que la figure 26 présente la production moyenne de paille par site et par variété.

Tableau 30 : Rendements parcellaires en paille sèche (en kg/ha)

			Sous-parcelles :		Total
			Locale	IKMP5	
Parcelles	T	A3	525	706	1231
		A2	844	520	1364
		A1	471	580	1051
		Total	1840	1806	3646
Principales :	CP	D1	657	800	1457
		D2	560	377	937
		D3	665	1306	1971
		Total	1882	2483	4365
Les sites	AVD	C1	493	577	1070
		C2	862	590	1452
		C3	957	785	1742
		Total	2312	1952	4264
	AND	B1	4586	2648	7234
		B2	875	680	1555
		B3	857	600	1457
		Total	6318	3928	10246
T o t a l			12352	10169	22521

Fig. 24 : Production moyenne (en kg/ha) de paille sèche par site et par variété de mil.

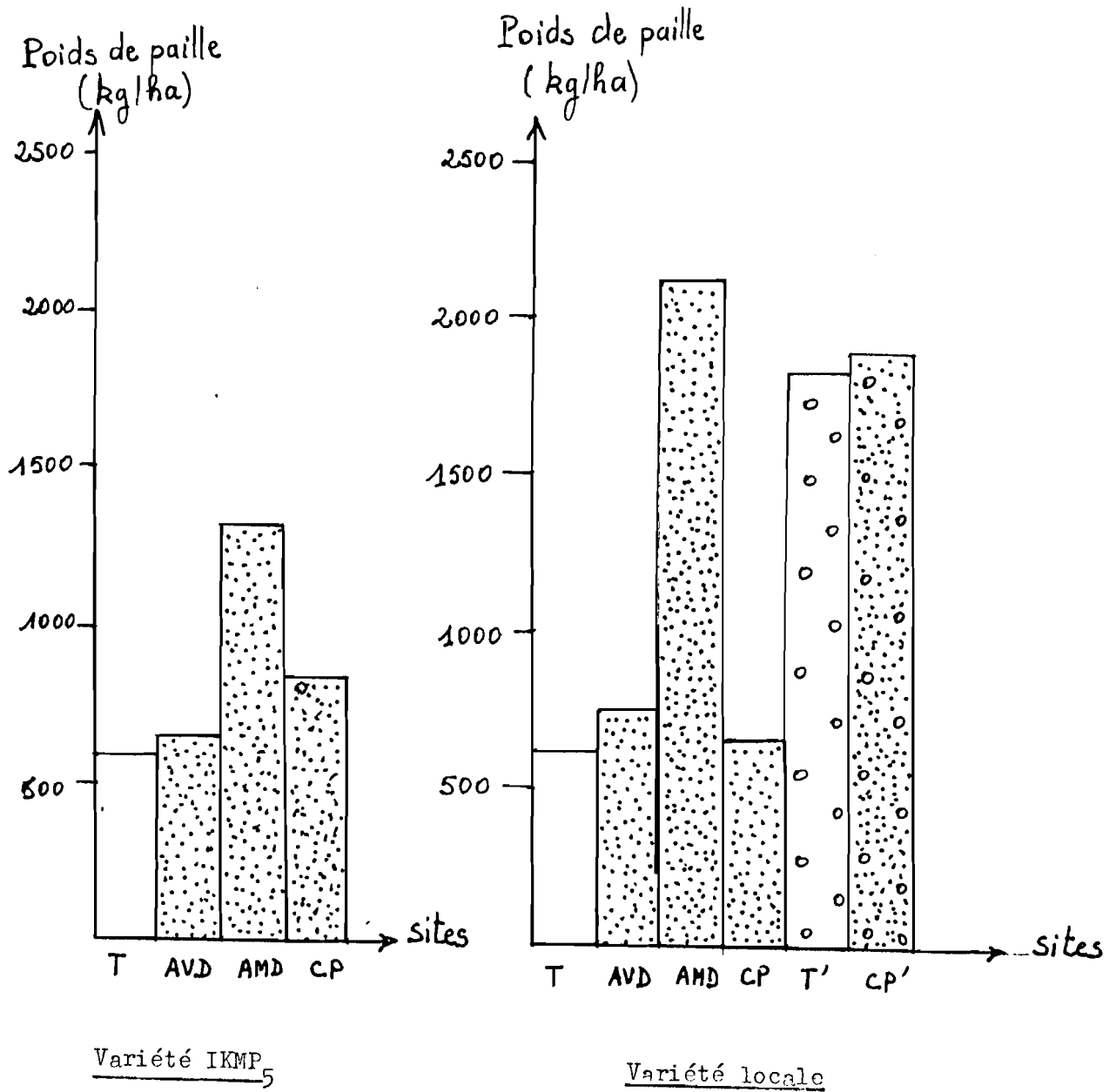


Tableau 31 : Rendements en paille sèche par bloc (en kg/ha)

Blocs	Total par bloc
I	10992
II	5308
III	6221
Total	22521

7.1.2 Analyse de variances

Le tableau 32 présente les résultats de l'analyse de variances.

Tableau 32 : Analyse de variances

Sources de variation	Somme des carrés des écarts	Degré de liberté	Variances	F calculé	F théorique	
					5 %	1 %
Total sites	16 125 248	11	1 465 931			
Blocs	2 329 328	2	1 164 664	0,77	NS	5,14
Sites	4 794 920	2	1 594 994	1,06	NS	4,76
Erreur sites	9 010 900	6	1 501 823			
Variétés	198 562	1	198 562	2,07	NS	5,32
Interactions (vxs)	5 818 992	3	1 939 664	20,29	H	4,07
Erreur variétés	764 410	8	95 551			
Total Général	17 923 668	23				

NS = non significatif
 HS = hautement significatif.

Coefficient de variation (sites) = 22,43%
 Coefficient de variation (variétés) = 3,95%

Les rendements en paille ne diffèrent pas significativement entre eux pour chacun des trois facteurs que sont : les sites, les blocs et les variétés. Cependant on note que les variétés ne réagissent pas de la même façon aux divers composants de l'aménagement (interaction variété x sites hautement significative).

En outre, l'essai sites est peu précis (fort coefficient de variation) en raison d'une mauvaise disposition des blocs (grande hétérogénéité du sol entre parcelle). L'essai est donc à recommencer en recherchant le maximum d'homogénéité du terrain.

L'essai variété est précis en raison d'une homogénéité du terrain à l'intérieur d'une même parcelle.

7.1.3 Récapitulatif des résultats

Le tableau 33 récapitule les résultats sur la production de paille.

Tableau 33 : Récapitulatif des résultats sur la production de paille sèche

		Variétés			
		Locale	IKMP5	Moyenne	Indice
Sites	T	1840	1806	1823	100
	CP	1882	2483	2182	119
	AMD	6318	3928	5123	281
	AVD	2312	1952	2132	116
	Moyenne	3088	2542		
	Indice	100	82		

7.2 Analyse et interprétation des résultats

7.2.1 Au niveau des sites

A un niveau de confiance de 95%, nous pouvons affirmer que dans les conditions de notre étude, les rendements en paille entre sites ne diffèrent pas significativement entre eux. Les raisons qui expliquent ces résultats sont les mêmes que celles évoquées pour l'interprétation des rendements en grains (Chapitre 6, & 6.2.1).

Accroissement de rendements en paille par l'aménagement

Les parcelles sur tous les composants de l'aménagement ont connu une production de paille plus élevée que celles sur site témoin. Cette accroissement de rendement par rapport au témoin est de 19% pour les cordons pierreux, 181% pour l'amont de la diguette et 16% pour l'aval de la diguette (confère tableau récapitulatif). Ces résultats confirme ceux de Lamachère et Serpentier qui en 1988 au Yatenga trouvaient que les cordons pierreux accroissent les rendements en matière sèche de 10 à 20%. Les rendements en amont de la diguette sont en outre plus élevés que ceux observés entre cordons pierreux et en aval de la diguette. Cela tient de la capacité plus élevée de la diguette à retenir des sédiments riches en matière organique à son amont.

Entre cordons pierreux et précisément sur la parcelle D2, l'épaisse couche sableuse superficielle emprisonne l'humidité sous-jacente, favorisant un abondant tallage tardif aérien (du mil) qui a sans doute contribué à élever le poids de paille.

7.2.2 Au niveau des blocs

Les différences de rendements entre blocs ne sont pas significatives au seuil de confiance de 95% dans les conditions de notre étude. Le facteur "distance de la parcelle au thalweg" ne s'est donc pas significativement manifesté.

Les rendements à l'ha sont de 10 992 kg à 25 m, 5 308 kg à 50 m et 6 221 kg à 75 m du thalweg.

L'hypothèse d'une diminution de rendements à mesure qu'on s'éloigne du thalweg n'est pas ici vérifiée. Cela s'explique par l'hétérogénéité topographique et édaphique du terrain.

7.2.3 Au niveau des variétés

Dans les conditions de notre étude, les variétés Locale et IKMP5 ne réagissent pas de façon significative, différemment à l'effet aménagement. L'aménagement a toutefois accru différemment les rendements en paille entre variétés.

Tableau 34 : Accroissement des rendements par rapport au témoin, par site et par variété

		S i t e s			
		T	CP	AVD	AMD
Variété	Rendement en kg/ha	1840	1882	2312	6318
locale	Accroissement en %	-	2	25	243
Variété	Rendement en kg/ha	1806	2483	1952	3928
IKMP5	Accroissement en %	-	37	8	117

- Pour la variété Locale

Le tableau montre que les cordons pierreux accroissent les rendements en paille de 23, tandis que l'amont et l'aval de la diguette les accroissent respectivement de 243% et 25%.

Le rendement moyen sur site témoin est 1840 kg/ha tandis qu'il est de 3504 kg/ha sur l'ensemble des composants de l'aménagement, soit un accroissement de 90% dû à l'effet aménagement.

- Pour la variété IKMP5

L'augmentation des rendements en paille par rapport au témoin est de 37%, 8% et 117% respectivement pour les cordons pierreux, l'aval et l'amont de la diguette.

Le rendement moyen sur site témoin est de 1806 kg/ha contre 2787 kg/ha sur l'ensemble des sites aménagés, soit à accroissement de 54% inhérent à l'aménagement.

Sur site témoin la variété locale produit plus de paille. Sur les sites témoin et aménagé, la variété locale produit plus de paille que la variété IKMP5. En outre l'aménagement augmente beaucoup plus la production de paille chez la variété locale que chez IKMP5.

7.3 Rendements en paille sur sol gravillonnaire

Ces rendements sont donnés par le tableau 35.

Tableau 35 : Rendements en paille sur sol gravillonnaire (en kg/ha)

	Parcelles	Rendements en kg/ha-variété locale
T'	P1	980
	P2	2660
	Moyenne	1820
CP'	Q1	1884
	Q2	Néant
	Moyenne	1884

Dans les conditions de notre étude, il ressort que les cordons pierreux accroissent la production de paille (de 3%) sur les sols gravillonnaires peu profonds. La petitesse de l'échantillon ne peut donner lieu à une analyse statistique.

7.4 Rendements en paille en amont et en aval d'un cordon pierreux dans la parcelle E

Ces rendements sont de 924 kg/ha en val contre 1102 kg/ha en amont (soit 119% du rendement en aval). La retention de l'eau ainsi que des sédiments en amont du cordon justifient ces résultats.

7.5 Conclusion au chapitre 7

Il ressort de l'analyse des résultats sur la production de paille que :

- Les rendements en paille ne diffèrent pas significativement entre eux pour chacun des facteurs : sites, blocs et variétés.
- Tous les composants de l'aménagement accroissent la production de paille, tant sur sol sableux que sur sol gravillonnaire.
- L'hypothèse des rendements en paille plus élevé à proximité du thalweg n'est pas vérifiée.
- Les variétés ne réagissent pas significativement de la même façon aux différents composants de l'aménagement.
- Sur site témoin comme sur site aménagé, la variété locale produit plus de paille que la variété IKMP5. De plus l'aménagement accroît la production de paille chez les deux variétés.

L'accroissement de la production de paille provoqué par l'aménagement confirme les résultats de Serpentier et Lamachère (1988) au Yatenga et pose le problème de l'épuisement rapide des réserves minérales du sol.

**CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS SUR LE VOLET "EVALUATION" DE
L'ETUDE**

Tout au long de ce mémoire, nous nous sommes efforcés de décrire la méthodologie et d'analyser les résultats de notre étude. Le moment est venu de rappeler les principaux résultats de cette étude et de faire quelques recommandations.

- Sur le plan climatique, la saison a connu une pluviométrie élevée (765 mm) et des pluies assez bien distribuées dans le temps. Cela a sans doute contribué à rendre moins perceptible l'impact de l'aménagement sur les cultures ; seules les années à pluviométries médiocres pourront justifier de manière plus certaine l'efficacité de l'aménagement.

En outre, le manque de mesures d'intensités pluviométriques à défaut de matériel a été déploré.

- Sur le plan du ruissellement, l'aménagement a réduit le coefficient de ruissellement (au niveau des bassins) jusqu'à 60% pour certaines pluies.

- Sur le plan de l'érosion et de la sédimentation, l'évaluation a été partielle et les méthodes insuffisantes. Cependant, des observations sur le terrain font preuve d'un effet positif de l'aménagement. Il demeurerait nécessaire de procéder à des analyses physico-chimiques détaillées de sol en début et en fin de saison.

- Sur le plan de la disponibilité en eau, les cultures n'ont pas connu des périodes de sécheresse. L'aménagement a favorisé une recharge hydrique du sol, réduit les périodes de stress chez le mil sans que cela ne soit ressenti de façon bien nette entre parcelles aménagées et parcelles témoins.

- Sur le plan de la croissance végétative, l'aménagement a favorisé des avances de croissances caulinaires et racinaires du mil, tant sur sol sableux que sur sol gravillonnaire.

- Sur le plan de la production de grains et de paille, les rendements ont connu un accroissement de 25 à 177% pour les grains et de 16 à 181% pour la paille, sous l'effet de l'aménagement. Les différences de moyennes de rendements intersites n'ont toutefois pas été significatives.

- L'hypothèse des rendements croissants lorsque l'on s'approche du thalweg n'est pas vérifiée.

- La variété IKMP5 produit plus de grains sur parcelles aménagées que la variété locale. Sur les parcelles témoins, c'est la variété locale qui s'avère plus productrice de grains.

Il est nécessaire de mentionner que l'imprécision de l'essai au niveau des sites du fait d'une hétérogénéité du terrain, oblige à le recommencer. Pour ce qui est de l'ensemble des résultats, il faut noter que la particularité pluviométrique de la saison, l'inégalité physique certaine entre bassins, le caractère juvenile de l'étude (avec ses insuffisances logistiques et méthodologiques) et le manque de contrôle de nombre de facteurs inhérents au milieu paysan, n'ont pas manqué de diminuer la précision et la fiabilité.

La variabilité interannuelle du régime des pluies et par conséquent du ruissellement et de l'érosion entraîne la nécessité, pour obtenir des résultats valables, d'étendre l'évaluation sur une période de 5 ans. La recherche d'une plus grande homogénéité du terrain et d'un plus grand nombre de parcelles (échantillons) est nécessaire pour augmenter la fiabilité statistique des résultats.

Il mérite aussi de noter ce qui suit :

- L'aménagement ne peut offrir des résultats très remarquables que si on lui adjoint des techniques bioculturelles (que nous proposerons dans la quatrième partie de l'étude) visant la couverture, l'élévation du taux de matière organique et une meilleure perméabilité du sol. Ce serait l'idéal mais si l'érosion du sol est abordée comme un problème uniquement technique, elle ne sera jamais vaincue (FAO, 1983). Il faudra tenir compte des considérations coutumières, organisationnelles, économiques et politiques («les gouvernements sont responsables de la conservation des sols» - FAO, 1983).

A l'heure où l'autosuffisance alimentaire est l'une des premières cibles à atteindre dans les Pays en développement, consommateurs et producteurs doivent prendre conscience et conjuguer leurs efforts pour freiner la fuite de l'eau et du sol, sérieuse menace pour l'agriculture. Edouard SAOUMA (Directeur Général-FAO) affirmait en 1983 que la dégradation des terres apparaît désormais comme l'un des obstacles à l'expansion ultérieure de l'agriculture dans certains pays en développement. «Cette perte des terres à une vitesse alarmante» poursuivait-il, engendre «une diminution des niveaux d'autosuffisances, d'où une dépendance accrue à l'égard des disponibilités» (FAO, 1983).

**QUATRIEME PARTIE : PROPOSITIONS GLOBALES DE MESURES
D'ACCOMPAGNEMENT**

CHAPITRE 1 : THEORIE

L'aménagement antiérosif ou plutôt anti-ruissellement de type Namsiguia a pour rôle de freiner la fuite de l'eau et du sol mais ne pourrait constituer une panacée pour la conservation au sens large du binôme sol-eau. En effet la conservation de l'eau doit comprendre la réduction du ruissellement, l'amélioration de la perméabilité du sol pour une meilleure infiltration de l'eau et la diminution des pertes par évaporation. Quant à celle du sol, elle se résume en un ensemble d'actions qui sont : la protection du sol contre le choc des gouttes de pluies (origine du processus de dégradation, Roose, 1981), la suppression du transport des particules par l'eau de ruissellement, l'amélioration de la structure et surtout de sa stabilité (CTFT, 1968) ; il est aussi nécessaire de procéder à la restitution périodique des éléments chimiques exportés par les récoltes ou perdus par lixiviation.

Il est donc indispensable pour obtenir des résultats remarquables sur les champs dotés d'aménagements mécaniques antiérosifs (cas de Namsiguia), d'appliquer des techniques bioculturelles adéquates. En effet, l'agriculture est dominée par la vie et c'est à la biologie qu'elle doit demander les solutions des problèmes qui se posent à elle (ADAM, 1957). Les techniques que nous proposons à long et à court terme pour accompagner l'aménagement à Namsiguia sont :

- Le paillage, les cultures associées, le buttage, la rotation culturale, l'augmentation des densités de semis, la modification des temps de semis. Ces techniques permettront le renforcement de l'action de l'aménagement.
- La plantation de Acacia albida, les fumures organiques et minérales, la rotation culturale, l'association des cultures et le paillage. Ces techniques contribueront à augmenter ou à maintenir la fertilité du sol.
- La lutte contre les ennemis des cultures et le choix rationnel des espèces et des variétés comme techniques secondaires mais nécessaires à l'élévation des rendements des cultures.

L'ensemble des techniques citées ci-dessus vise une occupation maximum du sol par de la végétation (morte ou vivante), l'amélioration du taux d'humus dans le sol, l'entretien de la fertilité chimique du sol et une meilleure valorisation des avantages que confère la conservation du binôme sol-eau.

CHAPITRE 2 : LES METHODES BIOCULTURALES

2.1 La plantation de Acacia albida (ou "Sanga" en mooré)

Mimosacée considérée de nos jours comme "arbre providence du Sahel" (Bonfils, 1987), Acacia albida présente des atouts certains à long terme. Son développement optimum s'obtient entre les isohyètes 600 à 800 mm par an (De Frahan, 1980).

Sa plantation est simple et facile à réussir si elle est effectuée au bon moment (entre 25 Juin et le 15 Juillet dates données par Bonfils, 1987). La densité recommandée est de 100 plants à l'hectare. Si 50% des plants meurent la première année et 10% chaque année pendant quatre ans, il restera au bout de 5 ans entre 30 et 35 plants/ha (De Frahan, 1980). Acacia albida est semé en pots et est planté à l'âge de 4 mois environ. La plantation collective est celle recommandée pour le cas de Namsiguia.

Les avantages

Acacia albida a la propriété de perdre ses feuilles en saison pluvieuse donc de ne pas concurrencer les cultures par l'ombrage ou par l'utilisation des réserves minérales et hydriques du sol. En outre il enrichit le sol en azote grâce à ces nodosités racinaires (propriété des légumineuses), en matière organique par ses feuilles. Ses gousses et ses feuilles constituent d'excellents fourrages pour les animaux. De plus, les animaux stationnant sous les arbres enrichissent le sol de leurs déjections. En saison sèche, l'ombre de la plante limite l'échauffement et la dessiccation du sol. Cela favorise l'activité biologique, facteur de fertilité. Sous un peuplement dense de Acacia albida, les rendements des cultures augmentent de 50% par rapport à ceux observés hors de son couvert, pour les mêmes conditions de culture (De Frahan, 1980).

Les problèmes posés

La lenteur de croissance de la plante (Bonfils, 1987) pose durant les trois ou quatre premières années, les problèmes de protection contre les animaux et d'alimentation hydrique en saison sèche.

2.2 La rotation culturale

C'est la succession dans le temps, de cultures différentes, sur une même parcelle. Cette pratique déjà connue des paysans de Namsiguia, devra être mieux comprise et plus appliquée.

Les avantages

Chaque culture protégeant plus ou moins bien le sol et plus ou moins vite le sol des gouttes de pluies, la rotation devra être une succession de cultures peu protectrices telles que l'arachide et le voandzou (De Frahan, 1980 et Roose, 1981) et de cultures couvrant mieux le sol telles que le mil, le sorgho et le maïs (De Frahan, 1980 et Roose, 1981). Chaque culture exporte plus ou moins d'éléments minéraux et restitue plus ou moins de matière organique. L'alternance légumineuse-céréale permet une meilleure production céréalière due à l'effet enrichissant en azote du sol, par la légumineuse.

Les problèmes posés

La rotation culturale en milieu paysan est avant tout guidée par les besoins personnels de chaque exploitant et il n'est pas rare de voir des champs qui ne sont destinés qu'à la culture de sorgho (entretien avec les paysans).

2.3 Les cultures associées

Il s'agit principalement de l'association céréale-niébé faisant partie des pratiques anciennes des paysans.

Les avantages

La couverture du sol par de la végétation est le moyen le plus efficace pour lutter contre l'érosion (CRET, 1950 ; CTFT, 1968 ; Roose, 1981 ; ACIAR, 1984 ; Spore, 1988). D'après Wischmeier et Smith cités par Roose (1981), la couverture végétale peut réduire l'érosion de 1 à 0,001.

L'association céréales-niébé pratiquée par les paysans est à encouragée. En effet le niébé enrichit le sol en azote et son port rampant permet la protection du sol contre la battance des gouttes de pluies surtout au stade "peu couvrant" (stade plantule) de la céréale. De plus le niébé diminue la vitesse de ruissellement de l'eau par augmentation de la rugosité de surface (GRET, 1982). La couverture du sol par la céréale et le niébé le développement des adventices et permet de réduire le nombre de sarclage, néfaste aux sols tropicaux (Bayens et Aubert cités par Roose, 1981).

Problèmes posés

- La nécessité d'une couverture du sol pendant la maximum de temps oblige des semis précoces du niébé, environ une semaine après ceux du mil ou du sorgho. Un semis tardif de niébé dans un champs de sorgho en pleine végétation inhibe le développement du niébé par une sévère compétition entre céréale et niébé pour la lumière (GRET, 1982).

- Les exportations minérales des cultures associées dépassent souvent celles des cultures pures qui y participent (Willey cité par GRET, 1982). L'association des cultures pose donc le problème d'épuisement des réserves minérales du sol (notamment en Ca et K).

- L'association des cultures pose aussi le problème de la fertilisation des sols. En effet, les différents composants de l'association ont des besoins en éléments fertilisants différents en des périodes elles-mêmes différentes (GRET, 1982). Ceci oblige un apport localisé et fractionné des engrais chimiques.

2.4 Le Paillage ou "Mulching"

Le principe est de couvrir le sol après la récolte, de paille (herbes sèches) ou de tiges de céréales.

Le paillage par apport d'herbes sèches venant de parcelles non mises en cultures et souvent éloignées des champs cultivés, pose le problème de la distance à parcourir et nous le conseillons en priorité sur les sols ayant porté l'arachide ou le voandzou (plantes sans résidus après la récolte).

Dans les champs de céréales, les tiges doivent être couchées (perpendiculairement à la direction du ruissellement) et non coupées, après la récolte. Leurs ramassages ou brûlages seront proscrits. Les tiges devront être laissées en permanence dans les champs même après les semis (les semis étant manuels et se faisant sans travail préalable du sol, ne seront pas difficiles à exécuter).

Les avantages

- La paille protège le sol contre la battance des gouttes de pluies surtout en début de saison pluvieuse où les pluies sont plus violentes.

- Elle protège le sol contre l'érosion éolienne en saison sèche, limite l'évaporation de l'eau et la dessiccation du sol en hivernage.

- Elle limite le développement des adventices, donc diminue le nombre de sarclage.

- Elle enrichit le sol en matière organique ; ceci permet le démarrage d'une intense activité biologique notamment celle de la microflore et de la mésofaune (creusement de galeries, remontée des éléments lessivés par les termites et les vers de terres - Henin, 1968 et Roose, 1981). Il s'en suivra une amélioration de la perméabilité du sol (par les galeries - Henin, 1968 ; Kaboré et Nyanguezzi, 1987), cela permet aussi d'augmenter la capacité d'échanges cationiques et d'améliorer la structure du sol (Henin, 1968 et Roose, 1981).

Problèmes posés

- Les chaumes des céréales laissées au champs (couchage) sont généralement broûtées par les animaux qui divaguent en saison sèche. Elles sont aussi ramassées par les femmes principalement pour l'obtention après brûlage d'une cendre plus riche en potasse(1) que celle du bois (entretien avec la déléguée des femmes de Tibtenga et Yaadin). Mais l'expérience paysanne a montré que ni les femmes, ni les animaux ne peuvent, par leurs prélèvements dénuder un champs où les tiges ont été couchées (entretien avec les Paysans, Ouédraogo Lassané et Ouédraogo Salfo).

- L'effet dépressif de la paille

La qualité de la matière organique est appréciée par le rapport C/N. Lorsque ce rapport est élevé (C/N > 15 pour la paille selon Boulaine, 1971) il y a une mauvaise décomposition de l'humus, celui-ci étant pauvre en azote (Boulaine, 1971). Un apport d'azote est donc nécessaire pour baisser le rapport C/N jusqu'à 10.

(1) Note explicative : potasse extraite de la cendre pour les besoins culinaires.

- Le paillage comporte des risques phytosanitaires (Create, 1988). En effet les insectes forers et le mildiou observés en saison pluvieuse sur le mil à Namsiguia se conservent dans les tiges pendant la saison morte. Des mesures phytosanitaires autre que le brûlage des tiges doivent être prises si l'on ne veut pas faire du paillage un danger.

2.5 Les fumures organique et minérale

2.5.1 Apport de fumier ou de compost

L'apport de fumier ou de compost doit être encouragé ; même si l'épandage de fumier est pratiqué par les paysans, il leur faut une sensibilisation et une initiation à la technique de compostage.

Les avantages

Le fumier ou le compost permet une augmentation du taux d'humus du sol donc contribue à améliorer sa structure ; il y a par conséquent une amélioration de la perméabilité, de la capacité de rétention et de la fixation des sels minéraux (De Frahan, 1980). De plus la décomposition du fumier enrichit le sol en éléments minéraux (De Frahan, 1980), une tonne de fumier apporte environ 100 kg d'humus, 5 kg de N, 3 kg de P₂O₅ et 6 kg de K₂O. En matière de lutte contre l'érosion, le fumier présente une importance très remarquable (CTFT, 1968).

Problèmes posés

- La grandeur de la surface aménagée exige de grande quantité de fumier et de compost si l'on veut ressentir les effets positifs précités ; l'on sait aussi que les champs de maïs aux alentours des cases ont la priorité lors de l'épandage du fumier.

- L'intensification de l'activité microbiologique engendrée par l'apport de matière organique notamment de fumier (Boulaine, 1971) pose parfois le problème de lutte contre la ~~biologie~~ ~~biologie~~ négative (micro-organismes parasites des plantes cultivées).

2.5.2 La fumure minérale

«Souvent nous disposons d'argent pour l'achat d'engrais chimique mais nous craignons que cet engrais ne soit transporté par l'eau de ruissellement» nous confie un paysan de Yaadin. L'aménagement antiérosif réduisant le ruissellement dans le bassin versant, un apport d'engrais chimiques est très bénéfique seulement après un paillage dense et un épandage de fumier.

Les avantages

- La fumure minérale permet le redressement de la fertilité du sol et la restitution des éléments minéraux exportés par les récoltes ou perdus par lixiviation.
- Elle permet une croissance végétative plus rapide des plantes donc une couverture précoce du sol en début de saison pluvieuse (CTFT, 1968).

Problèmes posés

- Les engrais minéraux ne sont pas à la portée du plus grand nombre de paysans (car coûteux).
- L'épandage des engrais doit se faire en tenant compte des périodes à grand risque d'érosion maximum, à savoir le début des saisons pluvieuses (CTFT, 1968) pour éviter leur transport par l'eau de ruissellement. Les engrais devront donc être apportés après les violentes pluies.

2.6 Le travail du sol et le type de semis

Les semis

Les semis devront être effectués de façon dense et précoce. La densité et la précocité sont favorables à une croissance végétative rapide des cultures et une couverture plus précoce et plus complète du sol (CTFT, 1968 et Nahal, 1975).

Cette précocité des semis devra être possible grâce à l'aménagement antiérosif déjà en place ; OXFAM au Yatenga a trouvé que les cordons pierreux permettaient d'avancer la période de semis jusqu'à un mois (Wright, 1985).

Le travail du sol

Bayens et Aubert (cités par Roose, 1981) trouvent que les sols tropicaux sont très vulnérables et qu'il vaut mieux les remuer le moins possible. En effet, nos observations faites sous la pluie sur le terrain montrent que la perte de terre par les parcelles est plus importante après sarclage qu'avant sarclage. Nous proposons donc une réduction du nombre de sarclage : un sarclage en début de saison et un buttage au moment des dernières pluies.

Le sarclage

Il devra être fait au stade plantule des cultures. Il sera d'autant plus facilité que le paillage aura réduit la densité et la taille des plantes adventices.

Le buttage

Cette technique est méconnue des paysans de Tibtenga et Yaaden. Il sera important de l'effectuer à la place du deuxième sarclage traditionnel.

Le buttage permet l'enfouissement d'une partie de la paille en décomposition ; en outre, l'alternance de creux et de bosse permet une rétention maximum de l'eau des dernières pluies pour une bonne maturation des graines des cultures. En saison sèche la rugosité du terrain freine le transport des particules de sol par le vent, ainsi que le ruissellement en début de saison pluvieuse. L'enfouissement de la paille dans la butte accélère sa décomposition et permet un meilleur mélange entre particules minérales et particules organiques.

Le travail du sol étant manuel à Namsiguia, il est possible d'effectuer la technique de buttage. Lorsque les buttes sont construites aux pieds des plants de céréales, elles empêchent la verse des plantes, très fréquente après l'épiaison.

2.7 La lutte contre les ennemis des cultures

Cette lutte est importante à plusieurs points de vue :

- Les ennemis des cultures peuvent provoquer une baisse sensible des rendements et anéantir les résultats des efforts déployés pour la conservation de l'eau et du sol.

- Sans une lutte contre les ennemis des cultures, le paillage comme moyen efficace de lutte contre l'érosion, représente un danger phytosanitaire puisque la paille pourrait être un réservoir pour les diverses formes de conservation parasitaire.

- La lutte sera d'autant plus importante qu'une diminution de l'aridité du milieu (occasionnée par l'aménagement) augmentera l'activité biologique (Roose, 1981) y compris celle des êtres nuisibles. Selon L. Roger (1951), Sclerospora graminicola auteur du Mildiou se rencontre particulièrement dans les lieux humides ; l'humidité du sol augmentant avec l'aménagement, le parasitisme de Sclerospora graminicola pourrait être plus important. Il convient donc de procéder à la lutte contre les principaux ennemis des cultures que sont : Striga hermonthica, le mildiou et les insectes forers.

- Contre le mildiou et autres maladies cryptogamiques : la désinfection des semences et l'arrachage suivi du brûlage des plantes atteintes sont conseillés.

- Contre Striga hermonthica : l'apport de fumier et de paille ainsi que la fertilisation azotée permettent d'inhiber le développement de l'hémi-parasite (Hosmani, 1978). L'arrachage manuel des plants de striga avant la floraison contribue à réduire l'importance de la colonisation du milieu par l'hémi-parasite.

- L'emploi d'insecticides systémiques est conseillé dans la lutte contre les insectes forers.

La réussite de la lutte contre les ennemis des cultures dépendra du degré de sensibilisation du paysan mais aussi de ses moyens financiers (les insecticides étant coûteux).

2.8 Le choix des espèces et des variétés

- La conservation du sol ainsi que l'amélioration de ses conditions hydriques provoquées par l'aménagement devraient désormais permettre une plus grande diversification des espèces cultivées dans les champs aménagés. Des espèces telles que le sorgho (plus exigeant en eau et en sol que le petit mil) mieux appréciées que le mil pour ses qualités culinaires à Namsiguia, pourra occuper de plus grandes surfaces par rapport au mil, espèce réservée au sols secs et peu fertiles.

- Il s'avère aussi important de rechercher des variétés plus performantes et répondant mieux à l'effet positif de l'aménagement. Notre étude d'évaluation n'a-t-elle pas montré que la variété IKMP5 répondait mieux à l'effet aménagement que la variété locale ? Pour la vulgarisation d'une nouvelle variété, il demeure nécessaire de considérer les caractères agronomiques de cette variété en rapport avec le milieu écologique de Namsiguia

2.9 Les contraintes socio-culturelles et organisationnelles

L'application de toutes les techniques proposées qui visent la conservation au sens large de l'eau et du sol, nécessitera la levée de contraintes socio-culturelles et organisationnelles. En effet, les habitudes de cultures comme toutes les autres habitudes sont difficiles à modifier (Cret, 1950). La réussite dans l'application de ces techniques réside dans une sensibilisation et un encadrement bien organisé et échelonné des paysans. Les encadreurs ont un énorme effort à déployer mais le sens de l'organisation et le niveau de compréhension dont font preuve les paysans de Tibtenga et Yaadin, nous permet de rester optimistes quant au succès de ces mesures d'accompagnement. «Nous sommes prêts à nous exécuter chaque fois que ce que l'on nous propose est améliorateur de notre condition de vie» nous confie Quédraogo Lassané, Délégué des paysans.

2.10 Conclusion à la quatrième partie

Pour obtenir des résultats remarquables dans les champs dotés d'aménagement mécanique antiérosif, l'on devra garder à l'esprit ce qui suit :

- Il faut que le sol soit au maximum couvert par de la matière végétale (morte ou vivante), d'où l'importance du paillage, de l'augmentation des densités de semis, de la modification des temps de semis et des cultures associées.

- Il faut élever le taux de matière organique dans le sol, d'où l'intérêt du fumier et du paillage.

- Il faut maintenir la fertilité du sol à un niveau acceptable ; c'est ce qui justifie la plantation de Acacia albida, les fumures minérales et organiques, l'association des cultures et la rotation culturale.

- Il faut que les travaux culturaux ne soient pas facteurs d'érosion, d'où l'importance de la réduction du nombre de sarclage et la pratique de buttage.

- Il faut que les avantages que confère l'aménagement soient au maximum profitables aux paysans d'où l'intérêt de la lutte contre les ennemis des cultures et le choix rationnel des espèces et des variétés à cultiver.

Il faut noter que chacune des techniques précitées vise à la fois plusieurs objectifs. Les résultats positifs les plus remarquables ne pourront s'obtenir que dans l'intégration des différentes opérations. Cela est possible mais difficile car il faut parvenir à rompre certaines habitudes culturelles des paysans.

BIBLIOGRAPHIE

- ACIAR., 1984 : "Soil erosion management". Australian centre for international agricultural research (ACIAR) proceeding series n° 6, 132 p.
- ADAM.J.,1957 : "Techniques agricoles des pays chauds, principes de base". Encyclopédie d'Outre-Mer, 229 p.
- AFVP., 1986 : "Hydraulique villageoise au Burkina Faso". Revue de l'Association Française des Volontaires du Progrès, Bulletin n° 45, 24 p.
- AGROMISA.,1985 : "La défense des sols contre l'érosion dans les tropiques". Agrodok 11, 72 p.
- BOULAIN.E.J.,1971 : "L'agrologie" collection que sais-je ? n° 1412, 125 p.
- BOULET.R.,1968 : "Etude Pédologique de la Haute-Volta Région : Centre-Nord" Centre ORSTOM de Dakar-Hann, 351 p.
- BONFILS.M.,1987 : "Halte à la désertification au Sahel". Edition : Karthala-CTA, 263 p.
- CERIGHELLI.R.,1955 : "Cultures tropicales I : plantes vivrières". Nouvelle Encyclopédie agricole, 633 p.
- CHLEQ.J.L et DUPRIEZ.H.,1986 : "Eau et terre en fuite", métiers de l'eau au Sahel ; Edition : Terres et vie, 125 p.
- CREAT., 1988 : "La lutte contre l'érosion dans le bassin versant" n°1. Agence financière de Bassin Seine-Normandie, Série Recherche et Développement, 110 p.
- CRET., 1950 : "Manuel de conservation du sol" n° 53 - Collection : techniques américaines.
- CTFT., 1968 : "Conservation des sols en Afrique et à Madagascar" Revue Bois et forêts des tropiques ; n° 118, 56 p.
- CTFT., 1979 : "Conservation des sols au Sud du Sahara" 2e édition, collection techniques rurales en Afrique, 295 p.
- DE FRAHAN.B., 1980 : "Techniques agricoles sur sites antiérosifs" Ministère du Développement Rural de Haute-Volta.
- DEWAULLE.JC., 1973 : "Résultats de six ans d'observation sur l'érosion au Niger". Revue Bois et Forêts des tropiques, n° 150.
- FAO., 1967 : "Défense des terres cultivées contre l'érosion hydraulique". Collection FAO : progrès et mise en valeur. Agriculture n° 81.

- FAO., 1983 : "Garder la terre en vie, l'érosion des sols-ses causes et ses remèdes". Bulletin pédologique de la FAO, n° 50, 90 p.
- FAO., 1984 : "Soil and water Conservation in semi-arid areas" Bulletin pédologique de la FAO, n° 57, 172 p.
- GAUCHER.G., 1968 : "Traité de pédologie agricole : le sol et ses caractéristiques agronomiques", collection : Agronomie moderne 578 p.
- GAUDY.M., 1965 : "Manuel d'Agriculture tropicale". La Maison Rustique, 2e édition, 411 p.
- GRET., 1988 : "Cultures associées en milieu tropical, éléments d'observations et d'analyses". Coopération et Développement, Ministère Français des Relations Extérieures.
- HENIN.S, GRAS.R et MONNIER.G., 1969 : "Le profil cultural, l'état physique du sol et ses conséquences agronomiques". Editeurs : Masson et Cie, 2e édition, 332 p.
- HOSMANI.MM., 1978 : "Striga", Associate Professor of Agronomy, University of Agricultural Science, Dharwar. 165 p.
- HOTTINGA.F., 1988 : "Evaluation technique des aménagements antiérosifs sur micro-bassin versant". Recherche sur Namsiguia I Avant Projet, Kaya.
- HUDSON.N., 1973 : "Soil Conservation". BT Batsford limited, London, 320 p.
- INRA., 1982 : "Mieux comprendre les interactions sol-racines, incidence sur la nutrition minérale". INRA Paris, 325 p.
- KABORE.R. et NYANGUEZI.I., 1987 : "Interaction Pédofaune-fertilité" Rapport de stage de fin de 3e année IDR-Université de Ouagadougou - 28 p.
- LAMACHERE.JM. et SERPENTIE.G., 1988 : "Valorisation agricole des eaux de ruissellement en zone soudano-sahélienne Burkina faso - Province du Yatenga - Région de Bidi" ORSTOM Ouagadougou.
- MARCHAL.JY., 1986 : "Vingt ans de lutte antiérosive au Nord du Burkina Faso (Yatenga)". Cahier ORSTOM, Série Pédol., Vol XXII n° 2, p. 173-180.
- MINISTERE DE LA COOPERATION (République Française), 1984 "Memento de l'Agronome" 3e édition, Collection techniques rurales en Afrique, 1604 p.
- NAHAL.I., 1975 : "Principes de Conservation du sol". Edition : Masson et Cie, 143 p.
- OUEDRAOGO.M., 1988 : "Rapport d'Activités Campagne 1987-88" Projet Agro-forestier Ouahigouya - OXFAM Burkina Faso.

- ROGER.L., 1951 : "Phytopathologie des Pays chauds" T1 Edition : Paul Lechevalier, 1126 p.
- ROGER.L., 1954 : "Phytopathologie des Pays chauds" T3 Edition: Paul Lechevalier, 3148 p.
- ROOSE.E., 1981 : "Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale" Travaux et documents de l'ORSTOM Paris, 569 p.
- SPORE., 1988 : "Bulletin bimestriel du CTA" - Septembre 1988 n° 16.
- TERRY.PJ., 1983 : "Quelques adventices banales des cultures de l'Afrique Occidentale et la lutte contre celles-là". United States Agency for International development - Regional food crop Protection, 132 p.
- VAN DEN ENGEL.A., 1989 : "Evaluation technique des aménagements antiérosifs sur micro-bassins versants" Recherche sur Namsiguia, Rapport de campagne 1988 du PEDI-CRPA-BAER-CIEH. Edition provisoire.
- VIENNOT.BG., 1960 : "Rapport du sol et de la végétation" Edition : Masson et Cie, 183 p.
- WESTPHAL.E et AL., 1985 : "Cultures vivrières tropicales avec référence spéciale au Cameroun" Pudoc Wageningen 1985, 514 p.
- WRIGHT.P., 1985 : "La gestion des eaux de ruissellement" Région du Yatenga, OXFAM Burkina Faso, 38 p.