

BURKINA FASO

La Patrie ou la mort, nous vaincrons!

Ministère des Enseignements Secondaire,
Supérieur et de la Recherche Scientifique

UNIVERSITE DE OUAGADOUGOU

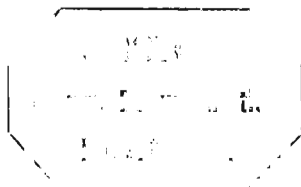
INSTITUT DES SCIENCES HUMAINES ET SOCIALES
(IN.S.HU.S)

Département de Géographie

Mémoire de Maîtrise

*EROSION ET LUTTE ANTI-EROSIVE
SUR PARCELLES DE CULTURE
DANS LA REGION DE BIDI
(BURKINA FASO)*

Présenté par
Adama TRAORE



Année Universitaire 1990-91

Sous la direction de

E.C. DA

ST. 6 160 000
1

DEDICACE

Je dédie ce mémoire à ma mère.

Remerciements

La réalisation de la présente étude a été possible grâce à l'aide de certaines personnes que je me fais un réel plaisir à remercier.

Ma reconnaissance va tout d'abord à monsieur J.M. LAMACHERE hydrologue au Centre ORSTOM de Ouagadougou et à Monsieur E.C. DA enseignant au département de Géographie de l'Université de Ouagadougou qui m'ont respectivement servi de maître de stage et de directeur de mémoire. En plus de la confiance qu'ils ont placé

en moi dès le début, des conseils et encouragements pendant la conduite des travaux de terrain, j'ai bénéficié de leur part, des minutieuses corrections et critiques de mon manuscrit, malgré leurs multiples occupations. Qu'ils soient assurés de ma profonde gratitude.

Ma reconnaissance va ensuite au Directeur du Centre ORSTOM de Ouagadougou M. J.C. GAUTUN qui m'a accepté au sein de cet institut prestigieux.

Je remercie sincèrement Mr. D.Y. ALEXANDRE de la section Ecologie de l'ORSTOM de Ouagadougou pour avoir accepté de corriger mon manuscrit. J'ai trouvé une grande disponibilité auprès de lui.

Je n'oublie pas tous les techniciens de l'ORSTOM qui m'ont aidé sur le terrain ou au laboratoire. Je pense particulièrement à J.I. BASSOLE, G. BILGO, J. BOENE, O. SANGARE, S. NIGNAN, B. SEGUEDA. A tous j'adresse mes remerciements.

Je remercie également tous ceux qui ont contribué à la mise en forme de ce document : A. BILGO, J. LAWSON, P. OULLA et A. SORGHO.

Enfin que les parents et amis qui m'ont aidé d'une manière ou d'une autre, et que je n'ai pu citer, soient assurés de ma reconnaissance.

RESUME

Au Nord-Ouest du Burkina Faso, dans la province semi-aride du Yatenga, les paysans essaient de juguler les effets de la réduction de quantités de pluies sur leur production agricole, en améliorant l'infiltration des eaux sur les champs de culture par divers procédés.

L'utilisation des eaux provenant des impluviums situés en amonts des champs augmente les volumes d'eau infiltrés, mais aussi, les risques d'érosion des sols sableux fragiles.

L'infiltration étant principalement conditionnée par l'état de surface du sol dans cette région, le travail du sol (labour ou sarclage) facilite considérablement l'infiltration des eaux de pluies et des eaux de ruissellement en provenance d'impluviums amonts dénudés. En limitant le ruissellement, le travail du sol limite également l'érosion, bien qu'il accroisse la vulnérabilité des sols par la désorganisation de leur surface.

La construction d'une série d'obstacles filtrants (cordons pierreux) favorise l'infiltration qui augmente d'environ 20 %.

La construction d'obstacles filtrants cloisonnés réduit de moitié les quantités de matériaux solides exportés des champs cultivés.

A court terme, il a été observé une augmentation importante de la production agricole sur une parcelle aménagée lorsque les besoins en eau du mil sont satisfaits à la période de maturation des grains.

Mots clés

Burkina Faso, Soudano-sahélien, Bidi, Yatenga, dégradation de l'environnement, lutte anti-érosive, ruissellement, érosion, aménagement.

GLOSSAIRE

CRPA	:	Centre Régional de Promotion Agropastorale
CTFT	:	Centre Technique Forestier Tropical
FEER	:	Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural
GERES	:	Groupement Européen de Restauration des Sols
HER	:	Hydraulique et Equipement Rural
INERA	:	Institut National d'Etudes et de Recherches Agronomiques
IRAT	:	Institut de Recherche en Agronomie Tropicale
ONG	:	Organisme Non Gouvernemental
ORSTOM	:	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
PAE	:	Projet Agro-Ecologie
"6S"	:	Savoir se Servir de la Saison Sèche en Savane et au Sahel

AVANT-PROPOS

La famine africaine des années 73-74 a attiré l'attention de la communauté internationale sur la situation de sécheresse que vivent les pays du Sahel depuis maintenant deux décennies. De nombreux instituts de recherche y ont initié des programmes de recherche dans le but de mettre à la disposition de ceux qui oeuvrent pour le développement de cette région de l'Afrique, le maximum d'alternatives possibles. C'est dans cette perspective générale que l'ORSTOM conduit depuis 1983, en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso, un programme de recherche interdisciplinaire sur la dynamique des systèmes agro-pastoraux.

C'est dans le cadre de ce programme qui comporte un volet hydrologie s'intéressant aux phénomènes de ruissellement et d'infiltration à différentes échelles, notamment à celle des parcelles de culture de 3000 m² que s'inscrit le sujet de notre mémoire de maîtrise : "Erosion et lutte antiérosive sur parcelles de culture dans la région de Bidi".

L'érosion au sens large du terme constitue l'un des principaux facteurs de dégradation des sols et partant des ressources naturelles. Les terres cultivées, parce que insuffisamment protégées par les cultures pendant une bonne partie de la saison pluvieuse, sont les plus touchées par ce fléau. Notre objectif est de contribuer un tant soit peu à travers cette étude à faire connaître l'ampleur de ce phénomène sur les parcelles de culture de cette région du Burkina d'une part, d'autre part, à montrer le degré d'efficacité de l'une des techniques les plus utilisées pour lutter contre ce fléau : les cordons pierreux isohypses.

INTRODUCTION

L'histoire des régions soudano-sahéliennes fait mention de nombreuses périodes sèches, qui ont entraîné des pénuries alimentaires plus ou moins longues, plus ou moins accentuées. Depuis les années 1968-1969, ces régions traversent une nouvelle période sèche qui a considérablement dégradé les conditions naturelles de production agricole. Les techniques culturales peu performantes des populations locales ne leur permettent plus d'assurer leur autosuffisance alimentaire.

Face à cette situation d'insécurité alimentaire persistante, les paysans réagissent de diverses manières. Tandis que certains choisissent tout simplement de migrer définitivement vers d'autres régions où la nature est plus clémente (zone sud-soudanienne); d'autres préfèrent rester sur place et modifier leur système d'exploitation agricole pour le rendre plus efficient et mieux adapté aux nouvelles exigences écologiques.

Au Nord-Ouest du Burkina Faso, dans la province soudano-sahélienne du Yatenga, sont de plus en plus nombreux les paysans qui pour compenser le déficit hydrique rendant aléatoires les récoltes depuis le début de la sécheresse, favorisent une infiltration optimale de l'eau de pluie sur les parcelles de culture.

Pour cela, ils drainent les eaux qui ruissellent sur les hauts de versants non cultivés au profit des champs en exploitation, labourent le sol avant les semis et installent une série de cordons pierreux destinée à ralentir le ruissellement sur les champs.

Dans le but de montrer en quoi cette nouvelle gestion de l'eau appliquée aux champs de brousse modifie le milieu cultivé et la dynamique de l'eau, un essai interdisciplinaire a été initié depuis 1985 à Bidi dans la province du Yatenga (G. SERPANTIE, J.M. LAMACHERE 1989).

Il s'agit pour nous, grâce au dispositif mis en place à cet effet, de mettre en évidence l'influence de l'aménagement en cordons pierreux, celui du labour avant semis et celui de l'utilisation d'eau supplémentaire en provenance d'impluviums-amont sur l'érosion et le

ruissellement dans les champs de culture. Pour ce faire, nous allons comparer dans un premier temps, l'érosion et le ruissellement mesurés sur une parcelle non aménagée, à ceux observés sur une parcelle aménagée en cordons pierreux. Dans un deuxième temps, nous mettrons en relation ces deux phénomènes enregistrés sur la parcelle aménagée avec ceux estimés à l'exutoire d'une parcelle qui, en plus de l'aménagement, est labourée.

Le présent rapport qui présente les résultats de cette expérimentation se compose de deux parties principales. La première traite des caractères généraux du milieu d'étude, des causes et processus de sa dégradation et enfin des initiatives qui s'y développent pour lutter contre ce mal. La deuxième partie montre les forces et les limites du nouveau mode d'exploitation des champs de brousse. On y trouve alors, outre la présentation du dispositif expérimental, les protocoles de mesure du ruissellement et de l'érosion, les résultats, leur analyse et leur interprétation.

PREMIERE PARTIE :

Les Hommes et leur milieu de Vie

Chap. 1 - Les traits généraux du milieu physique

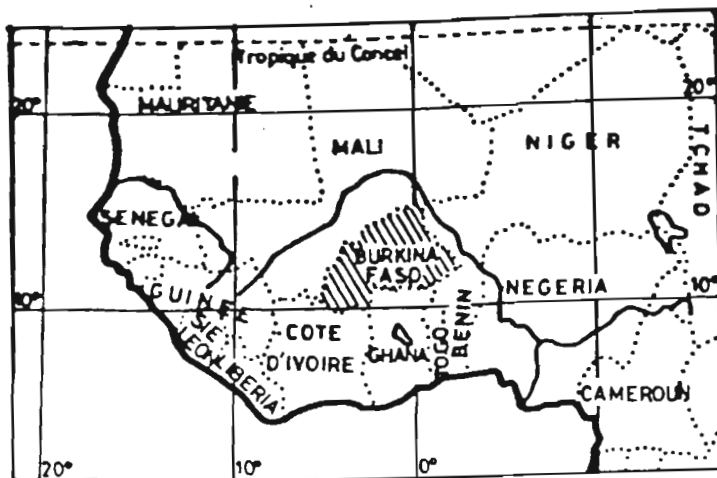
I. Situation géographique de la région d'étude

Bidi le site de notre étude, est un gros village du Yatenga, province semi-aride du Nord-Ouest du Burkina Faso. Il est situé à une quarantaine de kilomètres au Nord de Ouahigouya, la capitale provinciale entre les 13°50' et 13°55' de latitude Nord et les méridiens 2°20' et 2°40' de longitude ouest (fig. 1). Avec ses 3500 habitants, Bidi est loin d'atteindre les fortes concentrations humaines qui caractérisent la partie centrale du Yatenga. Son terroir n'est pas pour autant épargné par le processus de dégradation que connaissent ces zones, même s'il est moins touché.

II. Le contexte climatique régional

En fonction de l'importance et de la variation d'un certain nombre de paramètres climatiques (précipitations, humidité relative et température de l'air) R. MOLARD 1949 in J-Y. MARCHAL 1983 distingue dans la région du Yatenga, un climat sahélien au Nord du 14ème parallèle Nord dont la pluviométrie caractéristique est inférieure à 650 mm et un climat nord soudanien entre les parallèles 11°30' et 14° de la latitude Nord, avec une pluviométrie comprise entre 1000 et 650 mm. En raison de sa position, la province du Yatenga qui est située entre 13° et 14°15'N est donc soumise à un climat sahélien (au nord) et à un climat nord soudanien (au sud). D'où l'appellation soudano-sahélien utilisée par cet auteur pour désigner le climat régional dont la tendance actuelle a par ailleurs, été mise en évidence par un certain nombre d'auteurs.

En dépit de la multiplicité des méthodes utilisées par les différents chercheurs pour déterminer l'évolution récente du climat local, il ressort de toutes les analyses que les totaux annuels de pluies sont nettement en baisse. A titre d'exemple, la moyenne mobile sur un pas de 15 ans établie par SERPANTIE et al. (1987), indique 750 mm d'eau de pluie pour Ouahigouya avant 1968 et 540 mm pour la période de 1968-1985. Les 750 mm de pluie correspondraient à 725 mm pour Bidi situé à 40 km au Nord. On observe ainsi à



L'AFRIQUE DE L'OUEST

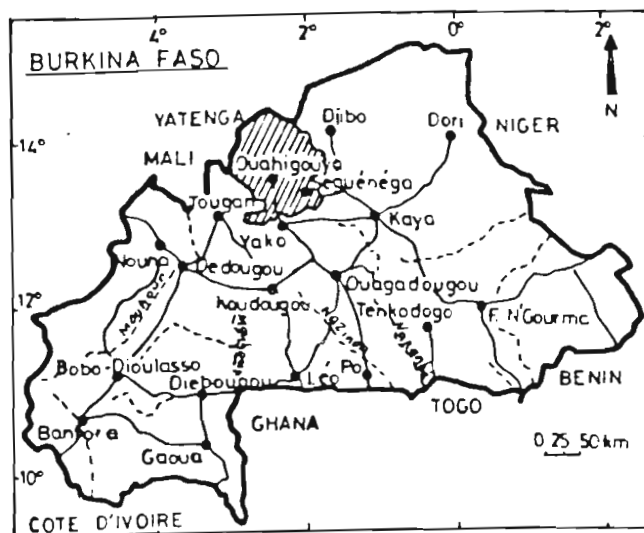
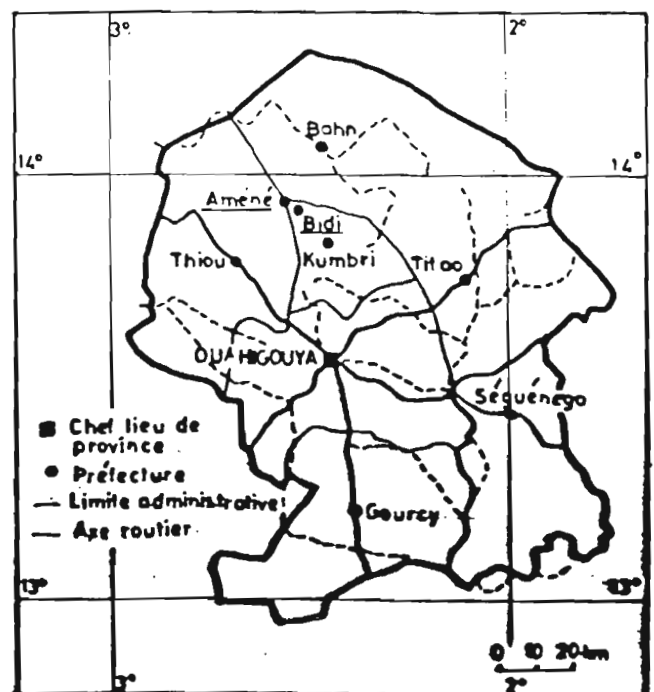


Fig. 1: CARTES DE SITUATION



PROVINCE DU YATENGA

partir de 1968, une réduction de l'ordre de 200 mm de la pluviosité de cette région. Cette tendance est parfaitement illustrée par la figure 2 réalisée par MIETTON (1988) qui, à partir d'une moyenne mobile d'un pas de 5 ans, souligne la tendance à la baisse des quantités de pluies tombant annuellement. Il signale la campagne 1983 comme étant celle, au cours de laquelle, la baisse a atteint son maximum avec un déficit record de -47 % à Ouahigouya. Si l'on se réfère à la moyenne de la période 1983-1987 qui est de 443 mm à Ouahigouya et de 375 mm à Bidi, l'on est tenté de dire que la tendance à la baisse de la pluviosité se maintient. Le climat local traverse donc, une phase sèche qui lui donne actuellement un caractère sahélo-soudanien, voire même sahélien, plutôt que soudano-sahélien. La station météorologique installée à Bidi depuis 1985 permet de préciser les principales caractéristiques actuelles des différents paramètres qui y sont observés.

1.) La température

Comme partout ailleurs dans les pays soudano-sahéliens, l'évolution des températures au cours de l'année laisse apparaître des périodes chaudes et des périodes relativement fraîches. A Bidi on vit deux périodes de chaleur (fig.3) : l'une en avril, mai et juin avec des maxima atteignant 41°C (tab.1), l'autre en Octobre. Les plus basses températures se présentent en décembre et janvier. La moyenne des minima se situe alors entre 12,9 et 14,8°C.

2.) Les vents

Les masses d'air sec d'Est et du Nord-Est s'installent à partir du mois d'octobre et se maintiennent jusqu'en Avril avec une nette domination en décembre et janvier. Ces vents couramment appelés harmattan, accentuent le déficit de saturation de l'air et sont responsables des transports des particules fines pendant la saison sèche. Leur vitesse varie entre 1,1 et 2 m/s (fig. 4). De mai à septembre, ce sont les vents humides du Sud-Ouest (mousson) qui sont les plus influents. Leur vitesse moyenne atteint 2,5 m/s en Juin, au moment où le sol n'est pas encore suffisamment couvert par la végétation.

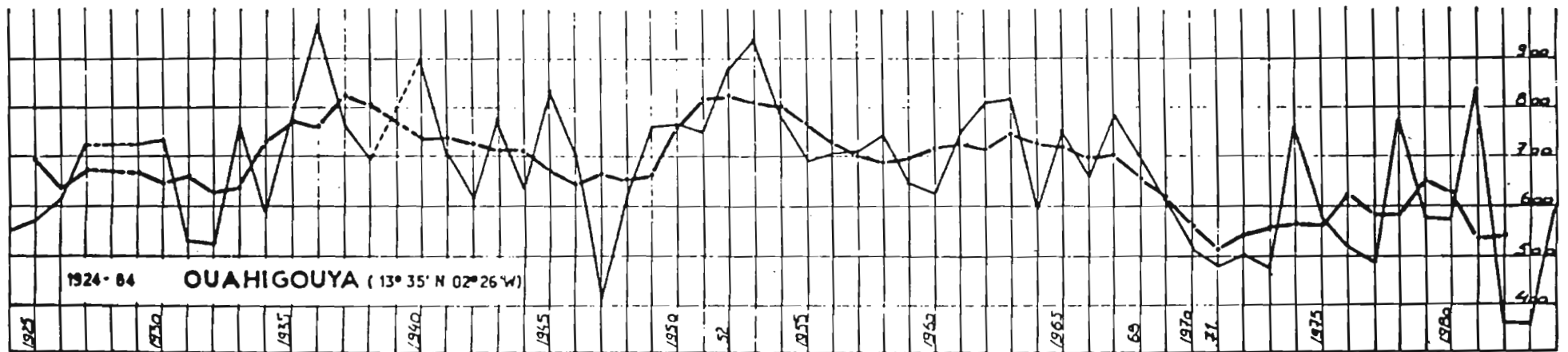


Fig. 2 Tendence des Precipitations. Moyennes mobiles annuelles a Ouahigouya. in MIETTON (1988)

Tableau 1 : Moyennes mensuelles (1985-1989) des paramètres climatiques de la station de Bidi

Mois Paramètres climatiques	Jan.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
Températures maximales en °C	30,7	34,5	37,8	40,9	41,2	38,0	34,5	32,8	34,12	37,22	35,98	31,4
Températures minimales en °C	12,9	16,7	21,5	25,2	26,6	26,6	23,6	22,7	22,9	22,2	17,8	14,8
Visite moyenne journalière du vent en m/s	1,7	2,0	1,8	1,9	1,7	2,5	2,3	1,8	1,4	1,1	1,2	1,4
Direction du vent	E	E	E	E	SW	SW	SW	SW	SW	E	E	E
Evaporation journalière en mm/s	8,7	10,8	13,15	15,35	14,2	11,2	9,4	6,9	7,3	8,9	9,5	8,8
Insolation en heures	9,2	9,1	8,9	8,3	9,7	8,0	8,1	7,5	8,0	8,8	9,7	8,5
Pluviométrie en mm	0	0	0	0	1,7	39,7	128,7	202,9	80,5	14,1	0	0

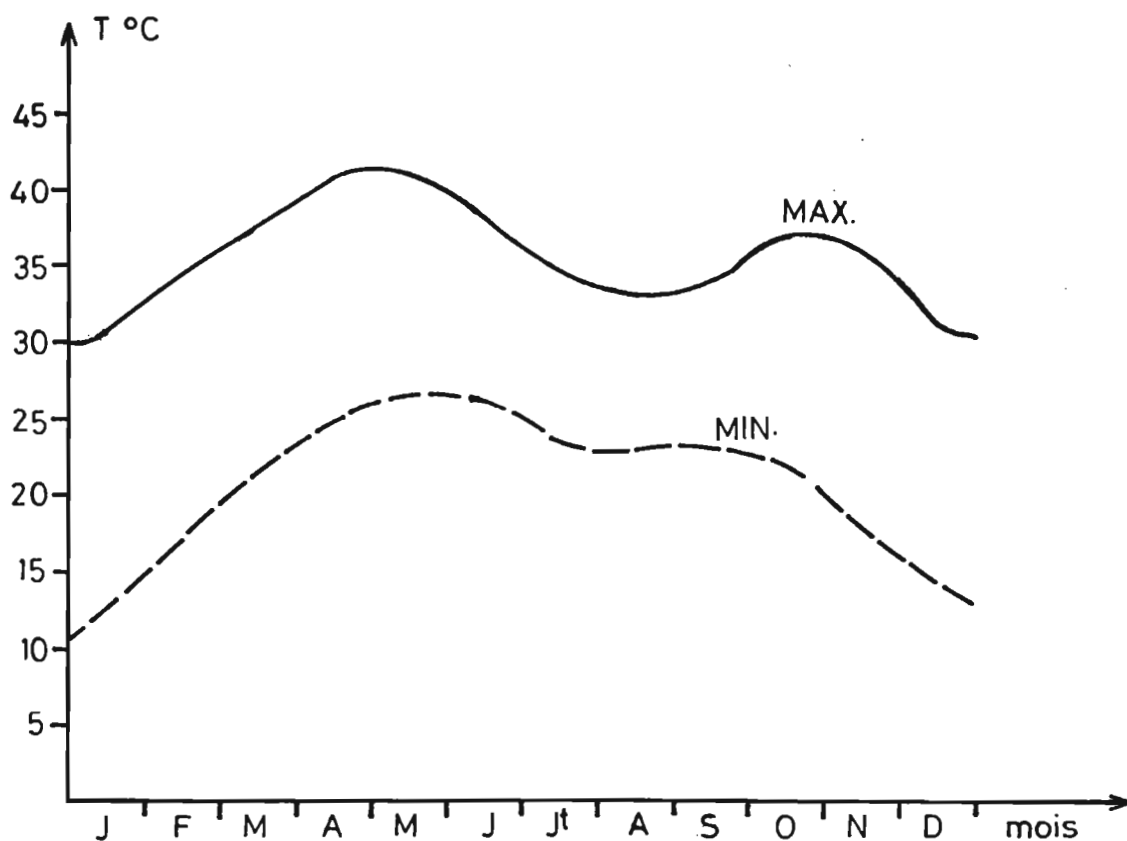


Fig. 3 PARAMETRES CLIMATIQUES A LA STATION METEOROLOGIQUE DE BIDI
 VARIATIONS ANNUELLES DES MAXIMA (max) ET DES MINIMA (mini)
 DE LA TEMPERATURE DE L' AIR

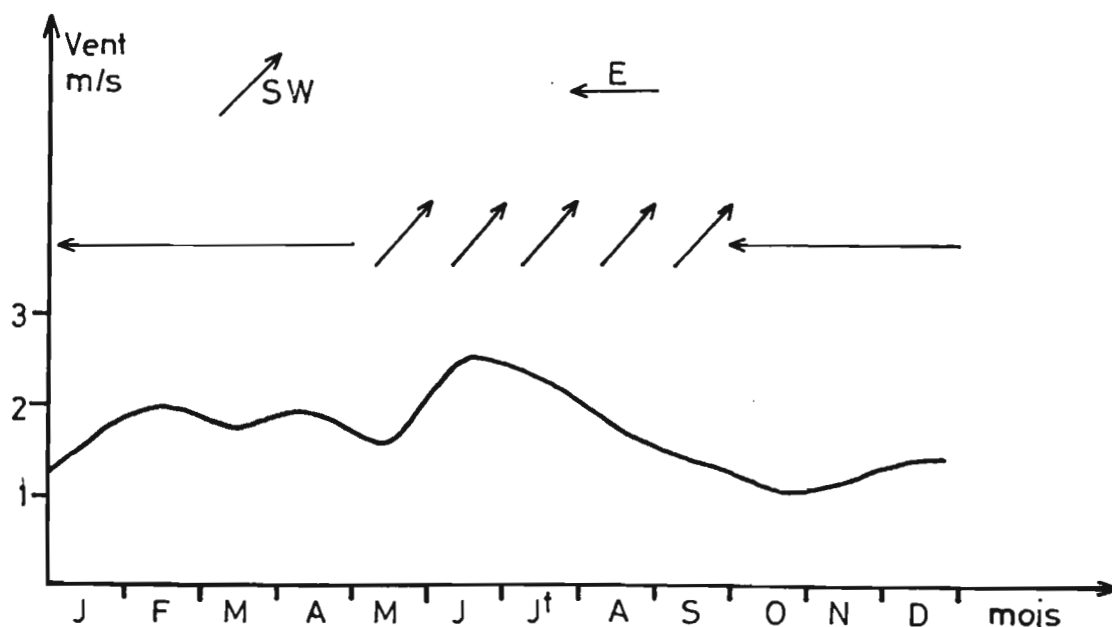


Fig. 4 PARAMETRES CLIMATIQUES A BIDI
 VARIATIONS ANNUELLES DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU VENT

3.) Le rayonnement global

Ce facteur climatique a été calculé à partir de la durée de l'insolation (fig.5B). Il est minimum en Août et maximum en Mai. "Sur l'ensemble de l'année le rayonnement est élevé. Il joue un rôle très important dans ces régions car il intensifie le pouvoir évaporant de l'air et détermine ainsi une partie du bilan hydrique" GROUZIS (1987 p. 22).

4.) L'évapotranspiration potentielle

L'évapotranspiration potentielle évolue (fig.5A) au cours de l'année en suivant globalement la température. Elle connaît son maximum en Avril (15,35 mm/j) ; toutefois son minimum s'observe en août (6,9 mm/j) au lieu de décembre ou janvier (période fraîche) comme on pouvait s'y attendre. Elle favorise le dessèchement (rapide) des points d'eau et donc les regroupements importants autour des retenues d'eau les plus importantes.

5.) La pluviométrie

A Bidi, la moyenne pluviométrique interannuelle de la période d'observation 1985-1989 est de 475 mm. La hauteur d'eau de pluie enregistrée au cours de l'année varie énormément d'une année à une autre. A titre d'exemple, la pluviométrie de 1988 est supérieure à celle de 1985 de 57 % (200 mm de différence).

Cette variabilité importante se retrouve aussi à l'échelle d'un mois pluvieux : en 1987 le mois d'Août (le mois le plus pluvieux de l'année) a reçu 90 mm de pluies contre 202 mm en moyenne. L'inégale répartition des pluies existe non seulement dans le temps mais aussi dans l'espace : un écart annuel de 265,2 mm a été mesuré en 1987 entre deux pluviomètres distants d'environ 10 km.

On distingue à Bidi comme partout ailleurs au Burkina deux saisons : une saison sèche et une saison humide.

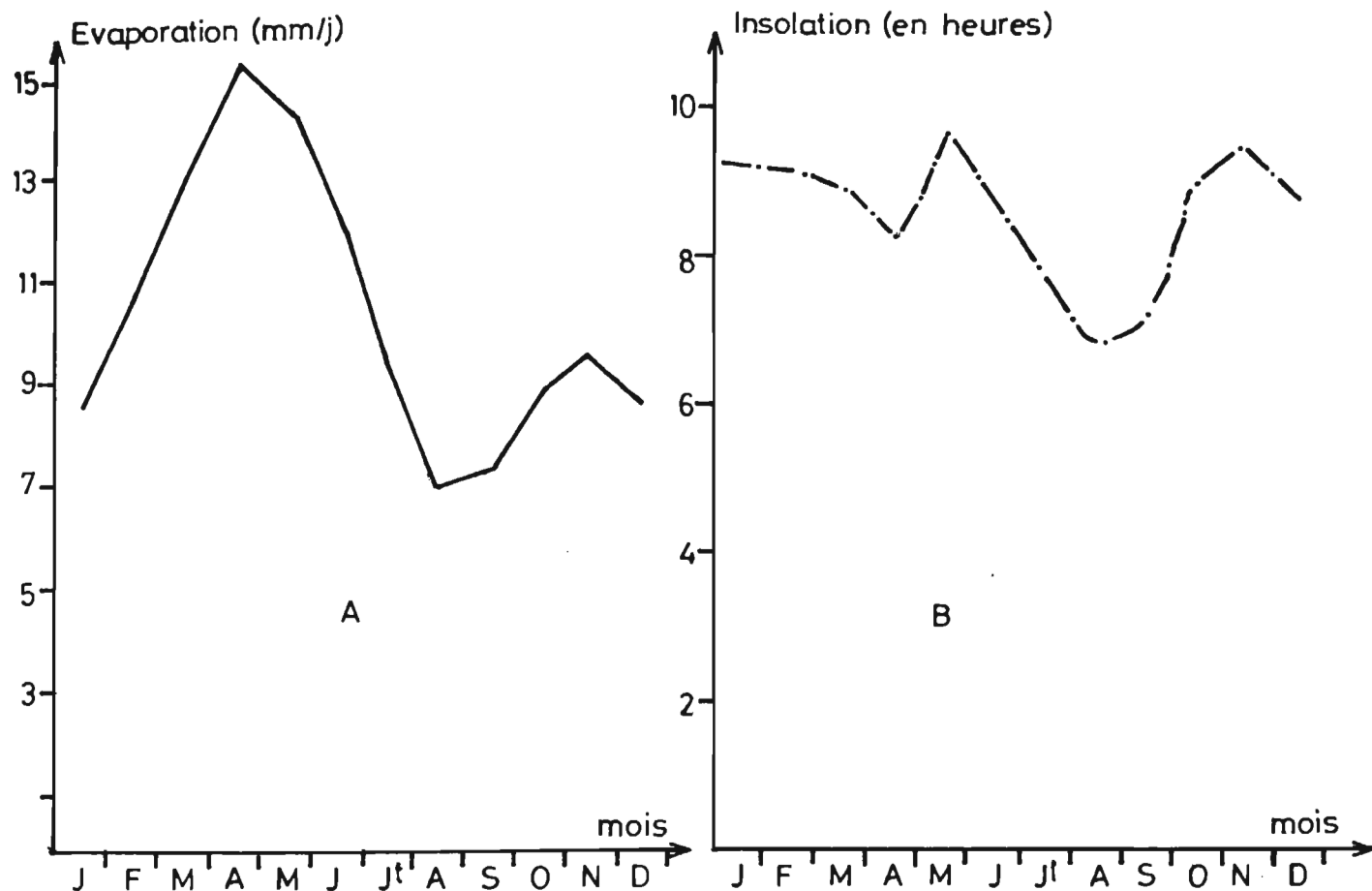


Fig. 5 PARAMETRES CLIMATIQUES A LA STATION METEOROLOGIQUE DE BIDI
VARIATIONS ANNUELLES DE L'EVAPORATION (A) ET DE L'INSOLATION (B)

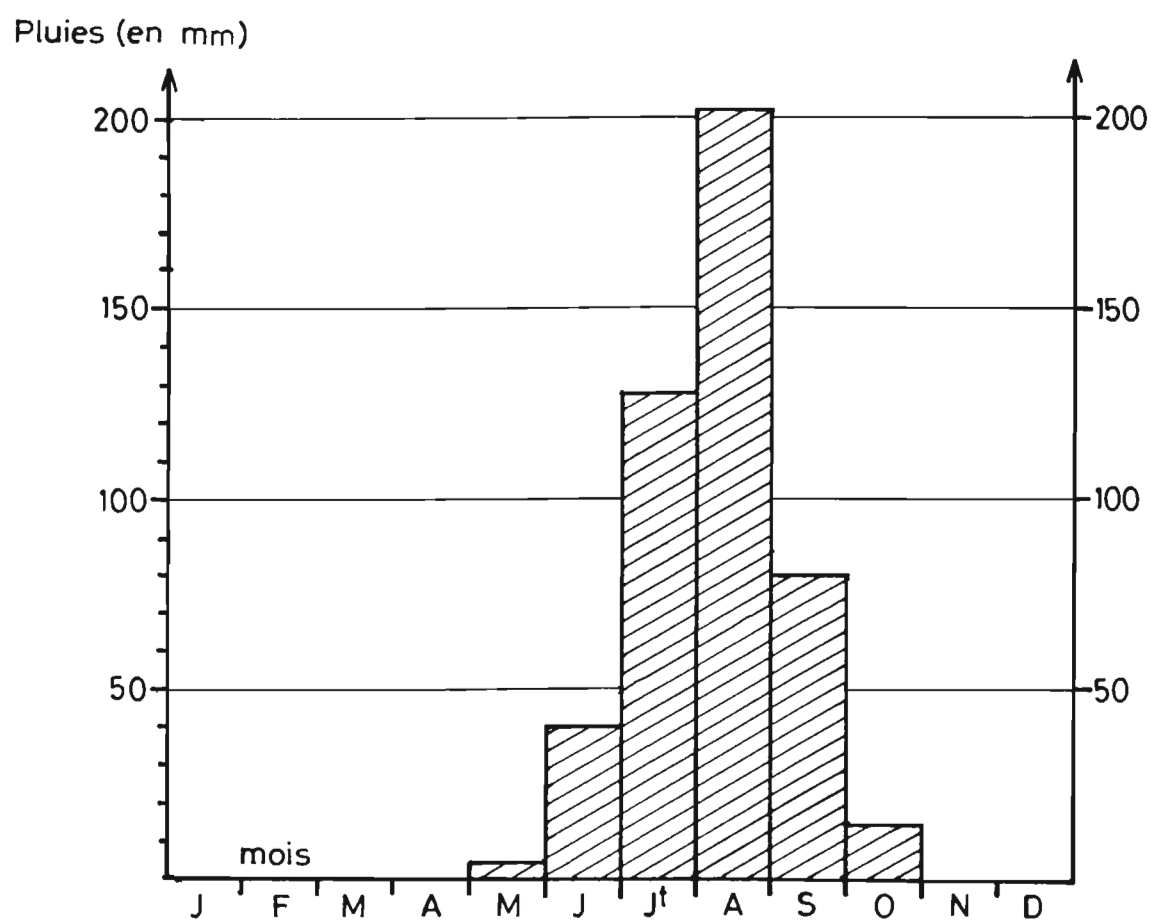


Fig. 6 PLUVIOMETRIE A LA STATION CLIMATOLOGIQUE DE BIDI

* La première comprend :

- une période fraîche (novembre, décembre, janvier et février) marquée par des moyennes de températures maximales atteignant 36°C et minima avoisinant 13°C. Cette période est par ailleurs caractérisée par une quasi absence de pluie et la faiblesse de l'humidité de l'air,
- une période chaude (mars, avril, mai) au cours de laquelle la moyenne des températures maximales est de l'ordre de 41,2°C. L'installation progressive des vents humides du Sud-Ouest, relèvent l'humidité de l'air. On enregistre ainsi pendant cette période, quelques pluies de faibles importances.

* La seconde comporte :

- une période chaude (juin, octobre) caractérisée par des températures élevées, une moyenne des maxima de 38°C et une moyenne de minima de l'ordre de 26°C. Ces deux mois sont pluvieux, mais généralement leur pluviométrie est assez réduite et mal répartie dans le temps. Dans ces conditions, le développement normal des plantes est mal assuré. Toutefois ces mois "peuvent être considérés comme transitoires entre les saisons sèche et humide" et avoir certaines années un rôle important en favorisant le démarrage de la végétation (juin) ou en prolongeant la période de végétation active GROUZIS (1987 p. 30);
- une période fraîche par rapport aux autres mois humides pendant laquelle, les températures sont nettement moins élevées. L'humidité de l'air est maximum en ce moment. D'où de fréquentes précipitations abondantes occasionnant souvent une érosion active des terres en général et des parcelles de culture en particulier.

III. Les unités du paysage

Selon SERPANTIE et al. (1988) à qui nous empruntons les informations relatives au paysage de Bidi, le terroir de ce village a pour "assiette, la portion centrale de la zone granitique, qui relie en pente douce, les collines et tables cuirassées de Koumbri au S.E. de

la localité, à la dépression de la plaine du Gondo au N.W. Cette dernière est couverte de formations dunaires érodées de l'erg ancien. Elles sont orientées Est-Ouest.

Cette unité morphologique a connu au tertiaire, des processus d'altération et de cuirassement survenus sous climat chaud et humide. Ces processus auraient été intercalés de mouvements tectoniques de fracturation et des entailles.

L'interaction de ces différents processus a provoqué une ondulation de faible amplitude du paysage. En conséquence, le relief local est une succession d'interfluves (peu étendus) séparés par des axes d'écoulement. La figure 7 extraite de SERPANTIE et al. (op. cit.) montre, l'agencement des unités du paysage le long d'un versant comme celui dont la toposéquence est représentée. La coupe allant de haut en bas de ce versant type laisse apparaître 4 unités de paysage :

- le sommet d'interfluve,
- le haut-versant,
- le bas-versant et
- le bas-fonds.

1.) Les sommets d'interfluves

Est désigné sous ce nom, l'ensemble formé par les cuirasses sommitales, les bowés et les talus (fig. 7). Les cuirasses ne se rencontrent pas toujours en bon état ; parfois il n'en reste que quelques "nodules ferrugineux" qui recouvrent les altérites. Cette partie du versant est recouverte par des lithosols peu épais qui disparaissent progressivement pour faire place à des gravillons sur le talus. La formation végétale caractéristique de cette zone servant uniquement de terrain de parcours est une savane herbeuse, parsemée d'arbustes (*Pterocarpus lucens* et *Combretum glutinosum*), d'anciennes termitières et de fourrés. Si cette formation se rencontre de nos jours encore comme telle sur les interfluves éloignés du village, sur ceux qui lui sont proches, elle a soit totalement disparu ou s'est dégradé pour ne subsister que sous forme d'une association de graminées naines vivaces (*Sporobolus festivus*), d'arbustes polycauls rabougris (*Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*) et

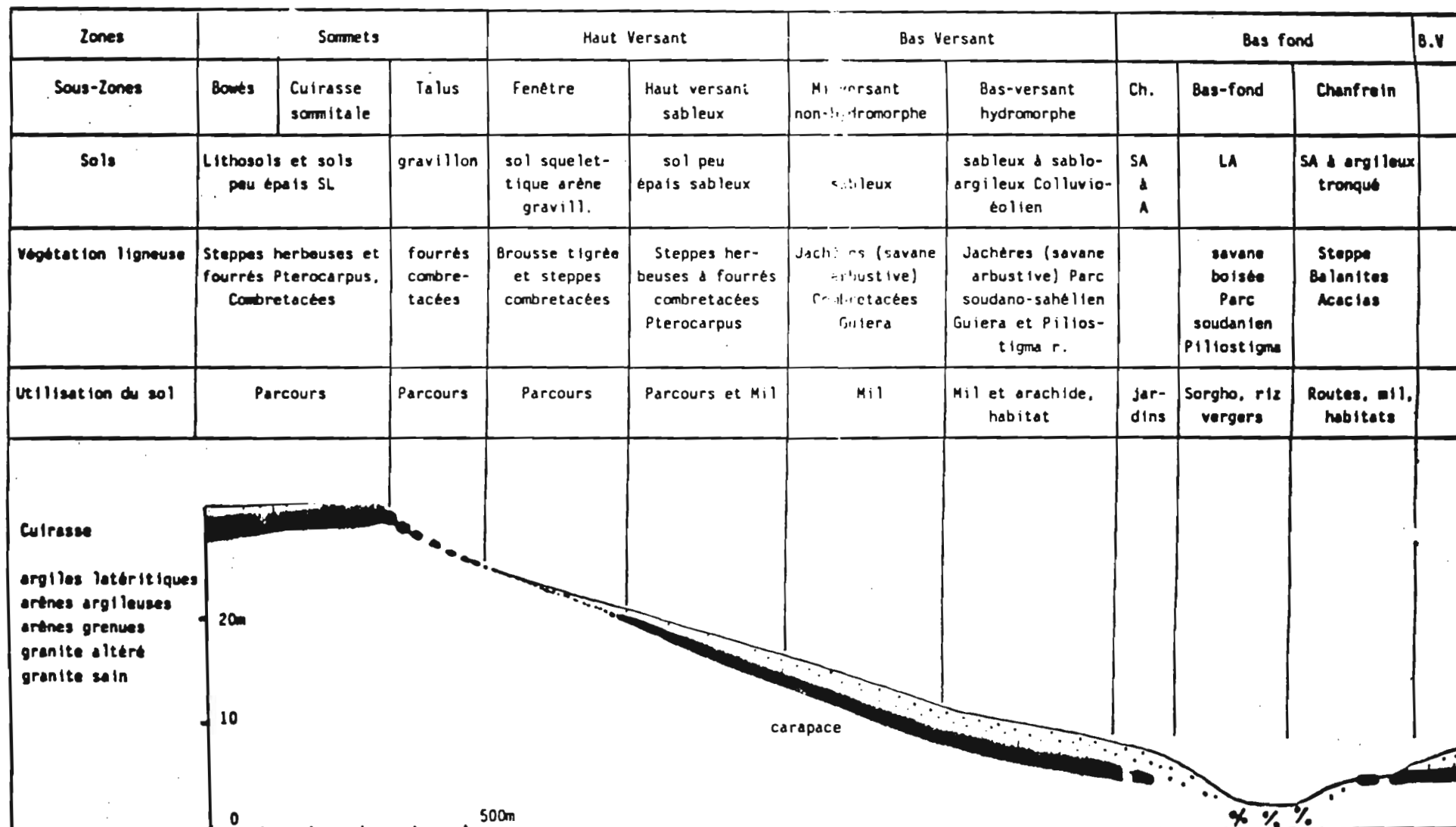


FIG. 7 UNITES DU PAYSAGE DE BIDI in G. SERPANTIE et al.(1988)

de troncs encore vivants. Les zones nues sont elles couvertes de nombreuses marques d'érosion laminaire (micro-marches d'escalier) et linéaire (griffes d'érosion régressive).

2.) Le haut-versant

C'est la partie topographiquement située en dessous des sommets d'interfluves (fig. 7) et qui regroupe les zones sans induration sous-jacente ("fenêtres") couvertes de sol squelettique et celles avec induration localement recouvertes de dépôts sableux à épaisseur variable. L'amont de cette partie sert uniquement de parcours tandis que l'aval joue un rôle agro-pastoral. A cause de la différence qui existe entre les formations pédologiques respectives de ces deux sous-unités, elles ne présentent pas la même "physionomie".

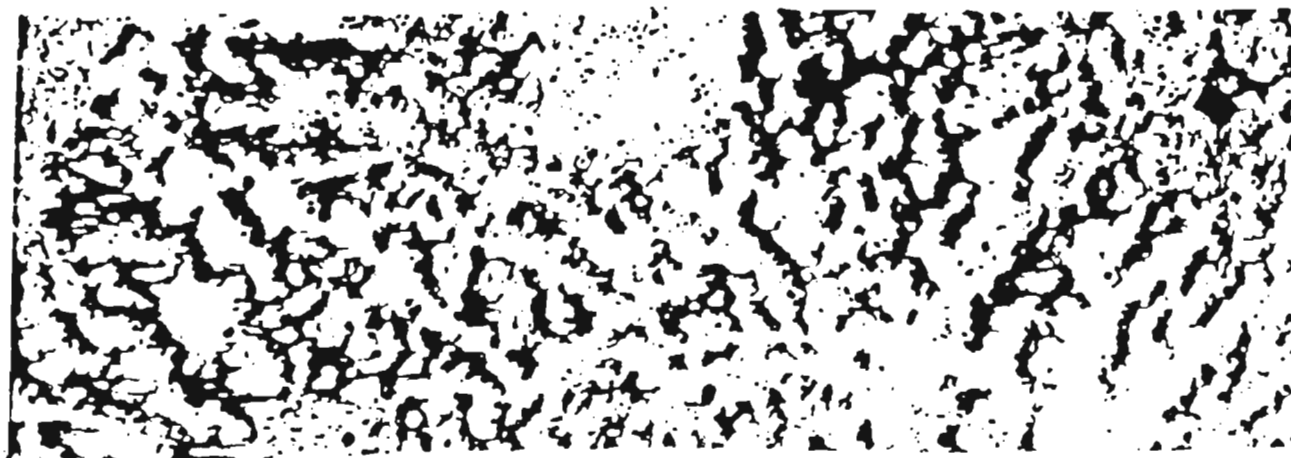
Les "fenêtres"

Elles se localisent au niveau de la partie amont sans induration sous-jacente. Cette sous-unité porte une végétation arbustive appelée brousse tigrée, fig. 8 caractérisée par une alternance de bandes boisées "para-isohypses" et des bandes de sol nu encroûté ou gravillonnaire. Elle pousse sur des pentes de 1 à 3 % couvertes d'altérites ("arène argileuse blanchâtre à kaolinite"). A proximité du village, les bandes boisées sont interrompues par des couloirs à bétail menant au parcours, favorisant ainsi, le développement de ravines à ces endroits. Plus loin du village, elles souffrent du broutage excessif, de l'émondage pastoral et de la baisse du niveau de la nappe phréatique qui provoquent la dégradation de la strate herbacée et arbustive d'une part, d'autre part la mort des jeunes plantes. Il semble que la mise en place d'un dispositif mécanique de stockage durable des eaux ruisselées peut freiner la dégradation des couloirs à bétail.

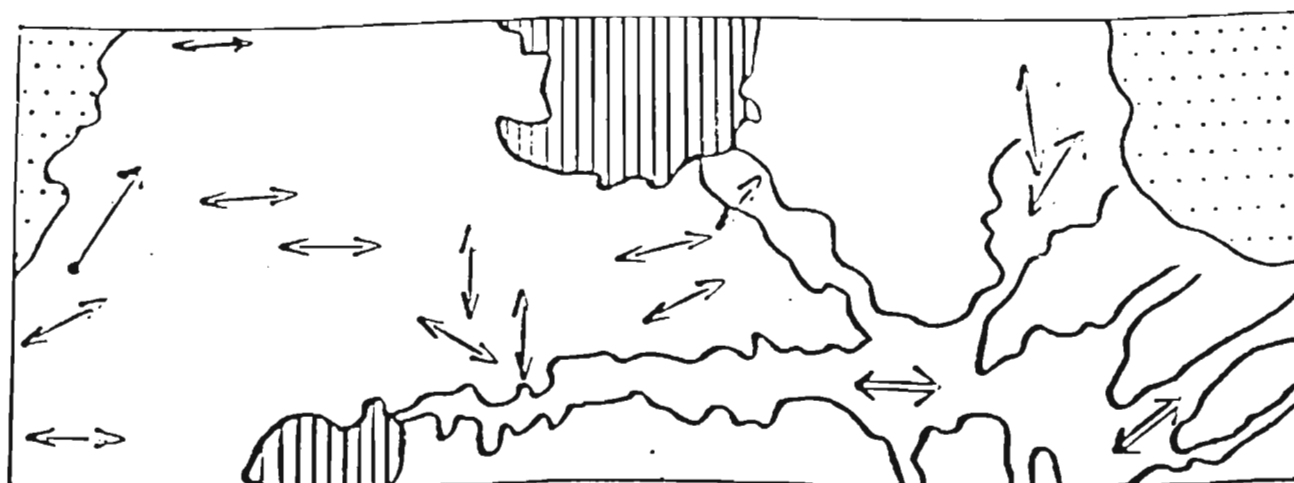
Le haut-versant sableux

C'est la moitié aval du haut-versant. Elle comporte une carapace sous-jacente que recouvre un sol sableux peu épais ayant permis le développement d'une steppe herbeuse à fourrés. Elle est caractérisée par l'existence de nombreuses "plages sableuses", colonisées par des buissons polycaulés (*Guiera senegalensis*) contrastant avec des surfaces de sol nu,

FIGURE 8 LA BROUSSE TIGREE DE TILLI.
in G. SERPANTIE et al. (1988).



INTERPRETATION



 Anciennes mises en culture

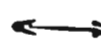
 Brousse mouchetée

 Sens de la pente

0 100 200 m

Couloirs de communication:

 sur zones nues

 ruptures de bandes

recouvertes d'une croûte d'érosion. Sur les champs en exploitation se juxtaposent des "placages" sableux à croûte structurale peu perméable et des zones décapées à pellicules d'érosion imperméables" (SERPANTIE et al. 1988).

L'installation de quatre cordons pierreux isohypses de 50 mètres de long, distants de 20 mètres, sur un site non cultivé et très dégradé, a permis la constitution d'une bande sableuse enherbée, large de 3 m avec des repousses d'arbustes (*Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*). Sur les champs cultivés, un aménagement en diguettes a favorisé l'accroissement local de l'épaisseur du sol à l'amont des ouvrages antiérosifs permettant de meilleurs rendements en 1985, 1986 et 1987 SERPANTIE et al. (op. cit.)

3.) Le bas-versant

Nous appelons ainsi, la partie se situant entre le haut versant et le bas-fond (fig. 7), englobant le mi-versant sableux non hydromorphe exploité pour la culture du mil et le bas-versant proprement dit. Le sol sableux à sablo-argileux qui le caractérise est favorable à la production de l'arachide.

Les zones de stagnation d'eau qu'on y rencontre, favorisent l'existence d'une savane arbustive dense, parsemée de termitières et d'arbres utiles, conservés dans les anciennes exploitations. Le reste de la superficie des bas-versant est occupé à 50 % par des champs. Ces derniers bénéficiaient jusque dans les années 50 de 20 ans de repos après 5 années d'exploitation. De nos jours, ils produisent durant un temps deux fois plus long (10 ans) et se reposent deux fois moins (10 ans) SERPANTIE et al. (op. cit.). Ce nouveau mode de gestion des champs a certainement appauvri les sols, favorisant ainsi leur dégradation. De nombreuses zones complètement dénudées, parsèment cette partie des versants.

Toutefois cette dégradation peut être ralentie par une utilisation rationnelle des ressources naturelles disponibles, notamment :

- en restituant au sol ce qu'il investit dans la production biologique par apport de fumier et d'engrais,

- en créant, ne serait-ce que localement, des états de surface favorables à une infiltration optimale des eaux pluviales,
- en ralentissant et en répartissant judicieusement les eaux de ruissellement par des aménagements antiérosifs adéquats.

4.) Le bas-fond

Il comprend deux parties principales : le chanfrein au glacié de raccordement et le lit du cours d'eau.

Le chanfrein

Constitué de sol sableux sur pente convexe de 2 à 3 %, il est partiellement utilisé pour les activités agricoles. Sa partie non cultivée est très pauvre en plante : presque rien n'y pousse comme herbacées tandis que la végétation ligneuse se limite à de rares arbres utiles (*Lannea acida*) et à quelques épineux (*Balanites aegyptiaca*).

Le lit du cours d'eau

Ce principal canal d'écoulement des eaux superficielles du terroir sert à la culture des sorgho, du mil et comme pâturage. Il est donc essentiellement occupé par des champs permanents, qui ne laissent place à aucune formation végétale naturelle bien structurée, à l'exception de la strate herbacée qui s'établit en hivernage. Les seuls ligneux sont des arbres fruitiers : manguiers, goyaviers, nérés, etc... situés en majorité dans des jardins où ils sont ainsi protégés des animaux en divagation (chèvres, moutons).

En résumé, le milieu naturel apparaît de moins en moins favorable aux activités agropastorales dans la région de Bidi comme partout ailleurs au Yatenga : les totaux pluviométriques annuels diminuent, le couvert végétal se dégrade tandis que l'érosion se généralise à l'ensemble du terroir local. Les abords du village sont les plus touchés par ce processus de dégradation dont les causes sont multiples.

Chap. 2 - Les facteurs et les mécanismes de la dégradation

L'Homme de Bidi, qui vit essentiellement de l'agriculture, est confronté d'une manière générale presque chaque année, à des pénuries alimentaires pendant la période de soudure. Il semble qu'il n'en a pas toujours été ainsi, et que l'apparition de ces problèmes coïncide avec une évolution défavorable du contexte naturel de production. A la lecture des différents rapports de recherches menées dans cette localité, il ressort que l'Homme et la Nature sont à l'origine de cette évolution, chacun agissant selon ses modalités propres. La séparation que nous faisons, entre l'action de l'Homme et celle de la Nature, répond au souci que nous avons, de clarifier notre exposé ; sinon il est évident que la dégradation des ressources naturelles est due à une interaction des deux facteurs.

I. Les facteurs naturels (climatiques)

1.) Diminution de la pluviosité

Le climat des zones semi-arides a fait l'objet de nombreuses publications. Au Burkina Faso, tous les chercheurs qui se sont intéressés à l'évolution de la pluviométrie, sont parvenus à la conclusion que les totaux pluviométriques enregistrés annuellement sont en baisse depuis 1968. Cette diminution serait de 200 millimètres au Yatenga, soit une réduction de 30 % (G. SERPANTIE et al. 1987).

Selon ALBERGEL et al. (1985), la baisse de la pluviosité est due à celle du nombre des précipitations supérieures à 20 millimètres en général et particulièrement à la réduction du nombre des grosses averses de plus de 40 millimètres. MIETTON (M.) qui est l'auteur de l'une des plus récentes études traitant de ce sujet, tout en confirmant le constat déjà fait par ses prédécesseurs, précise qu'en ce qui concerne le Burkina, la sécheresse actuelle est liée principalement à la diminution de l'ordre de 5 % de la proportion des pluies importantes (averses supérieures à 40 millimètres).

La pluviométrie du Yatenga d'après ce dernier auteur, n'a pas une tendance qui diffère de celle de l'ensemble du pays. En effet, sur une période de 60 ans (1924-1984) les grosses pluies ont fourni 23,2 % de la pluviométrie de l'année contre 18,4 % au cours de la décennie 1973-1984. Si l'on compare la contribution des grosses averses à la pluviométrie annuelle au cours des deux périodes considérées, il ressort une baisse d'environ 4,5 % durant la décennie sèche 1973-1984.

Toutefois, ALBERGEL fait remarquer que si la baisse du nombre des pluies importantes explique plus de 50 % de celle de la pluviosité annuelle dans toutes les autres régions du Burkina, elle explique une proportion moins grande de la réduction pluviométrique au Yatenga. C'est donc dire, que l'explication de la baisse de la pluviométrie dans le Yatenga n'est pas encore satisfaisante et gagnerait à être approfondie. En attendant, la tendance climatique actuelle se répercute dangereusement sur l'environnement local.

En première approximation, on pourrait penser que la baisse concomitante des hauteurs pluviométriques annuelles et de la proportion des fortes averses, implique celle des risques de dégradation du milieu naturel dans la mesure où l'agressivité climatique et l'importance du ruissellement diminuent elles aussi. En réalité "le phénomène est plus complexe car la sécheresse agit directement et indirectement sur le milieu naturel" MIETTON (1988).

Directement, l'insuffisance de la pluviométrie et l'abaissement du niveau de la nappe phréatique provoquent la mort des arbres ou leur dépérissement, la concentration des plages herbeuses là où l'eau stagne.

Indirectement, elle agit sur le milieu en provoquant :

- une surcharge plus ou moins importante, plus ou moins prolongée autour des quelques points d'eau existants,
- des défrichements en direction des bas-fonds et

- une accentuation du caractère extensif des techniques culturales. "La fragilisation du milieu, plus insidieuse dans ce cas, n'est pas moins réelle (MIETTON 1988 p. 31).

Selon le degré atteint par la sécheresse, elle se manifeste au niveau de la production agricole par des récoltes plus ou moins mauvaises, pouvant entraîner des pénuries alimentaires allant de la simple disette à la famine meurtrière. Toutefois, la baisse des quantités de pluies qui tombent par an n'est pas la seule cause naturelle de la dégradation des ressources naturelles. Il y a aussi l'inégale répartition des pluies au cours de l'hivernage.

2.) L'irrégularité temporelle des pluies

Au Yatenga comme partout ailleurs, la pluviométrie est souvent affectée d'une grande irrégularité dans le temps. A titre d'exemple, en 1967 (période humide d'avant la sécheresse) il est tombé d'après MARCHAL (1983 p. 43) 179 millimètres d'eau en un jour, soit plus du quart de la pluviométrie estimée, cette année, là, à 712 millimètres. En 1987 à Bidi, l'humidité superficielle provoquée par les précipitations de la fin du mois de juin a été rapidement évaporée par 20 jours de sécheresse ; de même, les pluies relativement abondantes de la 3ème décade de juillet ont eu un effet éphémère, ayant été suivies par deux semaines d'absence de pluies en début août. Le mois de septembre aussi a eu un début sec, les pluies ne sont arrivées que tardivement.

On observe donc, des périodes plus ou moins longues de "stress hydrique" s'intercalant entre les phases pluvieuses. Une telle répartition quantitative de la pluie au cours de l'hivernage entrave le déroulement normal du cycle végétatif des plantes. Il en résulte généralement l'immaturité de plusieurs espèces d'où une protection insuffisante du sol contre les agents d'érosion.

3.) L'intensité des précipitations

La pluie constitue en zone soudano-sahélienne l'un des principaux, sinon le principal agent d'érosion mécanique sur les parcelles de culture. Grâce à la violence de chute de ses

gouttes, elle détruit la cohésion des couches superficielles du sol et arrache les matériaux que les eaux d'écoulement transportent hors des champs.

L'indice d'érosion par la pluie au Burkina Faso a été estimé par GALABERT et MILLOGO¹ (1972) à partir de mesures pluviométriques effectuées sur une période de 6 ans (1967-1972). Selon eux l'agressivité climatique annuelle varie entre 200 points USA au Nord à 600 points USA au sud du pays. Ce qui, de l'avis de ces auteurs "correspond à une agressivité élevée, supérieure à celle des régions tempérées mais inférieure à celle de la zone équatoriale".

Au Yatenga, cet indice varie autour d'une moyenne de 301 points USA, entre les valeurs extrêmes de 202 points et 389 points USA. Nous avons essayé de calculer le même indice à Bidi selon la formule :

$$R = \frac{(Eu \times P) \times I_{30}}{1735,6 \times 100}$$

où $(Eu \times P)$ = énergie cinétique totale d'une précipitation.

I_{30} = intensité maximale en 30 minutes de cette précipitation.

L'énergie totale d'une pluie est calculée en fonction de tranches de pluies d'intensité homogène. Celle d'une tranche est le produit de son énergie cinétique (Eu) par le nombre de millimètres tombés à l'intérieur de cette tranche. Le calcul a été fait à partir de mesures sur trois ans (1986, 1987, 1988) effectuées à la station climatologique installée dans le village. Sur cette courte période, l'agressivité climatique varie à Bidi entre 105 (1987) et 232 unités (1988) en passant par 151 unités en 1986. Ce qui donne une agressivité moyenne annuelle de 163 unités.

1. Ils ont choisi pour caractériser l'agressivité climatique, l'indice d'érosion R de Wischmeier qui est égal au produit de l'énergie des gouttes d'une pluie par son intensité maximale en 30 minutes. Il s'exprime en points USA (unités américaines de mesure de l'agressivité des pluies).

Compte tenu de la position géographique de Bidi par rapport à Ouahigouya (fig. 1), il est fort probable qu'à l'instar de la pluviosité, l'agressivité climatique soit moins élevée à Bidi qu'à Ouahigouya. C'est dire qu'une comparaison éventuelle entre l'agressivité climatique de la période 1967-1972 et celle de la période 1986-1988 à Bidi, nécessiterait une correction en baisse, de la valeur de l'agressivité mesurée à Ouahigouya par le CTFT, pour obtenir celle caractérisant la région de Bidi à cette même période. Même après une telle correction, qui ne peut diminuer que de peu la valeur de l'agressivité climatique à Ouahigouya, une comparaison entre valeurs d'indice d'érosion des deux périodes mettrait en évidence une baisse de ce dernier facteur.

Mais s'il est vrai que l'agressivité du climat a baissé, il est tout aussi vrai que le milieu naturel s'est beaucoup fragilisé depuis deux décennies. Il est donc nettement plus vulnérable à l'attaque des agents érosifs de nos jours qu'il ne l'était avant. On peut donc considérer que, leur efficacité est au moins maintenue et que l'agressivité des pluies demeure importante. Lorsque l'on se trouve à Bidi en saison des pluies, on observe fréquemment (surtout en début de saison) le développement de grands vents de poussière, qui lorsqu'ils se calment, font place généralement à de grosses gouttes de pluies tombant violemment sur le sol nu, à cette période de l'année.

En s'abattant ainsi sur le sol, elles arrachent et éparpillent les particules fines de terre en les faisant rejaillir. Celles-ci finissent par colmater les pores du sol, diminuant de ce fait progressivement sa perméabilité. Le ruissellement se déclenche et transporte les particules fines et la matière organique. Il en résulte une dégradation du sol : appauvrissement en particules fines des horizons superficiels, réduction de la capacité d'infiltration, augmentation de la densité apparente, de la compaction et de la cohésion des horizons supérieurs (ROOSE E. 1984).

L'agressivité climatique s'ajoute à la fragilité bien connue des sols tropicaux et au ruissellement pour accélérer l'érosion, limitant ainsi, progressivement, le développement du couvert végétal.

4.) Le ruissellement

Lorsque les conditions (topographique, pédologique et d'état de surface, ...) sont réunies, les eaux de ruissellement se "rassemblent en filets" sur des passages préférentiels, la surface de contact entre elles et le sol, ainsi que les forces de frottement se trouvent réduites. Ce qui augmente la vitesse du courant et donne aux eaux d'écoulement, une force suffisante pour arracher d'elles-mêmes les particules de terre. Ainsi se déclenche une érosion linéaire, incessante qui, après avoir enlevé tout l'horizon A sur le passage d'eau, s'attaque à l'horizon B sous-jacent, dont les produits de démantèlement à valeur agronomique nulle, sont répandus en aval. L'encroûtement de cette partie, déjà entamé par l'érosion pluviale, est accéléré par le ruissellement. Le sol appauvri se trouve par ailleurs dans l'incapacité de piéger les graines d'herbes pour la saison pluvieuse suivante. La reconstitution du couvert végétal est de plus en plus difficile.

II. Les facteurs anthropiques

Selon les documents et sources historiques (IZARD, 1985 ; MERSADIER, 1985 ; tradition orale) il y a plus de cinq siècles que la région de Bidi est habitée. Elle aurait été occupée par les Dogons avant le XV^e siècle, puis par les Kurumba (Fulsé) à partir du XV^e siècle. Jusqu'à la fin du XIX^e siècle, ces deux groupes font vivre la région, faisant d'elle une zone de transhumance peu peuplée où viennent cultiver quelques habitants (Mossi) du village voisin de Kumbri.

C'est aux environs de 1898 que vont commencer à s'installer les premiers sédentaires de Bidi : les Peuls, accompagnés de leurs captifs les Rimaïbés. Ils sont actuellement considérés comme les autochtones du village. La mise en place du peuplement actuel de Bidi s'est poursuivie jusqu'en 1960 avec l'arrivée dans le village des Mossi, des Silmi-mossi (issus du métissage des Peuls et des Mossi), des Maransé, des Yarsé et des Forgerons, en provenance du Yatenga central.

Au dernier recensement général national de la population, en décembre 1985, il a été dénombré à Bidi 3500 habitants qui se répartissent par ethnie, dans les proportions indiquées sur le tableau n° 2.

Tableau n° 2 : Groupes socio-ethniques de la population de Bidi (d'après SERPANTIE et al. (1985)

Groupes Humains	Pourcentage de la population	Activités principales
Mossi et assimilés	45	agriculture 63 %
Forgerons	18	
Peul	10	élevage 37 %
Rimaïbé	19	
Silmi-mossi	8	

Le tableau n° 2 montre la diversité du peuplement de Bidi où on distingue d'un côté, le groupe des agriculteurs, composé de Mossi et de forgerons essentiellement (63 % de la population) et de l'autre, celui des éleveurs, comprenant les Peul, les Rimaïbé et les Silmi-mossi (37 % de la population). En réalité, ces derniers, à cause de leur origine, combinent les deux activités. Par ailleurs, les paysans dépourvus de grands moyens financiers, mènent des activités secondaires (petit commerce, migration de travail, orpaillage, ...) Pendant la saison sèche, pour essayer "d'arrondir leur fin d'année".

L'agriculture et l'élevage, les deux principales activités de production, entretiennent des rapports tantôt de complémentarité, tantôt de concurrence aussi bien au niveau du système de production que dans l'espace. Le caractère extensif prononcé des techniques d'exploitations respectives de ces activités, font d'elles des facteurs de dégradation du milieu naturel.

1.) La pression démographique

La chronique de l'évolution démographique de Bidi nous enseigne (SERPANTIE et al. 1985) que l'augmentation de la population du village s'est faite surtout par intégration

des migrants venus du Yatenga central saturé. Il aurait ainsi supporté dans le passé, un nombre d'habitants au moins égal à celui qu'il accueille actuellement. Ce qui a posé des problèmes de terre et provoqué de nouveaux départs vers les villages voisins.

Pour faire face aux besoins alimentaires de cette population en croissance, il a fallu défricher continuellement de nouveaux champs aux dépens des jachères, des bas-fonds et des sols riches, poreux, mais fragiles portant les brousses tigrée et mouchetée ; cultiver plus longtemps les champs et réduire la durée des jachères.

Outre cela, la pression humaine s'est accentuée considérablement sur les chemins (au nombre croissant), les aires de battages du mil et les zones ombragées. Le sol dénudé est soumis à l'effet "SPLASH" qui détruit la cohésion de la surface du sol, détache les particules fines et les matières organiques que les eaux de ruissellement transportent, laissant sur place les matériaux grossiers (gravillon). La battance des pluies et le ruissellement diffus forment des pellicules de battance et de sédimentation limitant la capacité d'infiltration des sols. Le ruissellement gagne alors en importance, se hiérarchise et engendre une érosion en rigole, puis en ravine (ROOSE et al. 1990 p. 83).

2.) Evolution des techniques culturales

Au début des années 1950 le système d'exploitation agricole à Bidi différait de celui qui est appliqué de nos jours dans la région. Le gros des récoltes provenait des champs de concession soumis à des techniques de valorisation relativement intensive, avec plusieurs sarclages et un enrichissement du sol par apport de fumure (déjection d'animaux, balayures, paille,...). L'autre partie provenait des champs de brousse, situés plus loin du village. Sur ces derniers, les travaux "n'étaient pas prioritaires", les sarclages y étaient en nombre réduit et la restauration par fumure accidentelle. Seules les longues jachères (20 ans) permettaient de reconstituer le potentiel de fertilité. En 1952, une dégradation comparable qualitativement à celle que nous observons actuellement ne se rencontrait qu'à proximité des maisons et le long des voies de communication. Seulement 2 % de la superficie du terroir était couvert par une végétation dégradée, dépourvue de ligneux.

Au début de la sécheresse (1968-69), pour faire face aux difficultés de la production, il s'est établi des rapports de complémentarité entre les agriculteurs et les éleveurs. Outre les contrats de gardiennage² qui existaient entre les deux groupes socio-professionnels, il y avait aussi, des contrats de fumure. En saison sèche, les animaux des éleveurs étaient stabulés sur les champs des paysans, en échange du mil, du logement, de l'accès aux résidus de culture et aux puits. Ce qui permettait de reconstituer, ne serait-ce que partiellement, la fertilité des champs et diminuaient considérablement la pression animale sur les pâturages locaux.

La persistance et surtout, l'intensification de la sécheresse, a poussé au début des années 1970 chaque groupe professionnel à se replier sur lui-même PROVOQUANT ainsi la disparition des contrats d'interdépendance. Les différentes solutions techniques adoptées par les agriculteurs pour faire face à l'adversité de la nature ont eu des répercussions à des degrés divers sur l'environnement.

Les paysans les plus grands producteurs de mil, habités par le soucis constant de produire toujours plus et dotés d'une trésorerie suffisante, se sont procurés des charrues et des animaux de traits afin de maintenir leur production à un niveau acceptable. Ainsi, ils en sont arrivés à labourer des champs placés sur fortes pentes, ou localisés dans des passages d'eau non traités avec un dispositif antiérosif adéquat. Il se développe alors, au cours des hivernages, une érosion en nappe qui se transforme, très rapidement, en érosion linéaire incisable.

Les paysans les moins aisés, pour compenser la baisse des rendements due en partie à la dégradation du milieu naturel et à la "séparation" entre cultivateurs et éleveurs (baisse de fumure), s'efforcent de cultiver le maximum de surface disponible. On assiste alors chaque année, à de nouveaux défrichements et à l'augmentation progressive du taux d'occupation de l'espace. La figure n° 9(ainsi que le tableau n°3) traduit une modification

2. Les paysans (Mossi) confiaient le gardiennage de leurs animaux aux éleveurs qui se faisaient payer en nature (lait de bétail confié) et/ou en espèce.

radicale de la répartition entre les surfaces cultivées et celles à végétation naturelle bien développée.

Tableau n° 3 : Evolution de l'occupation de l'espace sur le terroir de Bidi, en pourcentage de superficie (7825 ha).

Source : SERPANTIE et al. 1987.

	cultures jachères récentes	jachères anciennes	zones sans végétation ligneuse	végétation dense
1952	14	17	2	67
1984	34	18	26	22
différence en ha	+ 1560	+ 120	+ 1870	- 3550

L'examen de ce dernier tableau révèle une augmentation des surfaces cultivées de 143 % et une réduction de l'étendue des zones de végétation dense de 67 %, entre 1952 et 1984. Pendant cet intervalle de temps les zones dépourvues de ligneux ont été multipliées par 13 !

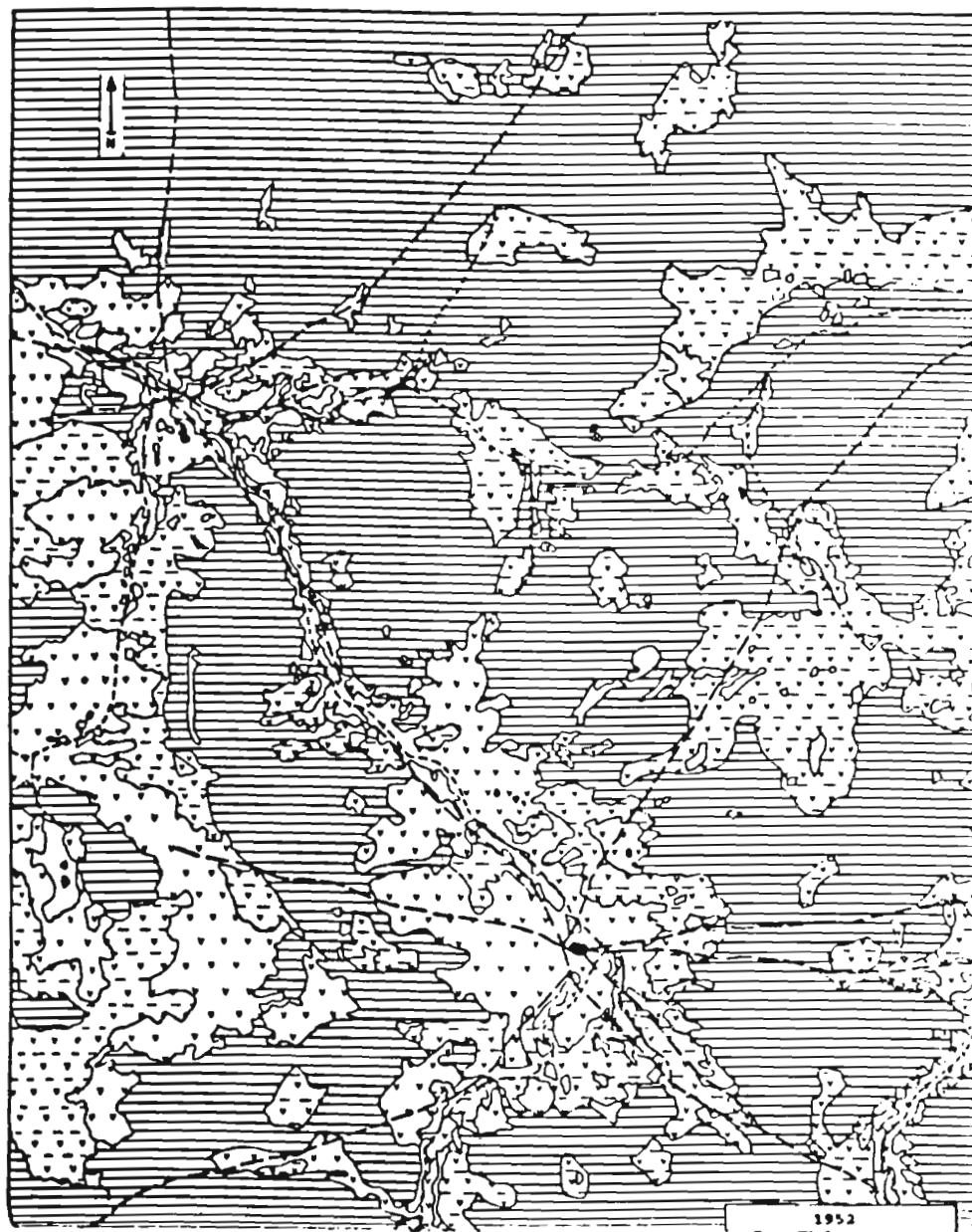
La faible performance du système de culture, l'exploitation des zones fragiles sans mesures d'accompagnement adéquates ouvrent la voie aux processus physiques de dégradation (déflation, érosion en nappe, érosion linéaire,...) ou les accélèrent.

3.) La pression animale

Bien avant la sécheresse, au moment où les pluies étaient relativement abondantes, l'activité pastorale était marquée par les déplacements périodiques. Au cours de l'année certains mouvements se faisaient en direction des pâturages situés au Nord parce qu'ils sont plus abondants que ceux de Bidi. D'autres, avaient pour objectif de joindre les zones salines du village de Yuba au sud de Bidi, pour permettre le respect des cures salées. Ces transhumances diminuaient temporairement la charge pastorale sur le terroir du village et du même coup, les conflits qui pouvaient survenir à la suite d'éventuels dégâts provoqués par les troupeaux. Il semble que les éleveurs, alors autosuffisants, refusaient les propositions de contrats que leur faisaient les agriculteurs.

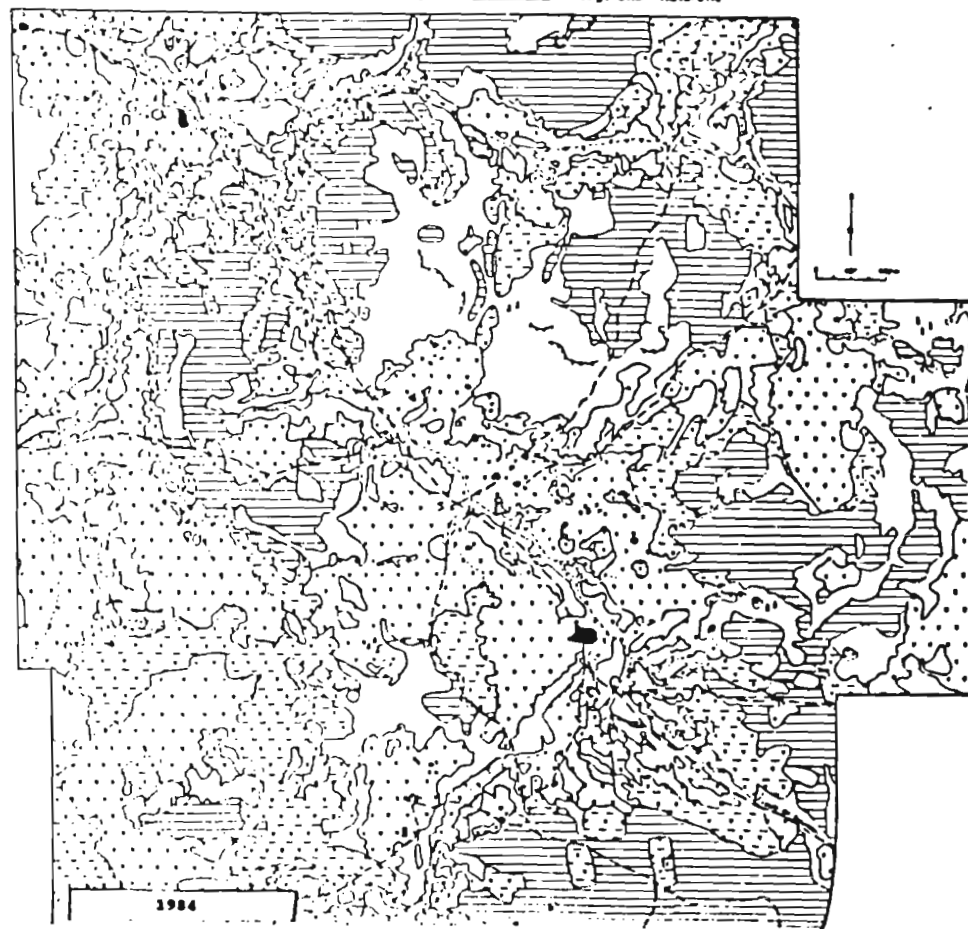
FIG.9 CARTES D'OCCUPATION DU SOL - BIDI

in G. SERPANTIE et al.(1988)



LEGENDE

Définition	Interprétation
végétation très clairsemée ≤ 5% recouvrement ou ≤ 10 arbres/ha	sol nu
zone bâtie entourée d'un mur	habitat
zone homogène, grise, forme plus ou moins géométrique, arbustes peu apparents	cultures et jachères récentes
idem, nombreux arbustes parfois regroupés	jachères anciennes
végétation ligneuse ou herbacée uniforme ou patchwork de bandes ou taches nues	végétation "naturelle"



Au début de la sécheresse, la poursuite de la transhumance et l'acceptation des contrats de fumure épargnaient encore quelque peu la végétation naturelle de l'action destructrice des animaux. Mais l'arrêt des déplacements, suite au tarissement des points d'eau des zones d'accueil et la disparition des contrats de complémentarité au début des années 1970, ont beaucoup accru la pression animale sur le milieu naturel. Les parcours déjà durement éprouvés par la sécheresse et réduits par l'extension des cultures, supportent désormais seuls, toute la charge alimentaire des animaux au nombre croissant. En effet, les pasteurs ont tendance à posséder beaucoup de bétail pour augmenter les chances de reconstitution du troupeau en cas d'accident climatique (GROUZIS 1987). Ils sont aidés en cela, par l'introduction dans le village de produits de substitution à ceux recherchés au cours des transhumances : pierres à lécher, blocs de sel gemme,... selon SERPANTIE et al. (1988) le cheptel caprin a ainsi été multiplié par trois depuis 1984.

Le milieu naturel, très sollicité, fait face difficilement aux besoins alimentaires du bétail et se dégrade rapidement. La strate herbacée souffre énormément du broutage excessif. Elle n'arrive pas à protéger efficacement le sol en début de saison des pluies, à cause du surpâturage, ce qui favorise l'érosion des sols. De ce fait et de celui du piétinement, la brousse tigrée a perdu sa structure en plusieurs endroits : des passages ont été créés en travers de ses bandes boisées, tandis que les zones nues, se sont élargies. Par ailleurs, l'émondage et l'étêtage pratiqués dans le but de nourrir les animaux (bovins) pendant la saison sèche, provoquent "l'élimination ou la forte dégradation" de la strate ligneuse.

En outre, les résidus de cultures, anciennement objet de transactions entre éleveurs et agriculteurs, sont de nos jours utilisés pour l'affouragement des animaux en saison sèche. C'est le cas, par exemple, des tiges de mil des champs du bas-fond. La porosité et probablement la qualité aussi des sols, s'en trouvent affecté à cause, d'une part, de la réduction de l'activité mésofaunique par manque d'attrait pour la faune (termites) ; d'autre part, de l'insuffisance de la restauration des sols.

En conclusion, en une trentaine d'années, la végétation dense a diminué de 67 % tandis que l'étendue des surfaces cultivées a plus que doublé (+ 143 %).

La sécheresse persistante, l'irrégularité et l'intensité des pluies, le ruissellement, constituent les éléments naturels responsables de la dégradation des ressources. Les différents processus d'altération provoqués par les uns et les autres de ces facteurs, sont accélérés ou favorisés par la pression zooanthropique à laquelle s'ajoute l'accentuation du caractère extensif du système de production agropastorale.

Cette dégradation du milieu naturel a rompu l'équilibre de l'écosystème, engendrant depuis des années des pénuries alimentaires. En réaction à cette situation de nombreuses initiatives gouvernementales et non gouvernementales visent à inciter les populations de la région à la lutte antiérosive par le reboisement, l'amélioration des techniques culturales et l'aménagement des versants.

Chap. 3 - La lutte antiérosive

Ces dernières années, de plus en plus nombreux sont les paysans de Bidi qui passent de plus en plus de temps en saison sèche à installer des dispositifs antiérosifs sur leurs champs de culture. Ces travaux, qui se font sous l'encadrement technique de conseillers agricoles d'organismes gouvernementaux ou non gouvernementaux, traduisent l'espoir que les paysans placent dans la lutte antiérosive en tant que facteur d'amélioration des conditions naturelles de production agropastorale.

Nous nous intéressons surtout à l'érosion mécanique en tant que phénomène qui arrache mobilise et accumule les particules de terre. La vulnérabilité et la pauvreté des sols tropicaux des zones semi-arides comme le Yatenga sont bien connues. Ce phénomène, en enlevant la couche humifère des sols, constitue un réel danger pour les terres de culture. Avant de présenter quelques techniques utilisées dans la région de Bidi pour lutter contre ce fléau, nous examinerons d'abord les différents types d'érosion qui s'y développent.

I. Les différentes formes d'érosion sur le terroir de Bidi

Il est nécessaire de connaître toutes les formes d'érosion qui existent dans une région car, à chacune d'entre elles correspond des processus et des causes précises dont il faut tenir compte pour organiser la lutte antiérosive (ROOSE, 1984). Sur le terroir de Bidi, on distingue quatre formes d'érosion : la déflation, l'érosion aréolaire, l'érosion en rigole et l'érosion en ravine.

1.) La déflation

Les ergs anciens que l'on retrouve à Bidi témoignent d'une activité éolienne importante dans le passé. L'efficacité érosive du vent a fortement baissé actuellement. On n'assiste pas présentement à la mise en place de "dunes majestueuses" ; au plus, les grains de sables transportés essentiellement par saltation sont piégés par divers obstacles (végétation, termitières) et forment des microbuttes ou des couches plus ou moins épaisses en s'accumulant. Toutefois le vent constitue de nos jours encore l'une des principales

causes de l'érosion des sols. Son action est particulièrement néfaste pendant la saison sèche, fraîche (harmattan) et lors des grands vents qui précèdent les pluies du début de la saison pluvieuse.

2.) L'érosion aréolaire

Elle est due à l'action des gouttes de pluies qui, en tombant, détachent les particules de terre. C'est l'effet "SPLASH". Les particules arrachées restent en suspension dans les flaques d'eau formées pendant la phase d'imbibition du sol. Lorsque celles-ci débordent de leurs réceptacles respectifs et coalisent, le ruissellement diffus se déclenche. L'eau, en s'écoulant, transporte alors avec elle les particules fines en suspension et les répand en aval, laissant en amont, les matériaux grossiers (gravillons). Cette forme d'érosion, insidieuse, agit sur tous les versants du terroir de Bidi. Notamment sur les sommets où elle forme de nombreuses croûtes d'érosion et micro-marches d'escalier.

3.) L'érosion en rigole

Lorsque le ruissellement diffus réussit à s'organiser et à se concentrer sur des passages préférentiels, la surface de contact de l'eau avec le sol se réduit, diminuant ainsi les forces de frottement. Ce type de ruissellement existe sur toute les unités de paysage de Bidi. Notamment sur les sommets cuirassés où les placages éoliens et les bourrelets de gravillons concentrent l'eau de ruissellement sur des passages privilégiés. L'eau ainsi concentrée acquiert une force propre, lui permettant d'arracher d'elle-même les particules de terre. Elle creuse alors des rigoles atteignant 10 à 20 centimètres de profondeur et pouvant évoluer très rapidement en ravines.

4.) L'érosion en ravine

A la faveur de la descente progressive du niveau de base sur les pentes de terrain conservant une certaine valeur, le ruissellement concentré gagne en ampleur. Il peut alors surcreuser les rigoles qui deviennent des ravines. Cet effet du ruissellement organisé se

manifeste particulièrement sur les bas de pentes (où il a disséqué de nombreux champs) et sur les couloirs à bétail utilisés par les animaux pour accéder aux parcours.

Les deux premières formes d'érosion (déflation, érosion aréolaire) attirent difficilement l'attention des paysans à cause de leur caractère insidieux. En revanche, l'érosion linéaire, régressive, de par son caractère plus ou moins spectaculaire, suscite facilement la réaction des paysans. En effet, depuis longtemps, les paysans de cette région comme ceux de bien d'autres parties du Burkina, utilisent diverses techniques pour s'opposer à l'érosion.

II. Le système traditionnel de lutte antiérosive

On distingue dans la région de Bidi, trois sortes de techniques de lutte antérosive traditionnelles : les procédés mécaniques, les méthodes biologiques et les techniques culturelles.

1.) Les procédés mécaniques

Les techniques mécaniques sont relativement simples et sont destinées à freiner le ruissellement ou le vent afin de favoriser une sédimentation maximale des particules de terre mobilisées par ces deux agents de transport. Pour cela des matériaux divers sont utilisés comme obstacles.

Ainsi on rencontre facilement sur les champs :

- * des lignes de blocs de cuirasse placées grossièrement en travers des passages préférentiels des eaux d'écoulement. Ces alignements faciles à réaliser, en ralentissant le ruissellement, augmentent les quantités d'eau infiltrées et réduisent l'érosion.
- * Des bois morts sont quelques fois utilisés à la place de cailloux sur les passages d'eau. Ils sont utilisés aussi pour clôturer certains champs en exploitation dans le bas-fond (jardins de concessions). Ces clôtures protègent d'une part les cultures contre les animaux et d'autre part, s'opposent à l'écoulement de l'eau et à la circulation du vent ; provoquant de ce fait le

dépôt des particules de terres qui en s'accumulant finissent par constituer "un bourrelet protecteur".

* Des fascines de tiges de mil ou de sorgho se "substituent" au bois ou aux cailloux, là où ils sont rares pour lutter contre l'érosion. Les fagots de tiges grossièrement constitués sont maintenus à leur emplacement par des piquets enfoncés dans le sol. Ces petits barrages perméables, d'une édification facile comme les lignes de cailloux sont à l'opposé de ces dernières "peu durables" (MIETTON 1988 p. 396).

2.) Les méthodes biologiques

Les euphorbes (*Euphorbia balsamifera*) ou les andropogonées (*Andropogon Gayanus*) sont deux espèces végétales utilisées généralement pour délimiter les champs. Tout comme les clôtures en bois, elles favorisent l'atterrissement des particules solides emportées par les agents d'érosion. Par ailleurs, les premiers facilitent la conquête des parties qu'ils recouvrent par les herbacées, ce qui protège davantage les champs contre l'érosion.

De nos jours, dans la région de Bidi, on rencontre fréquemment des champs effectivement délimités à l'aide d'*Euphorbia balsamifera*. Par contre les haies d'*Andropogon* plantées pour démarquer les champs sont extrêmement rares. Cette espèce ne se rencontre maintenant qu'autour des zones humides.

3.) Les techniques culturales

Ces techniques ne constituent pas à proprement parler des aménagements mais plutôt des éléments d'une tradition culturelle (MIETTON M., 1988 p. 387).

* Le zaï ou poches d'eau est une technique de préparation du sol utilisée depuis longtemps au Yatenga. Elle consiste à confectionner à l'emplacement des futurs poquets, des trous d'environ 10 à 30 centimètres de diamètre et 5 à 10 centimètres de profondeur. Cette technique bien indiquée pour les zones très peu perméables (sols limoneux) minimise le ruissellement et permet de piéger les particules fines en début d'hivernage.

* Le paillage des sols à partir des graminées des résidus de cultures (tiges de mil ou d'oseille) ou à partir des branchages est une pratique ancienne de conservation de l'eau et du sol à Bidi. Il a de nombreux avantages compte tenu de sa grande efficacité contre l'érosion éolienne, l'effet splash et l'action du ruissellement des eaux pluviales. En effet, il fournit de la matière organique et minérale au sol tout en y favorisant la "vie microbienne". Toutefois, selon SERPANTIE 1988, cette pratique présente l'inconvénient d'augmenter l'enherbement et le taux de mils hybrides, entre autres "nuisances". Par ailleurs, depuis un certain temps, l'utilisation des résidus de culture à des fins domestiques (cuisson des repas) ou pastorales (affouragement des animaux) tend à faire disparaître cette pratique culturelle très bénéfique pour le sol.

* Le recours fréquent à la fumure fait partie des opérations culturelles traditionnelles présentant des aspects antiérosifs. En effet, le fumier obtenu à la suite de contrats passés avec les éleveurs et par parage de petits animaux dans les enclos familiaux est disposé par petits tas sur les champs qui se trouvent ainsi localement protégés contre la déflation (en saison sèche) et l'érosion pluviale (en début de saison humide). Cette pratique se limite généralement aux champs de cases. La disparition des contrats d'interdépendance qui existaient entre les éleveurs et les agriculteurs a beaucoup réduit cette pratique.

* Le sarclage qui est une pratique culturelle commune à tout le paysannat du Yatenga diffère selon les ethnies et l'importance de la force du groupe de travail. Deux types de sarclage se côtoient dans l'espace provincial : les cultures à plat rapidement expédiées et les buttages intercalaires plus conservatrices des sols. Dans la région de Bidi, le sarclage consiste en la confection de petites buttes placées de telle sorte que les pieds de mil se trouvent situés dans des petites dépressions où s'accumulent les eaux qui ruissellent sur les mottes. Le sarclage butté présente l'avantage d'augmenter l'infiltration de l'eau et d'améliorer l'alimentation hydrique des cultures. Mais son action est temporaire : "dès que la somme des pluies sur un sol sarclé atteint 100 millimètres, la transformation de la surface du sol sous l'action des gouttes de pluie et du ruissellement provoque une forte diminution de l'infiltration" (LAMACHERE 1990). En outre sa répétitivité est difficile à réaliser.

Les techniques traditionnelles de lutte contre l'érosion sont nombreuses et efficaces, mais elles ne sont pas adaptées à l'ampleur des processus de dégradation qui se sont développés depuis une vingtaine d'années dans la région. Individuellement, le paysan a tendance à concentrer ses maigres forces à son propre champ. Or le phénomène érosif est manifeste, non seulement sur l'ensemble des champs, mais aussi sur l'ensemble des unités de paysage qui composent un versant. Il ne sert donc pas à grand chose de traiter localement ou isolément un champ, si l'essentiel du ruissellement qui le traverse provient d'un impluvium-amont très dégradé. Les stratégies de lutte antiérosive actuelles sont nées du souci de corriger les insuffisances du système traditionnel de lutte contre l'érosion en traitant totalement les champs de culture, les versants et même les bassins versants.

III. Les stratégies de lutte antiérosive actuelles

Au lendemain de l'indépendance du Burkina Faso, le Yatenga fut l'une des toutes premières régions, avec celles de Ouagadougou, à bénéficier d'un aménagement antiérosif moderne de grande envergure en raison du degré de dégradation déjà élevé à l'époque de son milieu naturel. Le G E R E S a été chargé de réaliser "en substitution ou en complément" aux techniques de lutte antiérosive paysanne couvrant 120.000 ha entre 1962 et 1965.

Le dispositif comprenait : en haut de pente des retenues collinaires et des fossés de diversion débouchant sur des exutoires traités contre l'érosion ; en bas de pente, des fossés d'infiltration totale isohypses placés en quinconce (MARCHAL, 1979).

C'est en 1966 que ce projet a définitivement pris fin sans avoir atteint le terroir de Bidi. Les cartes établies par MARCHAL et qui montrent l'étendue des réalisations antiérosives de ce projet, situent la limite de la zone aménagée à environ 20 kilomètres de Bidi. La non appropriation du dispositif antiérosif par les paysans a fait que le projet a souvent été considéré comme un échec.

Ce n'est que dix ans plus tard (1976) que le C R P A (Organisme Régional de Développement du Yatenga) grâce à un financement du F E E R a repris la réalisation des

aménagements antiérosifs dans la province. C'est ainsi que Bidi bénéficia en 1979 de l'installation de diguettes en terre.

1.) Les techniques du F E E R - C R P A

Contrairement au dispositif d'absorption totale précédemment vulgarisé par le C R P A de 1972 à 1975 à travers le Yatenga, à Bidi il a été mis en place un réseau de diguettes de diversion conçu pour ralentir le ruissellement sur les champs de concession de certains quartiers : Nayiri, Yébééré, Gourga, Marango.

Les ouvrages antiérosifs du FEER-CRPA sont une série de blocs de diguettes en terre compactée, séparés par des intervalles de 5 à 20 mètres, correspondant généralement à des exutoires (fig. 10 p.38). Chaque bloc est une succession de diguettes longues de 200 mètres, larges à la base de 1,5 mètres, hautes au départ de 50 centimètres³ et munies d'une pente longitudinale de 2 à 3 %, permettant l'écoulement latéral de l'eau vers les exutoires (fig. 11 p.38).

L'aménagement est l'oeuvre du C R P A et du groupement villageois⁴. Le premier fournit une équipe de topographes qui détermine les courbes de niveau le long desquelles se succèdent après une sous-soleuse à deux dents longues de 30 centimètres et une charrue à deux disques pour labourer le sol. Le second à l'aide de pioches, pelles, dames, brouettes, construit les diguettes en superposant des couches de terre compactée épaisses de 10 centimètres (FEER, 1986 p. 33).

Il est difficile d'évaluer les effets de ce type d'aménagement à l'échelle d'un champ ou d'un versant en l'absence de mesures globales de ruissellement et d'érosion. Néanmoins il semble intéressant dans le cas où les champs cultivés bénéficient d'un excès d'alimentation en eau et qu'il faille canaliser les écoulements. Le manque d'entretien (recharge annuelle, colmatage des brèches) et de mesures d'accompagnement

3. Quelques mois après la réalisation des diguettes, leur hauteur diminue jusqu'à 30 centimètres par suite de tassement.

4. Le groupement villageois est l'unité de développement communautaire mise en place par le C R P A dans les villages.

LES OUVRAGES ANTIEROSIFS DU F.E.E.R ET DU C.R.P.A

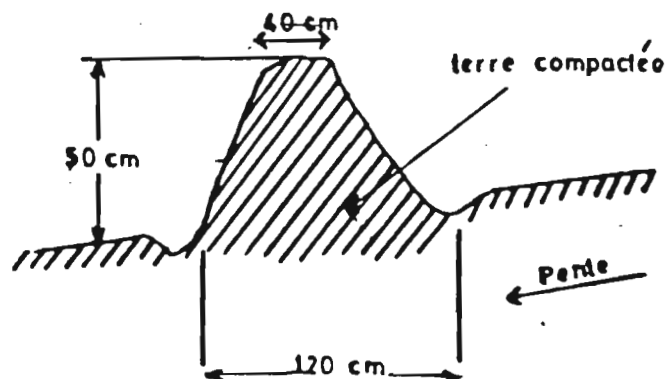


FIG.10 COUPE TRANSVERSALE D'UNE DIGUETTE

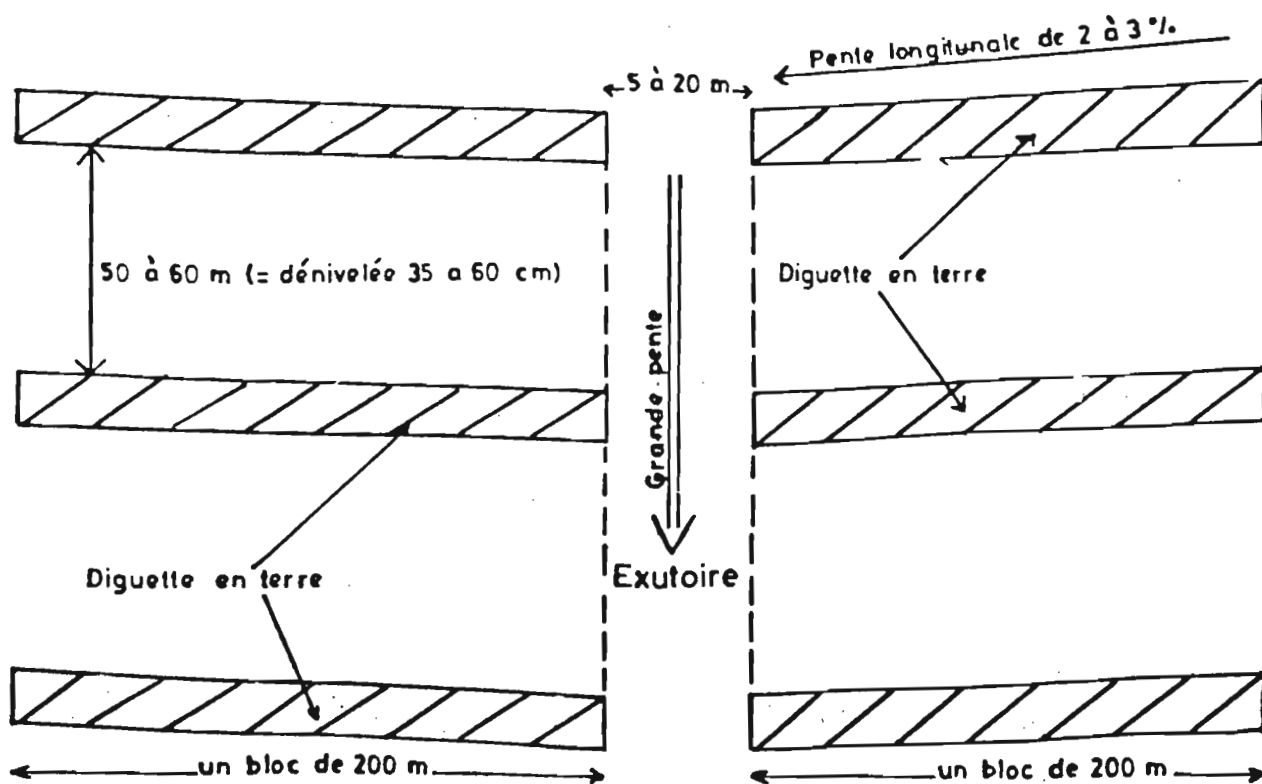


Fig.11 ENSEMBLE D'OUVRAGES VU DE DESSUS

indispensables (entre autres enherbement des diguettes) a fait que les diguettes ont disparu partout où elles avaient été implantées à Bidi. Actuellement on les devine plus qu'on ne les voit.

2.) Les initiatives des organismes non gouvernementaux et la participation paysanne

Après les réalisations du C R P A, certains intervenants extérieurs non étatiques tels que l'association "Six S", le P.A.E. et l'ORSTOM développent de concert avec les paysans de Bidi de nouvelles techniques de lutte antiérosive. L'accent est surtout mis sur la vulgarisation des cordons pierreux isohypses qui sont en fait, une forme améliorée des lignes de cailloux traditionnellement utilisées dans la région. Ces ouvrages antiérosifs, faits d'une ou de plusieurs rangées de blocs de cuirasse placées selon les courbes de niveau, constituent des obstacles filtrants ayant pour but de "dissiper l'énergie des eaux de ruissellement".

"6S" dans le cadre de son programme d'assistance au monde rural initie les agriculteurs organisés au sein de "groupements 6S" à l'art de confectionner des cordons pierreux réussis. Il leur apprend notamment à déterminer les emplacements corrects des ouvrages à l'aide d'un niveau à eau. Avec l'aide multiforme de cet ONG, de nombreux champs ont pu être aménagés en cordons pierreux isohypses, ouvrages antiérosifs sur lesquels s'est porté actuellement le choix de paysans au détriment des aménagements du type CRPA. Selon G. SERPANTIE (1986), les paysans reprochent aux diguettes en terre de garder trop d'eau en amont et de l'évacuer hors des champs faisant perdre ainsi à l'aval, le bénéfice d'une irrigation supplémentaire. Ils ont l'impression qu'elles "gaspillent l'eau". Il semble que des paysans de Bidi en sont arrivés à faire des brèches dans les diguettes installées sur leurs exploitations afin de permettre l'écoulement de l'eau à travers le champ. A l'inverse des diguettes, les cordons pierreux isohypses, présentent l'avantage de laisser filtrer l'eau et de permettre ainsi à l'ensemble du champ de bénéficier d'apports complémentaires en provenance d'impluviums-amont. L'efficacité des cordons pierreux est nettement plus grande si on les cloisonne. En effet, des buttes dressées à intervalles plus ou moins réguliers, perpendiculairement aux cordons, empêchent la circulation latérale de

l'eau et par là les concentrations d'eau très importantes susceptibles de provoquer le développement d'une érosion linéaire (rigoles) à l'aval des ouvrages.

Toutefois la construction de cordons pierreux isohypses nécessite un lourd investissement physique. Après la détermination des courbes de niveau, les blocs de pierres extraits et transportés des sommets d'interfluvies cuirassés, sont alignés le long de celles-ci. Pour exécuter ces durs travaux, les paysans du même groupement, travaillent ensemble sur les champs de chacun des associés. De temps à autre, les intervenants extérieurs non gouvernementaux leur viennent en aide, en mettant à leur disposition les moyens nécessaires au transport des matériaux. Ce fut le cas en 1985, année au cours de laquelle l'ORSTOM, sans être un organisme d'assistance au monde rural, a transporté les cailloux nécessaires à l'aménagement de 10 ha de champs cultivés.

Le développement des phénomènes d'érosion ces dernières années a contribué à accélérer la dégradation de l'environnement. Pour lutter contre ce fléau qui réduit considérablement les potentialités agricoles des champs, diverses stratégies traditionnelles (alignement d'obstacles, paillage, sarclage) ou modernes (diguettes, cordons pierreux) sont déployées par les paysans et les organismes d'assistance au monde rural (CRPA, "6S"). Malgré les réalisations antiérosives louables que les communautés paysannes de Bidi ont effectuées sur leurs champs beaucoup reste encore à faire pour parvenir à une maîtrise réelle de l'érosion et donc de la dégradation des sols cultivés.

Conclusion

Comme partout ailleurs au Burkina, dans la région de Bidi, on assiste à une péjoration climatique. La baisse des totaux pluviométriques annuels qu'on y constate atteint les 200 millimètres, soit 30 % de la hauteur moyenne d'eau de pluies d'avant la sécheresse.

L'accroissement de la pression anthropique et animale s'ajoute à la faiblesse de la performance des techniques culturales et à la sécheresse persistante pour provoquer la dégradation du milieu naturel.

Face à cette dégradation des ressources naturelles, les paysans réagissent par des techniques d'exploitation : fumure, paillage, sarclage, zaï etc... et par des techniques de lutte antiérosive propres à leur civilisation : alignements d'obstacles (pierres, bois) en travers des passages d'eau. Mais l'utilisation trop localisée de ces stratégies pourtant efficaces contre l'érosion n'a pas permis d'"endiguer" suffisamment le phénomène.

Le processus de dégradation a donc gagné en ampleur et s'est généralisé à l'ensemble du terroir ; à tel point que plusieurs organismes ont été amenés à proposer leur assistance aux populations de Bidi. Ainsi le CRPA du Yatenga intervient dans la localité pour :

- organiser les paysans en "unités de développement communautaire",
- les sensibiliser aux problèmes de dégradation de l'environnement et
- les aider à aménager leurs champs à l'aide de diguettes.

Par ailleurs l'association "6S" apporte sa contribution au développement de la région en sensibilisant les paysans aux problèmes écologiques et en les formant aux techniques de construction des cordons pierreux. Ces derniers ouvrages antiérosifs connaissent une "popularisation" rapide dans cette zone et constituent l'une des innovations du système cultural.

En effet, on constate une modification sensible de la gestion des exploitations agricoles. En particulier celle des champs de brousse s'est enrichie en plus de l'aménagement antiérosif (cordons pierreux) de deux nouveaux éléments importants : le labour avant semis et l'utilisation sur les champs des eaux en provenance des impluviums-amont. Quels effets peut-on attendre de ces innovations ? Comment et dans quelles mesures peuvent-elles contribuer à la conservation des sols, à l'amélioration de leur bilan hydrique et de leur rendement ?

DEUXIEME PARTIE :

L'EXPERIMENTATION DE BIDI

Chap. 4 - L'expérimentation de Bidi-Samniwéogo : dispositif et méthodologie d'étude.

Dans la région de Bidi, les paysans, en plus des champs de concessions, exploitent en monoculture de mil d'autres parcelles de culture appelées champs de brousse. Ces derniers sont généralement situés sur les sols sableux fins des ergs anciennement mis en place lors de phases climatiques beaucoup plus sèches que l'actuelle et bénéficient, dans le système d'exploitation traditionnel, de peu de travail de préparation avant les semis. Les dernières années sèches ont montré les limites de ce système qui, se présente comme l'une des principales causes de la pénurie alimentaire persistant dans la région. De nombreux paysans, devant cette situation de crise, ont entrepris de modifier le système d'exploitation des champs.

Ainsi, la gestion des champs de brousse s'est enrichie de nouveaux éléments techniques tels que : l'aménagement antiérosif (cordons pierreux), le labour avant semis et l'utilisation sur les champs, des eaux en provenance des impluviums-amont. L'expérimentation de Bidi a pour but, de montrer les avantages et les inconvénients que les paysans peuvent tirer d'une telle modification des techniques culturelles.

Il s'agit pour nous, grâce à un dispositif adéquat mis en place, de mesurer l'effet ou les effets que peuvent avoir ces trois innovations sur le ruissellement, l'érosion, la production de matière sèche et de grains de mil. Pour ce faire, nous procédons lors de chaque crue, d'une part, à la détermination des vitesses unitaires d'écoulement de l'eau à l'exutoire de chaque parcelle, d'autre part, à l'échantillonnage régulier des eaux de ruissellement chargées de particules de terre enlevées du champ.

L'application de ces protocoles de mesure permet de connaître pour chaque crue les débits liquides et solides. Débits dont les sommes respectives donnent le volume d'eau déversée et le poids total de terre érodée à l'occasion de la pluie.

I. Le dispositif

Installé sur le versant Nord-Est d'un alignement de petites buttes cuirassées, le dispositif expérimental (fig 12 p44) comprend :

- trois parcelles agronomiques contiguës,
- trois stations hydrométriques situées en aval des parcelles,
- quatre pluviomètres et un pluviographe,
- une station climatologique,
- une vingtaine de tubes de sonde à neutrons pour la mesure de l'humidité du sol.

1.) Les parcelles agronomiques

Trois parcelles agronomiques, isolées de l'extérieur et séparées les unes des autres par des tôles galvanisées de 40 centimètres de large, enfoncées sur 20 centimètres dans le sol, ont été installées pour l'expérimentation. Longues et larges, respectivement de 150 mètres et de 20 à 32 mètres, elles ont une grande pente de 2,5 % dans le sens de laquelle elles sont orientées. Chacune d'elles aligne d'amont en aval : un impluvium inculte, un champ cultivé en mil et, pour finir, un dispositif de mesure des eaux écoulées sur la parcelle expérimentale.

L'impluvium inculte est constitué d'un sol meuble de faible épaisseur, parce que limité à 20 centimètres de profondeur par une cuirasse ferrugineuse. Sa surface, à la suite des effets conjugués de la série d'années sèches actuelles et des "pratiques pastorales destructives", intègre d'importantes zones dénudées, porteuses de rares graminées naines (*Microchloa indica*) et des micro-marches d'escalier preuves d'une érosion laminaire active. On y trouve par ailleurs des herbacées (*Zornia glochidiata*) et des arbustes polycaulés rabougris tels que : *Guiera senegalensis*, *Combretum micranthum*. En 1988 cette partie des parcelles a été supprimée.

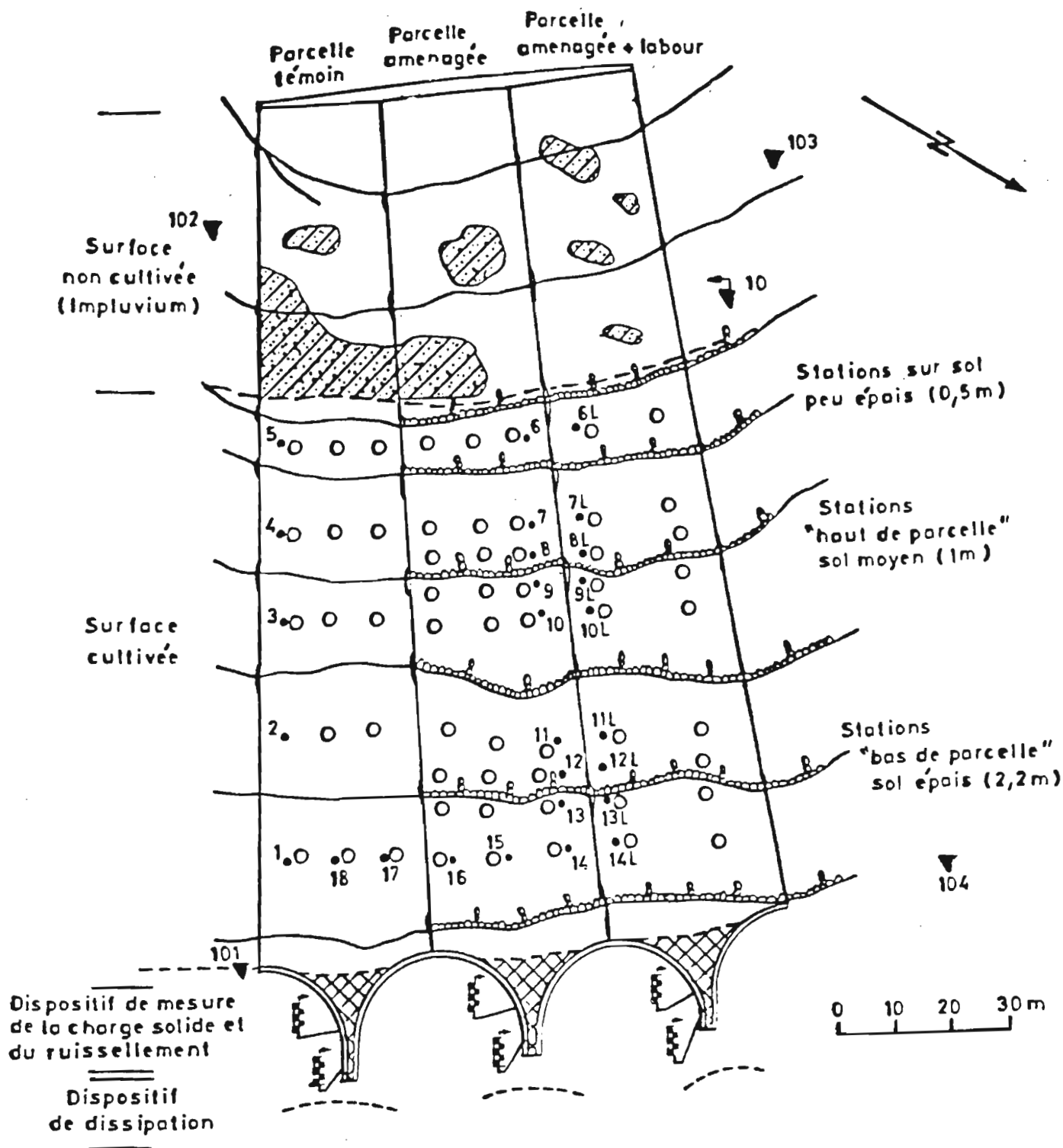


Figure n°12 - Plan d'Ensemble de l'Essai "Ruissellement" à SAMNIWEOGO 1987

- 3. Point de suivi du Profil hydrique et phénologie
- Station de récolte
- ▨ Microbuttes sableuses
- Tôles (0,2m et 0,4m)
- Muret (0,2m)
- ▣ Exutoire en béton

(Pente générale 2,5%)

- Cordons pierreux (0,25m)
- Courbe de niveau (0,5m)
- 102 ▼ Pluviomètre
- 10 ▼ Pluviographe
- Limnigraphe et échelles limnimétriques

Le champ, qui constitue les 2/3 aval de chaque parcelle expérimentale, est situé sur un sol très sableux en surface et faiblement argileux en profondeur. L'épaisseur du sol croît rapidement d'amont en aval, passant de 25 à plus de 220 centimètres en une quarantaine de mètres. Il bénéficie d'une très faible fertilisation (25 kg/ha d'engrais NPK) et est cultivé chaque année (depuis 1983) selon le système d'exploitation des champs de brousse de cette région : semis directs en poquets, resemis éventuels, un premier sarclage en fin juillet, un deuxième sarclage avant la floraison en fin août début septembre.

Des trois parcelles expérimentales, celle située à gauche lorsque l'on a le regard tourné vers l'amont de l'installation, joue le rôle de parcelle témoin. Elle possède les mêmes caractéristiques que les champs de brousse de la région de Bidi.

La parcelle du milieu a bénéficié d'un aménagement de sa partie cultivée à l'aide de cordons pierreux isohypses, faits de deux rangées de cailloux (40 kg/mètre linéaire) de 25 centimètres de haut et de large. Les cordons pierreux sont séparés par un dénivelé de 0,5 mètre. Ils ont été compartimentés, à partir d'août 1987, par des cloisons en terre surélevée longues de 2 à 3 mètres, hautes de 35 centimètres et espacées de 8 à 10 mètres.

La troisième parcelle, en plus de l'aménagement en cordons pierreux, est labourée parallèlement aux courbes de niveau chaque début de campagne avant les semis (fin juin ou début juillet) à l'aide d'une charrue à traction bovine.

Le champ cultivé et l'impluvium ont sensiblement la même importance sur toutes les trois parcelles. Le tableau 4 indique leurs superficies respectives. Les différences sont négligeables quant aux facteurs étudiés.

Tableau n° 4 : Superficies des champs cultivés et des impluviums sur les parcelles expérimentales de Bidi-Samniwéogo (1986 et 1987).

Parcelles Superficies en m2	Témoin	Aménagée	Aménagée-Labourée
Impluvium	1080	1120	1070
Champ cultivé	3110	3070	3120
Total	4190	4190	4190

2.) Les dispositifs de mesures hydro-pluviométriques

2.1) Le dispositif de mesure du ruissellement et des charges solides

Les tôles, qui servent de limites longitudinales aux parcelles, se prolongent en aval par un muret de 30 centimètres de haut entourant une surface cimentée. Elles ont été implantées avec beaucoup de soins, de manière à ce que l'eau non infiltrée de chaque parcelle suive la grande pente (sans circuler le long de ces limites artificielles) en s'écoulant vers la surface cimentée qui la conduit jusqu'au dispositif de mesure (fig.13 et 14 pp.47-48). Ce dernier comprend par ordre de fonctionnement :

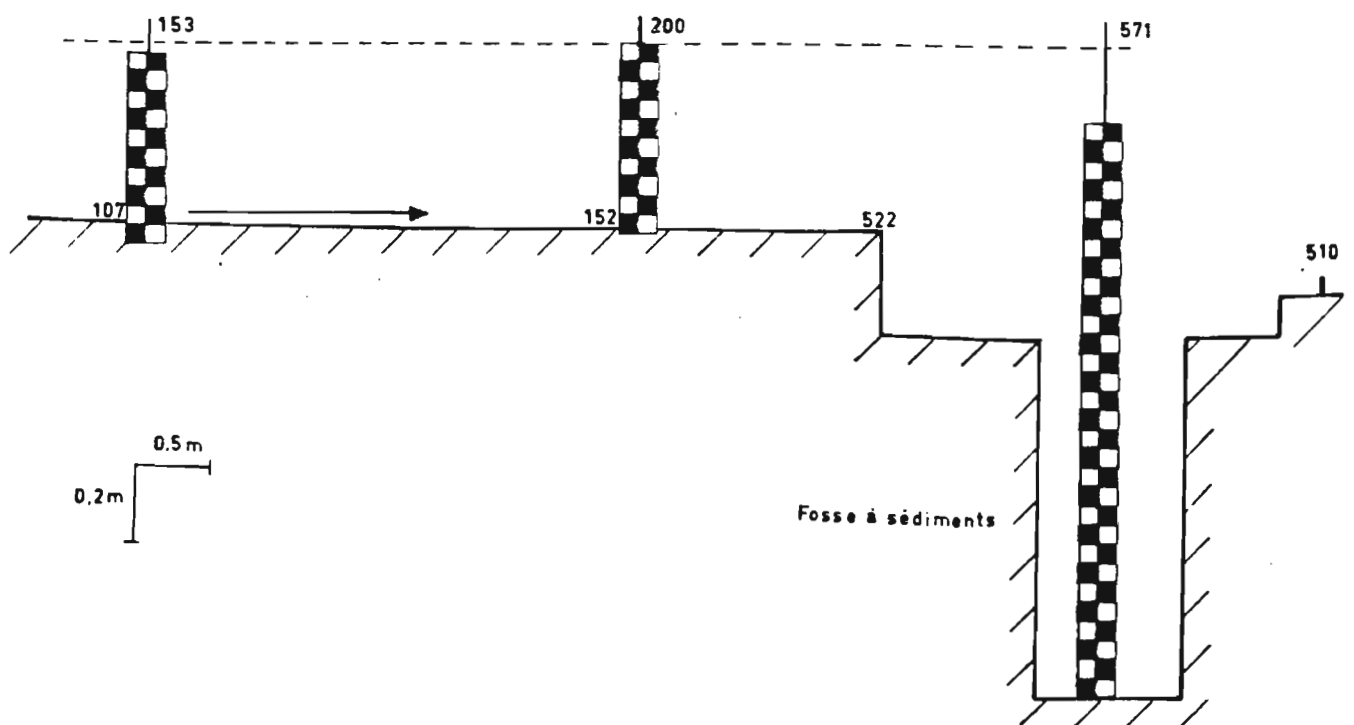
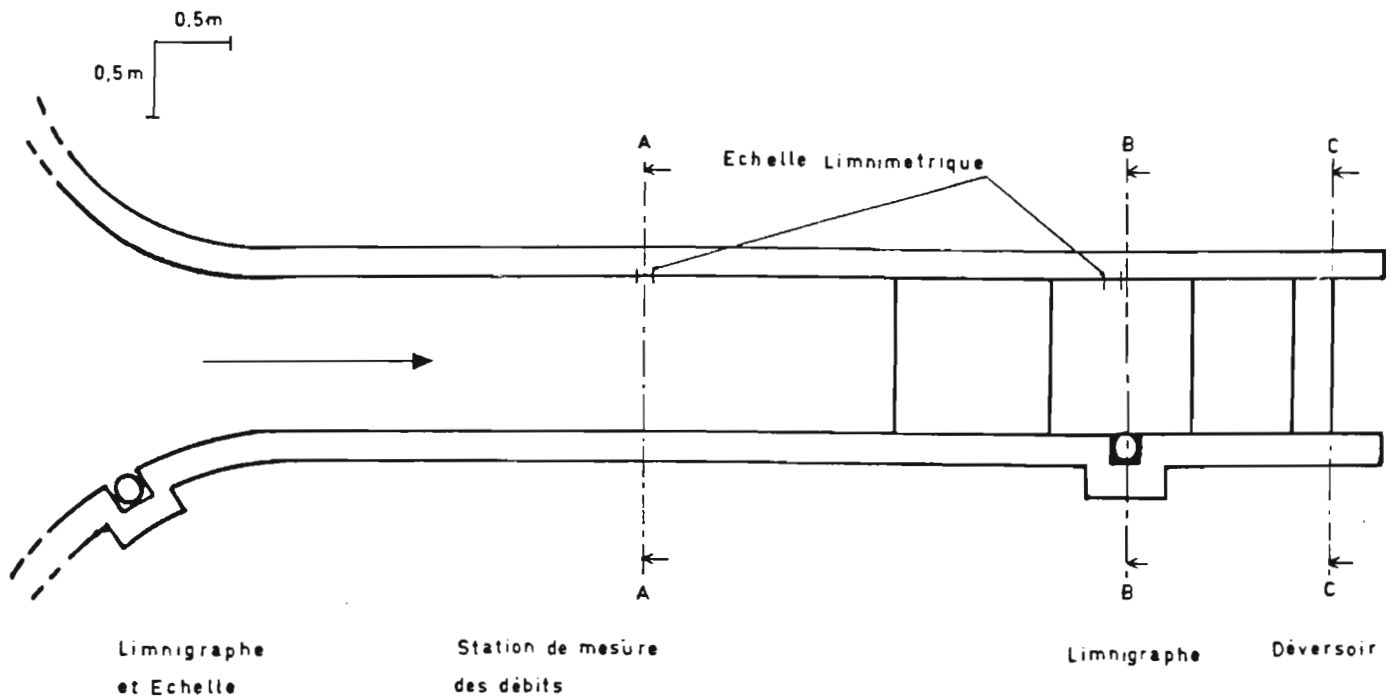
- un limnigraphe et une échelle limnimétrique ;
- un canal jaugeur de section rectangulaire, de 5 mètres de long sur un mètre de large, pour les mesures des gros débits de 20 à 200 litres par seconde ;
- une fosse à sédiments munie d'une échelle limnimétrique et d'un limnigraphe ;
- un déversoir triangulaire à paroi mince, pour la mesure des petits débits de 0 à 20 litres par seconde.

BASSIN DE BIDI

PARCELLE AMENAGEE

Fig.13 Vue en plan et profil
du dispositif de mesure
de la charge solide
et du ruissellement

-1986- -1987-

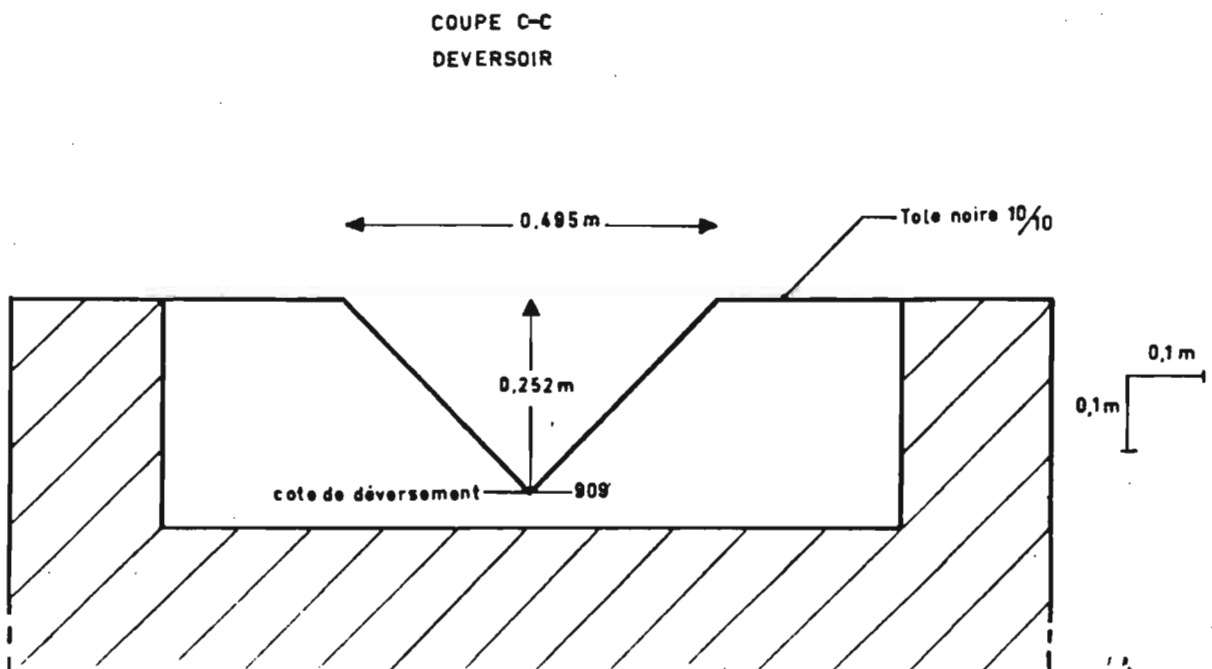
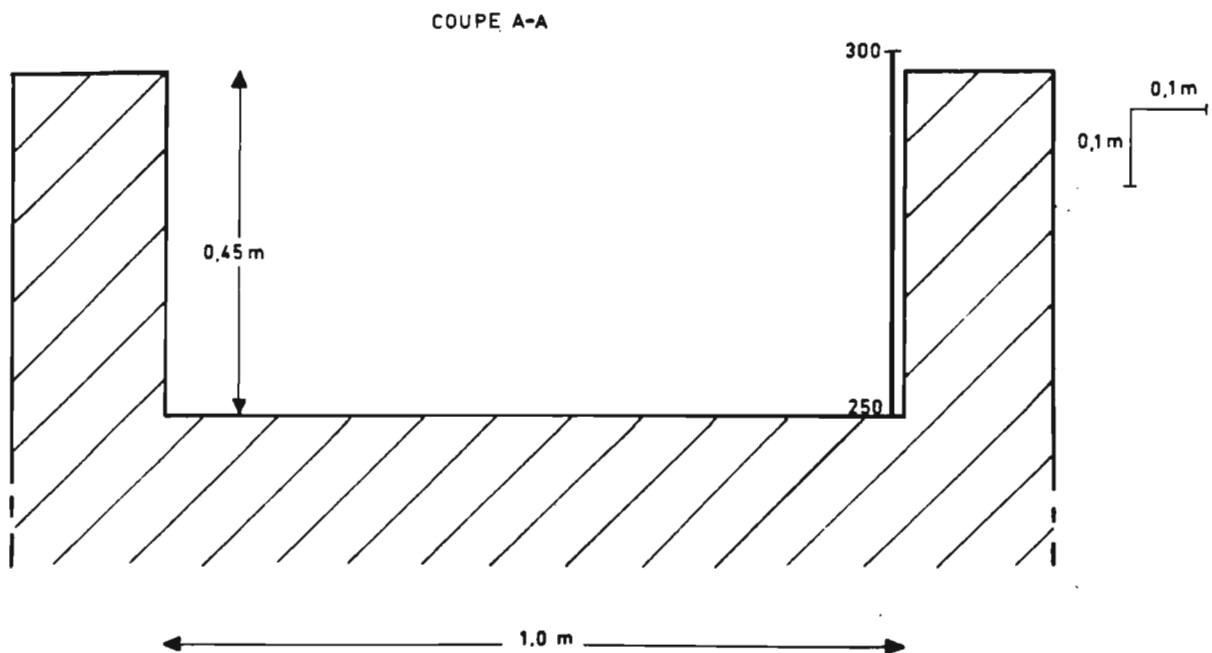


BASSIN DE BIDI

PARCELLE SANS DIGUETTES

Fig. 14 Coupes
du dispositif de mesure
de la charge solide
et du ruissellement

-1986- -1987-



2.2) Le dispositif pluviométrique et climatique

Il est composé, au niveau des parcelles expérimentales de Samniwéogo, de quatre pluviomètres placés aux quatre coins de la surface d'expérimentation et d'une "petite" station climatologique (installée en 1988) comprenant :

- un pluviographe,
- un pluviomètre SNOWDON,
- un pluviomètre à 10 centimètres du sol,
- un bac évaporateur et
- deux thermomètres.

A quatre kilomètres vers l'Est, au quartier Nayiri de Bidi, une station climatologique plus fournie a été installée. Elle comporte les appareils classiques de mesures des paramètres climatiques : la température de l'air et ses variations, l'humidité de l'air et ses variations, l'évaporation, la vitesse du vent, l'insolation.

2.3) Le dispositif agronomique et hydropédologique

Dans le but de suivre la croissance du mil et d'estimer le rendement en fin de campagne, deux bandes larges de 40 mètres chacune ont été délimitées. La première représente la zone basse des parcelles et se situe là où le sol dépasse deux mètres d'épaisseur. La seconde, située plus en amont sert de zone représentative de la "partie haute" des parcelles. Sur chaque bande, des stations de mesures de 12 mètres-carrés chacune sont choisies. Leur nombre varie entre 4 et 12, en fonction de l'hétérogénéité du couvert végétal.

Par ailleurs, huit tubes d'humidimètres à neutrons ont été mis en terre dans chaque parcelle, à différentes distances des cordons pierreux, afin de suivre l'évolution des profils hydriques des sols.

II. Le protocole de mesures des charges solides et des volumes d'eau de ruissellement

1.) Les mesures de hauteurs d'eau et des débits liquides

Lorsqu'il pleut le ruissellement se produit avec une intensité extrêmement variable, et forme une crue. Le volume d'eau parvenant à chaque instant à l'exutoire d'une parcelle varie énormément au cours de l'écoulement. Lorsque le ruissellement est intense, la cote de l'eau monte à l'exutoire, le volume le traversant étant important. Lorsque le ruissellement diminue d'intensité, la cote baisse aussi à cause de l'amoindrissement du volume d'eau disponible pour l'écoulement. A chaque cote correspond donc un débit précis.

Pour évaluer le volume total d'eau qui s'écoule d'une parcelle lors d'une pluie, il est nécessaire de connaître le débit d'écoulement de chaque instant de la crue. Pour y parvenir on procède à des mesures à l'exutoire de la parcelle. Ces mesures, qui consistent à déterminer la vitesse moyenne d'écoulement correspondant à chaque cote observable, se font soit au canal jaugeur, à l'aide d'un micro-moulinet lorsque la couche de l'eau s'y trouvant dépasse 5 centimètres d'épaisseur, soit au déversoir triangulaire à l'aide d'un seau gradué et d'un chronomètre.

2.) La procédure d'échantillonnage des transports solides pendant les crues

Les prises d'échantillons sont effectuées au déversoir triangulaire. Elles débutent dès que l'eau en provenance de l'amont des parcelles remplit la fosse à sédiments et parvient à couler par le déversoir triangulaire. Des quantités d'eau de 500 millilitres environ sont prélevées à cotes fixes dans des bouteilles en plastique, tous les 5 centimètres, à la montée comme à la descente du niveau d'eau du canal. Sur chaque récipient contenant un échantillon est marqué un code composé de chiffres correspondant :

- au numéro d'ordre de prélèvement,

- au numéro⁵ de la parcelle agronomique,
- à la cote de prélèvement,
- à la date de prise.

La dernière phase de l'échantillonnage a lieu après l'arrêt du ruissellement, lors de la vidange de la fosse à sédiments.

3.) La procédure d'échantillonnage des transports solides dans la fosse à sédiments

A l'issue de la phase de ruissellement, les fosses à sédiments sont vidées. Car elles piègent, non seulement une partie de l'eau ruisselée, mais aussi une partie des particules solides. Particulièrement celles qui sont transportées par saltation et dont une partie reste en dépôt sur le canal cimenté, à l'amont de la fosse à sédiments. Pendant cette opération de vidange, des échantillons d'eau sont pris au bout du tuyau de sortie de la moto-pompe de vidange, tout les 20 centimètres à la "descente" du niveau d'eau dans la fosse. On veille alors à ce que le bout du tuyau d'aspiration se trouvant dans la fosse soit rigoureusement et constamment maintenu à la surface de l'eau. Quand l'importance de cette dernière ne permet plus l'utilisation de la moto-pompe, l'opération de vidange se poursuit avec un seau gradué en litre. Un échantillon est alors pris dans chaque seau d'eau, après détermination préalable du volume de l'eau s'y trouvant et son homogénéisation par brassage vigoureux.

La pesée des matériaux lourds déposés sur la surface cimentée met fin au protocole de mesure des particules de terre mobilisées par une crue.

4.) L'estimation des transports solides déposés à l'amont de la fosse à sédiments

Les particules lourdes de terre transportées par saltation, lorsqu'elles ne parviennent pas aux fosses, se déposent en amont de celles-ci. Elles y sont ramassées et pesées sèches. Pendant les périodes de grandes fréquences des précipitations, en août notamment, il est difficile d'obtenir le séchage préalable des dépôts avant pesée, tant les pluies sont rapprochées. Dans ces conditions, on procède à la pesée des dépôts humides, avant d'en

5. un numéro est attribué à chaque station de mesures hydrologiques installée par l'ORSTOM sur le terroir de Bidi. Celles installées à l'exutoire des parcelles témoin, aménagée et aménagée-labourée portent respectivement les numéros 4, 5 et 6.

prendre un échantillon à partir duquel sera déterminé le poids de l'eau restante encore dans le sable au moment de la pesée.

III. Le dépouillement

A partir des hauteurs d'eau observées, des débits mesurés et des échantillons d'eau chargée pris, il est possible d'estimer le volume d'eau ruisselée à l'occasion de chaque crue et la quantité de terre qu'elle a transporté hors de la parcelle.

1.) L'estimation des volumes ruisselés

Le volume d'eau total ruisselée sur une parcelle pendant une pluie est la somme, des volumes déversés à l'exutoire et de ceux stockés dans la fosse à sédiments.

Grâce aux enregistrements des limnigraphes, on dispose des courbes représentant l'évolution des hauteurs d'eau au cours de chaque crue observée sur chacune des parcelles.

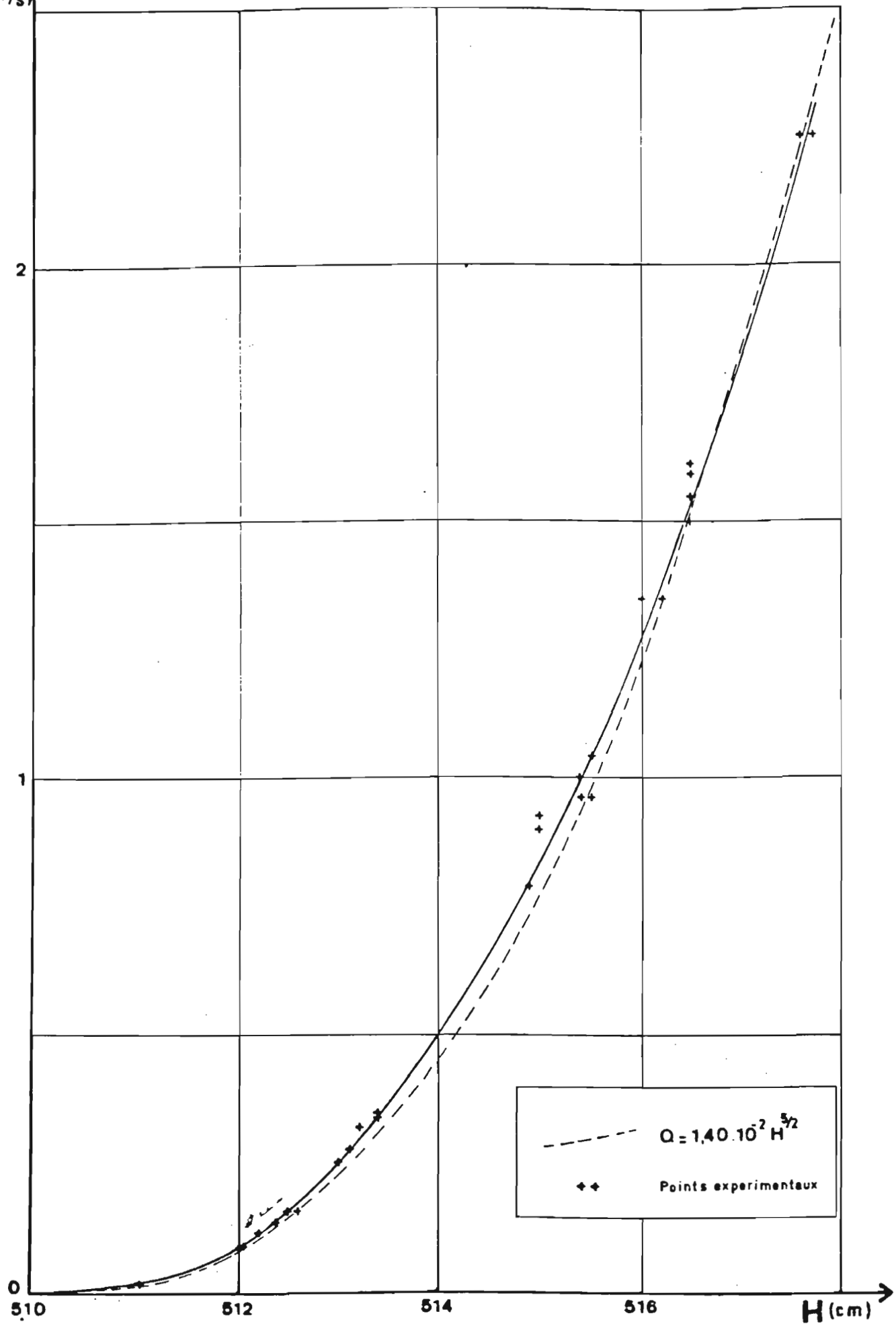
Grâce aux mesures ponctuelles des débits liquides et aux cotes qui leur sont associées, il est possible de dessiner pour chacune des parcelles, une courbe d'étalonnage ou courbe de tarage, traduisant la relation ou les relations existant entre les hauteurs d'eau et les débits liquides dont un exemple est donné en page 53 (fig.15). L'utilisation de ces courbes de tarage sous formes de barèmes d'étalonnage a permis de tracer les hydrogrammes ou courbes des débits liquides en fonction du temps. Le volume total déversé lors d'une pluie est la somme des quantités d'eau qui se sont écoulées par unité de temps. Il correspond à l'intégrale de l'hydrogramme de la crue.

Les fosses ont été conçues de telle sorte que leur fond soit relativement plat et carré (un mètre de côté). Dans ces conditions une épaisseur d'eau d'un centimètre équivaut à 10 litres. Grâce à cette relation liant la cote et le volume d'eau dans la fosse, il est facile de traduire le niveau auquel l'eau s'est arrêtée dans la fosse en volume.

Fig. 15 ETALONNAGE DU DEVERSOIR TRIANGULAIRE

Q
(l/s)

PARCELLE AMENAGEE



2.) L'estimation des quantités de terre érodées

L'estimation des quantités de terre érodées comprend deux phases : une première phase qui comporte les calculs des concentrations en charges solides des eaux de ruissellement, une deuxième phase consistant à calculer les poids de terre transportée.

2.1) Le calcul des concentrations des eaux ruisselées en charges solides

Pour chaque parcelle il a été procédé au laboratoire à la détermination des concentrations des eaux de ruissellement en matières solides, grâce aux échantillons régulièrement prélevés au cours des crues. Pour ce faire, chaque échantillon est filtré. Le poids des filtres est mesuré avant filtration et les volumes d'eau sont mesurés après filtration, lorsque la charge solide est faible. Ensuite, pendant 24 heures, le filtre contenant les charges solides est séché à 105°C avant d'être pesé.

Le poids des matières solides (exprimé en gramme) est obtenu par soustraction du poids du filtre "chargé" celui du filtre vide. La concentration exprimée en gramme par litre est calculée en faisant le rapport entre le poids des charges solides et le volume d'eau (exprimé en litre) qui les contenait. Cette nouvelle donnée fondamentale permet de tracer pour chaque crue et parcelle le turbidigramme ou courbe d'évolution dans le temps des concentrations en particules de terre des eaux ruisselées.

2.2) Le calcul des poids de terre transportée

La quantité totale de terre érodée d'une parcelle est la somme des quantités partielles de matières solides transportées par suspension, de matériaux piégés dans la fosse à sédiments et éventuellement de ceux déposés sur la surface cimentée.

En multipliant les concentrations par les débits liquides on obtient les débits solides : poids partiels de terre transportée par unité de temps. L'intégration de la courbe d'évolution dans le temps de ces débits donne le poids total des particules fines transportées par suspension et écoulées au déversoir triangulaire.

Une rapide considération de l'évolution de la concentration des eaux stockées dans la fosse permet de constater une augmentation plus ou moins régulière des valeurs au fur et à mesure que l'on descend dans la fosse.

Elles restent faibles jusqu'à trois centimètres environ du fond, niveau à partir duquel l'eau devient en fait une boue plus ou moins épaisse, constituant plus de 90 % des sédiments piégés. En multipliant les différentes concentrations par les volumes des tranches d'eau correspondantes, on obtient les poids de terre contenue dans chacune d'elles. L'addition de tous ces produits donne le poids total de terre érodée stockée dans la fosse.

L'estimation des dépôts sableux de l'amont cimenté des fosses s'est faite uniquement en 1988 par pesée au cas où ils ont eu le temps de sécher. Dans le cas contraire, au laboratoire, le poids de l'eau encore présente dans les sables au moment de leur pesée est estimée à partir de l'échantillon humide prélevé en ce moment puis, soustrait du poids total obtenu lors de la pesée des sédiments humides.

Chap. 5 - Les résultats

Les résultats obtenus à l'issue du dépouillement des données relatives à la pluviométrie, au ruissellement et à l'érosion, sont présentés dans ce chapitre campagne par campagne.

Les hauteurs de pluies mesurées à l'amont des parcelles et celles enregistrées à l'aval de celles-ci, présentent à chaque fois, des différences négligeables (5 % non systématiquement à l'avantage de l'une ou l'autre). On peut donc considérer que ce sont les mêmes hauteurs d'eau qui tombent de part et d'autre des parcelles. Par contre, on constate une différence notable entre les hauteurs de pluies enregistrées par le pluviomètre situé à un mètre du sol et celui placé au niveau de celui-ci. Cette différence est systématiquement en faveur du pluviomètre au sol. Les relations qui lient les deux hauteurs d'eau, établies par J.M. LAMACHERE (1988) varient en fonction de l'importance des précipitations :

$$\text{Si } P_{1m} < 10 \text{ mm} \quad P_{\text{sol}} = 1,06 P_{1m}$$

$$\text{Si } P_{1m} > 10 \text{ mm} \quad \text{où } P_{\text{sol}} = 1,18 P_{1m}$$

où P_{1m} = Pluie mesurée par le pluviomètre dont la surface réceptrice est à 1 m du sol.

P_{sol} = Pluie mesurée par le pluviomètre dont la surface réceptrice est située au niveau du sol.

Il est alors nécessaire d'en tenir compte dans l'estimation des quantités d'eau de pluies reçues par les parcelles expérimentales.

Par ailleurs, l'érosion se présente comme le résultat de l'action combinée de plusieurs facteurs, parmi lesquels l'agressivité des pluies. Certains, comme WISCHMEIER, la considèrent même comme étant la plus représentative pour le calcul des pertes de sol par érosion hydraulique sur les parcelles de cultures (GALABERT et al. 1972 p. 5). Dans le but de donner une idée de l'importance de cette agressivité climatique dans la région de

Bidi, nous avons procédé à la détermination, d'une part, de la proportion des averses les plus importantes (supérieures à 20 millimètres) compte tenu de leur grande efficacité érosive, d'autre part, à l'estimation de l'indice R de WISCHMEIER qui se définit, rappelons le, comme le produit de l'énergie cinétique totale d'une précipitation par son intensité maximale sur trente minutes.

I. La campagne 1986

1.) La pluviométrie

La campagne de 1986 est caractérisée par une pluviométrie de 464 mm (tab 5) que l'on peut qualifier de déficitaire, même si elle dépasse la moyenne de 424 mm de la période 1982-1986, considérée comme la plus sèche jamais enregistrée dans la chronique pluviométrique de la région.

En revanche, elle connaît une répartition temporelle jugée régulière et donc favorable à un développement normal, sinon même optimal des plantes. En outre, si le total annuel des pluies est en dessous de celui des années d'avant la sécheresse (725 mm), il ne semble pas en être de même quant à leur agressivité. On dénombre 8 pluies comprises entre 20 et 40 mm et 3 de plus de 40 mm constituant respectivement, 18,2 % et 6,8 % du nombre total des averses de l'année. Le pourcentage des pluies supérieures à 20 mm représente alors 27 % de l'ensemble des pluies de la période 1924-1982 dans le Yatenga (MIETTON, 1988), contre 25 % en 1986. L'agressivité des pluies est donc conforme à la normale si l'on compare les proportions des averses de plus de 20 mm. L'indice d'érosion est de l'ordre de 151 points USA (tab 5). Par ailleurs si l'on considère l'apport de chaque mois pluvieux à cette agressivité pendant la campagne 1986, les pluies des mois de juillet et août ont été les plus agressives : ces deux mois ont produit respectivement chacun 3 et 2 pluies d'au moins 20 mm.

Tableau 5 : Les pluies et leur indice d'agressivité climatique à Bidi en 1986

Mois	Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
Jours	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
1	.	.	6,7	-	.	.	10,9	-	.	.
2	.	.	.	.	0,2	-	16,2	6,8	17,7	8*
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
5	.	.	0,7	-	.	.	10,6	-	.	.
6	.	.	19,4	9,3	0,7	-	.	.	.	.
7	.	.	.	.	12,2	-	.	.	.	.
8	3,3	-	14,9	2,9	.	.	6,1	-	.	.
9	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
10	.	.	.	.	24,0	16,3	.	.	.	.
11	8,2	-	2,3	-	.	.	23,4	10,9	.	.
12	2,2	-	.	.	3,9	-	.	.	.	.
13	0,2	-	44,0	37,3	.	.	.	.	.	.
14	.	.	29,4	4,9	8,4	-	.	.	.	.
15	.	.	.	.	.	.	0,2	-	.	.
16	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	5,2	-	0,1	-	.	.	.	.
18	.	.	.	.	.	.	19,2	8,9	.	.
19	23,5	9,5	1,0	-	.	.	.	.	.	.
20	.	.	0,2	-	1,9	-	.	.	.	.
21	.	.	.	.	.	.	3,3	-	.	.
22	.	.	.	.	45,3	19,0	.	.	.	.
23	.	.	0,3	.	.	.	10,6	-	.	.
24	.	.	3,2	4,5	.	.	.	.	.	.
25	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
26	.	.	.	.	.	.	11,9	-	.	.
27	.	.	36,4	8,1	5,7	-	0,9	-	.	.
28	.	.	.	.	.	.	4,5	-	.	.
29	18,1	3,6	.	.	11,5	5,4	.	.	.	.
30	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
31	.	.	.	.	2,0	-	.	.	.	.
Totaux mens.	55,5	13,1	159,1	62,5	115,9	40,7	117,8	26,6	17,7	8
Totaux annuels : P= 464 mm R = 150,9 points USA										

P = Précipitation en millimètre

R = Indice de WISCHMEIER en unité américaine (points USA)

* Valeur à prendre avec réserve.

C'est essentiellement ces pluies de plus de 20 mm, qualifiées d'efficaces pour l'érosion pluviale sur parcelles de culture, qui sont responsables de la plus grande partie des écoulements et de l'érosion.

2.) Le ruissellement et l'érosion

L'importance du ruissellement et de l'érosion diffère sur les deux parcelles expérimentales de l'année 1986 : (la parcelle témoin et la parcelle aménagée).

2.1) Sur la parcelle témoin

Le tableau n° 6 présente les valeurs relatives du ruissellement et de l'érosion en 1986 sur cette parcelle (témoin). Il apparaît à la vue de ce tableau que le ruissellement annuel s'élève à 483 m³ d'eau correspondant à 164 mm de pluie pour 536 mm mesurés au sol. Soit un coefficient de ruissellement annuel moyen de l'ordre de 29 %. Les maxima unitaires de coefficient de ruissellement peuvent atteindre 60 % (pluie du 13/7/1986). L'érosion, sans être exceptionnelle, atteint 2,9 t/ha, avec des concentrations maximales de l'ordre de 5,2 g/l.

Au cours de cette campagne, les précipitations du mois de juillet sont responsables de 80 % de l'érosion et de 62 % de l'écoulement. La seule pluie du 13/7/1986 a provoqué 46 % du ruissellement et 31 % de l'érosion de l'année. Ceci met sans doute en évidence la prépondérance des événements pluviométriques importants dans la dynamique actuelle des paysages naturels des régions tropicales.

D'une manière générale, les valeurs des écoulements liquides et solides sont plus faibles sur la parcelle aménagée.

2.2) Sur la parcelle aménagée

De prime abord, l'aménagement de cette parcelle ne semble pas avoir eu d'effet positif sensible en faveur de l'économie de l'eau au cours de cette année 1986. Car la lame d'eau annuelle ruisselée (150 mm tab. 6) est du même ordre de grandeur que celle de la

Tableau 6 : Ruissellement et érosion sur les parcelles agronomiques de Bidi en 1986

Dates	Pluie au sol en mm	Parcelle témoin		Parcelle aménagée	
		Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha	Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha
11/6	8,7	1,9	4,8	0,0	0,0
19/6	27,4	5,3	21,7	13,7	54,2
29/6	21,4	1,6	19,6	7,8	38,2
1/7	7,0	0,0	2,6	0,5	1,2
6/7	22,7	53,7	520,8	55,7	221,9
9/7	17,6	2,7	34,6	7,0	31,0
13/7	51,9	136,8	1342,9	118,8	960,4
15/7	6,9	1,9	33,4	19,1	44,9
15/7	4,8	1,4			
15/7	3,18	2,2			
15/7	4,24	2,7			
27/7	19,7	28,0	248,2	36,2	39,0
27/7	3,9	10,2		13,0	
28/7	4,8	10,9		10,8	
28/7	7,1	21,9		26,1	
7/8	14,9	0,0	2,9	0,0	3,1
10/8	28,3	22,4	126,5	17,6	97,4
22/8	53,5	86,8	282,8	66	273,5
30/8	13,6	3,6	7,6	1,20	0,5
1/9	12,9	10,0		9,3	14,3
2/9	19,1	29,4	87,6	36,4	100,2
5/9	12,5	4,9	9,0	3,2	4,5
18/9	19,9	0,0	8,1	0,0	0,0
23/9	12,5	0,0	3,1	0,0	19,9
26/9	14,0	0,0	0,7	0,0	0,5
2/10	20,9	0,0	7,1	0,0	9,1
Totaux		438,3	2905,3	442,4	2017,7

parcelle non aménagée. Le coefficient de ruissellement annuel est de ce fait le même que celui de la parcelle témoin (28 %). Les coefficients de ruissellement unitaires varient énormément dans la large fourchette de 1 à 63 %.

En revanche l'érosion est nettement inférieure à celle mesurée à l'exutoire de la parcelle témoin. Elle atteint 2,02 t/ha sur la parcelle aménagée contre 2,9 t/h sur la parcelle témoin soit une différence de 30 %. Les eaux ruisselées ont véhiculé un maximum de charge unitaire équivalant à 4 g/l hors de cette parcelle expérimentale. Là, comme sur la parcelle témoin, juillet est le mois de grande "fuite" des eaux et des terres.

II. La campagne 1987

1.) La pluviométrie

En 1987 il a été recueilli au total 424 mm de pluie. Cette hauteur est pratiquement la même que celle qui a marqué la période 1982-1986 ; période, si l'on se réfère aux totaux pluviométriques annuels, qui est celle où la sécheresse qui sévit depuis 20 ans dans la région a été la plus accentuée. Elle est donc déficitaire. Contrairement à la pluviométrie de la campagne précédente (1986), celle de 1987 est caractérisée par une répartition inégale dans le temps (tab 7) : deux périodes de "stress hydrique" y sont recensées. Elles se situent pour la première du 2 au 23 juillet, pour la seconde du 31 juillet au 31 août.

Par ailleurs, au lieu de 27 % de pluies supérieures à 20 mm, proportion des pluies importantes considérées comme normale pour la région, on note pour la campagne 1987 seulement 18,6 % des pluies supérieures à 20 mm et 2,8 % des pluies journalières supérieures à 40 mm. L'agressivité climatique dont l'indice s'élève à 105 points USA (tab 7) est en dessous de la moyenne régionale qui est de 301 unités. Compte tenu des pluies journalières supérieures à 20 mm les mois de juillet (3 pluies) et de septembre (3 pluies) apparaissent comme les plus agressifs.

La campagne 1987, qui présente la pluviométrie la moins importante, a été celle au cours de laquelle les minima de ruissellement et d'érosion ont été enregistrés.

Tableau 7 : Les pluies et leur indice d'agressivité climatique à Bidi en 1987

Mois	Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
Jours	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
1	.	.	17,9	7,4	.	.	6,2	-	.	.
2	.	.	4,2	-	0,4	.	.	.	.	.
3	1,7	-	.	.	.	.	.	.	10,1	-
4	.	.	.	.	.	.	9,7	-	.	.
5	1,4	-	.	.	.	.	7,4	-	.	.
6	2,7	-	.	.	.	.	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	0,5	-	3,9	-	.	.	.	.
10	.	.	.	.	.	.	1,6	-	.	.
11	9,4	.	1,7	-	.	.	.	.	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
13	.	.	5,5	.	.	.	.	.	.	.
14	7,8	-	0,2	.	.	.	45,7	18,1	.	.
15	.	.	.	.	4,2	-	8,7	.	.	.
16	4,9	-	2,0	-	.	.	0,2	.	.	.
17	0,1	.	.	.	0,6	.	.	.	.	.
18	.	.	.	.	28,6	3,8	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
20	2,2	.	.	.	.	.	20,8	6,4	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
22	.	.	.	.	.	.	11,1	-	.	.
23	.	.	.	.	10,4	-	.	.	.	.
24	24,5	7,3	13,8	4,5	.	.	.	.	.	.
25	.	.	0,2	.	16,6	8,3	.	.	.	.
26	.	.	21,5	8	.	.	31,9	20,9	.	.
27	16,3	4,0	.	.	10,6	-	.	.	.	.
28	.	.	26,8	4,3	.	.	.	.	.	.
29	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
30	.	.	28,6	12,3	11,3	.	.	.	.	.
31	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
Totaux mens.	71,0	11,3	122,9	122,9	36,5	76,9	12,1	143,3	45,4	10,1
Totaux annuels : P=424 mm R = 105,3 points USA										

P = Précipitation en millimètres

R = Indice de WISCHMEIER en unité américaine (points USA)

2.) Le ruissellement et l'érosion

2.1) Sur la parcelle témoin

En 1987, à l'exutoire de la parcelle témoin les valeurs du ruissellement et de l'érosion qui y sont mesurées sont franchement faibles : 96 mm de lame ruisselée (283 m³ d'eau) pour 490 mm de pluies tombées au sol et 1,04 t/ha d'érosion (tab 8). Le coefficient de ruissellement annuel moyen de 19,6 % cache une variabilité des coefficients unitaires de ruissellement, qui vont d'un minimum de 6,6 % à un maximum de 35,6 %. Le poids des particules solides transportées à l'occasion des écoulements atteint un maximum de 2,15 g/l.

Des deux mois aux pluies les plus agressives (juillet et septembre), les précipitations du premier sont celles qui ont porté le plus de préjudice à la parcelle en ce sens que 64,8 % du ruissellement total de l'année et 57,2 % de l'érosion ont été enregistrés pendant ce mois.

2.2) Sur la parcelle aménagée

La parcelle aménagée a fourni des valeurs de ruissellement et d'érosion (tab 8) très inférieures à celles de la parcelle témoin. On est alors tenté de dire que l'aménagement a été d'une grande efficacité quant à la rétention de l'eau et quant à la conservation du sol. Les coefficients unitaires d'écoulement varient entre une limite inférieure de 8 % et une limite supérieure de 24 %. La charge la plus élevée enregistrée est de 6,1 g/l.

Sur cette parcelle aussi, juillet se distingue des autres mois de l'année en provoquant 71 % du ruissellement et 64,5 % de la perte en terre à l'exutoire.

2.3 Sur la parcelle aménagée-labourée

Les valeurs obtenues sur la parcelle aménagée-labourée en 1987, constituent les minima enregistrées depuis le début de l'expérimentation. Sur les 490 mm de pluies

Tableau 8 : Ruissellement et Erosion sur les Parcelles Agronomiques de Bidi en 1987

Dates	Pluie au sol en mm	Parcelle témoin		Parcelle aménagée		Parcelle aménagée- labourée	
		Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha	Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha	Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha
25/6	28,9	29,8	224,4	10,5	34,8	7,2	20,5
27/6	19,2	12,7	61,3	9,2	32,5	17,7	75,8
2/7	21,1	28,6	123,6	11,8	44,4	0,0	14,8
24/7	16,3	24,5	99,8	10,9	16,5	0,0	1,9
27/7	25,4	29,3	80,4	17,2	26,5	0,3	2,6
28/7	7,6	11,8					
29/7	14,6	37,0	153,0	23,8	55,6	5,1	39,4
31/7	26,8	51,5	138,2	35,6	69,7	13,2	60,4
25/8	19,6	5,3	46,7	0,4	3,8	0,7	5,7
14/9	53,9	1,0	5,5	1,6	4,0	0,5	2,4
20/9	25,5	0,7	4,2	0,0	2,3	0,0	1,2
27/9	37,6	48,8	98,8	18,2	39,6	19,8	31,5
3/10	11,9	1,2	2,7	0,1	0,0	0,0	0,0
Totaux		282,0	1040,0	140,0	330,0	65,0	255,0

mesurées au sol cette année, 22 seulement ont ruisselé, soit 2 fois moins que sur la parcelle aménagée non labourée. La moyenne annuelle des coefficients d'écoulement est de l'ordre de 11 %. Cette quantité d'eau ruisselée a entraîné avec elle hors de la parcelle au total 0,255 t de terre à l'hectare (tab 8). Paradoxalement, malgré le labour que cette parcelle a subi en début de campagne, la charge solide unitaire maximale (2,3 g/l) transportée lors des ruissellements est de loin inférieure à celle observée sur la parcelle aménagée non labourée. Cette dernière étant de l'ordre de 6,1 g/l.

29 % du ruissellement et 47 % de l'érosion ont eu lieu pendant le mois de juillet. Il apparaît par ailleurs que l'importance des écoulements (solide et liquide) est nettement moindre sur cette parcelle que sur les autres. Cela s'explique parfaitement par le labour intervenu en juin. Ce dernier y ayant énormément favorisé une plus grande infiltration des eaux de pluies, le ruissellement est apparu plus tardivement.

III. La campagne 1988

1.) La pluviométrie

S'il est vrai que la pluviométrie de l'année 1988 (506,5 mm) dépasse celle de 1987 (424 mm) et de 1986 (464 mm), il n'est pas moins vrai qu'elle demeure en dessous de la moyenne pluviométrique qui caractérise la période 1972-1976, estimée à 568 mm. Elle est, par ailleurs, loin de la moyenne de 725 mm des années d'avant la sécheresse (1924-1968).

Tout comme en 1987, la hauteur d'eau tombée durant la campagne 1988 est inégalement répartie dans le temps (tab 9). Le mois d'août a fourni plus de la moitié de la hauteur d'eau annuelle précipitée, soit 292 mm ; alors que le début (juin-juillet) et la fin (septembre) de la saison humide sont peu arrosés.

En ce qui concerne la violence des pluies, elle est largement en dessous de la normale : la campagne 1988 a enregistré seulement 17,6 % de pluies de plus de 20 mm contre 27 % en moyenne pour la région. L'indice d'érosion annuel Ra qui est de 232 points se trouve nettement en bas de la moyenne de 301 points observée à Ouahigouya au cours de la période 1967-1972. La totalité des grosses averses (pluies > 40 mm) et 87 % des pluies moyennes (précipitations comprises entre 20 et 40 mm) sont tombées au cours du seul mois d'août, faisant ainsi de ce dernier le mois le plus agressif de la campagne.

2.) Le ruissellement et l'érosion

Les résultats de l'érosion sont plus complets que ceux des autres années parce qu'ils prennent en compte, cette année là (1988), les matériaux transportés par saltation et sédimentés sur la surface bétonnée en amont de la fosse à sédiments.

2.1) Sur la parcelle témoin

Sur la parcelle témoin en 1988, une lame d'eau ruisselée de 99,7 mm qui représente 17 % de la hauteur d'eau de pluie a coulé hors de celle-ci. L'importance des écoulements

Tableau 9 : Les pluies et leur indice d'agressivité climatique à Bidi en 1988.

Mois	Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre	
Jours	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R	P	R
1	.	.	.	.	.	.	.	.	51,0	51,8	6,6	-	.	.
2	.	.	.	.	.	.	3,5	-	.	.	.	.	.	.
3	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
4	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	3,8	-
5	.	.	.	.	.	.	.	.	24,5	7,5	.	.	.	.
6	.	.	.	.	0,1	-	7,1	.	0,3	-	.	.	.	.
7	.	.	.	.	.	.	.	.	8,8	-	.	.	.	.
8	.	.	.	.	.	.	0,8	.	.	.	.	.	.	.
9	.	.	.	.	.	.	5,5	.	.	.	10,2	-	.	.
10	.	.	.	.	.	.	7,5	.	.	.	4,5	-	.	.
11	.	.	.	.	.	.	8,7	.	.	.	1,4	-	.	.
12	.	.	.	.	.	.	.	.	41,0	28*	.	.	.	.
13	.	.	.	.	.	.	.	.	0,7	-	0,8	-	6,6	-
14	.	.	.	.	.	.	.	.	0,2	-	.	.	0,7	-
15	.	.	.	.	5,8	-	12,7	8,3	42,8	32*	.	.	.	.
16	.	.	.	.	18,1	14,8	.	.	.	.	.	.	.	.
17	.	.	.	.	0,5	-	.	.	.	.	6,8	-	.	.
18	.	.	.	.	.	.	.	.	29,9	16*	.	.	.	.
19	.	.	.	.	.	.	14,3	5,4	5,6	-	.	.	.	.
20	.	.	.	.	.	.	.	.	1,9	-	1,2	-	.	.
21	.	.	.	.	.	.	.	.	0,5	-	.	.	.	.
22	.	.	.	.	1,3	.	.	.	6,5	-	.	.	.	.
23	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.	.
24	.	.	0,2	-	3,6	-	.	.	.	.	.	.	.	.
25	37,5	1,3	.	.	.	.	.	.	48,3	40*	.	.	.	.
26	.	.	.	.	.	.	.	.	3,5	-	.	.	.	.
27	.	.	0,1	-	.	.	15,4	3,4	.	.	.	.	.	.
28	.	.	.	.	.	.	.	.	0,6	.	3,6	-	.	.
29	.	.	.	.	.	.	8,7	-	.	.	.	.	.	.
30	.	.	.	.	0,5	-	14,7	7,2	.	.	.	.	.	.
31	.	.	.	.	.	.	5,8	-	29,1	16*	.	.	.	.
Totaux mens.	37,5	1,3	0,3	0	29,6	14,8	104,7	24,3	292,9	191,3	31,0	0	11,0	0
Totaux annuel : P = 507 mm R = 232 unités														

P = Précipitation en millimètre

R = Indice d'agressivité climatique de WISCHMEIER en points USA

* Valeur à prendre avec réserve.

diffère selon les averses et varie entre 4 et 50 % de la précipitation. Ces écoulements ont entraîné avec eux des charges solides moyennes par crue qui ont oscillé entre 0,3 g/l et 2,4 g/l. A l'échelle de la crue la fourchette est beaucoup plus large et le maximum absolu de terre transportée par litre atteint 8,3 g/l. L'ablation totale a atteint 2,4 t/ha (tab 10).

Dans toute la campagne 88 les précipitations du mois d'août auront été celles qui ont porté le plus de "préjudice" au champ : 84 % du ruissellement annuel et 83 % de l'érosion.

2.2) Sur la parcelle aménagée

La parcelle munie de cordons pierreux isohypses cloisonnés semble avoir été moins affectée par la perte en eau et en terre que sa voisine la parcelle témoin en 1988 comme en 1987. En effet, à la lecture du tableau n° 10, il apparaît que cette parcelle a ruisselé 9,5 % de la hauteur pluviométrique annuelle au sol (soit un total de 55,4 mm d'eau ruisselée) et perdu 0,8 t/ha de terre contre respectivement 17 % et 2,4 t/ha pour la parcelle témoin.

Le coefficient de ruissellement a varié au cours de la campagne 88 entre 4 et 29 % des pluies en fonction de l'évolution des intensités des pluies durant les pluies, de celle de l'état d'humectation du sol et de l'état de surface. Les concentrations moyennes des eaux de ruissellement en matières solides ont évolué entre 0,1 g/l et 1,3 g/l. Par ailleurs 84,4 % de l'érosion mécanique et 39,2 % des écoulements superficiels sont l'oeuvre des seules précipitations du mois d'août.

2.3.) Sur la parcelle aménagée-labourée

En 1988, il est apparu une relation, jamais observée auparavant, entre le ruissellement et l'érosion de la parcelle aménagée non labourée et ceux de la parcelle aménagée labourée. A l'issue de cette campagne, dont les résultats de l'érosion et des écoulements sont consignés dans le tableau n° 10, on constate effectivement que les totaux annuels du ruissellement et de l'érosion de la parcelle labourée sont supérieurs à ceux observés sur la parcelle simplement aménagée. Il a été mesuré 77,8 mm d'eau ruisselée et

Tableau 10 : Ruissellement et Erosion sur les Parcelles Agronomiques de Bidi en 1988

Date	Pluie	Parcelle témoin		Parcelle aménagée		Parcelle aménagée-labourée	
		Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha	Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha	Volume d'eau ruisselée en m3	Transports solides en kg/ha
26/4	42,7	3,6	22,3	1,9	9,1	3,8	21,0
16/6	21,3	25,9	224,6	12,9	88,4	12,8	121,3
17/7	15,0	0,8	103,9	0,0	14,0	0,0	0,0
20/7	17,7	4,0	19,1	0,0	2,2	0,0	0,0
29/7	9,2	1,6	7,7	0,0	1,5	0,0	0,0
30/7	17,3	10,5	26,3	2,6	7,2	0,2	5,5
2/8	60,2	63,3	718,6	32,7	222,2	37,0	503,9
6/8	28,9	3,6	56,5	0,0	4,3	0,0	2,6
8/8	9,5	0,0	1,8	0,0	26,1	0,2	36,6
13/8	48,4	21,8	211,6	11,6	52,2	23,3	120,7
15/8	51,7	59,9	534,0	47,8	191,1	57,6	363,1
18/8	35,3	54,4	303,9	28,2	145,5	40,7	164,4
22/8	6,9	1,9	10,8	0,2	0,0	0,4	0,0
25/8	57,0	41,7	145,4	25,4	19,9	35,3	54,0
Totaux		293,1	2386,3	163,3	783,7	211,1	1393,1

1,4 t/ha d'érosion à l'exutoire de la parcelle aménagée contre 55,4 mm et 0,8 t/ha à l'exutoire de la parcelle aménagée non labourée.

Les coefficients de ruissellement unitaires se sont situés entre 1,2 et 18,6 % tandis que les poids moyens des transports solides sont allés d'un minimum de 0,2 g/l à un maximum de 2,1 g/l. L'essentiel des pertes en eau et en terre est survenu en août comme sur les autres parcelles. 89,4 % des écoulements et 89,4 % de l'érosion se sont ainsi produits dans ce mois.

L'expérimentation de Bidi s'ajoute à une série de mesures de ce genre déjà réalisées par divers Organismes et Instituts (CTFT, ORSTOM, IRAT, HER, INERA) dans différentes zones climatiques du pays. Les mesures faites à Bidi attestent de la variabilité des phénomènes de l'érosion et du ruissellement dans le temps et dans l'espace.

Chap. 6 - Analyse des résultats

Le ruissellement et l'érosion mesurés sur les parcelles de culture présentent une variabilité non seulement d'une parcelle à une autre, mais aussi d'une année à l'autre. L'ampleur de ces deux phénomènes varie donc aussi bien dans le temps que dans l'espace. Une connaissance aussi approfondie que possible de cette dernière et de ses causes pourrait permettre d'adapter les techniques de lutte antiérosive. Ce qui augmenterait leur aptitude à conserver l'eau, le sol et sa fertilité.

I. Analyse du ruissellement

1.) Les facteurs conditionnels du ruissellement

De nombreuses études ont été menées dans la zone sahélienne COLLINET et VALENTIN (1970 et 1982), VALENTIN (1981) CHEVALIER (1982), DA (1989), LAMACHERE (1990) et soudanienne MIETTON (1988), DA (op. cit.) du Burkina dans le but de déterminer les principaux facteurs qui conditionnent le ruissellement. Mais très tôt on s'est rendu compte de la difficulté qu'il y avait à essayer de déterminer et mesurer sous pluies naturelles les paramètres qui influencent ce phénomène ; tant ils sont nombreux et liés par des relations complexes. Depuis quelques années pour mener de telles études, l'ORSTOM simule plutôt la pluie à l'aide d'un mini-simulateur. Cet appareil en permettant de maîtriser et d'isoler à volonté les différentes caractéristiques des pluies (intensité, durée,...) se présente comme l'outil le mieux indiqué pour l'analyse du ruissellement sur des surfaces élémentaires de petites dimensions.

En 1988, LAMACHERE a mené des expériences de simulation de pluie sur le sol sableux fin des parcelles expérimentales de Bidi à différents stades d'évolution du sol sarclé. L'objectif était de mettre en évidence le rôle du sarclage sur le ruissellement et l'infiltration. Afin de caractériser la réaction des parcelles expérimentales vis-à-vis des précipitations à chaque moment de la saison des pluies, nous nous sommes inspirés des résultats de ces expériences. Il ressort de ces travaux que le ruissellement sur les sols

sableux fins de la région de Bidi est conditionné par six facteurs principaux dont trois facteurs pluviométriques : intensités de pluie (I), durée de l'averse (t-to), somme des pluies antérieures (A). Les trois autres facteurs sont liés à la nature et à l'état de surface du sol. Ce sont : le coefficient de ruissellement maximal (a), la capacité de stockage superficiel du sol en début de pluie (S) et l'intensité limite de ruissellement (Il).

Le coefficient de ruissellement maximal (a) est égal au rapport entre l'intensité du ruissellement (Rx) et la différence entre l'intensité de pluie et l'intensité limite de ruissellement. Il est aussi appelé différentiel de ruissellement. Ce rapport renferme plutôt une notion de vitesse que de quantité d'écoulement. Il exprime par ailleurs l'aptitude au ruissellement de l'état de surface du sol.

L'intensité limite de ruissellement (Il), est l'intensité de pluie au dessous de laquelle il ne se produit pas de ruissellement.

La capacité de stockage superficiel (S) est la hauteur de pluie stockée sur la surface du sol entre l'instant où la pluie commence et celui où le ruissellement se déclenche.

Différents stades d'évolution du sol sarclé ayant été testés, il a été possible d'établir des relations décrivant l'évolution des paramètres pédologiques en fonction de la somme des pluies antérieures. Les évolutions des facteurs a, Il, et S sont respectivement représentées sur les figures 16, 17, 18 extraites de J.M. LAMACHERE (1990). Les principaux facteurs explicatifs du ruissellement sur les parcelles de cultures étant à présent connus, il convient de voir comment ils exercent leurs influences.

2.) Analyse du ruissellement observé sur la parcelle témoin

Le tableau 11 ci-après comporte les facteurs pédologiques qui conditionnent le ruissellement sur la parcelle témoin. Il permet, avec l'aide de la figure 19 de suivre et de comprendre l'évolution des écoulements survenant sur cette parcelle au cours de l'hivernage. Sur cette dernière figure sont représentées les lames ruisselées en fonction des hauteurs de pluie et des sommes des pluies antérieures (tab. 12)

Tableau 11 : Paramètres explicatifs du ruissellement de la parcelle témoin

Paramètre A	a	Il (mm/h)	S (mm)
0	0,54	37	10
100	0,68	12	7
200	0,84	6	4

En observant la figure n° 19 on constate que sur un total de 33 écoulements apparus entre 1986 et 1988 sur cette parcelle, 3 seulement (écoulements n° 1, 2, 3) sont survenus en tout début de saison pluvieuse avant que la somme des pluies n'atteigne 100 mm. En tout début d'hivernage donc, les écoulements sont peu nombreux et peu abondants. Cela s'explique quand on sait que les tiges de mil laissées sur place après les récoltes, sont pâturées par le gros bétail qui, par son piétinement, pulvérise la croûte de battance qui s'était mise en place après le dernier sarclage de la campagne agricole précédente. Le sol présente une surface assez favorable à l'infiltration qui ajoutée à un gradient de succion élevé lui donne une faible aptitude à ruisseler. Il est comparable en ce moment à un sol nouvellement sarclé avec un coefficient de ruissellement maximal de l'ordre de 0,54, une intensité limite de ruissellement de 37 mm/h et une capacité de stockage superficiel de 10 mm.

Lorsque le cumul des pluies depuis le début de la saison des pluies atteint 100 mm, une nouvelle pellicule de battance recouvre la surface du sol qui devient favorable au ruissellement. Son coefficient de ruissellement maximal atteint 0,68. Son intensité limite de ruissellement et sa capacité de stockage superficiel sont respectivement 12 mm/h et 7 mm.

Une fois que la somme des pluies vaut 200 mm, le sol perd toute sa rugosité, sa surface devient lisse et son micro-horizon superficiel peu perméable. Il ne peut alors garder que 4 litres d'eau par mètre carré grâce à ses aspérités après saturation du sol. Son intensité limite de ruissellement maximal monte à 0,84. Au cours de la période caractérisée par une somme de pluies antérieures de plus de 100 mm avant le premier sarclage (juillet),

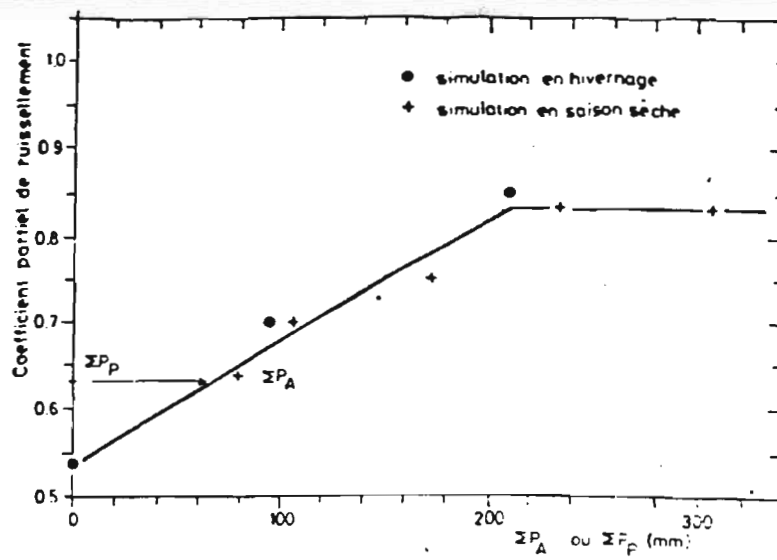


Fig.16 Variation du coefficient partiel de ruissellement (α) en fonction de la somme des pluies depuis le sarclage.

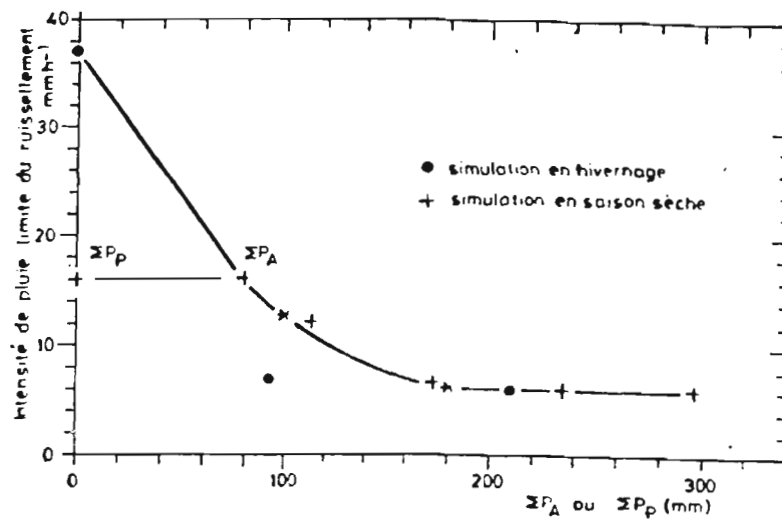


Fig.17 Variations de l'intensité limite de ruissellement (IL) en fonction de la somme des pluies depuis le sarclage.

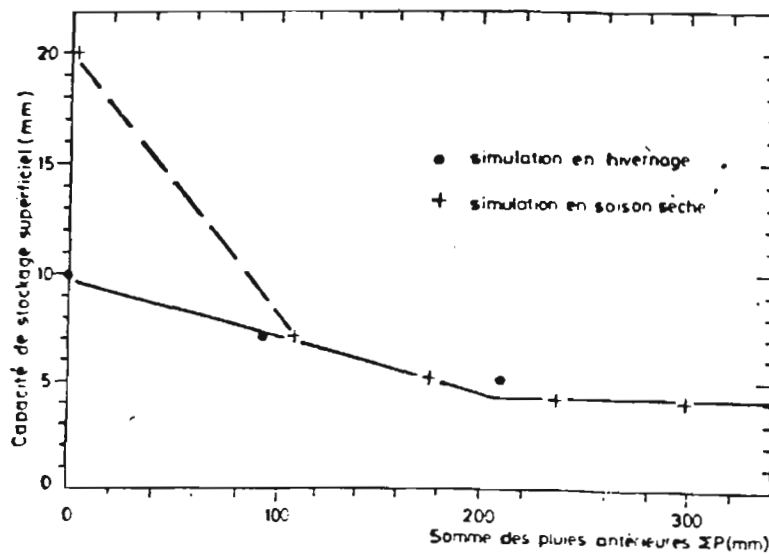


Fig.18 Variation de la capacité de stockage superficielle (S) en début d'averse en fonction de la somme des pluies depuis le sarclage.

REGION DE BIDI Parcelles agronomiques de SAMNIWEOGO

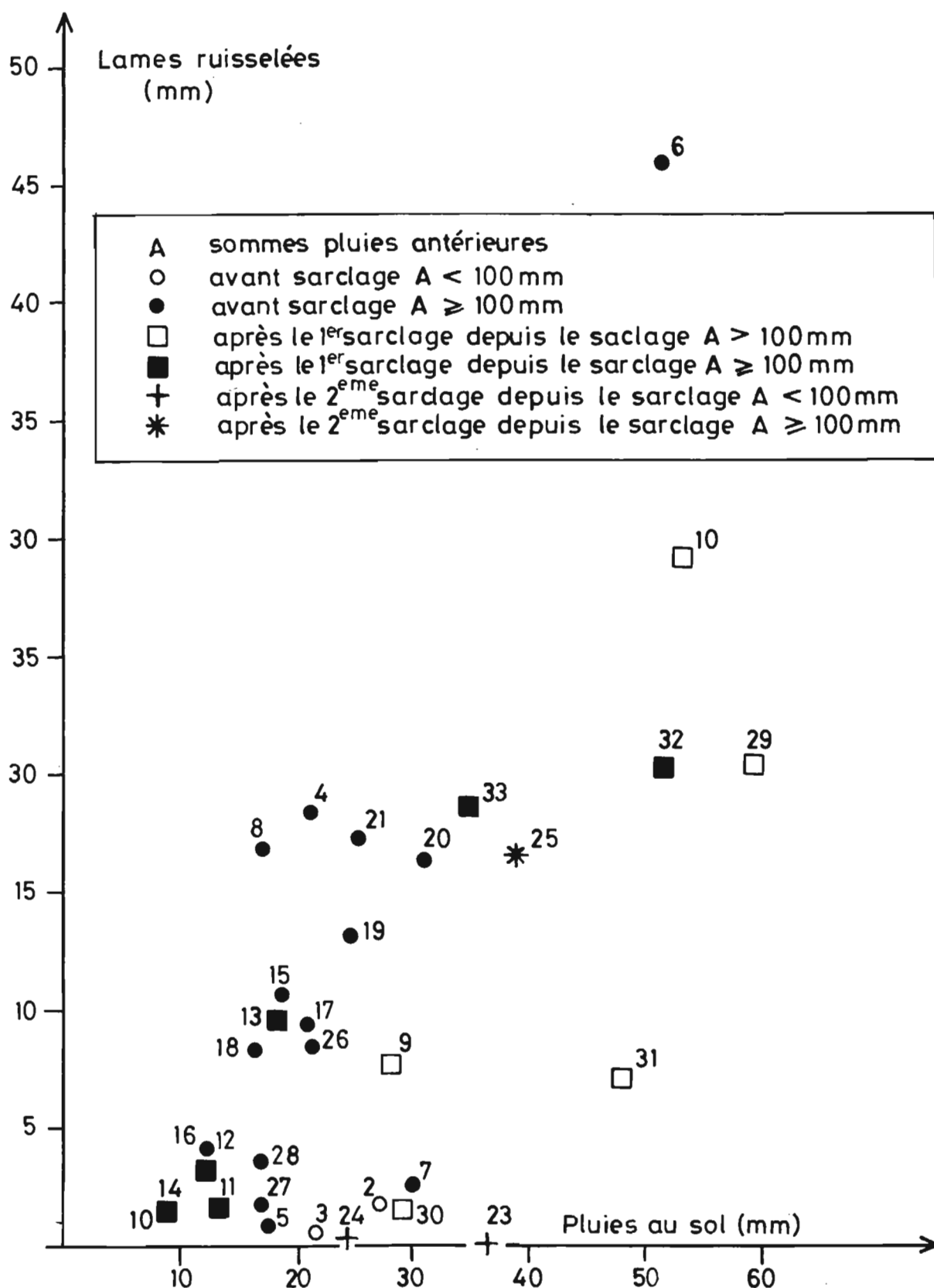


Fig. 19 Lames d'eau ruisselée en fonction de la pluie au sol sur la parcelle témoin de 1986 à 1988

Tableau 12 : Pluies et lames ruisselées sur la parcelle témoin de 1986 à 1988

N° de l'écoulement	Date	Pluie au sol mm	Intensité maximale sur 15' - mm/h	Somme des pluies antérieures mm	Lr reconstituée mm	Lr observée mm
1	11/6/86	8,7	29	38,2	0	0,6
2	19/6/86	27,5	32	49,4	0	1,8
3	29/6/86	21,4	27	76,6	0	0,5
4	6/7/86	20,8	58	105,7	3,7	18,3
5	9/7/86	17,6	18	126,5	0	0,9
6	13/7/86	51,6	82	146,5	23,3	46,5
7	15/7/86	29,4	20	198,4	0,5	2,8
8	27/7/86	43,0	58	238,3	25,2	16,9
9	10/8/86	28,3	57	0	0	7,6
10	22/8/86	53,5	70	43,4	2,5	29,5
11	30/8/86	13,6	21	102,9	0	1,3
12	1/9/86	12,9	31	118,6	0	3,4
13	2/9/86	19,1	51	131,1	3,9	10
14	5/9/86	15,5	43	150,6	0	1,7
15	25/6/87	28,9	52	142,8	10,2	10,1
16	27/6/87	19,6	40	171,7	6,9	4,3
17	2/7/87	21,1	52	190,9	10,6	9,7
18	24/7/87	16,3	34	226,9	7,6	8,3
19	27/7/87	25,2	43	243,4	10,4	1,3
20	29/7/87	31,6	40	268,8	10,5	16,6
21	31/7/87	33,7	27	300,4	9,9	17,5
22	25/8/87	9,6	56	55,2	0	1,8
23	14/9/87	53,9	40	0	0	0
24	20/9/87	24,5	40	63,3	0	0,2
25	27/9/87	37,6	66	100,9	0	16,6
26	16/6/88	21,3	28	199,6	11,4	8,8
27	28/7/88	17,7	17	317,4	2,6	1,3
28	30/7/88	17,3	29	344,7	6,3	3,4
29	2/8/88	60,2	82	-	20,5	20,5
30	6/8/88	28,9	38	60,2	0	1,2
31	13/8/88	48,4	48	98,7	10,9	7,4
32	15/8/88	51,7	70	148	15,6	20,4
33	18/8/88	35,3	-	200	18	18,5

il s'est produit 15 écoulements sur 33 enregistrés. C'est donc une période qui connaît beaucoup de ruissellements.

Lorsqu'on pratique le premier sarclage, celui-ci transforme fondamentalement l'état de la surface du sol en détruisant la croûte de battance qui s'était mise en place à la faveur des événements pluvieux survenus depuis le début de la saison humide. Le mélange de buttes et de micro-dépressions donne à la surface du sol une grande rugosité qui favorise une très grande infiltration des premières pluies tombant juste après ce sarclage. A partir de ce moment, les différents facteurs pédologiques conditionnant le ruissellement évoluent en passant par les mêmes valeurs que celles d'avant le sarclage (tab. 11). Tout juste après le premier sarclage, avant que le cumul des pluies tombées n'atteigne 100 mm, on recense 6 écoulements (écoulements n° 9, 10, 29, 30, 31, 22) contre 3 pour des états de surfaces analogues apparus avant le sarclage. Cette grande fréquence des écoulements semble encore plus importante à cette période de l'année (août). L'intensité des pluies apparaît comme un important facteur influençant le ruissellement. Selon qu'elle est grande ou petite l'importance du ruissellement s'en ressent. A titre d'exemple la pluie du 22/8/86 (n° 10) tombée sur un sol très peu favorable au ruissellement ($A = 43$ mm) a pourtant beaucoup ruisselé (coefficient de ruissellement = 55 %) parce que dotée d'une intensité maximale en 15 mn de 70 mm/h. Lors de la pluie du 28/7/88 (n° 27) qui a coïncidé avec un sol très susceptible au ruissellement ($A = 317,4$ mm), seulement 7,3 % de l'averse a ruisselé, celle-ci étant de faible intensité. Son intensité maximale en 15 mn est égale 17 mm/h. Cette pluie aussi montre bien l'influence de l'intensité de la pluie sur l'écoulement.

Après le deuxième sarclage, les paramètres pédologiques évoluent de la même manière qu'avant et après le premier mais les écoulements sont rares. En trois ans, on dénombre seulement 3 écoulements après le second sarclage dont un seul au moment où le cumul des pluies tombées à la suite de ce sarclage dépassait 100 mm. Cette situation semble liée à l'importance de la couverture du sol par des cultures qui, on le sait, favorisent énormément l'infiltration. L'extrême rareté des écoulements en ce moment de la saison pluvieuse souligne la prépondérance de l'influence du couvert végétal sur le ruissellement à

cette période. Elle révèle ainsi la nécessité de considérer le facteur couvert végétal comme étant un des principaux déterminants du ruissellement sur les parcelles de culture.

Le simulateur en offrant la possibilité de mieux cerner les différents paramètres et leurs influences respectives permet de trouver des modèles mathématiques permettant de reconstituer avec plus ou moins de succès les lames ruisselées. C'est là que réside son intérêt pratique. Nous avons voulu savoir la relation qui existe entre les lames ruisselées mesurées à l'exutoire du champ et celles calculées à partir des formules mathématiques établies.

3.) Confrontation des résultats obtenus sous pluies simulées avec le comportement naturel du champ.

A partir des principaux paramètres explicatifs du ruissellement, J.M. LAMACHERE a établi une formule permettant de reconstituer la lame ruisselée. Elle se présente donc comme une fonction des variables a , Il , S , Pu , $(t-t_0)$ et s'exprime par l'équation.

$$L_r = aPu - aIl(t-t_0) - S \quad \text{où}$$

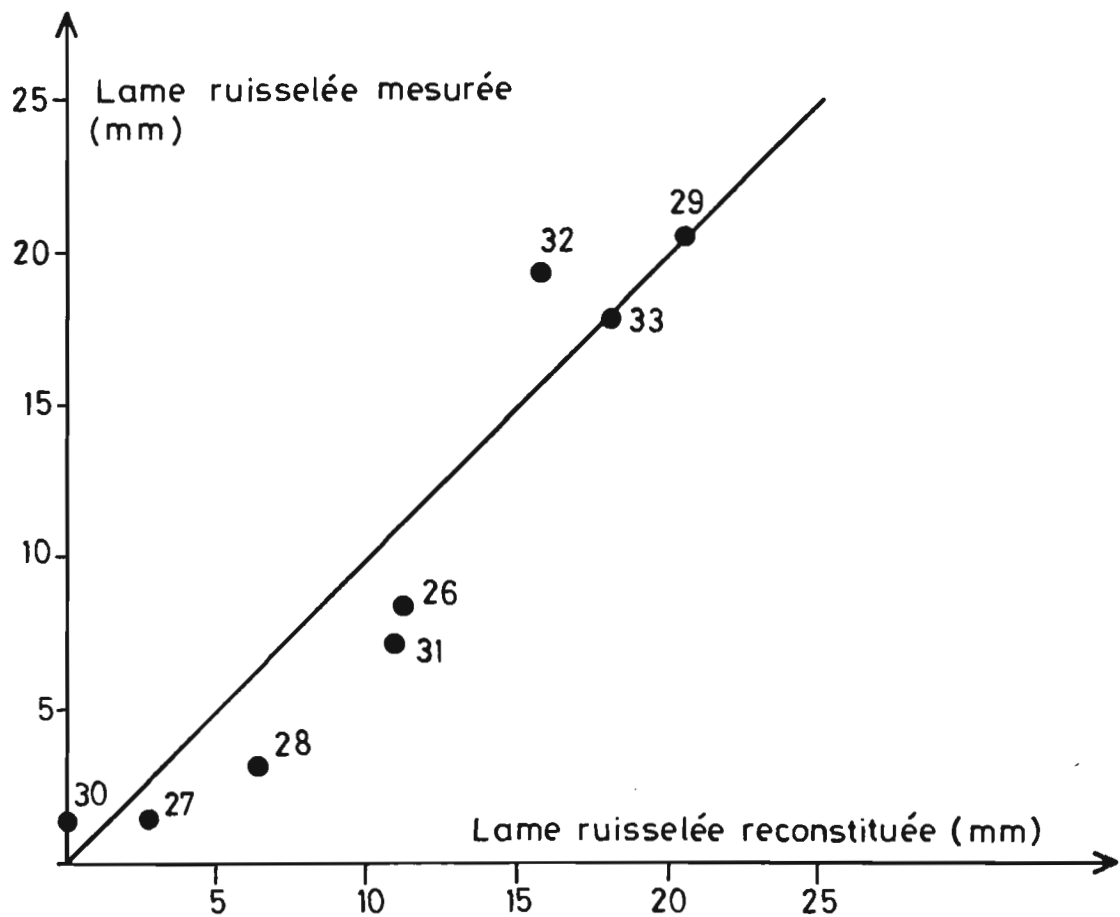
Pu = hauteur totale de pluie précipitée avec une intensité supérieure à Il et $(t-t_0)$ = durée de Pu .

Nous avons à partir de cette formule reconstitué toutes les lames ruisselées sur la parcelle témoin de 1986 à 1988. Ces valeurs se trouvent consignées sur le tableau n° 12 (p. 76). Une comparaison entre les lames mesurées et les lames observées nous montre que la reconstitution n'est pas "parfaite" (fig. 20) sinon, on retrouverait tous les points alignés sur la première bissectrice.

En 1988 par exemple on constate que généralement les valeurs observées sont inférieures à celles qui sont calculées (fig. 20). En utilisant le modèle ci-dessus pour calculer la lame ruisselée, on sous-entend que cette dernière est la somme des quantités d'eau qui ont ruisselé sur chaque mètre carré que compte le champ. Quantités qui arriveraient intégralement à l'exutoire du champ sans s'infiltrer en cours de trajet. Dans la

REGION DE BIDI
Parcelles agronomiques de SAMNIWEOGO

Fig. 20 Relation entre les lames ruisselées reconstituées et mesurées pour l'année 1988



REGION DE BIDI
Parcelles agronomiques de SAMNIWEOGO

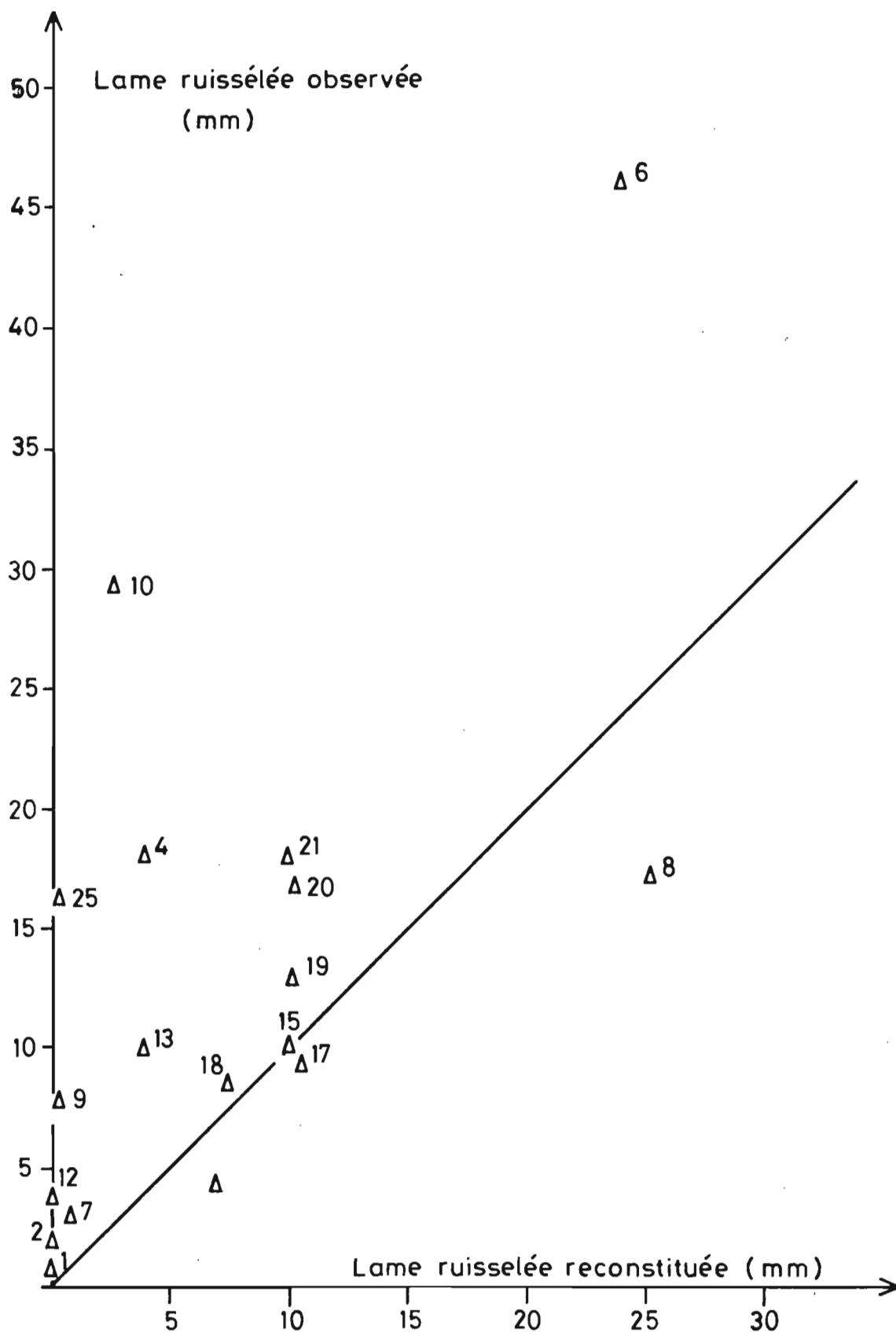


Fig. 21 Relation entre les lames ruisselées reconstituées et observées pour les années 1986 et 1987

2.) Analyse de l'érosion de la parcelle témoin

La figure 22 réalisée à partir du tableau 13 comportant les résultats des mesures d'érosion conduites à l'exutoire de la parcelle témoin montre à première vue un nuage de points dispersés sans organisation perceptible. Cette dispersion des points semble due d'une part à l'extrême variabilité de l'érosion en début d'hivernage lorsque le cumul des pluies est inférieur à 100 mm sur cette parcelle, d'autre part à l'influence de l'agressivité des pluies. En effet ce dernier facteur apparaît comme l'un des principaux déterminants de l'érosion en témoignent les érosions provoquées par les événements pluvieux du 13/7/86 (fig 22 point 1 et du 6/8/1988 (point 2). Le premier grâce à son agressivité élevée ($R = 37,3$ unités) a occasionné la plus importante érosion de l'année (960,4 kg/ha de terre érodée) bien que tombé sur un sol peu favorable à l'érosion parce qu'ayant reçu 146,5 mm de pluies cumulées depuis le dernier sarclage. Le second, malgré le fait qu'il a coïncidé avec un sol susceptible de s'éroder facilement (somme des pluies depuis le sarclage = 60,2 mm) a provoqué seulement une érosion de 56,5 kg/ha parce que peu agressive ($R = 7,5$ unités).

Toutefois une observation attentive permet de distinguer deux groupes bien distincts de valeurs de concentrations en charges solides : le groupe des faibles valeurs et celui des valeurs élevées. Cette tendance au regroupement des valeurs s'explique tout simplement par l'évolution de l'érosion au cours de la saison humide.

Si les ruissellements engendrés par les états de surface de sol de la période d'avant sarclage, lorsque la somme des pluies ne vaut pas 100 mm, sont généralement faibles, l'érosion qui se produit en ce moment est, en revanche, relativement importante. La concentration moyenne des eaux d'écoulement en matériaux solides varie entre 1,3 et 2,4 g/l.

L'importance de la perte de terre en début d'hivernage n'a rien de surprenant quand on se rappelle que les boeufs pâturent les tiges de mil laissées sur les champs en saison sèche. En effet le bétail en piétinant le sol détruit la cohésion des particules facilitant

REGION DE BIDI PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWE'OGO

Fig.22 LES CONCENTRATIONS MOYENNES EN FONCTION DES VOLUMES D'EAU RUISSELEE
SUR LA PARCELLE TEMOIN

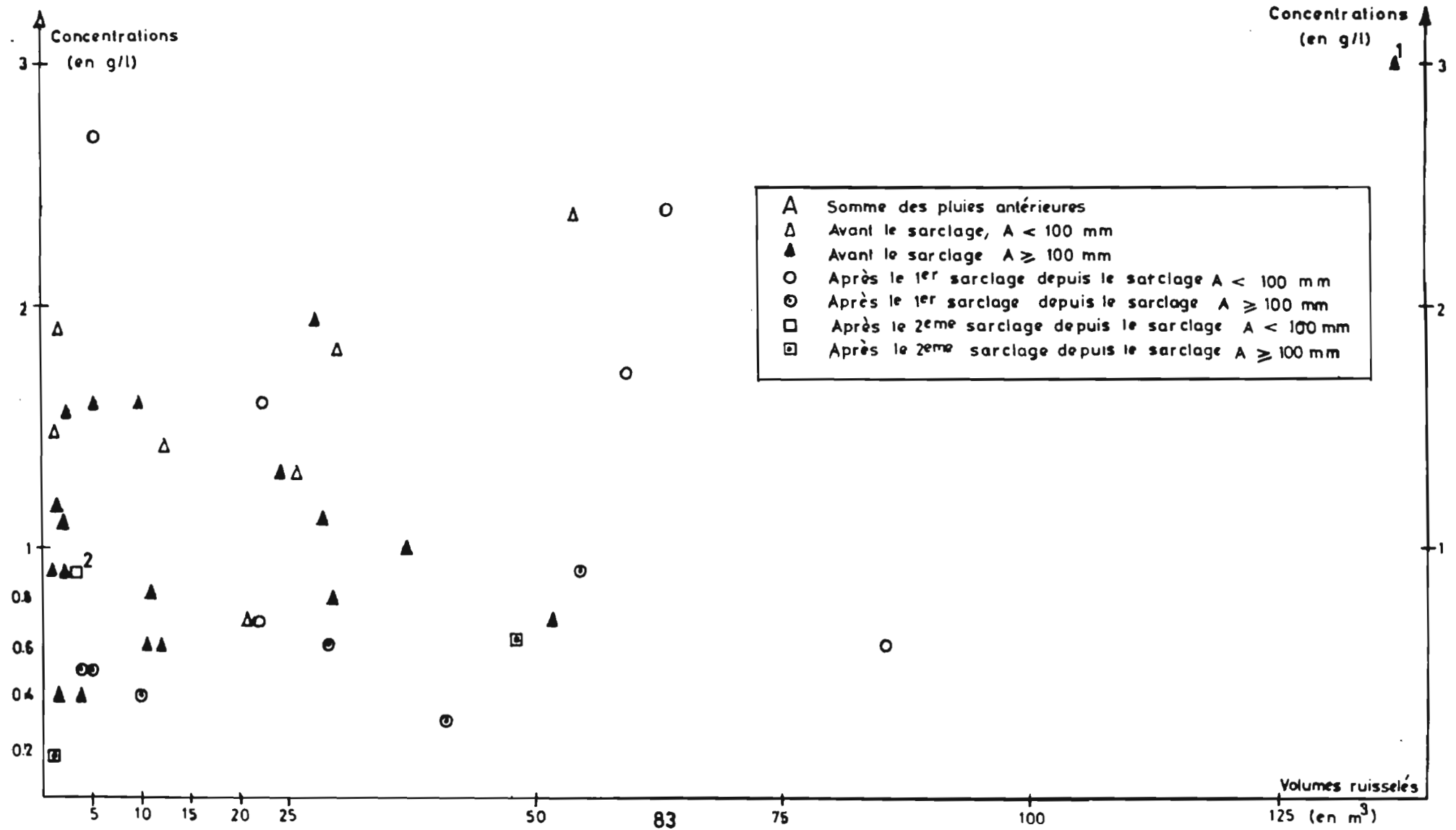


Tableau 13 : Concentrations moyennes des eaux ruisselées sur la parcelle témoin

Dates	Hauteur de la pluie au sol en mm	Volume d'eau ruisselée en m3	Concentration moyenne en g/l
26/4/88	42,7	3,6	1,0
16/6/88	21,3	25,9	1,3
17/7/88	15,0	0,8	0,9
28/7/88	17,7	4,0	0,4
29/7/88	9,2	1,6	0,4
30/7/88	17,3	10,5	0,6
2/8/88	60,2	63,3	2,4
6/8/88	28,9	3,6	0,9
13/8/88	48,4	21,8	0,7
15/8/88	51,7	59,9	1,7
18/8/88	35,3	54,5	0,9
22/8/88	6,9	1,9	0,4
25/8/88	5,7	41,7	0,3
25/6/87	28,9	29,8	1,8
27/6/87	19,2	12,7	1,4
2/7/87	21,1	28,6	1,1
24/7/87	16,3	24,5	1,3
27/7/87	25,4	29,3	0,8
28/7/87		11,8	0,6
29/7/87	31,6	37,0	1,0
31/7/87	7,1	51,5	0,5
25/8/87	19,6	5,3	2,7
14/9/87	53,9		1,3
20/9/87	24,5	0,7	0,4
27/9/87	37,6	48,8	0,6
11/6/86	8,7	1,9	1,9
19/6/86	27,4	5,3	1,6
29/6/86	21,4	1,6	1,45
6/7/86	20,8	53,7	2,6
9/7/86	17,6	2,7	1,55
13/7/86	51,9	136,8	3,0
15/7/86	6,9	1,8	1,2
15/7/86	4,8	1,4	1,1
15/7/86	4,2	2,7	0,9
27/7/86	19,7	28,0	2,0
27/7/86	3,9	10,2	1,5
28/7/86	4,8	10,8	0,8
28/7/86	7,1	21,9	0,7
10/8/86	28,3	22,4	1,8
22/8/86	53,5	86,8	0,6
30/8/86	13,6	3,8	0,5
1/9/86	12,9	10,0	0,4
2/9/86	19,1	29,4	0,6
5/9/86	12,5	4,9	0,5

énormément leur détachement par l'effet splash. La mobilisation des particules de terre est d'autant plus facile que le sol est totalement nu en cette période de l'année.

L'action cumulée des averses successives, augmente progressivement la densité du micro-horizon superficiel du sol et la cohésion des particules de terre à mesure que la saison des pluies avance. Lorsque le cumul des pluies depuis le début de la saison dépasse 100 mm, la concentration moyenne varie énormément entre un minimum de 0,4g/l et un maximum de 2, voire même 3g/l. Mais cette variation s'effectue beaucoup plus fréquemment dans la fourchette de valeurs, plus réduite de 0,6 et 1,3 g/l. Il y a donc une tendance à la diminution qui se maintient jusqu'au premier sarclage.

La première tranche de 100 mm consécutive au premier sarclage est marquée par des concentrations moyennes allant de 1,6 g/l à 2,3 g/l. Pratiquement dans la même fourchette que celles observées avant le sarclage au moment où le cumul des pluies était inférieur à 100 mm.

Au fur et à mesure que le sarclage "vieillit" une nouvelle pellicule de battance se forme, la cohésion des particules de terre se renforce de nouveau et la concentration moyenne des eaux de ruissellement oscille alors entre 0,3 et 0,9 g/l. Après que le cumul des pluies ait atteint 100 mm. On constate que ces valeurs sont nettement inférieures à celles mesurées sur les mêmes états de surface apparus avant le premier sarclage. Cette évolution peut logiquement s'expliquer par l'augmentation du taux de couverture du sol.

Après le deuxième sarclage, l'érosion évolue comme après le premier sarclage avec toutefois une continuation de la tendance amorcée juste avant le deuxième sarclage : la diminution de l'importance de l'érosion grâce à la couverture de plus en plus efficace du sol par le mil.

3.) Analyse de l'érosion de la parcelle aménagée

Sur la figure 23 sont représentées les concentrations moyennes (tab. 14) en fonction des volumes d'eau ruisselée observés à l'exutoire de la parcelle aménagée. On distingue facilement sur cette figure deux groupes de valeurs :

- le groupe des fortes concentrations moyennes apparaissant généralement au moment où le sol n'a pas encore reçu 100 mm d'eau de pluie après un sarclage ou à partir du début de l'hivernage ;
- celui des faibles concentrations mesurées lors des événements pluvieux survenus alors que le sol a un gain d'eau supérieur à 100 mm.

Tout comme sur la parcelle témoin, ce regroupement des concentrations selon leur importance s'explique par l'évolution quantitative temporelle de l'érosion sur cette parcelle aménagée.

En tout début d'hivernage avant le sarclage et avant que le cumul des pluies n'atteigne 100 mm, les concentrations moyennes des eaux d'écoulement en particules solides se situent entre 0,9 et 1,5 g/l. Mais lorsque la somme des pluies dépasse 100 mm (toujours avant le sarclage) l'érosion diminue : les limites de l'intervalle de variation des concentrations moyennes sont désormais 0,45 et 0,90 g/l. Contre 0,9 et 1,5 g/l lorsque la somme des pluies est inférieure à 100 mm.

A la suite du premier sarclage la même succession de fortes et de faibles concentrations est observée. Les premières sont comprises entre 0,8 et 1,5 g/l tandis que les secondes vont de 0,12 à 0,8 g/l.

Après le deuxième sarclage, il n'y a pas d'écoulement tant que la somme des pluies depuis le sarclage est en dessous de 100 mm. Il faut attendre que ce chiffre soit dépassé pour voir apparaître des ruissellements avec des charges solides n'excédant jamais 0,6 g/l. Généralement les écoulements observés à cette période sont en nombre réduit.

REGION DE BIDI PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO

Fig. 23 LES CONCENTRATIONS MOYENNES EN FONCTION DES VOLUMES D'EAU RUISSELEE
SUR LA PARCELLE AMENAGEE

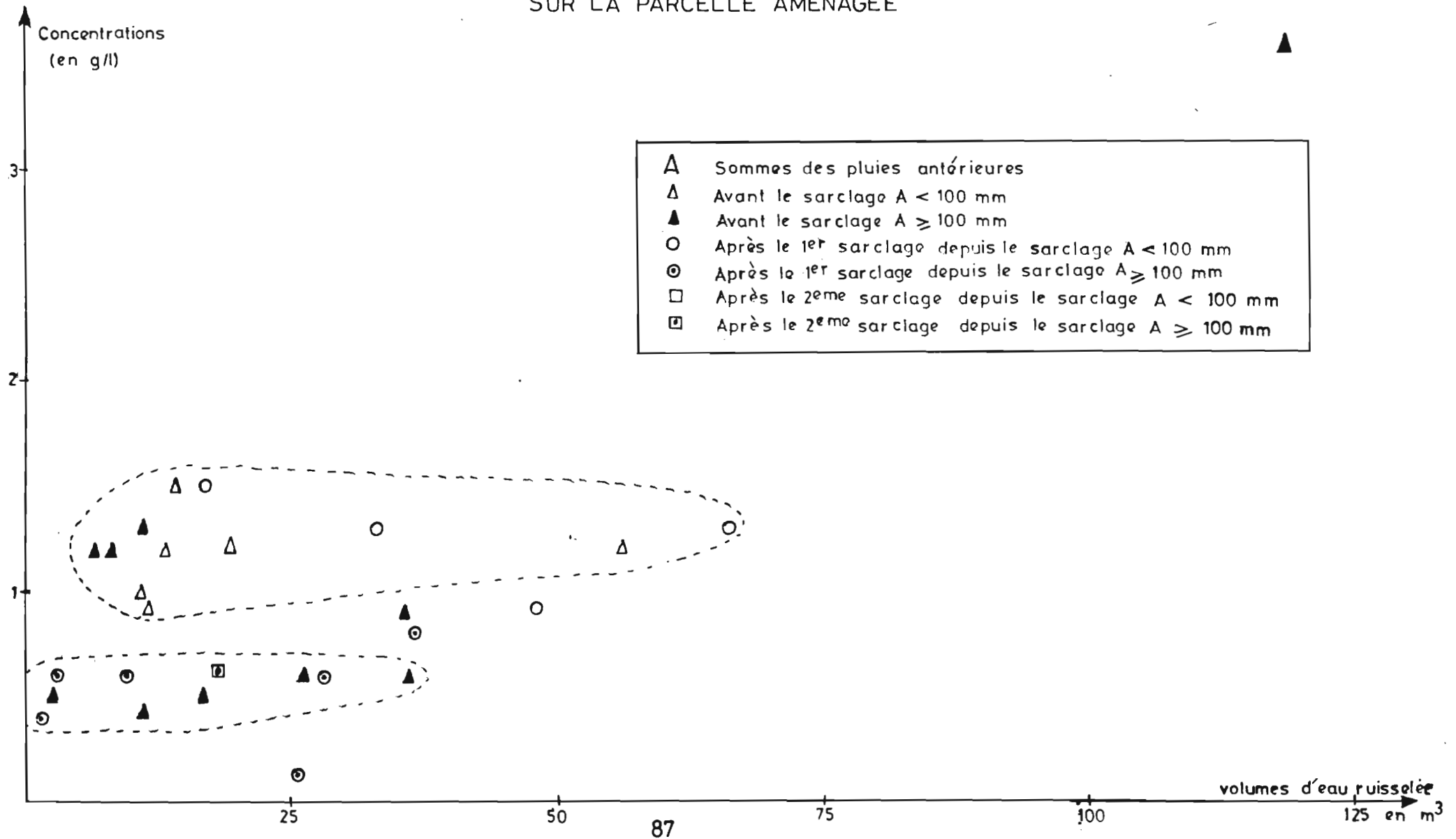


Tableau 14 : Concentrations moyennes des eaux ruisselées sur la parcelle aménagée

Dates	Hauteur de la pluie au sol en mm	Volume d'eau ruisselée en m3	Concentration moyenne en g/l
19/6/86	27,4	13,7	1,5
29/6/86	21,4	7,8	1,2
6/7/86	20,8	55,7	1,2
9/7/86	17,6	7,0	1,2
13/7/86	51,9	118,8	3,6
15/7/86	6,9	19,1	0,4
15/7/86	4,8		0,4
15/7/86	4,2		0,4
27/7/86	19,7	36,2	0,6
28/7/86	4,8	10,8	1,3
28/7/86	7,1	26,1	0,6
10/8/86	28,3	17,6	1,5
22/8/86	53,5	66,0	1,3
30/8/86	13,6	1,2	0,4
1/9/86	12,9	9,3	0,6
2/9/86	19,1	36,4	0,8
5/9/86	12,5	3,2	0,6
25/6/87	28,9	10,5	1,0
27/6/87	19,2	9,2	1,2
2/7/87	21,1	11,8	0,9
24/7/87	16,3	10,9	0,4
27/7/87	25,4	17,2	0,5
31/7/87	7,1	35,6	0,9
25/8/87	19,6	0,4	1,6
14/9/87	53,9		0,8
27/9/87	37,6	18,2	0,6
26/4/88	42,7		0,7
16/6/88	21,3	12,9	1,2
30/7/88	17,3	2,6	0,5
2/8/88	60,2	32,2	1,3
13/8/88	48,4	11,6	0,4
15/8/88	51,7	47,8	0,9
18/8/88	35,3	28,1	0,6
25/8/88	57	25,44	0,1

4.) Analyse de l'érosion observée sur la parcelle aménagée-labourée

Comme pour les deux autres parcelles, les concentrations moyennes des eaux mesurées à l'exutoire de la parcelle aménagée-labourée (tab. 15) ont été représentées en fonction des volumes ruisselés (fig. 24). Deux enseignements principaux se dégagent de cette figure :

- d'une part il ressort que les écoulements sont moins fréquents et moins importants sur la parcelle aménagée-labourée que sur les deux autres parcelles ;

- d'autre part, on retrouve le même regroupement de valeurs d'érosion : d'un côté les faibles valeurs, de l'autre les valeurs importantes.

Tout comme sur les deux autres parcelles, l'érosion est importante lorsque des pluies violentes tombent sur des sols dont la cohésion des particules terreuses du micro-horizon superficiel est faible. Cet état de surface favorable au développement de l'érosion se rencontre :

- en tout début d'hivernage lorsque la surface du sol est triturée par le gros bétail (boeufs),

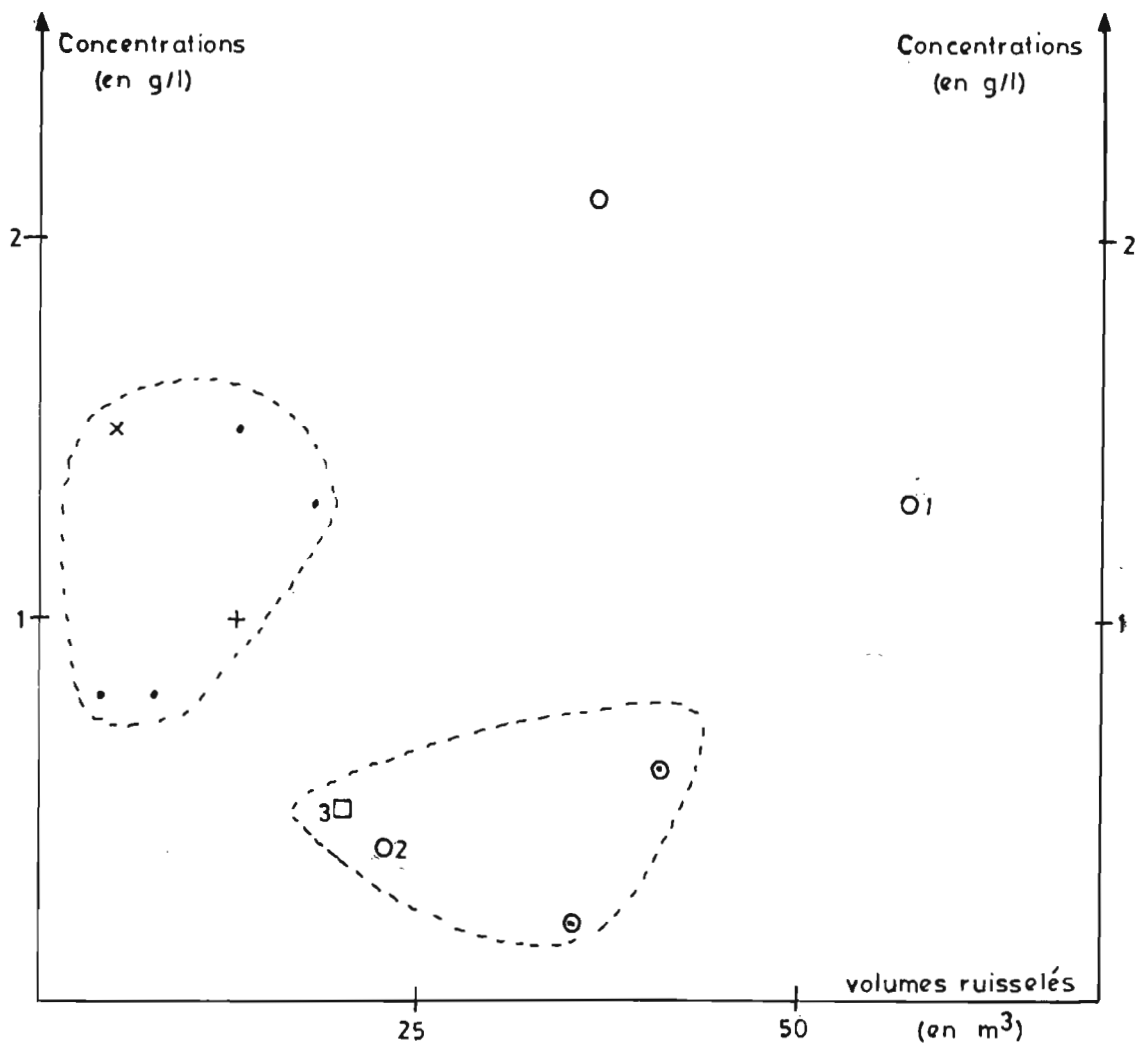
- après le labour, tant que le cumul des pluies ne vaut pas 100 mm : la concentration moyenne des eaux de crues atteint alors 1,5 g/l,

- après le premier sarclage, au moment où la somme des pluies tombées depuis le sarclage est inférieure à 100 mm : les concentrations se situent entre 1,3 et 2,1 g/l.

L'érosion est faible en cas de pluie sur sol à surface lisse, peu perméable, car recouverte d'une pellicule de battance. Cet état de surface défavorable à l'érosion se rencontre au moment où, après les interventions culturales, il est tombé un total de pluies supérieur à 100 mm.

REGION DE BIDI - PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO

Fig.24 LES CONCENTRATIONS MOYENNES DES EAUX EN FONCTION DES
VOLUMES RUISSELES SUR LA PARCELLE AMENAGEE-LABOUREE



- A Somme des pluies anterieures
- Avant le labour, $A < 100$ mm
 - Avant le labour, $A \geq 100$ mm
 - x Après le labour depuis le babour $A < 100$ mm
 - + Après le labour depuis le labour $A \geq 100$ mm
 - O Après le 1^{er} sarclage depuis le sarclage $A < 100$ mm
 - ⊙ Après le 1^{er} sarclage depuis le sarclage $A \geq 100$ mm
 - ◻ Après le 2^{eme} sarclage depuis le sarclage $A < 100$ mm
 - ⊠ Après le 2^{eme} sarclage depuis le sarclage $A \geq 100$ mm

Tableau 15 : Concentrations moyennes des eaux ruisselées sur la parcelle aménagée-labourée

Dates	Hauteur de la pluie au sol en mm	Volume d'eau ruisselée en m ³	Concentration moyenne en g/l
26/4/88	42,7	3,8	0,8
16/6/88	21,3	12,8	1,5
2/8/88	60,2	37,0	2,1
13/8/88	48,4	23,2	0,4
15/8/88	51,7	57,6	1,3
18/8/88	35,3	40,7	0,6
25/8/88	57	35,3	0,2
25/6/87	28,9	7,2	0,8
27/6/87	19,2	17,7	1,3
24/7/87	16,3	0,3	0,5
27/7/87	25,4	5,1	1,5
31/7/87	7,1	13,1	1,0
25/8/87	19,6	0,7	2,3
14/9/87	53,9		0,3
27/9/87	37,6	19,8	0,5

Il se produit alors une alternance de périodes de forte érosion et de périodes de faible érosion au cours de l'hivernage en liaison très étroite avec celle des états de surface à forte cohésion de particules et ceux caractérisés par les particules très "sarclées".

La réaction des parcelles vis-à-vis des précipitations est celle de tout milieu cultivé en zone sub-sahélienne. Outre les facteurs pluviométriques (intensité, agressivité, durée) et le couvert végétal, l'évolution du ruissellement et de l'érosion dépend de trois facteurs pédologiques évoluant en fonction de la somme des pluies tombées à la suite du sarclage :

- le coefficient de ruissellement maximal (a),
- l'intensité limite de ruissellement (Il),
- la capacité de stockage superficiel du sol en début de pluie (S)

Le sarclage butté des sols sableux des parcelles de cultures de Bidi crée une rugosité et une porosité qui augmente leur aptitude à infiltrer. Les pluies consécutives au sarclage travaillent à aplanir le micro-relief et à imperméabiliser le sol en développant une pellicule de battance. L'infiltration et l'érosion sont alors importantes tandis que le ruissellement est très réduit tant que la somme des pluies tombées est inférieure à 100 mm.

Dès que le cumul des pluies atteint 100 mm la transformation de la surface du sol, sous l'action des gouttes de pluies, limite considérablement l'infiltration, renforce la cohésion des particules du micro-horizon superficiel diminue l'érosion et facilite au contraire le ruissellement.

Lorsque la somme des pluies cumulées dépasse 200 mm l'effet du sarclage est pratiquement nul, le stade de développement atteint par la pellicule de battance est tel que le sol est favorable à un ruissellement maximum. En ce moment l'érosion est par contre minimum à cause de la forte cohésion des particules de terre.

Entre deux sarclages le ruissellement et l'érosion évoluent en sens inverse : lorsque le premier augmente la seconde diminue et vice-versa.

Chap. 7 - Interprétation des résultats

Chaque parcelle expérimentale est composée d'un impluvium-amont, d'une superficie cultivée et d'un dispositif de mesure de ruissellement en aval. L'impluvium-amont intègre des états de surface de sol qui, s'ils sont qualitativement les mêmes sur chacun des trois impluviums, diffèrent quant à leurs étendues respectives. Les ruissellements qui proviennent de ces impluviums et qui entrent sur les parties cultivées n'ont donc pas les mêmes importances sur les trois parcelles. Malgré cette petite différence, "la géométrie des parcelles" (forme et pente), les pluies qui y tombent et leur répartition au cours du temps, les méthodes de mesures, les sols et les techniques culturales étant les mêmes, il est possible de faire des comparaisons intéressantes entre les résultats de ruissellement, d'érosion et de production agricole de parcelle à parcelle.

I. L'effet des cordons pierreux

1.) L'effet des cordons pierreux sur le ruissellement

L'impact de l'aménagement en cordons pierreux s'exerce à des degrés divers sur l'infiltration de l'eau, aussi bien à l'échelle d'une saison pluvieuse, qu'à celle d'une averse.

1.1) A l'échelle des averses

Lorsque la combinaison de plusieurs facteurs tels que le hyétogramme d'une pluie, l'état de surface du sol, son état d'humectation et le taux de recouvrement végétal du sol sont favorables au déclenchement du ruissellement, celui-ci se produit avec une intensité variable. Sur la parcelle aménagée les cordons pierreux modifient les caractéristiques de ce ruissellement.

Cette influence des cordons pierreux sur les écoulements apparaît clairement lorsqu'on fait des comparaisons entre les hydrogrammes des parcelles témoin et aménagée. A titre d'exemple, nous avons retenu les crues du 15 août 1988 dont les hydrogrammes respectifs sont représentés en figure 25 ; la suppression de l'impluvium en 1988 tendant à

Fig. 25 HYDROGRAMMES DES CRUES DU 15 AOUT 1988

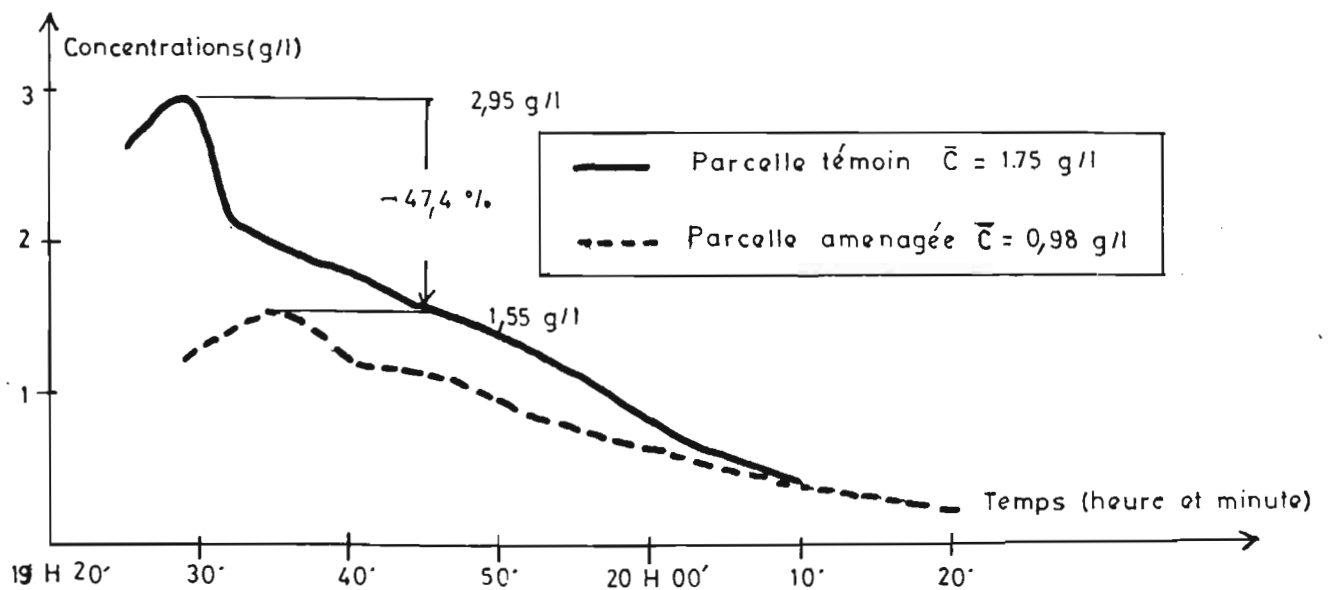
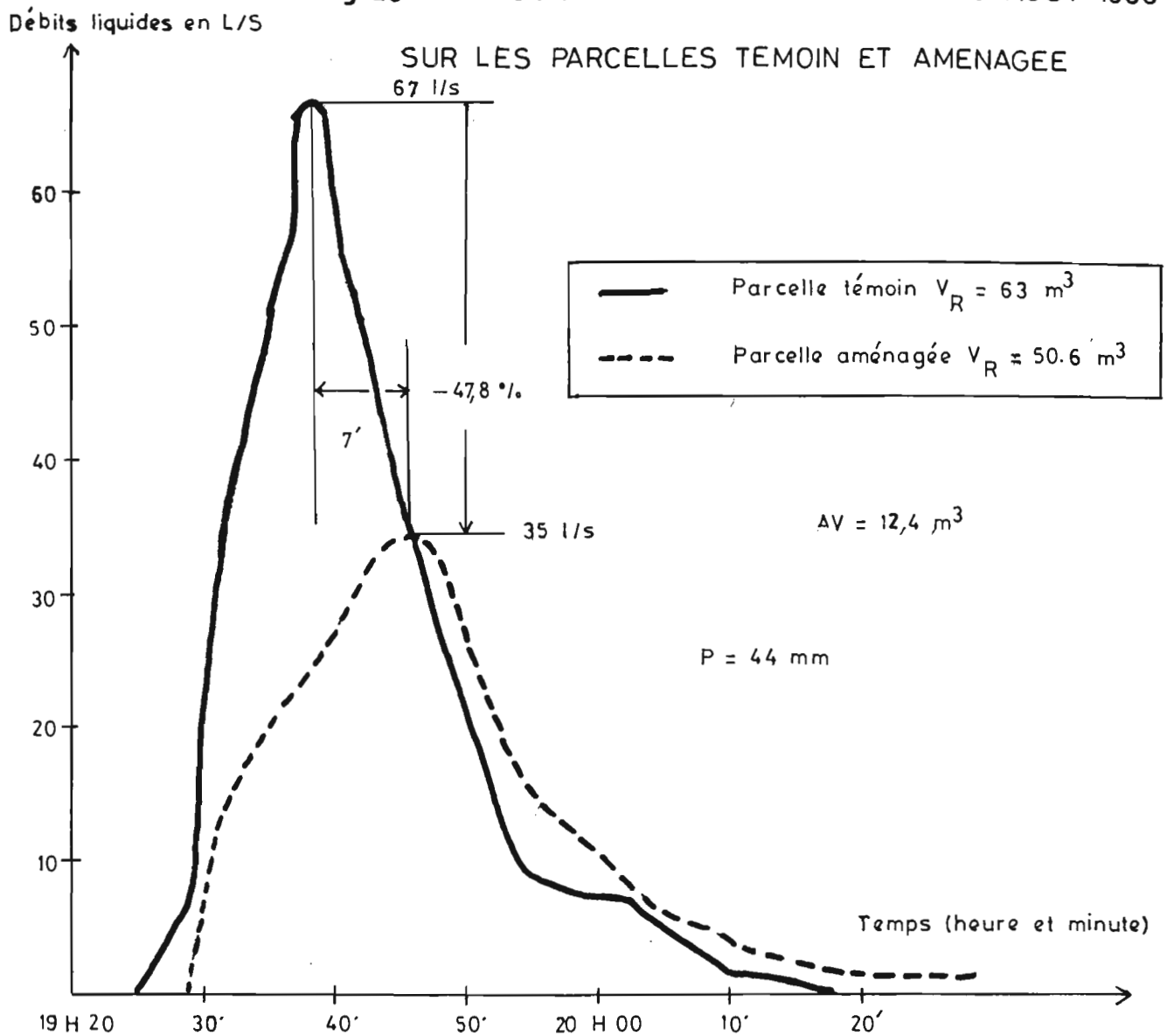
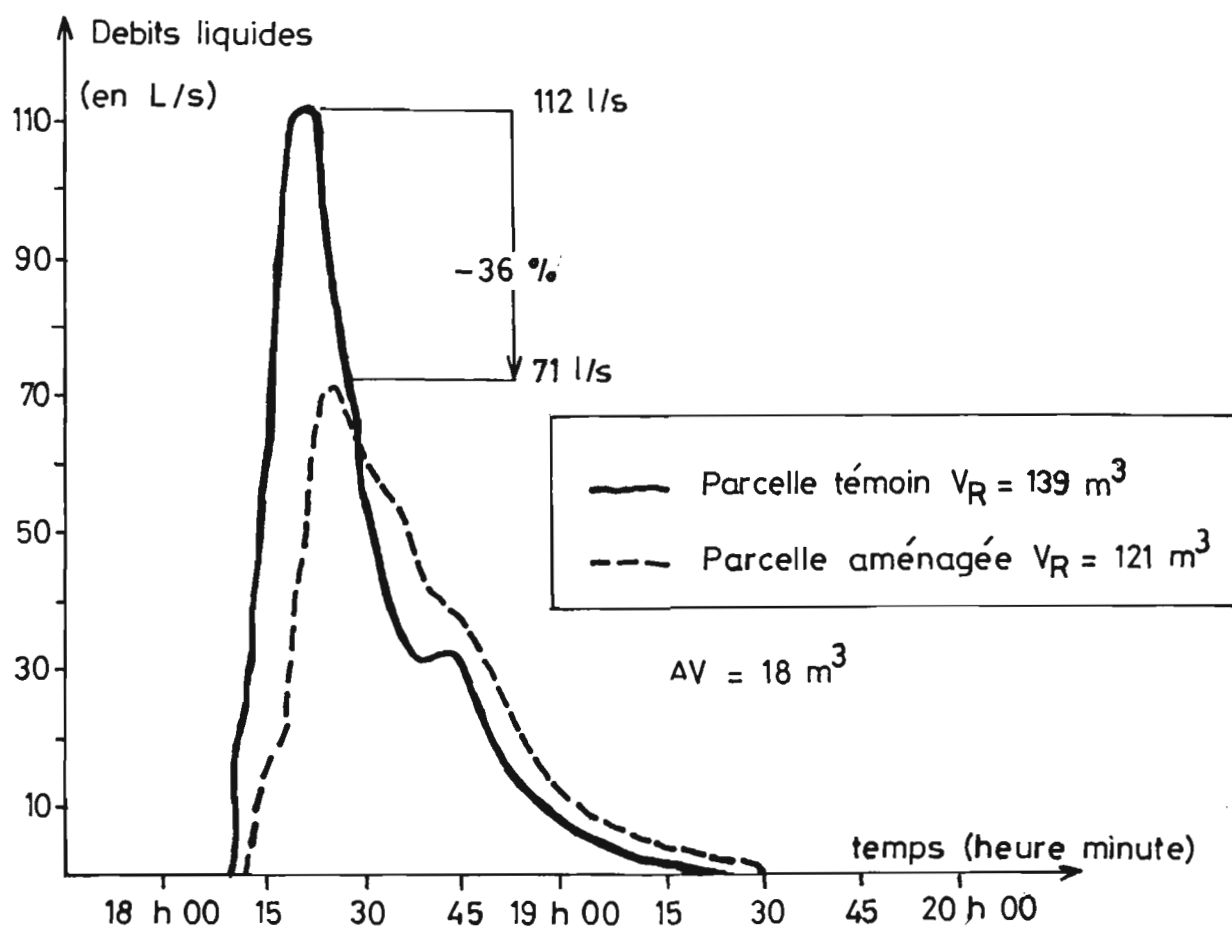


Fig. 28 TURBIDIGRAMMES DES CRUES DU 15 AOUT 1988

SUR LES PARCELLES TEMOIN ET AMENAGEE

REGION DE BIDI - PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO

Fig. 26 HYDROGRAMMES DES CRUES DU 13 JUILLET 1986
SUR LES PARCELLES TEMOIN ET AMENAGEE



augmenter la fiabilité de la comparaison. Cette pluie de 44 mm, dotée d'une intensité maximale sur 15 minutes de 70 mm/h, est tombée sur un sol humide (IK = 15) qui avait déjà reçu depuis le premier sarclage au total 148 mm de pluies cumulées. Dans ces conditions, le ruissellement est apparu sur les deux parcelles, mais nettement moins fort sur la parcelle aménagée. Le débit maximum de cette dernière (35 l/s) dépasse à peine la moitié de celui de la parcelle traditionnelle (67 l/s) tandis que le volume d'eau ruisselée est lui d'1/4 plus faible sur la parcelle témoin.

Même dans les conditions expérimentales d'avant 1988 (présence d'impluvium) l'effet des cordons pierreux sur le ruissellement est le même qu'en 1988. Les hydrogrammes comparés des crues du 13 juillet 1986 reproduits sur la figure 26 confirment bien les effets de l'aménagement tendant à diminuer le ruissellement. En effet, la pluie à l'origine de ces crues est une grosse averse de 52 mm et d'une intensité maximale sur 15 minutes de 82 mm/h, tombant sur un sol plutôt sec (IK = 3) ayant reçu en tout 112 mm d'eau depuis le début de la saison. Les mesures hydrologiques effectuées présentent une différence de pointe de débits de 36 % et de volume total d'eau ruisselée de 13 % toutes deux en faveur de la parcelle aménagée.

A l'observation de ces deux figures il ressort que les cordons pierreux agissent en :

- * réduisant la vitesse de l'écoulement, ce qui diminue les possibilités de transports de la crue ;

- * diminuant également le volume d'eau ruisselée, d'où un gain en eau pour le sol et les cultures ;

- * retardant l'occurrence :

- du début du ruissellement
- de la pointe des crues
- de la fin des écoulements.

Il en résulte une déformation de l'hydrogramme de la crue de la parcelle aménagée par rapport à celle de la parcelle témoin : les pentes sont moins fortes.

Pour des raisons diverses, dont la principale reste le fait que l'impluvium de la parcelle témoin ruisselle nettement moins que celui de la parcelle aménagée, le volume d'eau ruisselée sur cette dernière parcelle n'est pas toujours inférieur à celui enregistré sur la parcelle témoin. Cela apparaît lorsqu'on effectue des comparaisons de ruissellement sur les deux parcelles à l'échelle de la saison humide.

1.2) Au cours d'une saison des pluies

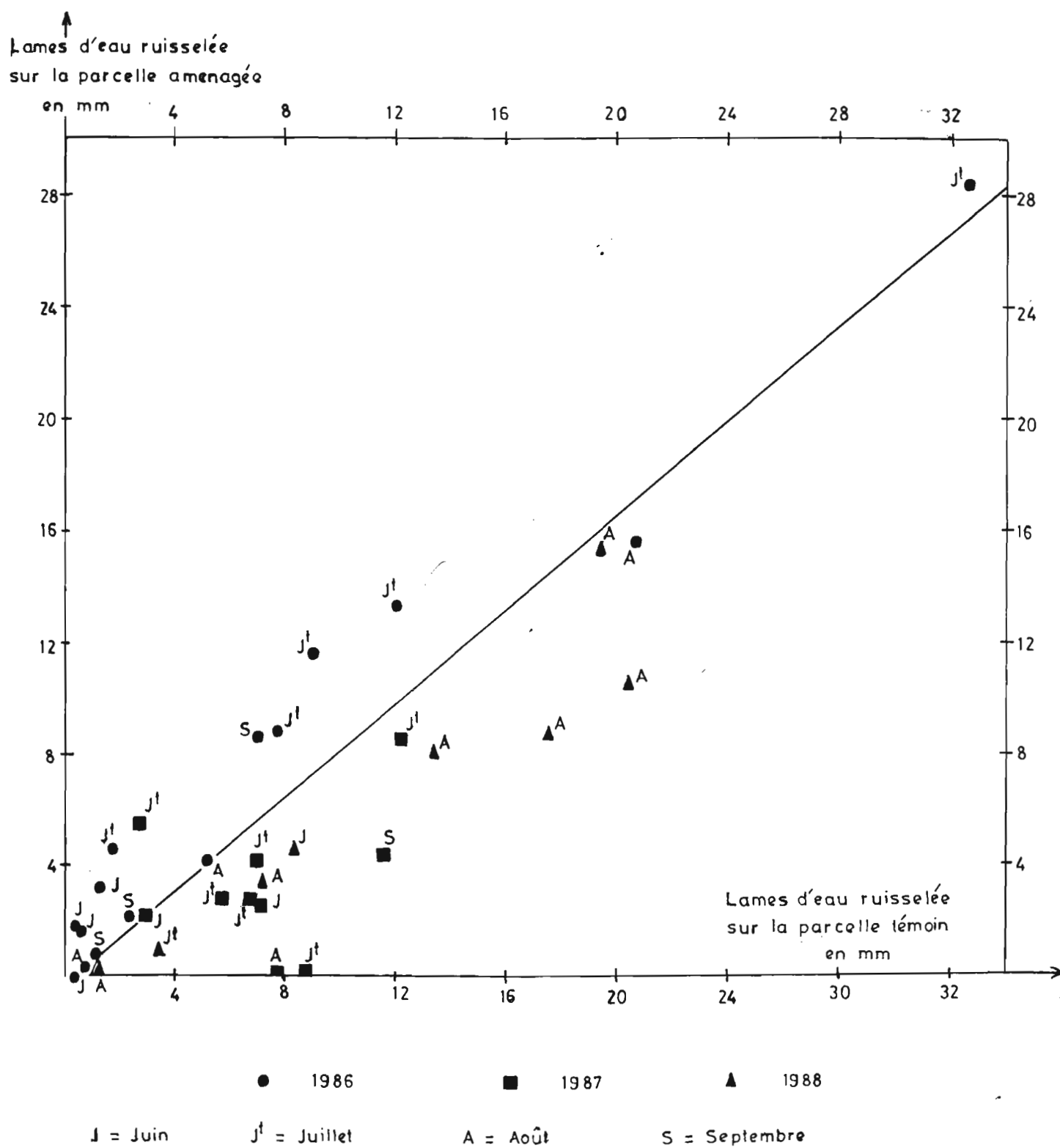
L'importance du ruissellement sur les parcelles est fonction, nous l'avons vu dans le chapitre précédent, de l'état de surface du sol. Lorsque la surface du sol est rugueuse et perméable elle s'oppose au ruissellement et facilite l'infiltration des eaux. Par contre, lorsqu'elle est recouverte d'une pellicule de battance lisse (après 200 mm de pluies notamment), elle limite beaucoup l'infiltration et augmente l'aptitude de la parcelle à ruisseler. L'état de surface du sol est très évolutif sur les parcelles de culture à cause de l'effet alterné des séries de pluies et des pratiques périodiques de sarclage. Au cours de la saison pluvieuse on distingue, de ce fait, des périodes de forte aptitude au ruissellement des parcelles et des périodes de faible aptitude.

Les valeurs de ruissellement mesurées de 1986 à 1988 aux exutoires respectifs de la parcelle témoin et de la parcelle aménagée sont croisées sur la figure 27. Cette figure montre, d'une part que, d'une manière générale, les ruissellements apparaissant simultanément sur les deux parcelles sont plus importants sur la parcelle témoin que sur la parcelle aménagée. D'autre part, elle indique que la différence de volumes ruisselés varie énormément. Cette variation très forte s'explique par la coïncidence de fortes pluies avec des aptitudes au ruissellement élevées des sols des parcelles cultivées. C'est probablement une telle coïncidence (juillet 1986), ajoutée au fait que l'impluvium de la parcelle aménagée a fourni une quantité d'eau de 11 % supérieure à celle produite par l'impluvium de la parcelle témoin qui justifie l'égalité des volumes écoulés sur les deux parcelles 1986.

REGION DE BIDI - PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO

Fig.27 LAMES D'EAU RUISSELEE

SUR LES PARCELLES TEMOIN ET AMENAGEE



En effet, l'aval de l'impluvium de la parcelle témoin est recouvert d'un dépôt sableux d'origine éolienne qui absorbe une bonne partie des eaux provenant des zones amont.

La supériorité des écoulements sur la parcelle témoin s'explique certainement par la présence des cordons pierreux sur la parcelle aménagée. Ceux-ci, en arrêtant momentanément les eaux qui arrivent, favorisent une meilleure infiltration sur la parcelle où ils se trouvent. Il en résulte une augmentation des pluies d'imbibition, de la capacité de stockage superficiel du sol et une diminution de l'aptitude au ruissellement de la parcelle. C'est ce qui explique la moindre importance des écoulements superficiels sur cette parcelle.

2.) L'effet des cordons pierreux sur l'érosion

L'effet des cordons pierreux sur l'érosion peut être facilement mis en évidence en comparant l'importance des pertes en terre observées sur les parcelles témoin et aménagée. Cette comparaison peut se faire aussi bien à l'échelle de la saison des pluies qu'à celle d'une averse.

2.1) A l'échelle d'une averse

Lorsqu'il pleut sur les parcelles, les premières gouttes de pluies qui s'abattent sur le sol arrachent les particules de terre par effet "Splash". Ces particules, piégées dans un premier temps dans les flaques d'eau se formant pendant la phase d'imbibition du sol, sont ensuite emportées par la première lame d'eau qui va s'écouler. Au fur et à mesure que tombe la pluie, la pellicule de battance qui se forme augmente la cohésion des particules et réduit ainsi progressivement l'érosion. C'est, semble-t-il ce qui explique l'apparition des pointes des débits solides le plus souvent en début d'écoulement, en tout cas, avant celles des débits liquides (MIETTON M., 1988).

L'eau chargée de particules de terre s'accumule à l'amont des cordons pierreux où elle forme une nappe plus ou moins large (4 à 6 m), en même temps qu'elle se faufile lentement à travers les blocs de cailloux, avant de rejoindre par ruissellement diffus le

prochain cordon pierreux aval. Elle emporte avec elle les éléments fins et les particules grossières arrachées des sols. A l'occasion de chaque arrêt momentané de l'eau à l'amont d'un cordon pierreux, une partie des matériaux transportés par elle, se dépose par décantation. La moindre importance de l'érosion sur la parcelle aménagée est donc due à cet "atterrissement" des matériaux à l'amont des cordons pierreux pendant le temps que dure la stagnation temporaire des eaux d'écoulement.

Pour illustrer l'action des cordons pierreux sur l'érosion à l'échelle d'une crue, nous avons représenté sur la figure 28 les turbidigrammes des crues de l'averse du 15 août 1988 sur les parcelles aménagée et témoin. Les facteurs qui ont engendré cette érosion ont déjà été décrits en page 95. Cette figure montre que les "pointes" des concentrations sont moins élevées sur la parcelle aménagée (de 47 % en 1988). Il en est de même de l'érosion globale : le poids total de terre érodée, celui déposé en amont de la fosse, tout comme celui des éléments piégés dans celle-ci, sont plus faibles respectivement de 65 %, 93 % et 79 % que ceux mesurés à l'aval de la parcelle témoin. En outre, on observe les mêmes décalages dans le temps des différents paramètres caractéristiques des écoulements solides que ceux constatés pour le ruissellement. En effet, le délai d'apparition du "pic" des concentrations, entre autres éléments, est plus long sur la parcelle aménagée. Cela se répercute sur la forme des turbidigrammes de la parcelle aménagée dont l'aspect étalé est plus frappant.

2.2) Au cours de la saison des pluies

L'effet de l'aménagement sur l'érosion à l'échelle de la saison pluvieuse est en fait le cumul des effets unitaires constatés lors de chacune des pluies érosives de l'année. Même exceptionnellement si à l'occasion de certaines pluies comme celle du 19/6/1986 (21,7 kg/ha de terre érodée sur la parcelle témoin contre 54 kg/ha sur la parcelle aménagée), on mesure une érosion plus importante sur la parcelle aménagée que sur la parcelle témoin. Tout compte fait, en fin de saison des pluies, l'érosion enregistrée sur la parcelle aménagée est plus faible que celle observée sur la parcelle témoin.

La figure 29 sur laquelle nous avons comparé pour chaque crue de l'année 1988 les poids de terre érodée sur la parcelle témoin (tab 10) à ceux enlevés de la parcelle

REGION DE BIDI - PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO

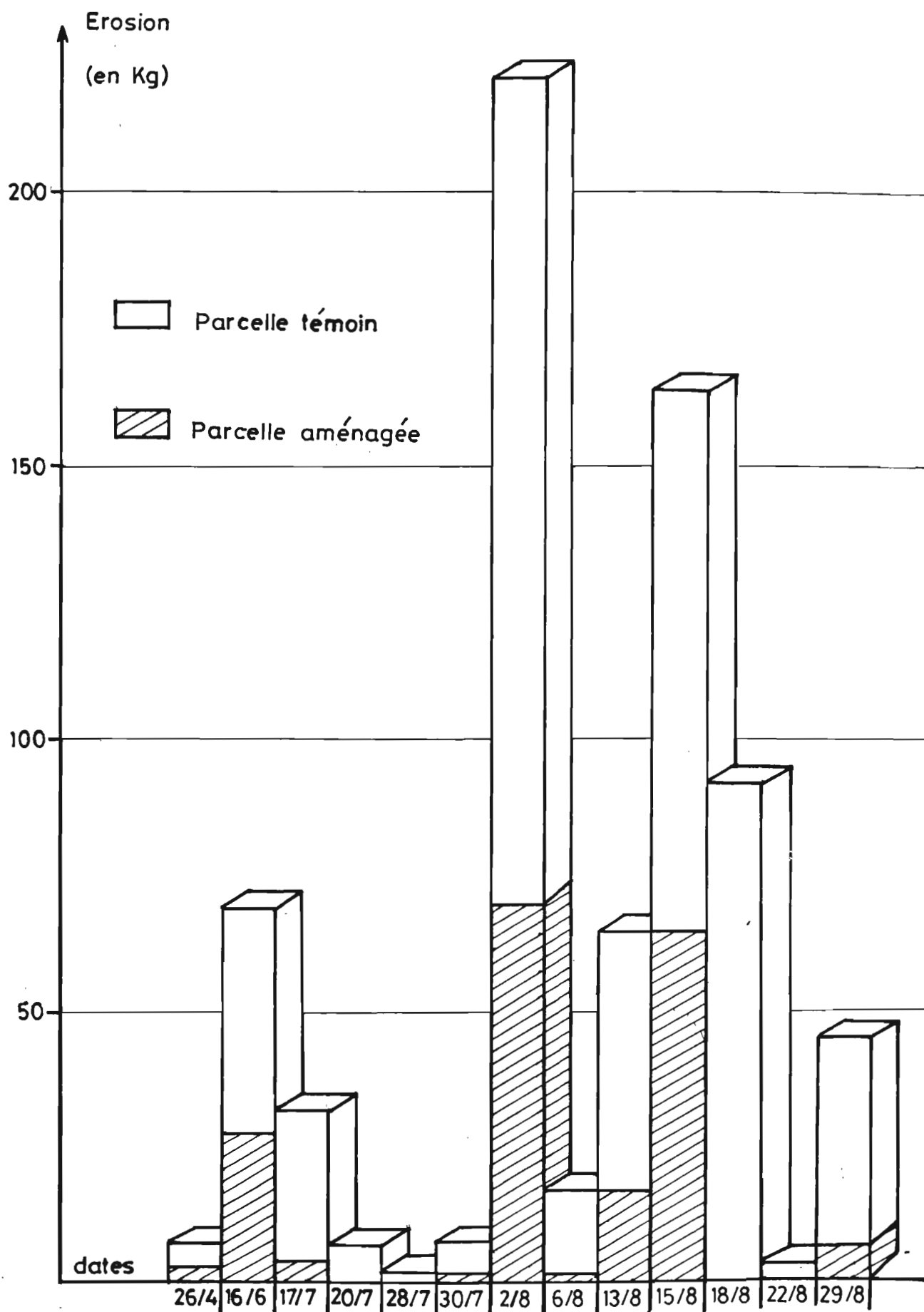


Fig. 29 EROSION SUR LES PARCELLES TEMOIN ET AMENAGEE EN 1988

aménagée (tab 10) en est une illustration. Il apparaît qu'au cours de chaque pluie individuellement considérée l'érosion a été moins importante sur la parcelle bénéficiaire de l'aménagement que sur la parcelle traditionnelle.

Comme pour le ruissellement, l'impact des cordons pierreux a diminué l'importance (variable) de l'érosion. En effet, les poids de terre érodée chaque année est fonction du nombre de grosses averses ayant coïncidé avec des états de surface de sol favorables à l'érosion. En 1986, l'efficacité de l'aménagement à lutter contre l'érosion a été relativement moindre comparée à celle des autres années : seulement 30 % de la quantité de terre enlevée de la parcelle témoin a été maintenue sur la parcelle aménagée contre 68 % et 67 % respectivement en 1987 et 1988.

En somme, à l'échelle de l'averse, les cordons pierreux ont pour effet de :

- diminuer les débits liquides et donc la capacité de transports des eaux d'écoulement par "écrêtage des crues" ;
- favoriser l'infiltration des eaux, l'atterrissement et le piégeage des particules solides en amont des cordons pierreux.

A l'échelle de la saison des pluies, ils favorisent une meilleure alimentation hydrique des cultures tout en réduisant les pertes en terre. Ce qui n'est pas sans effet sur la production agricole.

3.) L'effet des cordons pierreux sur la production agricole

Les résultats des estimations de rendement faites sur les parcelles agronomiques sont présentés sur le tableau 16. Ils permettent d'établir des relations entre les productions de matière sèche et de grain (par mètre carré) de la parcelle témoin et celles de la parcelle aménagée.

Pour mémoire, les parcelles expérimentales bénéficient du même traitement technique que les champs de brousse de Bidi : semis en lignes⁶ parallèles aux cordons pierreux, deux sarclages buttés. En 1986, l'ensemencement des parcelles s'est fait le 8 juillet, le premier sarclage est intervenu du 02 au 07 août, tandis que le second s'est déroulé du 05 au 06 septembre. En 1987, les semis ont été réalisés un peu plus tôt : les 28 et 29 juin, le premier sarclage a duré 8 jours (du 31/07 au 7/08), le second est lui survenu un mois plus tard et s'est étalé sur une semaine : du 07 au 13 septembre.

Tableau n°16 Les productions de matière sèche et de grain par mètre-carré en 1986 et 1987.

1986		Parcelle témoin	Parcelle aménagée
haut	matière sèche (g/m ²)	280 ± 37	315,3 ± 54,7
	grain (g/m ²)	29,4 ± 12	47,1 ± 13,6
bas	matière sèche (g/m ²)	207,9 ± 29,4	281,6 ± 43,8
	grain (g/m ²)	17,6 ± 1,3	33,0 ± 8,6
1987		Parcelle témoin	Parcelle aménagée
haut	matière sèche (g/m ²)	196,5 ± 28,5	236 ± 29,7
	grain (g/m ²)	38,3 ± 5,1	48,5 ± 7,0
bas	matière sèche (g/m ²)	157,3 ± 5,1	229,7 ± 57
	grain (g/m ²)	30,85 ± 5,3	40,2 ± 8,6

Source : LAMACHERE J.M., SERPANTIE G. (1988)

Les zones hautes des parcelles (bande de 40 m située à mi-pente) ont un meilleur rendement que les zones basses, aussi bien en ce qui concerne la matière sèche que les grains. Cette tendance suit fidèlement les volumes d'eau supplémentaires fournis par l'impluvium aux parcelles : ceux-ci profitent beaucoup plus aux zones hautes qu'aux zones basses. Par ailleurs, le tableau 16 montre qu'en 1986 et 1987 l'aménagement en cordons pierreux isohypses a permis une augmentation de 10 à 20 % de la production de matière sèche et de 30 à 60 % de celle en grain en haut de parcelles. D'autre part, l'augmentation a été plus forte en bas de parcelle où la production de matière s'est accrue de 30 à 60 %

6. Les poquets espacés de 50 à 60 cm sont placés sur des lignes distantes de 50 cm.

tandis que celle en grain a été plus élevée de 30 à 90 % (LAMACHERE, J.M. et SERPANTIE G., 1988).

II. L'effet du labour

L'effet du labour sur le ruissellement et l'érosion peut-être mis en relief en comparant le développement de ces deux phénomènes sur les deux parcelles aménagées.

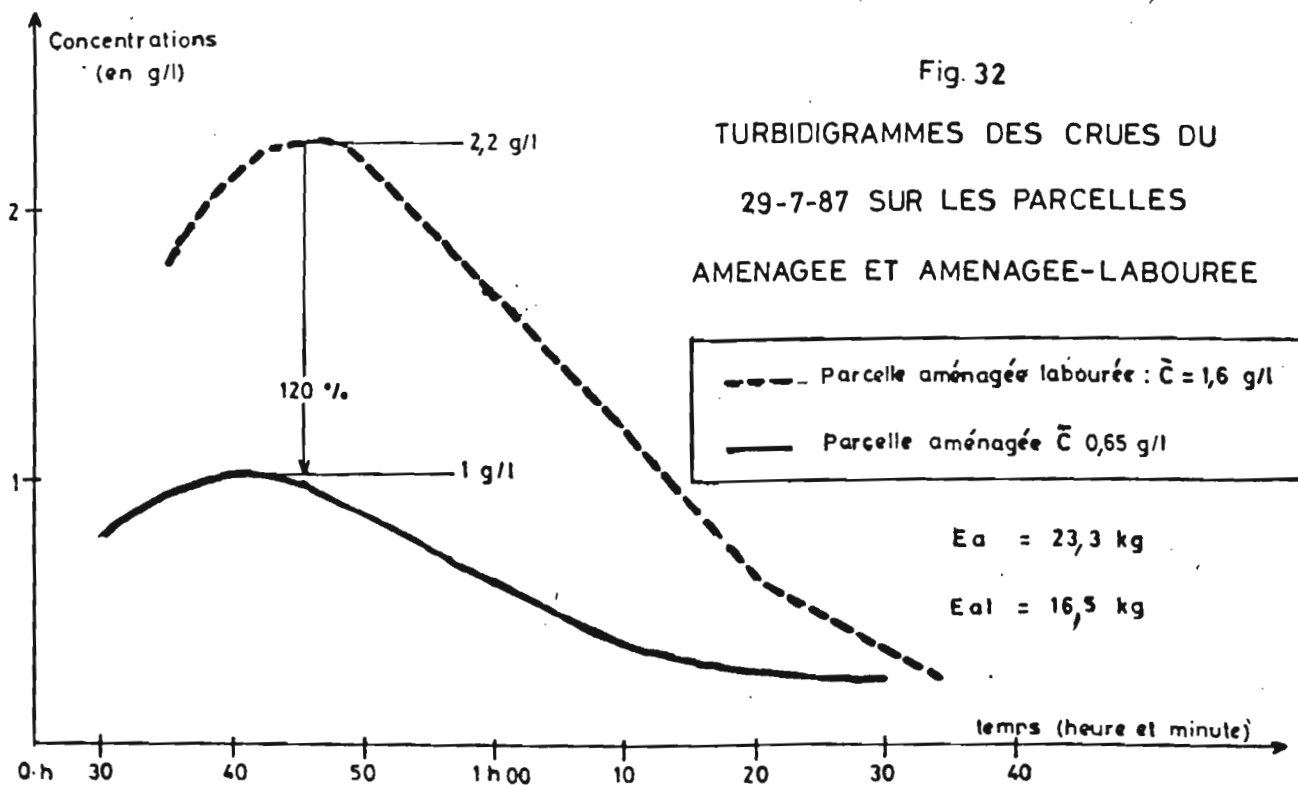
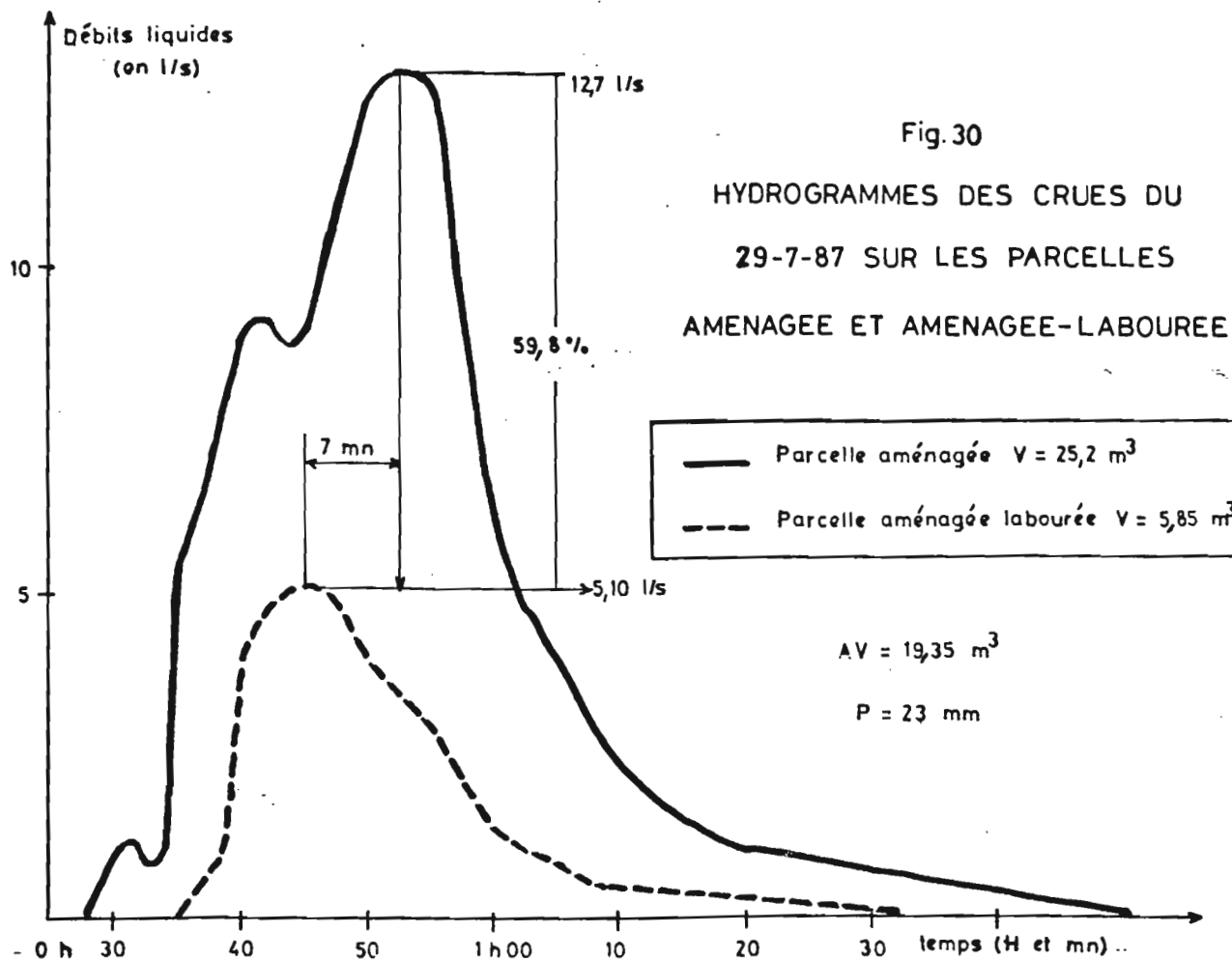
1.) L'effet du labour sur le ruissellement

1.1) A l'échelle des averses

Le labour dont bénéficie la parcelle d'extrême droite du champ expérimental chaque année à la fin du mois de juin, est destiné tout naturellement à ameublir le sol sur une certaine profondeur. Après la réalisation de cette opération culturale la pellicule de battance qui s'était développée depuis le début des pluies se trouve détruite. Le sol devenu très perméable, à cause de l'importance de la macro-porosité, est doté d'une plus grande aptitude à l'infiltration comparativement à celui de la parcelle simplement aménagée ; pour une certaine durée. Le ruissellement est donc moins important en début de saison sur la parcelle aménagée-labourée que sur la parcelle simplement équipée en cordons pierreux comme le témoigne la figure 30. Sur cette dernière ont été superposés les hydrogrammes des crues du 29 juillet 1987 sur les deux parcelles. Elles sont survenues à l'occasion d'une pluie de 32 mm de hauteur et 40 mm/h d'intensité tombée sur un sol humide ($IK = 11,6$), mais couvert d'une faible pellicule de battance (somme des pluies antérieures = 80 mm). Une comparaison entre les deux hydrogrammes montre un débit maximum et un volume d'eau ruisselée plus faible respectivement de 60 % et 77 % sur la parcelle labourée.

En outre, le moment du déclenchement du ruissellement et celui de l'apparition du maximum des débits observés sur la parcelle aménagée-labourée sont déphasés par rapport à ceux de la parcelle aménagée. Ce qui s'explique par une différence de capacité d'infiltration des deux parcelles due au labour. En effet la parcelle aménagée-labourée

REGION DE BIDI — PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO



infiltrer nettement mieux que la parcelle aménagée, pendant les premiers moments qui suivent la réalisation du labour (cf. chap. 6).

1.2) Au cours de la saison des pluies

Sur la figure 31 sont croisées les lames d'eau ruisselées sur la parcelle aménagée non labourée avec celles qui ont été observées sur la parcelle simplement aménagée.

Les écoulements mesurés à l'exutoire de la parcelle aménagée-labourée sont supérieurs à ceux qui apparaissent sur la parcelle aménagée-non labourée. Cette situation s'observe principalement lors des grosses pluies. En 1988, avant le labour, le total des volumes d'eau ruisselée sur la première dépasse de 12 % celui enregistré sur la seconde. A la suite des deux sarclages, la différence entre les volumes ruisselés sur les deux parcelles est de 24 % et est en faveur de la parcelle labourée.

Pendant la période qui suit le labour et qui précède le premier sarclage (de la fin juin à la fin juillet) la situation s'inverse : la relation avec la parcelle aménagée non labourée s'établit avec un fort déficit de ruissellement sur la parcelle labourée, donc un gain important d'infiltration. En 1987, année dont le mois de juillet (période post-labour) a connu une grande pluviosité, les écoulements ont été cinq fois plus importants sur la parcelle simplement aménagée.

Le labour a donc pour effet de réduire les pertes en eau en favorisant l'infiltration des eaux en début de saison des pluies.

2.) L'effet du labour sur l'érosion

2.1) A l'échelle des averses

Si le labour présente l'avantage certain de mettre plus d'eau à la disposition des cultures, grâce à l'infiltration importante qu'il favorise, il a l'inconvénient de faciliter le détachement par l'effet splash des particules terreuses dont elle a détruit la cohésion.

REGION DE BIDI - PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO

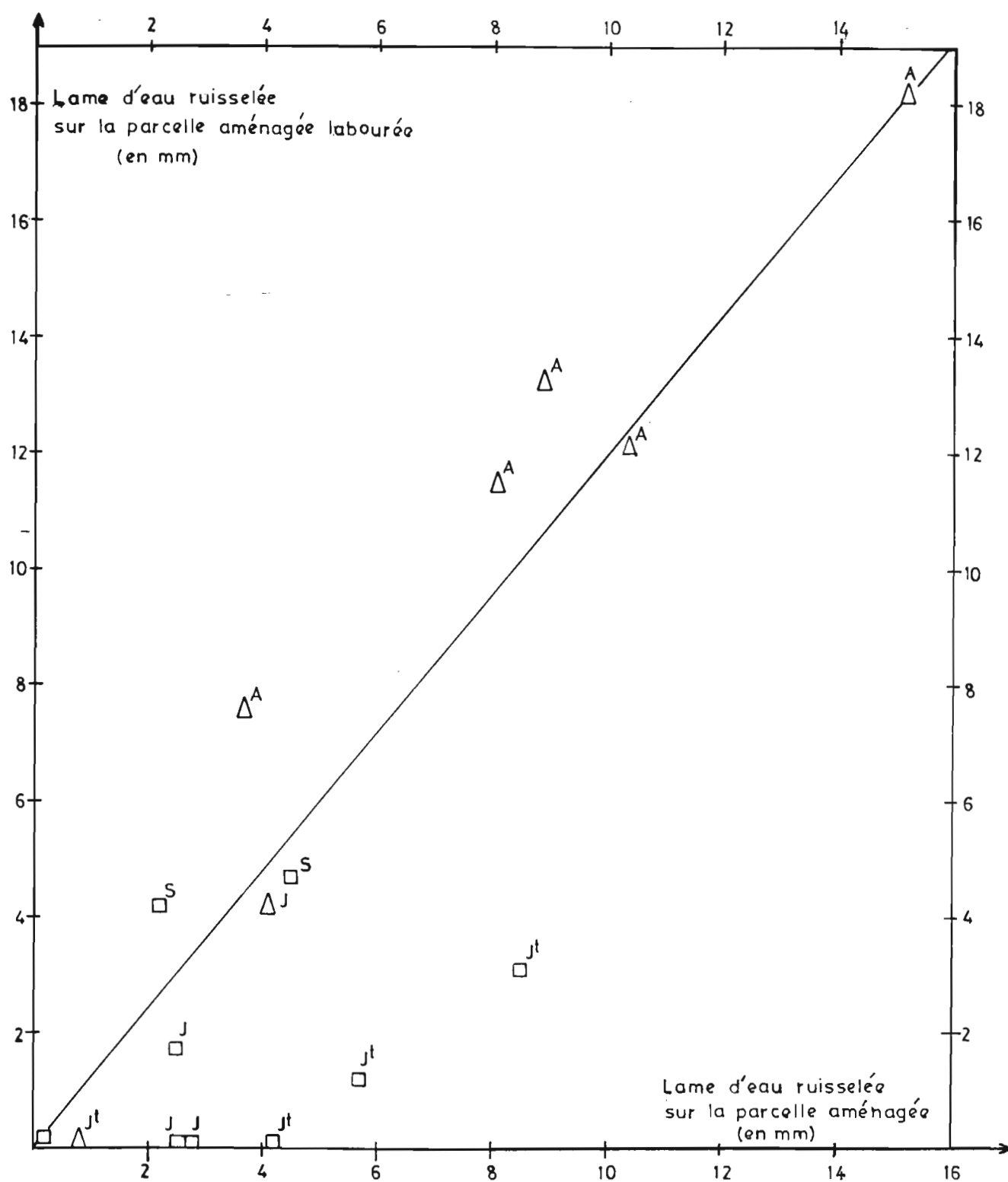


Fig. 31 LAMES D'EAU RUISSELEES SUR LES PARCELLES AMENAGEE ET AMENAGEE-LABOUREE

□ = 1987

△ = 1988

J = Juin

J^t = Juillet

A = Août

S = Septembre

La figure 32 qui met en comparaison les turbidigrammes des crues du 29 juillet 1987 sur les parcelles non labourée et aménagée-labourée montre cette influence du labour sur l'érosion. Lors de l'averse qui a provoqué ces crues, les valeurs maximales atteintes par les concentrations sont de deux fois plus élevées sur la parcelle (2,2 g) que sur la parcelle aménagée non labourée (1 g/l). Seule la relative grande aptitude à l'infiltration du sol de la parcelle labourée à cette date-là a limité considérablement les écoulements (liquide et solide). Ainsi à la fin de la pluie les mesures d'érosion ont donné 16,5 kg de perte de terre sur la parcelle labourée contre 23,3 kg sur la parcelle aménagée non labourée. Par ailleurs, comme on pouvait s'y attendre, la forme du turbidigramme de la parcelle labourée se trouve modifiée : les pentes sont plus fortes, ce qui donne une forme d'ensemble plus "ramassée" et plus élancée.

2.2) Au cours d'une saison des pluies

Le labour, en créant un état de surface de sol particulièrement rugueux sur la parcelle, y limite considérablement (temporairement) non seulement le ruissellement, mais aussi l'érosion, malgré la détachabilité très accrue des particules de terre qu'elle provoque en même temps. La figure 33 où sont comparés les poids de terre érodée des deux parcelles aménagées de 1988 (tableau 10) illustre parfaitement cet effet du labour. Lorsqu'on met en relation les pertes physiques de terre et celles des eaux enregistrées cette année-là sur ces deux dernières parcelles, on s'aperçoit que les premières suivent très fidèlement les seconds.

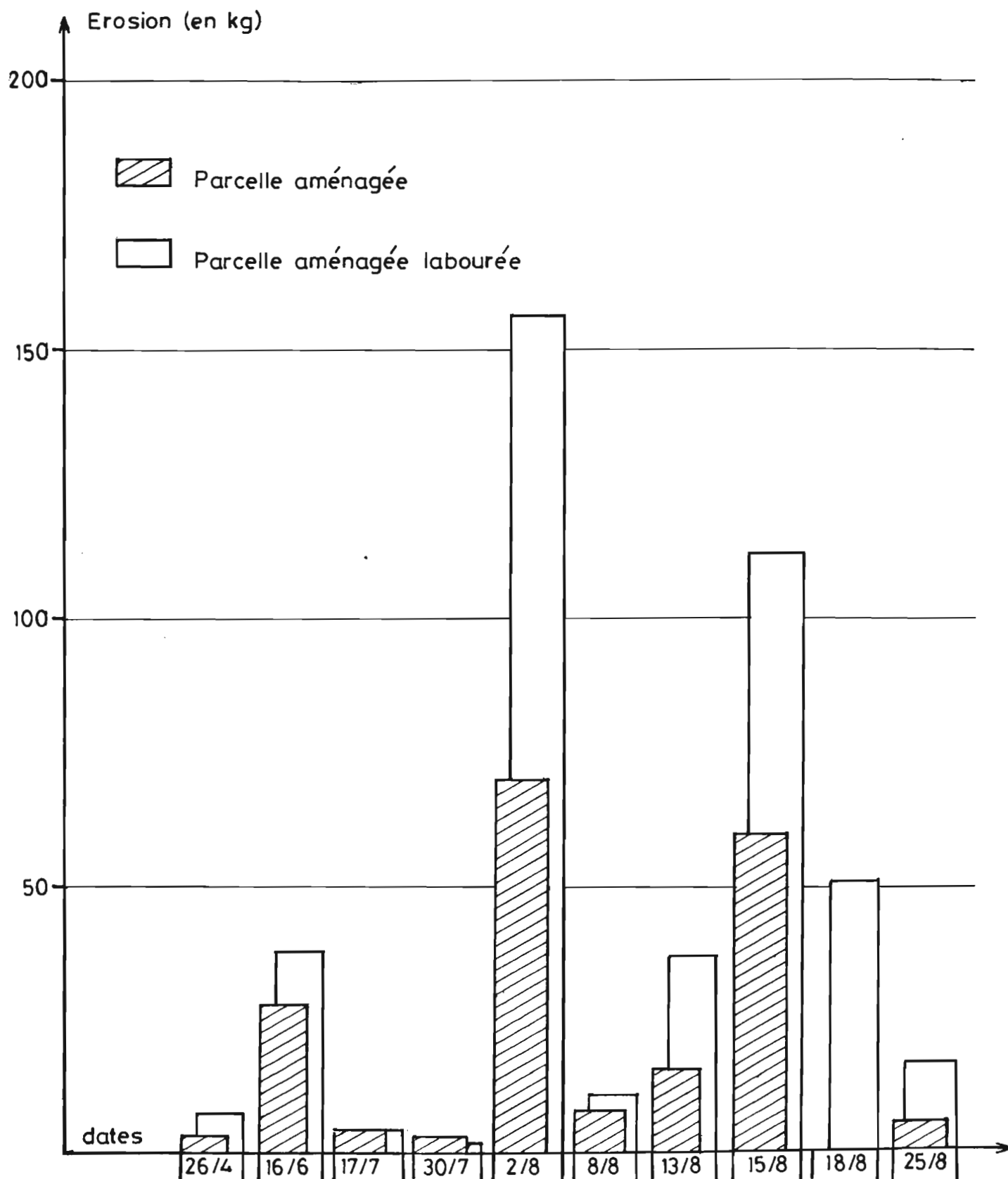
Tout comme les volumes d'eau écoulée avant le labour, les quantités de matériaux exportés de la parcelle labourée sont plus importantes avec un écart relatif de l'ordre de 44 %. Dans la période qui suit le sarclage s'observe toujours la supériorité de l'érosion mesurée sur la parcelle labourée. En 1988 ce phénomène a été deux fois plus important sur la parcelle labourée que sur celle qui est simplement aménagée.

Il apparaît par ailleurs que les pertes de terre sont par contre quatre fois moindre sur la parcelle aménagée-labourée pendant le mois de juillet qui correspond à la période post-labour. Il convient toutefois de signaler que la différence très marquée entre l'importance

REGION DE BIDI - PARCELLES AGRONOMIQUES DE SAMNIWEOGO

Fig: 33 EROSION MESUREE SUR LES PARCELLES

AMENAGEE ET AMENAGEE LABOUREE EN 1988



de l'érosion des parcelles aménagées au cours de cette année s'explique en partie par l'extrême rareté et la faiblesse des ruissellements.

Le labour avant semis a donc pour effet de réduire considérablement l'importance de l'érosion en début de campagne pluvieuse. Cela est d'autant plus important à Bidi qu'à cette période de la campagne agricole le sol est pratiquement nu, le mil n'ayant pas encore atteint un stade de développement suffisant pour couvrir efficacement le sol. Il contribue donc à la satisfaction des besoins hydriques des cultures.

3.) L'effet du labour sur la production agricole

Les productions de grain et de matières sèches des deux parcelles aménagées de l'année 1987 sont consignées sur le tableau 17

Tableau n° 17 : Les productions de matières sèches et de grain par zone, des parcelles aménagées en 1987.

		Parcelle témoin	Parcelle aménagée
haut	matière sèche (g/m ²)	236 ± 29,7	376,4 ± 47
	grain (g/m ²)	48,5 ± 7,0	80,8 ± 11,3
bas	matière sèche (g/m ²)	229,7 ± 57	251 ± 26
	grain (g/m ²)	40,2 ± 8,6	55 ± 6,4

Source : LAMACHERE J.M. et SERPANTIE G. 1988.

En 1987, la pluviométrie irrégulière dans le temps et moins abondante qu'en 1986 a permis un rendement inégal entre le haut et le bas des parcelles. De la comparaison des productions de grain et de matières sèches de la partie haute de la parcelle labourée, avec celles de la même partie de la parcelle simplement aménagée ressort une nette supériorité des produits de la première parcelle ; de l'ordre de 60 à 70 % pour les grains et de 50 à 60 % pour les matières sèches. On constate un accroissement plus faible des rendements du bas des parcelles comparativement à celui observé sur leur partie haute. Il existe une différence de 40 % et de 10 à 20 % à la faveur respectivement de la production de grain et de celle des matières sèches du bas de la parcelle labourée.

III. L'effet de l'impluvium

L'impluvium, situé en amont des parcelles agronomiques, intègre des états de surfaces de même nature mais d'étendues respectives différentes d'une parcelle à l'autre. Les ruissellements arrivant sur les zones cultivées des parcelles lors des pluies ne sont donc pas égaux pour toutes les parcelles. Les différents volumes ruisselés à l'occasion de chaque pluie ont été évalués par LAMACHERE à partir des formules hydrodynamiques établies par ALBERGEL ET CHEVALIER grâce à des expériences de simulation de pluies sur des états de surfaces analogues à ceux se trouvant sur l'impluvium des parcelles expérimentales de Samniwéogo. Dans quelles mesures cet apport d'eau supplémentaire influence-t-il les phénomènes de ruissellement et d'érosion ?

1.) L'effet de l'impluvium sur le ruissellement

1.1) A l'échelle des averses

Lorsqu'il pleut, en raison du caractère général peu perméable de la surface de l'impluvium, le ruissellement apparaît beaucoup plus tôt que sur la portion cultivée des parcelles (sur certains états de surfaces l'intensité limite de ruissellement serait de 1,2 mm/h). Les eaux en provenance de cette partie des parcelles contribuent à l'imbibition du champ de mil, progressivement de l'amont vers l'aval. L'impluvium fournit donc un surplus d'eau aux parcelles de cultures.

Lors des grosses averses, la lame d'eau supplémentaire produite par l'impluvium atteint un maximum de 27 % de la hauteur de l'averse (LAMACHERE J.M., G. SERPANTIE, 1988). Ainsi, il provoque donc l'accroissement des écoulements en accélérant l'imbibition du sol et par conséquent le déclenchement des écoulements et en "cotisant" par ailleurs pour la constitution de la lame d'eau ruisselée.

1.2) Au cours d'une saison des pluies

L'effet de l'impluvium au cours d'une saison des pluies est en fait le cumul des effets unitaires produits sur le ruissellement lors de chacun des événements pluvieux de cette saison.

Ainsi, selon LAMACHERE (1988), le "don" d'eau supplémentaire fait par l'impluvium, aux parcelles au cours d'une année est l'équivalent de 15 à 20 % de la pluviométrie annuelle de l'année. En fonction de l'aptitude à ruisseler et à infiltrer de la surface de l'impluvium dont la taille fait à peu près le tiers de la superficie des parcelles, son apport est plus ou moins important. C'est ce que souligne le tableau n° 18 ci-après qui montre, en 1987, la lame d'eau supplémentaire apportée à chaque parcelle. L'impluvium de la parcelle témoin ruisselle moins que celui des autres à cause de la "micro-plage" sableuse qui recouvre sa partie aval. Celle-ci infiltrerait une bonne partie des eaux provenant de l'amont.

Tableau n° 18 : Lames d'eau entrées sur les parcelles expérimentales en 1987.

	Pluie au au sol (en mm)	Lame d'eau entrée (en mm)	Lame d'eau ruisselée (en mm)
Parcelle témoin	483	92	53
Parcelle aménagée	484	107	42
Parcelle labourée	486	100	17

Source : LAMACHERE J.M. et SERPANTIE G., 1988.

L'inégalité des quantités d'eau apportées aux parcelles n'est pas seulement interparcellaire, elle est aussi intraparcellaire. En effet le tableau suivant n° 19 qui présente les stocks hydriques des sols par zone de parcelle, permet des comparaisons intéressantes entre l'humidité des différentes zones de parcelles. Les zones hautes, plus proches de l'impluvium, ont un stock d'eau nettement plus important que celui des zones basses. Ce qui est tout à fait logique dans la mesure où, sur sol rugueux, c'est essentiellement les zones amont qui infiltrent toute l'eau en provenance de l'impluvium.

Cette eau ne profite aux parties aval que lors des fortes pluies ou lorsque le sol a une grande aptitude à ruisseler.

Tableau n° 19 : Stocks hydriques des sols sur les parcelles expérimentales de Samniwéogo au 31 juillet 1987

	Stock moyen de la par- celle (mm)	Stock de la partie haute (mm)	Stock de la partie basse (mm)
Parcelle témoin	101 $\pm$ 2,2	107	95
Parcelle aménagée	115 $\pm$ 11	102 $\pm$ 6	128 $\pm$ 7
Parcelle labourée	179 $\pm$ 15	194 $\pm$ 20	165 $\pm$ 10

Source : LAMACHERE J.M. et SERPANTIE G., 1988.

2.) L'effet de l'impluvium sur l'érosion

Le ruissellement produit par l'impluvium n'arrive en bas de parcelle qu'en cas de forte pluie sur sol lisse recouvert de pellicule de battance peu perméable. Les conditions ne sont donc qu'exceptionnellement réunies pour que ces écoulements de par leur propre force abrasive, arrivent à arracher les particules de terre. Par contre, il est évident qu'en augmentant les ruissellements par apport d'eau supplémentaire, (tab 18), l'impluvium augmente aussi la capacité de transport des écoulements, contribuant ainsi à évacuer une plus grande quantité de terre hors des parcelles.

Dans le contexte expérimental de Bidi, les cordons pierreux, en retenant temporairement les eaux ruisselées en leur amont, favorisent une infiltration plus importante. Ils diminuent, par ailleurs, la capacité de transport des eaux, tout en piégeant une partie des particules de terre entraînées par elles. Leurs actions sont remarquables surtout sur sol rugueux ou sous pluies de faible intensité.

Le labour du sol avant semis diminue son aptitude à ruisseler, augmente sa perméabilité et la rugosité de sa surface sur la première tranche de 100 mm qui suit sa réalisation. Dans le même intervalle de temps, il facilite l'érosion à cause de la destruction de la cohésion des particules du sol qu'elle provoque. Son action est comparable à celle du sarclage.

En plus de la pluviométrie annuelle, les parcelles reçoivent environ 100 mm d'eau venant de l'impluvium. Cette eau supplémentaire se rajoute aux ruissellements mais participe surtout à l'imbibition du sol. C'est principalement les parties amont des parcelles qui profitent de l'apport d'eau ; l'aval n'en bénéficie que lors des pluies importantes. En participant à l'imbibition du sol, il réduit les délais d'apparition des écoulements et accroît un tant soit peu la puissance des écoulements, participant ainsi à l'érosion du sol.

Conclusion

L'aménagement en cordons pierreux isohypses influe sur le déroulement des crues par écrêtage et déphasage. En favorisant une meilleure infiltration, surtout lorsque le sol est rugueux, sec ou lorsque les pluies sont de faibles intensités, il diminue l'importance et donc la capacité de transport des ruissellements et par conséquent l'érosion.

Une bien meilleure alimentation hydrique des plantes, en début et fin d'hivernage très souvent marqués par des déficits pluviométriques, favorise une bonne installation du "peuplement végétal" et une meilleure fructification. La production agricole (grain et fourrage) se trouve augmentée. Sur la partie inférieure de la parcelle aménagée peu influencée par l'impluvium, la production de grain a été plus forte de 81 % en 1986 et de 31 % en 1987 sur la parcelle aménagée. L'effet des cordons pierreux est donc variable dans le temps. En 1988 la parcelle aménagée a produit moins de grain (-25 %) que la parcelle témoin à cause de l'enherbement sur cette zone plus important que celui de la première parcelle.

Le travail (sarclage, labour) d'un sol sableux comme celui des parcelles expérimentales de Bidi augmente considérablement l'infiltration des eaux de pluie et de ruissellement en provenance des impluviums sur une tranche pluviométrique inférieure à 100 mm. Lorsque le cumul des pluies depuis le sarclage dépasse 100 mm, la surface du sol se recouvre d'une pellicule de battance qui en augmentant d'épaisseur au fil du temps accroît l'aptitude au ruissellement du sol. Au delà de 200 mm de pluies cumulées, l'aplanissement du micro-relief du sol et la densité apparente élevée de l'horizon superficiel du sol sont particulièrement favorables à un développement maximum du

ruissellement croissant avec "l'intensité de la pluie et l'état d'humectation du sol" (G. SERPANTIE, J.M. LAMACHERE 1989).

Le sol des parcelles expérimentales de par sa nature sableuse a une faible capacité de rétention qui entraîne un drainage profond rendant quelquefois l'eau infiltrée inaccessible aux racines des plantes. En 1987 cette situation a été observée sur la parcelle labourée. Ce qui laisse penser que, sur les sols sableux de Bidi, l'interaction de l'aménagement, du sarclage et de l'impluvium en faveur de l'infiltration est suffisante pour une alimentation hydrique correcte du mil et permet d'éviter les situations comme celle qui s'est présentée en 1987 sur la parcelle aménagée.

Par conséquent, il ne semble pas nécessaire de combiner toutes les innovations en cours dans le système d'exploitation des champs de brousse à sol sableux. Le labour avant semis peut constituer un danger si des mesures d'accompagnement adéquates ne sont pas prises. Ce nouveau système d'exploitation agricole en développement dans cette région semble bien indiqué pour les champs sur sols moins perméables et à meilleure capacité de rétention que les sols sableux de Bidi.

L'impluvium agit comme fournisseur d'eau supplémentaire aux parties cultivées en mil. Cet apport correspondant à environ 100 mm de pluies participe à l'imbibition et donc à l'infiltration. Il augmente dans une certaine proportion les quantités d'eau infiltrées, surtout dans les zones de la parcelle qui lui sont proches. Il participe ainsi indirectement à l'enracinement, au développement et à la fructification du mil et par conséquent à l'élaboration d'un meilleur rendement en grain et en matière sèche végétale.

L'augmentation de la production agricole favorisée par la meilleure alimentation hydrique s'accompagne d'un prélèvement en minéraux de plus en plus grand. Ce qui appauvrit le sol d'autant plus rapidement que sa fertilité n'est restituée sous aucune forme. Dans ces conditions il se posera, à plus ou moins long terme, le problème du maintien de la croissance de la production ou tout simplement celui de son maintien à un niveau acceptable.

Conclusion

La sécheresse, l'irrégularité spatio-temporelle et l'intensité des pluies, s'ajoutent au ruissellement pour provoquer la dégradation du couvert végétal et des sols du terroir de Bidi. Ainsi l'environnement local s'apparente de plus en plus à celui qui caractérise la zone sahélienne du pays.

Cette "sahélisation" n'est pas l'oeuvre des seuls phénomènes naturels. L'homme à travers ses activités de production (agriculture et élevage extensifs) prend une part de responsabilité importante dans cette dégradation du milieu. Car, à travers celles-ci, il accélère le processus ou ouvre la voie à l'action des facteurs naturels de dégradation.

Les mesures de ruissellement et d'érosion effectuées sur parcelles de culture permettent de tirer certains enseignements relatifs au développement de ces deux phénomènes dans cette partie du Yatenga. D'autre part elles permettent d'apprécier l'efficacité antiérosive de l'aménagement en cordons pierreux, de même que l'influence du travail du sol et de l'utilisation de l'eau exogène sur l'infiltration et la production biologique.

Le coefficient annuel de ruissellement moyen dépasse 20 %, aussi bien sur une parcelle traditionnelle, que sur une parcelle aménagée en cordons pierreux isohypses cloisonnés. Sur une parcelle aménagée et labourée il est compris entre 11 et 15 %.

Le ruissellement est fortement conditionné, sur les parcelles de culture à sol sableux de Bidi, par six facteurs essentiels dont trois dépendent surtout de l'état de surface du sol ; ce sont : le coefficient de ruissellement maximal, l'intensité limite de ruissellement et la capacité de stockage superficiel du sol en début de pluie (LAMACHERE J.M., 1990). Lorsque la surface du sol est rugueuse et perméable (sarclage récent) l'infiltration est maximale et le ruissellement minimal. Au fur et à mesure qu'elle devient lisse et encroûtée, le ruissellement gagne en importance, tandis que l'infiltration diminue.

L'érosion mécanique hydrique varie beaucoup dans le temps et dans l'espace. Dans la région de Bidi elle varie de 1 à 3 t/ha/an sur une parcelle traditionnelle de champ de brousse ; de 0,3 à 2 t/ha/an sur une parcelle aménagée en cordons pierreux isohypses ; et de 0,3 à 1,4 t/ha/an sur une parcelle aménagée et labourée avant le semis.

L'aménagement en cordons pierreux isohypses a pour effet d'écarter et de déphaser les crues. En agissant ainsi, il favorise une meilleure infiltration de l'eau, diminue l'importance et l'intensité du ruissellement. La quantité d'eau infiltrée à l'occasion d'une pluie est d'autant plus importante que l'intensité de cette dernière est faible et que le sol est absorbant. Il améliore l'alimentation hydrique durant les périodes qui connaissent le plus souvent des déficits hydriques (début et fin d'hivernage) garantissant ainsi une bonne installation et une meilleure fructification des plantes. D'où un accroissement des rendements en matière sèche et en grains. Ce qui constitue, à n'en pas douter, un pas important vers l'autosuffisance alimentaire tant recherchée.

Lors des fortes précipitations (sur sol lisse notamment), l'eau qui s'accumule en amont des cordons pierreux les traverse avec une certaine force et tend à s'organiser en filets à l'aval de ceux-ci. Ces derniers, au contact de buttes de sarclage se désorganisent et se transforment en écoulement anastomosé. Une telle organisation du ruissellement favorable au développement de l'érosion, au cas où elle survient, est très temporaire et n'est donc pas un danger réel pour le sol. De toute façon, un cloisonnement des cordons pierreux diminue énormément la circulation latérale des eaux et donc les possibilités d'accumulations importantes, seules capables de donner une grande impulsion à l'eau qui traverse l'aménagement.

Par ailleurs, la décantation favorisée par le déphasage, ajoutée à l'écarter des crues, réduit l'érosion. Mais, la plus grande partie de la terre maintenue sur le champ grâce à l'aménagement est constituée de sables grossiers à faible intérêt agronomique. La matière organique et les particules fines sont, elles, transportées en suspension hors de la parcelle de culture.

Le travail du sol, notamment le labour, permet une importante infiltration des pluies et des écoulements entrant sur les champs. Mais son influence est limitée dans le temps car elle est surtout sensible tant que le sol labouré n'a pas reçu plus de 100 mm de pluies cumulées depuis la réalisation du labour. Au delà de 100 mm, la violence des gouttes de pluies aplanit le microrelief et installe une pellicule peu perméable qui favorise le ruissellement. Ce dernier est d'autant plus important que la pluie est intense et le sol humide.

Les cultures étant souvent confrontées à une insuffisance de l'eau présente dans le sol en début de saison pluvieuse, le travail précoce du sol améliore leur alimentation hydrique en début de campagne agricole et favorise une bonne implantation.

La production agricole se trouve augmentée. Sur le tiers inférieur des parcelles expérimentales de Bidi, les productions de grains et de matière sèche végétale ont été plus forte sur la parcelle labourée respectivement de 40 % et de 10 à 20 % en 1987.

Les impluviums, surmontant les parcelles de cultures, constituent des "châteaux d'eau" qui leur apportent un supplément d'eau en plus de celle qui y tombe directement lors des averses. Cet apport équivaut en moyenne à 100 mm de pluies par an. Ils accroissent donc l'importance des quantités d'eau infiltrées pendant les précipitations, et participent ainsi à l'augmentation du rendement surtout au niveau des zones qui leur sont les plus proches.

Dans les conditions d'exploitation des champs de brousse de la région de Bidi, le cumul des effets du labour, de l'aménagement, du sarclage et de l'impluvium sur l'infiltration peut présenter le risque de réduire les récoltes. En effet, de par leur nature sableuse, ces sols ont une faible capacité de rétention qui fait qu'une trop grande infiltration, engendre, un drainage de l'eau et des nutriments au delà des horizons accessibles aux racines du mil. En 1987 une telle situation est apparue sur la parcelle labourée. Ce drainage est particulièrement néfaste s'il coïncide avec le peu de minéralisation de l'humus.

La combinaison de l'aménagement et du sarclage avec l'utilisation des eaux provenant de l'impluvium semble suffisante pour garantir une alimentation hydrique adéquate des cultures afin d'assurer une récolte acceptable. Il s'avère toutefois nécessaire d'agir dans le sens de l'amélioration de la capacité de rétention de ces sols sableux.

La satisfaction des besoins en eau des plantes engendre un meilleur développement de celles-ci. Ce qui nécessite un plus grand investissement de matières minérales de la part du sol. Il en résulte un appauvrissement progressif de ce dernier, dans la mesure où sa fertilité n'est reconstituée sans aucune forme. Cette performance du système de production ne peut être maintenue et améliorée, que si des mesures globales (utilisation de fumure animale et organique, d'engrais chimique NPK etc...) visant à augmenter la fertilité du sol accompagnent l'aménagement.

De telles mesures, même si elles sont correctement appliquées, seront-elles suffisantes pour donner au système une performance agronomiques capable d'amener les hommes à réaliser davantage le dur travail d'aménagement en compagnie de leurs femmes et enfants ? Ces mesures peuvent-elles vraiment atteindre une telle prouesse, sans une association effective entre l'agriculture et l'élevage ? Et sans une politique de prix plus rémunérateurs pour les produits agricoles ? Nous ne pensons pas que cela soit possible.

Certes, l'efficacité acceptable de l'aménagement à lutter contre l'érosion et la "fuite" des eaux sur les parcelles de culture s'ajoute à son effet positif sur la production agricole, pour faire de lui, une solution prometteuse aux problèmes de dégradation des sols cultivés au Yatenga. Mais l'aménagement en cordons pierreux peut-il avoir la même efficacité partout ailleurs au Yatenga que celle qu'elle a eue à Bidi ? Compte tenu de la grande diversité écologique qui existe dans cette province cela est fort peu probable. Par conséquent, la multiplication des études comme celle-ci est nécessaire, non seulement dans le Yatenga, mais aussi dans d'autres régions du Burkina, pour augmenter les chances de réussite de l'aménagement des terroirs villageois burkinabè.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALBERGEL J., et al., 1985. - Période pluviométrique au Burkina Faso : incidences sur les ressources en eaux et les productions végétales.- Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., Vol. XXI, 1, 3-19.
- CTFT, 1978. - Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta). 1ère campagne d'étude du ruissellement et de l'érosion à Oursi.- CTFT Haute-Volta Ouagadougou 14 p. multigr.
- CTFT, 1979. - Lutte contre l'aridité dans l'Oudalan (Haute-Volta) 2ème campagne d'étude du ruissellement et de l'érosion à Oursi.- CTFT Haute-Volta Ouagadougou 16 p. multigr.
- DA D.E.C., 1984. - Recherches géomorphologiques dans le Sud-Ouest de la Haute-Volta. La dynamique actuelle en pays Lobi.- Thèse de doctorat de 3ème cycle ULP UER géographie Strasbourg 310 p.
- DA D.E.C., 1989. - Croûtes de battance et micro-marches d'escalier.- Université de Ouagadougou 25 p.
- FEER, 1986. - Evaluation des programmes de lutte contre l'érosion.- FEER Ouagadougou 75 p. multigr.
- GALABERT J., MILLOGO E., 1972. - Indice d'érosion par la pluie en Haute-Volta.- CTFT-Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage et des Eaux et Forêts. 57 p.
- GROUZIS M., 1987. - Structure, productivité et dynamique des systèmes écologiques sahéliens (Mare d'Oursi, Burkina Faso).- Thèse d'état, Université de Paris Sud, 336 p.

- LAMACHERE J.M., SERPANTIE G., 1988. - Aridification du climat subsahélien : conséquences de trois méthodes d'amélioration des bilans hydriques aux champs pour une culture pluviale.- Juin 1988 ORSTOM Ouagadougou 38 p.
- LAMACHERE J.M., 1990. - Evolution de l'aptitude au ruissellement et à l'infiltration d'un sol sableux fin après sarclage.- ORSTOM Ouagadougou, 24 p. multigr.
- MARCHAL J.Y., 1979. - L'espace des techniciens et celui des paysans. Histoire d'un périmètre anti-érosif en Haute-Volta. Maîtrise de l'espace "agraire et développement en Afrique Tropicale. - CNST-ORSTOM-Mémoire ORSTOM n° 89 pp. 245-252.
- MARCHAL J.Y., 1983. - Yatenga : La dynamique d'un espace rural soudano-sahélien.- Coll. Travaux et documents ORSTOM, Paris 873 p.
- MARTINELLI B., SERPANTIE G., 1987. - Deux points de vue sur la confrontation des paysans aux aménageurs dans le Yatenga (Burkina Faso).- ORSTOM Ouagadougou 51 p. multigr.
- MIETTON M., 1981. - Lutte anti-érosive et participation paysanne en Haute-Volta.- Géo-éco-tropicale. Vol. 5 Fasc. 1. Chambéry pp. 57-72.
- MIETTON M., 1986. - Méthodes et efficacité de la lutte contre l'érosion hydrique au Burkina Faso.- Cah. ORSTOM n° 2 1986 pp. 181-196.
- MIETTON M., 1988. - Dynamique de l'interface lithosphère - Atmosphère au Burkina Faso. L'érosion en zone de savane.- Thèse d'Etat. Université de Grenoble I, 511 p.
- P.A.E., 1986. - Les mesures antiérosives au projet agro-écologie.- ORD/Yatenga Ouahigouya 20 p. multigr.

- ROOSE E., et al., 1973. - Etude du ruissellement, du drainage et de l'érosion sur les sols ferrugineux de la région centre Haute-Volta.- Station de Saria Ouagadougou, 85 p.
- ROOSE E., 1981. - Dynamique actuelle de sols ferralitique et ferrugineux tropicaux d'Afrique Occidentale.- Coll. Travaux et Documents ORSTOM n° 130, 567 p.
- ROOSE E., 1984. - Causes et facteurs de l'érosion hydrique sous climat tropical. Conséquences sur les méthodes antiérosives.- Mach. Agr. Trop. n° 87 pp. 4-18.
- ROOSE E., RODRIGUEZ L., 1990. - Aménagement de terroir au Yatenga (Nord-Ouest du Burkina Faso). Quatre années de gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols (G.CES) : bilan et perspectives.- Rapport CRPA-INERA-CIRAD-ORSTOM Montpellier 57 pages.
- SANOU D., 1981. - Etude comparative entre une parcelle pourvue de bourrelets antiérosifs et des parcelles traditionnelles à Sirgui (Kaya) : introduction aux problèmes de dynamiques érosive.- Mémoire de géographie. Université de Ouagadougou. 102 p.
- SERPANTIE G. et al., 1985. - La dynamique des rapports agriculture-élevage en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Diminution des ressources, organisation collective et stratégies de paysans-éleveurs du Nord-Yatenga.- ORSTOM Ouagadougou.
- SERPANTIE G., et al., 1987. - Transformation d'un système agropastoral soudano-sahélien (Bidi, Nord Yatenga, Burkina Faso).- ORSTOM Ouagadougou 19 p. multigr.
- SERPANTIE G. et al., 1988. - La dynamique des états de surfaces d'un territoire agropastoral subsahélien sous aridifications : conséquences pour les systèmes de production.- Juin 1988 ORSTOM Ouagadougou, 28 p. multigr.

- SERPANTIE G., 1988. - Aménagements de conditionnement du ruissellement pour les pentes cultivées soudano-sahéliennes.- ORSTOM Ouagadougou, 14 p. multigr.
- SERPANTIE G., LAMACHERE J.M., 1989. - Aménagement des pentes cultivées soudano-sahéliennes grâce à des réseaux de micro-barrages isohypses et filtrants. Nécessité d'une amélioration de leurs conditions de mise en oeuvre.- Gth ISCO 6-18 nov. 1989 Montpellier 24 p. multigr.
- THIOMBIANO M., 1985. - Etude des dispositifs antiérosifs et des techniques d'économie de l'eau au Yatenga.- Mémoire d'agronomie. Université de Ouagadougou 72 p.
- VALENTIN C., SERPANTIE G., 1986. - Dynamique du milieu physique de la zone agropastorale de Bidi Yatenga Burkina Faso.- ORSTOM Ouagadougou, 12 p. multigr.
- WRIGHT P., 1985.- La conservation des eaux et des sols par les paysans.- P.A.F. Ouahigouya 12 p. multigr.
- WRIGHT P., 1985. - La gestion des eaux de ruissellement.- Oxfam Ouagadougou, 38 p.

TABLE DES MATIERES

Pages

Dédicace	
Remerciements	
Résumé	
Glossaire	
Avant-Propos	
Introduction	1
 <u>Première Partie : Les hommes et leur milieu de Vie</u>	
 Chap. 1 Les traits généraux du milieu physique	
<u>I. Situation géographique de la région d'étude.....</u>	3
<u>II. Le contexte climatique régional.....</u>	3
1) La température.....	5
2) Les vents.....	5
3) Le rayonnement global.....	9
4) L'évapotranspiration potentielle.....	9
5) La pluviométrie.....	9
<u>III. Les unités du paysage</u>	
1) Les sommets d'interfluves.....	12
2) Le haut-versant.....	14
3) Le bas-versant.....	16
4) Le bas-fond.....	17
 Chap. 2 - Les facteurs et les mécanismes de la dégradation	
<u>I. Les facteurs naturels (climatiques)</u>	
1) Diminution de la pluviosité.....	18
2) L'irrégularité temporelle des pluies.....	20
3) L'intensité des précipitations.....	20
4) Le ruissellement.....	23
<u>II. Les facteurs anthropiques</u>	
1) La pression démographique.....	24
2) Evolution des techniques culturales.....	25
3) La pression animale.....	27

Chap. 3 - La lutte antiérosive

I. Les différentes formes d'érosion sur le terroir de Bidi

1) La déflation.....	31
2) L'érosion aréolaire.....	32
3) L'érosion en rigole.....	32
4) L'érosion en ravine.....	32

II. Le système traditionnel et lutte antiérosive

1) Les procédés mécaniques.....	33
2) Les méthodes biologiques.....	34
3) Les techniques culturales.....	34

III. Les stratégies de lutte antiérosive actuelles

1) Les techniques du FEER-CRPA.....	37
2) Les initiatives des organismes non gouvernementaux et la participation paysanne	39

Conclusion

Deuxième partie : l'expérimentation de Bidi

Chap. 4 - L'expérimentation de Bidi-Samniwéogo : dispositif et méthodologie d'étude

I. Le Dispositif

1) Les parcelles agronomiques.....	43
2) Les dispositifs de mesures hydro-pluviométriques	46
2.1) Le dispositif de mesure du ruissellement et des charges solides	46
2.2) Le dispositif pluviométrique et climatique	49
2.3) Le dispositif agronomique et hydropédologique	49

II. Le protocole de mesures des charges solides et de volumes d'eau de ruissellement

1) Les mesures de hauteurs d'eau et des débits liquides.....	50
2) La procédure d'échantillonnage des transports solides pendant les crues.....	50
3) La procédure d'échantillonnage des transports solides dans la fosse à sédiments.....	51
4) L'estimation des transports solides déposés à l'amont de la fosse à sédiments.....	51

III. <u>Le dépouillement</u>	
1) L'estimation des volumes ruisselés.....	52
2) L'estimation des quantités de terre érodées	
2.1) Le calcul des concentrations des eaux ruisselées en charges solides.....	54
2.2) Le calcul des poids de terre transportée	54

Chap. 5 - Les résultats

I. <u>La campagne 1986</u>	
1) La pluviométrie.....	57
2) Le ruissellement et l'érosion.....	59
2.1) Sur la parcelle témoin.....	59
2.2) Sur la parcelle aménagée.....	59
II. <u>La campagne 1987</u>	
1) La pluviométrie.....	61
2) Le ruissellement et l'érosion	
2.1) Sur la parcelle témoin.....	63
2.2) Sur la parcelle aménagée.....	63
2.3) Sur la parcelle aménagée-labourée.....	63
III. <u>La campagne 1988</u>	
1) La pluviométrie.....	66
2) Le ruissellement et l'érosion	
2.1) Sur la parcelle témoin.....	66
2.2) Sur la parcelle aménagée.....	68
2.3) Sur la parcelle aménagée-labourée.....	68

Chap. 6 - Analyse des résultats

I. <u>Analyse du ruissellement</u>	
1) Les facteurs conditionnels du ruissellement	71
2) Analyse du ruissellement observé sur la parcelle témoin.....	72
3) Confrontation des résultats obtenus sous pluies simulées avec le comportement naturel du champ	78
II. <u>Analyse de l'érosion</u>	
1) Méthode d'analyse.....	81
2) Analyse de l'érosion de la parcelle témoin....	82
3) Analyse de l'érosion de la parcelle aménagée	86
4) Analyse de l'érosion de la parcelle aménagée- labourée.....	89

Chap. 7 - Interprétation des résultats

I. L'effet des cordons pierreux

1) L'effet des cordons pierreux sur le ruissellement	
1.1) A l'échelle des averses.....	93
1.2) Au cours d'une saison des pluies.....	97
2) L'effet des cordons pierreux sur l'érosion	
2.1) A l'échelle d'une averse.....	99
2.2) Au cours de la saison des pluies.....	100
3) L'effet des cordons pierreux sur la production agricole.....	102

II. L'effet du labour

1) L'effet du labour sur le ruissellement	
1.1) A l'échelle des averses.....	104
1.2) Au cours de la saison des pluies.....	106
2) L'effet du labour sur l'érosion	
2.1) A l'échelle des averses.....	106
2.2) Au cours d'une saison des pluies.....	108
3) L'effet du labour sur la production agricole	110

III. L'effet de l'impluvium

1) L'effet de l'impluvium sur le ruissellement	
1.1) A l'échelle des averses.....	111
1.2) Au cours d'une saison des pluies.....	112
2) L'effet de l'impluvium sur l'érosion.....	113

<u>Conclusion.....</u>	116
-------------------------------	-----

<u>Références bibliographiques.....</u>	120
--	-----

<u>Table des matières</u>	
----------------------------------	--

<u>Liste des figures</u>	
---------------------------------	--

<u>Liste des tableaux</u>	
----------------------------------	--

Liste des Figures

Fig. 1	Cartes de situation	4
Fig. 2	Tendance des précipitations. Moyennes mobiles annuelles à Ouahigouya	6
Fig. 3	Variations annuelles des maxima et des minima de la température de l'air	8
Fig. 4	Variations annuelles de la vitesse et de la direction du vent	8
Fig. 5	Variations annuelles de l'évaporation et de l'insolation	10
Fig. 6	Pluviométrie à la station climatologique de Bidi	10
Fig. 7	Unités du paysage de Bidi	13
Fig. 8	La brousse tigrée de Tilli	15
Fig. 9	Cartes d'occupation du sol - Bidi	28
Fig. 10	Coupe transversale d'une diguette	38
Fig. 11	Ensemble d'ouvrages vu de dessus	38
Fig. 12	Plan d'ensemble de l'essai "ruissellement" à Samniwéogo	44
Fig. 13	Vue en plan et profil du dispositif de mesure de la charge solide et du ruissellement	47
Fig. 14	Coupe du dispositif de mesure de la charge solide et du ruissellement	48
Fig. 15	Etalonnage du déversoir triangulaire de la parcelle aménagée	15
Fig. 16	Variation du coefficient partiel de ruissellement (α) en fonction de la somme des pluies depuis le sarclage	74
Fig. 17	Variation de l'intensité limite de ruissellement (I_l) en fonction de la somme des pluies depuis le sarclage	74
Fig. 18	Variation de la capacité de stockage superficiel (S) en début d'averse en fonction de la somme des pluies depuis le sarclage	74
Fig. 19	Lames d'eau ruisselée en fonction de la pluie au sol sur la parcelle témoin de 1986 à 1988	75
Fig. 20	Relation entre les lames ruisselées reconstituées et mesurées pour l'année 1988	79

Fig. 21	Relation entre les lames ruisselées reconstituées et observées pour les années 1986 et 1987	80
Fig. 22	Les concentrations moyennes des eaux en fonction des volumes d'eau ruisselée sur la parcelle témoin	83
Fig. 23	Les concentrations moyennes des eaux en fonction des volumes d'eau ruisselée sur la parcelle aménagée	87
Fig. 24	Les concentrations moyennes des eaux en fonction des volumes ruisselés sur la parcelle aménagée-labourée	90
Fig. 25	Hydrogrammes des crues du 15 août 1988 sur les parcelles témoin et aménagée	94
Fig. 26	Hydrogrammes des crues du 13 juillet 1986 sur les parcelles témoin et aménagée	96
Fig. 27	Lames d'eau ruisselée sur les parcelles témoin et aménagée	98
Fig. 28	Turbidigrammes des crues du 15 août 1988 sur les parcelles témoin et aménagée	94
Fig. 29	Erosion sur les parcelles témoin et aménagée en 1988	101
Fig. 30	Hydrogrammes des crues du 29-7-1987 sur les parcelles aménagée et aménagée-labourée	105
Fig. 31	Lames d'eau ruisselées sur les parcelles aménagée et aménagée-labourée	107
Fig. 32	Turbidigrammes des crues du 29-7-1987 sur les parcelles aménagée et aménagée-labourée	105
Fig. 33	Erosion mesurée sur les parcelles aménagée et aménagée-labourée en 1988	109

Liste des tableaux

Tab. 1	Moyennes mensuelles (1985-1989) des paramètres climatiques de la station de Bidi	7
Tab. 2	Groupes socio-ethniques de la population de Bidi	24
Tab. 3	Evolution de l'occupation de l'espace sur le terroir de Bidi	27
Tab. 4	Superficies des champs cultivés et des impluviums sur les parcelles expérimentales de Bidi (1986 et 1987)	46
Tab. 5	Les pluies et leur indice d'agressivité climatique à Bidi en 1986	58
Tab. 6	Ruissellement et érosion sur les parcelles agronomiques de Bidi en 1986	60
Tab. 7	Les pluies et leur indice d'agressivité climatique à Bidi en 1987	62
Tab. 8	Ruissellement et érosion sur les parcelles agronomiques de Bidi en 1987	64
Tab. 9	Les pluies et leur agressivité climatique à Bidi en 1988	67
Tab. 10	Ruissellement et érosion sur les parcelles agronomiques de Bidi en 1988	69
Tab. 11	Paramètres explicatifs du ruissellement de la parcelle témoin	73
Tab. 12	Pluies et lames ruisselées sur la parcelle témoin de 1986 à 1988	76
Tab. 13	Concentrations moyennes des eaux ruisselées sur la parcelle témoin	84
Tab. 14	Concentrations moyennes des eaux ruisselées sur la parcelle aménagée	88
Tab. 15	Concentrations moyennes des eaux ruisselées sur la parcelle aménagée labourée	91
Tab. 16	Les productions de matière sèche et de grain par mètre carré en 1986 et 1987	103
Tab. 17	Les productions de matières sèches et de grain par zone, des parcelles aménagées en 1987	110
Tab. 18	Lames d'eau entrées sur les parcelles expérimentales en 1987	112
Tab. 19	Stocks hydriques des sols sur les parcelles expérimentales de Samniwéogo au 31 juillet 1987	113