

**COMMUNICATION A L'ATELIER SUR LES SYSTEMES  
DE COLLECTE DU RUISSELLEMENT**

OUAGADOUGOU 7-8 mars 1989

G. SERPANTIE  
J.M. LAMACHERE

ORSTOM - OUAGADOUGOU

**POUR UNE CONNAISSANCE DES CONDITIONS DE MISE EN  
OEUVRE DES AMENAGEMENTS DU RUISSELLEMENT.**

04 SEP. 1990

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 30.484 ep1

Cote : M B

P183

Depuis 1980, agronomes et intervenants extérieurs ont redécouvert l'importance du rôle du ruissellement exogène dans le bilan hydrique des cultures pluviales de la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso. Compte tenu de la réduction importante de la pluviosité enregistrée depuis 1970, et ne pouvant pas toujours limiter les pertes par ruissellement, les paysans compensent en partie le déficit du bilan hydrique en favorisant l'épandage des ruissellements engendrés sur les terrains du haut versant le plus souvent dénudés et encroûtés.

Les moyens utilisés peuvent apparaître sommaires aux yeux des aménageurs. Parfois, on observe simplement l'abandon des zones les plus sèches (sols très fins, érodés, ou zones en relief) et une intensification du travail dans les zones humides (micro-dépressions, thalwegs) où les ruissellements se concentrent. On trouve aussi des aménagements d'orientation des ruissellements, tels que des microdigues qui dirigent les eaux exogènes sur les terrains souhaités, ou des obstacles placés en travers des passages d'eau principaux afin de favoriser localement l'infiltration. On a assisté à la même époque au développement des pratiques de micro-impluviums, par piochage de petites cuvettes sur des terrains encroûtés et érodés (technique du zaï).

Les intervenants extérieurs, à la suite du projet PAF/OXFAM/DPET ont cherché à parfaire ces nouvelles pratiques et leur donner de l'envergure en introduisant de nouveaux moyens : appui et formation en topographie, moyens de transport, vulgarisation de techniques de végétalisation des ouvrages, aides alimentaires pour les travaux de saison sèche, organisation de chantiers.

## 1. POUR UN REGROUPEMENT DES CONNAISSANCES.

Le développement spectaculaire de ces travaux d'aménagement dans la zone soudano-sahélienne du Burkina Faso aurait pu s'accompagner de la constitution d'un capital d'expérience et d'un savoir, même empirique, sur les conditions de mise en oeuvre des différents modèles d'aménagement, sur les mesures d'accompagnement intéressantes, sur les conséquences et les coûts de ces travaux sur les plans hydrologique, agronomique et socio-économique. Un tel capital aurait été une base utile pour les programmes d'appui à la gestion des terroirs qui sont lancés actuellement.

Or l'évaluation est peu pratiquée car les critères habituels sont subjectifs ou difficiles à mettre en oeuvre correctement dans le contexte des projets d'aménagement, où dominant le plus souvent les choix d'ordre philosophique en matière d'aide en moyens de travail et de modèles d'aménagements : référence fréquente à l'écologisme, à

un collectivisme ou à une pratique caritative, forte appropriation par les différents projets des redécouvertes techniques. Les projets de recherche-développement sont eux-même réticents à tester des procédés qu'ils n'ont pas eux-même imaginé ou cherché à promouvoir ; tandis que la recherche scientifique reste relativement isolée, souvent à son corps défendant.

A ce manque de transparence et de recherches d'accompagnement, souvent justifiées superficiellement (urgence d'action, manque de moyens ...) s'ajoute la rareté des hommes de métier reconnus. Ceux issus du paysannat sont rares, alors que ceux issus de l'encadrement national ou coopérant quittent souvent leur terrain avant d'avoir eu le temps de constituer et transmettre une expérience de terrain solide et objective. Enfin, les visites inter-villageoises de sites ne constituent pas toujours des ateliers critiques car le discours technique et bien souvent calqué sur celui des promoteurs.

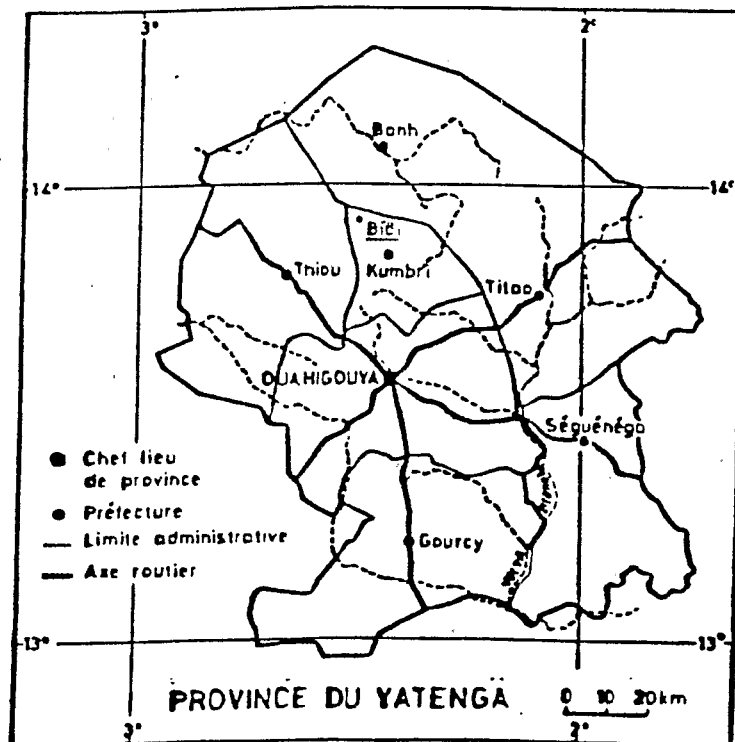
Il est néanmoins à noter que des cas de publications techniques ou de rencontres fructueuses et critiques ont vu récemment le jour, souvent même à l'instigation de projets (cas des ateliers FEER, des rencontres provinciales, des publications du GRET ,du recueil d'expérience PA-CILSS ...) ce qui témoigne de l'évolution actuelle des attitudes.

Quelle sera l'apport d'une recherche scientifique interdisciplinaire ? Celle-ci n'a ni les moyens ni la volonté de se substituer à une expérience tirée d'actions multiples, qui reste le privilège des projets. Néanmoins elle peut analyser tout d'abord ce qui fonde la variété des situations à prendre en compte dans leurs différentes dimensions. Par des études de cas et des quantifications, elle peut en outre isoler des mécanismes importants qui échappent à l'expérience empirique. Enfin, l'interdisciplinarité et l'approche systémique permettent de se libérer de l'unicité de point de vue et de mieux cerner les processus complexes.

Nous présentons ici deux exemples de ces productions : l'analyse de la diversité sous différents niveaux d'approche dans la province du Yatenga, et l'étude d'un aménagement de ralentissement du ruissellement sur pente sableuse pour la culture du mil.



FIGURE n°1: CARTES DE SITUATION.



## 2. DIVERSITE DES SITUATIONS AGROPASTORALES DANS UNE REGION SOUDANO-SAHELIENNE.

### 2.1. Echelle régionale

Si, sur le plan climatique, la zone soudano sahélienne du Burkina est concernée par une égale réduction de la pluviosité (200 mm) depuis une vingtaine d'années, les régions les plus septentrionales reçoivent toujours 200 mm de moins que les zones les plus au sud. La végétation y est toujours une savane arborée ou une savane-parc ; au Nord, la transition de la savane arbustive a laissé place à une steppe arbustive par disparition d'une strate herbacée continue. Le modelé et les sols sont variables. Au Nord, dominant des plaines à sols gravillonnaires ou sableux étendus à bas-fonds encaissés ; l'érosion éolienne y est forte. Au Sud, alternent les modelés collinaires à sols bruns, marqués par une récente érosion en ravine, et des pénéplaines à interfluves gravillonnaires, sols colluviaux peu étendus et importants bas-fonds. Les roches mères (schistes ou roches cristallines) jouent un rôle important dans le rythme du modelé, l'étendue et la pente des terrains cultivables. Dans cette zone domine l'érosion hydrique laminaire, l'encroûtement et le colmatage des bas-versants.

Les taux de dégradation sont principalement fonction de la densité de population. Or celle-ci est liée à la polarisation régionale issue des anciens systèmes politiques centralisés qui ont entraîné la constitution d'"auréoles" dont les systèmes de production se caractérisent par des fonctions diverses.

Le Yatenga est ainsi constitué par :

- la zone urbaine de Ouahigouya, avec un élevage d'embouche et de thésaurisation ;
- une zone péri-urbaine vivrière (mil, riz de bas-fond, aujourd'hui maraîchage) et fourragère (résidus de récolte, récolte de foin) ;
- un "pays central", à forte densité de population, où la dégradation est autant le fait d'une emprise agropastorale ancienne que de la coupe de bois pour la ville de Ouahigouya. Si les interfluves y sont totalement dénudés et érodés, les terroirs agricoles sont en général pourvus d'un parc arboré en assez bon état ;
- les pays agropastoraux périphériques à faible densité de population, où la dégradation des végétations naturelles est moins accusée. Il persiste une végétation arbustive en

mauvais état, mais la sécheresse a accru autant la fragilité de certaines formations naturelles que l'agressivité des pratiques agropastorales ;

- des zones pastorales frontalières où la végétation n'est dégradée que localement, par de récentes colonisations agricoles ou une surexploitation pastorale par émondage "anarchique" et surpâturage.

Dans chacune de ces situations, on peut penser que les modèles pertinents et les difficultés d'un aménagement des eaux de ruissellement seront fort différents, alors qu'il est avant tout nécessaire de compter avec une autre hétérogénéité : celle de la société et de son rapport à l'espace et aux ressources. Société "homogène" des terroirs centraux saturés, société diversifiée et peu structurée des situations périphériques ; terroirs fermés et saturés, où tout l'espace est approprié ; terroirs ouverts sur les aires pastorales, où le foncier est loin d'être fixé ; émergence de nouveaux pouvoirs et organisations et de nouveaux pôles d'attraction (sites aurifères, et périmètres irrigués), enfin, hétérogénéités des stratégies au sein de chaque communauté rurale.

## 2.2. Le niveau villageois

### 2.2.1. Les stratégies de groupes.

On met souvent en évidence l'existence de stratégies de groupe plus ou moins prédatrices pour le milieu mais dont la diversité crée les complémentarités indispensables : rôle de l'élevage sédentaire pour la sécurité et l'épargne, rôle de l'élevage pastoral sur le bilan de fertilité, rôle du commerce dans le financement de l'agriculture et de l'élevage.

Chaque groupe mise sur une combinaison particulière des activités mais c'est la combinaison des groupes qui crée l'efficacité mais aussi parfois compromet la reproductibilité du système par dégradation du milieu. Très schématiquement, on a pu dégager à Bidi (village de la zone périphérique) trois grandes stratégies agricoles, dont l'origine est en grande partie socio-culturelle.

#### - Stratégie des éleveurs Peul :

Compte tenu de leur priorité à l'élevage pastoral, de leur nécessaire mobilité en cas d'absence de pâturage et de la rareté de la main d'oeuvre (ni les femmes ni les bergers ne sarclent), ces paysans recherchent le rendement potentiel en concentrant fertilisation organique et travail manuel sur de petites surfaces, sans hiérarchiser les

différentes parcelles. C'est un système de culture à haut risque, compensé par la mobilité de l'épargne et l'autonomie des unités de production.

- Stratégie des petits agriculteurs :

Il s'agit de familles Mossi ou Rimaïbe à main d'oeuvre réduite, sans capital d'exploitation; les sécheresses ont mis à mal leurs réserves de mil et même le petit troupeau d'épargne ; une grande partie de la main d'oeuvre part en migration, tout au moins saisonnièrement. La stratégie culturelle fonde la sécurité sur une limitation absolue des risques : l'acquisition monétaire (salaires, artisanat, orpaillage, maraîchage) n'est destinée qu'à l'achat de vivres ; il y a une forte hiérarchisation des parcelles (champ de bas-fonds de sécurité, champs de concession fumés, champs de brousse extensifs), limitation des intrants y compris la fumure organique. L'aménagement est souvent pour eux l'occasion d'obtenir une aide alimentaire bien qu'il soit aussi fréquemment spontané (récupération de ruissellements exogènes, traitement des passages d'eau).

- Stratégie des agriculteurs-commerçants :

Leur système de culture s'affranchit de la contrainte de main d'oeuvre par l'emploi de la charrue attelée (équivalent d'un premier sarclage), par l'appel aux salariés pour les pointes de travaux, y compris pour la récolte ; les surfaces mises en culture sont importantes, le plus souvent sans véritable contrainte foncière puisque ces paysans sont souvent prioritaires dans l'attribution provisoire des terres vacantes et des fumures animales, grâce à leur rôle de soutien des familles démunies lors des famines. Leur politique de fertilisation et de conduite des champs est relativement intensive : fumure organique sur l'ensemble des champs avec labour sur les zones les plus fumées, engrais ou fumier au poquet dans les sites non fumés, "tours de plaine" et sarclages précoces. Les champs non permanents éloignés du village sont de moins en moins mis en repos compte tenu de la saturation des territoires mais aussi du mauvais fonctionnement des jachères en période sèche. Ces paysans sont intéressés le plus souvent par l'aménagement des ruissellements mais sont limités par leurs droits fonciers précaires.

### 2.2.2. L'espace agro-pastoral.

Au delà de cet aspect de l'hétérogénéité des systèmes de production, l'espace agro-pastoral est lui-même fortement polarisé. Jusqu'ici trois auréoles sont identifiables sur le territoire villageois de Bidi :

- une première zone de champs de concession près des résidences. Ils sont permanents, fumés, peu dégradés ;

- une seconde auréole de "champs de village". Ces champs sont peu fumés, non permanents, peu productifs. Comme ils sont les lieux de ramassage des résidus de récolte et des troupeaux en saison sèche, ils sont marqués par une intense érosion éolienne. Leurs jachères sont le plus souvent dégradées, sans repousse arbustive ;
- les hauts versants proches du village ont été cultivés mais ce milieu est aujourd'hui totalement dénudé et érodé près du village. Plus loin, la végétation et les sols a subsisté lorsque le milieu avait des caractères de résistance marqués à la sécheresse et à l'exploitation pastorale ;
- les terroirs "de brousse" disposent de terrains et de jachères en relativement bon état, sauf en des lieux précis où les agents d'érosion sont les plus actifs.

Ce système agro-pastoral soumis à la sécheresse entraîne une forte hétérogénéité du milieu, tant sur le plan physique que sur celui des enjeux socio-économiques. Il existe des formations totalement improductives mais génératrices de ruissellements (interfluves), des espaces utilisables au moyen de techniques coûteuses et risquées (auréole de divagation, sols dégradés), des zones encore productives mais en voie de dégradation (champs de brousse), enfin des zones relativement stables mais souvent "grignotées" à leur marges (champs de concession). Sur le plan social, les engrais et le travail du sol avant semis ont permis aux paysans aisés de miser autant sur des champs éloignés dont ils ne sont pas propriétaires que sur leurs champs "de concession" ou de village, aux détriment de leur protection (érosion locale due au labour en mauvaise conditions, allongement des mises en culture ...). Le statut de prêt ne favorise pas la recherche d'une amélioration des conditions culturales qui passerait souvent par un aménagement ou un amendement. Ceci implique que les terres productives des terroirs "de brousse" sont doublement menacées : d'abord par leur statut foncier précaire, ensuite par les nouvelles pratiques qui répondent avant tout à un déficit de main d'oeuvre et aux problèmes de mise en place des cultures.

Il semble donc peu rationnel de concevoir une planification de la gestion des eaux de ruissellement sur un territoire agropastoral qui ne prendrait pas en compte ces multiples aspects. Ceci exclut tant un traitement administratif stéréotypé que l'utilisation exclusive d'une cartographie rigide d'où modes de gestion passés et actuels et aspects fonciers seraient exclus. Ceci ne milite pas non plus pour les aménagements de "bassin-versant" pour lesquels les coûts sociaux de réalisation et d'entretien auront de fortes chances de dépasser les gains. Ceci devrait au contraire promouvoir un professionnalisme de l'appui à l'aménagement, à partir d'hommes de terrain, ayant à la fois des rôles d'analyste, d'interlocuteur et de formateur.



Cette reconnaissance de la diversité n'est qu'une première étape car si elle permet d'établir des objectifs et d'amorcer diagnostics et débats, elle ne permet pas pour autant de proposer des technologies convenables. Or celles-ci sont multiples, tant sur le plan des modalités que des conditions adéquates de mise en oeuvre. C'est l'objet de la troisième partie, abordé par une étude de cas.

### 3. ETUDE D'UN CAS D'AMENAGEMENT DE PARCELLE CULTIVEE.

Dans la province du Yatenga (figure n°1), les années 1982 à 1985 sont parmi les plus sèches observées depuis 1920. De 1982 à 1986, sur une période de 5 ans, la moyenne pluviométrique inter-annuelle est égale à 424 millimètres, alors que sur des périodes de cinq années consécutives les moyennes pluviométriques étaient restées supérieures à 650 millimètres jusqu'en 1966 et égale à 568 millimètres sur la période 1972-1976.

Sans préjuger de l'évolution future des précipitations, les paysans ont donc subi, depuis plusieurs années, une longue période sèche sans équivalent dans la chronique des précipitations enregistrées. Pour faire face à cette sécheresse, les paysans et les organisations qui continuent à miser sur l'agriculture pluviale (culture du Mil, *Pennisetum typhoides*), ont fait appel, dans certaines régions, à des variétés plus nordiques à cycle court. Dans d'autres régions, comme le centre et le nord du Yatenga, les paysans préfèrent conserver des variétés souples photopériodiques, qui ont fait leurs preuves, et modifier la gestion habituelle de l'eau par trois pratiques :

- le travail du sol avant semis ;
- l'utilisation du ruissellement provenant d'un impluvium amont ;
- la création d'obstacles au ruissellement.

Un essai interdisciplinaire, réalisé de 1985 à 1987 dans la région de Bidi au nord du Yatenga, a eu pour but de préciser en quoi ces trois pratiques modifient le milieu cultivé et la dynamique de l'eau et quelles sont les conséquences de telles pratiques sur la conduite d'un champ de Mil. En particulier y a-t-il des conditions particulières de mise en oeuvre ?

#### 3.1. Le dispositif expérimental

Le dispositif expérimental des parcelles agronomiques de Bidi-Samniweogo est installé sur le versant nord-est d'une ligne de petites buttes cuirassées. Trois parcelles contiguës, orientées dans le sens de la plus grande pente (2,5 %), longues de 150

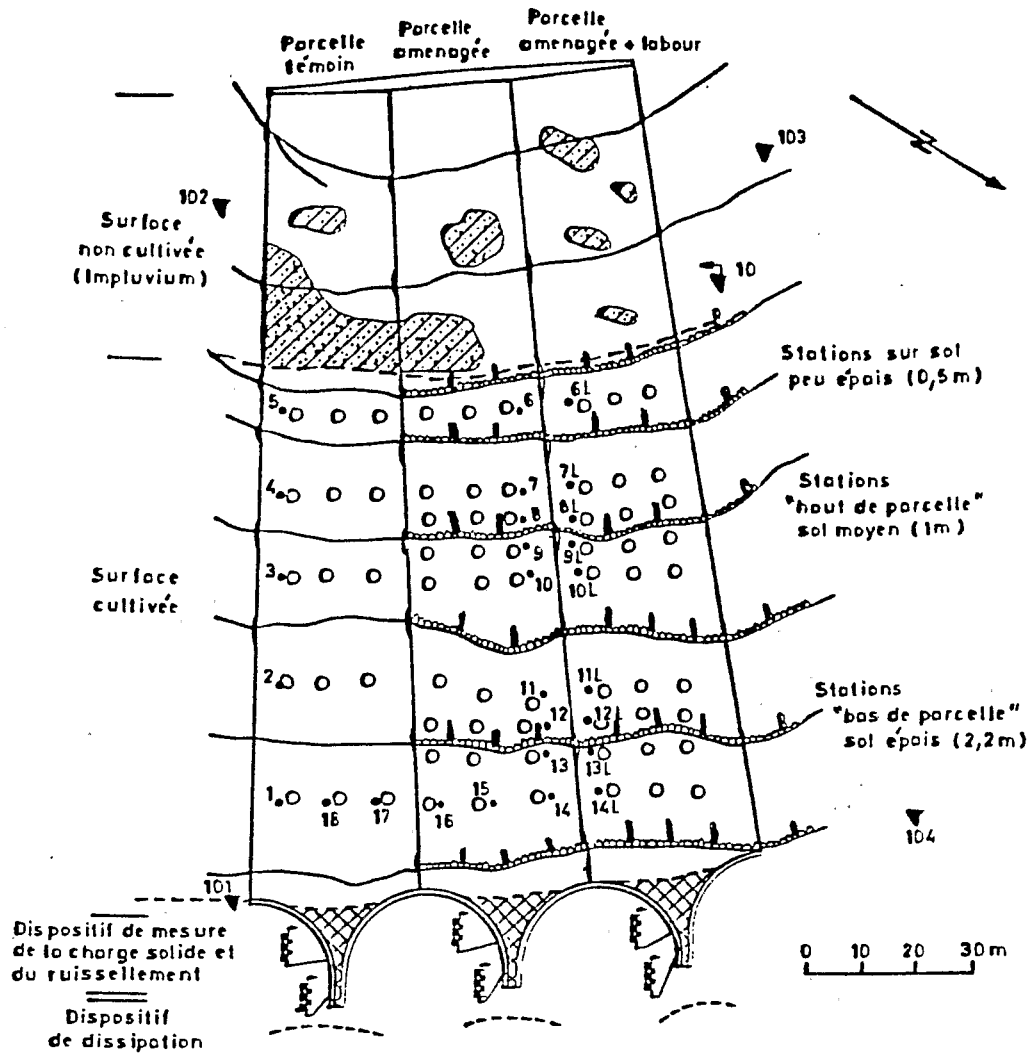
mètres, larges de 20 à 32 mètres, ont été implantées de telle sorte qu'elles recouvrent dans leur tiers supérieur un impluvium inculte, où la cuirasse ferrugineuse est proche de la surface du sol, suivi topographiquement d'un champ cultivé. Le champ cultivé est formé d'une couche de sables éoliens dont l'épaisseur croît de 25 centimètres près de l'impluvium à 220 centimètres en une quarantaine de mètres. Le sol filtrant, profond, est exploité chaque année depuis 1983 par une culture de Mil. L'itinéraire technique suit le modèle de gestion paysanne des champs de brousse avec un semis direct en poquets et semences locales, des resemis, un premier sarclage assez tardif et un deuxième sarclage avant la floraison.

La parcelle la plus à gauche quand on regarde vers l'amont du versant, est utilisée comme parcelle témoin. Elle n'a subi aucun aménagement et est cultivée à la manière habituelle. La parcelle médiane porte un aménagement en cordons pierreux isohypses constitués d'une double rangée de blocs de cuirasse ferrugineuse (40 kg par mètre linéaire), espacés d'environ 20 mètres. Aucun cordon pierreux n'a été posé sur l'impluvium. La troisième parcelle, à droite quand on regarde vers l'amont du versant, est identique à la parcelle médiane. Elle est labourée selon les courbes de niveau avec une charrue bovine attelée, vers la fin du mois de juin, dès que l'humidité le permet.

Chaque parcelle est limitée par des tôles galvanisées fichées en terres sur une profondeur de 20 centimètres et dépassant la surface du sol d'une vingtaine de centimètres. Les limites des parcelles ont été implantées avec beaucoup de soin de telle sorte qu'elles suivent rigoureusement les lignes de plus grande pente, évitant ainsi le cheminement préférentiel des eaux le long des bordures artificielles. En aval de chaque parcelle, une surface bétonnée, limitée par un muret haut d'une trentaine de centimètres, collecte les eaux de ruissellement jusqu'au dispositif de mesure des niveaux d'eau et des débits qui comprend de l'amont vers l'aval : un limnigraphe avec échelles limnimétriques, un canal jaugeur de section rectangulaire pour la mesure des forts débits (20 à 200 l/s), une fosse à sédiments équipée d'échelles limnimétriques et d'un limnigraphe, un déversoir triangulaire à mince paroi pour la mesure des faibles débits (0 à 30 l/s). Après étalonnage des canaux jaugeurs et des déversoirs, le double dispositif d'enregistrement des niveaux d'eau permet d'obtenir une précision de l'ordre de 20 % dans l'estimation des débits aux exutoires des parcelles. Pour les faibles débits, c'est la précision de la mesure des hauteurs d'eau qui détermine l'incertitude sur les débits. Pour les forts débits, c'est l'imprécision dans l'étalonnage du canal qui se révèle déterminante.

Le dispositif pluviométrique comprend 4 pluviomètres et un pluviographe répartis à raison de 2 appareils en aval et 2 appareils en amont des parcelles. Le

FIGURE n°2 : PLAN D'ENSEMBLE DU DISPOSITIF EXPERIMENTAL DE SAMNIWEOGO.



- |    |   |  |
|----|---|--|
| 3. | Point de suivi du Profil hydrique et phénologie | (Pente générale 2,5%)                    |
| O  | Station de récolte                              | — Cordons pierreux (0,25m)               |
| ▨  | Microbuttes sableuses                           | — Courbe de niveau (0,5m)                |
| —  | Tôles (0,2m et 0,4m)                            | 102 ▾ Pluviomètre                        |
| —  | Muret (0,2m)                                    | 10 ▾ Pluviographe                        |
| ▣  | Exutoire en béton                               | — Limnigraphe et échelles limnimétriques |

pluviographe est installé en amont, près de la parcelle labourée. Les surfaces réceptrices des appareils sont placées 1 mètre au-dessus du sol. Une station climatologique est installée près du village de Nayiri, environ 4 kilomètres à l'est des parcelles de Samniweogo ; elle comprend les appareils classiques de mesure des principaux paramètres climatiques : pluie au sol, pluie 1 mètre au-dessus du sol, températures, humidité de l'air, vitesse du vent, évaporation, insolation.

Pour les mesures d'humidité du sol, 20 tubes de sonde à neutrons ont été implantés sur les parcelles (fig. n°2) de manière à suivre l'évolution des profils hydriques de l'amont vers l'aval, à différentes distances des cordons pierreux.

Pour les mesures de peuplement végétal, les parcelles ont été subdivisées en trois zones : une bande supérieure large de 20 mètres et bordant l'impluvium, une bande médiane large de 40 mètres appelée "haut", une bande inférieure large de 40 mètres appelée "bas". Sur chaque bande, la croissance et le développement du Mil sont suivis sur des stations d'observation échantillonnées de façon à représenter correctement les variations longitudinales du couvert végétal. A la récolte, les composantes du rendement sont mesurées sur des stations de 12 mètres carrés, répétées 4 à 12 fois sur chaque zone selon l'hétérogénéité du peuplement.

### 3.2. Les observations hydrologiques de surface

#### 3.2.1. La pluviométrie

La comparaison des hauteurs pluviométriques observées en amont et en aval des parcelles permet de conclure à des différences faibles, inférieures à 5 %, non systématiquement excédentaires d'un côté ou d'un autre des parcelles.

La comparaison entre les hauteurs pluviométriques observées au pluviomètre dont la surface réceptrice est placée 1 mètre au-dessus du sol et les hauteurs pluviométriques observées au pluviomètre dont la surface réceptrice est placée au niveau du sol montre que le pluviomètre au sol, protégé des rejaillissements par un dispositif adéquat, reçoit des quantités d'eau de pluie systématiquement supérieures à celles reçues par le pluviomètre placé 1 mètre au-dessus du sol. Les écarts sont suffisamment importants pour qu'il en soit tenu compte dans les calculs du bilan hydrique sur les parcelles. A l'échelle journalière, on peut établir les relations suivantes, compatibles avec les résultats présentés par CHEVALLIER (1986) pour la latitude de Bidi :

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

si  $P_{1m} > 10 \text{ mm}$ ,  $P_{sol} = 1,18 P_{1m}$

L'analyse de la répartition temporelle des précipitations montre des situations très contrastées pour les années 1985, 1986 et 1987. L'année 1985 présente deux périodes sèches de plus de 10 jours, l'une en cours de croissance du Mil entre le 20 juillet et le 6 août, l'autre à la fin du cycle végétatif pendant la phase fructifère, entre le 30 août et le 1er octobre. L'année 1986 présente une bonne répartition des chutes de pluie entre le 15 juin et le 2 octobre. L'année 1987 se caractérise par deux périodes sèches de 21 jours et de 18 jours, l'une entre le 2 et le 23 juillet, l'autre entre le 31 juillet et le 17 août, en pleine phase de croissance du Mil.

### 3.2.2. Le ruissellement global

A l'échelle annuelle, les deux parcelles cultivées de manière traditionnelle réagissent de façon presque identique aux chutes de pluie. La parcelle aménagée ruisselle légèrement moins que la parcelle témoin avec des écarts de l'ordre de 1 % pour l'année 1986, de 2,3 % pour l'année 1987 et de 5 % pour l'année 1985. La parcelle labourée ruisselle nettement moins que les deux autres parcelles

Afin de mieux analyser le comportement des parcelles au cours de la saison des pluies, nous avons subdivisé les totaux pluviométriques annuels en tranches d'environ 50 millimètres dans l'ordre chronologique de leur apparition en indiquant les dates des principales interventions culturales. Les correspondances entre les lames ruisselées et les pluies au sol sont reportées, crue par crue, sur les figures n° 3 et 4.

En début de saison des pluies (sol piétiné par le bétail), les cinquante premiers millimètres ruissellent peu et les coefficients de ruissellement sont alors inférieurs à 10 % sur toutes les parcelles. Les tranches pluviométriques suivantes, avant le sarclage, ont des coefficients de ruissellement extrêmement variables : 15 à 84 % sur la parcelle témoin, 11 à 62 % sur la parcelle aménagée sans labours. Les labours ont pour effet de supprimer le ruissellement de la première tranche de 50 millimètres qui suit les labours. Les tranches pluviométriques suivantes, avant sarclage, ont des coefficients de ruissellement inférieurs à 10 %, trois fois à cinq fois plus faibles que ceux de la parcelle aménagée non labourée.

Après le premier sarclage, les parcelles se comportent comme au début de la saison des pluies et les ruissellements sont presque identiques sur les deux parcelles

aménagées (labouré ou non), ce qui est compatible avec les résultats de COLLINET(1988).

Après le second sarclage, les deux premières tranches de 50 millimètres ne ruissellent pas et il faut attendre la troisième tranche de 50 millimètres pour que des ruissellements identiques apparaissent sur les deux parcelles aménagées (coefficients de ruissellement égaux à 10 %) et qu'un ruissellement nettement plus important apparaisse sur la parcelle témoin (coefficient de ruissellement égal à 27 %).

A l'échelle des averses, les événements pluviométriques à forte intensité, de plus de 60 millimètres par heure, produisent de très forts ruissellements lorsqu'ils surviennent sur des sols bien humectés avant sarclage et même après sarclage, telle la crue du 13 août 1985. Il semble que les fortes intensités produisent, sur les sols sableux fins, une brusque imperméabilisation par submersion rapide de la surface du sol et piégeage de l'air sous la surface du sol. Au contraire, sur un sol sec après sarclage, un événement pluviométrique d'intensité moyenne (40 mm/h) ne produit aucun ruissellement, même sur la parcelle témoin (averse du 14 septembre 1987). On met facilement en évidence l'effet de l'humidité du sol avant sarclage sur les ruissellements. Cette humidité est estimée par un indice d'antériorité des pluies. On utilise l'indice de KOHLER (IK). Le seuil de 10 pour IK discrimine bien les crues lorsque l'état de surface est "lisse" ( voir par. 3.2.3.2). Pour illustrer l'effet du réseau de cordons pierreux sur les ruissellements, nous avons dessiné sur la figure n° 5 les hydrogrammes des crues observées le 13 juillet 1986 aux exutoires de la parcelle témoin et de la parcelle aménagée sans labours. L'averse du 13 juillet est tombée sur un sol assez lisse mais sec (indice de Kolher égal à 3), avec un intensité maximale de 82 mm/h sur une durée de 15 minutes. Dans ces conditions, on observe un ruissellement nettement plus fort sur la parcelle témoin : un débit maximum de 25 % plus élevé et un supplément de 22 % sur le volume ruisselé. L'effet des cordons pierreux se manifeste également sur le temps de réponse des parcelles en retardant d'environ 10 minutes l'arrivée des pointes de crue et en décalant de 15 à 30 minutes l'arrêt des ruissellements.

### 3.2.3. Variabilité de l'effet de l'aménagement sur le ruissellement.

L'étude de la variabilité de l'effet de l'aménagement nécessite un critère de comparaison qui ne s'applique qu'aux parcelles cultivées. Le critère choisi est un "coefficient de ruissellement" obtenu par le rapport de la hauteur de la lame d'eau ruisselée en aval de la parcelle cultivée sur la hauteur d'eau entrée (lame d'eau entrée ajoutée de la hauteur de pluie au sol). Il faut tout d'abord estimer la lame entrée.

### 3.2.3.1. Estimation des ruissellements sur les impluviums

La partie cultivée des parcelles agronomiques de Samniweogo est surmontée d'un impluvium formé d'états de surface identiques sur chacune des parcelles mais occupant des superficies variables d'une parcelle à l'autre. Les ruissellements qui arrivent en amont des zones cultivées ne sont donc pas absolument identiques sur les trois parcelles et il nous a fallu estimer, pour chaque averse, les différents volumes ruisselés sur les trois impluviums. Ces volumes sont calculés à partir des formules hydrodynamiques déterminées par J. ALBERGEL (1987) et P. CHEVALLIER (1982) en zone sahélienne grâce aux expériences de simulation de pluies sur des états de surface identiques à ceux des impluviums des parcelles de Samniweogo, en tenant compte des superficies occupées par chaque état de surface sur les impluviums. Les volumes ruisselés sont ensuite divisés par les surfaces cultivées et deviennent des "lames entrées" ; exprimées en hauteurs d'eau, elles peuvent être comparées aux hauteurs pluviométriques et aux lames ruisselées. A l'échelle annuelle, les résultats sont présentés sur le tableau n° 1.

Tableau 1 : lames entrées en amont et lames ruisselées en aval des parcelles agronomiques de Samniweogo.

Année	1985			1986			1987		
Période	20/07 au 15/10			01/06 au 15/10			01/06 au 15/10		
	Pluie sol mm	LE mm	LR mm	Pluie sol mm	LE mm	LR mm	Pluie sol mm	LE mm	LR mm
Parcelle témoin	239	34	70	530	96	127	483	92	53
Parcelle aménagée	242	43	58	528	106	124	484	107	42
Parcelle labourée	-	-	-	-	-	-	486	100	17

LE : lame entrée en amont des parcelles  
LR : lame ruisselée aux exutoires

Les impluviums apportent aux parcelles agronomiques de Samniweogo un complément hydrique variable dont l'ordre de grandeur est comparable aux volumes ruisselés aux exutoires des parcelles et varie entre 15 % et 20 % de la pluviométrie annuelle. Pour les plus fortes averses, le complément hydrique n'excède pas 27 % de la hauteur pluviométrique de l'averse. Cet apport complémentaire ne se répartit évidemment pas de façon homogène sur l'ensemble des surfaces cultivées et profite tout

FIGURE n°3 : LAMES RUISSELEES SUR LA PARCELLE TEMOIN EN FONCTION DE LA PLUIE AU SOL.

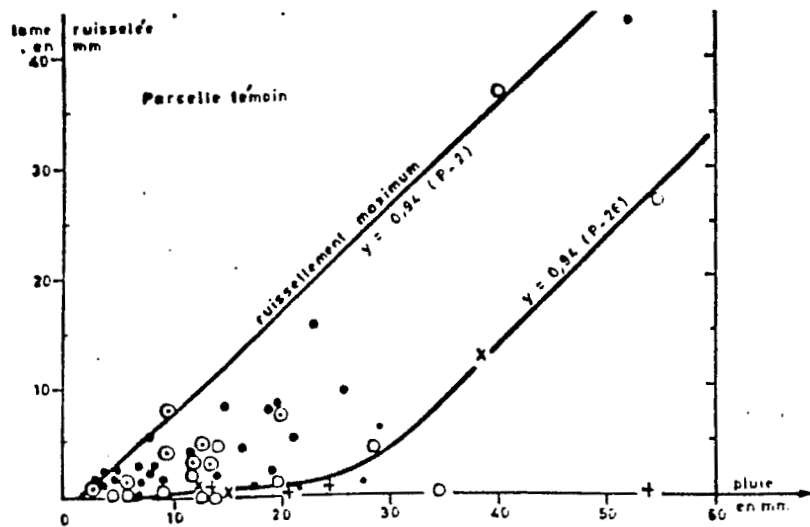
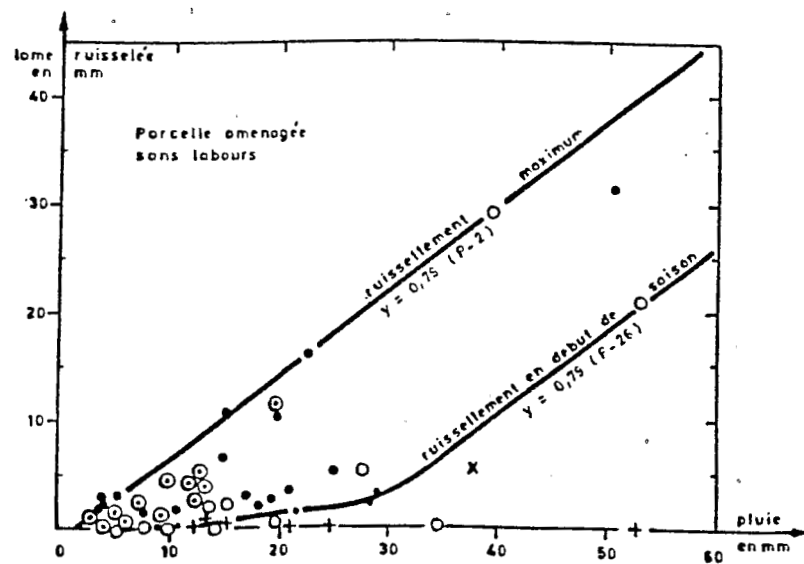


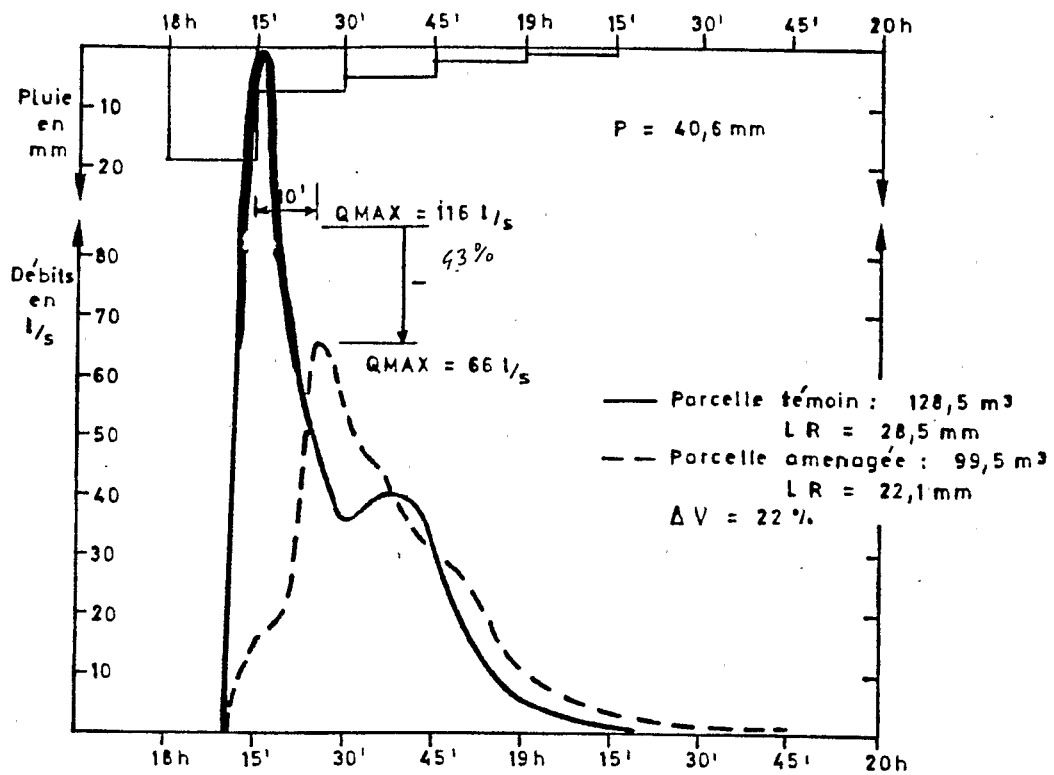
FIGURE n°4 : LAMES RUISSELEES SUR LA PARCELLE AMENAGEE SANS LABOURS EN FONCTION DE LA PLUIE AU SOL.



- $\Sigma P_a$  : somme des pluies antérieures
- avant sarclage,  $\Sigma P_a < 50\text{mm}$
  - avant sarclage,  $\Sigma P_a \geq 50\text{mm}$
  - après le 1<sup>er</sup> sarclage, depuis le sarclage  $\Sigma P_a < 100\text{mm}$
  - ⊙ après le 1<sup>er</sup> sarclage, depuis le sarclage  $\Sigma P_a \geq 100\text{mm}$
  - + après le 2<sup>ème</sup> sarclage, depuis le sarclage  $\Sigma P_a < 100\text{mm}$
  - x après le 2<sup>ème</sup> sarclage, depuis le sarclage  $\Sigma P_a \geq 100\text{mm}$



FIGURE n°5 : HYDROGRAMME DES CRUES DU 13 juillet 1986.



d'abord aux parties amont les plus proches des impluviums. Cependant le dépouillement des mesures d'humidité des sols laisse penser que les parties basses des parcelles profitent également de ces apports lorsque les averses sont suffisamment fortes, les parcelles aménagées avec cordons pierreux en profitant sensiblement plus que la parcelle témoin.

### 3.2.3.2. Analyse de l'effet de l'aménagement

L'identité des méthodes de mesure du ruissellement, des modes de conduite de la culture entre les deux parcelles, des couverts végétaux et de la géométrie des parcelles nous permettent de comparer les coefficients de ruissellement des aires cultivées, pour chaque événement pluvieux.

Compte tenu du changement de méthode de mesure des ruissellements entre 1985 et 1986, la fonction de ruissellement (1) de la parcelle témoin diffère légèrement entre 1985 et 1986-87. Cela n'a pas de conséquences sur l'étude de l'effet de l'aménagement, puisqu'on compare des événements mesurés par la même méthode, deux à deux. Les résultats des trois années sont donc regroupés. Nous disposons de 45 couples d'événements ayant donné lieu à un coefficient de ruissellement de plus de 1 %.

Une transformation racine carrée a été appliquée aux données originales dans le but de stabiliser les variances et normaliser les distributions. Le nuage de points obtenu en croisant les racines carrées des coefficients de ruissellement et ainsi rendu homogène sur la gamme 1 à 80 % (figure 6). Le coefficient de corrélation est de 0,85 ce qui est faible. La droite de régression est légèrement en dessous de la diagonale ( $A = 0,93 T + 0,13$ , A étant la racine carrée du coefficient de la parcelle aménagée, T celle de la parcelle témoin). Sur l'ensemble des crues observées en trois ans, l'effet de l'aménagement apparait donc en moyenne très faible mais très variable. Il y a presque autant d'événements avantageant l'infiltration sur la parcelle aménagée que l'inverse.

Outre l'erreur expérimentale, les deux paramètres qui déterminent la lame ruisselée sur la parcelle témoin peuvent être à l'origine de cette variabilité. Il s'agit d'abord de l'aptitude au ruissellement du sol où interviennent l'état du sol (organisations de surface, micro-relief, rugosité, porosité, humidité, végétation, présence d'un ruissellement exogène ...). La deuxième condition est donnée par le type de pluie, où

(1) fonction obtenue par régression multiple qui relie la lame ruisselée de la parcelle témoin à un ensemble de paramètres : hauteur de pluie, intensité maximum, indice de Kohler, degré de dégradation de l'état de surface.

interviennent un facteur quantitatif (hauteur d'eau) et des conditions (intensités, durée et forme de l'averse...).

#### a. Analyse de l'interaction avec les paramètres d'aptitude du sol au ruissellement

Compte tenu de la prépondérance de l'état de surface dans les conditions de ruissellement de ce type de sol (CASENAVE et VALENTIN (1988) et de l'influence de l'humidité, trois classes d'états de surface ont été retenues.

- sol "rugueux" : avant sarclage, moins de 50 mm de pluie cumulée  
(14 événements) après 1er sarclage, moins de 100 mm de pluie cumulée  
après 2ème sarclage, moins de 150 mm de pluie cumulée. On prend ainsi en compte l'influence du couvert de mil, suffisamment dense après le deuxième sarclage pour ralentir le processus d'encroûtement lié au "splash".

Il s'agit d'un état de surface avec une mésorugosité importante (débris, collets de mil, buttes de sarclage), une porosité suffisante en surface, sans croûte superficielle ni mauvaises herbes. Il a donc été travaillé ou piétiné et n'a pas encore été "rebattu" par la pluie.

- sol "lisse" : l'humidité apparait particulièrement marquante sur l'infiltration pour cet état de surface dégradé. L'indice IK qui établit une estimation de l'humidité de surface avant la pluie permet de séparer la population d'événements en deux classes :

sol "lisse humide" (16 événements) pour  $IK \geq 10$

sol "lisse sec" (15 événements) pour  $IK < 10$

Cette classification différencie bien le nuage de points (figure 6). Les régressions de A en T donnent :

Sol lisse humide :  $A = 0,85 T + 1,29$   $r = 0,80$

Sol lisse sec :  $A = 0,79 T + 0,67$   $r = 0,88$

Sol rugueux :  $A = 0,83 T - 0,23$   $r = 0,91$

( COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT %, TRANSFORMATION RACINE CARRÉE)

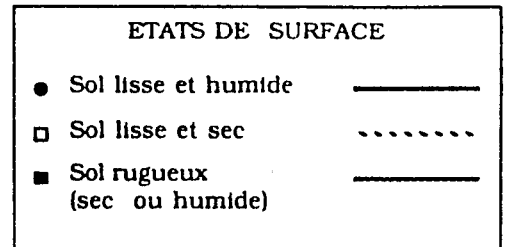
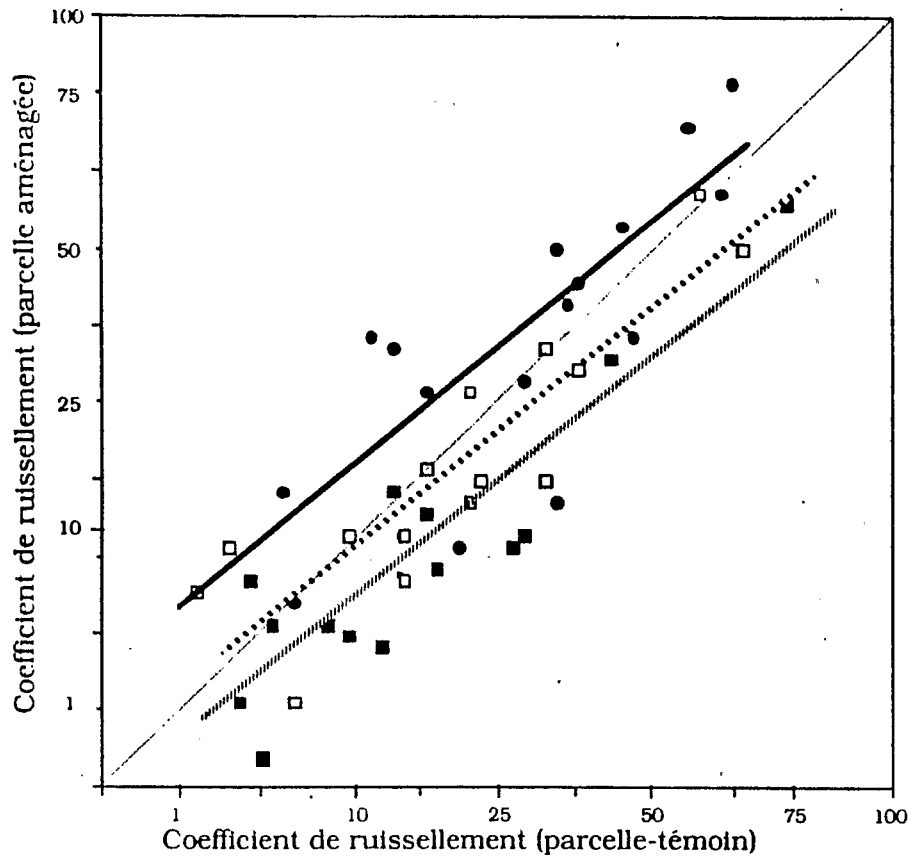


FIGURE n° 6 : INFLUENCE DES ETATS DE SURFACE SUR L'EFFICACITE DE L'AMENAGEMENT

PLUIES FORTES

PLUIES FAIBLES

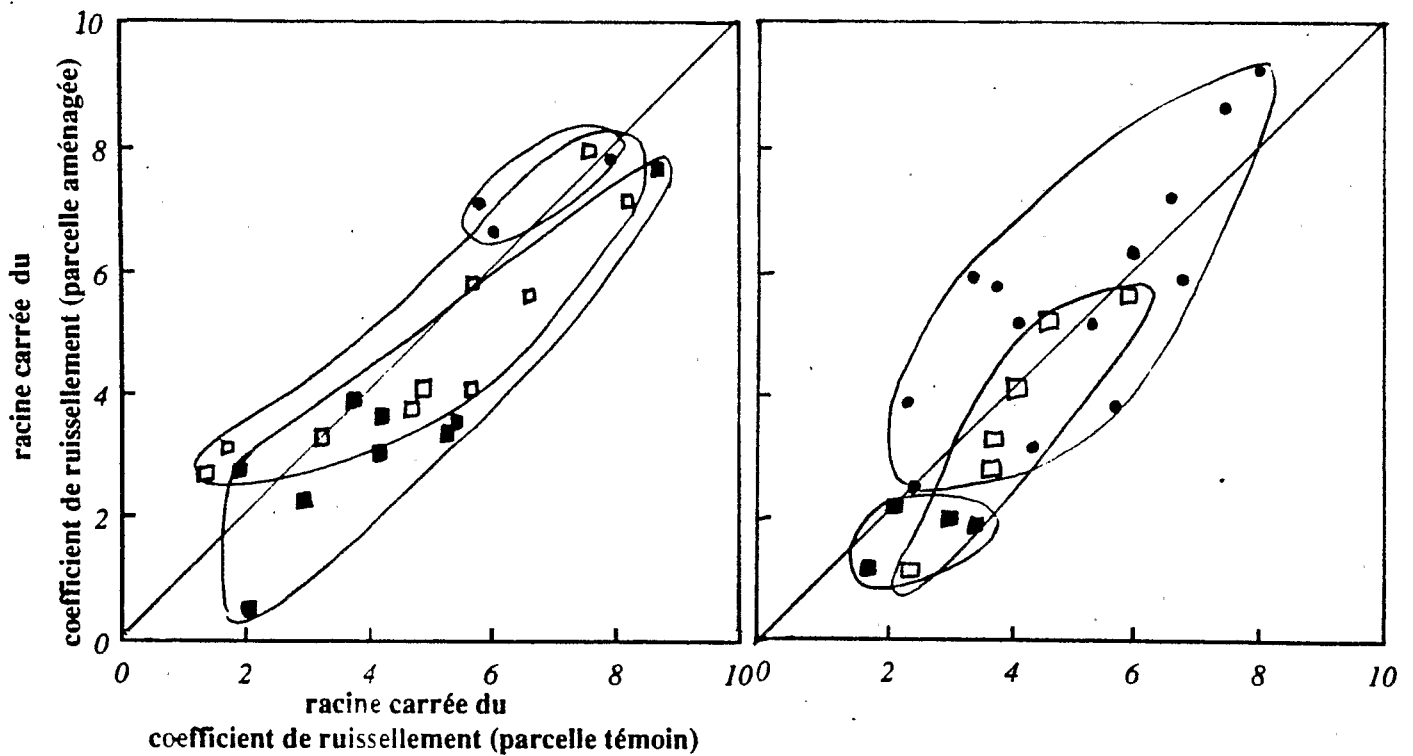


FIGURE 7 : CONTROLE DE L'EFFET " état de surface": CLASSIFICATION SUIVANT LE TYPE DE PLUIE.

Ces trois droites sont presque parallèles et les variances résiduelles peu différentes. Ce sont des conditions convenables pour une analyse de la covariance. Les résultats qu'elle fournit sont les suivants (tableau 2).

Sources de variation	degrés de liberté	SCE	CM	F
Différences d'ordonnées à l'origine	2	18,80	9,4	10,34***
Non parallélisme	2	0,098	0,049	0,050
Ecart par rapport aux droites de régression	38	37,16	0,98	
Totaux	42	56,05		

Tableau 2 : analyse de la covariance.

Il y a donc parallélisme des droites de régression et interaction significative de l'état de surface sur l'"effet" de l'aménagement. Il s'agit, avant toute conclusion, de vérifier que la nature de l'échantillon ne biaise pas les résultats. Un tableau de contingence effectué sur les critères "pluie" et "état du sol" montre effectivement qu'il existe un biais : pour les sols "rugueux", on ne dispose que de 4 pluies faibles contre 10 fortes ; pour les sols "lisses et secs", il y a 6 faibles et 9 fortes ; pour les sols "lisses et humides", on compte 13 pluies faibles et seulement 3 fortes. Compte tenu de la mauvaise homogénéité de l'échantillon sur le critère "pluie", on doit réaliser un contrôle en procédant à la même analyse par classe de pluie (figure 7). Les graphiques montrent les mêmes classements entre états de surface que sur l'échantillon total. On retient donc l'effet "état de surface" : l'aménagement est le plus propice à l'infiltration pour l'état de surface "rugueux". En revanche, lorsque l'état de surface est "lisse et sec", le ruissellement est semblable dans les 2 parcelles. Quand le sol est "lisse et humide", l'aménagement tend à accroître le ruissellement par rapport au témoin sur l'ensemble de la gamme des coefficients de ruissellement.

#### b. Influence du type de pluie

Nous disposons de deux paramètres : la hauteur d'eau totale de l'averse P, l'intensité maximale I relevée pendant 15 mn consécutives. Les deux paramètres sont bien sûr corrélés, mais chacun joue un rôle spécifique dans le ruissellement. En 1986 et 1987, la lame ruisselée sur la parcelle témoin, lorsque l'état de surface est "lisse", est bien prédite par une régression multiple basée sur ces deux paramètres :  $L = 0,71 P + 0,10 I - 6,1$  ( $r^2 = 0,77$ ). Nous créons donc l'"indice de pluie"  $V = 0,71 P + 0,10 I - 6,1$  pour caractériser l'aptitude de chaque averse à provoquer un ruissellement.

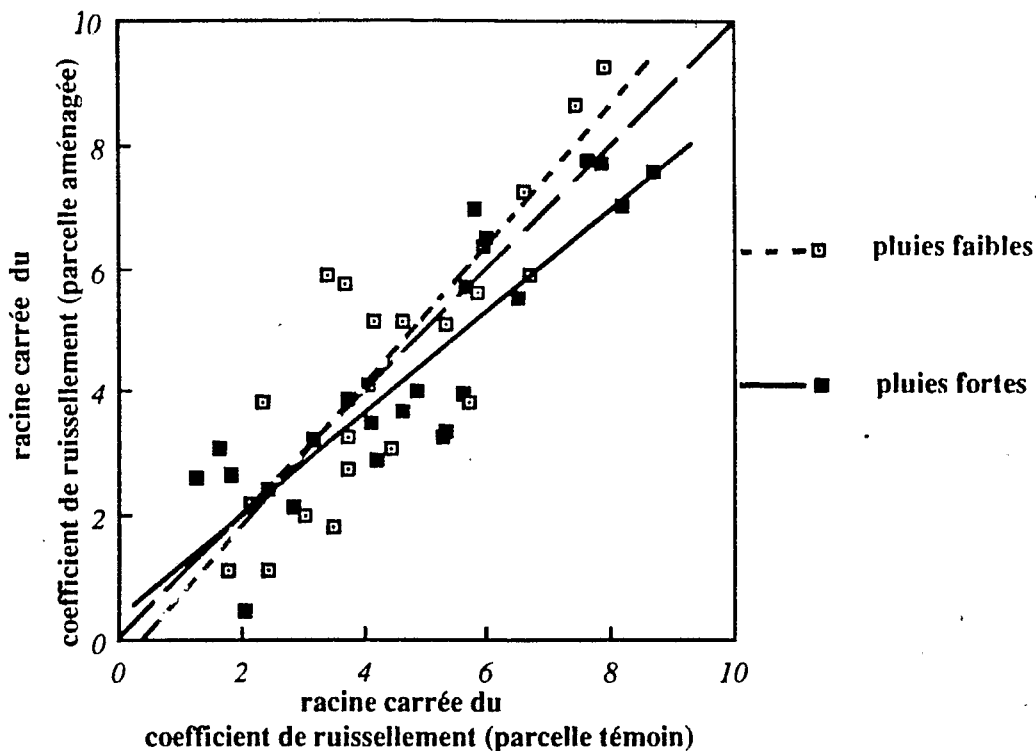


FIGURE n° 8 : INFLUENCE DU TYPE DE PLUIE SUR L'EFFICACITE DE L'AMENAGEMENT.

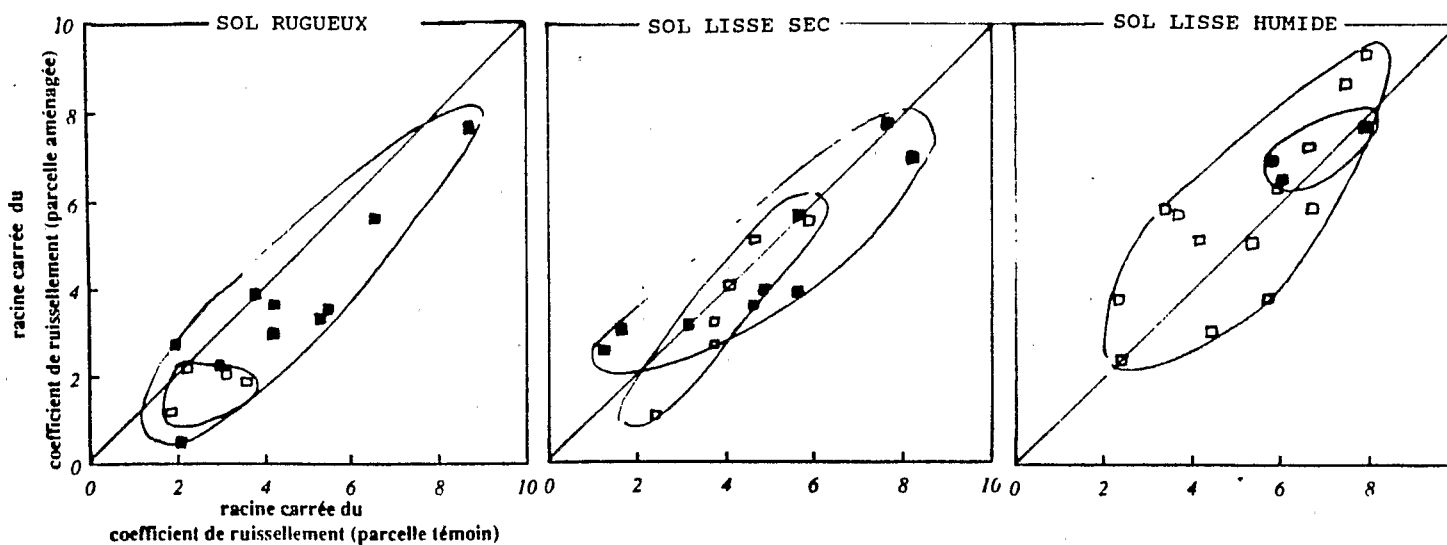


FIGURE 9 : CONTROLE DE L'EFFET "pluie" : CLASSIFICATION SUIVANT LE TYPE D'ETAT DE SURFACE.

On choisit deux classes d'averses : des averses à grosse production potentielle de ruissellement ( $V \geq 6$ ), soit 22 cas, des averses à faible production ( $V < 6$ ) soit 23 cas (figure 8). Sur l'ensemble de l'échantillon, les droites de régression sont les suivantes (figure 8):

"fortes" averses :  $A = 0,83 T + 0,36$  ( $r = 0,88$ )

"faibles" averses :  $A = 1,13 T - 0,51$  ( $r = 0,86$ )

Il s'agit de deux droites passant près de l'origine et de pentes sensiblement différentes. Le test de parallélisme aboutit à rejeter l'hypothèse de parallélisme au niveau 0,1 ( $t_{\text{obs}} = 1,683$ ). Mais l'échantillon étant biaisé, il faut contrôler cet effet en procédant à l'analyse par classes d'états du sol (figure 9). Il n'apparaît pas de discrimination liée au type de pluie dans aucun des trois graphiques. L'effet "pluie" est donc bien le résultat d'un biais de l'échantillon, dans lequel la plupart des faibles pluies sont tombées sur un sol lisse et humide.

Cependant, dans les classes d'états du sol qui provoquent un effet positif de l'aménagement (rugueux, lisse et sec), les coefficients des droites de régression sont inférieurs à 1 (cf p.15). Compte tenu de la transformation par racine carrée effectuée sur les coefficients de ruissellement, ceci indique que les plus fortes pluies provoquent des gains d'infiltration plus importants en proportion. Elles viennent donc renforcer l'effet positif de l'aménagement lorsque l'état de surface est propice.

### c. Interprétation et discussion.

Comme l'erreur expérimentale reste élevée compte tenu de l'estimation de la lame entrée, il existe des possibilités non négligeables de biais fortuits. Ainsi l'existence d'un effet "année" doit être prise en compte. En 1986 par exemple, il y a un grand nombre de cas de petites averses sur sol lisse et humide, couvert d'adventices ; c'est l'année où l'on a changé de méthode de mesures des ruissellements sortants ; c'est aussi l'année où le bilan hydrologique de l'effet de l'aménagement est le plus faible alors que les suivis de l'eau du sol et de la culture montrent une meilleure humidité et une plus forte croissance dans la parcelle aménagée. Un contrôle effectué année par année sur l'effet de l'état de surface a néanmoins permis de retrouver le classement observé sur l'échantillon global.

Ces réserves ne pourront être levées que sur la foi d'autres expérimentations. Elles sont malheureusement rares à cette échelle de travail et cette technique d'aménagement est encore peu étudiée. La bonne qualité statistique des résultats nous

donne néanmoins une confiance relative dans nos conclusions. L'interprétation est plus difficile, car nous ne disposons que d'éléments de théorie s'appliquant à très grande échelle (travaux par simulation de pluie de CASENAVE et VALENTIN, 1988, et de COLLINET, 1988).

Après imbibition, les principales conditions d'infiltration pour une pluie donnée sont fournies par l'état de surface, la charge hydraulique, sa durée et surface d'application. La rétention d'eau temporaire en amont des cordons pendant et après l'averse favorise donc l'infiltration dans la parcelle aménagée lorsque l'état du sol est rugueux, poreux et sec.

Néanmoins, cet effet localisé est compensé par une tendance à l'organisation du ruissellement en aval des cordons pierreux. Un état de surface pourvu d'un méso-relief important (buttes de sarclage, débris, collets de mil) répartit convenablement les filets d'eau concentrés provoqués par les cordons pierreux. Le ruissellement est alors suffisamment hiérarchisé pour limiter les phénomènes d'encroûtement liés à un ruissellement en nappe, mais les ruisselets sont suffisamment nombreux pour que l'infiltration soit répartie convenablement et sur une grande surface d'absorption. Un sol lisse n'a pas cette capacité de répartition. La concentration locale du ruissellement due à l'aménagement est alors excessive et définitive et la surface d'absorption devient très faible.

Nos observations de terrain confirment en partie cette hypothèse : pendant les pluies, des circulations latérales en amont des obstacles entraînent une forte concentration en chenaux. Après la pluie, l'humidité est très forte sous les chenaux, mais faible en dehors. Une concentration excessive "gaspille" le ruissellement autant qu'une concentration insuffisante. Les très fortes pluies compensent cet inconvénient en favorisant un débordement généralisé des cordons pierreux, donc une meilleure circulation.

Une autre hypothèse possible est l'évolution particulière des états de surface dans la parcelle aménagée. La dégradation de l'état de surface s'accompagne en effet de l'apparition de croûtes de décantation en amont des cordons pierreux. L'infiltration forcée par l'inondation serait alors gênée d'où identité des coefficients de ruissellement. Si la pluie est forte, la zone d'inondation dépasse l'aire de décantation habituelle et y provoque un surcroît d'infiltration d'où rétablissement du rôle de l'aménagement.

Il est possible que ces deux mécanismes hypothétiques concourent dans l'interaction observée.



Pour expliquer l'effet de l'humidité lorsque l'état de surface est dégradé, on doit se rappeler que l'infiltrabilité diminue d'autant plus que le sol est humide (diminution du gradient de succion dû à la microporosité ou gradient matriciel). Les phénomènes dus au colmatage des aires de décantation et à la hiérarchisation du ruissellement n'en sont que plus accusés.

#### d. Conclusion

Les résultats de ces trois années suggèrent que l'aménagement influence l'infiltration mais cet effet requiert des conditions particulières pour être positif : fortes pluies ou états de surface propices à l'infiltration et à une hiérarchie limitée du ruissellement. Ces phénomènes semblent liés à l'effet de l'aménagement sur l'évolution des états de surface et sur la structure du ruissellement.

Un essai de cloisonnement de l'aire inondable en amont des cordons a été tenté en août 1987 : cloisons de 4m, perpendiculaires au cordon, tous les 8 m. Il conduit effectivement à supprimer les circulations latérales, donc les concentrations locales excessives. Le ruissellement est alors mieux distribué en aval. On n'a pu encore évaluer l'incidence de ce procédé sur le bilan hydrique parcellaire.

Sur le plan de l'érosion, on peut prévoir une limitation de l'effet d'abrasion par réduction des débits de pointe (écrêtage des crues) mais aussi un accroissement par :

- effet splash à cause de l'organisation du ruissellement ce qui protège mal le sol
- érosion linéaire dans les chenaux et en aval des cordons ;
- érosivité plus grande des eaux décantées.

### 3.3. Les observations hydro-pédologiques et agronomiques

#### 3.3.1. Les bilans hydriques sur les parcelles

Les bilans hydriques sur parcelles agronomiques doivent quantifier les pertes en eau subies par le volume de sol exploité par l'enracinement afin d'établir un diagnostic de la satisfaction des besoins en eau des cultures à l'échelle du champ cultivé.

L'utilisation de l'équation du bilan hydrique, de la forme :  $Re + Ps + Rs + VS + ED = 0$ , permet de calculer, sur des périodes assez longues, par exemple une décade, les pertes par évaporation et drainage (ED) lorsque les autres termes du bilan sont connus, c'est-à-dire : le ruissellement entrant (Re), la pluviométrie

au sol (Ps), le ruissellement sortant (Rs) et la variation du stock hydrique des sols sur 160 cm (VS), sur le même pas de temps. Sur les parcelles agronomiques de Samniweogo, les ruissellements sont connus avec une précision de l'ordre de 20 %, les pluies avec une précision de l'ordre de 10 % et les stocks hydriques sont évalués avec une erreur absolue de 15 millimètres quelque soit l'importance du stock qui varie entre 50 et 150 millimètres.

L'estimation des pertes par évapotranspiration sera donc d'autant plus précise que la période considérée sera longue et sèche. L'incertitude sur une décade est de l'ordre de 2,5 mm par jour en période humide, de 1,5 mm par jour en période sèche. La figure n° 10 présente les résultats des calculs pour l'année 1987 sur les deux parcelles aménagées.

### 3.3.2. Les observations agronomiques

Le tableau n° 3 résume les observations effectuées sur le développement et la croissance du Mil.

Tableau n° 3 : Etat du Mil après les semis.

Paramètres mesurés	hauteurs en cm			stade foliaire (équivalent feuille)		
	1985	1986	1987	1985	1986	1987
années	1985	1986	1987	1985	1986	1987
nombre de jours après les semis	44j	34j	45j	44j	34j	45j
parcelle témoin	27,6	31,5	37	10,2	9,8	9,3
parcelle aménagée	32,4	35,8	40	10,6	10,1	9,8
parcelle labourée	-	48,1	74	-	11,1	10,8

Les années 1985 et 1987 se caractérisent par des périodes sèches en début de cycle, moins longues en 1987, en pleine phase de croissance et de développement du Mil, alors que la pluviométrie est bien distribuée sur toute l'année 1986. Il en résulte des retards de croissance importants en 1985, moins importants en 1987. Sur la parcelle aménagée, la croissance du Mil est légèrement plus rapide que sur la parcelle témoin (écart de 8 à 18 %) et le développement foliaire y est plus avancé (écart de 3 à 5 %). Dans tous les cas, la parcelle labourée présente une avance de développement foliaire (10 %) et une avance de croissance très forte (30 à 80 %) sur la parcelle non labourée. L'état d'enracinement, mesuré à la floraison, confirme la qualité de l'enracinement dans la parcelle labourée et l'influence, dans la parcelle aménagée, des conditions d'humectation sur la mise en place des racines ; en 1986 et 1987, on relie les fortes

différences de biomasse entre parcelles à une meilleure alimentation minérale dans la parcelle aménagée où l'humidité est plus favorable au fonctionnement racinaire.

La figure n° 11 présente les productions en matière sèche et en grain par mètre carré de champ cultivé. Les relations entre la production de matière sèche et la production en grain sont bonnes, à l'exception du haut de la parcelle aménagée pour l'année 1985, année pour laquelle le mil a subi un échaudage radical en fin de cycle. Le haut des parcelles apparait systématiquement favorisé tant pour la production de matière sèche que pour la production en grains. Si l'on excepte l'année 1985, des augmentations de la production en matière sèche et des augmentations de la production en grain ont été observées sur la parcelle aménagée :

- matière sèche : augmentation de 10 à 20 % en haut de parcelle, 30 à 60 % en bas ;
- production en grain : augmentation de 30 à 60 % en haut de parcelle, 30 à 90 % en bas.

Si une grande part de l'amélioration des conditions d'humectation dans le haut de la parcelle aménagée est à mettre au crédit de la différence de production des impluviums, l'amélioration du bilan hydrique du bas des parcelles est dû à l'effet global de l'aménagement.

En année normale, à pluviométrie bien répartie (1986), les labours ont permis d'accroître de 55 % la production de matière sèche et de doubler la production en grains. En année plus sèche (1987), l'accroissement de la production en grain reste importante (60 à 70 %) en haut de parcelle, plus faible en bas de parcelle.

#### 4.CONCLUSIONS.

Le travail du sol, labour ou sarclage, d'un sol sableux fin à sablo-argileux permet une infiltration optimale des pluies et des ruissellements entrants dans les parcelles cultivées sur une tranche pluviométrique d'environ 100 millimètres. Au delà, la transformation de l'état du sol favorise le ruissellement dont l'importance croît avec l'intensité de la pluie et l'état d'humectation des sols.

Compte tenu de la faible capacité de rétention spécifique des sols sur les parcelles agronomiques de Samniweogo, l'excès d'infiltration provoque rapidement un drainage profond dont l'effet est théoriquement défavorable s'il se produit pendant la période du pic de minéralisation comme ce fut le cas probablement en 1986 et en 1987 sur la parcelle labourée.

Un aménagement en cordons pierreux isohypses cloisonnés, à l'occasion de fortes pluies, modifie les paramètres d'une crue par écrêtage et déphasage. Il réduit ainsi la puissance érosive des crues et accroît dans certaines conditions (sols rugueux, secs) la lame infiltrée sur un sol ferrugineux sableux. Les fortes pluies accroissent le supplément d'infiltration dû à l'aménagement. Compte tenu des fréquents déficits en début et en fin de saison des pluies, l'aménagement permet une meilleure installation du peuplement, un meilleur enracinement et une meilleure fructification, augmentant ainsi chaque année la production de matière sèche sur la parcelle aménagée. Dans les zones basses des parcelles, où l'effet de l'aménagement est le moins perturbé par celui des impluviums, le gain sur la production de grain a été de 11 % en 1985, 81 % en 1986, 31 % en 1987 au profit de la parcelle aménagée, ce qui souligne la variabilité de l'effet. On peut prévoir un effet globalement négatif de l'aménagement si les pluies sont trop fréquentes, ou rares en fin de cycle, ou au contraire trop abondantes et si l'on néglige l'entretien des conditions que l'aménagement tend à détériorer :

- l'état de surface ;
- l'enherbement ;
- l'organisation du ruissellement.

L'impluvium agit tout au long du cycle végétatif du mil en augmentant la valeur des lames infiltrées lorsque les sols sont suffisamment absorbants. Son rôle est surtout sensible dans les zones hautes des parcelles pour les faibles pluies ; il favorise l'enracinement, améliore la production de matière sèche, le nombre d'organes fructifères et le poids des épis si la capacité d'infiltration et de rétention des sols est suffisante.

Dans ce type de situation, plus que le lourd travail du sol par labour, l'aménagement en cordons pierreux isohypses cloisonnés et la précocité des sarclages apparaissent bien appropriés à une conduite extensive des cultures en améliorant sans excès l'alimentation hydrique des sols. Les labours et le billonnage paraissent plus adaptés à des champs qui ne bénéficient pas des effets d'un impluvium et reçoivent une fumure organique adéquate.

L'amélioration de l'alimentation hydrique des cultures pose à plus ou moins long terme le problème du renouvellement de la fertilité des sols, l'accroissement de la production végétale non restituée allant de pair avec un appauvrissement plus rapide des sols ; elle ne constitue donc qu'un des maillons de la chaîne d'un itinéraire technique agricole mieux adapté à une situation nouvelle de déficit pluviométrique et de saturation de l'espace cultivable.

La relative finesse des mécanismes suggérés par cette étude de cas doit remettre en cause les conceptions habituelles de la pratique et de l'évaluation des aménagements. Il faut en particulier accorder plus d'importance aux effets secondaires des aménagements (notamment lors du vieillissement), à leurs conditions de mise en oeuvre (type de terrains convenables, place dans le paysage, mode de conduite...) ainsi qu'à la forte variabilité des résultats culturels qu'ils entraînent, tant dans l'espace que le temps.

Diversité des situations culturelles et subtilité des effets des aménagements plaident pour un rapprochement des sources d'expérience et un accroissement de l'investissement cognitif.

## BIBLIOGRAPHIE

ALBERGEL (J.) - 1987. Génèse et prédétermination des crues au Burkina Faso - Thèse de doctorat de l'université - Paris 6.

CASENAVE (A.) - 1982. Le mini-simulateur de pluie : conditions d'utilisation et principes de l'interprétation - Cah. ORSTOM, sér. Hydrol., vol. XIX, n° 4, pages 207 à 227.

CASENAVE (A.), VALENTIN (C.) - 1988. Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. Rapport CEE ORSTOM. 202 pages.

CHEVALLIER (P.), LAPETITE (J.M.) - 1986. Note sur les écarts de mesures observés entre les pluviomètres standards et les pluviomètres au sol en Afrique de l'Ouest. Hydro. Cont., Vol. 1, n° 2, pages 111 à 119.

COLLINET (J.) - 1988. Comportements hydrodynamiques et érosifs de sols en Afrique de l'Ouest. Evolution des matériaux et des organisations sous simulation de pluie. Thèse ULP Strasbourg - 513 pages + annexes.

LAMACHERE (J.M.), SERPANTIE (G.) - 1988. Aridification du climat subsahélien : conséquences de trois méthodes d'amélioration des bilans hydriques au champ pour une culture pluviale. rapport ORSTOM. 38 pages.

MARCHAL (J.Y) - 1983. Le Yatenga. La dynamique d'un espace rural soudano-sahélien. Coll. Travaux et documents ORSTOM n°167, 869p.

MILLEVILLE (P.) - 1980. Etude d'un système de production agro-pastoral de Haute Volta. Le système de culture. ORSTOM/Ouagadougou, 66 pages.

ROOSE (E.J.) - 1981. Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. Travaux et documents de l'ORSTOM n°130, 569p

SIBAND (P.) - 1981. Croissance et production du Mil. Essai d'analyse du fonctionnement du Mil en zone sahélienne. Thèse de doctorat, académie de Montpellier, 302 pages.