

Terrasses de diversion ou microbarrages perméables ?

Analyse de leur efficacité en milieu paysan ouest-africain pour la conservation de l'eau et des sols dans la zone soudano-sahélienne (1)

Eric ROOSE

Pédologue ORSTOM s/c ENGREF BP 5093 Montpellier 34033 - France

RÉSUMÉ

Le développement agricole en Afrique occidentale s'est traduit par une extension des surfaces cultivées parallèlement à la croissance démographique et par une dégradation alarmante des terres, encore accélérée par 17 années de sécheresse. Bien que l'érosion et surtout le ruissellement soient une entrave au développement, il s'avère difficile de mettre en place le système antiérosif classique des terrasses de diversion. L'auteur dénonce son inefficacité et propose une très ancienne méthode, mieux adaptée aux conditions régionales, les diverses formes de microbarrages perméables aboutissant à la formation de terrasses progressives. Il fait enfin remarquer que ces structures ne sont qu'un cadre cadastral, à l'intérieur duquel il faut mettre en place un système agro-sylvo-pastoral intensif véritablement intégré car les méthodes antiérosives biologiques sont de loin les plus efficaces.

MOTS-CLÉS : Afrique occidentale — Zone soudano-sahélienne — Conservation de l'eau et des sols — Diguette en terre — Microbarrage — Parcelles d'érosion — Techniques de lutte antiérosive traditionnelles.

ABSTRACT

DIVERSION CHANNEL TERRACES OR PERMEABLE MICRODAMS ? ANALYSIS OF TWO SOIL AND WATER CONSERVATION APPROACHES IN THE LITTLE FARMS OF SOUDANO-SAHELIAN AREA OF WESTERN AFRICA (2)

The agricultural development in Western Africa found expression by an extension of cultivated surface parallelly to demographic extension and by an alarming degradation of the land, still accelerated by 17 years of drought. Although erosion and runoff are handicap to rural development it is difficult to establish a diversion channel terraces system in the little farms. The author exposes its inefficiency and proposes a very old system, better adapted to local conditions: the various forms of permeable microdams abutting on « progressive terraces ».

He notes these structures are only a cadastral frame: inside, it must be developed an intensive agro-sylvo-pastoral production system because the biological antierosive methods are the most efficient.

KEY WORDS : Western Africa — Soudano-sahelian area — Soil and water conservation — Diversion channel terraces — Permeable microdams — Runoff plots — Traditionnal soil conservation methods.

(1) Communication à la 4^e Conférence Internationale de Conservation des Sols : Maracay Venezuela 3-9 novembre 1985.

(2) Communication to ISCO IV : Maracay, November 3-9, 1985 by E. ROOSE. Soil scientist at ORSTOM, France.

RESUMEN

TERRAZAS DE DIVERSION U MICROREPRESAS PERMEABLES ?
 ANALISIS DE SU EFICACIDAD PARA LA CONSERVACION DEL AGUA Y DE LOS SUELOS
 EN EL MEDIO CAMPESINO DE LA ZONA SOUDANO-SAHELIANA EN EL OCCIDENTE AFRICANO (1)

El desarrollo agrícola en Africa Occidental se tradujo por la extension de las superficies cultivadas parallamente con el crecimiento demografico y por la degradacion alarmante de las tierras, aun acelerada por 17 anos de sequia. Aunque la erosion y sobre todo el excurrimiento sean un freno al desarrollo, se revelo dificil instalar el sistema anti erosif clasico con terasas de diversion. El autor indica su ineficiencia y propone un metodo muy antiguo, mejor adaptado a las condiciones regionales, las diversas formas de microrepresas permeables llegan a conformar terrazas progresivas. Senala tambien que aquellas estructuras son unicamente un marco catastral dentro del cual se debe ordenar un sistema agro-silvo-pastoral intensivo, verdaderamente integrado, pues los métodos antierosivos biologicos son desde lejos los mas eficaces.

PALABRAS CLAVES : Africa Occidental — Zona soudano-saheliana — Conversación del agua y de los suelos — Malecón de tierra — Microrepresa — Parcelas de erosión — Métodos antierosivos tradicionales.

INTRODUCTION

Depuis les années 1950, et plus spécialement depuis la longue période sèche, on constate une évolution profonde des paysages soudano-sahéliens d'Afrique occidentale : dégradation de la végétation (disparition d'arbres et même de graminées pérennes), dénudation, encroûtement puis décapage des sols, augmentation du ruissellement, ravinement des versants, changement du régime d'écoulement des rivières, baisse du niveau des nappes et finalement aridification du microclimat régional (MULLARD et GROENE, 1961 ; MARCHAL, 1979 ; ROOSE, 1985). Les causes principales sont les pressions démographiques (trop forte charge en hommes et en gros bétail pour une potentialité de production très variable) et socio-économiques (extension des surfaces défrichées, dessouchées et labourées mécaniquement en vue de cultures industrielles, surpâturage, feux de brousse, etc.). La sécheresse plus longue que d'habitude (déjà 17 ans) n'a fait qu'accélérer le déséquilibre entre la biomasse produite et les besoins de consommation (PEYRE de FABREGUE, 1985, ROOSE, 1985).

Face à cette dégradation des terres, une méthode antiérosive classique a été largement préconisée, celle des terrasses de diversion des eaux de ruissellement vers des exutoires aménagés (BENNET, 1939 ; FAO, 1967 ; HUDSON, 1973 ; CTFT, 1980). Devant les échecs plus ou moins caractérisés de cette approche en milieu paysan ouest-africain, une analyse des principes de base des résultats de mesure et des observations de terrain pourrait débloquent le problème. Une autre approche peut être suggérée qui s'appuie sur la pratique traditionnelle

microbarrages perméables : lignes de paille ou de pierres, bandes enherbées, haies vives, rideaux d'arbres, etc.

L'objectif de cette note est d'attirer l'attention des professionnels sur :

- les limites de l'application des méthodes de terrassement en milieu paysan ;
- l'intérêt de méthodes très simples comme les barrages perméables aboutissant à la formation progressive de terrasses à pente faible.

Il faut souligner la nécessité d'une approche plus souple (basée sur les besoins et les possibilités des paysans) et plus globale, visant au-delà de la conservation des sols, le développement harmonieux de la production animale et des plantes industrielles, vivrières et forestières.

LE MILIEU SOUDANO-SAHELIEEN EST FRAGILE

Les précipitations annuelles varient de 1200 à 600 mm vers le nord mais elles ont diminué de 250 mm en moyenne ces dix dernières années. Les pluies tombent en 4 à 6 mois avec des intensités très élevées (55 à 80 mm/h pendant 30 minutes) en comparaison avec la faible capacité d'infiltration des sols. Les averses journalières atteignent 60 à 75 mm tous les ans, 120 mm tous les 10 ans et 150 mm tous les 50 ans (BRUNET - MORET, 1963). L'indice d'érosivité des pluies « RUSA » diminue de 600 à 300 à mesure qu'on se rapproche du Sahel (ROOSE, 1977-80).

Les paysages les plus fréquents sur granite et sur grès (fig.1) sont formés d'un plateau cuirassé plus ou moins vaste, d'un court éboulis de blocs, d'un long glacis gravillonnaire recouvert d'un voile sablo-limoneux

(1) Communication para la 4^o Conferencia Internacional de Conservacion de Suelos — Maracay 3-8 novembre 1985.

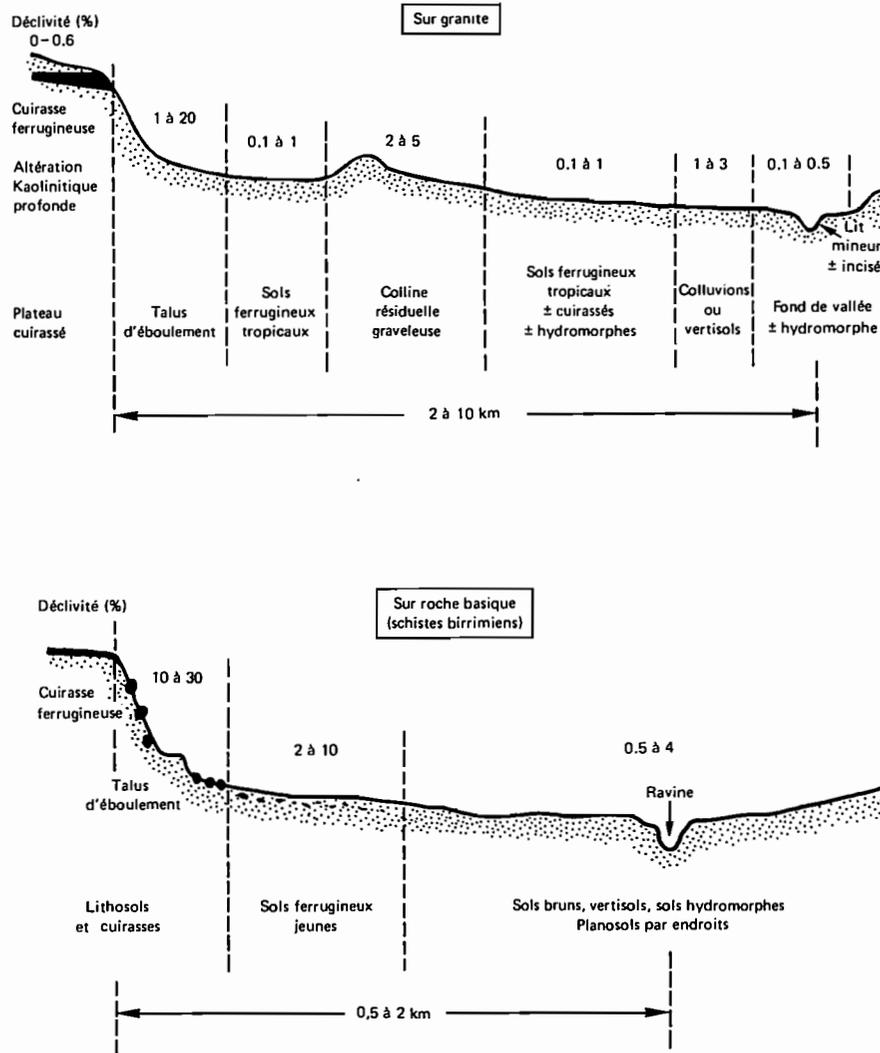


Fig.1. — Toposéquences typiques sur le plateau Mossi.

de plus en plus épais, d'un bourrelet de berge et du lit mineur souvent encaissé. La majorité des pentes sont faibles (0 à 5 %) mais très longues.

Les sols ferrugineux tropicaux plus ou moins lessivés et hydromorphes en profondeur et les sols bruns plus ou moins hydromorphes ou vertiques de bas de pente sont pauvres chimiquement (carences N-P... parfois K, pH 5 à 4) et de structure instable (peu de matière organique, beaucoup de limons et sables fins). Dès qu'ils sont dénudés, il se forme en surface une croûte de battance très peu perméable (moins de 10 mm/h). Après quelques années de culture alternée (coton (arachide) — céréales (sorgho ou mil) en continu) avec labour et deux sarclo-buttages par an exécutés avec la traction

bovine, il se forme vers 12-15 cm une semelle de labour impénétrable aux racines (compacité, pH, carence ou toxicité ?). Le pédoclimat est donc beaucoup plus sec encore pour les plantes. Les jachères sont en voie de disparition, trop courtes et trop surpâturées pour être efficaces pour régénérer la fertilité des sols.

Les cultures laissent très peu de résidus : les tiges de cotonnier sont brûlées, les fanes d'arachide sont utilisées comme fourrage, les feuilles de céréales sont broustées sur place et les tiges restantes utilisées pour quelques travaux artisanaux.

La végétation, une savane arborée assez dense à l'origine, a été terriblement dégradée ces dernières années du fait de l'extension des cultures, du ruissellement

et de la baisse de niveau des nappes, des énormes besoins en bois de feu et du surpâturage. Les troupeaux se sont beaucoup développés durant les années humides dans tout le Sahel ; aussi durant la période sèche, la biomasse produite en diminution n'arrive plus à nourrir à la fois les troupeaux du village et les troupeaux transhumant du Sahel vers des zones plus humides (HALLAM, VAN CAMPEN, 1985).

Les mesures en parcelles d'érosion (100 à 5000 m²) (ROOSE, ARRIVETS POULAIN, 1979 ; ROOSE et PIOT, 1984) sur quatre stations situées à moins de 100 km de Ouagadougou ont montré :

— un très fort ruissellement sur les versants, intolérable dans ces régions où les cultures manquent cruellement d'eau pour terminer leur cycle.

Ruissellement annuel de

40 %	sur sol nu
20 à 30 %	sur cultures sarclées : sorgho, mil, coton
0,2-2-20 %	sur vieilles jachères protégées, feu précoce, feu tardif

Ruissellement de 60 à 70 % lors des fortes averses sur sol peu couvert (savanes, sorgho, sol nu).

— des pertes en terres modérées (0,1 à 20 t/ha/an), vu la faiblesse des pentes (< 1 %) mais extrêmement sélectives vis-à-vis des colloïdes (matières organiques, argile + limon) et des nutriments. Sous cultures relativement intensives (labour + buttage + engrais), les pertes en terre ont tout de même dépassé largement (3 à

14 t/ha/an) la limite admissible pour des sols qui se reconstituent lentement ($T = 1 \text{ à } 2 \text{ t/ha/an}$).

Ces résultats ont été confirmés à l'aide de simulateurs de pluie qui ont montré en outre, que plus les sols sont instables plus ils sont érodibles, plus l'effet bénéfique du travail du sol sur l'infiltration est limité (COLLINET, VALENTIN, 1979).

2. MÉTHODES DES TERRASSES DE DIVERSION (fig.2)

Principes

Le sol est considéré comme incapable d'infiltrer les fortes intensités des pluies. Il faut donc évacuer vers des exutoires naturels ou aménagés l'excédent d'eau, qui en s'accumulant tout au long du versant, acquiert de la vitesse et donc une énergie supplémentaire.

$$(E \text{ Ruiss} = \frac{\text{Masse} \times \text{Vitesse}^2}{2})$$

En limitant la longueur de pente, on réduit donc les risques de voir se développer une érosion linéaire ravissante, mais on n'arrête pas la battance des pluies ni la dégradation des sols cultivés entre diguettes.

Mesures en parcelles (tableau I)

Les rares mesures en parcelles concernant l'influence de la longueur de pente en Afrique occidentale (BENIN,

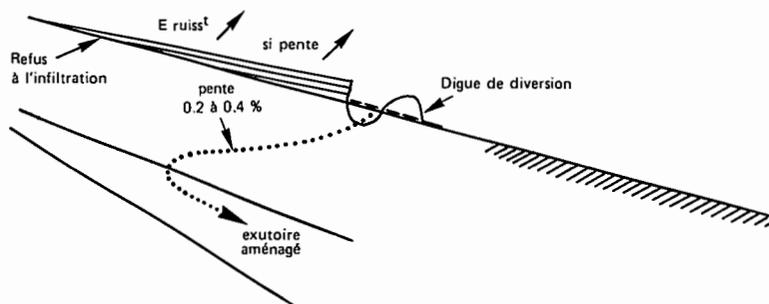
• L'érosion est fonction de :

- l'énergie des pluies (constante tout le long de la pente)
- l'énergie du ruissellement (qui croît avec la pente) : $\frac{MV^2}{2}$

$$E = f(\text{longueur})^n \times (\text{pente})^m$$

• Les terrasses

- peuvent évacuer l'Énergie du Ruissellement accumulée
- ne peuvent pas réduire l'Énergie des pluies ni la Dégradation du Sol



INCONVENIENTS :

1. Nécessité d'équipes de topographes experts
 2. Important travail d'installation et d'entretien
 3. L'aménagement doit rompre s'il advient une pluie de fréquence inférieure à 1/10 ans
 4. Variation de largeur des champs cultivés
 5. N'arrête pas l'érosion en nappe ni la dégradation
 6. Finalement, risques graves de ravinement s'il y a rupture des digues (1 fois en 4 à 10 ans)
- d'où généralement { digues non protégées
canaux encombrés de sédiments
exutoires non enherbés, ni protégés
(surcreusés ou ensablés)

Fig.2. — Terrasses de diversion

TABLEAU I
Résultats à Gampela (CTFT/HV)

Coordonnées : Longitude 1°21'W ; latitude 12°25'N ; altitude 280 m.
Dispositif : 3 parcelles de 5000 m², longueur 100 m, pente 0,8 %,
1 parcelle nue standard 200 m², longueur 25 m.
Sols ferrugineux tropical gravillonnaire peu épais (30 cm) sur cuirasse.

Années	1967	1968	1969	1970	1971	1972	Mean	
Pluies (mm)	636*	722	773	720	720	917	731	
RUSA index	270	254	449	266	308	366	319	
RUISSELLEMENT								
KRAM %	P1	4	2,3	10,1	18,1	20,5	7,6	10,4%
	P2	12	12,6	23,3	31,5	45,3	17,1	23,7%
	P3	22,2	15,1	15,8	23,1	32,4	26,2	22,5%
KRMAX %	P1	29	14	37	33	31	31	31
	P2	46	70	40	45	57	39	45
	P3	42	38	43	39	37	51	40
EROSION (t ha⁻¹)								
	P1	non testé	0,64	1,67	6,12	5,43	2,14	3,20
	P2	"	2,53	4,22	8,18	10,28	4,27	5,90
	P3	"	1,56	2,54	5,12	6,54	4,52	4,06
	PW	"	non testé	10,60	21,07	18,12	14,38	16,04
K index			0,054	0,09	0,32	0,24	0,16	0,20
CULTURES								
	Local sorgho	Sorghum striga	IRAT mil	TE3 arachide	IRAT mil	TE3 arachide		
RENDEMENTS (t ha⁻¹)								
	P1	0,83	0,43	1,08	1,58	1,35	1,46	1,12
	P2	0,85	0,46	1,01	1,46	1,03	1,40	1,03
	P3	0,76	0,43	1,24	1,63	0,99	1,25	1,05

§ Développement considérable de STRIGA, parasite du SORGHO.

P1 Diguettes de diversion (h = 40 cm, pente 0,2 %) ; billonnage isohypse cloisonné en 1967, 1968 et 1972 ; non cloisonné en 1969, 1970 et 1971 labour isohypse au tracteur, fertilisation à la dose vulgarisée.

P2 Diguettes idem, labour au tracteur selon la plus grande pente, sarclage et buttage selon la pente, fertilisation idem.

P3 Méthode traditionnelle de semis à la houe mais avec une densité et une fertilisation semblable à P1-P2. Sarclage non butté.

PW Parcelle nue, labourée chaque année et sarclée chaque fois que le sol s'encroûte, environ toutes les 3 semaines (donc plus souvent que dans les conditions standard définies par Wischmeier).

KRAM : coefficient de ruissellement moyen annuel.

KRMAX : coefficient de ruissellement maximum lors d'une forte averse.

VERNEY et WILLAIME, 1965 ; ROOSE, 1976 - Sénégal : ROOSE, 1967 - Nigéria : LAL, 1975) et les 532 mesures effectuées aux USA (WISCHMEIER *et al.*, 1958) ont montré que le ruissellement et même l'érosion n'augmentent pas forcément avec la longueur de pente et peuvent même diminuer. En effet, la vitesse du ruissellement reste constante tant qu'il s'écoule en nappe (frottement très élevé : cas des parcelles) mais ce n'est plus le cas dans les rigoles et les ravines (cas des champs et versants). Les variations interannuelles sont aussi importantes que les variations d'une station à l'autre.

A l'échelle du champ, il y a donc interaction entre l'effet de la longueur de pente et celui de l'état de la surface du sol (en particulier sa rugosité, son inclinaison, le couvert végétal et l'aménagement des résidus de culture).

Si l'érosion croît généralement de façon exponentielle avec la longueur de pente, l'exposant varie de 0,1 à 0,9 en fonction de l'importance du ruissellement (SMITH, WISCHMEIER, 1962) et de sa concentration dans l'espace (érosion linéaire).

Sur le tableau I sont présentés les résultats des essais effectués par le Centre Technique Forestier Tropical

(CTFT) sur des champs (0,5 ha) de la station de Gampela, 25 km à l'est de Ouagadougou, région centre du Burkina Faso (jadis Haute-Volta). En comparant les résultats des parcelles P1 (diguettes + billonnage isohypse, cloisonné en 1967-68 et 72) et P2 (diguettes isohypses + billonnage selon la plus grande pente, non cloisonné) (P1 + P2 représentent le « système moderne amélioré ») au témoin P3 (= culture traditionnelle mossi = travail minimum à la houe), on peut conclure que l'état de surface du sol (sens et cloisonnement du billonnage) est bien plus efficace pour modifier le ruissellement et l'érosion que l'aménagement proprement dit (= diguettes de diversion).

Observations sur le terrain

En 1962-65, sous l'impulsion du service des Eaux et Forêts, le GERES (Groupe Européen de Restauration des Sols en Haute-Volta) réalise un grand projet de conservation des sols dans la région de Ouahigouya touchant 120 000 ha de versants traités en fossés de diversion (35 000 km), de 650 ha d'exutoires protégés par des murettes en parpaings de latérite et 24 barrages collinaires en terre compactée (1 015 milliards de CFA). MARCHAL (1979) a montré comment ce projet, bien monté sur le plan technique, s'est rapidement avéré un échec car il n'a été tenu aucun compte de l'organisation traditionnelle de l'espace ni des possibilités des paysans de valoriser et d'entretenir les aménagements. Dès 1965, le BDPA constate l'inadaptation au contexte régional non seulement sur le plan humain mais aussi sur le plan technique. « Il peut être dit que dans son ensemble, l'efficacité des bordures plantées en graminées est telle que l'on se demande si l'aménagement des fossés sur des pentes inférieures à 2 % est vraiment nécessaire ! L'amélioration des cultures devrait aller de pair avec la défense des sols » (note 10 p.41 - tiré de MARCHAL, 1979).

Depuis 1972, le Fonds de Développement Rural, toujours au Burkina Faso aide les groupements villageois qui en font la demande, à implanter les courbes de niveaux sur lesquelles les paysans eux-mêmes construisent leurs diguettes de diversion. Le coût est moins important et les paysans concernés à tous les niveaux mais les surfaces aménagées (15 000 ha en 1980) n'atteignent pas 20 % de l'espace à traiter. MIETTON (1981) constate que l'entretien n'est pas assuré (les bourrelets sont nus, souvent affaissés) et la mise en place du dispositif représente un effort considérable (10 à 15 jours homme/ha pour remuer 100 m³ de terre).

Au Sud Mali (HALLAM et VAN CAMPEN, 1985), cette méthode a connu un certain succès chez quelques gros paysans sénoufos (les eaux ruisselantes ravinent en dehors de leurs champs) mais elle n'a connu que peu d'extension.

En réalité cette méthode n'a pas donné satisfaction dans le paysannat ouest-africain (sinon elle serait répandue d'elle-même) non seulement pour des raisons socio-économiques (importance du travail de mise en place et d'entretien, perte de surface cultivée) mais aussi pour des raisons techniques (risque de rupture, faible efficacité par rapport à d'autres moyens) qu'il nous faut analyser de plus près.

Critique

(1°) Cette méthode exige une implantation soignée, donc une équipe de topographes qualifiés très consciencieux car les fossés et diguettes de diversion doivent évacuer les eaux avec une pente de l'ordre de 0,2 à 0,5 %, ce qui n'est pas facile à réaliser dans les paysages ondulés à pentes inférieures à 3 %. On observe donc un certain nombre de ruptures de digues par défaut de construction : contre-pente locale, diguette pas assez haute ni assez tassée, diguettes trop écartées (optimum 20 à 50 m).

(2°) Cette méthode exige un gros travail d'implantation (15 jours-h/ha) et d'entretien tout au long des années (2j-h/ha). En effet, les diguettes doivent être protégées par un tapis herbacé rampant sinon elles se dégradent par la battance des pluies et les bêtes errantes. Les fossés doivent être curés car les terres érodées sur le champ s'y déposent forcément du fait du changement de pente (2 → 0,2 %) et de compétence des eaux. Les exutoires doivent être aménagés, recouverts d'herbes. Or les herbes s'y implantent très difficilement si on y a décapé l'horizon humifère biologiquement actif ; de plus le courant violent ravine le fond et arrache les jeunes plantules. Un tel entretien n'étant presque jamais réalisé, par manque de moyen et par incompréhension du système, on observe au bout de 2 à 6 ans de nombreuses ruptures des dispositifs.

(3°) Ces structures imperméables sont calculées pour évacuer, sans danger d'érosion, le ruissellement des averses décennales : il serait trop cher de dimensionner les canaux pour évacuer les crues plus importantes de fréquence plus rare. Or, on ignore le plus souvent les coefficients de ruissellement sur terres cultivées, coefficients doubles ou triples de ceux qu'on observe à l'échelle des bassins versants (fonction des états de surface, saturation de la surface du sol, faible couvert végétal). surtout, il peut advenir chaque année en un point du terrain une pluie ou une série de pluies de fréquence de 1/20 à 1/50 qui causent le débordement des fossés, la rupture en série de diguettes, le ravinement des exutoires, l'ensablement et l'inondation des bas-fonds.

(4°) Ces structures de diversion doivent impérativement suivre les courbes de niveau (à 0,2 — 0,5 % près) de telle sorte que la largeur des bandes cultivées varie

(de 20 à 50 m). De plus on perd de 6 à 14 % de la surface cultivable du sol : fossés et diguettes ne peuvent être cultivées. Ce sont là deux inconvénients majeurs à la mécanisation et à l'intensification lorsqu'on manque de terre.

(5°) Ces structures en creux « déchirent le terroir » « font mourir la terre » disent les vieux et se surimposent à l'organisation traditionnelle du terroir. Il est très difficile de changer les habitudes des gens et des animaux si bien qu'on observe de nombreuses ruptures au croisement des diguettes avec les anciens chemins et sentiers d'animaux (MARCHAL, 1979).

Au bout de quelques années, on constate qu'on a transformé une érosion en nappe insidieuse en une érosion ravinante localisée (exutoires + diguettes emportées), mais on n'a pas résolu le problème de la dégradation des terres ni de l'érosion en nappe sur les bandes de terre cultivée. On n'a modifié ni l'inclinaison de la pente, ni le couvert végétal, ni les techniques culturales, mais seulement la longueur de pente et parfois (pas toujours) l'orientation du travail du sol. A Ouahigouya, la comparaison à partir des photos aériennes de

1952-73 entre dix terroirs situés dans l'espace aménagé et dix autres comparables en dehors de l'aménagement « ne laisse aucun doute sur l'inefficacité du système antiérosif : non seulement les aménagements les mieux conçus n'ont pas pu enrayer l'érosion, mais ils ont permis une extension supérieure à celle des terroirs non aménagés ». (MARCHAL, 1979).

MIETTON (1981) observe cependant une augmentation du stock d'eau du sol aux abords des diguettes (d'où l'intérêt de les rapprocher) et une augmentation de rendements en année déficitaire (tout au moins en paille).

Si cette méthode n'a pas donné satisfaction dans le paysannat ouest-africain, tant pour des raisons socio-économiques que techniques, cherchons s'il est possible de généraliser des méthodes localement appliquées et dont l'efficacité ne fait pas de doute.

MÉTHODE DES BARRAGES PERMÉABLES ET DES TERRASSES PROGRESSIVES (fig.3).

Face à cet ensemble de méthodes de diversion importées des USA et imposées de l'extérieur, il existe dans

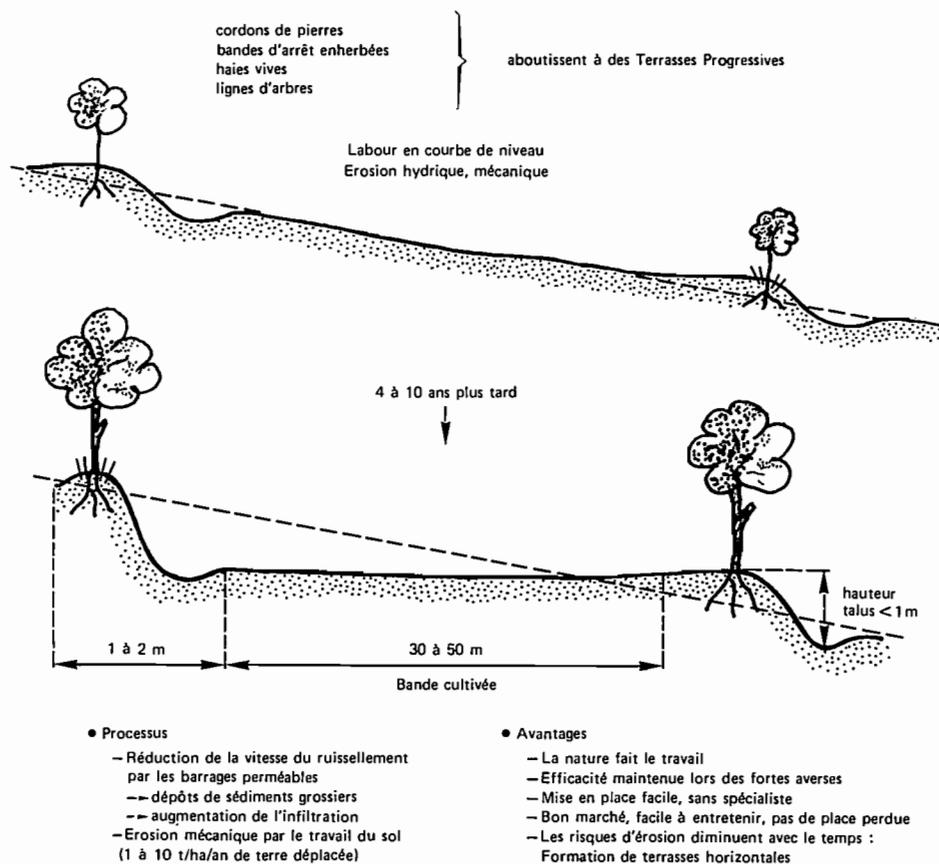


Fig.3. — Microbarrages semi-perméables.

Microbarrages imperméables



1. Exemple de digue de protection contre les eaux ruisselant des sommets gravillonnaires.
Essais DRSPR — Kaniko (Sud-Mali)



2. Zone amont d'un barrage en demi-lune destiné à capter dans une fosse périodiquement recreusée, la plus grande partie de la terre érodée et des eaux ruisselées. Ce système accroît les réserves en eau facilement exploitables.
Ziga (Burkina Faso)



3. Petit barrage collinaire sans exutoire construit par une communauté de Ziga pour les besoins en eau des hommes et des bêtes, pour la recharge de la nappe et pour l'irrigation de petits jardins.
Essais CIRAD-DSA-Ziga (Burkina Faso)

Microbarrages perméables



4. Cordons de pierres en pays Mossi. (Burkina Faso).



5. Détail d'un cordon de pierres à un seul niveau :
En amont, dépôt de débris organiques et d'éléments minéraux grossiers.
En aval, formation de griffes par effet venturi.
Essais CIRAD-DSA-Ziga (Burkina Faso).



6. Diguette avec « fusible » (brèche plus ou moins colmatée par des branchages).
Essais CIRAD-DSA-Ziga (Burkina Faso)

Clichés E. ROOSE, 1986

les paysages africains, de même qu'en Europe et en Asie, toute une gamme de dispositifs conservatoires très simples qui ont fait leur preuve au cours des siècles passés et peuvent s'adapter à des circonstances très diverses : ce sont les haies vives, les rideaux d'arbres, les bandes d'arrêt enherbées, les lignes de cailloux, de pailles ou de branches. Il s'agit de microbarrages perméables qui donnent naissance à des « terrasses progressives ».

Principe

Lorsqu'on freine un filet d'eau chargé en diminuant l'inclinaison de la pente ou en augmentant la rugosité de la surface du sol, on provoque une diminution de la compétence et de la capacité de transport de l'eau, donc un dépôt préférentiel des sédiments les plus grossiers (sables, agrégats et matières organiques). En s'accumulant, ces dépôts perméables modifient progressivement la pente et accélèrent le processus naturel. De plus, si on oriente les lignes de freinage et le travail de sol plus ou moins le long des courbes de niveau, à chaque opération de préparation du sol, on pousse vers le bas (ou vers le haut) 1 à 10 tonnes/ha de terre, si

bien qu'on modifie rapidement (4 à 10 ans) le paysage en une suite de talus enherbés et de champs cultivés en terrasses à pente douce : les risques d'érosion diminuent donc naturellement en même temps que la pente. Les eaux excédentaires passent sans danger par-dessus le talus enherbé et arrivent sans énergie et débarrassées de leurs sédiments à la terrasse sous-jacente : là, un fossé, peut les évacuer si nécessaire vers des exutoires.

Mesures en parcelles (tableau II)

Sur parcelles d'érosion en milieu guinéen forestier, des bandes d'arrêt enherbées de deux mètres de large ont réduit l'érosion à 0,3-0,1 et le ruissellement à 0,6 à 0,3 du témoin sous cultures sarclées. Même en région sahéenne, une triple rangée d'herbes (andropogon) ou un cordon de pierres se sont montrés très efficaces pour piéger l'eau et surtout les terres érodées (ROOSE, BERTRAND, 1971 ; DELWAULLE, 1973).

Observations sur le terrain

En Côte d'Ivoire (CRA de Bouaké et Man) et à Madagascar (Manankazo) l'aménagement antiérosif

TABLEAU II

Influence des bandes d'arrêt sur le ruissellement annuel moyen (Kr %) et l'érosion (t/ha/an ou % du témoin)

1) Adiopodoumé, 1965 - Culture de manioc, pente 7 %

Largeur bande d'arrêt				Rapport
	0 m	2 m	4 m	d'efficacité
Ruiss. Kr %	16,5	10,3	6,0	1/0,6/0,36
E t/ha/an	18,9	5,7	1,8	1/0,3/0,1
2) Bouaké Kr %	9,4	3,2	1,8	1/0,34/0,19
1965 arachide + maïs E t/ha	4,6	0,54	0,19	1/0,12/0,04
1966 maïs + maïs Kr %	15,4	6,7	5,5	1/0,44/0,36
billons parallèles pente E t/ha	10,6	1,2	1,1	1/0,11/0,10

(D'après ROOSE, BERTRAND, 1971)

3) Allokoto (NIGER) 1966-70 : Sorgho, coton, arachide, mil.

	Ruiss %	E t/ha/an	Rapport d'efficacité	
- Témoin sans aménagement labour minimum à la houe	17,6 %	9,5	1	1
- Bande enherbée (3 lignes Andropogon) labour-billon-binage-isohypses	5,2 %	1,1	0,3	0,11
- Cordon de pierres (dh = 0,8 m) labour-billon-binage-isohypses	3,8 %	0,5	0,2	0,05
- Diguettes en terre armées de pierres labour + billon + binage isohypses	0,9 %	0,2	0,05	0,02

(D'après DELWAULLE, 1973)

de versants (en culture motorisée de 4 à 9 % de pente) par des bandes d'arrêt de 2 à 4 m de large (couvertes de diverses graminées et légumineuses, distantes de 25 mètres) a permis la formation de talus de 50 à 100 cm en 4 à 6 ans (ROOSE, BERTRAND, 1971).

Au Burkina Faso, des Mossi des environs de Ouahigouya, sans aucune aide extérieure, ont restauré la fertilité de sols complètement décapés et encroûtés en piégeant le ruissellement et sa charge solide (sables, agrégats et matières organiques) par une ligne brisée de cailloux et d'herbes (structures des champs en nid d'abeille), en enrichissant les sédiments avec du fumier (revitalisation de la terre) et en travaillant ce nouveau sol pour améliorer l'infiltration (ROOSE, PIOT, 1984). Au bout d'un an, le sol est suffisamment amélioré pour produire 1,2 t/ha de sorgho ; on procède alors à l'aménagement d'un nouveau champ en amont.

Au Sud Mali (collaboration du KIT et IER dans la région de Koutiala) dans des zones surpâturées où la jachère a presque disparu suite à l'extension des cultures de coton et céréales, tractées aux bœufs, des haies vives ont été implantées (*Euphorbia balsamifera* + herbes + arbres à buts multiples), d'abord à titre de démonstration, puis par les paysans volontaires de trois associations villageoises (HALLAM, VAN CAMPEN 1985, ROOSE, 1984). L'objectif est de délimiter des barrages perméables à l'eau (mais pas au bétail) des bandes de terre de largeur constante (de 23 - 31 ou 48 mètres selon les risques érosifs) facilitant l'introduction des techniques modernes d'intensification (engrais, pesticides, herbicides, fumier, agroforesterie, travail du sol en courbe de niveau, etc.) Cette méthode plus souple et plus facile à réaliser a été bien accueillie par les paysans, mais il est trop tôt pour conclure sur son efficacité et l'extension qu'elle prendra.

Critique de la méthode

(1°) Cette méthode n'utilise que des moyens simples, peu coûteux et s'appuie sur une technique déjà connue en milieu paysan traditionnel. Elle n'exige pas de topographe spécialisé car les haies vives peuvent être implantées parallèlement les unes aux autres, en suivant plus ou moins la direction des courbes de niveau principales du milieu de versant.

(2°) Les terrasses sont construites progressivement, naturellement, sans effort. Le travail d'implantation des haies et d'entretien est réduit au minimum si on choisit au départ des espèces rustiques.

(3°) Les microbarrages étant petits, nombreux et perméables, il n'y a pas de risque de catastrophe au cours des plus fortes averses : les nappes d'eau qui n'auraient pu être infiltrées ou stockées au champ (billonnage cloisonné) peuvent s'écouler sans danger par-dessus les talus

protégés par les pierres et les végétaux (racines, litières, herbes). Si les pentes sont fortes il peut être prudent de prévoir l'évacuation de ces eaux claires dans un fossé évasé enherbé à l'aval du talus.

(4°) Les bandes cultivées ont une largeur constante pour permettre une agriculture mécanisée vraiment intensive : leur longueur peut atteindre 200 à 400 mètres, maximum pour le travail aux bœufs. Au-delà on ne gagne que peu de temps et les risques de pente secondaire donc d'érosion sont trop grands. Il n'y a pas de perte de terrain car, quelques années après l'installation on peut récolter sur les bandes d'arrêt du paillage, du fourrage, des fruits, du bois de feu (plus tard des perches) qui peuvent être commercialisés (GORSE, 1985).

(5°) Il est cependant une limite à cette méthode, c'est l'épaisseur de terre meuble. En déplaçant progressivement la terre par érosion naturelle et par le travail du sol, on épaissit la couche arable en aval des bandes cultivées, mais simultanément on amaigrit la couche arable des parties hautes. Tant que la terre est meuble, on peut compenser les pertes en amont par des apports préférentiels de matières organiques et d'engrais minéraux. Mais si on rencontre la roche à moins de 50 cm, il faut un an sur deux effectuer le travail du sol en sens inverse, c'est-à-dire en remontant la terre pour assurer un volume de sol suffisant pour le réseau racinaire.

CONCLUSION

L'analyse des principes, des résultats de mesure et des observations de terrain montre clairement que la méthode des microbarrages perméables aboutissant naturellement à la formation de terrasses progressives est mieux adaptée que les terrasses de diversion pour servir de cadre à l'aménagement antiérosif des terroirs de la zone soudano-sahélienne d'Afrique occidentale.

Il faut cependant faire deux remarques :

(1) Il existe très peu de données scientifiquement valables démontrant l'efficacité et la rentabilité de ces aménagements sur la conservation de l'eau et des sols à l'échelle d'un bassin versant. On continue pourtant à appliquer aveuglément les méthodes définies par Ben-net, il y a près de 50 ans dans les conditions très particulières de l'agriculture intensive des climats tempérés de la Grande Plaine américaine.

(2) Les rares mesures d'érosion effectuées en parcelles montrent que même si ces aménagements sont efficaces (P varie de 1 à 0,3-0,1) ils le sont beaucoup moins que les méthodes biologiques d'utilisation des champs (C varie de 1 à 0,1-0,01).

Une fois l'aménagement correctement réalisé et adapté à chaque secteur du paysage, il reste donc à définir des systèmes agro-sylvo-pastoraux régionalement bien

adaptés qui permettent réellement d'intensifier la production à la fois des cultures (industrielles et vivrières), du bois (principale source d'énergie dans

le milieu paysan africain) et du bétail pour répondre aux besoins les plus élémentaires des populations en pleine expansion.

BIBLIOGRAPHIE

- BDPA, 1965. — Périmètre de restauration des sols Ouahigouya : projet d'aménagement et de mise en valeur. 3 tomes : 85-68-38 p.
- BENNET (H.H.), 1939. — Elements of soil conservation. 2nd edition New York, Mac Graw-Hill.
- BRUNET-MORET (Y.), 1963. — Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique occidentale ; Haute-Volta. ORSTOM. CIEH, 23 p.
- COLLINET (J.), VALENTIN (C.), 1979. — Analyse de différents facteurs intervenant sur l'hydrodynamique superficielle. *Cah. ORSTOM, Ser. Pédol.*, (17)4 : 283-328.
- CTFT, 1980. — Conservation des sols au sud du Sahara. Min. Coop. — CTFT, Paris 2^e édit. 296 p.
- DELWAILLE (J.C.), 1973. — Résultats de six années d'observations sur l'érosion au Niger. — *Bois et for. Trop.* 150 : 15-37.
- FAO, 1967. — La défense des terres cultivées contre l'érosion hydrique. FAO Rome, 202 p.
- GORSE (J.), 1985. — La désertification dans les zones sahéliennes et soudanaises de l'Afrique de l'Ouest. Comm. Coll. Gembloux (Belgique) 60 p. *Multigr.*
- HALLAM (G.), VAN CAMPEN (W.), 1985. — Reacting to farmers complaints of soil erosion on intensive farms in Southern Mali. Comm. Coll. Isc 04, Macaray, 13 p. *Multigr.*
- HUDSON (N.W.), 1973. — Soil conservation. B.T. Badsford limited London 320 p.
- LAL (R.), 1975. — Soil erosion problems on an alfisol in Western Nigeria and their control. IITA monograph n° 1. Ibadam 126 p.
- MIETTON (M.), 1981. — Lutte antiérosive et participation paysanne en Haute-Volta. *Géo. Eco. Trop.* 5, 1 : 57-72.
- MULARD (M.), GROENE (D.), 1961. — Les méthodes de lutte contre l'érosion du sol en Haute-Volta. *Bois et For. Trop.* 79 : 7-16.
- PEYRE de FABRÈGUE (B.), 1985. — Conséquence de la sécheresse dans le domaine pastoral de la république du Niger. Comm. Coll. Gembloux (Belgique) 7 p. *multigr.*
- PIOT (J.), MILLOGO (E.), 1980. — Rapport de synthèse de six années d'étude du ruissellement et de l'érosion à Linoghin (Haute-Volta). CTFT/Haute-Volta. 47 p. *multigr.*
- QUILFEN (J.P.), MILLEVILLE (P.), 1984. — Résidus de culture et fumure animale : un aspect des relations agriculture-élevage dans le nord de la Haute-Volta. *Agron. Trop.* 38, 3 : 206-212.
- ROOSE (E.), 1967. — Dix ans de mesure de l'érosion et du ruissellement au Sénégal. *Agron. Trop.* 22, 2 : 123-152.
- ROOSE (E.), BERTRAND (R.), 1971. — Etude de la méthode des bandes d'arrêt pour lutter contre l'érosion hydrique en Afrique de l'Ouest. *Agron. Trop.* 26, 11 : 1270-1283.
- ROOSE (E.), 1976. — Use of the universal soil loss equation to predict erosion in western Africa. SSSA. Special Publication n° 21 : 60-74.
- ROOSE (E.), 1976. — Le problème de la conservation de l'eau et du sol en république du Bénin. FAO-ORSTOM Abidjan, 34 p.
- ROOSE (E.), 1977. — Erosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest. Vingt années de mesures en petites parcelles. *Trav. Doc. ORSTOM n° 78*, Paris, 108 p.
- ROOSE (E.), 1977. — Adaptation des méthodes de conservation des sols aux conditions écologiques et socio-économiques de l'Afrique de l'Ouest. *Agron. Trop.* 33, 2 : 132-140.
- ROOSE (E.), 1980. — Dynamique actuelle de sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale. *Trav. Doc. ORSTOM*, n° 130, Paris, 567 p.
- ROOSE (E.), PIOT, 1984. — Runoff, erosion and soil fertility restoration on the Mossi Plateau (Central Upper Volta). Proc. Harare Symposium, IASH n° 144 : 485-498.
- ROOSE (E.), 1984. — Causes et facteurs de l'érosion hydrique sous climat tropical. Conséquences sur les méthodes antiérosives. *Mach. Agric. Trop.* 87 : 4-18.
- ROOSE (E.), 1984. — Impact du défrichement sur la dégradation des sols tropicaux. *Mach. Agr. Trop.* 87 : 24-36.
- ROOSE (E.), 1985. — Dégradation des terres et développement en Afrique de l'Ouest. Comm. Coll. de Gembloux (Belgique) 30 p. *multigr.*
- SMITH (D.D.), and WISCHMEIER (W.H.), 1962. — Fainfall erosion. *Advance in Agron.* 14 : 109-148.
- VERNEY (R.), WILLAIME (P.), 1965. — Résultat des études de l'érosion au Dahomey. Comm. Coll. Conser. et amélior. de la fertilité des sols ; Khartoum OUA/STPC n° 98 : 43-53.
- WISCHMEIER (W.H.), SMITH (P.), UHLAND (D.D.) Evaluation of factors in the soil loss equation. — *Agron. Eng.* 39,8 : 458-462, 474.
- WISCHMEIER (W.H.), SMITH (D.D.), 1978. — Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning — USDA, *Agric. handbook* n° 537, 58 p.