

# METHODES TRADITIONNELLES DE GESTION DE L'EAU ET DES SOLS EN AFRIQUE OCCIDENTALE SOUDANO-SAHELIENNE :

## Définitions, fonctionnements, limites et améliorations possibles.

Communication à la 6e Réunion du Réseau Erosion

Montpellier, septembre 1989 - Eric ROOSE

---

### 1 INTRODUCTION

Dans la zone Soudano-Sahélienne d'Afrique occidentale, la plupart des sols sont encroûtés en surface et donnent naissance à un ruissellement superficiel inacceptable sous ces climats semi-arides, d'autant plus que ce ruissellement emporte sélectivement les matières organiques et les nutriments des horizons superficiels.

Toute une série de techniques traditionnelles de gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols peut être observée dans ces zones très diversifiées tant au niveau du bilan hydrique que du point de vue des ethnies (Roose, 1988).

On peut les classer en deux catégories :

- les microbarrages perméables qui ralentissent le ruissellement, l'évalent, provoquent des sédimentations mais retiennent peu d'eau (fig. 1),
- les structures qui collectent le ruissellement et le stockent soit dans des trous, soit dans le sol lui-même (fig. 2).

Chacune de ces techniques présentent des limites et des fonctionnements quelque peu différents. Comme aujourd'hui de nombreux ONG se préoccupent de généraliser ces méthodes et de les améliorer, il nous paraît important de bien préciser leur typologie, leur fonctionnement, leurs limites et les améliorations possibles en vue d'accélérer la prise en charge par les paysans de la gestion de leur environnement.

### 2 - LES MICROBARRAGES PERMEABLES A L'EAU

#### 2. 1 - Alignement de pierres (lignes de piquets, d'herbes, de paille) (stone/grass lines)

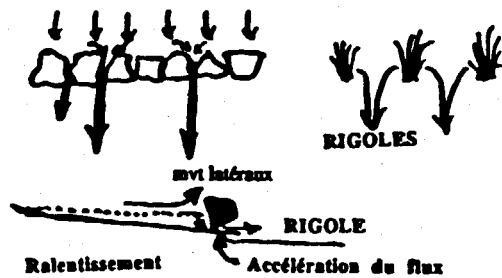
##### Définition

Une seule rangée d'obstacles perméables en courbe de niveau.  
Observé au Mali (Dogon), Burkina (Mossi), Niger (Keita).

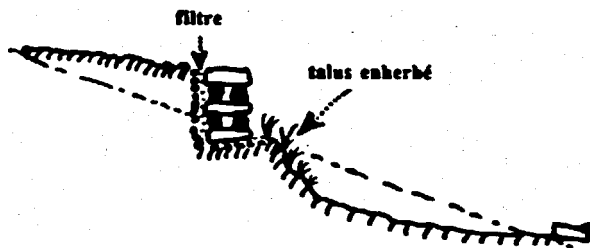
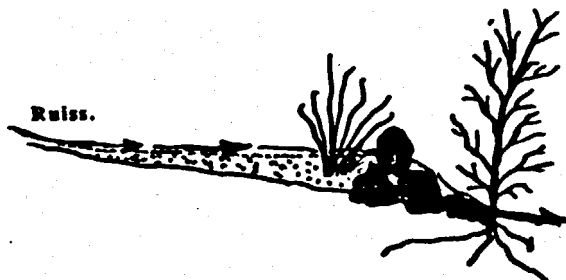
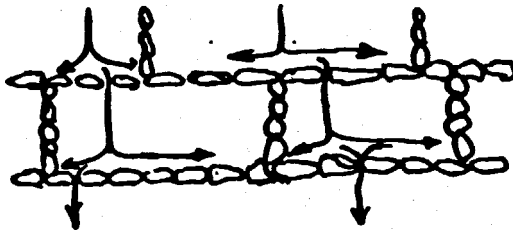
##### Fonctionnement

- ralentit le ruissellement et l'étale en nappe de quelques centimètres d'épaisseur ;
- provoque la sédimentation des sables puis des particules plus fines qui colmatent plus ou moins la surface ;

# Micro-barrages perméables



Ruiss.



**Allignement de pierres** (stone line) d'herbes, paille, piquets.

- \* une seule rangée d'obstacles perméables
- \* ralentit et étale le ruissellement
- \* piège le sable éolien + fines du ruissellement
- \* fragile : bousculé par bétail + rigole, enterrée par le ruissellement.

**Réseau en nid d'abeilles**

- \* cloisonnement --> réduit les écoulements latéraux
- \* utilisé pour restaurer les sols en bas des collines = impluvium.

**Cordon de pierres** (stone bund)

- \* au moins 2-3 niveaux de pierres solidaires
- \* consolidé par : herbes > < mvts latéraux  
haie + arbres > < bétail
- \* piège 5 à 15cm de sable + M.O. + limon
- \* filtre les matières organiques flottantes
- \* étale les écoulements dans le temps/espace.

**Muret de pierres + plates**

- \* entassement soigné de pierres plates
- \* mur + filtre drainant
- \* aboutit à des terrasses progressives

**Diquette semi-filtrante**

- \* gros cordon de pierres au travers d'une tête de Vallée
- \* crête horizontale renforcée
- \* ralentit l'écoulement
- \* noyau plus fin tassé si on veut retenir une lame d'eau.

- filtre l'eau et retient les pailles, fèces, résidus organiques divers desséchés et flottants : d'où une fumure localisée dans la zone de sédimentation ;
- piège du sable en cas d'érosion éolienne ;
- crée une hétérogénéité du potentiel de production (eau + nutriments) sur 2 à 6 mètres en amont.

### Dangers

- Lorsque la nappe de ruissellement s'épaissit elle passe entre les obstacles, le ruissellement s'accélère (effet VENTURI), creuse une rigole en aval ou sous les cailloux et les enterre.
- En s'étalant, la nappe crée un **mouvement latéral** qui peut aboutir à une concentration locale du ruissellement avec formation d'un chemin d'eau, plus agressif, capable de creuser des rigoles et déplacer des cailloux.
- Fragilité : d'un coup de sabot, le bétail divaguant peut déplacer une pierre et former une brèche ou l'eau s'engouffre : d'où rigole évoluant en ravine.
- Durée limitée : les piquets et les pailles pourrissent et sont attaqués par les termites. Les touffes d'herbes s'étalent, meurent au centre et laissent des brèches néfastes. Les cailloux sont bousculés par le bétail ou enfouis sous le sable. Mais les matières organiques ont attiré les termites qui améliorent parfois la macroporosité et la capacité d'infiltration.

### Améliorations

- **Cloisonnement latéral** : structure en nid d'abeille, souvent utilisée par les MOSSI du N.O. du Burkina Faso pour restaurer les sols au bas des collines, lesquelles servent d'impluvium (fig. 1.2).
- Varier la taille des pierres en fonction des risques d'écoulement en **renforçant avec de grosses pierres les zones** où les eaux se rassemblent.
- **Entretenir l'état rugueux du sol** par un travail régulier en vue de casser la croûte de battance/sédimentation qui bouche la surface du sol : sarclo-binage répété évoluant en buttage cloisonné.
- **Un filtre de paille** à l'amont des alignements de pierres, des touffes d'herbes et des haies vives augmente beaucoup leur efficacité.

## 2.2 - Cordons de pierres (bande d'arrêt enherbée, haie vive) (= stone bunds)

### Définition

Au moins 2 à 3 niveaux de pierres rangées en courbe de niveau de façon à se renforcer l'une l'autre.

Observé au Yatenga (Burkina). L'aménagement d'un hectare en cordons de pierre exige environ 40 à 65 hommes . jour plus le transport.

### Fonctionnement

- Ralentit le ruissellement et l'étale en nappe qui s'infiltré en moins d'une heure, provoquant la sédimentation successive des sables et agrégats puis des particules fines humifères (formation de croûte de sédimentation). Seul l'excédent passe au-dessus du 1er niveau de pierres : le stockage est plus important que pour les lignes de pierre.
- Filtre les pailles, fèces et diverses matières organiques flottantes.
- Piège peu de sable éolien en saison sèche (pas orienté perpendiculairement aux vents mais à la plus forte pente).
- Le 1er niveau de pierres est planté dans le sol et colmaté de manière à accumuler en amont 5 à 15cm de terre sableuse organique filtrante pour améliorer la capacité de stockage d'eau du sol (nouvel horizon A).

- Le 2<sup>e</sup> étage et le 3<sup>e</sup> rang à l'aval (de pierres plus petites ou d'herbes) répartissent l'écoulement excédentaire et suppriment le creusement de rigoles à l'aval lors des averses les plus importantes, en absorbant l'énergie du ruissellement.
- Le travail du sol dans la bande cultivée et l'érosion provoquent la formation rapide d'un talus qu'il faut stabiliser (herbe).

### Dangers et parades

**Mouvements latéraux de la nappe.** Si la crête de la diguette n'est pas strictement horizontale (cas des courbes isohypses lissées), la nappe de ruissellement s'écoule vers les points bas et forme des chemins d'eau qui accélèrent le ruissellement et creusent des rigoles. Si par contre on cherche à suivre la ligne isohypse stricte, on aboutit à des largeurs de champs très variables (écarts de 10 mètres à la moindre termitière sur pentes de 2 %) ce qui gêne la culture mécanisée : même dans ces cas, on observe la formation de chemins d'eau. On peut intervenir de diverses manières :

- en renforçant avec de grosses pierres les zones où les eaux se rassemblent (planage progressif) ;
- en augmentant la rugosité du sol (travail grossier aux dents, sarclages répétés, buttage cloisonné) ;
- en semant des herbes (ANDROPOGON) en amont et autour du cordon pour freiner la nappe ;
- en cloisonnant le champ sur 5 mètres en amont du cordon (gênant pour la mécanisation).

**La dégradation du cordon par la divagation du bétail** peut être réduite par la plantation d'herbes qui couvrent les pierres et d'une haie vive à l'aval ainsi que d'arbres qui finissent par cloisonner le paysage (= embocagement). Dans les régions où il manque de pierres, on peut semer sur un simple billon isohypse (h = 25cm) une bande d'herbe (Andropogon) ou une haie vive (au moins 3 rangs en quinconce) pour obtenir le même effet (Roose, Rodriguez, 1990). Dans les régions montagneuses, les paysans ramassent souvent les pierres à la surface de leurs terres et les entassent à la limite des champs (talus de bordure de champs) : si les tas de pierres sont disposés le long des courbes de niveau, ils fonctionnent comme les cordons pierreux.

## 2. 3 - Muret de pierres sèches (ou talus enherbés) (ou talus enherbé)

### Définition

Construction soignée d'un mur en empilant des pierres plates calées par de petits fragments. Observé au Mali sur grès près de Bamako.

### Fonctionnement

- creuser une tranchée en courbe de niveau jusqu'à un horizon cohérent ;
- assurer un **filtre drainant au fond et en amont** par une couche de sables et graviers ;
- sur pente moyenne à forte, on aboutit rapidement à des terrasses progressives :  
par le rejet des terres de la tranchée vers l'amont, par l'érosion et surtout par l'érosion mécanique sèche lors des travaux cultureux.

### Dangers et parades

- La pression de la couverture pédologique et d'une nappe sur le mur forme un ventre ; le muret finit par s'écrouler :  
- prévoir un bon drainage à l'amont du mur et une couche de gravier sous le mur.
- Dénudation du pied du mur par érosion ou par les travaux cultureux :  
- enherber le talus qui se développe au pied du mur,  
- ou y planter des arbres fruitiers.

## 2.4 - Diguettes filtrantes

### Définition

Entassement de grosses pierres sur une ligne barrant une tête de vallée en vue de ralentir les écoulements.

Observé au Yatanga (Burkina): 300 à 600 hes. Jours / digue de 100 à 300 mètres.

### Fonctionnement

- Le ruissellement est ralenti par cet obstacle mais passe très vite entre les grosses pierres à moins que l'on ait prévu un noyau filtrant de graviers plus fins.
- Si on veut garder une lame d'eau à l'amont (barrage semi-filtrant) il faut aménager un noyau argileux derrière le filtre de graviers.
- La sédimentation est fine et lente (1mm/an) en paysage peu dégradé mais rapide (10cm/an) en zone ravinée.

### Dangers et parades

Si la filtration est trop rapide à travers la diguette de grosses pierres on peut observer l'érosion sous la digue (renard) et en aval : si celle-ci est trop forte il se creuse une ravine qui, par érosion régressive, va finir par former une brèche dans la digue.

Pour ralentir le ruissellement il faut donc construire un filtre de gravier et de sable que l'on coule entre les grosses pierres du coeur de la diguette (voir fig. 1.4).

Si la nappe d'eau dépasse la diguette de plus de 20cm, celle-ci risque d'être emportée par la vitesse du courant. Pour empêcher le courant d'emporter la digue, on fait mettre sur la crête de la diguette, des grosses pierres, ou mieux un petit gabion.

Normalement, les eaux s'écoulent rapidement après la fin de la pluie mais les terrains directement en amont sont détrempés. Il arrive alors que le Sorgho qui occupe traditionnellement les fonds de vallée plats pourrisse, alors qu'il n'y a pas d'eau stagnante pendant assez longtemps pour faire pousser le riz. Seuls les jardins de contre saison et les arbres profitent alors d'une amélioration d'alimentation de la nappe. Il faut donc bien préciser les objectifs. Les diguettes filtrantes améliorent l'alimentation de la nappe mais retiennent peu d'eau. Si on veut créer une rizière locale il vaut mieux choisir une digue peu filtrante ou prévoir un noyau imperméable dans la digue retenant une lame d'eau suffisamment importante pour maintenir 10cm d'eau tout au long de la culture du riz.

Il faut noter aussi les risques de problème foncier. En effet, la construction d'une diguette filtrante exige un travail communautaire important (15 personnes x 30 jours) et le déplacement d'un volume impressionnant de cailloux (200m<sup>3</sup>). (Coût moyen = 200.000 CFA) : or cette structure qui a demandé tant d'efforts à la communauté ne permettra d'améliorer que 0,5 à 1 hectare appartenant à 1 famille.

Il faut prévoir à l'avance la redistribution des terres aménagées aux participants. Pour le même effort et le même volume de pierres, on pourrait aménager 10 à 20 hectares de versant appartenant à une vingtaine de familles qui peuvent réaliser seules l'aménagement de leur terre. Il reste à savoir si cet aménagement en cordon de pierres des versants apportera la même sécurité de production que l'aménagement des bas-fonds (Serpantié, Lamachère, 89).

En tout cas, il faut retenir que cette méthode (comme les autres) n'est pas la solution universelle : elle est très valable dans certains bas-fonds ravinés mais beaucoup moins dans les bas-fonds plats.

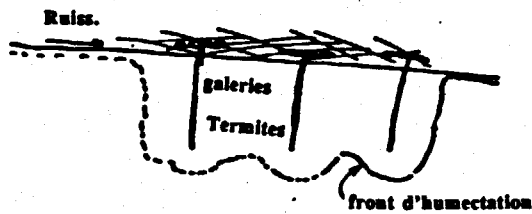
### 3 - LES TECHNIQUES DE COLLECTE ET STOCKAGE DU RUISSELLEMENT SUR LES VERSANTS

#### 3.1 - Le paillage

Les résidus de cultures sont rares à la fin de la saison sèche : ce qui n'a pas été brouté par les bêtes sert aux toitures, divers artisanats ou à la cuisson des repas. Il est pourtant bien connu qu'en pays Mossi, les paysans pauvres qui ne possèdent pas de bétail ni de fumier, disposent à la surface de leurs petits champs une mince couche de paille (2t/h) et surtout de branchettes issues de légumineuses arbustives peu appréciées par les bêtes. Ce faisant, le paysan fume son champ épuisé et attire les termites qui vont creuser des galeries (amélioration de l'infiltration), rejeter en surface des éléments argileux riches en calcium, percer la croûte de battance et répartir en profondeur les nutriments apportés par la litière (comme en forêt).

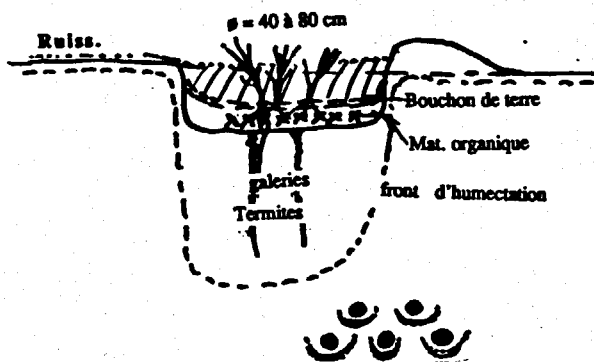
Certes, les termites réduisent considérablement le poids de la litière à la surface du sol (tiges creuses, vidées de leur contenu) mais la surface reste suffisamment couverte pendant un an et le sol reste assez perméable pour absorber toutes les pluies et une partie du ruissellement issu

# Collecte et stockage du Ruissellement sur Versant



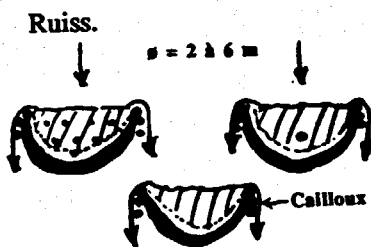
## Pallage (herbes + branchettes)

- \* les termites viennent manger les M.O.
  - ouvrent des galeries
  - favorisent la pénétration du ruissellement
  - répartissent les nutriments
- \* améliore l'infiltration et la fumure



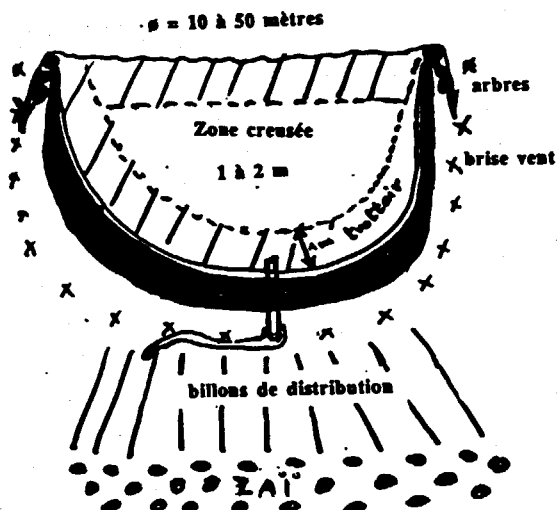
## Zai (pitting + manure + termites)

- \* cuvette de 50-80cm Ø, 5-15 cm en profondeur, terre en aval en croissant
  - > capte le ruissellement sur bassin 3/1
- \* concentration eau + M.O. + nutriments
  - > rendement > 800kg/ha sur sol épuisé
- \* action ++ des termites sur infiltration. Grâce aux galeries l'eau infiltrée est à l'abri de l'évaporation directe.



## Demi-lunes (micro catchment 1/5 - 1/10)

- \* sur glacis limoneux, capture du ruiss. sur 10-20m<sup>2</sup> pour irriguer
  - { des céréales
  - { 1 ou 2 arbres
- \* protéger l'extrémité des diguettes par 3 cailloux pour éviter l'érosion lors du débordement.



## Boullis = citerne creusée au bas d'un glacis à la limite du parcours.

- \* digue construite avec la terre extraite progressivement du centre du croissant
- \* les sédiments fins apportés avec le ruissellement colmatent le fond de la citerne
- \* 3 objectifs :
  - alimentation en eau du bétail (filtrer)
  - irrigation d'appoint d'un jardin précoce (1000 m<sup>2</sup>)
  - les sédiments fins peuvent être récupérés
    - > briques ou terre organique.

La deuxième année, ou bien le paysan a le temps de creuser de nouvelles cuvettes (plus fumier) entre les premières, ou bien il resème dans les premières cuvettes et ne remet du fumier que tous les deux ans. A la récolte il laisse sur place les tiges coupées à 1 mètre de haut et déplace les souches au semis (= restitution organique directe). Au bout de 3 à 5 ans, toute la surface a été remuée et fumée et le sol s'assouplit assez pour être labouré normalement.

Une variante forestière semble particulièrement intéressante. Dans la poudrette (fumier non fermenté) subsistent quantités de graines forestières prêtes à germer après le passage dans le tube digestif des chèvres. Lors du sarclage, certains paysans conservent deux plantules forestières toutes les trois cuvettes, lesquelles profitent de l'eau et de la fumure destinées aux céréales. A la récolte, les tiges de sorgho sont coupées vers 1 mètre et protègent ainsi le sol de l'érosion éolienne et les jeunes plants de la vue des chèvres. La culture de céréales continue indéfiniment mais tous les 5 ans les plants forestiers sont taillés pour fournir des perches et du bois de chauffe. Ainsi, sans grillage, il se met en place une association agroforestière susceptible de reconstituer à terme les parcs à *Acacia albida* et autres légumineuses capables de maintenir la production de céréales, de fourrage (aérien) et de bois.

Ce Zaï forestier pourrait aussi être utilisé pour implanter des haies vives.

### Problèmes et parades

#### - Temps de travail

C'est un travail très dur en saison sèche qui exige 150 à 250 h. jours à raison de 4 heures par jour ouvrable : donc on ne peut récupérer qu'un demi hectare par actif et par an surtout si on est obligé d'entourer la parcelle d'un cordon de pierres pour briser l'énergie de la nappe ruisselante. En préparant le terrain en décembre, lorsque les boeufs sont bien nourris, les températures sont assez fraîches et les sols pas encore trop durs, un soussolage croisé aux boeufs peut réduire de moitié les temps de travaux.

#### - Disponibilité de fumier

La majorité des paysans peut disposer de 1 à 5 tonnes de poudrette ou de compost ; dans le cas contraire, des branchages et autres résidus organiques peuvent sévir pour attirer les termites. Le rôle positif des termites n'est pas apprécié de la même façon par tous les paysans ; certains les craignent et préfèrent recycler la biomasse par l'usage de fumier-compost. Cependant, il faut noter que sous terre on ne voit pas directement la consommation des M. O. par les termites mais elles sont au moins aussi actives sous terre que dans le paillage.

### 3.3 - Les demi-lunes

Sur les glacis limoneux qui se dégradent très vite une fois la végétation naturelle dégradée, on peut capter le ruissellement de 10 à 20m<sup>2</sup> en dressant des diguettes en forme de demi-lunes de 2 à 6 mètres de diamètre pour cultiver des céréales ou quelques arbres. A OURAMIZA (Niger), la demi-lune creusée de 20cm a une surface cultivée de 6m<sup>2</sup> pour une surface de réception de 16m<sup>2</sup> (les 1/2 cercles de 2m de rayon sont distants de 4 mètres sur la courbe de niveau et 4 mètres de la courbe voisine) (313 demi-lunes/ha pour un coût estimé à 45.000 CFA = 80 hommes . jour/ha).

On peut aussi creuser des cuvettes de 3 x 0,6 x 0,6 ≈ 1m<sup>3</sup> drainant 10m<sup>2</sup> au fond desquels on plante 1 ou 2 arbres (ex. projet Vallée Keita/FAO).

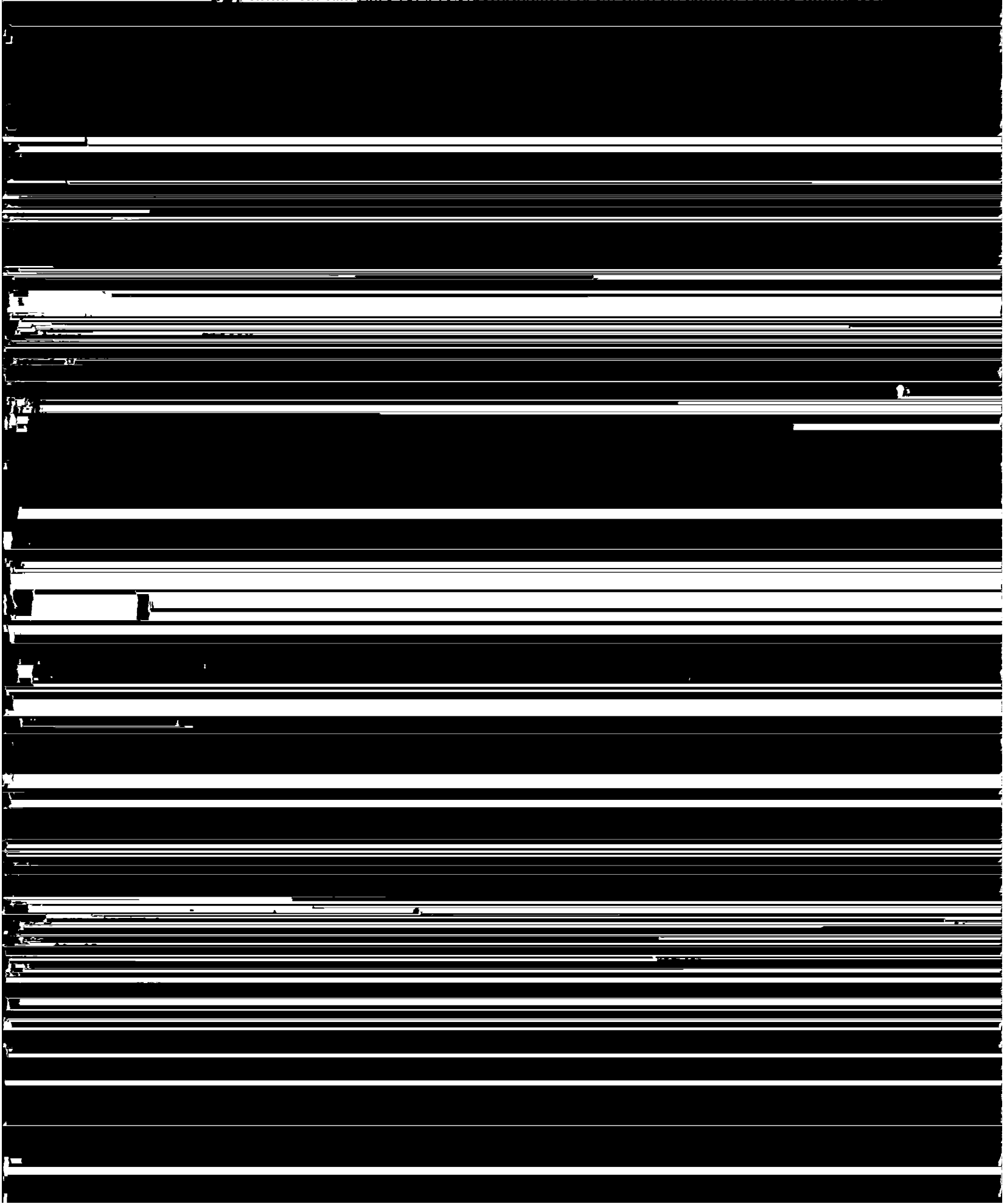
Le risque de colmatage de ces micro-bassins est grave pour le Mil et certains arbres, à cause de la charge solide du ruissellement qui forme rapidement des croûtes peu perméables qu'il faut casser (sarclo-binage).

L'apport de paille ou de branches permettrait de capter du sable éolien pour maintenir une bonne infiltration. L'apport de fumier pourrait aussi aider à maintenir la capacité d'infiltration.



### 3.4 - Les citernes ou boullis creusées dans le glaci

A la limite du parcours (glacis gravillonnaire) et du bloc de culture (glacis limoneux).



En ignorant leur mode de fonctionnement et leurs limites on peut craindre de nombreux échecs. C'est pourquoi nous souhaiterions que des recherches soient entreprises pour étudier en détail leur faisabilité, leur rentabilité (effets sur les rendements et leur sécurité) et leur efficacité pour améliorer la production sans réduire la sécurité alimentaire ni la productivité de l'environnement.

### BIBLIOGRAPHIE

- BENNET (H.H.), 1939 - Elements of Soil Conservation. Mc Graw-Hill, New York.
- DUGUE (P.), 1986 - Appropriation des techniques de lutte contre l'érosion et le ruissellement par les paysans du Yatenga. 3ème Séminaire CIRAD/DSA - Montpellier, 12 p.
- DUGUE (P.), 1986 - L'utilisation des ressources en eau à l'échelle d'un village. CIRAD/DSA, Coll. "Systèmes Agraires" n°6.
- MARCHAL (S.Y.), 1979 - L'espace des techniciens et celui des paysans : histoire d'un périmètre anti érosif en Haute-Volta - Mémoire ORSTOM, Paris n° 89 : 245-252.
- REIJ (C.), MULDER (P.), BEGEMAN (L.), 1989 - Water harvesting for plant production. World Bank, techn. paper n°91.
- ROCHETTE (R.) et Coll., 1988 - Le Sahel en lutte contre la désertification. CILSS/PACC/GTZ, 592 p.
- ROOSE (E.), PIOT (T.), 1984 - Runoff, erosion and soil fertility restoration on the Mossi Plateau (Central zone of Upper Volta). IASH Publication n° 144 : 485-498.
- ROOSE (E.), 1988 - Diversité des stratégies traditionnelles et modernes de conservation de l'eau et des sols en milieu soudano-sahélien d'Afrique occidentale. Influence du milieu physique et humain. Projet publication Réseau Zone Aride, ORSTOM Montpellier 26 p. Communication ISCO 6 Addis Abeba.
- ROOSE (E.), RODRIGUEZ (L.), 1990 - Aménagement de terroirs au Yakuga (N.O. du Burkina Faso). Quatre années de GCES : Bilan et perspective. CRPA, INERA, CIRAD, ORSTOM Montpellier, 40 p.
- SERPANTIE (G.), LAMACHERE (J.M.), 1989 - Pour une connaissance des conditions de mise en oeuvre des aménagements du ruissellement - Ougadougou FEER, ORSTOM, 24 p.
- SERPANTIE (G.), LAMACHERE (J.M.), 1989 - Aménagement des pentes cultivées soudano-sahéliennes, grâce à des réseaux de microbarrages isohypses filtrants. Nécessité d'une amélioration de leurs conditions de mise au oeuvre - Communication à ISCO 6 Ethiopie, ORSTOM Ouagadougou, 24 p.
- WRIGHT (P.), 1985 - La gestion des eaux et des sols par les paysans. Atelier FSV-SAFGRAD, Ouagadougou, OXFAM 38 p.