

## **ETUDE DE CAS: PROJET DE LUTTE CONTRE L'EROSION EN ZONE SAHELIEUNE.**

PIBOT Alain: CNEARC EITARC 96, Montpellier France

Résumé: Dans une région aride, le KAARTA BLANC, au nord ouest du MALI, l'érosion agit avec force contre les populations en stérilisant les espaces agricoles, en détruisant les voies de communication et en limitant l'accès à l'eau. Le projet AFVP-HELVETAS implanté en 1985 dans cette région est intervenu dans douze villages en 10 ans, à la demande des populations, pour limiter les effets de l'érosion et protéger les facteurs de production, pour enrayer en fin de compte sur ces terroirs les mécanismes de désertification. L'article qui suit traite du cas particulier de Fangouné Kagoro, village bambara d'environ 500 habitants. Y sont abordés les problèmes engendrés sur ce terroir par l'érosion, les actions envisagées pour y remédier et les principaux résultats obtenus.

Mots-clés: Kaarta - Erosion - Demi-lunes - Végétalisation - Seuils filtrants.

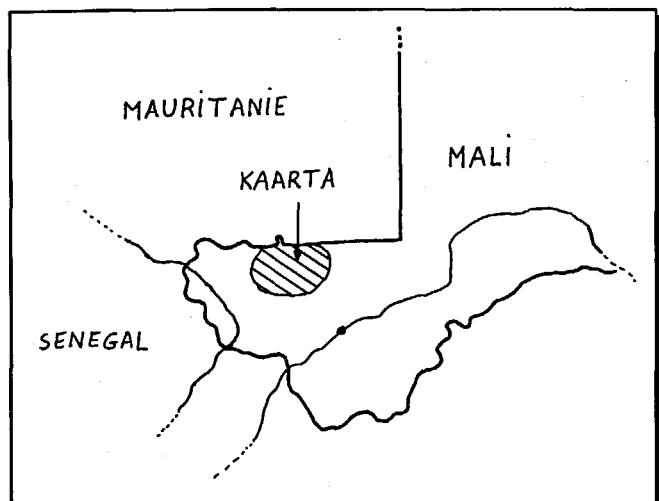
Extended abstract: The AFVP-HELVETAS project, installed in KAARTA (north MALI) in 1985 at village people request, tries to limit the erosion damage, to protect the agricultural production and to stop desertification in the area. In this article, the problem of erosion will be discussed, even as the actions realised and the results of the project through the exemple of Fangouné Kagoro village.

Key words: Kaarta - Erosion - Half moon - Vegetalisation - Strainer barrage.

Le milieu sahélien a déjà fait l'objet de nombreuses études techniques dans les domaines de la gestion de l'environnement. Autant de projets se sont attachés à mettre en application les résultats de ces études avec plus ou moins de réussite.

L'article qui suit vise à présenter l'un d'eux dans le domaine particulier de la lutte contre l'érosion. Il ne s'agit en aucun cas d'un édit novatoire dans le sens où la plupart des techniques citées ont été décrites antérieurement. L'intérêt de cet article vient des résultats obtenus dans un contexte physique et humain qui a souvent conduit à des échecs.

### \* PRESENTATION DU CONTEXTE PHYSIQUE.



Les villages de FANGOUNE-Kagoro et FANGOUNE-Massassi ont été choisis pour illustrer le travail de LAE effectué dans les années 80-90 dans le Cercle de DIEMA, au nord-ouest du MALI.

Cette région, appelée Kaarta blanc, supporte un climat sahélien redoutable: les précipitations dépassent rarement 600 mm avec une moyenne de 430 mm entre 1985 et 1995; Quant aux températures, elles oscillent entre 14°C pour les minimales en décembre et plus de 55°C pour les maximales en mai, avec une moyenne annuelle proche de 33°C.

La végétation est dispersée, de type savane claire, essentiellement constituée de Combretaceae (Combretum, Guiera), de Mimosaceae (Acacias sahéliens) et de Balanites aegyptiaca.

Les sols sont généralement profonds, très sableux (+ de 90 % de sables), laissant par endroit apparaître d'anciennes cuirasses latéritiques.

Le réseau hydrographique régional est uniquement temporaire. Des mares semi-permanentes permettent cependant l'abreuvement du bétail une partie de l'année et le remplissage cyclique des nappes indispensables à l'alimentation en eau des populations Bambara, Peul, Maures et Sarakolé qui vivent sur ces terroirs.

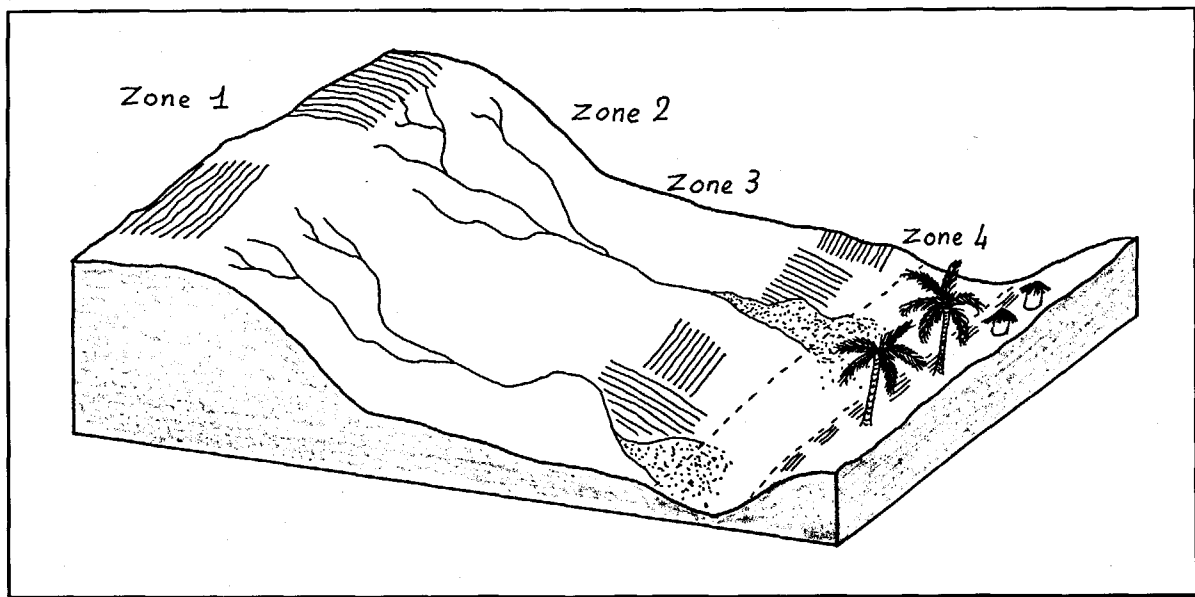
L'évolution physique de cette région tend à limiter l'accès à l'eau et à la production agricole par les populations, comme nous allons le voir.

C'est dans ce contexte que l'AFVP et HELVETAS, deux ONGs françaises et suisse, ont implanté dès 1985 un projet d'étude et de développement afin de comprendre la dynamique locale et d'enrayer les processus de dégradation des facteurs de production régionaux.

### \* LA DYNAMIQUE DE DEGRADATION DU TERROIR DE FANGOUNE

Le relief du Kaarta blanc est constitué de vastes plateaux peu arborés sur lesquels les villageois bambara pratiquent les grandes cultures d'hivernage, essentiellement le mil; ceux sont les champs de brousse menés en extensif, à jachère relativement longue (5 à 15 ans). C'est également sur ces plateaux que transitent les grands troupeaux bovins menés par les éleveurs peuls.

Ce relief est entaillé de vallées plus ou moins larges au fonds desquelles coulent quelques jours par an des marigots boueux. Les villages de la région sont systématiquement installés au bord de ces marigots, et toujours près d'une marre temporaire. C'est dans ces bas-fonds que les villageois pratiquent le maraîchage (tomate, oignon, gombo,, oseille de Guinée, tabac,...) et l'arboriculture (citron, datte, goyave, mangue) dans des jardins clôturés.



La descente des plateaux vers les bas-fonds se fait par des versants plus ou moins larges, plus ou moins pentus, peu végétalisés et en général utilisés dans leur partie aval pour l'installation des champs de proximité conduits intensivement. C'est sur ces champs que comptent les villageois pour leur alimentation.

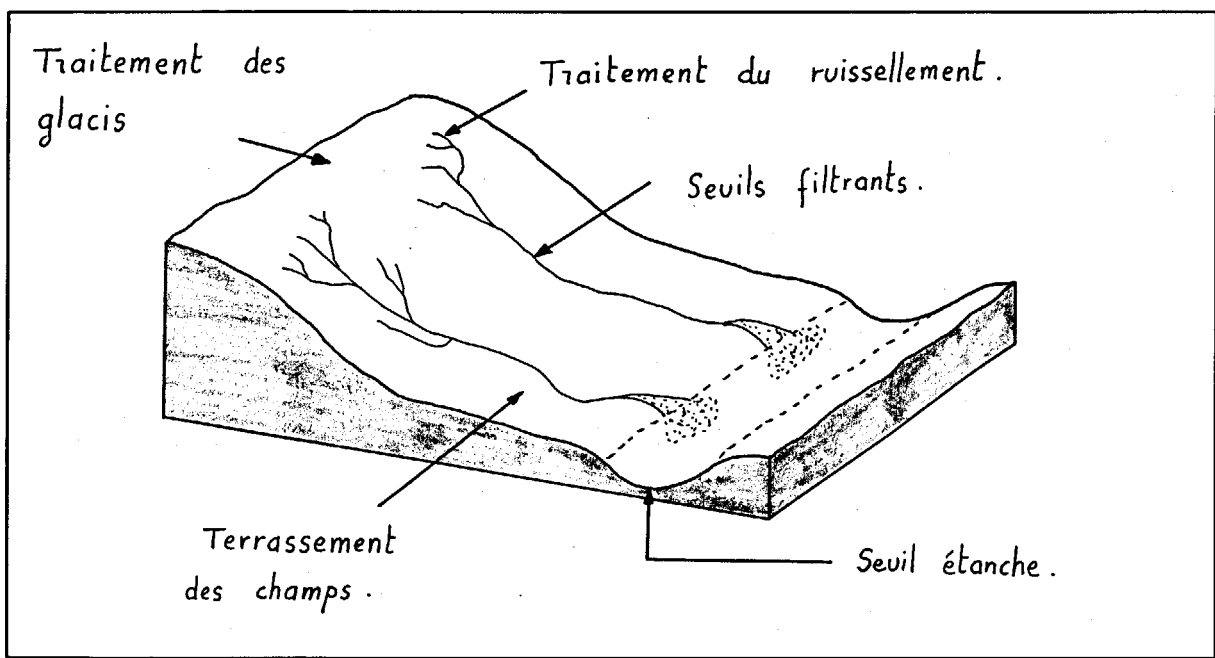
L'évolution récente du climat (baisse régulière depuis une vingtaine d'années des quantités d'eau précipitée) et la modification du contexte humain régional (conflits entre éleveurs et agriculteurs, impact de l'argent envoyé par les migrants, accroissement démographique, ...) ont conduit à une pression accrue sur l'environnement. Ainsi, le couvert végétal des plateaux a progressivement disparu, la diminution du temps de jachère a conduit à une déstabilisation des sols et des glacis sont progressivement apparus, les terres trop pentues habituellement non cultivées sur les hauts versants sont entrées en production ce qui a provoqué l'apparition de griffes d'érosion, ...

Le résultats de toutes ces évolutions est que les plateaux sont devenus en quelques dizaines d'années improductifs, les hauts versants, rongés par l'érosion échappent à l'agriculture, et les sables arrachés aux versants viennent stériliser les champs de proximité et les jardins maraîchers, et combler les marres limitant ainsi l'accès à l'eau pour le bétail.

#### **\* INTERVENTION DU PROJET**

Le projet est intervenu à FANGOUNE sur demande des villageois. Des discussions avec les autorités villageoises ont permis d'expliquer les mécanismes de dégradation du terroir, et d'exposer des solutions envisageables dans le contexte. Ce sont les villageois qui, guidés par les techniciens, ont choisis les actions à mener en fonction de leurs priorités.

Le schéma suivant présente globalement les actions que le projet se proposait de mener en accord avec les villageois.



Le principe de l'intervention technique consiste à proposer des outils susceptibles de permettre le rétablissement du profil d'équilibre sur les versants concernés, seul garant de la pérennisation des facteurs de production.

Cet objectif porte sur trois paramètres:

- la correction du débit de crue des ravines;
- la correction des pentes naturelles des versants;
- la correction de la stabilité du substrat travaillé;

### 1 Correction du débit de crue.

Nos travaux de correction de débit de crue ont été engagés dès la zone 1 par une sensibilisation des agriculteurs à l'orientation du travail du sol sur les rares aires encore cultivées; sur les glacis, plusieurs techniques ont été testées:

- mise en place de cordons pierreux tous les 20 m pour une pente moyenne de 0,5%.

On a ainsi utilisé environ 25 m<sup>3</sup> de pierre latéritique par km de cordon. Le résultat de ce travail a été assez net, en particulier grâce à l'enherbement remarquable qui s'est développé en amont direct des cordons suite à la sédimentation dans cette zone d'eaux de ruissellement chargées de graines sauvages. Cet enherbement est très intéressant pour le ralentissement du ruissellement et l'amélioration de l'infiltration; il présente cependant l'inconvénient de fortement concurrencer sur la ressource en eau les ligneux plantés par le projet en amont des cordons. Il faut donc veiller lors de l'implantation des ligneux à conserver une bande d'un mètre environ entre les plants et le cordon.

- paillage: ses effets sont multiples: d'une part il constitue un écran protecteur contre l'effet des gouttes et de l'ensoleillement sur le sol; d'autre part, il provoque une attaque de la matière ligneuse par les termites qui, par leur activité, brisent le glacis. Le sol s'offre ainsi mieux à l'infiltration et capte efficacement les graines apportées avec le mulch. Il faut veiller à réaliser ce paillage suffisamment tard dans la saison sèche de manière à ne laisser aux termites que 3 à 4 semaines d'activité avant les premières pluies.

Si cette action est accompagnée d'un reboisement, les plants doivent recevoir à la plantation un traitement insecticide du fait de l'activité des termites.

- végétalisation: elle a été envisagée chaque fois que possible afin de pérenniser au maximum la protection des sols tout en fournissant des services aux paysans. Le projet a recherché au maximum l'utilisation de ligneux locaux:

- Euphorbia balsamifera a été utilisé sur sols très sableux en station sèche pour remplacer, en plantations serrées, les cordons pierreux (trop coûteux et pas beaucoup plus efficaces). Son bouturage est bien maîtrisé par les paysans et elle ne craint ni chèvres, ni criquets, ni sécheresse.

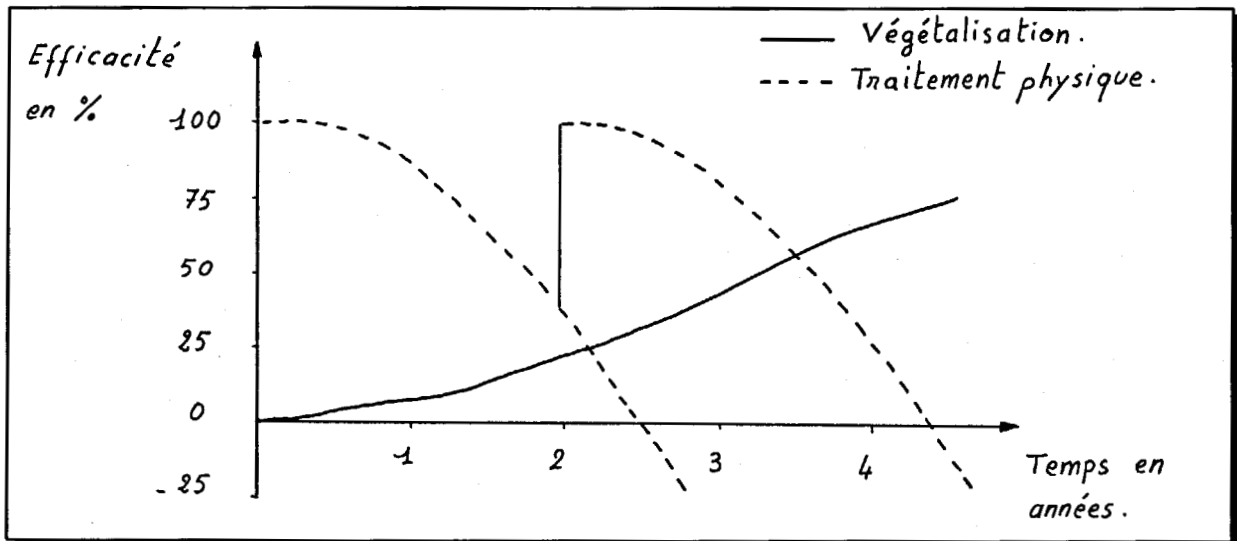
- Les Acacias: sur les stations peu fréquentées par les animaux, les villageois ont volontiers choisi de planter des A. sénégale ou des A. seyal qui leur procure outre un service anti-érosif de nombreux produits utiles tels que gomme, fourrage, bois de service ou encore bois de feu.

- Les Combretaceae: Combretums et Guiera sont très intéressants pour végétaliser rapidement et densément une aire. Ils sont très bien adaptés aux conditions locales, ont une action certaine sur la protection des sols et fournissent un fourrage non négligeable bien que peu apprécié par les animaux. Ils sont faciles à produire en pépinière ou à semer directement en saison des pluies.

Mais c'est essentiellement sur la zone 2 qu'ont été concentrés les efforts relatifs au débit de crue. Le travail diffère dans cette zone de par l'intensité de l'agression des sols par l'eau: l'infiltration est minimale, la pente forte ainsi que l'accélération des eaux de ruissellement. Notre intervention devait donc consister ici en l'aménagement du haut bassin afin d'y augmenter l'infiltration, ralentir la vitesse des écoulements, améliorer la stabilité du sol et l'interception végétale des précipitations. Il est certain que de gros moyens permettraient d'atteindre facilement ces objectifs, mais l'intérêt de notre travail devait consister en la reproductibilité de l'action par les villageois.

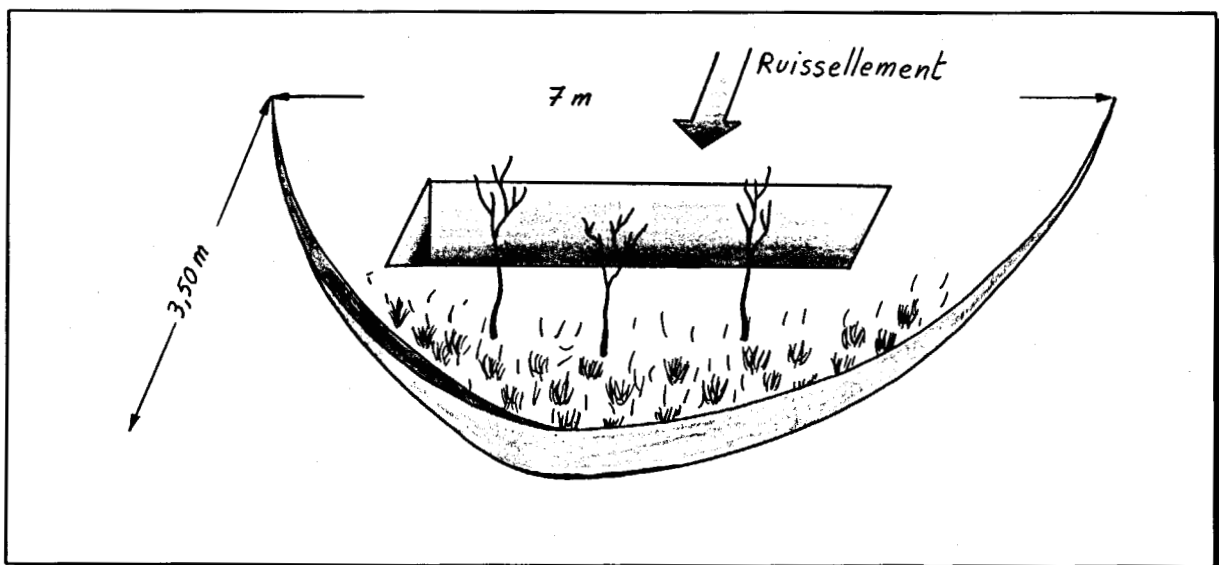
Le travail a consisté sur cette zone à superposer plusieurs techniques dont la principale est la réalisation de tranchées avec demi-lunes. Cet aménagement a été expérimenté sur un hectare en 1991 à FANGOUNE.

Le principe consiste à stocker les eaux de ruissellement par petites unités de surface grâce à la réalisation de réservoirs creusés dans le sol. Les déblais servent à construire une butte en forme de demi-lune en aval immédiat de la tranchée dont le but est d'accroître encore la capacité du réservoir. Pour être efficace, l'aménagement doit permettre de stocker la totalité des écoulements afin de répartir l'infiltration sur le plus long laps de temps; on adapte en quelques sortes les précipitations à la perméabilité du sol. Cet aménagement pourrait agir seul, son action permet en effet de stopper les écoulements et donc l'avancée des ravines. Cependant, rappelons que les sols concernés ici sont, de par leur pauvreté naturelle en colloïdes, extrêmement fragiles. On peut ainsi estimer à deux saisons des pluies la durée d'efficacité de l'aménagement réalisé seul et sans entretien. Au delà, son efficacité s'inverse et le travail peut devenir très dommageable pour la station en favorisant la concentration des écoulements au niveau des ruptures du traitement. Une solution réside en l'entretien régulier de l'aménagement. Cependant, l'extension prévue du travail nous interdit cette solution beaucoup trop gourmande en main d'oeuvre. On peut de plus supposer que les populations perdraient vite toute motivation pour un travail à renouveler chaque année. C'est pourquoi nous avons joint au traitement physique, une végétalisation dont l'efficacité évolue positivement avec le temps. La figure suivante illustre l'intérêt d'avoir recours à des procédés dont l'efficacité évolue inversement.

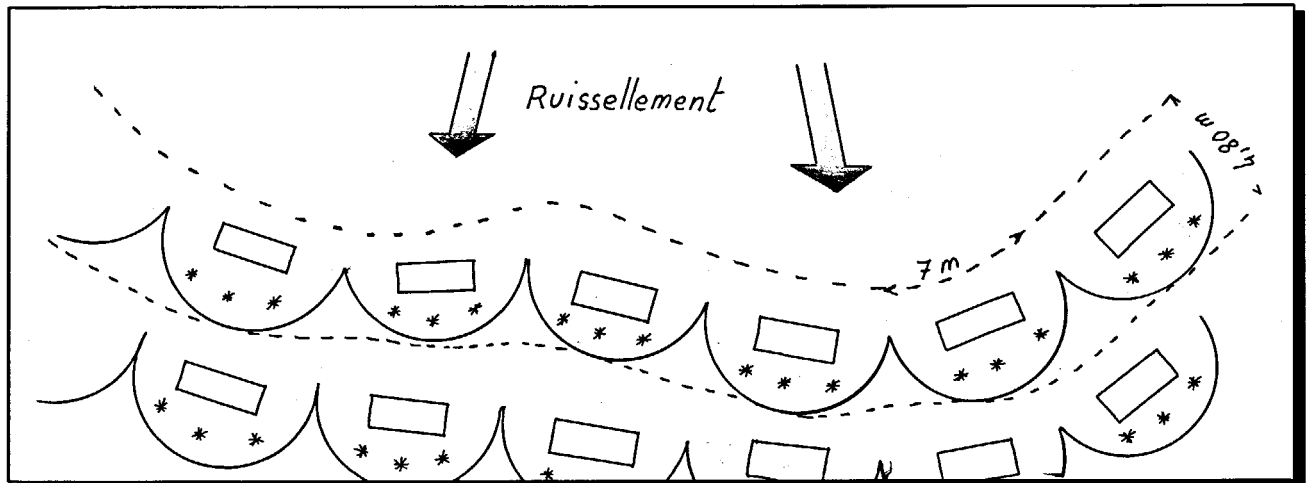


Sur cette figure, on s'aperçoit que le traitement biologique prend le relais de l'aménagement physique dès lors que l'efficacité de ce dernier s'annule. Il est tout de même nécessaire de réaliser un ou deux entretiens après la deuxième et la quatrième années avant que la végétation ait réellement pris le relais.

Dimensionnement de l'aménagement: la superficie à traiter correspond à l'espace, généralement très dégradé, limité en amont par la ligne de rupture de pente, et en aval par les têtes de ravine. Sur le bassin B1 de FANGOUNE, cela correspond par exemple à une bande de 100 m de large qui ceinture l'ensemble du réseau d'écoulement. On sait que le sol est apte à assimiler la totalité des précipitations, le tout est de lui en laisser le temps. Pour le dimensionnement on est donc parti du principe que l'on cherche à retenir l'ensemble des précipitations. La pluie de retour décennal (il n'est pas utile d'être plus prudent sur ce type d'aménagement) a été estimée à 110 mm par unité de surface. Il s'agit maintenant de trouver un compromis entre la taille des tranchées à creuser et leur nombre, sachant que leur instabilité s'accroît avec leur taille. Par sécurité, et du fait d'un manque d'informations concernant la variation de perméabilité du sol dans le temps, le dimensionnement n'a pas pris en compte l'infiltration instantanée. Cela permet en outre de négliger les autres coefficients de majoration théoriquement imposés par la sécurité des ouvrages.



L'expérience sur le terrain montre que sur les sites du Kaarta blanc, la profondeur de tranchée ne doit pas dépasser 0,6m et la hauteur des demi-lunes 0,3m. Nos essais sur sols instables nous ont amené à retenir des tranchées de 2m x 1m x 0,6m. Le volume maximal retenu par ce type de tranchée est de 3,7 m<sup>3</sup> d'eau, ce qui correspond au volume précipité sur une surface de 33,6m<sup>2</sup>. Ce petit calcul nous amène au nombre de 298 tranchées par hectare. Le schéma suivant présente le plan de l'aménagement.



Nous l'avons vu, une végétalisation est nécessaire pour assurer la pérennité du traitement. La première phase de végétalisation se déroule pendant la saison sèche avec l'Euphorbia balsamifera qui doit être mis en place vers le mois de mars; les jeunes boutures ne supportent pas en effet l'humidité. On utilise cette essence surtout pour ceinturer l'aménagement d'une haie peu coûteuse. Des discussions avec les éleveurs locaux ont suffi pour éviter l'intrusion de bétail dans le périmètre ainsi délimité. La végétalisation d'hivernage concerne les autres ligneux, en particulier les Acacias, les Prosopis, le Parkinsonia aculeata, les combretums et Guiera ...

Un élevage en pépinière, bien que plus coûteux que le semis direct, est quasi indispensable pour ces espèces: il permet en effet de gagner de précieux mois de croissance, ce qui accroît considérablement les chances de survie des plants au cours de la première saison sèche.

Les plants sont mis en place courant juillet afin qu'ils bénéficient le plus longtemps possible de l'humidité de l'hivernage. Il est impératif toutefois d'attendre pour réaliser l'afforestation, que l'herbe ait poussé tout autour de l'aménagement, faute de quoi les caprins affamés par une longue saison sèche n'hésiteraient pas un instant à franchir les haies pour venir paître les plantations.

Les plants peuvent être placés soit dans la tranchée soit entre celle-ci et la demi-lune. Certains auteurs préconisent la réalisation d'une banquette dans le fond de la tranchée destinée à recevoir les plants. Cet aménagement nécessite cependant une stabilité structurale que ne possèdent pas les sols du Kaarta blanc. De plus, les tranchées ont tendance à se combler en partie pendant l'hivernage; or, beaucoup d'essences forestières ne supportent pas l'enfouissement de leur collet. Enfin, il arrive que le niveau d'eau reste élevé dans les tranchées pendant plusieurs jours durant, ce qui serait fatal à la plupart des ligneux. Pour toutes ces raisons, nos plantations ont été réalisées entre les tranchées et les demi-lunes. Trois à quatre plants sont installés en moyenne dans chaque demi-lune.

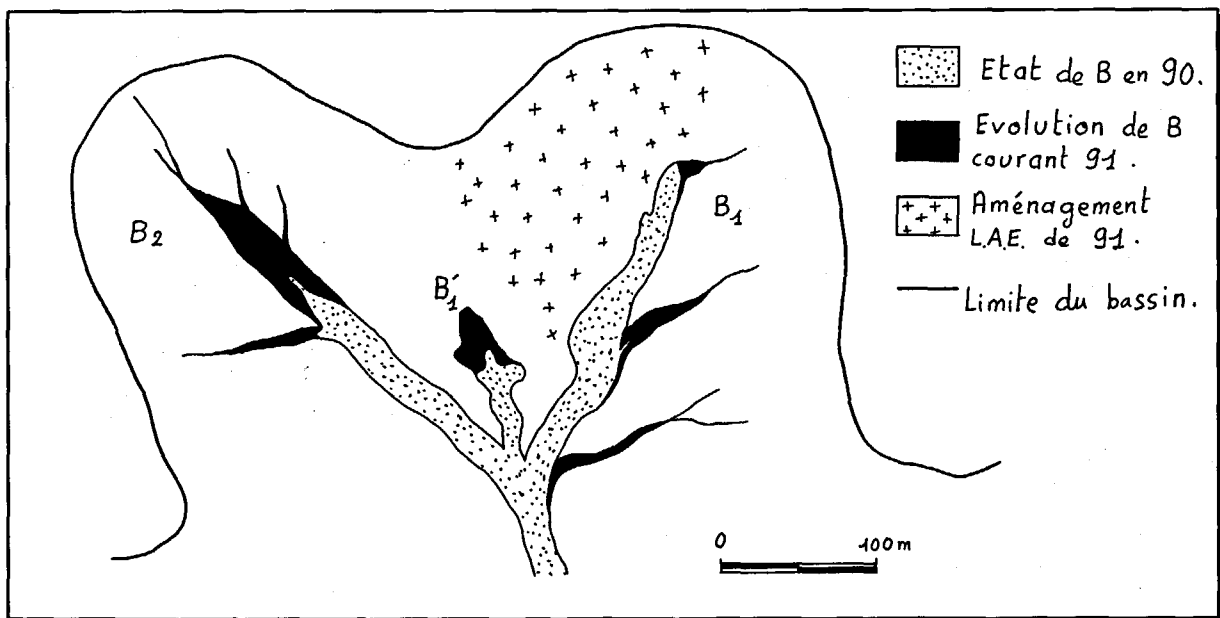
## Résultats et critiques de la correction de débit de crue.

Le bassin B de FANGOUNE offre cela d'intéressant qu'il permet la comparaison des sites grâce à sa physionomie. Le réseau traité se termine par une fourche; chacun des deux bras présentait en 1990 des caractéristiques proches: surface de bassin, pentes, sols et végétation comparables, agressivité de l'érosion similaire. L'aménagement anti-érosif mis en place sur un hectare à permis de traiter la moitié du bassin d'un des deux bras.

Comme le montre le schéma qui suit, l'influence de l'aménagement est d'autant plus nette que la ravine B1 a bifurqué vers la partie du bassin non traitée. Le volume de sable emporté a été estimé à 4 m<sup>3</sup>. La ravine témoin B2 a quant à elle progressé de 37 m. Le volume emporté sur B2 est estimé à plus de 100 m<sup>3</sup>.

Un effet indirect mais tout aussi important du traitement est l'accroissement végétal constaté sur la parcelle aménagée. On peut en effet remarquer aisément en sortie d'hivernage la différence de vigueur entre les arbustes du bassin B1 et ceux des bassins alentours. La disponibilité supérieure en eau a profité aux végétaux du bassin B1.

Il est enfin à noter l'installation d'un couvert herbacé grâce au ralentissement du ruissellement. Les graines apportées par le vent ou les animaux auparavant entraînées par le courant, se sédimentent maintenant dans les demi-lunes et germent. Elles participent ainsi à la stabilisation des sols. Cet enherbement peut être amélioré en semant dès les premières pluies des graines récoltées dans les savanes peu fragiles et bien enherbées; on intensifie ainsi l'action.

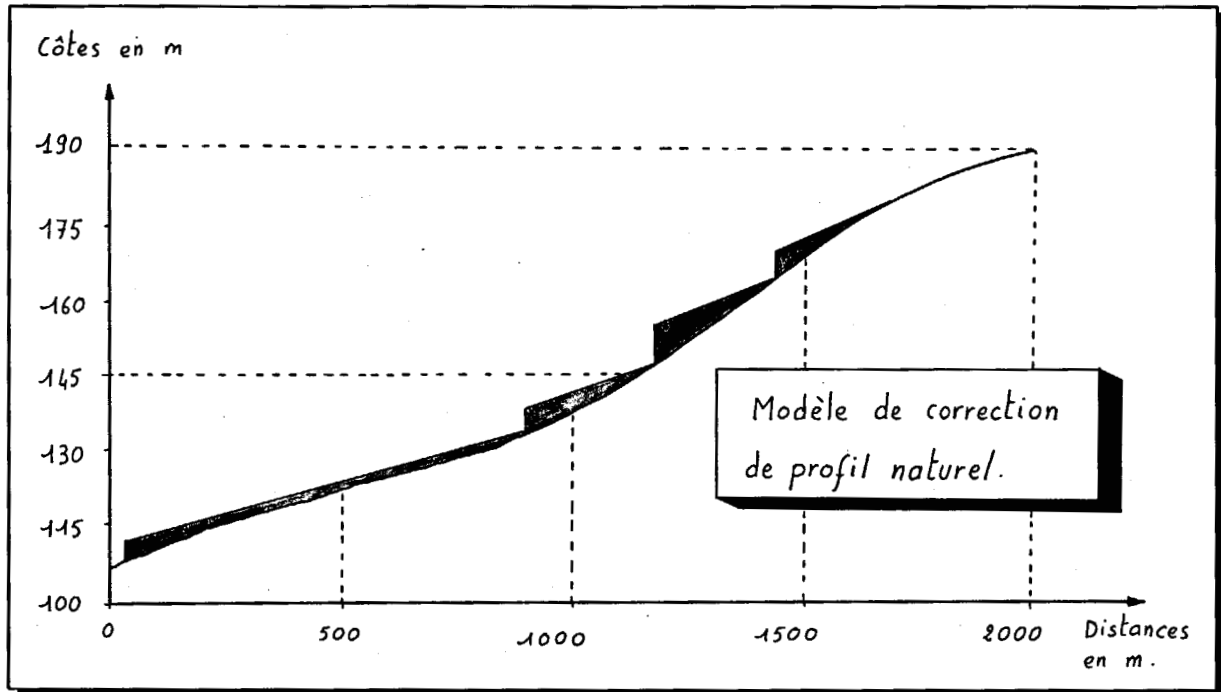


## 2 Correction des pentes naturelles

La seconde partie de l'aménagement concerne le traitement des ravines des zones 2 et 3. Là, notre travail a consisté à relever précisément le profil topographique des ravines du bassin B, et d'observer dans ces ravines les éléments relatifs aux mécanismes de régulation de l'équilibre des talweg: zones d'érosion régressive, élargissement de lit, modification de méandre, dépôts plus ou moins grossiers. Cette technique peut être doublée, pour l'intérêt scientifique de la manipulation, par un calcul théorique de la pente d'équilibre que l'on compare avec la pente naturelle.



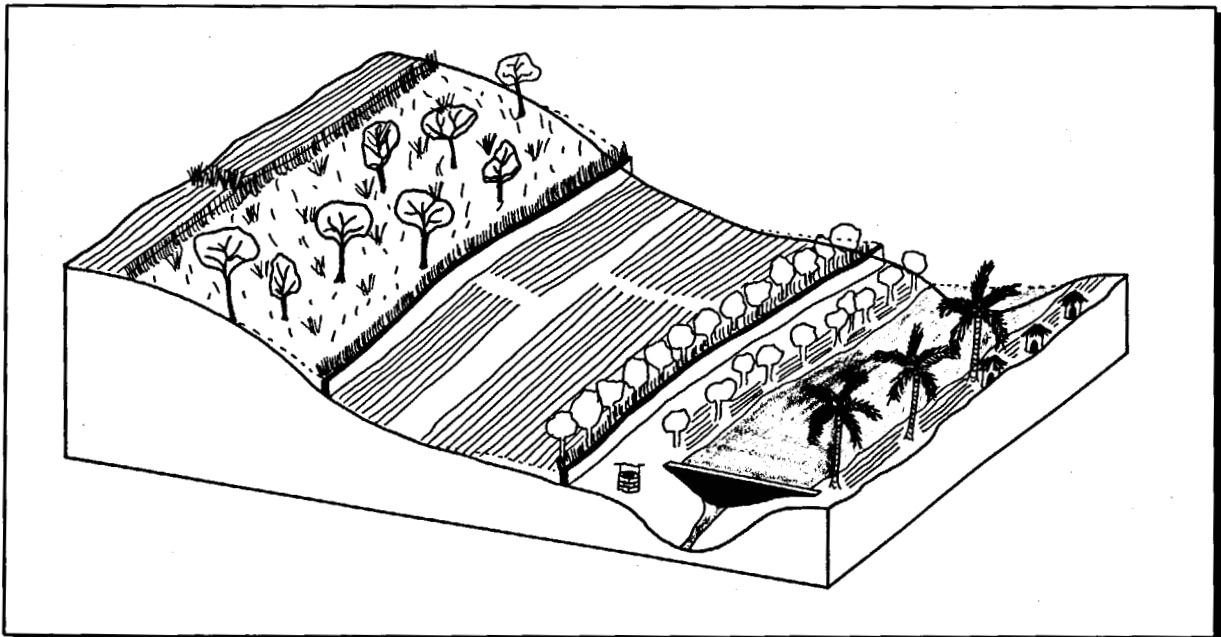
Quelle que soit la méthode utilisée, les résultats obtenus (très proches dans notre cas) ont permis d'établir un plan de correction du profil des ravines par des seuils en pierre libre ou en gabion.



Il n'est pas utile de s'étendre sur les aspects techniques des seuils gabionnés; ce sujet a en effet été déjà traité largement dans la littérature technique.

La correction des pentes naturelles ne doit pas se limiter aux talwegs mais doit au contraire s'étendre sur les rives, et si possible sur l'ensemble du bassin. Ainsi, chaque seuil a été prolongé dans les champs de la zone 3 par des murets pierreux ou des seuils ligneux dans le but de progressivement terrasser le paysage.

La figure suivante offre une vue générale de ce que devait être à terme l'aménagement complet du bassin. La zone 4 constitue le pallier le plus aval du paysage.



### **3 Correction de la stabilité du substrat**

Le projet a peu travaillé sur ce chapitre; sur la zone 1, le paillage et la végétalisation ont contribué à stabiliser les glacis, et surtout à améliorer l'infiltration tout en limitant l'impact érosif des précipitations.

Sur la zone 2, c'est essentiellement par la végétalisation herbacée ou arbustive qu'on a pu contribuer à l'amélioration de la stabilité des sols.

Enfin, sur la zone 3, les prolongements systématiques des seuils gabionnés par des murets de terrassement ont permis l'installation de haies ligneuses en courbe de niveau sur l'ensemble du versant. Ces haies, essentiellement réalisées en *Leucaena leucocephala* et en *Prosopis africana*, ont permis de réaliser des paillages réguliers des champs, et la fertilisation des sols. Il a été conseillé aux agriculteurs de fumer leurs terres avec les bouses sèches récoltées dans les parcs à zébus. Enfin, l'alternance du mil et du niébé avec enfouissement des rémanents de culture a été expliquée aux agriculteurs et encouragée.

### **CONCLUSION**

Dés la deuxième année de travail sur le site de FANGOUNE, trois bassins totalisant plus de 300 hectares ont pu être entièrement stabilisés. Les épandages de sables ont été stoppés sur les quatre ravines principales traitées, et la végétalisation des versants a été effective.

En fait, on peut dire qu'avec des moyens relativement limités (coût total de l'intervention LAE = 824 000 FCFA en 1990 hors main d'oeuvre et 1200 hommes/jour de travail réalisé par les villageois), on peut envisager d'engager un processus durable de stabilisation d'un terroir face à l'érosion. Il serait même envisageable d'abaisser très nettement les coûts de réalisation de cet aménagement (en particulier en limitant le recours aux gabions et aux pierres sèches au profit du génie biologique) sans pour autant en limiter l'efficacité.

Je n'ai pu dans cet article rentrer dans les détails (pourtant importants) que j'aurais souhaité vous exposer, mais je tiens à votre disposition un dossier plus complet si vous êtes intéressé par ce travail.

Les villageois de FANGOUNE sont aujourd'hui satisfaits du travail qu'ils ont réalisé, ils sont bien initiés à la LAE et réagiront certainement aux prochaines agressions de l'environnement avec beaucoup de pertinence.

### **BIBLIOGRAPHIE**

- \* CASENAVE et VALENTIN 1989 - Les états de surface de la zone sahélienne- Influence sur l'infiltration- ORSTOM Didactiques- France.
- \* DUCHAUFOUR 1988 - Abrégés de pédologie- Sols, végétation, environnement. ed. Masson. Collection Abrégés. France.
- \* MACCAFERRI *Officine SpA* - Ouvrages flexibles pour les tronçons torrentiels et fluviaux- Bologne- Italie.
- \* CILSS-GTZ 1989- Le Sahel en lutte contre la désertification- Leçons d'expériences. ed. Margraf. Allemagne.
- \* ROOSE 1989-1990- Spécial érosion- Cahier ORSTOM Pédologie- vol 25 n° 1-2. France.
- \* ROOSE 1994- Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols- FAO bulletin pédologique- Italie.

**RESEAU  
EROSION**



**Référence bibliographique Bulletin du RESEAU EROSION**

**Pour citer cet article / How to cite this article**

Pibot, A. - Etude de cas: projet de lutte contre l'érosion en zone sahélienne, pp. 197-206, Bulletin du RESEAU EROSION n° 16, 1996.

Contact Bulletin du RESEAU EROSION : [beep@ird.fr](mailto:beep@ird.fr)