

Les problèmes d'érosion dans le district de Cahora Bassa  
(Mozambique)  
Perceptions paysannes et premières propositions  
en vue du développement agricole durable.

par

**ERIC ROOSE**

Directeur de Recherche en Pédologie à l'ORSTOM  
L.C.S.C, Centre ORSTOM BP 5045, F 34032, Montpellier France

**RESUME**

Dans le nouveau contexte de paix, l'ONG FOS, Projet Chitima, s'est engagée dans la voie du développement durable auprès des petits paysans et des femmes. L'une des actions développées en 1997 concerne une mission exploratoire sur les problèmes posés par l'érosion et la dégradation des sols.

Cette mission de 15 jours en juin (2 mois après la fin des pluies) a deux objectifs : faire le diagnostic des problèmes d'érosion tels qu'ils sont perçus par les paysans et dégager les premières orientations sur les solutions réalisables à court et moyen termes par les paysans.

Ce premier rapport analyse d'abord les contraintes du milieu physique (système de culture et d'élevage extensif sur brûlis en milieu semi-aride) et humain (faible capacité de travail et de capitalisation). Il passe ensuite en revue les facteurs de l'érosion en nappe (à l'origine de la dégradation de la productivité des sols) et en ravine (fort ruissellement aboutissant à l'ensablement des rivières et à l'inondation des meilleures terres) et les moyens de réduire les risques de ruissellement et d'érosion.

Il propose une nouvelle stratégie participative de lutte antiérosive basée sur la gestion durable de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES).

Il conclut par des propositions concrètes au niveau des paysans (améliorer le fumier, couvrir le sol et améliorer les bilans hydriques et chimiques des champs, agroforesterie et élevage) au niveau des ONG (former des formateurs, démontrer les innovations, organiser le petit crédit) et au niveau national (charte foncière, bureau d'urgence, formation à la LAE, création d'un réseau d'information et d'un marché).

En conclusion, l'auteur attire l'attention sur le problème de la déforestation de la montagne qui entraîne l'érosion du château d'eau qu'il constitue, l'inondation et l'ensablement des meilleures terres sur les plaines qu'il devient impossible d'irriguer. Il importe d'intervenir puissamment avant que l'ensemble soit trop profondément dégradé et tende vers la désertification.

**MOTS-CLES** : Mozambique, zone de savanes semi-arides, dégradation des sols, battance des pluies, ravinement, érosion des rivières, lutte antiérosive, fosse compostière-fumière, couverture du sol, haies vives, agroforesterie, systèmes de culture et d'élevage, intensification, GCES.

Village de "déguerpis", suite à la montée des eaux du barrage de Cahora Bassa.  
(photo Roose, juin 1997)



Le troupeau se repose le soir au village dans un enclos où le fumier s'accumule et se dégrade sous le piétinement des animaux en plein soleil. Il est rarement valorisé par manque de moyen de transport.  
(photo Roose, juin 1997)

# 1- INTRODUCTION

## 1.1- Origine du projet de Chitima.

Initié par l'ONG belge FOS, le Projet Chitima a conduit depuis 1987 dans le district de Cahora Bassa, province TETE au Mozambique, des actions d'urgence en faveur des réfugiés. Depuis 1992, dans le nouveau contexte de paix, le projet s'est engagé dans la voie du développement durable auprès des paysans du secteur familial. Les objectifs sont 1/d'assurer l'autopromotion des communautés villageoises et des groupes de femmes face à la nouvelle économie de marché et 2/ de développer une stratégie de sécurité alimentaire après 14 années de guerre, la construction du barrage et la sécheresse de ces dix dernières années.

Les actions développées en 1997 visent la formation des personnes et la création d'une dynamique de développement. Le programme comprend un volet "crédit" (pour l'acquisition d'une chaîne de traction animale ou le démarrage d'une activité productive), un centre de formation à la traction animale, un atelier de fabrication de charrettes et d'outils agricoles, un centre de démonstration et de formation, un puit communautaire avec pompe manuelle, des jardins collectifs, un arboretum, la vulgarisation agricole, la formation sur le crédit et l'étude de l'érosion. Deux actions visent particulièrement la promotion paysanne : "la parole aux paysans" (rencontre des villageois avec une personne de référence dans un domaine choisi) et la formation des leaders dans le domaine de la gestion et de l'animation des groupes.

## 1.2- Une mission exploratoire des problèmes d'érosion dans le district.

C'est dans ce cadre du développement d'une agriculture familiale durable que le Projet Chitima a souhaité une première mission exploratoire sur les problèmes posés par l'érosion aux communautés villageoises (du 15 au 30 juin 1997) avec deux objectifs : diagnostic des processus d'érosion et de dégradation des sols tels qu'ils sont perçus par les paysans et premières orientations sur les solutions simples, réalisables par les paysans avec les moyens locaux. Une étude ultérieure plus approfondie par un stagiaire devrait aboutir à une connaissance plus précise des facteurs physiques et humains du milieu et préciser les actions à entreprendre.

## 1.3- La méthode : l'enquête auprès de cinq villages.

Cette mission de deux semaines a permis de longs échanges avec la population de cinq villages (200 personnes dont 50 femmes), la visite d'une dizaine de sites villageois à problèmes, des discussions avec les techniciens de l'Administration, du barrage HCB (Hidroelectica de Cahora Bassa), les observations sur 2 000 km de piste, une rencontre de quatre ONG près de Tete et une restitution avec diapositives aux paysans et techniciens motivés.

## 1.4- Le contenu.

Ce premier rapport se propose d'analyser les contraintes du milieu, de décrire trois problèmes posés par les paysans, d'analyser les causes et les facteurs, autant de pistes sur lesquelles on pourrait intervenir avec les moyens locaux pour réduire les problèmes d'érosion et aboutir à une agriculture durable, intensive et plus sûre en face des aléas climatiques. Il se termine par des suggestions aux niveaux des paysans, des ONG et au niveau national pour limiter les effets néfastes du défrichement suite aux guerres, à la sécheresse et à l'explosion démographique. Ces suggestions s'appuient sur nos observations, les discussions avec les paysans (30 heures) et l'expérience du coordinateur du Projet Chitima (Amidou Diallo), d'une stagiaire (Grémilda/ syst. de production), de deux chercheurs seniors (Elwell au Zimbabwe, Roose dans quinze pays d'Afrique).

Nous tenons à remercier toute l'équipe du Projet Chitima pour son accueil si cordial, l'ambiance joviale et tout le temps qu'elle nous a consacré à nous orienter et à soutenir notre quête d'information auprès des paysans, des ONG et des autorités de la région.

**Figure 1 : Carte de situation de la Province de Tete au Mozambique.**



Source : Cremilda, 1996.

## 2- LES CONTRAINTES DU MILIEU PHYSIQUE.

### 2.1- Perceptions paysannes.

- Les pluies sont violentes, et ne durent pas assez longtemps pour les cultures.
- Le climat devient- il aride? Va-t on vers le désert?
- En montagne, les pluies violentes ne s'infiltrent pas. Elles se rassemblent, "elles ouvrent la terre", creusent des canaux, décaperent le sol et ne laissent que des pierres (= terre finie des haïtiens).
- En plaine, les pluies abondantes inondent la terre : les plantes "se dessèchent".
- Après le brûlis, la terre produit bien, mais elle se fatigue très vite :
  - \*en deux ans sur les sols sableux (Tchenga et Songolo)
  - \*en sept ans sur les sols argileux (Katondo, Matope et Mokande).

Après, on abandonne la terre et on ouvre un champs ailleurs;

- Les cultures poussent mieux là où il y avait beaucoup de cendres.
- Après deux ans de culture quand le sol est fatigué, on retourne la terre pour enfouir des végétaux : alors elle retrouve un peu d'énergie. Sinon la jachère longue va reconstituer les forces de la terre.
- "On ne peut rien changer car les animaux détruisent tout".
- Quand les sols sont bien mouillés et qu'on reçoit des grosses averses, l'eau ne peut plus s'infiltrer, la rivière gonfle, détruit les jardins et dépose du sable sur les bonnes terres. En une crue, la rivière a mangé 70 jardins.

- **Les paysans ont cité six types de sols classés par ordre de fertilité**

- 1) Makandé (vertisol argileux glissant) > Matope (S.A noir mais non glissant) > Katondo (argileux rouges) : les plus résistants à la battance mais peu perméables.
- 2) Tchenga (sableux décapé) > Nsongolo (caillouteux ou gravillonnaire) infiltrent mieux
- 3) Chicao (sol argilo-sableux, salé : les plantes ont soif deux jours après la pluie) : ravinement et faible infiltration.

### 2.2- Analyse rapide du milieu physique.

**Le climat** est semi- aride à pluies erratiques : il s'en suit quatre problèmes : sécheresses fréquentes, érosion, ruissellement, inondations.

**Les pluies** annuelles moyennes varient de 400 à 800 mm : elles augmentent en montagne d'environ 200 mm (figure 2). En début de saison (nov.), les orages intenses et violents tombent sur des sols nus qu'ils dégradent en surface (croûtes de battance). Ensuite lorsque les sols sont bien mouillés (janvier à avril), des averses abondantes (environ 90 mm/ jour) provoquent un ruissellement très abondant (probablement 80 % des pluies), le ravinement des champs, et les grandes inondations sur les terres basses. Enfin les pluies s'arrêtent souvent très tôt (avril) et les cultures n'ont pas le temps de mûrir : les grains sont mal remplis.

La saison sèche dure de 5 à 7 mois, de mai à octobre, plus ou moins 15 jours selon les années. Mais ces dix dernières années, on a connu deux années très sèches où les récoltes ont été très maigres, d'autant plus que le maïs, favorisé par les sociétés commerciales coloniales, a remplacé le sorgho et le mil, plus résistants à la sécheresse. L'évapo- transpiration potentielle (ETP) est de l'ordre de 1600 mm : les plantes ont besoin de 1 à 3 mm/ jour en saison des pluies et 4 à 8 mm/ jour en saison sèche. (figure 3). La température moyenne autour de la ville de Tete est de l'ordre de 27°C.

**La végétation naturelle** est une savane arborée dans les sols profonds et les zones humides, une savane arbustive sur sols peu profonds ou une savane herbacée après l'abandon des champs cultivés épuisés.

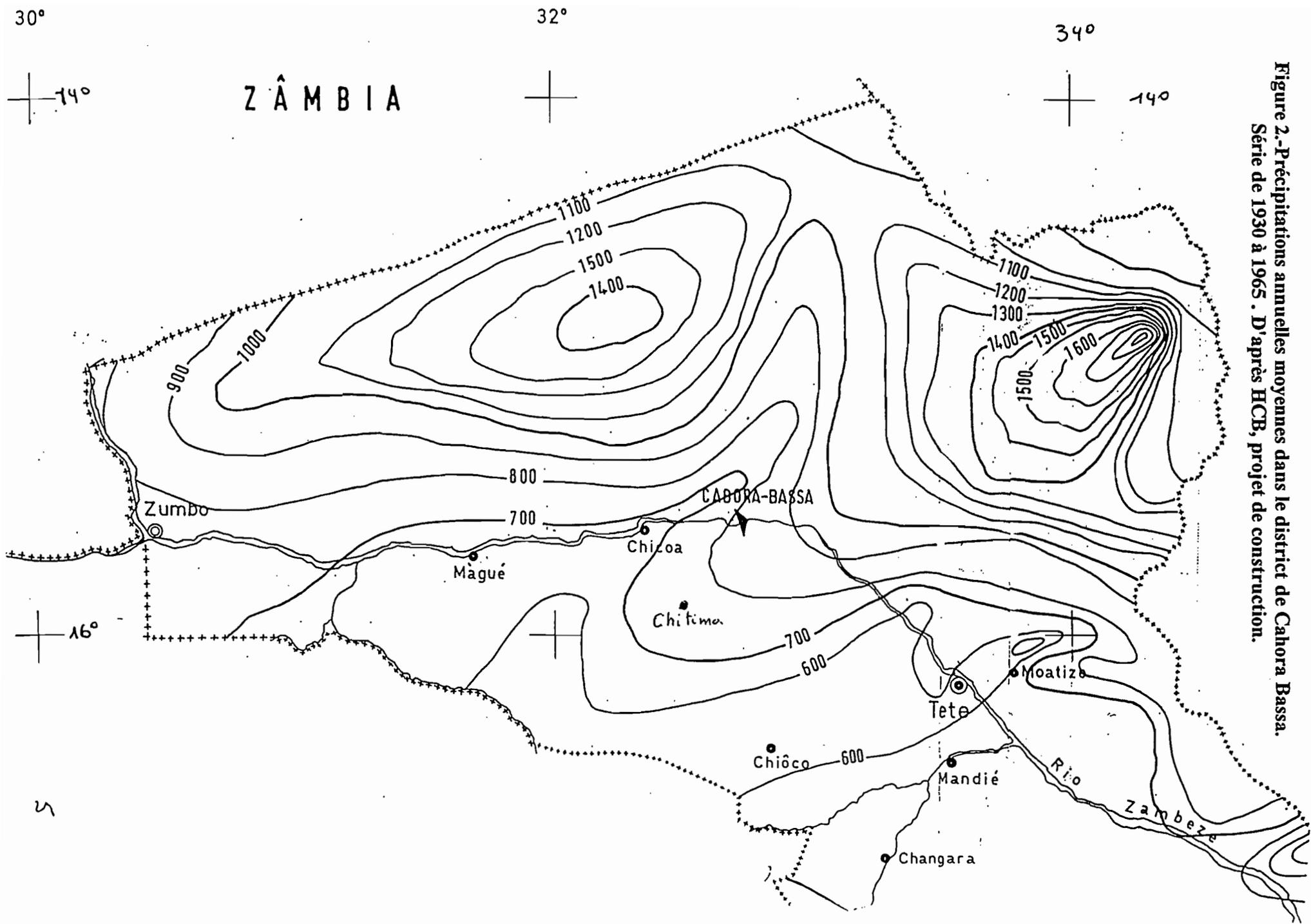
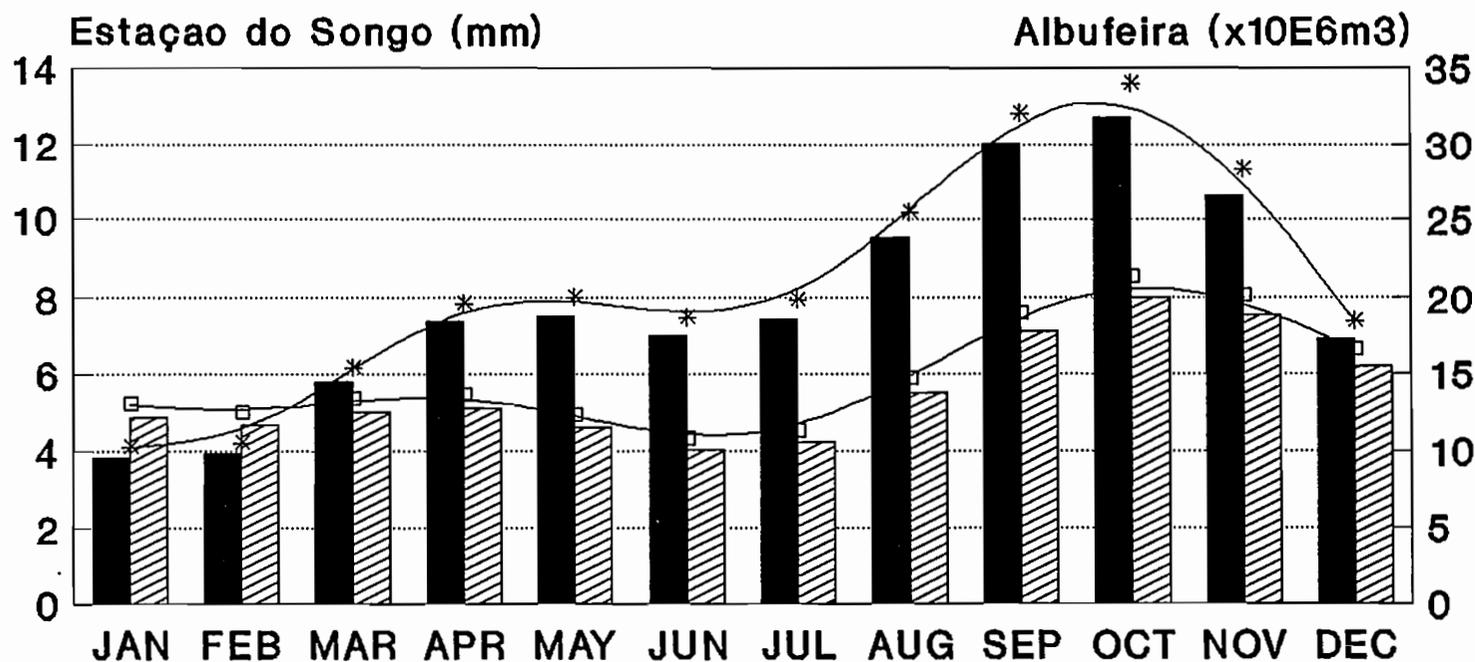


Figure 2.-Précipitations annuelles moyennes dans le district de Cahora Bassa. Série de 1930 à 1965. D'après HCB, projet de construction.

Figure 3 : Evaporation (mm/ jour) aux postes de Songo et Barrage de Cahora Bassa :  
 méthode Piche et bac Colorado. D'après les mesures de H.C.B de 1985 à 1995.



Modelos relativos a:

■ Songo Piche

▨ Songo Tina (bac Colorado EVAPORATION)

—\*— Albufª Piche

—□— Albufª Tina  
 Barrage

Período de calibração: 1985-1995

D'après HCB / SONGO, 1997.

**Le système de culture est extensif sur brûlis.** Le paysan coupe toute la végétation et la brûle un mois plus tard. Le champ (1 à 2 ha) est alors complètement nettoyé par les femmes et la famille sème sur sol nu directement, dès la première pluie, en poquets tous les mètres (faible densité 10 000 pieds/ ha) une dizaine de graines de céréales (maïs+ mil et sorgho en faible proportion sur les terres les plus dégradées ou sableuses). D'autres plantes seront ajoutées entre les poquets de maïs selon les besoins : patates douces, niébe et divers haricots, tomates, gombo, tabac, arachide et mil sur sols sableux.

Le seul travail du sol intervient lors de 2 ou 3 sarclages (après 30-40-60 jours): les adventices sont arrachées à la main, la terre secouée et les plantes laissées à plat sur le sol pour sécher. Très localement, le paysan a profité d'un sarclage pour rejeter la terre sur les lignes de plantation et former des billons obliques (H=20 à 30 cm, largeur 40 cm, longueur 40-100 m espacés de 100 à 150 cm) nommés "cameilhons" en vue de drainer un peu les plantes et réduire les dégâts d'érosion lors des périodes très humides.

**Aucune rotation, aucun repos, aucune fertilisation** : les terres sont soumises en saison sèche à la vaine pâture de tous les animaux des environs. Puis ils sont nettoyés et les végétaux restant sont brûlés avant le semis direct de la nouvelle saison. Aussi la production est très faible: 500 à 800 kg/ ha de maïs, 200 à 400 kg de sorgho ou de mil et le reste suffit à peine à nourrir la famille. C'est pourquoi les paysans cherchent à étendre les champs plutôt qu'à intensifier la culture. Quelques arbres sont laissés sur le terrain (Tamarinier, Cordilia africana, Baobab, Acacia albida et quelques autres espèces utiles): tous les autres sont détruits par le feu. Autours du champs quelques arbres sont laissés pour marquer les limites: localement des branches d'épineux sont ajoutées et il se forme progressivement une haie mixte comportant diverses espèces d'arbustes qui protègent quelque peu les cultures contre la divagation des animaux.

Quelques exploitations ont aussi **un petit jardin intensif** (max 1/2 ha), entouré d'une haie mixte (épinés mortes et divers arbustes) : ce jardin est travaillé intensivement (1 ou 2 cultures par an), fumé (un peu de poudrette sur la ligne de plantation), cultivé et le plus souvent irrigué. On y trouve une grande diversité de cultures: oignons, ail, tomates, tabac, quelques pieds de maïs précoce, divers épinards, gombo, piments, manioc, choux, bananiers, canne à sucre, etc... en culture pure sur planches irriguées et / ou paillées ou en mélange sur billons. Ces jardins intensifs sont situés sur les meilleures terres d'alluvions près des rivières et comportent un puit traditionnel non busé. La production intensive sur ces petites surfaces rapporte souvent un complément indispensable (20 à 40 % de la production des grands champs extensifs). Ces jardins constituent une bonne démonstration qu'il est possible et rentable d'intensifier la production sur une partie des grands champs (Machamba) et une invitation à réfléchir sur les meilleures méthodes pour y parvenir progressivement.

**Le système d'élevage est tout aussi extensif.** Seuls les hommes (10 à 15 %) peuvent posséder des chèvres (monnaie d'échange) et des vaches (capitalisation en vue des grands projets), sécurité pour les années sèches, les maladies, les accidents, et les relations sociales (signe de respectabilité). Les femmes (75%) peuvent acquérir des poules, des canards et des porcs pour la consommation courante de la famille. Malheureusement, ces animaux sont très sensibles aux maladies et sont souvent décimés quand l'habitat est regroupé.

L'acquisition de ces animaux peut se faire par héritage, par achat ou par la coutume du confiage. Ceux qui ont du mal à nourrir tous leurs animaux (ou qui veulent rendre service) peuvent confier pendant quelques années (1 an pour la volaille, les porcs et les chèvres et jusqu'à 5 ans pour les vaches) une ou plusieurs jeunes femelles à ceux qui veulent commencer un élevage. La personne (des jeunes ou des veuves) qui n'a pas les moyens d'acheter un animal a le devoir de nourrir et entretenir l'animal confié. A la fin de la période de confiage, il lui revient une femelle issue de l'élevage, la moitié de la viande de la truie porteuse, mais tout le

reste retourne au propriétaire : les taux d'intérêt sont donc très élevés et les projets de crédit très appréciés.

En dehors d'un petit complément de nourriture le soir pour faire rentrer le bétail au corral (étable), les animaux doivent chercher leur nourriture dans la brousse. En saison des pluies les porcs sont enfermés, les chèvres et vaches sont emmenés aux pâturages par les enfants. A l'approche de la nuit, le bétail est enfermé (attaché ou non) dans un corral où s'accumulent les fécès : exposées au soleil et à la pluie, piétinées par le bétail, ces bouses se mélangent à la terre pour former la "poudrette" ou "terre de parc". Il ne s'agit pas d'un fumier car les matières organiques n'ont pas assez fermenté pour que les graines des adventices soient détruites (il faut 60-80 °C): de plus une bonne partie de l'azote est perdue par gazéification (soleil) et les bases par lessivage par les eaux de ruissellement et de drainage. L'ensemble forme une gadoue peu favorable à la santé des animaux. En saison sèche, le bétail est lâché du matin au soir: il circule dans tout le terroir (y compris dans les champs des voisins) selon le "droit de vaine pâture", il consomme la majorité des résidus de culture, broute les arbustes et détruit les jeunes semis et les plantations d'arbres.

Les ressources naturelles sont relativement abondantes.

Dans les villages visités, l'eau abonde dans des nappes peu profondes et en montagne les villages disposent de sources permanentes. Par contre la corvée bois peut prendre localement de 1 à 4 heures par jour selon les villages: il est donc grand temps d'infléchir le système de brûlis et de planter des arbres fruitiers, fourrager ou à croissance rapide. En plaine, les bonnes terres sont déjà distribuées et le foncier commence à saturer du fait de la culture extensive. En montagne les bonnes terres sont rares et les autres épuisées au bout de deux ans de culture.

### **3- QUELQUES CONTRAINTES DU MILIEU HUMAIN (Cremilda, 1996)**

#### **3.1- Une faible capacité de travail:**

- La population (7 habitants / km<sup>2</sup>) est aujourd'hui rassemblée dans des villages loin de la terre de leur lignage. Après la guerre on assiste à un taux de croissance très élevé (> 3% l'an) ce qui entraîne le doublement tous les 20 ans et un taux d'actifs inférieur à 50%.
- Les exploitations ne peuvent compter que sur 2 à 4 actifs pour cultiver 2 à 8 hectares: ceux qui le peuvent louent les services de travailleurs journaliers.
- Les distances sont grandes entre les villages et entre le village et les cultures.

#### **3.2- Insécurité foncière.**

Toute la terre appartient à l'Etat socialiste, mais au niveau du village, l'accès à la terre ne peut se faire que par héritage patrilinéaire ou par emprunt moyennant une redevance au propriétaire (20 kg de maïs ou la bière correspondante). Les femmes ne peuvent hériter de la terre de leur mari. Au décès de celui-ci, la terre est partagée entre les enfants et il ne reste à la veuve que l'usufruit d'un lopin de terre pour assurer sa subsistance.

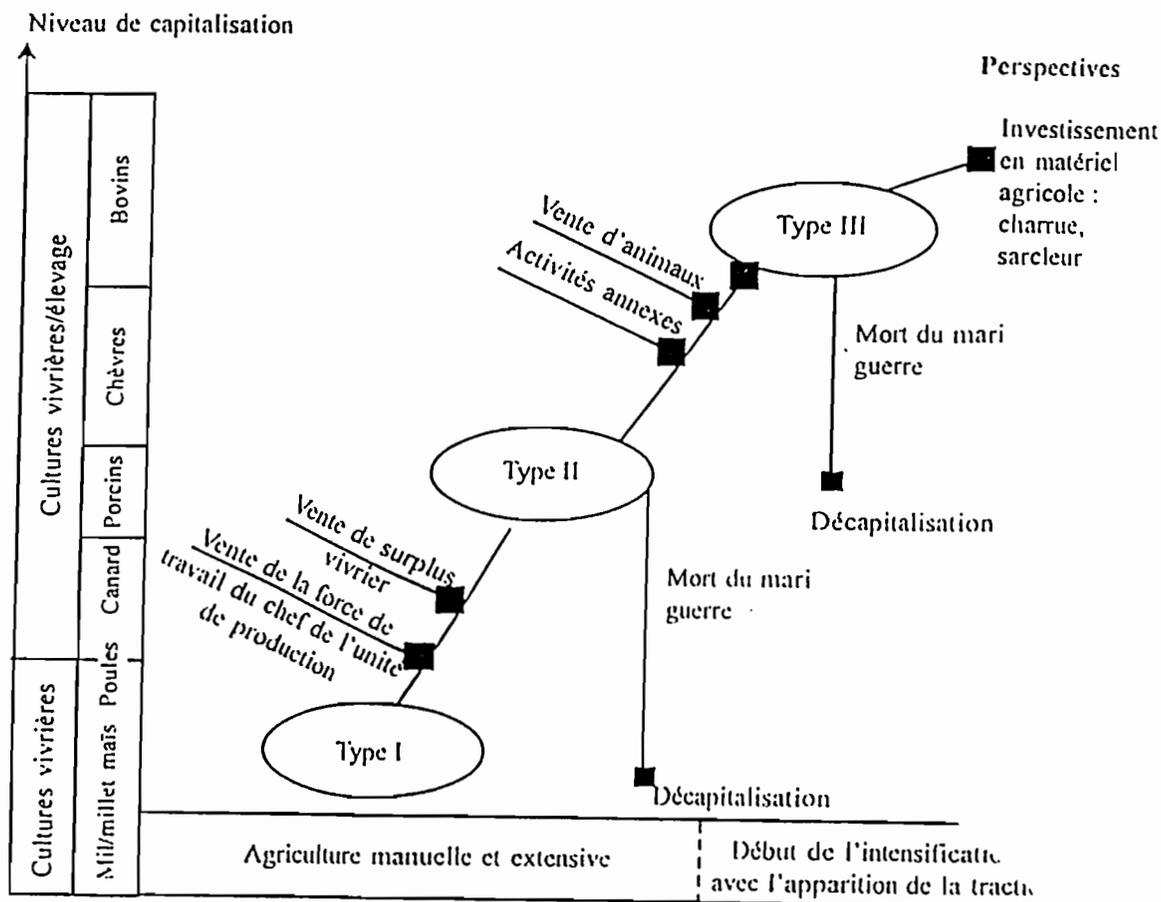
L'emprunteur ne peut planter d'arbre, ni aménager la terre sans l'accord du propriétaire. Le propriétaire prête souvent une partie de sa terre qui est soumise aux dégâts du bétail et exige du locataire qu'il aménage une haie de protection. Le propriétaire peut reprendre sa terre quand il veut, souvent après 4 à 5 ans ou quand le rendement sur ses champs diminue suite aux regroupements villageois durant la guerre, la majorité des paysans sont aujourd'hui loin de leurs terres d'origine : ils empruntent la terre et l'exploitent donc très extensivement, avec le minimum d'aménagement.

#### **3.3- Faible capacité de capitalisation (fig.4)**

Les revenus des exploitations agricoles de 2 ha sont très faibles (<250 FF); c'est l'élevage et les revenus des activités secondaires (pêche, commerce, artisanat) qui permettent

une lente capitalisation. La possession d'un troupeau de vaches assure la possibilité d'entretenir une seconde épouse et un second champs.

**Figure 4: Evolution des unités de production dans le district de Cahora Bassa. D'après Cremilda, 1996.**



On trouve trois types de producteurs :

- le type I en autosubsistance,
- le type II en début de capitalisation,
- le type III en phase de capitalisation

Les paysans aisés, ou bien ont travaillé toute leur vie pour amasser du bétail, ou bien sont relativement jeunes mais ont hérité du capital progressivement accumulés par leurs parents. Les petits paysans qui ont moins de deux ha de terre en location, n'arrivent pas à produire assez pour leur autosuffisance : ils sont donc forcés de vendre leur force de travail aux gros propriétaires (4 à 8 ha) qui demandent de l'aide lors des gros travaux de sarclage et de récolte. De ce fait, les petits paysans retardent leur sarclage et la production de leurs champs reste plus faible que celle des grosses exploitations, en particulier de ceux qui ont réussi à investir dans la culture attelée. (Crémilda, 1996)

### **3.4- L'économie de la région est très en retard à cause des guerres.**

Bien que la guerre soit officiellement finie depuis 1992, l'insécurité reste dans les esprits: "à tout moment on craint que la guerre ne reprenne" ou "qu'une troupe de bandits armés vienne piller nos greniers et notre bétail". La richesse est donc cachée et rares sont ceux qui investissent dans leur habitation. Cet état d'esprit refroidit l'esprit d'entreprise des paysans.

Même s'il y avait un excès de production, le marché n'est pas organisé pour écouler ces marchandises périssables; d'ailleurs il n'y a rien à acheter dans les villages (sauf l'essentiel dans les petites échoppes). En dehors des grandes routes goudronnées, les pistes secondaires sont souvent en très mauvais état après les pluies et défoncées par les camions. Seuls les poissons du lac de Cahora Bassa font l'objet d'un commerce intensif avec le Zimbabwe (660 km de Harare).

## **4- LES CAUSES ET LES FACTEURS DE L'EROSION EN NAPPE SUR LES CHAMPS.**

### **4.1- Perception paysanne.**

- Les pluies sont trop violentes et ne nourrissent pas la terre.
- Le ruissellement décape les sols en montagne et "ouvre la terre" (= ravines).
- Si la brousse couvre bien le sol, le ruissellement est moins fort que sur les champs nettoyés; de même, si on laisse de la paille sur les champs, il y a moins de rigoles.
- Les sols argileux sont plus fertiles, plus résistants à l'érosion, mais ils donnent plus de ruissellement que les sols sableux ou caillouteux.
- L'érosion enlève l'énergie de la terre (érosion sélective des M.O et des argiles + limons, la partie la plus fertile): elle accélère la fatigue de la terre.
- Noter qu'en Afrique, il n'existe pas de mot propre pour désigner l'érosion en nappe, mais bien pour la dégradation/ fatigue des sols, l'érosion en ravine et localement l'érosion en masse.

### **4.2- Les pluies.**

Au début de la saison, la violence des orages et l'énergie des gouttes de pluie sur le sol nu dégradent la surface du sol et créent une croûte de battance (surtout sur les sols limoneux et finement sableux) qui empêche l'infiltration à l'intérieur du profil. Dès janvier et jusqu'en mars, se présentent des périodes très humides où l'abondance des pluies sur les sols gorgés d'eau entraîne de forts ruissellements, ravinements et inondations des terres basses.

Il faut donc trouver le moyen à la fois d'améliorer l'infiltration en début de saison, d'organiser le drainage des excès d'eau en période trop humide et de stocker le maximum d'eau dans le sol en fin de saison pour permettre la complète maturation des grains.

### 4.3. Le couvert végétal.

La déforestation, le brûlis et le nettoyage complet des champs entraînent la multiplication par huit du ruissellement lors des grands événements pluvieux et par 10 à 100 le risque de l'érosion

Tableau 1: influence du défrichement sur le ruissellement au Cameroun sur des pentes de 2%. D'après Boli, Roose et al., 1996.

	coeff.ruiss. annuel %	c.ruiss.max/jour %	Erosion t/ha/an
savane arborée	2-5%	10%	0,1-0,5
Cultures de céréales/labour	20-40%	70-90%	15-40
Cultures semis direct sous litière	5-10%	10-20%	0,5-5

Parmi les différents étages du couvert végétal, la litière, les herbes rampantes, les cailloux et les buissons bas sont les plus efficaces pour réduire les risques d'érosion car ils absorbent totalement l'énergie des gouttes de pluie et ralentissent le ruissellement. Même si la litière est incomplète, elle réduit considérablement l'érosion : réduction des pertes en terre en 40% pour un couvert de 20%, 75% pour un couvert de 50% et 98% pour 100% de couvert. (voir fig. 5)

**L'effort de lutte antiérosive (LAE) portera donc principalement sur la couverture du sol.**

**1- Au défrichement, garder 20 à 40 arbres/ha :** sélectionner les arbres à faible ombrage qui produisent des fruits (ex Ziziphus, palmiers, baobab, prunier), du fourrage (Acacia albida), du bois, des fleurs mellifères, des médicaments, ou des litières riches en nutriments (les légumineuses). Si le sol est déjà nu, **planter des fruitiers** sur terres profondes, des arbres fertilisants sur les terres superficielles.

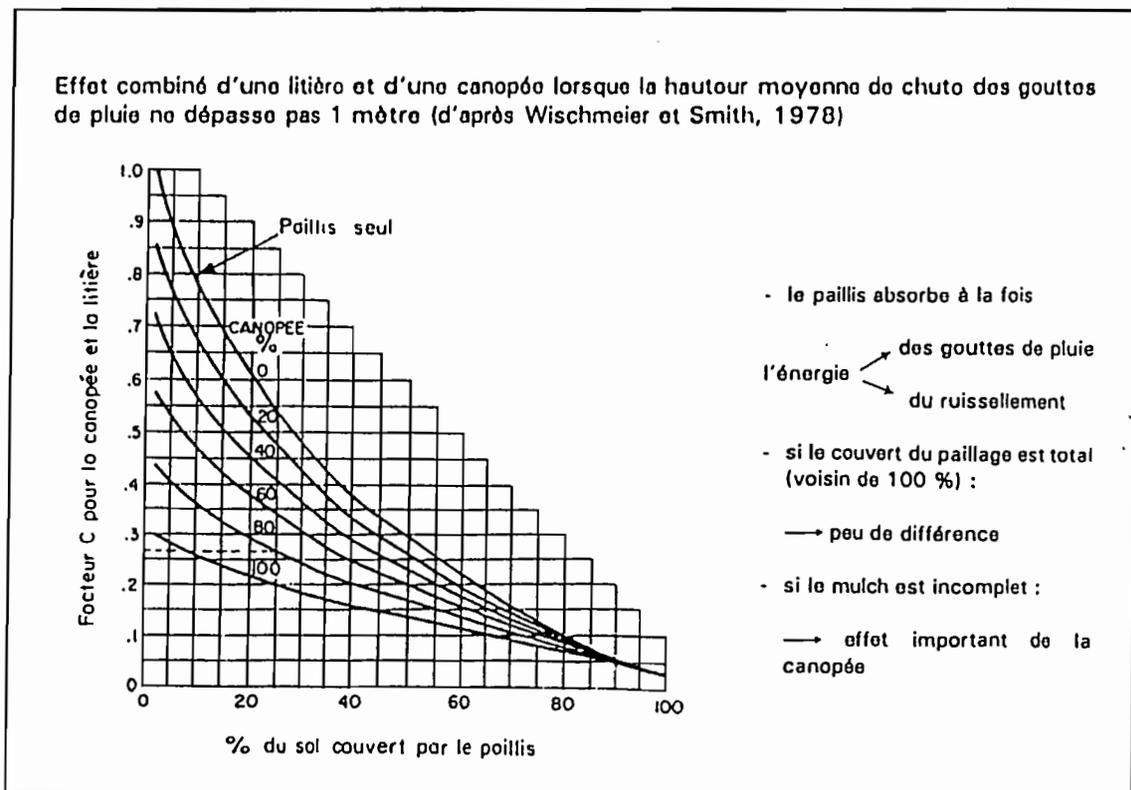
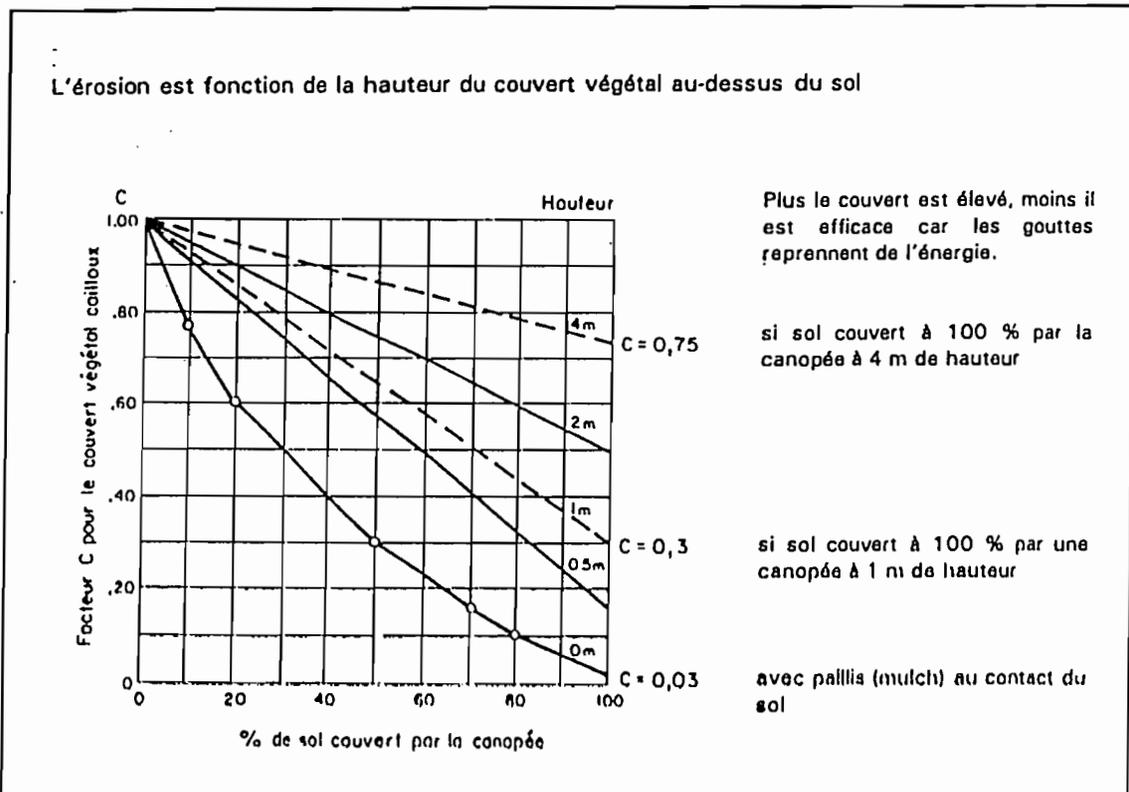
**2- Augmenter la densité de plantation et fumer le sol** dans le poquet pour accélérer le recouvrement du sol : il faut tendre vers 40 à 60 000 pieds/ ha selon la fertilité du sol et sa capacité de stockage en eau.

**3-Mélanger les cultures dressées** (céréales, coton, tabac) et rampantes ou basses qui couvrent vite la terre (patates douces, diverses haricots, niébe, arachide, cucurbitacées, etc...).

**4- Paillage léger** (2 à 6 t/ha) du sol avec divers adventices, herbes de brousse, feuillages d'arbres et résidus de culture. L'apport de litière en surface est bien plus efficace sur le ruissellement et l'érosion que son enfouissement dans le sol.

**5- Semer après le premier sarclage** (20ème jour) **des légumineuses en "dérobée"** sous le maïs pour réduire l'érosion et améliorer le sol (apport de M.O, N, P et bases) : des plantes de couverture (ex: Calloponium muconoïdes) ou fourragères (Stylosanthes hamata).

**Figure 5: Effets de la hauteur du couvert végétal et de la litière sur les risques d'érosion. (D'après Wischmeier et Smith, 1978).**



#### **4.4 La résistance des sols à l'érosion.**

Une fois dénudés, les sols argileux ou humifères résistent plus longtemps à l'énergie des pluies et du ruissellement que les sols sableux .

**LAE: l'effort portera sur le choix des meilleurs sols pour les cultures peu couvrantes et l'amélioration de leur capacité d'infiltration.**

- 1- Choisir les meilleurs sols, riches en argile et matières organiques (ex Mokande, Matope, Katondo) qui sont à la fois les plus résistants et les plus productifs.
- 2- Améliorer le taux de M.O des horizons de surface par apport de fumier et de litière. La M.O apporte des nutriments pour les cultures (N et P) et améliore l'infiltration, la stabilité structurale, le stockage en eau / nutriments du sol, ainsi que la résistance à l'érosion.
- 3- Améliorer l'infiltration et la rugosité du sol par le travail localisé en grosses mottes, le buttage incliné (pour drainer en cas d'excès de pluies) et le buttage cloisonné (pour stocker le maximum de pluie dans le profil en fin de saison des pluies).

#### **4.5- Les techniques culturales.**

Le travail du sol permet de mieux maîtriser les adventices, d'enfouir des résidus végétaux, d'aérer le sol et donc d'améliorer l'infiltration et la production du champs.

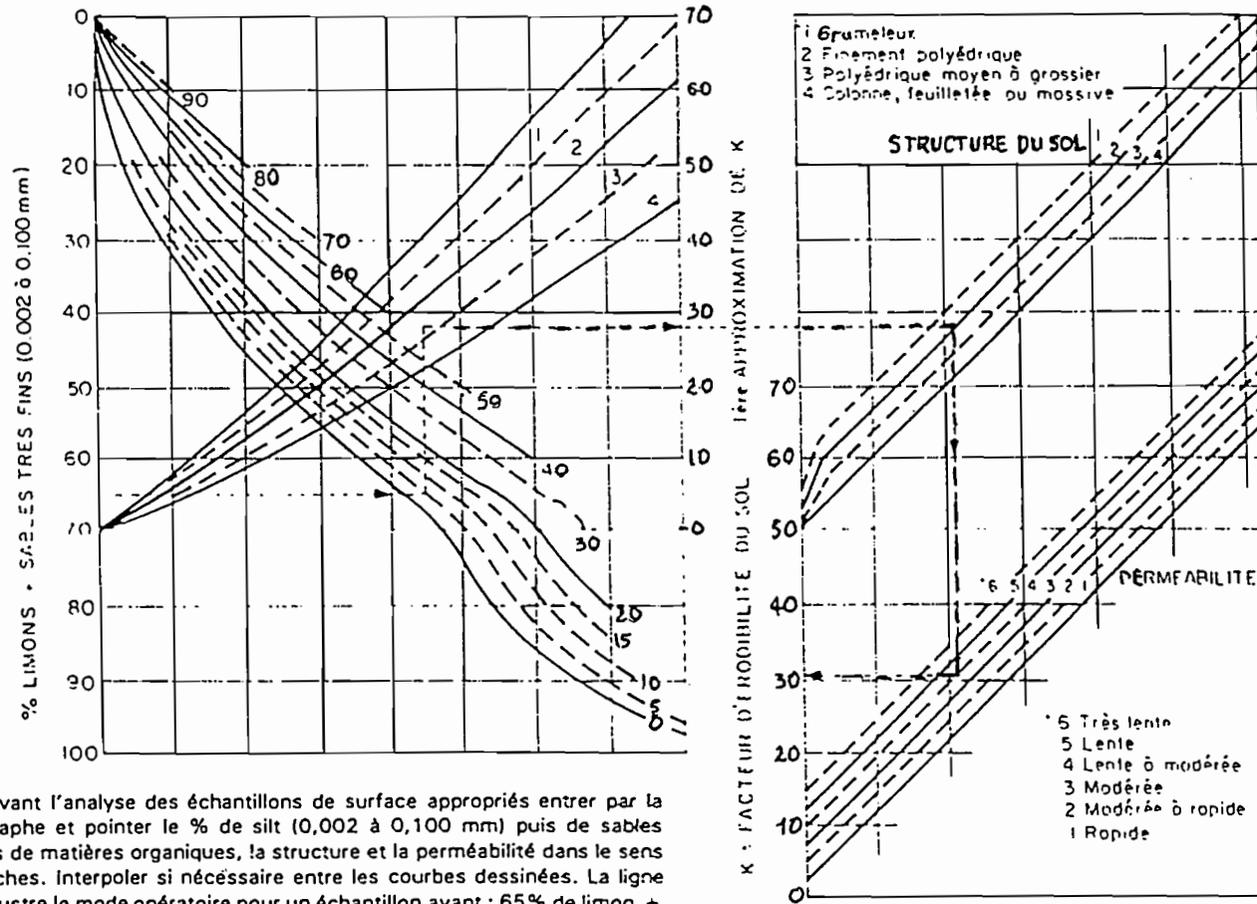
Malheureusement, le travail du sol accélère la minéralisation des M.O donc sa dégradation et réduit la cohésion et la résistance du sol à l'érosion.

**LAE: améliorer l'infiltration et la production des sols:**

- 1- **Le semis direct sur sol nu** en poquets est très rapide, mais entraîne le tassement de la surface et de forts ruissellements.
- 2- **Le même semis direct mais dans la litière** (> de 30 % de couverture) permet d'augmenter l'infiltration.
- 3- **Le travail localisé en poquets** (=Zai) ou en ligne (à la pioche/ dent-sous-soleuse tractée) permet un bon développement racinaire tout en gardant 80 % du sol sous litière.
- 4- Nous proposons de **semier à plat** à la première averse de 20 mm, après travail localisé au poquet, de sarcler et **butter pour** améliorer le drainage autour des cultures, puis **cloisonner les billons** en fin mars pour améliorer le stockage de l'eau dans le sol et le remplissage des grains.



Nomographe permettant une évaluation rapide du facteur "K" d'érodibilité des sols (d'après Wischmeier, Johnson et Cross, 1971)

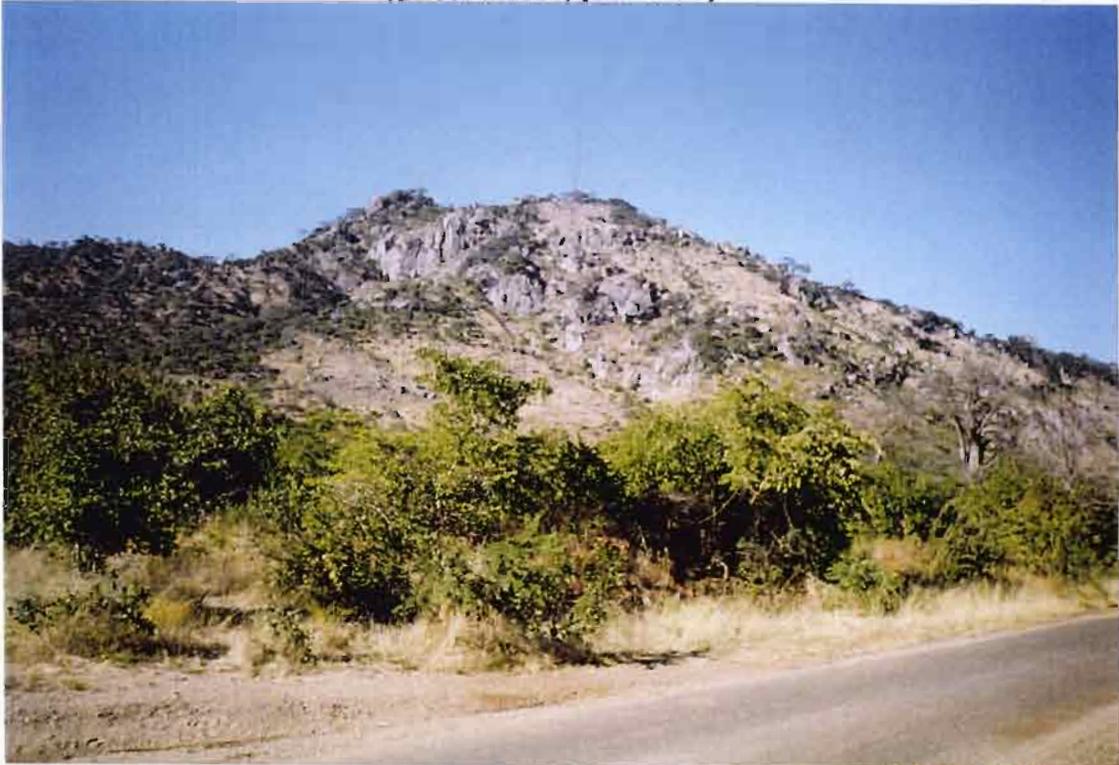


Procédure : En suivant l'analyse des échantillons de surface appropriés entrer par la gauche dans le graphe et pointer le % de silt (0,002 à 0,100 mm) puis de sables (0,10 à 2 mm) puis de matières organiques, la structure et la perméabilité dans le sens indiqué par les flèches. Interpoler si nécessaire entre les courbes dessinées. La ligne fléchée pointillée illustre le mode opératoire pour un échantillon ayant : 65% de limon + STF, 5% de sables, 2,8% de matières organiques, 2 de structure et 4 de perméabilité.  $K = 0,31$ .

Fig 7: Erodibilité des sols (d'après Wischmeier et Smith, 1978)

**Les défrichements abusifs de la montagne entraînent une augmentation du ruissellement, des ravinelements le transport de nappes de sable et de nombreux dégâts aux routes.**

**(photo Roose, juin 1997)**



**L'ensablement des rivières provoque des crues dévastatrices, le creusement des berges concaves et le dépôt de sables stériles sur les terres alluviales**  
**(photo Roose, juin 1997)**

#### **4.6- La pente topographique: %, longueur et forme.**

**4.6.1- En montagne**, les champs sont nettoyés sur de fortes pentes: le travail entre les cailloux est pénible, les sols peu épais, le ruissellement abondant et rapide, le décapage et le ravinement sont rapides si bien que la production est très faible (300 à 500 kg de grain/ha) et le champ abandonné au bout de deux cultures. Il faut entre 7 et 15 ans pour que la savane arbusive se reconstitue.

##### **LAE: Protéger la montagne**

1- Garder l'espace fragile des montagnes pour des cultures pérennes, la production de bois ou de fourrages.

2- Si la pression foncière est très forte, on peut envisager la formation de terrasses progressives par la construction tous les 5 à 20 mètres de cordons pierreux (hauteur max 50 à 100 cm de talus), de haies vives (paillées à la base des tiges) ou de talus enherbés (*Pennisetum purpureum*, *Andropogon*, *Panicum* ou *Vetiver*). Coût environ 50 à 150 jours/ha selon le matériaux ou sa distance du champ.

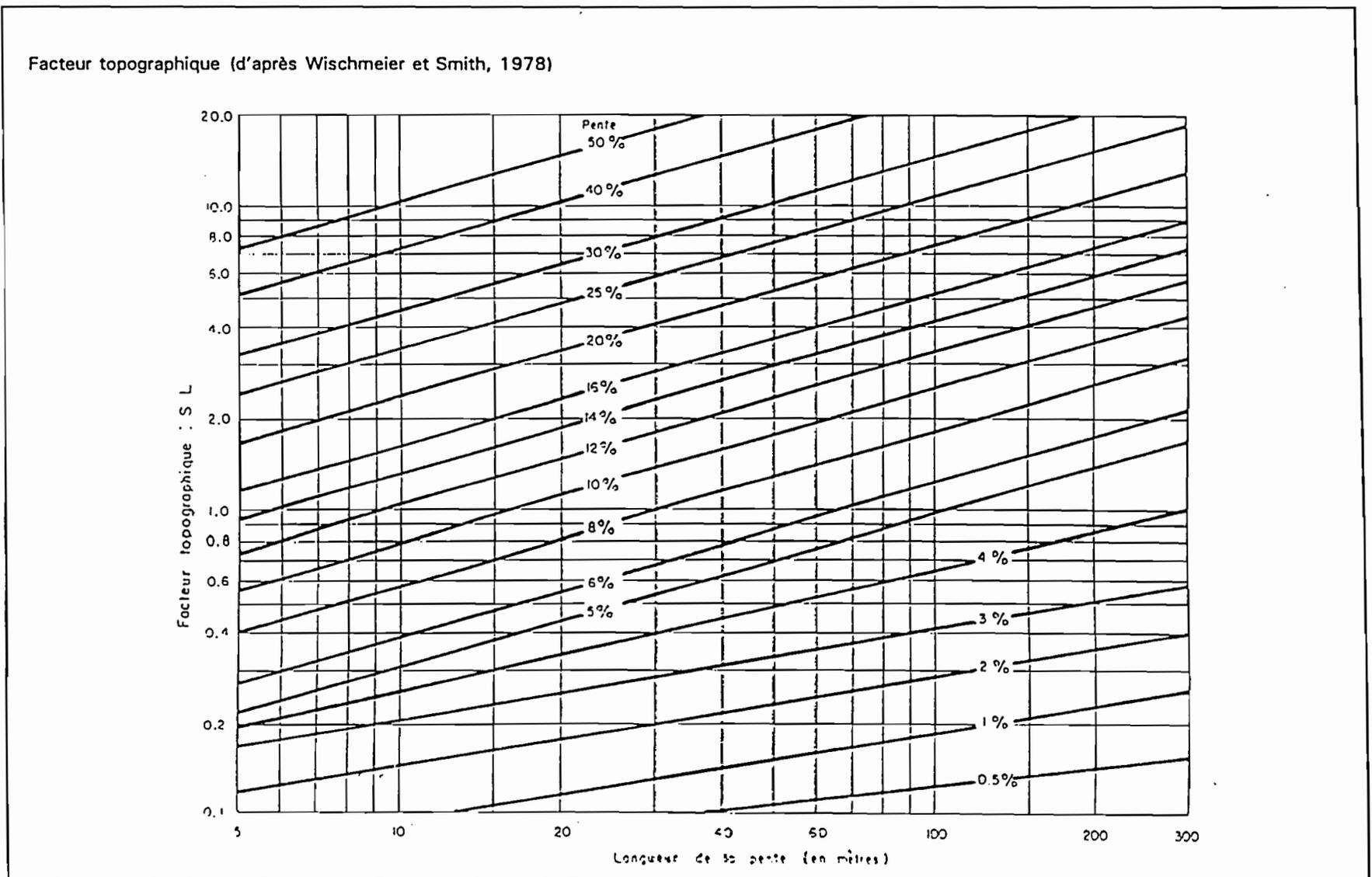
3- Les terrasses "radicales" en gradins exigent trop de travail pour les construire (1000 à 1500 jours/ ha), les entretenir et restaurer la fertilité du sol.

**4.6.2 En plaine**, les champs sont très longs ce qui permet au ruissellement d'inonder les points bas, de se concentrer sur les chemins d'eau et de creuser des ravines dès que leur vitesse dépasse le seuil de 25 cm/seconde (Hulström, 1945).

Il s'agit donc de ralentir le ruissellement par la rugosité de la surface du sol (mottes et paillage) et de couper la longueur du champs par des structures antiérosives: fossés de stockage ou de diversion des eaux, haies vives, cordons de pierres, bandes enherbées.

L'écartement de ces structures est variable selon l'agressivité des pluies, la résistance des sols et le % de pente (voir les 10 formules empiriques dans Roose, 1994). Il est commode de prévoir des bandes cultivées de 100 m de long avec une bande enherbée de 2 m de large tous les 25 mètres (champs de 1/4 ha). Nous proposons d'observer au champ où commencent les rigoles et discuter avec le paysan pour qu'il accepte d'y installer "une bande d'arrêt" (haie vive, des lignes d'herbes ou d'arbres, des cordons de pierres, des bandes de litière).

Figure 8 : Influence de la longueur et % de pente sur les risques d'érosion en nappe (Wischmeier et Smith, 1978).



## 5- CAUSE ET FACTEURS DU RAVINEMENT;

### 5.1- Perception paysanne du ravinement.

Quand la pluie est trop forte, le ruissellement "ouvre la terre" (ouvre une rigole).

C'est plus rapide sur les "champs nettoyés" qu'en brousse.

Sur les fortes pentes des montagnes, l'érosion est plus rapide qu'en plaine.

Note- Les paysans n'ont pas perçu les relations entre l'érosion et la battance des pluies, ni avec la crue de la rivière, les inondations et les transports de sable.

Les rigoles et ravines ( $H > 30$  cm) sont des indicateurs d'un fort ruissellement.

### 5.2- La cause du ravinement est son énergie,

laquelle dépend du volume de ruissellement et du carré de sa vitesse

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

### 5.3- La lutte contre le ravinement consiste d'abord à réduire le volume ruisselé en amont.

- Reforester ou mettre en défens la montagne et protéger la couverture pédologique qui sert de réservoir d'eau, de "château d'eau".

- Couvrir les champs (§ 4.3) et alterner les champs avec des bandes enherbées.

- Piéger l'eau \*dans des fossés aveugles

\*dans des citernes sous les toits, les roches nues, les pistes.

\*dans des petits et grands barrages.

### 5.4- Réduire la vitesse du ruissellement.( voir Fig 10)

- **Au champs** par des bandes d'arrêt : litière, herbes, haies arbustives ou cordons de pierres.

- **Dans les ravines** par fixation du fond par des seuils et dissipation de l'énergie par des chutes. Les ravines sont des indicateurs d'un excès de ruissellement. On ne peut donc boucher les ravines que si on a supprimé la source du ruissellement.

(Voir en annexe les 10 commandements pour fixer une ravine)

- **Dans les rivières**, le volume de la crue augmente avec les surfaces défrichées et les champs "nettoyés" en amont. L'érosion en ravine déplace beaucoup de sable qui encombre le lit des rivières et provoque les inondations, la formation de méandres et donc la dégradation des berges concaves .

**LAE** 1- mise en défens des montagnes et des berges et couverture des champs;

2- repousser les bancs de sable vers la berge non érodée pour centrer le flux;

3- réduire la vitesse du courant le long des berges concaves érodées;

4- épis en gabion ou grillage avec un angle de 45 à 60 ° par rapport au courant;

5- fixer les berges par enrochement ou plantation de bambous, joncs et herbes en bas des berges et par plantation d'arbres à fort enracinement (manguier, eucalyptus, neem, bambous) en haut des berges.

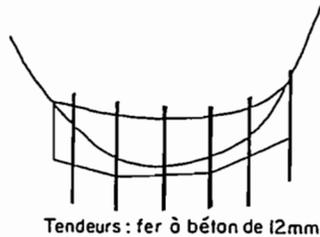
Protéger une bande de 10 à 20 mètres en végétation arbustive / arborée le long des rivières (forêt galerie ou jardin fruitier).

Ne jamais dénuder les berges par des jardins potagers non protégés .

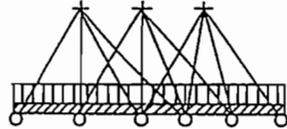
**Figure 9.-Exemple de seuils bon marché pour fixer les ravines moyennes.  
(D'après Roose, 1994)**

Différents types de seuils perméables peu coûteux souples, faciles à monter avec des matériaux produits localement

Coupe transversale

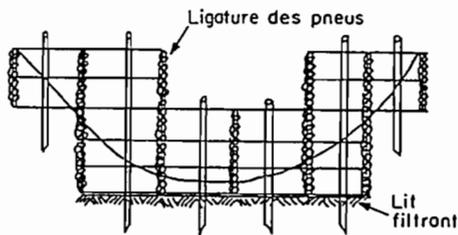


Tendeurs : fer à béton de 12mm



Fers cornières (l = 2,5 m)

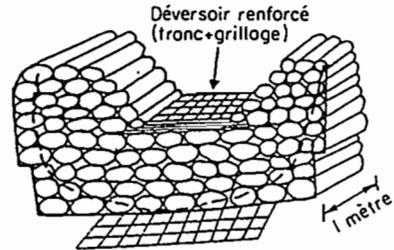
Seuil en grillage de fer galva.(maille 0,5cm.)  
tendu sur des fers cornières (45mm)  
enfoncés dans le sol sur 50 cm.



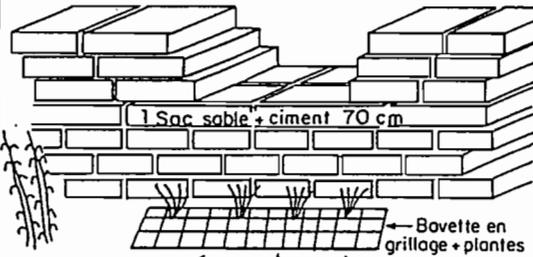
Ligature des pneus

Lit filtrant

Seuil en pneus de > 1m de Ø de récupération  
fixé par des fers cornières enfoncés de 50cm  
dans le sol. Les vieux pneus sont ligaturés en  
place et remplis de terre locale



En sac plastique 100 de long,  
60 large, épaisseur 1mm



1 Sac sable + ciment 70 cm

Bovette en  
grillage + plantes

Herbes comme carex ou fourragères  
bambous - laurier - canne provence  
sur les bords

Seuils en sacs plastiques épais remplis de terre  
locale, déversoir renforcé par quelques sacs de  
sable mélangé ou ciment

Prix pour seuil de 4 m<sup>3</sup>  
(matériel + main d'oeuvre + transport)  
à 90 dinars par jour

2200 dinars

84 % en gabion  
34 % en pierres sèches  
21 % en grillage de fer  
20 % en toile brise-vent plastique  
(± 15 %) en pneus récupérés  
en France ≈ 500 FF/m<sup>3</sup> de gabion

1 dinar = 0,25 FF en juin 1992

## 6- LA GCES, UNE NOUVELLE STRATEGIE DE LAE.

### 6.1- Le défi du siècle: la croissance démographique et l'alimentation.

La population des PVD double tous les 20-25 ans, mais la productivité des terres diminue et la disponibilité en bonnes terres également.

La conservation des sols (CES) n'est donc plus acceptable par les paysans car on manque de terre et celles qu'on a sont déjà dégradées. Les paysans pensent : "Pourquoi investir beaucoup de travail en CES pour garder des terres qui produisent déjà très peu?"

Si on veut des aménagements fonciers durables, il faut que les paysans y soient associés non seulement à leur réalisation mais à leur conception avant les décisions et lors des évaluations.

Avant de parler de protection de l'environnement rural et demander leur participation, il faut **d'abord répondre aux problèmes les plus urgents des paysans : améliorer la production et valoriser la terre et le travail.**

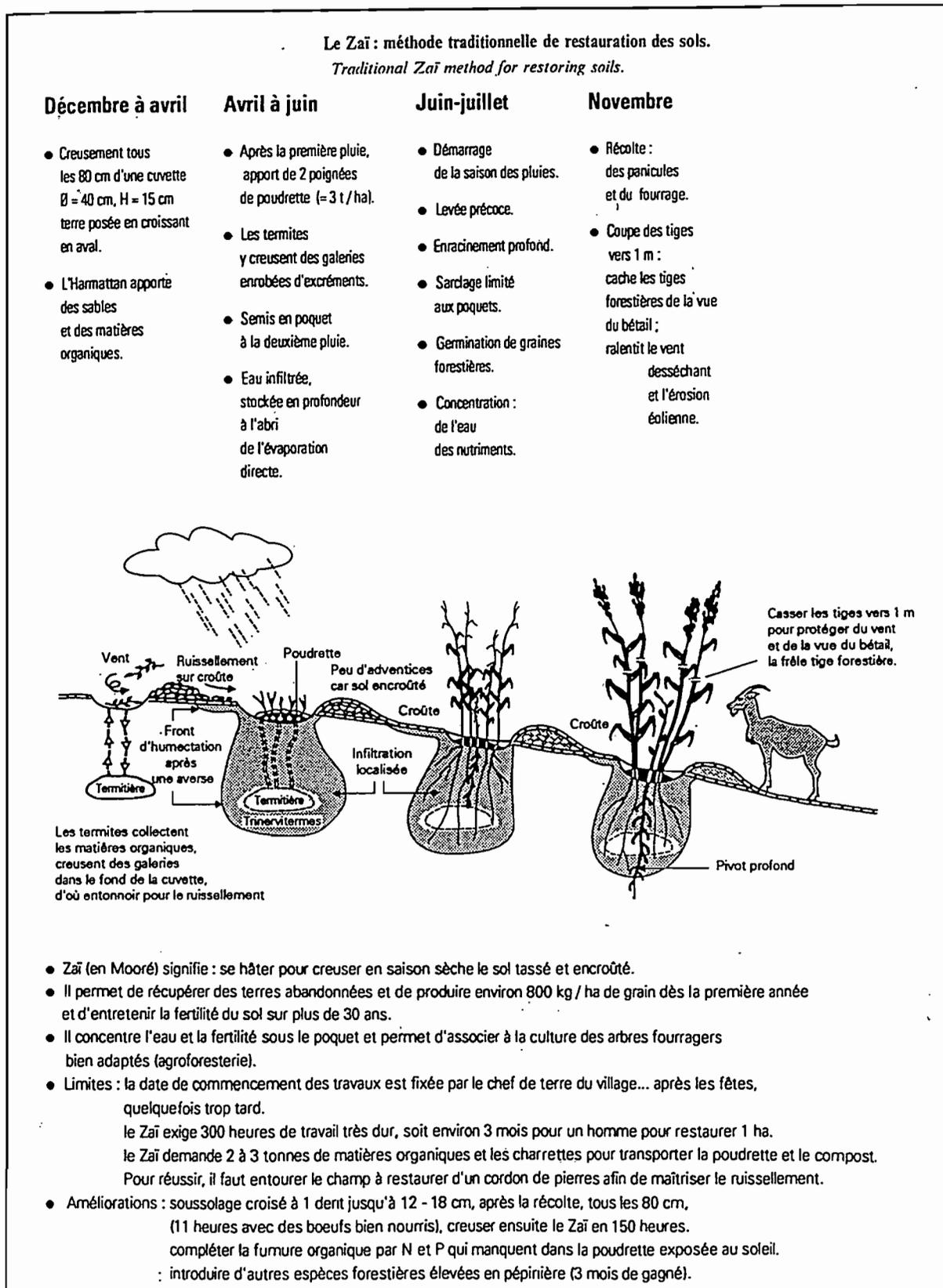
C'est à cet objectif que s'efforce de répondre la GCES (gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité du sol). Intensifier la production (au moins doubler en 10 ans) et protéger la terre : c'est possible si on gère à la fois l'eau, la biomasse et la fertilité du sol.

### 6.2- Gérer l'eau

En fonction du climat (du bilan hydrique), il existe 4 modes de gestion des eaux auxquelles correspondent des structures antiérosives et des techniques culturales (voir Roose 1994). Nous ne signalerons ici que les techniques qui nous paraissent valables dans cette zone semi- aride.

Modes de gestion de l'eau	structures A.E.	techniques culturales
Capture du ruissellement si période trop sèche	-micro bassins -citernes, petits barrages	travail localisé en ligne ou en poquets (=Zai)
Absorption de toutes les pluies si sol perméable P < 800 mm	- fossés aveugles - terrasses en gradin	billonnage cloisonné paillage
Diversion des eaux excédentaires si sol peu perméable si pluies trop abondantes	- fossés de garde - fossés de diversion - chemins d'eau enherbés	billonnage oblique
Dissipation de l'énergie de ruissellement et étalement	bandes d'arrêt en litière, herbes, haies cordons de pierres	- labour en grosses mottes - paillage - labour réduit à la ligne, le reste est couvert de litière.

**Fig 10. Le Zaï, pratique traditionnelle africaine pour restaurer la productivité des sols.**



### 6.3- Gérer la biomasse.

Les premiers agronomes pensaient que les sols tropicaux forestiers devaient être très fertiles puisqu'ils font pousser des arbres très hauts. En réalité, la forêt tropicale vit de la minéralisation de l'humus et des litières, donc de ses résidus. Dès qu'on abat la forêt et qu'on brûle ou repousse ses résidus sur des andins, les matières organiques du sol minéralisent rapidement, le sol se dégrade et l'érosion se développe brutalement. Les plantes cultivées produisent généralement moins de biomasse et les résidus sont le plus souvent pâturés, brûlés ou utilisés pour l'artisanat de telle sorte que le sol ne peut renouveler son humus.

**Tableau 2. Production de litière par diverses végétations.**

- par les forêts tropicales	10 à 15 t/ha/an
- par les savanes	2 à 10 t/ha
- par les cultures	
-sorgho, maïs, mil	2 à 8 t/ha
-coton (tige)	3 - 4 t/ha
-haricots, arachides	0,5 à 2 t/ha

Au niveau du terroir villageois, on peut observer différents modes de gestion de la biomasse disponible.

- **L'élevage** est le plus prisé car il permet une capitalisation des moyens, la traction animale, la vente de viande. Du point de vue du sol, l'élevage produit aussi du fumier, qui correspond à 30 à 40 % de la biomasse et des nutriments ingérés. Pour que l'élevage extensif entretienne le taux d'humus d'un hectare, il faut enfouir 3 t/ha/an, posséder 5 vaches (production de 600 kg de poudrette par vache) et 20 ha de parcours. En intensif, il suffit de 2 vaches se nourrissant de la production fourragère d'un ha de céréales et un ha de cultures fourragères.

- **Le compost est le fumier du pauvre** qui ne possède pas (pas assez) de bétail. Il demande beaucoup de travail pour hacher la végétation, l'humecter, la retourner, la mélanger aux cendres et à un peu de fumier pour la faire fermenter. En définitive, le rendement est du même ordre (environ 1/3) mais sans production de viande.

- **L'enfouissement des résidus** de culture demande beaucoup de travail, exige un apport d'azote dans le sol pour éviter "la faim d'azote (= fixation par les microbes de tout l'azote disponible du sol). Il ne permet pas d'améliorer le taux de M.O du sol, ni de réduire le ruissellement ou l'érosion. (Boli, Roose et al, 1996)

- **Le paillage de la surface du sol** avec les résidus de culture, les adventices sarclées, les branchettes et feuillages de la brousse bloque de suite les pertes par érosion et enrichit progressivement la surface du sol exposée à la battance des pluies.

- Enfin, la **culture d'une légumineuse soit fourragère** (ex *Stylosanthes hamata*) soit couvrant le sol (ex *Callopogonium muconoïdes*) peut être introduite sous le maïs après le premier sarclage. C'est une technique moderne qui connaît aujourd'hui beaucoup de succès dans les régions tropicales (ex: Brésil).

La solution la plus adaptée ici serait de creuser une fosse de 2 x 2 m et d'y composter tous les résidus disponibles ainsi que les cendres et déchets familiaux, d'y jeter les eaux sales et d'y parquer les animaux la nuit, à proximité de l'habitation (voir fig.11).

## 6.4 Gérer la fertilité des sols.

**Le feu** et le brûlage de la savane et de tous les résidus permet d'assainir la parcelle (extermination des vermines, maladies et autres rongeurs), de minéraliser la biomasse et d'augmenter de 1 à 2 unités le pH de l'horizon superficiel du sol. La cendre améliore d'abord la production, mais elle est rapidement lessivée par le ruissellement et le drainage de telle sorte qu'après deux ans, le bilan devient négatif sur la fertilité du sol.

**La fosse compostière- fumière- poubelle.** (Fig. 11) La solution la mieux adaptée aux villageois de cette région est de creuser à proximité immédiate de l'habitat deux fosses (2 x 2 m) pour y composter tous les résidus disponibles, les cendres, la litière et les fécès des animaux, les eaux de lavage et tous les déchets de la famille. Ils prennent ainsi conscience du gaspillage actuel des nutriments et des possibilités de prolonger et d'intensifier la productivité de leur terre.

**Le paillage** avec les herbes et les branchettes de brousse (ou des haies vives) non seulement bloque les pertes en nutriments par érosion, mais engraisse progressivement l'horizon superficiel du sol, le plus riche en racines. L'apport des coupes réalisées sur les haies vives au Rwanda peut atteindre 100 kg d'azote, 10-30 kg de phosphore, 40 kg de K-Ca-Mg.

**Un apport minéral complémentaire est généralement indispensable** pour compenser les carences généralisées des sols tropicaux sous savane en azote et phosphore, il faut envisager l'**apport complémentaire** de 30 à 50 kg de N et P.

Enfin l'**amélioration des jachères par semis de légumineuses à enracinement profond** permet à la fois de produire du fourrage de qualité et de réduire la durée de la jachère à 2-3 ans.

## 6.5- La planification de cette nouvelle approche.

Depuis 30 ans les stratégies de développement rural se sont adressées successivement à des villages pilotes (expériences non reproductibles dans les villages voisins peu aidés), à des leaders (déséquilibre de la société qui réagit brutalement) et finalement à des communautés rurales solidaires dont le travail est groupé sur un même versant, une même colline, un même terroir.

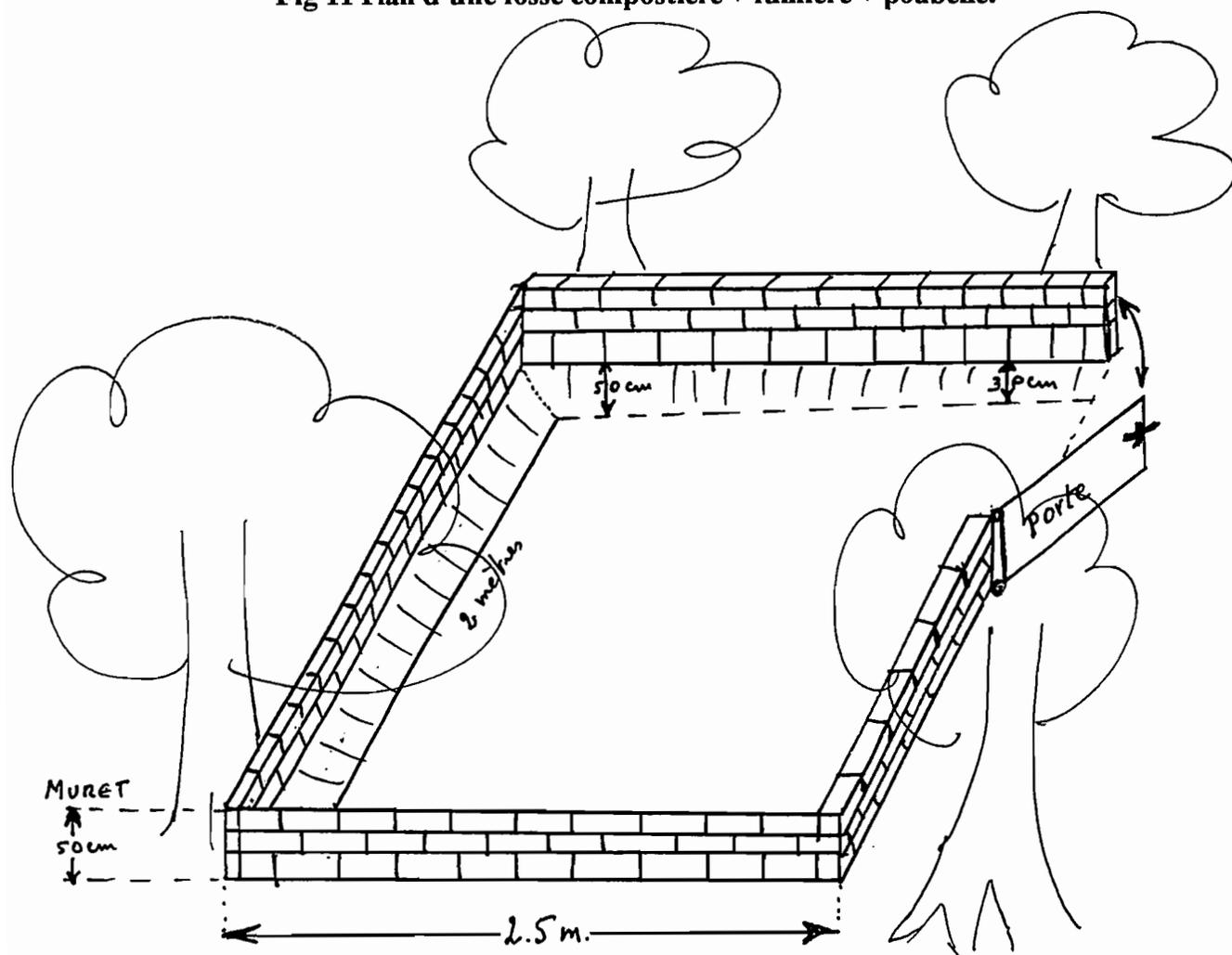
Dans une **première phase de sensibilisation**, une enquête vise à établir ensemble le diagnostic des problèmes posés par l'érosion (où- quand- comment commence l'érosion? Quels sont les facteurs qui diminuent les risques?)

Dans une **seconde phase de démonstration**, on compare les techniques traditionnelles, les améliorations proposées par les paysans et par les techniciens : on quantifie les risques d'érosion, les rendements, et finalement on évalue la faisabilité, l'efficacité et la rentabilité de chaque technique.

Dans une **troisième phase de généralisation**, on planifie l'extension des améliorations obtenues sur les parcelles de démonstration des villageois, à l'échelle du terroir, au bassin versant et à la région.

L'amélioration de l'environnement rural ne peut évidemment se limiter à la lutte antiérosive : elle s'étendra rapidement à la formation, au crédit, à l'entretien des pistes, à la création d'un marché, voir d'une coopérative, à la santé, etc.

**Fig 11 Plan d'une fosse compostière + fumière + poubelle.**



\*Chercher un endroit près de la cuisine et à l'ombre des arbres, sinon planter des fruitiers ;

\*Creuser une fosse de 2 X 2.5 mètres de côté, 50 à 30 cm de profondeur;

\*Isoler la fosse par un muret de 50 cm de haut ;

\*Prévoir une entrée pour le bétail et une sortie pour le compost

\*Y jeter tous les résidus putréfiables des champs et des familles,  
 { les cendres et balayures de la cuisine,  
 des feuilles et branchettes des arbres,  
 la litière et les fécès des animaux,  
 les eaux usagées du ménage.

\*Y introduire du bétail la nuit, pour mouiller, tasser le tas de déchets et y déposer leurs excréments

## 7- PROPOSITIONS CONCRETES POUR LES PAYSANS.

Elles sont classées par ordre de priorité ...et de faisabilité.

### 7.1- Améliorer la qualité et la quantité du fumier (voir Fig 11)

Creuser une "fosse fumièrè- compostièrè- poubelle" à l'ombre des arbres à proximité de l'habitat pour profiter de tous les résidus du ménage, litière des animaux, cendres, balayures, eaux sales. Production par ménage 4 à 6 m<sup>3</sup>/an.

Retourner et mélanger le compost dans une seconde fosse quand la première est pleine.

On peut améliorer le système en y parquant quelques animaux la nuit. Ils vont humecter, fertiliser et tasser correctement la masse végétale et favoriser leur fermentation.

Enfouir le fumier d'abord dans les jardins près des rivières, dans des "champs de case" et enfin dans les grands champs, sur les poquets ou les lignes de plantation, (dose deux poignées par poquet ou 3 t/ha/culture au minimum).

L'enfouir avant le semis en localisé et/ ou en surface à côté des plantes lors de la floraison, si les pluies sont satisfaisantes.

### 7.2- Couvrir le sol des champs.

Semer quatre fois plus dense sur la ligne (tous les 25 cm).

Mélanger des cultures rampantes couvrantes aux céréales érigées.

Paillage avec tous les résidus, pailles et feuillages de la brousse/ taille des haies vives.

Culture dérobée de légumineuses fourragères sous les maïs, après le premier sarclage.

### 7.3- Améliorer le bilan de l'eau par les techniques culturales.

Orienter le travail du sol et le semis perpendiculairement à la pente.

Sur sols sableux, cultiver les poquets pour y concentrer l'eau et la fumure (Zai), fig 9.

Sur sols argileux, \*piocher la ligne de semis, enfouir le fumier, puis semer

\*à chaque sarclage butter la ligne de semis pour favoriser le drainage

\*cloisonner les billons avant les dernières pluies pour favoriser le stockage de l'eau dans le sol.

### 7.4- Améliorer le bilan chimique.

Apport de fumier puis de paillage pour stabiliser le taux de M.O. à plus de 1% sur sols sableux et supérieur à 1.5 % sur sols argileux.

Ramener aux champs les minéraux exportés, grâce au fumier+ paillage+ complément N30P30.

### 7.5- Réintroduire les arbres : agroforesterie.

Réintroduire des arbres mais sur les meilleures terres : leur forte croissance compensera leur petit nombre(20 à 40 tiges à l'hectare).

Fruitiers autour des cases, des jardins de la rivière, de la fosse compostière.

Clôtures/haies vives en bordure des champs:

bois de perches tous les cinq mètres : *Neem, Eucalyptus, Cassia Simeia*

haies vives intercalaires : *Prosopis, Ziziphus, Leucaena diversifolia, Acacia nilotica,*

divers épineux et fourragers.

Fruitiers ou bois de perche sur les bandes d'arrêt tous les 25 mètres.

### 7.6 Intensifier le système d'élevage.

Former un berger pour guider le troupeau sur les parcours, les points d'eau et le retour au corral.

En saison des pluies, mener tout le troupeau sur les parcours;

En saison sèche, isoler les terres de culture par des haies vives/ mixtes/ mortes.

Retour le soir au corral sur lequel on répand une litière ou sur un champs à fumer (contrat de fumure).

Parquer le soir quelques animaux sur la fosse compostière aménagée (voir figure 11)

Haies mortes épineuses à fixer en bordure des champs et des passages d'animaux, les enrichir par semis d'épineux et de fourrage (voir fig 12).

## **8- PROPOSITIONS POUR LES ONG.**

**8.1-** Former des formateurs pour chaque communauté villageoise, manuels en langue locale.

**8.2-** Enrichir la diversité de la flore et la faune utile :

- arboretum, jardin potager semencier, variétés précoces/résistantes.
- petit élevage.

**8.3-** Tester, démontrer et évaluer les innovations techniques chez les paysans.

- traction animale et mécanisation du travail et du transport,
- charrettes ou vélos porteurs, atelier mécanique,
- houe Manga pour améliorer le sarclage et le buttage,
- dent sous soleuse à fixer sur le cadre de "la houe Manga" pour éclater la ligne de plantation .

## **9- PROPOSITIONS AU NIVEAU NATIONAL**

Nous avons jusqu'ici développé des suggestions pour que les paysans entretiennent la qualité de l'environnement rural. Mais l'Etat garde une part importante dans la protection du patrimoine foncier. Il est souvent le seul qui dispose des moyens humains et financiers pour lutter contre des processus de ravinement, le sapement des berges, l'inondation et la déforestation.

**9.1- Définir clairement** les attributs d'un département responsable du développement rural et de la lutte antiérosive (GCES) de préférence au Ministère de l'Agriculture pour bien montrer les liens entre la production et la protection du sol.

**9.2- Créer une commission technique** multidisciplinaire d'urgence en vue

- de l'aménagement du drainage des pistes, à l'origine de nombreuses ravines,
- de la stabilisation et réhabilitation des grosses ravines et glissement de masse,
- stabilisation des berges des rivières,
- mise en défens des zones fragiles: montagnes, berges, dunes côtières, berges des lacs,
- reforestation des montagnes et organisation du marché du bois.

**9.3- Rédiger une charte foncière.**

- A l'Etat...les zones fragiles.
- Au développeur...les champs correctement aménagés, (avec titre de propriété).
- Aux communautés...les parcours.
- Réglementer le droit de vaine pâture.

**9.4- Revoir la formation sur l'Environnement.**

- Journée de l'arbre = plantations collectives.
- Travaux pratiques d'éveil à la protection des arbres et de la nature au niveau du Iaire et 2aire.
- Cours de conservation des sols à tous les agronomes à l'Université.
- Manuels en langues locales.

**9.5- Améliorer le stockage et la circulation des informations.**

- Créer un réseau national et un centre où trouver l'information et où partager l'expérience.



## **10- CONCLUSIONS GENERALES.**

### **10.1- Beaucoup de problèmes d'érosion!**

Nous avons été étonnés d'observer avec les paysans beaucoup de problèmes d'érosion bien que la densité de population soit très faible (7 habitants / km<sup>2</sup>). Cela peut s'expliquer suite aux années de sécheresse et surtout au temps de guerre où les populations se sont retirées dans les montagnes ou concentrées autour des villages sur des terres qui ne leur appartiennent pas, donc qu'elles ne peuvent aménager.

Avec la paix, il serait souhaitable d'une part de favoriser le redéploiement des populations sur leurs terres traditionnelles et d'autre part le développement de centres ruraux équipés d'écoles, hôpitaux, d'un marché et des structures techniques pour diffuser le développement et éviter la concentration dans les grandes villes.

### **10.2- A cause du défrichement et des cultures extensives le ruissellement est abondant.**

On observe de nombreuses ravines, indices certains de la force du ruissellement qui entraîne le décapage des sols de montagne, la migration des sables et leur dépôt dans les rivières, l'inondation et l'ensablement des meilleurs sols de la vallée.

### **10.3- Prévenir vaut mieux que guérir**

Il existe de nombreux indices de la dégradation du milieu qui ne peut que s'accélérer avec le temps.

Avant 20 ans, la population humaine et la densité animale auront doublé. Les champs seront bien plus étendus et encore plus "fatigués".

Les rivières deviendront chaque année plus difficiles à maintenir dans leur lit et la fréquence des sécheresses, inondations et ensablement ne peut que s'accélérer.

C'est aujourd'hui qu'il faut intervenir avec énergie pour inverser le courant de dégradation du milieu, développer tous les moyens disponibles, prévoir et tester les techniques de demain et surtout former les formateurs paysans et restituer aux paysans leur capacité d'adaptation.

### **10.4- L'exemple vient d'en haut.**

Pour qu'un grand courant puisse se développer, il faut montrer au niveau national que les responsables de la nation accordent une forte priorité au problème de l'érosion. Il faut associer paysans, ONG, chercheurs et services techniques pour mettre en route des méthodes de lutte efficaces et acceptables par la population. Il faut enfin convaincre les financiers qu'on ne peut dissocier le développement de la production et la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols.

\$

\$\$\$\$\$

\$

## ANNEXE 1

### QUELQUES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.

- Boli (Z.), Roose (E.), Bep (B.), Sanon (K.), Waechter (O.), 1996.  
Effets des techniques culturales sur le ruissellement, l'érosion et la production de coton et maïs sur un sol ferrugineux tropical sableux, recherche de systèmes de culture intensifs et durables en région soudanienne du Nord Cameroun.  
Cah. ORSTOM Pédol, 28, 2 : 309- 326.
- Cremilda Josephina Gongo, 1996.  
Etude des systèmes de production dans trois zones agro-écologiques du district de Cahora Bassa. Identification d'actions pouvant conduire à la sécurité alimentaire.  
CNEARC Montpellier / FOS Mémoire EITARC, 69 p + annexes.
- Diallo (A.N), 1994.  
La haie dans la préfecture de Faranah (Guinée). Observer, comprendre, améliorer  
Association française des Volontaires de Progrès, Montlhéry- France, Opération pilote de valorisation des bas fonds. Faranah -Guinée, 20 p + 12 p. fiches biologiques.
- Elwell (H.), Rook (J.M.), 1996.  
Soil and water conservation technology in four selected countries in Southern Africa : Malawi, Mozambique, Zambia, Zimbabwe  
Main report Agric. and Environment Div. S.A Word Bank, 62 p. + Ma 24 + Mo 17 + Za 19 + Zw 23 p.
- Koohafkan (A.P.) et Lilin (Ch.), 1989.  
Les arbres et arbustes utiles pour la LAE en Haïti.  
Fao, Rome, 133 p.
- Lilin (Ch.), Koohafkan (P.), 1987.  
Techniques biologiques de conservation des sols en Haïti.  
Fao Rome, 36 p.
- Roose E., Dugué P., Rodriguez L., 1992  
La GCES, une nouvelle stratégie de LAE appliquée à l'aménagement de terroir en zone soudano-sahélienne du Burkina Faso.  
Revue Bois et Forêts des Tropiques, Paris, 233 : 49-63.
- Roose (E.), 1994. Introduction à la GCES.  
Bull. Pédol FAO n° 70, 420 p. FAO Rome. Aussi en version anglaise depuis 1996.
- Wischmeier (W.H.) et Smith (D.D.)  
Predicting rainfall erosion losses. A guide to conservation planning.  
USDA-ARS handbook n°537, Washington DC, 56 p.

## ANNEXE 2

### DIX COMMANDEMENTS POUR L'AMENAGEMENT DES RAVINES

1. Tant qu'on n'a pas amélioré l'infiltration sur le bassin versant, il ne faut pas tenter de reboucher la ravine (sinon elle trouvera un autre lit), mais prévoir un canal stable capable d'évacuer les débits de pointe de la crue décennale (au minimum).
2. L'aménagement mécanique et biologique d'une ravine peut être réalisé progressivement en 1 à 6 ans, mais il doit concerner tout le bassin dès la première année. La fixation biologique d'une ravine vient consolider les versants et le fond de ravine stabilisé par différents types de seuils ; si on inverse l'ordre, les plantes sont emportées avec les terres lors des crues.
3. L'emplacement des seuils doit être choisi avec soin selon l'objectif visé. Si on cherche seulement à rehausser le fond de ravine pour que les versants atteignent la pente d'équilibre naturel, il faut choisir un verrou, une gorge étroite où de nombreux seuils légers pourront s'appuyer sur des versants solides.

Si on cherche à fixer le maximum de sédiments ou à récupérer des espaces cultivables, il faut choisir les zones à faible pente, les confluents de ravines secondaires, les versants évasés et construire de gros ouvrages-poids qui seront rehaussés progressivement.

4. L'écartement entre les seuils est fonction de la pente du terrain. Le déversoir aval doit être à la même altitude que la base du seuil amont, à la pente de compensation près (1 à 10 % selon la nature du fond de ravine) qui peut s'observer sur place (zone stable sans creusement ni sédimentation). Dans un premier temps on peut doubler cet écartement et construire les seuils intermédiaires dès que la première génération de seuil est comblée de sédiments : stabiliser immédiatement les sédiments piégés avec des plantes basses dans l'axe d'écoulement et des arbres sur les versants.
5. Pour éviter la pression hydrostatique des coulées, il vaut mieux drainer les seuils (grillage, chicanes ou pierres libres).
6. Les seuils doivent être ancrés dans le fond et les flancs de ravine (tranchée de fondation) pour éviter les renards et contournements. Au contact entre le sol limono-argileux et les pierres des seuils, il faut prévoir une couche filtrante de sable et de gravier pour éviter que les sous-pressions n'entraînent les particules fines et la formation de renards.
7. Le courant d'eau doit être bien centré dans l'axe de la ravine par les ailes du seuil, plus élevées que le déversoir central. Ce déversoir doit être renforcé par de grosses pierres plates ± cimentées ou par des ferrailles pour résister à la force d'arrachement des sables, galets et roches qui dévalent à vive allure au fond des ravines.
8. L'énergie de chute de l'eau qui saute du déversoir doit être amortie par une bavette (enrochement, petit gabion, grillage + touffes d'herbes) ou par un contre-barrage (cuvette d'eau) pour éviter les renards sous le seuil ou le basculement du seuil.
9. Tenir le bétail à l'écart de l'aménagement : il aurait vite fait de détruire les seuils et de dégrader la végétation. En compensation, on peut permettre des prélèvements de fruits, de fourrages et plus tard de bois, en échange de l'entretien de l'aménagement.
10. L'aménagement mécanique n'est terminé que quand on a éteint les sources de sédiments, stabilisé les têtes de ravine et les versants. La végétalisation doit alors se faire naturellement si on a atteint la pente d'équilibre, mais on peut aider la nature en couvrant rapidement les sédiments (herbe) et en les fixant à l'aide d'arbres choisis pour leurs aptitudes écologiques et leur production. Il faut passer de la simple gestion des sédiments à la valorisation des aménagements.

Les ravines peuvent devenir des "oasis linéaires".

### ANNEXE 3 : PERSONNES RENCONTREES

**Equipe du Projet FOS Chitima :**  
\*N. Diallo Amidou, coordinateur du projet, CP 15, Songo, Provincia de TETE  
Tel : (258).52.82.393  
Fax : (258) 52.82.365  
\*Anne-Marie Bontemps, administration  
\*Roberto Maté , responsable programme Chitima  
\*Mando Taculiransoca, responsable des crédits  
\*José Luis Laïssone, responsable du centre de Massechah (traction animale)  
\*Honorata Cléofas, animatrice des femmes

**District de Cahora Bassa**  
\* Domingos Janeiro, chef de poste à Chitima

#### Hydroélectricité de Cahora Bassa

\*Gomes de Moura Directeur Général de Hydroelectric de Cahora Bassa.  
\*H. Santos Silva géologue, hydrologue : HCB CP 263 Songo  
tel 258 52 82 221/82 496  
fax 258 52 82 364  
R. do funchal 3, 1000 Lisboa, Portugal  
\*Virgilio Lemos Chef de service du personnel

**Direction provinciale de l'Agriculture**  
Sergio Ye agronome, directeur DPAP de la province de Tete.

**Projet Degue Boroma WFD TETE**  
Petra Rau sociologue, coordinatrice  
Berr Berend Becker, assesseur, agronome de Kiel  
A. Fermino Technicien conservation des sols

**Danida Agricultura**  
G Ronni coordinatrice  
Van der Lou assesseur, agronome

**ISCOS**  
Roberto Guarino coordinateur géomètre, sociologue italien, coopérant du DPAP

**Vision Mondiale**  
John Parkinson coordinateur, expert anglais agronome  
Alexandre N. technicien

**Paroisse de Chitima**  
Padre Claudio Crimi curé, animateur des scouts  
Patrick Albert traducteur,  
marin sans frontière, projet Association CUSO, Songo



Bœufs tirant une sous-soleuse pour préparer le travail de creusement du Zaï (cf. définition p. 51) en saison sèche, fraîche (janvier) à Ségoué, N.O. Burkina Faso, en 1990.

