

REPUBLIQUE DU SENEGAL

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP

ECOLE POLYTECHNIQUE DE THIES

DEPARTEMENT DE GENIE CIVIL

GC. 0146

PROJET DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur de conception

TITRE : AVANT PROJET DE LUTTE ANTI EROSION A PELEO

AUTEUR : Georges CHABI

DIRECTEUR : Gérard A. R. SOUMA
CO-DIRECTEUR : Jean François FAYE

DATE : JUILLET 1992

DÉDICACE

Ce projet est dédié à tous ceux qui sacrifient leur vie pour contribuer à la sauvegarde de ce capital inaliénable qu'est le sol.

REMERCIEMENTS

«Pour commander la nature,

il faut obéir à ses lois.»

F. Bacon

Je tiens à remercier très sincèrement, Monsieur SOUMA, mon Directeur de Projet de Fin d'Étude qui s'est investi personnellement pour ce projet, dont ses remarques, sa rigueur, commentaires et suggestions, et son sens aigu, de voir l'environnement sauvegardé, m'ont aidés à mieux appréhender ce projet.

Ma reconnaissance va également à l'endroit de Monsieur Jean-François FAYE mon Directeur externe, agent de CARITAS, et de Monsieur Victor TINE, agent de ENDA-Thiès, qui ont tous deux autorisés que l'aménagement de Péléo, en cours depuis 1990, puisse me permettre de faire mon travail de diplôme.

Je remercie aussi de tout coeur, Monsieur M. MBAYE professeur à l'EPT, et tous les élèves de la troisième année CIVIL pour l'aide très appréciable qu'ils m'ont apportée en ce qui concerne les levés topographiques.

J'exprime enfin toute ma gratitude à tous ceux qui d'une manière ou d'une autre m'ont ordonnés, pour que ce projet soit bien fait.

SOMMAIRE

Pour la plupart d'entre nous, le sol désigne la terre mise ou susceptible d'être mise en culture ; le mot est ainsi synonyme de terre "arable". Mais si aujourd'hui la terre n'est plus protégée, comme s'il s'agissait là d'un problème indépendant de l'action humaine, si l'équilibre entre le sol et son environnement est rompu, comment est-ce que le sol pourra répondre à sa vocation première : la terre nourricière ?

Mais pourquoi toutes ces questions, pourquoi tous ces discours, tous ces poèmes à la gloire de l'environnement ? Mais pourquoi l'environnement mérite t-il qu'on lui prête ainsi une si grande attention ? C'est parce que la terre est une fée bienfaisante et si parfois elle revêt la défroque empuantie d'une sorcière de Macbeth, c'est parce que nous l'avons trahie, nous sommes indignes d'elle, nous savons perdu du respect pour elle.

Me pardonnera-t-on d'avoir choisi le mode épique pour dire ce qui est vraiment une épopée ? Je le voudrais.

Notre objectif est :

- d'analyser le milieu ;
- de trouver les causes de cette érosion ;
- de les confirmer ou infirmer par les analyses du sol, topographique, hydrographique ;
- d'estimer les pertes de sol en faisant observer ces limites et ses intérêts ;
- de proposer les méthodes biologique et culturelle ;
- de faire un peu l'analyse des méthodes mécaniques ;
- de faire les recommandations ;
- de conclure ;
- et au besoin de proposer un aménagement.

Souvenons-nous, avant d'aborder le sujet :

- que nous devons plutôt réfléchir aux moyens d'adapter les activités de ces paysans aux réalités des systèmes naturels,
- les ressources de l'environnement sont les seules que possèdent ces paysans.
- il n'y a pas d'autres sources de financement que les seuls moyens des paysans avec peut-être l'aide des ONG.

TABLE DE MATIERES

	Page
Dédicace	i
Remerciements	ii
Sommaire	iii
Table des matières	iv
Liste des tableaux	v
Liste des figures	vi
<u>CHAPITRE I</u> : Introduction	1
<u>CHAPITRE II</u> : Présentation et analyse du milieu	4
II.1 : Présentation	4
II.2 : Analyse et causes de l'érosion	6
II.3 : Mécanismes de l'érosion	9
<u>CHAPITRE III</u> : Études et analyses hydrographique, topographique et pédologiques	13
III.1 : Hydrographique	13
III.2 : Morphologie	16
III.3 : Pédologie	18
<u>CHAPITRE IV</u> : Estimation de pertes de sols	22
I : Équation de pertes de sols	23
II : Limites et intérêts	26

<u>CHAPITRE V</u> : Méthodes et techniques anti-érosives	31
V.1 : Couvert végétal	31
V.2 : Paillage	34
V.3 : Techniques bioculturelles	36
V.4 : Techniques Culturelles	38
V.5 : Matières organiques (M.O)	39
V.6 : Remarques	39
V.7 : Méthodes mécaniques	42
<u>CHAPITRE VI</u> : Conclusion et recommandations	53
<u>BIBLIOGRAPHIE</u>	59
<u>ANNEXE</u>	62

LISTES DES TABLEAUX

	Page
III.1 : Intensité/Période de retour	14
III.2 : Influence de l'intensité maximum en 30 mn sur l'érosion : sols nu et couvert	16
IV.1 : Longueurs et altitudes de 5 points du canevas d'appui	24
V.1 : Comparaison des phénomènes d'érosion sous une forêt dense et une parcelle paillée	35
V.2 : Orientation du choix des profils d'ouvrage d'après les pentes et cultures	40

LISTE DES FIGURES

	Page
II : Érosion ravinante	16.a
III.1 : Courbe granulométrique de l'échantillon A	17.a
III.2 : Courbe granulométrique de l'échantillon B	17.b
III.3 : Courbe granulométrique de l'échantillon C	17.c
III.4 : Limites d'ATTERBERG	17.d
IV.1 : Graphique donnant LS	23.a
IV.2 : Valeurs indicatives de K	25.a
IV.3 : Facteurs d'érodibilité de sols	25.b
V.1 : Procédés cultureux de lutte contre l'érosion de la pluie et du vent	37.a
V.2 : Variation de la vitesse relative de l'érosion éolienne en fonction de la distance à un brise- vent	46.a
V.3 : Importance relative de l'érosion éolienne en fonction de la distance à un brise-vent	46.b
V.4 : Correction de ravines, ouvrages temporaires Thalwegs d'après Tondeur	52.a
Annexe : Aménagement de la voie d'accès	63
Annexe : Ouvrages pour les pentes inférieures à 2 %	64

CHAPITRE 1

INTRODUCTION

Les phénomènes d'érosion et de sédimentation sont une partie de l'évolution géologique sous l'effet du vent, de l'eau, et sous d'autres cieux de la glace, etc. Tous les peuples, toutes les civilisations y ont été confrontés sur la route du développement. Ils ont cherché d'y remédier avec des succès variables en inventant des techniques anti-érosives adaptées à leur circonstances écologiques et socio-économiques. L'érosion est un problème vieux comme le monde.

En effet l'érosion accélérée est un phénomène dont l'homme est souvent l'unique responsable en raison d'une mauvaise gestion du sol. Mais on se demande : pourquoi ne pas pouvoir la prévenir ? Comment ne pas lutter et éradiquer l'impact le plus grave et le plus lourd de conséquences de l'homme sur son environnement ? Pourquoi ne pas sauvegarder l'environnement afin qu'il soit comme des fards et des parfums qui ajoutent mille grâces à leur charme naturel et nous les rendent plus précieux encore.

Pourquoi ne pas imiter ces pionniers de l'environnement : Smith, E. Roose, Wischmeier, Chanton, Benchertrit, ... des noms qui sonnent comme des cuivres dans une symphonie héroïque et triomphale qui ont sacrifiées leur vie pour que l'environnement puisse y être traité avec la dignité qui lui ait due.

Ces dernières années l'homme est devenu plus conscient et plus préoccupé par l'érosion et le transport de sédiment, bref tout ce qui touche l'environnement car, la menace est comme l'épée de DAMOCLES il n'a d'ailleurs plus de choix. Le village de Péléo n'a pas échappé à tout ceci. Avec des ONG (Caritas et ENDA Thiès) des mesures de lutttes ont été prises, des réflexions ont été menées des enquêtes sur le terrain, de projections de Films, des réunions sur de sensibilisation ont été faites. Les résultats ne sont fait pas attendre. Les villageois ont accepté de fait front avec ces ONG pour résoudre leur problème.

Avec l'aide de CARITAS-THIES et ENDA-Tiers monde tout est mis en place pour que ce problème soit résolu. Du moment où on parle du programme intégré, il faut que les villageois soient les moteurs de tout ce qui touche de près leur vie. C'est cela qu'a compris ces ONG et les gens de Péléo. Tout notre travail fait appel à des techniques adaptées au milieu et pouvant être prise en charge uniquement par les paysans.

Trouver les causes primaires de cette érosion telle est l'idée qui m'ait venue à l'esprit en voyant ce village. Mais pour que le travail soit efficace, il faut une démarche scientifique.

Nous commencerons dans un premier temps (chapitre II) par la présentation du milieu et à rechercher les causes de ces érosions par l'analyse des observations et des enquêtes sur le terrain, des

réunions de sensibilisation, puis par des projections de film. Donc à connaître les causes de cette érosion. A les confirmer par les analyses pédologique, topographique, hydrographique.

Le chapitre IV sera la tentative de prédiction des pertes de sols. De mettre en lumière les causes de cette érosion et puis voir quelle méthode préconisé (préventive, curative, aménagement total du village). Le chapitre V sera les méthodes de lutttes anti-érosives adaptables au milieu. Le dernier chapitre sera les recommandations et la conclusion.

CHAPITRE 2

PRÉSENTATION ET ANALYSE DU MILIEU PHYSIQUE

II.1 Présentation

Péléo est un village situé à environ 20 Km au sud ouest de Thies entre 15°20' de latitude Nord et 14°18' longitude ouest. Peuplé d'environnement 1200 habitants et 56 ânes, 250 moutons, 69 boeufs, etc.

C'est un village où cohabitent les sérères, les Toucouleurs et les peuhls. Les ONG cités précédemment étaient interpellés au début pour résoudre le problème d'accès entre deux parties de ce village qui sont séparés pendant l'hivernage. C'est là qu'ils se sont aperçus les causes profondes de ce mal : l'érosion.

L'agriculture, pâturage intensif et le transport des personnes et marchandises à l'aide des charrettes sont les trois activités de ce village. De là on peut déjà noter leurs conséquences sur le sol, la végétation surtout si tout ceci n'est pas bien géré, si on ne soucie pas de l'environnement. Les principales cultures sont le manioc, l'arachide, l'haricot.

Du point de vue climatique, faut-il le rappeler : c'est le climat sahélien de type soudanais, caractérisé une saison sèche et une saison de pluie. La température de l'air subit d'importantes variations journalières et saisonnières. La moyenne annuelle est de 30°C et la valeur minimale reste supérieure à 21°C. Une végétation rabougrie caractérisée par les grands arbres surtout les manguiers, baobabs avec des parties par endroit clairsemé d'herbes.

Sans une couverture végétale le sol est livré à lui-même et soumis à tous les aléas de la nature qui sans doute ne lui est pas profitable. Le reboisement n'est pas quelque chose de facile, mais une prise de conscience peut aider à résoudre ce problème, ce qui sous-entend une bonne sensibilisation.

Du point de vue hydrographique aucune donnée n'est disponible, mais on peut aisément se rapprocher de la station de **Sanghé** situé à environ 5 Km où on a trouvé des données qui nous permettront de faire une analyse détaillée (chapitre IV). Notons que sur une période de 10 ans la moyenne de pluie est de 442 mm répartie sur 39 jours en moyenne. La pluie est la cause primaire directe de l'érosion, cela ne fait pas de doute. Son intensité est un élément clé de l'estimation de l'érosion.

Du point de vue géologique, aucune donnée n'est disponible mais en regardant les ravines on peut noter jusqu'à environ 2.5m trois types de sol : on y rencontre du grès, de la latérite, de l'argile, du sable fin, limon argileux, un socle dur composé de gravier. Le chapitre IV nous instruira mieux sur l'analyse de sol. Notons cependant, qu'avec l'observation (la nature du sol où se produit l'érosion) on peut dire que les facteurs dynamiques jouent un rôle clé dans cette érosion. Mais à notre niveau aucune analyse n'est possible dans ce sens, cependant l'analyse de sol (granulométrie, limite d'Atterberg, porosité, perméabilité, matière organique) nous permettra, en consultant des ouvrages spécialisés de faire une lumière plus précise dans ce sens contre lesquels aucune méthode n'est envisagée, du fait que c'est très onéreux et fait

appel à des spécialistes de sol qui n'est pas du ressort d'un programme intégré.

Du point de vue topographique, on peut dire que c'est un bassin versant à pente régulière ce qui nous avise de tenir compte aussi de l'érosion en nappe.

Du point de vue météorologique (le vent) : le vent souffle en tout temps et sa vitesse dépasse parfois la capacité des anémomètres. Au regard de la couverture végétale, on peut à priori dire que l'érosion éolienne doit être prise en compte. Les observations nous ont permis de noter qu'en amont cette érosion est très importante.

Les types de sol rencontrés sont :

- des sols diors, ferrugineux tropicaux
- sableux ou sableux argileux
- des sols gravillonnaires.

II.2 ANALYSE ET CAUSES DE L'ÉROSION

Face à l'intransigeance des paysans de voir avant toute action un pont afin de faciliter tout déplacement pendant les périodes critiques, ces ONG ont choisi bon de satisfaire à leur doléance tout en profitant de les sensibiliser sur les véritables causes de leur mal. Ainsi a eu lieu :

- . des réunions de sensibilisation
- . des enquêtes et observations sur le terrain
- . des expériences accumulées par les paysans dans

leur mode de vie et dans les méthodes de lutte
contre l'érosion

. des projections de Film

De ce travail il en résulte des analyses suivantes : le préliminaire à toutes sortes d'érosion est la triste célèbre absentéisme de la couverture végétale qui rend le sol sans protection comme un homme qui se promène nu en plein hiver sibérien. La couverture végétale est l'ennemi de l'érosion, car elle permet de dissiper l'énergie de la pluie, favorise l'infiltration de l'eau dans le sol. Elle permet de briser la force du vent. Bref, elle s'oppose à toute forme d'érosion. Mais comment a-t-on arrivé pu en là ? Cette disparition de la couverture végétale ne s'est pas fait en un seul jour. C'est un processus lent, progressif, dû essentiellement :

*** A l'homme**

La population croît constamment, le village s'agrandit il faut produire plus, donc augmenter les superficies cultivées. Les systèmes traditionnels fondés sur les cultures itinérantes qui maintiennent la fertilité du sol ne sont plus respectés. L'introduction des méthodes de travail plus rapide : la houe, la traction animale entraîne un déboisement anarchique parce que mal géré. La sédentarisation s'installe. Les jachères sont de plus en plus courtes d'où la surexploitation des sols, le défrichement par incinération, la dénudation des berges, le déboisement, la mauvaise

planification, les monocultures, la diversité biotique, etc. L'équilibre naturel est précaire, pour ne pas dire rompu. D'où l'impact sur la régénération de la végétation.

*** Les animaux**

Le surtockage, le surpâturage, la piste des bétails, la faune naturelle entraînent un compactage des sols d'où la disparition du tapis végétal sous la dent du bétail et surtout le martèlement du sol par des myriades de sabots a pour effet de tasser celui-ci, de le rendre compact et de lui faire perdre sa porosité, empêchant ainsi la régénération de la végétation et l'absorption de l'eau et de briser l'énergie du vent. Le sol est ainsi mis en à nu et exposé à l'action du vent, de la pluie et du soleil, que sais-je encore ?

De ces analyses on peut retenir pour ces causes pour l'érosion dans ce village :* Piste des bétails

- * Pistes transformées en chemin d'eau
- * Techniques culturales : houe, traction animale
- * défrichement anarchique
- * sédentarisation
- * pâturage
- * monocultures
- * certaines plantes : mil, manioc
- * sols fin : érosion prononcée.

II.3 MÉCANISMES D'ÉROSION

L'érosion est le détachement et le transport de particules de sol de son emplacement d'origine par de différents agents (gravité, eau, vent) à son endroit de déposition, d'une plus faible élévation.

Tout transport de terre nécessite une énergie : ça peut être le vent, le ruissellement ou la pluie.

En ce qui concerne l'érosion hydrique, c'est l'énergie des gouttes de pluie qui déclenche le processus de destruction des agrégats du sol sur les versants de pentes faible tandis que le ruissellement assure le transport des particules détachées. Les agents de cette érosion sont les précipitations et le ruissellement superficiel. Le mécanisme de cette érosion ont été analysés par de nombreux chercheurs et ont trouvé des résultats encourageants. L'objet de notre projet n'est pas l'étude du mécanisme, mais la lutte contre ce phénomène. Cependant connaître le mécanisme de cette érosion permettra de mieux cerner le problème et de proposer des solutions appropriées. Nous distinguons deux types d'érosion hydrique : **l'érosion en nappe et l'érosion linéaire.

- Dans le premier cas, deux processus essentiels sont à noter
- le choc des gouttes de pluie (érosion par impact : splash)
=====> détachement des particules
 - intensité de pluie supérieure à la vitesse d'infiltration du sol
=====> ruissellement donc transport.

* Le second cas est celui qui nous intéresse. Elle se produit lorsqu'il y a des irrégularités entre les mottes et les agrégats de différentes dimensions (souvent due aux travaux champêtres). Mais comment cela se produit ?

. L'eau se concentre dans les creux et coule suivant les lignes de moindre résistance.

. augmentation de la vitesse.

Dans l'érosion en rigoles l'enlèvement des particules est dû principalement à la force du ruissellement concentré par opposition à l'enlèvement par chocs dans le cas de l'érosion en nappe. En effet le ruissellement dans les champs entame la terre jusqu'au stade de la griffe. Lorsque son importance s'accroît, les ruissellements grossissent, creusent leurs lits comme des torrents en réduction et se ramifient où se multiplient en lignes parallèles. Les cours d'eau prennent les noms de rigole (0.5 à 2m de profondeur). Les rigoles deviennent des ravines lorsque la profondeur dépasse les 2 m.

La vitesse dépend de la nature du sol, de la surface du bassin versant, et des modes d'évolutions des rigoles. Bien qu'en réalité ces variables ne soient pas indépendantes, il est nécessaire pour la commodité de l'analyse de les traiter séparément. C'est pourquoi nous considérons l'érodibilité de sols comme une caractéristique intrinsèque du sol liée à ses propriétés physiques et chimiques. Dans le chapitre qui suit nous essayerons de faire l'analyse détaillée de sol et de voir dans quelle mesure appliquée les solutions existantes aux réalités.

* l'érosion éolienne

Parmi les agents causant l'érosion éolienne, il convient de distinguer :

- un élément actif : **le vent**

Un vent violent soufflant sur une surface étendue qui entraîne le déplacement des particules du sol est lié d'une part à l'intensité de la force qui leur est appliquée donc à la vitesse du vent d'une part et d'autre part à leur taille et à leur densité. D'où la dégradation de la structure du sol.

- deux éléments passifs

- . La nature et l'état de la végétation. L'élimination ou, la dégradation du tapis végétal ou aussi des résidus des végétaux qui protègent le sol sont cause essentielles de l'érosion éolienne ;
- . la nature et l'état du sol.

Le compactage du sol contribue comme on l'avait dit, à l'émietter et par conséquent à le rendre plus sensible à l'action du vent.

Nous essayerons dans le chapitre IV, d'étudier tous ces facteurs intrinsèques afin de bien cerner le mécanisme et proposer des solutions efficaces.

Au regard de tout ceci, pour que le diagnostic soit complet certaines questions sont posées par les paysans et d'autres doivent être posées pour pouvoir orienter les analyses vers leurs objectifs :

- Avons-nous suivi régulièrement l'évolution de la fertilité de nos sols ?
- Pourquoi les méthodes utilisées (paillis transporté par le ruissellement, billons en courbes de niveau, sillons perpendiculaires au ruissellement) jusqu'ici ne sont pas telles efficaces ?
- Est-ce que nous travaillons dans un système vulnérable (rotation chargée en maïs, mil...) ?
- Y- a-t-il des parcelles plus chargées que d'autres sur notre exploitation ?
- Peut-on ouvrir toutes les vieilles prairies sans risque ?
- Le talus qui a été égalisé, a-t-il amené des problèmes d'érosion ?
- etc

Réfléchir à tous ces problèmes de base permettrons de mieux cerner les causes et les mécanismes d'érosion, donc trouver parmi les solutions existantes les plus adaptables et les plus efficaces.

Le chapitre qui va suivre, permettra de faire un diagnostic sur tout ce qu'il vient de dire et donc de trouver les causes réelles de l'érosion dans notre milieu.

CHAPITRE 3

ANALYSES HYDROGRAPHIQUE, TOPOGRAPHIQUE ET PÉDOLOGIQUE.

III.1 HYDROLOGIE

Hauteur de pluies (H)

Toutes les expériences effectuées ont démontré qu'elles sont très fréquemment inexistantes ou tout au moins que la hauteur des pluies considérées isolement n'est pas le caractère qui explique l'érosion pluviale. Ce qui sous-entend qu'on ne va pas s'appesantir sur cette caractéristique.

Intensité de pluie

Lorsqu'on considère le mécanisme de l'érosion hydrique, on constate que l'une des actions essentielles exercées par les précipitations atmosphériques consiste en la formation des éléments fins qui deviendront susceptibles d'être entraînés par l'eau. Il est bien évident compte tenu de la désagrégation de sols, le détachement sera d'autant plus considérable que l'énergie cinétique des gouttes de pluie sera elle-même plus élevée. Celle-ci dépend de la taille et de la vitesse de chute des gouttes. Or cette taille et cette vitesse sont d'autant plus grandes que les pluies sont plus intenses.

Ce qui nous intéresse vraiment c'est l'intensité de pluie dans cette partie afin de déterminer l'index de pluie qui

rentre dans la formule d'estimation de pertes de sols qu'on verra dans le chapitre suivant. Le Projet de Fin d'Étude de MEVO et DJAGOUN, 1991, est l'étude de ce phénomène, nous allons alors prendre ces données :

Tableau III.1 (PFE de MEVO et DJAGOUN 1991)

DURÉE : 30mn

Période de retour	Intensité (mm/h)
1	50
2	61.7
5	79
10	84

Comme l'estimation se fait par an, nous allons choisir celle qui correspond à la période de retour de 1 an. Donc l'intensité de pluie est : $I = 50\text{mm/h}$.

Plus l'intensité est grande, plus l'effet de battage du sol est prononcé d'où :

- la désagrégation du sol, libération des particules fines,
- l'obturation de la porosité de surface,
- la diminution de la capacité d'infiltration, donc augmentation du ruissellement.

TABLEAU III.2 (E. ROOSE) :

Influence de l'intensité maximum en 30mn sur l'érosion :
sols nu et couvert

DATES	INTENSITÉ MAX 30'	ÉROSION (kg/ha)	
		SOL NU	PANICIUM
13/2/72	33	548	0
18/3	59	1104	0
27/	23	327	0
21/5	28	1518	0
9/6	35	3833	21
11/6	26	2191	26
13	37	3264	31
2/7	43	6025	0.2
31/7	15	412	0
19/10	14	1501	0.1
23/11	43	1827	0

Une étude pourrait se faire sur l'énergie cinétique, mais l'abaque de la page précédente montre clairement que l'énergie cinétique et l'intensité de pluie sont intimement liées. L'une entraîne l'autre.

III.2 MORPHOLOGIE

- La pente

C'est un des facteurs les plus importants de l'érosion des sols.

* Sur les pentes raides :

- le phénomène de transport par "splash" devient non négligeable ;
- la quantité d'eau retenue dans les dépressions de surface est plus faible ==> début de ruissellement avancé ;
- accroissement de la vitesse de l'eau de ruissellement

Donc l'érodibilité de sol est proportionnelle à la pente.

La longueur de la pente

C'est un facteur controversé et en réalité nous considérons que ce facteur n'a pas beaucoup d'influence sur l'érosion comme l'ont cru beaucoup.

Les études de ROOSE en Afrique de l'Ouest nous confirme cette hypothèse de travail. Car dit-il ce facteur n'a pas une influence prononcée ; l'érosion varie beaucoup avec la végétation sur les prairies.

La courbure de la pente

On a une pente concave (aplatie dans la partie basse)
C'est souvent le lieu de déposition de sédiments donc des terres

cultivables.

Cependant lors des pluies violentes, l'eau peut se concentrer dans les pentes concaves et commencer une action de ravinement.

III.3 PÉDOLOGIQUE

Trois échantillons ont été prélevés dans les rigoles, en amont au niveau des prairies, en aval. Des études ont été faites (voir FIG 5.1). Au regard de tout cela certaines analyses seront faites afin d'étudier l'érodibilité de sols.

L'érodibilité : d'un sol est sa résistance à l'arrachement et au transport des particules qui le composent.

Elle est fonction de plusieurs paramètres :

- la capacité d'infiltration,
- la stabilité structurale
- la texture
- la teneur en M.O
- etc

Les quatre premiers paramètres sont ceux qui influent beaucoup l'érodibilité. C'est pourquoi nous avons jugé bon de faire une analyse de ces différents paramètres et de pouvoir au regard de ce facteur, expliquer ce qui se passe réellement.



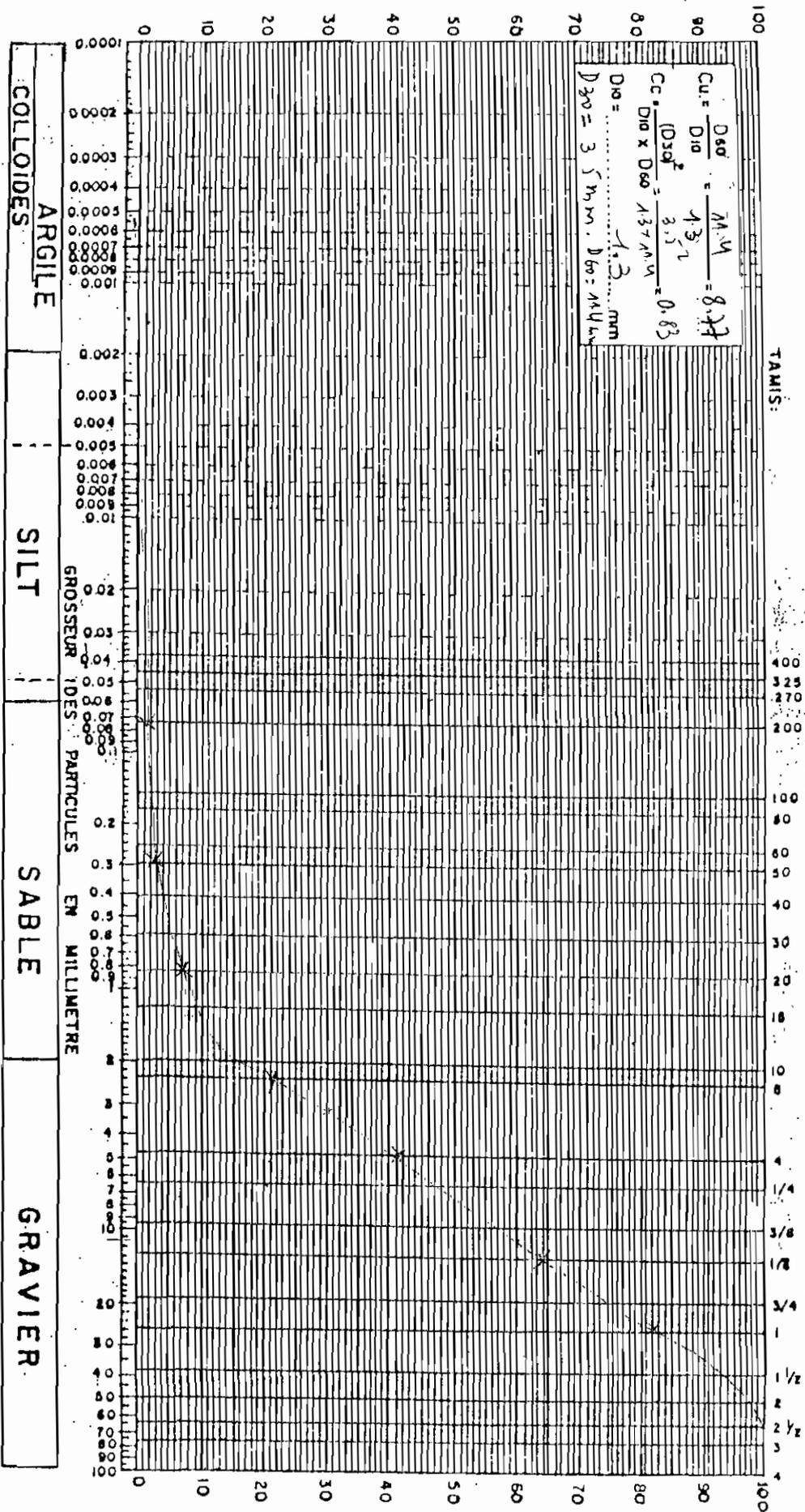
École polytechnique de Trèves

Boite Postale 10, Trèves, République du Sénégal

DATE _____

COURBE GRANULOMETRIQUE

ECHANTILLON NO. 21



Description : Sols grossiers (grs grains visibles à l'œil nu)

Remarques : 3 échant

Fig III.10

Texture et stabilité structurale

Nous avons faire trois études et nous présenterons les résultats et les analyses dans ce projet.

Échantillon a

SITE : en amont

SOL GROSSIER (GRAVIER) : 85%

RESTE : 15%

OBSERVATION FAITE SUR LE TERRAIN : ÉROSION INEXISTANTE

En consultant "les notes de cours choisies sur l'érosion et la conservation des sols" on a pu se faire une idée de ce qui se passe.

- Mauvaise stabilité de structure (cohésion) ==> les particules sableuses sont facilement détachable. En regardant dans les ravines on a trouvé une explication à ce transport de sédiment.
- Particules grossières (masse importante) =====> difficile à transporter. Ce qui caractérise même ce bassin versant. L'érosion n'existe presque pas. Mais 85% d'éléments grossiers peuvent expliquer que les parties ont été bel et bien transportées.

En l'absence d'aucune donnée, il est très difficile de bien justifier. Cependant, du fait de la pente qui est très régulière, l'érosion en nappe n'est pas à exclure. Il faut alors porter une grande attention à ce phénomène. Sinon il serait trop tard. Car la partie arable du sol serait partie.

- Taux d'infiltration très élevé : en amont, rare seront les précipitations qui auront une intensité assez grande pour provoquer un ruissellement.

Échantillon b

SITE : ravine

SOL FIN : 90%

RESTE : 10%

OBSERVATION : Érosion en ravine

- bonne stabilité ==> difficilement détachable.
- particules d'argile ==> facilement transportable.
- faible conductivité hydraulique==> ruissellement pour de faible intensité.

Ceci explique pourquoi l'érosion est très prononcée car les caractéristiques de la texture de ces sols. (50% de limon et 35% d'argile)

Échantillon c

SITE : Aval

SOL TRES FIN : 95%

OBSERVATION : PEU D'ÉROSION

bonne stabilité =====> détachement difficile

Dans ce cas P. Baril (Notes de Cours sur l'érosion, EPFL) prédit qu'il n'y a pas d'érosion.

Infiltration

Elle est fonction de la structure, texture, initiale d'humidité, de la stratification du sol.

Porosité ==> vitesse
d'infiltration ==> Coefficient
de
ruissellement ==> érosion

Teneur en matière en matière organique

Échantillon a et b : l'analyse a montré que la teneur en matière organique est inférieure à 0.5 % cela démontre que partout où l'érosion a été constatée la partie arable du sol est partie.

Échantillon c : la matière organique est de l'ordre de 5% et là le phénomène d'érosion n'est pas constatée.

Nous pouvons dire alors avec P. Baril que l'érodibilité des sols diminue avec l'augmentation de la matière organique. L'expérience a montré que les sols dont la matière organique est inférieure à 3 % présente une très grande susceptibilité à l'érosion.

ESTIMATION DES PERTES DE SOLS

La quantification de l'érosion a débuté, il y a de cela une cinquantaine d'années. Beaucoup de formules ont été proposées. Elles sont variables selon les milieux, une pourtant fait force de loi et est surtout appliquée en Afrique de l'Ouest. Ceci dit, on a passé en revue toutes les formules existantes et notre choix s'est porté sur celle-là. Cette formule que nous considérons applicables connaît aussi de limite.

Nous essayerons de les mettre en lumière et voir dans quelle mesure elle peut-être transformée en avantage. Mais qu'est-ce qui peut remplacer l'expérience ? Comment savoir si cette formule appliqué est juste ou proche de la réalité si les mesures ne sont pas faites pour vérifier sa véracité. Mais compte-tenu du temps réparti, la période pendant laquelle on fait le projet ne permettent pas ce "luxe".

L'équation retenue est donc l'équation universelle de WISCHMEIER :

$$A = 2.24R.K.LS.C.P.$$

où

A : pertes de sols (t/ha)

2.24: coefficient de transformation des unités

K : facteur de sol

R : facteur d'agressivité climatique

- LS : facteur de pentes
- C : facteur agronomique
- P : facteur des aménagements anti-érosifs

IV.1 Calcul des facteurs

facteur R

Avec Wischmeier on a $R = (Eg * I) / 100$

Eg: énergie cinétique de pluie

I : intensité maximum en 30mn

$$\begin{aligned}
 Eg &= 11.9 + 8.73 \text{ Log } (I) \\
 &= 11.9 + 8.73 \text{ Log} 50 \\
 &= 26.73 \text{ J/m}^2
 \end{aligned}$$

On a alors :

$$\begin{aligned}
 R &= \frac{26.73 * 50.10^{-3}}{100} \\
 &= 1.337 \%
 \end{aligned}$$

$$\mathbf{R = 1.34\%}$$

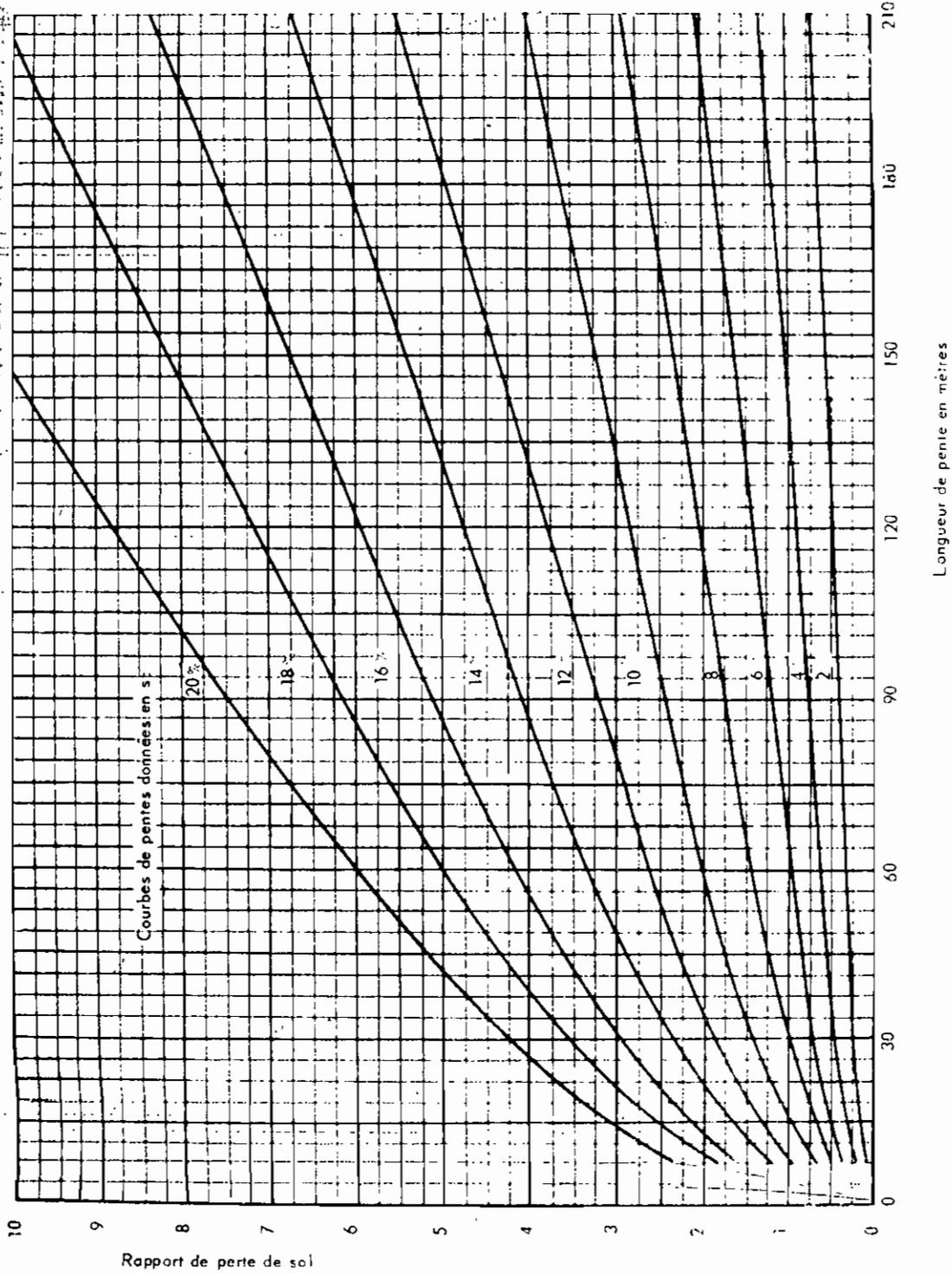
Ce facteur devient à partir d'une valeur supérieure à 10. Ce qui n'est pas le cas donc on peut à priori dit que l'agressivité du sol n'est pas très déterminant pour cette érosion.

PLANCHE 3

EQUATION UNIVERSELLE DE WISCHMEIER

GRAPHIQUE DONNANT LES VALEURS DU FACTEUR U.S.
EN FONCTION DE LA LONGUEUR ET DU POURCENTAGE DE LA PENTE
(référence 31)

Fig. N° 1



REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE :

26.9

Calcul de facteur de pente

On présentera quelques résultats, le traitement est donné en ANNEXE.

TABLEAU 4.1

POINTS	:	R	A	B	C	D	E	F
ALTITUDE (m)	:	50.00	49.82	49.64	48.05	46.26	45.26	44.33
POINTS	:	G	H	I	J	K	M	
ALTITUDE (m)	:	42.67	41.04	38.86	35.91	35.67	35.00	

Pour une pente de 0.75 % et une longueur de 150m on a avec l'abaque de la page suivante LS = 0.12.

Il y a danger à partir de la valeur 3 donc ici encore le problème ne se pose pas.

Calcul de facteur d'érodibilité K

Le facteur sol caractérise l'érodibilité du sol, c'est-à-dire la sensibilité à l'érosion. Il est défini comme étant égal aux pertes de terre par unité d'érosivité de pluies, ceci est d'autant plus vrai lorsque les mesures d'érosion sont effectuées sur des parcelles expérimentales semblables à celle utilisée pour l'établissement de l'équation universelle (chapitre V).

Ce facteur sans dimension, mesure la plus ou moins grande résistance relative d'un sol à l'érosion. Il est nécessaire de connaître cinq paramètres pour lire la valeur de K :

- % de silt (0.002 à 0.05 mm) + % de sable fin (0.05 -0.01mm)
- % de sable (0.1 -2.0mm)
- teneur en matière organique (M.O)
- structure
- perméabilité

Tous ces paramètres ont été trouvés, il suffit de faire les lectures sur les abaques pour dégager la valeur de K.

Procédure :

- 50 % de limon
- 10 % de sable
- 0.5 % de M.O
- 2 structure : finement polyédrique
- 4 perméabilité: lente à modérée (Cours de mécanique de sols)

Ces cinq paramètres donnent une valeur de $K = 0.24$.

On a décidé pour confronter les résultats de lire dans un autre abaque tenant cette fois-ci compte la teneur en M.O et de l'élément majoritaire avec qui on peut caractérisé le sol sont les deux paramètres (FIG IV.III.2).

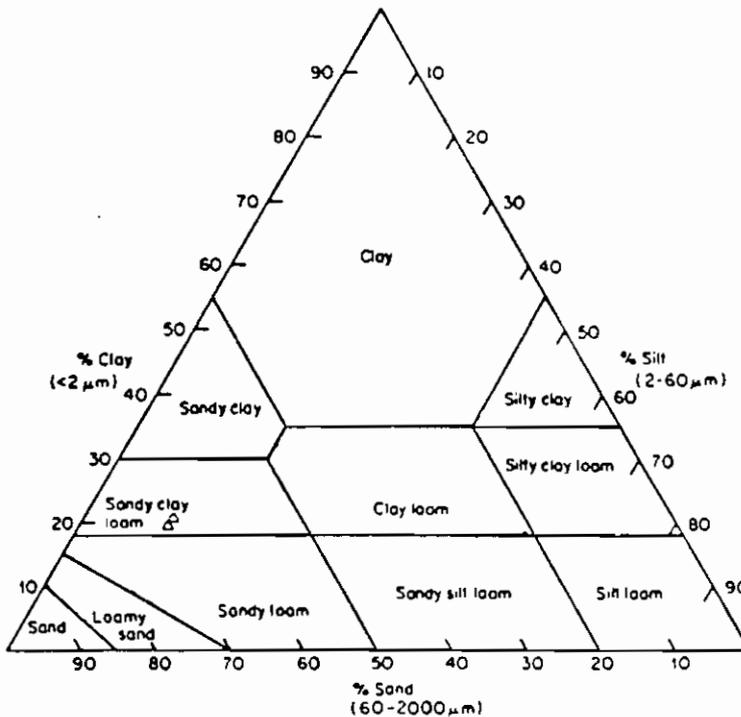
Cet abaque nous donne la même valeur de K. Ce qui nous a sans doute réconforté beaucoup.

Cette valeur de K montre que les valeurs intrinsèques de sol jouent un rôle très important dans cette érosion.

Fig IV. 2 : Valeurs indicatives de K

Texture class	Organic matter content		
	< 0.5 per cent	2 per cent	4 per cent
	K	K	K
Sand	0.05	0.03	0.02
Fine sand	0.16	0.14	0.10
Very fine sand	0.42	0.36	0.28
Loamy sand	0.12	0.10	0.08
Loamy fine sand	0.24	0.20	0.16
Loamy very fine sand	0.44	0.38	0.30
Sandy loam	0.27	0.24	0.19
Fine sandy loam	0.35	0.30	0.24
Very fine sandy loam	0.47	0.41	0.33
Loam	0.38	0.34	0.29
Silt loam	0.48	0.42	0.33
Silt	0.60	0.52	0.42
Sandy clay loam	0.27	0.25	0.21
Clay loam	0.28	0.25	0.21
Silty clay loam	0.37	0.32	0.26
Sandy clay	0.14	0.13	0.12
Silty clay	0.25	0.23	0.19
Clay		0.13-0.29	

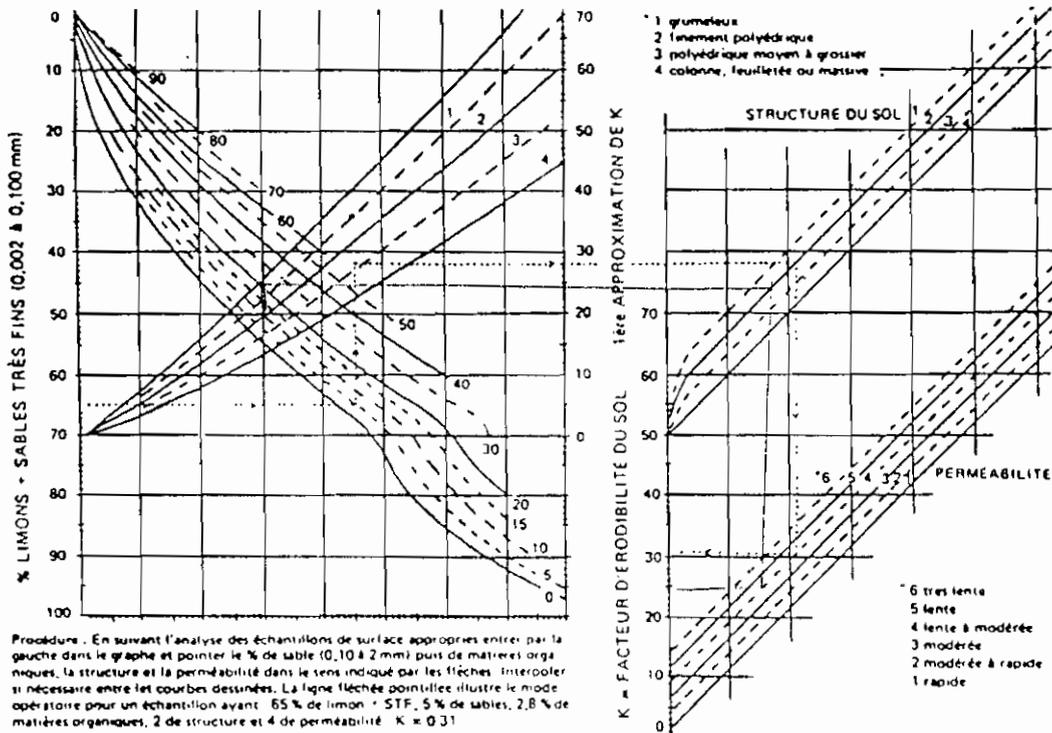
* The values shown are estimated averages of broad ranges of specific-soil values. When a texture is near the borderline of two texture classes, use the average of the two K values.



28.9

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE 3

En première approximation, le facteur d'érodibilité K peut être obtenu par le nomogramme présenté à la figure 2.2. En fonction de la texture, de la teneur en matières organiques et de deux indices de structure et de perméabilité, ce nomogramme fournit un ordre de grandeur suffisamment précis de l'érodibilité du sol.



1403

Fig. Facteur d'érodibilité du sol (Wischmeier et Smith, 1978)

REFFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE 3

Car pour que ce facteur ne soit pas un danger, il faut que $K < 10$.

Facteur agronomique C

Le facteur C est sans dimension, il permet de tenir compte du fait que les pluies agissent proportionnellement plus sur le sol nu que sur le sol couvert. Il caractérise la culture, le degré de fertilisation minérale (niveau de productivité) ou organique (soit des résidus de récoltes).

C'est le rapport des pertes de sol d'une terre cultivée dans des conditions bien définies, aux pertes d'une jachère continuellement travaillée ($C=1$) tous les autres facteurs étant égaux par ailleurs.

La seule source de calcul pour ce facteur est un tableau américain. Nous avons constaté que ce tableau correspond à notre milieu pluviométrique annuelle qui est égale à environ 500mm.

D'après l'analyse faite au chapitre IV, on peut considérer que ce facteur joue un rôle très important dans la conservation des sols à Péléo au regard de la définition même de C. Mais comment trouver C ? On s'est approché de la direction de la conservation des sols section de Thiès pour avoir de réponse en les présentant les données caractéristiques du milieu. Le choix s'est porté sur la valeur de 0.6.

C = 0.60 d'après les résultats d' Eric ROOSE.

Le facteur des aménagements anti-érosifs

Le facteur P est défini comme le rapport entre les pertes en terre d'un champ sur lequel on applique des pratiques de conservation et celles d'un champ cultivé dans le sens de la plus grande pente.

Ici aucune méthode d'aménagement n'est préconisée. Alors nous décidons de prendre $P= 1$.

* Calcul de pertes de sols

$$\begin{aligned} A &= 2.24R.K.LS.C.P \\ &= 2.24*1.337*24*0.12*0.6*1 \\ &= 5.175 \text{ t/ha} \end{aligned}$$

$$A=5.2 \text{ t/ha}$$

Avec cette valeur trouvée on peut dire que des méthodes de lutte peuvent être engagées car l'érosion bien qu'étant dangereuse n'est pas encore très dangereuse à telle enseigne que la situation soit irréversible.

Cette formule n'est pas sans point faible. Il considère les facteurs de l'érosion comme indépendant des facteurs ce qui n'est pas vrai. Comme on l'a vu il existe de nombreuses interactions entre ceux-ci. Cette faiblesse du modèle est par ailleurs l'un de ces points forts. Sa simplicité et l'indépendance des facteurs permettent de juger rapidement l'efficacité de telle ou telle

méthode de lutte anti-érosive par exemple la méthode des digues filtrantes à Péléo. Nos analyses ont pu déterminer au regard de la formule les causes réelles de l'érosion dans ce village. Du fait que chaque terme de l'érosion est directement proportionnel à l'érosion, il est aisé d'apprécier l'influence de la modification de l'un des facteurs des pertes de sols.

2) Limites et intérêts de l'équation de WISCHMEIER

Limites

- Cette équation empirique demande l'exploitation de nombreux résultats, il est donc nécessaire pour fixer les valeurs des différents facteurs, de posséder un grand nombre de résultats expérimentaux car basée sur l'analyse statistique d'un grand nombre de résultats. En l'absence de résultats locaux, on peut cependant s'appuyer sur les tables donnant les valeurs des coefficients aux USA (C, P).

- Les résultats obtenus provenant de ce bassin, ne peuvent être transposés sur d'autres (sol, climat, couverture végétale, mode de vie, techniques culturales et méthodes anti-érosives,...).

- L'équation néglige l'aspect qualitatif des matériaux érodés, or la richesse de ce sol se trouve stockée dans les vingt premiers cm. L'érosion a déjà passée par là et a arraché sélectivement les

colloïdes organiques et minéraux ainsi que les éléments nutritifs qui assurent les réserves chimiques et hydriques du sol.

(voir chapitre IV et la documentation dans les travaux de Roose en 67, 68 et 73)

- Cette équation convient surtout à l'érosion en nappe et en rigole. Mais quand on est plus dans ces cas des mesures doivent faire chaque année sur le terrain pour avoir une idée réelle de pertes de sols.

Intérêts

Tous ces inconvénients étant admis, il faut reconnaître non seulement l'utilité pratique de cette équation sur le terrain pour rationaliser l'aménagement d'espace rural, mais aussi un intérêt scientifique certain pour définir l'influence des facteurs en cause. Cette équation répond donc bien à sa vocation qui est de fixer les techniques anti-érosives à mettre en oeuvre dans chaque cas particulier de l'aménagement du territoire. Ainsi pour diminuer l'érosion on peut agir sur :

- l'indice de sol (K) en améliorant la structure et la perméabilité, ce qui s'obtient par une incorporation d'humus au sol (méthode biologique : paillage, engrais vert) ;
- le facteur C en faisant de sorte que le sol soit le plus

couvert possible pendant les périodes les plus critiques (Ec élevée). Les techniques culturales et le calendrier agricole peuvent intervenir positivement ;

- le facteur P en préconisant des cultures en bandes, en courbes de niveau, si possible alternées.

C'est seulement lorsqu'on aura épuisé ces trois possibilités qu'il sera nécessaire d'agir sur les facteurs de pentes par des travaux anti-érosifs appropriés.

CHAPITRE 5

MÉTHODES ET TECHNIQUES DE LUTTE ANTI-ÉROSIVES

Les procédés mécaniques permettent de combattre massivement l'érosion pluviale en brisant, contenant ou disciplinant le ruissellement. Mais l'importance des procédés biologiques dans la lutte contre l'érosion est souvent méconnue et même certains auteurs n'hésitent pas à dire pour lutter contre l'érosion linéaire, il faut seulement des méthodes mécaniques. Depuis quelques années beaucoup de chercheurs ont étudié ces procédés, leurs conclusions méritent qu'on porte beaucoup d'attention sur ces procédés.

1 Couvert végétal

Il est d'autant plus efficace qu'il absorbe l'énergie cinétique des gouttes de pluies donc :

- + qu'il recouvre une forte proportion du sol durant les périodes les plus agressives de l'année (Août et septembre) ;
- + et qu'il ralentit l'écoulement du ruissellement et qu'il maintient une bonne porosité.

Mais on ne peut pas parler de couvert végétal sans parler de manière de le faire car ne perdons pas de vue notre objectif. Nos recherches à la direction des eaux forêts nous permet de proposer quelques solutions (voir annexe).

Cette couverture végétale peut être de différente sorte. En tenant compte du besoin de la population et de leur capacité, de leur mode de vie, on peut essayer de lier culture et technique agricoles. Mais avant d'arriver là, faisons l'analyse des plantes cultivées et savoir quoi faire.

La culture de l'arachide et de l'haricot

Elle constitue un barrage qui freine l'écoulement des eaux, tandis que les grosses racines pivotantes favorisent l'infiltration. Donc on peut dire que la culture d'arachide est très appropriée pour la lutte contre l'érosion hydrique et on a pu observé que là où il y a cette culture ce problème n' est pas en vue.

La culture de mil

Au niveau des cultures, notre premier constat est de voir que là où il y a le mil, l'érosion est très prononcée. On s'est dit que quelque chose ne va pas. Peut être c'est la nature du sol

avons-nous dit, mais l'analyse du sol nous a montré que là où les sols ont les mêmes caractéristiques physiques l'érosion est plus prononcée quand il y a le mil, toute chose étant égale par ailleurs. Donc c'est la plante même qui joue ce rôle négatif à l'environnement. Il faut alors s'approcher des auteurs qui ont travaillé dans ce sens pour trouver les raisons et voir quelle solution proposée.

En effet E. ROOSE avait observé que les eaux de pluie se concentrent le long de la tige, déchaussent bien souvent les racines et cisailent le sol en provoquant la naissance d'une rigole et avec le temps évolue en ravine. Mais comment faire ?

Les techniques culturales et d'autres méthodes nous permettrons d'élucider ce problème.

La culture de manioc

Le même constat se fait pour l'arachide. L'explication de ROOSE se porte sur l'architecture de la plante. Cependant après 4 mois le problème d'érosion peut être noté. Il est moins grave que dans le cas de mil. Planter le manioc deux mois avant la saison pluvieuse, la plante n'aura pas le temps d'atteindre la période critique avant la saison des pluies.

En résumé on peut dire que pour mieux protéger le sol par le couvert végétal, il faut des cultures qui :

- interceptent des gouttes de pluie ==> dissipation d'énergie cinétique ==> diminution dans une large mesure de l'effet de "splash" (arachide, bananier),
- maintiennent le sol en place par l'action mécanique des systèmes racinaires,

- améliorent la porosité ==> augmentation la capacité d'infiltration du sol et diminution du ruissellement superficiel,
- réduisent la vitesse de ruissellement,
- apportent les matières organiques =====> l'humus produit améliore la structure du sol et sa cohésion.

Les expériences accumulées par ces paysans et nos enquêtes à la Direction des eaux et Forêts à Dakar nous permettent de faire la liste de certains espèces qui pourront être choisis (voir annexe).

V.2 - LE PAILLAGE

Le paillage consiste à recevoir les interlignes culturaux d'une couche de 10 à 20cm de matières végétales mortes (paillis, mulching)provenant de la culture principale : chaumes ou fanes de céréales, végétations coupées par sarclages ou élagages.

Ici on retiendra **l'étalement des tiges de mil** après la récolte ainsi que les débris végétaux. Pour l'exécution, le paillis doit être appliqué soigneusement sur la surface du sol, afin de ne pas être entraîné lors des pluies intenses. Donc pendant les périodes critiques : l'enfouir dans le sol en prenant soin de faire une levée de terre. Pendant les périodes non critiques l'appliquer à même de sol.

Son avantage est qu'il est favorable à la conservation du sol par ses modes d'action d'ordre :

- mécanique : protection contre les gouttes de pluie et réduit la vitesse du vent donc obstacle à l'érosion hydrique et éolienne ;
- biologique : apport de matières organiques ;
- chimique : accélère l'oxydation de la matière organique.

Les inconvénients sont nombreux, entre autres : risque d'incendie. C'est pourquoi certains auteurs conseillent d'enfouir tout cela dans le sol. Le rôle recherché ici est surtout mécanique, c'est pourquoi nous conseillons de ne pas l'enfouir dans le sol. L'enquête a montré que dans ce village, il n'y a pas un grand risque d'incendie du fait qu'ils ne font pas du feu de brousse.

TABLEAU 5.1 (E. ROOSE)

Comparaison des phénomènes d'érosion sous une forêt dense et une parcelle de bananier paillés : ADIOPODOUME (Basse-COTE D'IVOIRE).

ANNÉE	PRÉCIPITATION ANNUELLE (Hteur annuelle)	ÉROSION (kg/ha/an)	
		Paillés	Forêt
1960	1297	5	13
1961	2289	11	15

V.3 Techniques bioculturelles

Il s'agit des techniques classiques inspirées par les principes bien connus d'une agriculture à la fois rentable et conservatrice du potentiel de production, mais on essaiera ici de se forcer de dégager surtout les effets favorables à la capacité de la résistance des sols à l'érosion de notre milieu caractérisés par l'extrême fragilité de l'humus.

Les rotations culturales

C'est l'alternance dans le temps et dans l'espace des cultures qui protègent mal le sol : mil, tabac, et comme on l'a bien dit à la longue le manioc. Cette technique permet de réduire l'érosion à l'échelle du bassin versant. Même si elle n'est pas conçue qu'au seul égard de la fertilité, une rotation culturale entretient des mécanismes autant profitables à la conservation de sols qu'au maintien de leur fertilité, dans la mesure où ces mécanismes influent favorablement sur la teneur en humus et la stabilité des agrégats. Cela ne veut pas dire que cela n'est pas sans inconvénient. IL faut surtout éviter les cultures sarclées. Dans ce village cela ne cause pas de problème. On cherchera à les associer autant que possible à ce qu'on appelle des cultures associées.

Les cultures associées

La logique est très simple : culture qui couvre mal le sol et les cultures qui couvrent bien le sol (Ex : Mil + Haricot).

L'avantage est que celle-ci s'applique quelque soit la période d'évolution (Ex : Manioc + Arachide).

Cultures en bandes alternées

Cette méthode consiste à disposer des cultures perpendiculaires à la pente en une série de bandes successives de telle manière qu'au moment où une bande est dénudée ou bien porte une culture laissant place à l'érosion, les deux bandes adjacentes soient couvertes des végétaux, celles-ci ayant fonction :

- d'intercepter l'eau de ruissellement,
- de réduire la vitesse d'écoulement et en conséquence sa capacité d'entraîner les particules terreuses.

L'idéal est d'alterner les cultures érosives (plantes sarclées) avec des cultures érosives (céréales,) et des cultures améliorantes (prairie, légumineuses).

Autres

Plusieurs dispositions existent pour pouvoir lutter contre

FIG. 1

LES PROCÉDÉS CULTURAUX DE LUTTE CONTRE L'ÉROSION DE LA PLUIE ET DU VENT

Des procédés à mettre en œuvre avant d'envisager des travaux anti-érosifs tels que terrassements, ou à employer en complément de ceux-ci.

I - LES PROCÉDÉS QUI RENFORCENT LA RÉSISTANCE DU SOL À L'ENTRAÎNEMENT PAR L'EAU ET LE VENT EN AMÉLIORANT LA

STABILITÉ DE LA STRUCTURE

1- les AMENDEMENTS HUMIFÈRES pour la constitution du COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE, ciment des agrégats.

2- les AMENDEMENTS CALCAIRES pour la floculation de ce COMPLEXE ARGILO-HUMIQUE et sa résistance à la dispersion par l'eau.

3- la ROTATION DES CULTURES, source d'humus



II - LES PROCÉDÉS QUI LIMITENT LE RUISSELLEMENT DONC L'ENTRAÎNEMENT DU SOL :

A - EN AUGMENTANT LA PÉRMEABILITÉ

1- le TRAVAIL DU SOL

● lorsqu'il... soulève et fissure le sol tassé.



incorpore superficiellement les matières organiques

● lorsqu'il évite :

de tasser le sol en période humide. d'émietter le sol trop finement avant une période humide avec création d'une semelle.

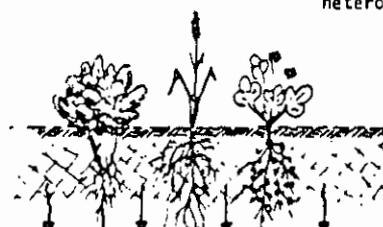
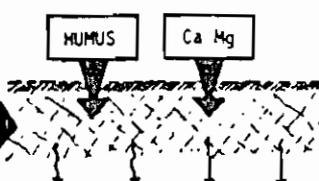


de retourner trop profondément un sol hétérogène.

Terra humifère résistante à l'érosion, mais enfouie

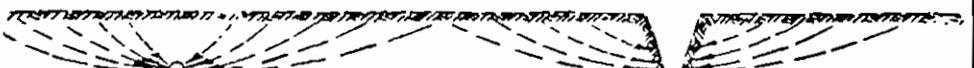
Terra argilo-limoneuse plus sensible ramène en surface

2- les AMENDEMENTS HUMIFÈRES et CALCAIRES qui maintiennent la structure, donc favorisent l'infiltration.



3- la ROTATION DES CULTURES qui améliore la perméabilité :
- par la diversité des systèmes racinaires ;
- par les résidus organiques ;
- par la diversité des travaux du sol.

4- le DRAINAGE qui évite l'engorgement donc la destruction de la structure



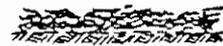
B - EN CRÉANT AU RAS DU SOL DES OBSTACLES AU RUISSELLEMENT ET AU VENT

1- la COUVERTURE DU SOL

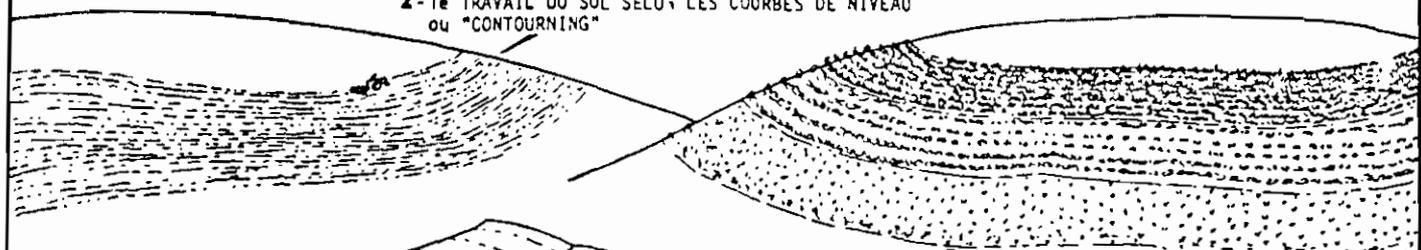
VIVANTE : la prairie et les engrais verts



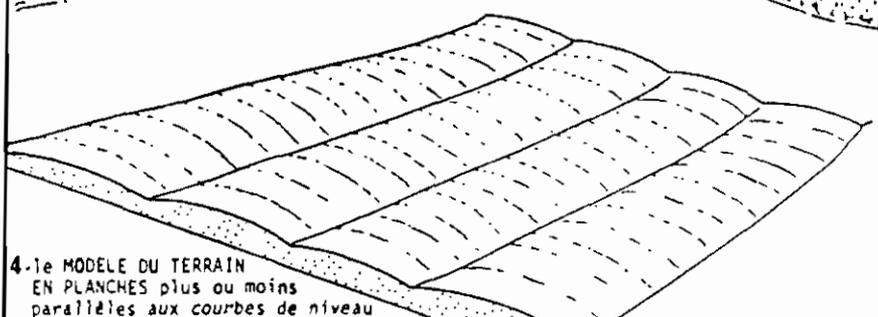
MORTE : le paillage ou mulching plus ou moins incorporé au sol, et avec parfois semis direct.



2- le TRAVAIL DU SOL SELON LES COURBES DE NIVEAU ou "CONTOURNING"



3- la CULTURE EN BANDES ALTERNANTES ou "STRIP-CROPPING"



4- le MODÈLE DU TERRAIN EN PLANCHES plus ou moins parallèles aux courbes de niveau

TOUS CES PROCÉDÉS CULTURAUX SONT DÉJÀ D'UN GRAND EFFET, ILS PEUVENT CÉPANDANT S'AVÉRER INSUFFISANTS SUR CERTAINS SOLS ET SUR CERTAINES PENTES. IL FAUT ALORS AVOIR RECOURS

- A DES PLANTATIONS DE HAIES ET RIDEAUX D'ARBRES
- A DES TRAVAUX DE TERRASSEMENTS

l'érosion et améliorer la qualité de sols. Mais soit les conditions ne sont pas les mêmes, soit elles ne sont pas encore connues suffisamment d'expérience pour se permettre de les appliquer. Nous nous sommes inspirés des techniques classiques de l'agronomie tropicale sèche et choisi les mieux adaptées.

V.4- Les techniques culturales

Comme toutes les autres techniques, les techniques culturales ne sont pas universelles. Une technique peut s'avérer efficace dans un milieu et être destructif dans un autre milieu. C'est dire donc qu'il faut étudier chaque technique avec beaucoup d'attention et d'observation et voir celle qui s'adapte le mieux. Beaucoup ont cherché, notamment L'ORSTOM. Compte tenu des analyses faites dans les chapitres II, III, IV on s'inspirera des travaux effectués et choisis les méthodes qu'on juge les mieux adaptées.

Les labours à plat en courbes de niveau

Cette méthode a pour effet de fragmenter au plus haut point le ruissellement et de réduire considérablement la vitesse d'écoulement de l'eau, mais son efficacité peut être limitée en raison de la forte pente.

labours en billons

Pour que les labours en billon soient efficaces pour la lutte contre l'érosion, il faut faire une étude de sol (ce qui a été déjà fait), des plantes (déjà fait aussi). Il en découle de nos analyses qu'il faut faire avant ou au début de la saison de pluie sans aucun travail dans ce sens après. Une petite analyse granulométrique montre que dans notre cas il faut des billons de taille. Beaucoup d'expériences ont montré pour que ça soit efficace, il est indispensable de cloisonner les billons (rétention des sables sur place) et de prévoir un écoulement des excès dans les exutoires aménagés.

V.5- Matières organiques

Ce sont des solutions à envisager pour l'amélioration de sols. Nous avons jugé bon de ne pas s'attarder sur tout ceci car en réalité cela ne rentre pas dans le cadre de la lutte contre l'érosion au sens strict. Il est évident qu'au sens large les engrais sont indispensables.

V.6- Remarque

Il est très important de faire le point sur tout ce qui vient d'être dit, c'est pourquoi il nous semble important de faire cette conclusion à mi-chemin.

TABLEAU 5.2 (TRA)

Orientation du choix des profils d'ouvrage d'après la pente et la culture

<u>CULTURE</u>	<u>Pentes en %</u>	<u>Type de banquettes</u> <u>à adopter</u>	<u>% de</u> <u>pertes</u>
céréales	2-3	labours horizontaux	0
	3-6	cultures en bandes	0
	3-5	en triple courbure	0
	5-12	à doubles courbures	0
	12-18	à triples courbure	5
	18-30	à talus coupé	8
	30-50	à profil en v	20
céréales +	< 18	à simples courbures	0
arbres fruitiers		à talus coupé	0
	< 50	à profil normal	0

Quelles que soient la pente, les techniques culturales et l'agressivité climatique ; un couvert végétal complet (peu importe son architecture, et sa nature botanique pourvu qu'il soit complet) assure une excellente conservation de l'eau et du sol. Son influence prime sur celle de tous les autres facteurs. C'est donc aux méthodes biologiques favorisant ce couvert végétal qu'il faut adresser en priorité pour assurer l'économie de l'eau et la

conservation de sol si on veut éradiquer complètement l'érosion avant de penser aux aménagements anti-érosifs classiques, lesquels sont généralement peu rentables, difficiles à entretenir et parfois même d'efficacité douteuse.

Compte tenu de notre situation, un reboisement est possible, la situation n'est pas encore irréversible. Mais il faut de la volonté des concernés et de leur sens aigu de clairvoyance. Mais en attendant c'est l'inclinaison de la pente et les propriétés hydrodynamiques du sol, le mode de vie et les méthodes culturales qui influencent les pertes de sol.

Les techniques culturales peuvent aider à réduire temporairement les risques d'érosion car le travail de sol augmente l'infiltration de l'eau et diminue par la même occasion la désagrégation du sol donc son érodibilité. Il n'en reste pas moins qu'un effort sérieux reste à faire pour mettre au point des techniques culturales rentables réellement adaptées aux cultures et aux conditions écologiques.

Dans ce village où l'eau manque au début de saison et où les sols sont riches en sables fins et limons argileux donc battement et pauvre en matières organiques, le labour profond semble indispensable pour assurer un développement correct du système racinaire et des plantes cultivées. Il permettra de lutter contre le transport de sédiment par le ruissellement et le vent.

V.7 MÉTHODES MÉCANIQUES

Généralités

Comme toutes les techniques, les méthodes mécaniques ne sont pas universelles, cependant la variante n'est pas très grande. Les livres consultés et l'ORSTOM nous ont permis de trouver celles qui ont déjà fait leur preuves sous d'autres cieux. Notons cependant que la méthode de digue filtrante mise en application dans ce village porte ces fruits, il suffit seulement de proposer des améliorations, ce qui occupera une grande partie de ce paragraphe.

Néanmoins il y a des méthodes qui pouvaient être expérimentées et qu'il faut une grande attention.

Les terrasses : ce sont les plates formes disposées en marches d'escalier. Les terres de remblai sont soutenues à l'aval soit par un mur, soit par une pente gazonnée. Son utilisation est de moins en moins fréquente car ça nécessite plusieurs travaux et ne rentre pas dans le cadre d'un programme intégré.

Les rideaux : ils résultent d'un modelé des champs en pente obtenu moins par terrassement que par une évolution progressive due au labour. Ils se forment chaque fois que deux champs: l'un en amont et l'autre en aval sont séparés par une

limite perpendiculaire à la pente : petit à petit, à force de labourer en versant vers le bas, le bord amont de cette limite se relève alors que le bord aval se creuse. Le profil général du terrain offre une succession de champs moins pointus séparés de décrochements ou «rideaux». Les rideaux, au départ simple limite, reçoivent les pierres ramassées sur le champ. Des broussailles, puis des arbustes et des arbres s'y installent, à moins que l'on n'y plante des arbres fruitiers ou une haie.

Les banquettes : une banquette est une bande de terre de largeur réduite et constante comportant un fossé très évasé. Elle brise l'énergie du ruissellement, augmentent l'infiltration et évacuent les eaux des exutoires. En fonction du degré de pente, du type de sol, des possibilités d'aménagement, de la pluviométrie, nous choisissons la **banquette de canalisation**.

Fossés et gradins : le fossé est un ouvrage creusé à profil en U, de 0.25 à 0.80 m au carré. Tandis que le gradin est un ouvrage creusé de 1 à 2 m de largeur en V, ou très rarement en trapèze. Ces ouvrages creusés ne sont utilisés que très rarement sur des terres cultivées. Relativement profond par rapport à leur largeur, ils interdisent, en effet, le passage des instruments de culture (on en a pas dans ce cas) et même gênent celui des animaux. Dans notre cas ils peuvent être

utilisés pour canaliser et faciliter la circulation des animaux (voir annexe).

Les levés de terre : une levée de terre est une sorte de digue, généralement de faible hauteur destinée à retenir l'eau. Dans les régions sèches, comme Péléo, elles fonctionnent comme de véritables digues retenant l'eau, parfois jusqu'au pied de la levée situé en amont.

Au dessus de 3 % de pente naturelle la banquette est utilisée au même titre qu'une levée de terre.

Les BRISE-VENT : partout où il existe de vastes étendues dépourvues d'arbres, la nécessité de brise-vent se fait sentir pour assurer la protection des terres contre l'érosion éolienne. Nous pouvons distinguer deux sortes de brise-vent :

- inertes : murettes de pierres sèches, palissades, claies de roseaux,
- vivantes : rideaux d'arbres ou d'arbustes, ou même simples bandes de plantes annuelles comme le mil.

Les brise-vent ont un double rôle : une action mécanique en réduisant la vitesse du vent d'une part et d'autre part ils modifient le microclimat et de ce fait ils influencent sur la végétation (production végétale). Ici, comme on ne le cesse de le rappeler, il faut choisir ce qui peut être prise en charge par les paysans :

- Les rideaux d'arbres : les études aérodynamiques menées par GUYOT en 1977 ont montré que les brise-vent les plus efficaces étaient les brise-vent minces (du fait de leur flexibilité) ne composant qu'une ou deux rangées d'arbres. L'espacement recommandé est de 15 ou 18 fois leur hauteur.

Compte tenu du manque d'eau qui prévaut dans le village pendant une bonne partie de l'année, pour que ce brise-vent puisse jouer son rôle pleinement il faut un entretien permanent donc une organisation de la part de villageois afin de permettre une croissance des arbres. Les espèces utilisées devront présenter au tant que possible les caractéristiques suivantes :

- hauteur suffisante
- croissance rapide
- feuilles persistantes
- concurrence racinaire limitée
- bois non cassant.

De plus chaque fois que c'est possible, on choisira les espèces dont la vente viendra amortir le prix de revient. Il est à noter qu'il n'est pas indispensable de trop serrer en vue de réaliser des rideaux perméables au vent. La distance entre deux arbres ne sera donc pas inférieure à 2 m (voir annexe pour les types d'arbres proposés).

- Les cultures annuelles : comme nous avons vu, la majorité des particules transportées ne dépassent pas la hauteur de 1 m, il est possible de lutter avec succès contre l'érosion éolienne avec des brise-vent bas, constitués par des bandes de cultures annuelles. Les plus efficaces dans ce domaine sont deux rangs pour le mil.

Une méthode simple de protection du sol contre le vent consiste à abandonner ou à épandre sur les champs après la récolte des résidus végétaux (les tiges de mil), tels que chaumes, pailles, fanes. Parmi ces résidus ceux qui possèdent une texture fine protègent mieux le sol que des tiges grossiers.

- Les brise-vent artificiels : s'il y a quelques choses à proposer, nous insisterons sur ces derniers. Car en tenant compte de notre milieu où une végétation a des difficultés de se maintenir les claies de roseaux, les grilles en matières, ... peuvent être utilisés pour des sols fortement érodables (voir chapitre IV) et pour la fixation des dunes.

- Protection des pâturages : la protection de terrains de parcours de bétails consiste essentiellement en la conservation du tapis herbacé ce qui implique la limitation du pâturage.

Le broutage et le piétinement détruisent la végétation et transforment en poussière la surface du sol qui devient, ainsi, de plus en plus sensible à l'action du vent. Le surpâturage est donc la cause essentielle de l'érosion éolienne sur les terres de parcours des bétails. Il se manifeste surtout le long des passages de bétails dans les zones d'ombre, c'est-à-dire partout où le bétail se rassemble à certains moments. Ce sont les zones qu'il convient de surveiller particulièrement en les mettant périodiquement en défens pour permettre à des végétations de se reconstituer. La rotation des parcours, quand elle est applicable et d'une manière générale, toutes les mesures qui permettent le renforcement de la couverture végétale donne aussi d'excellents résultats.

- Autres : beaucoup d'autres méthodes existent pour lutter contre l'érosion éolienne. Mais elles sont très couteuses, même si c'est très efficace. D'autres par contre ne répondent pas aux aspirations du milieu. Cependant nous sommes convaincus que les méthodes énoncées ici, si elles sont appliquées, les résultats ne feront pas attendre. Leurs expériences sous d'autres cieux de même nature que Péléo sont satisfaisantes.

La lutte contre le ravinement

Pour lutter contre les ravines, il faut :

- + prévenir au niveau des champs
- + la stabilisation des berges par la végétation

=====> création des ouvrages pour :

- limiter la vitesse des eaux
- bloquer la terre donc florissement de la végétation.

Plusieurs méthodes de lutte ont été développées, nous énumérons ceux que notre milieu peut accepter. Mais une méthode est déjà en cours et pour le moment l'espoir est permis quant aux résultats de cette expérience. Nous allons consacrer une bonne partie de ce "paragraphe" sur les améliorations à apporter et les méthodes pratiques de disposition. Citons d'autres techniques mécaniques qui peuvent être appliquées :

- obturation de ravine
- barrages en perches et branchages à encrage latérale
- barrage en triple en pieux et en paille
- barrage en pieux et branchages
- barrages en grillages

"BARRAGES" EN GABIONS

Ils permettent d'annihiler une fois pour toutes les excès de pente, réduire les vitesses d'écoulement et en l'absence de végétation régler les problèmes de ravine. C'est ce dernier aspect qui nous

intéresse et c'est sur ça que nous allons s'attarder. De tels ouvrages provoquent un dépôt d'alluvion très fines et une infiltration importante. Leur construction s'impose chaque fois que l'on sait ne pas compter avant longtemps sur la remise en végétation du thalweg. Mais aussi et surtout pour limiter le transport de sédiments.

Principe

Un gabion est une cage en grillage galvanisé qui a la forme d'un parallélépipède rectangle et qui est rempli de pierres. Les gabions sont confectionnés par les paysans dans un atelier aménagé à cet effet. La fabrication artisanale est souvent avantageuse et permet:

- de diminuer le coût des gabions
- une maîtrise plus complète de la technique par les villageois.

Dans tous les cas, les gabions doivent répondre à des caractéristiques déterminées pour assurer leur solidité et leur pérennité.

Formes et les dimensions

Les gabions peuvent être de deux types. Nous énumérons ici la forme que les paysans ont utilisés dans ce village. Le gabion cage de 2 m³ dont les dimensions sont les suivantes :

- . hauteur de 1 m,
- . largeur de 1 m,
- . longueur de 2 m.

Le fil de fer est en acier doux recuit obtenu par tréfilage à froid et en continu. La galvanisation est réalisée à chaud avec de zinc pur.

Le remplissage : les pierres destinées au remplissage sont de dimensions suffisantes pour ne pas traverser les mailles en tous sens. Diamètre supérieur à 15 cm pour la maille de 100*120. Elles ne doivent pas être trop grosses car elles réduisent l'effet de souplesse du gabion : diamètre inférieur à 30 cm. Lors du remplissage, les plus grosses pierres sont placées contre le grillage pour les raisons bien évidentes.

La pose des gabions : On creuse des tranchées peu profond et on place les gabions perpendiculaire au sens de l'écoulement, sur toute la largeur de la ravine ou du ravin.

CORRECTION : La correction des ravines et ravins s'intègre normalement dans le problème de l'écoulement des eaux de ruissellement et des eaux évacuées.

Il s'agit d'organiser ou de discipliner le ruissellement depuis les lignes de crête en direction des thalwegs existants et, à cette fin, de concevoir les conditions dans lesquelles doivent être installées ou aménagées et fonctionnées :

- les fossés de protection en amont des terres protégées
- les exutoires naturels ou artificiels recueillant l'eau des ouvrages de défense,
- les chemins d'eau, généralement naturels, où les exutoires se déversent à leur tour et dont l'importance croît avec celles des eaux drainées.

Ce travail de conception se concrétise par un plan d'écoulement des eaux de ruissellement dressé en fonction du plan de rénovation du bassin et tenant compte de l'indice du milieu. Il implique de prévoir notamment :

- des débits de ruissellements que devront écouler les différents canaux (outlets),
- des formes de lits et leur nature pour écouler ces débits,
- des ouvrages complémentaires temporaires ou définitifs indispensables pour assurer l'écoulement sans dommage.

Ce sont là les principes de base qui doivent nous permettre de faire une bonne correction des ravines. Notons néanmoins que nous sommes dans un cas où on ne dispose pas de solides bases de calcul reposant sur les observations multiples et prolongés des phénomènes

nes, ainsi que des mesures précises. On doit alors **se satisfaire de l'observation directe et d'approximation** pour les calculs de réseaux de défense et d'aménagement (digue filtrante, radier).

DÉFENSE DES BERGES : Le problème de la défense des berges se pose pour des rives concaves où se porte les attaques du courant. Nous sommes dans cette situation. Plusieurs solutions existent. Elles consistent à :

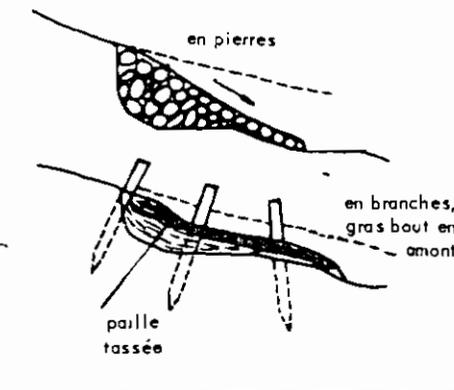
- éloigner le courant au moyen d'épis en gabions ou en lignes de pilotis, ou d'obstacles de fortune,
- donner une pente régulière aux berges verticales,
- garnir cette pente de fascines, bientôt remplacées par des broussailles, roseaux,
- mettre la berge en défends et la protéger contre les animaux au moyen des clôtures,
- planter des espèces qui résisteront à l'érosion (voir annexe).

Dans notre cas les trois dernières solutions sont à retenir.

Fig: V. 11
Fig: P. 10

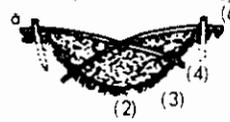
CORRECTION DES RAVINES, OUVRAGES TEMPORAIRES DE THALWEGS d'après TONDEUR (Référence 10)

Obturation d'une chute de ravine

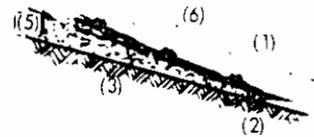


Barrage en perches et branchages à ancrage latéral

a. (Profil en travers)



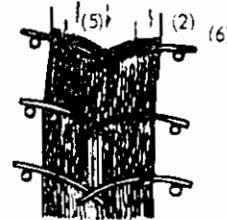
b. (Profil en long)



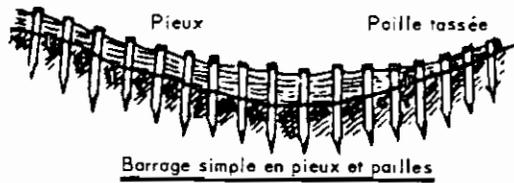
Légendes pour a, b et c:

- (1) Bord du ravinement
- (2) Fond du ravinement
- (3) Paille tassée
- (4) Branchages
- (5) Alluvions retenues
- (6) Pieux et traverses

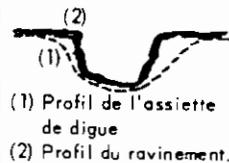
c. (Plan)



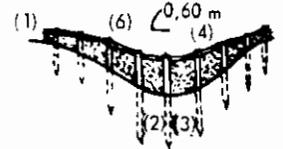
(Profil en travers)



a. (Profil en travers)



b. (Profil en travers)



- (1) Profil de l'assiette de digue
- (2) Profil du ravinement.

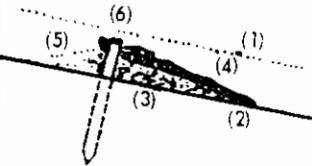
a. Plan



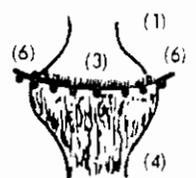
b. (Profil en long)



c. (Profil en long)



d. (Plan)

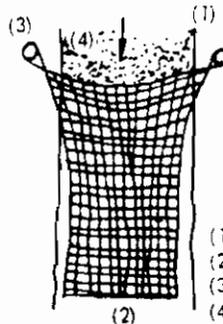


Barrage en pieux, pailles et branchages.

- Légende pour b, c et d.

- (1) Bord du ravinement
- (2) Fond du ravinement
- (3) Paille tassée
- (4) Branchages
- (5) Alluvions retenues
- (6) Pieux et traverses

c. (Plan)

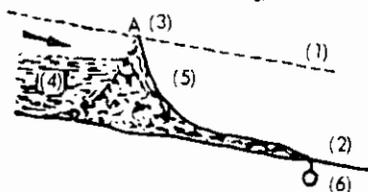


Barrage en treillis métallique

- Légende pour b et c.

- (1) Bord du ravinement
- (2) Fond du ravinement
- (3) Pieux
- (4) Alluvions retenues
- (5) Pailles et brindilles
- (6) Traverses enfouies.

b. (Profil en long)



**CONCLUSION ET
RECOMMANDATION**

- Gentil Minet, dit-elle timidement.,voudriez-
vous me dire, s'il vous plaît, quel chemin je
dois prendre pour sortir d'ici ?
- Cela dépend de l'endroit où vous voulez aller,
- Cela m'est égal, dit Alice.
- Alors peu importe le chemin que vous prendrez
dit le chat.

ALICE au pays des merveilles.

«Quel bien curieux patronage pour une conclusion !», pensera le lecteur. Mais, s'il veut bien se rappeler que ce roman enfantin fut écrit par Léwis CAROLL qui était le célèbre professeur de mathématiques à Oxford, et que nous avons trouvé cette citation à la même place que notre projet, dans un livre ayant pour titre : "les mathématiques et l'imagination". On admettra que le petit dialogue est très riche de sens. Il symbolise pour nous la situation dans laquelle se trouve aujourd'hui l'Afrique en général et le village de Péléo en particulier, des paysans et des encadreurs sollicités par des opinions et des possibilités contradictoires. Comme Alice perdue dans la forêt, ils cherchent leur voie logique, mais celle-ci n'existe qu'en fonction même de l'objectif cherché, du but poursuivi, de la volonté de chacun et de tous d'améliorer sa vie et celle des générations futures, et surtout de

lucidité et une très grande conscience librement consentie.

Le problème est alors connaissant le but, comment orienter le choix? Dans le cas de notre village pour venir à bout il faut optimiser au maximum les conditions naturelles du milieu.

Avec cette pente (0.75 %), les terres se prêtent à une agriculture très développée et variée (s'il y a une bonne condition climatique). Cependant les mesures culturales ne suffisent généralement pas pour les protéger de l'érosion durant les périodes où elles peuvent se trouver totalement dénudées (lit de semences, soles de plantes sarclées).

Il faut alors prévoir en plus d'un réseau anti-érosif d'infrastructure mécanique orientée vers l'absorption totale ou la diversion selon les sols ; lorsque le plan de culture fait une part importante aux prairies et même au bois, ce réseau artificiel s'en trouve réduit d'autant.

La plantation suivant les courbes de niveau écarte tout danger d'érosion, tout en s'accommodant.

Quoi qu'on puisse dire ce sont les méthodes culturales qui influencent sur cette perte de sols. Les méthodes et modes de cultures citées donnent quelques solutions à tous ces problèmes.

Ainsi pour diminuer l'érosion on peut agir sur :

- l'indice de sol (K) en améliorant la structure et la perméabilité, ce qui s'obtient par une incorporation d'humus au sol (méthode biologique : paillage, engrais vert).
- le facteur C en faisant de sorte que le sol soit le plus couvert possible pendant les périodes les plus critiques (Ec élevée). Les techniques culturales et le calendrier agricole peuvent intervenir positivement.
- le facteur P en préconisant des cultures en bandes, en courbes de niveau, si possible alternées.

C'est seulement lorsqu'on aura épuisé ces trois possibilités qu'il sera nécessaire d'agir sur les facteurs de pentes par des travaux anti-érosifs appropriés. Dans ce village, le facteur le plus important sur lequel on peut agir pour limiter l'érosion et le ruissellement est avant tout **le développement du couvert végétal**. Pour atteindre ce but quatre approches de type biologique sont possibles :

- 1) Intensification de l'agriculture sur les terres les meilleures et les moins pentues (aval). Une attention particulière doit porter sur la date, la densité du semis, à la fertilisation et à l'utilisation des pailles et résidus divers à la surface de sol.

- 2) Protection des zones les plus sensibles par une couverture permanente (pâturage ou verges, ...)
- 3) Aménagement des ravines en vue d'évacuer les excès d'eau temporaire avec un transport solide minimum. Aménagement des voies d'accès et de leur drainage.
- 4) Aménagement définitif du cadre foncier au niveau du bassin versant à l'aide de bandes anti-érosives et orientation des travaux culturaux dans le sens (approximatif) perpendiculaire à la ligne de la plus grande pente.

Contrairement aux aménagements anti-érosifs mécaniques qui sont chers, peu rentables et difficiles à entretenir, les méthodes biologiques doivent être bien adaptées à notre village où l'herbe peut être abondante en amont ; où les pentes sont faibles ; et où les moyens techniques et financiers sont rares pour ne pas dire inexistantes. De même, si on se place au niveau de la stabilisation du régime hydrique, du sol et des cours d'eau, de la protection des ouvrages routiers et hydrauliques ; comme de l'augmentation de la production agricole, nul doute qu'il vaille mieux **augmenter l'infiltration sur l'ensemble des champs par extension du couvert végétal plutôt que d'évacuer les eaux excédentaires ou de limiter le transport de sédiments en surface.**

La conservation de sols à l'abri de l'érosion pluviale repose :

- d'une part sur l'utilisation des terres en fonction de leur vocation.

- et d'autre part sur l'application des méthodes de lutttes appropriées.

Mais qu'est-ce qui peut remplacer l'expérience. Il faut donc appliquer ces solutions à des parcelles fixes et complétées par des tests au simulateur de pluie ou de vent qui par sa mobilité doit permettre d'étendre à des conditions très variées de sol de couverture végétal et de toutes techniques.

Car si l'observation et l'interprétation des faits présentent déjà des difficultés, que dire des méthodes qui doivent résoudre des problèmes ainsi posés surtout si on ne dispose pas de données et de maturité des travaux. Nous avons hélas encore fort peu de choses concernant l'efficacité réelle de nos techniques biologique, culturale et mécanique du fait de manque d'expériences. Les études faites jusqu'ici se situent dans la généralité. Mais chacun par l'observation peut trouver des solutions adaptées à son cas particulier. D'ailleurs même quand les chercheurs auront pu préciser toutes les modalités d'action des différentes opérations traditionnelles de lutte, quand ils auront imaginées tout, le problème de l'adaptation à une situation donnée se posera toujours au praticien, ne serait-ce qu'en raison du caractère fluctuant des conditions climatiques, de sols, de morphologie, ... **Il n'y a donc pas de recettes en environnement** mais des situations auxquelles il faut s'adapter.

Les encadreurs doivent éviter deux écueils : l'arrogance et l'isolement. Se rapprochant du milieu agricole qu'ils doivent servir, ils tiendront de l'expérience accumulée par les générations de paysans ici et là. Sans attacher à obtenir quelque reconnaissance académique, ils se préoccuperont avant tout de diffuser les résultats rapidement.

Ce que dit Lloyd TIMBERLAKE dans "Africa in Crisis" peut être entendu à Péléo : «il serait cynique de conclure qu'il ne doit pas y avoir un espoir : sinon que resterait-il ? Et il serait naïf de conclure que cet espoir est sur des ressources naturelles et une ingéniosité humaine sans limites».

Ne soyons donc ni cyniques, ni naïfs. Des sols rationnels existent, fondées sur les acquis de l'expérience. Encore faut-il que tout le monde s'y mette, se mobilise, garde la certitude de la réussite et la foi dans la justesse de sa cause. Compte tenu de leur motivation et de la connaissance des causes de leur mal, on peut parler pour ce village de l'avenir.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 LAUZON, E. ; DUQUETTE, R. Topométrie générale, Montréal, 2nd édition revue.
- 2 D'HOLLANDER, R. Topographie générale, Tome 1. Presses universitaires. Paris 1977
- 3 BARIL, P. Notes de cours sur l'érosion et la conservation des sols, 1ère édition, EPFL, Avril 1988.
- 4 Érosion et sédimentation, Masson et Cie
- 5 BENCHETRIT, M. L'érosion actuelle et les conséquences sur l'aménagement en Algérie, Presses universitaires de France. 1ère édition, Masson et Cie, Paris 1970
- 6 CHANTON, P. L. Géologie générale et géologie dynamique, Fascicule II, 3ème édition revue et corrigée, Presses Universitaires, 1980.
- 7 ROOSE, Eric. Érosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest, ORSTOM, Paris 1977.
- 8 COSSLET, P. Power from the wind, 1ère édition, Putnam, 1982.

9 Problèmes d'érosion, transport solide et sédimentation dans les bassins versants, Études et Rapport Hydrologiques, UNESCO.

1984.

10 HENIN, S. ; GRAS, R. ; MONNIERS, G. LE PROFIL CULTURAL : l'état physique des sols et ses conséquences agronomiques, Paris, 1977.

11 Techniques agricoles, volume 1, encyclopédie, Ministère de Recherches, Paris 1969.

12 MEVO, V. ; DJAGOUN, B. : Contribution à l'assainissement en eaux pluviales, Projet de Fin d'Études, Thies, 1991.

13 GRET/ACCT. Les BAS-FONDS: Petits et micro-barrages en AFRIQUE de L'Ouest.

14 POUQUET, J. LES SOLS ET LA GÉOGRAPHIE : initiation géopédologique, SEDES, Paris 1985.

15 LETTRE DU TERROIR A PÉLÉO, février 1992.

16 Techniques rurales en AFRIQUE : manuel de culture avec traction animale, Centre d'étude et d'expérimentation du machinisme agricole tropical, Paris 1960, Réédition.

17 CARROL, L. Les mathématiques et l'imagination, 1ère édition en langue française, Gaëtan, 1979.

18 TIMBERLAKE, Lloyd. Africa crisis, Unesco, 1ère édition, 1980.

19 Secrétariat d'état aux affaires étrangères. Conservation des sols au sud du Sahara, Centre technique forestier tropical, Eyrolles, Réimpression 1970.

ANNEXE

Plantes et espèces à croissance rapide qui résistent
à l'érosion.

1	Xat	10	Cynodon
2	Salanes	11	Panicium maximum
3	Ndébat	12	Andropogon
4	Iler	13	Limba
5	Kad	14	Iroko
6	Jujubier	15	Nîme
7	Quinquéliba	16	Légumineuses à petite feuille
8	Nguer	17	Arachidier
9	Filao	18	Kar-Kar

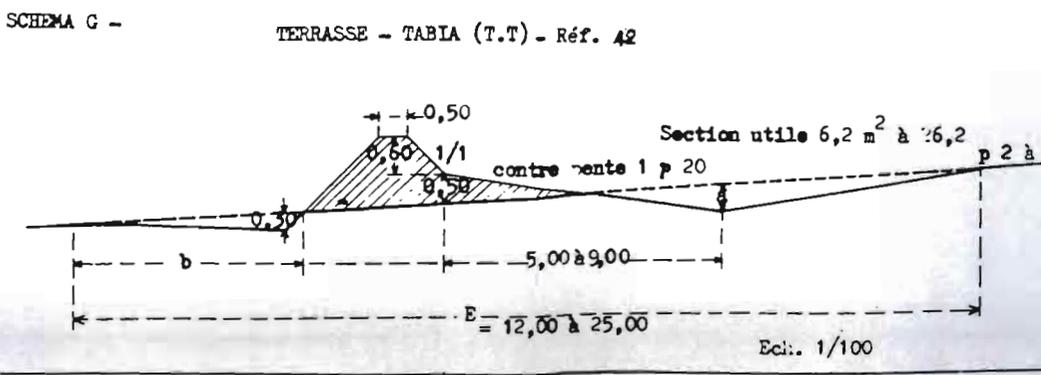
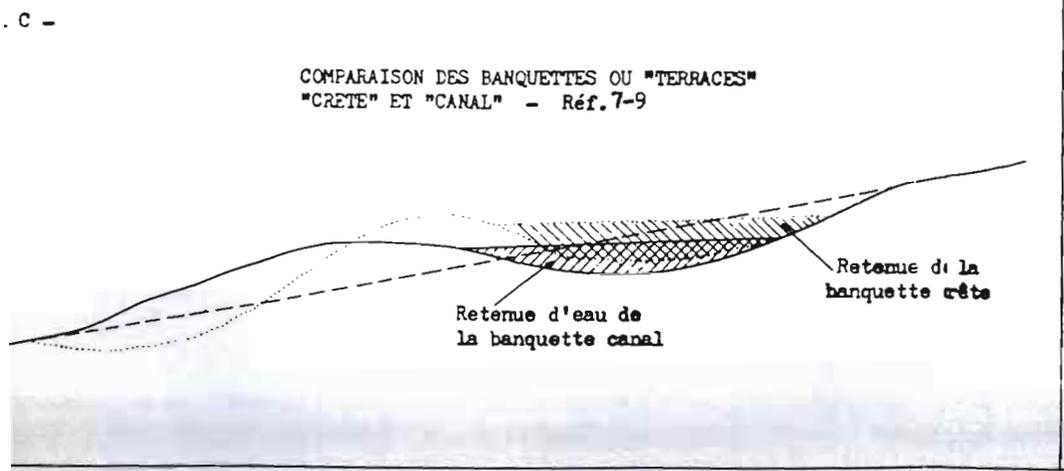
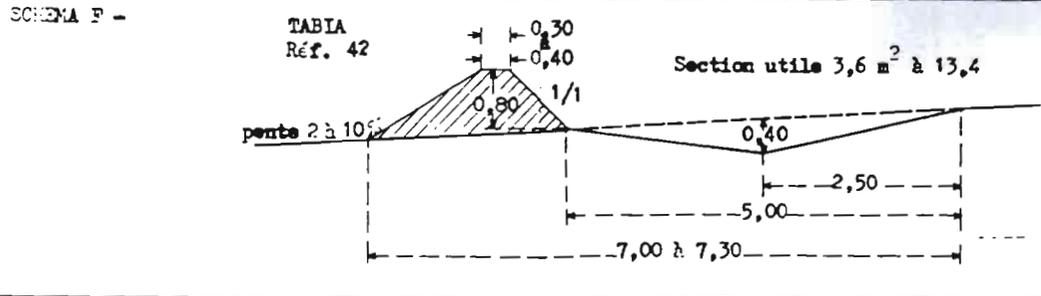
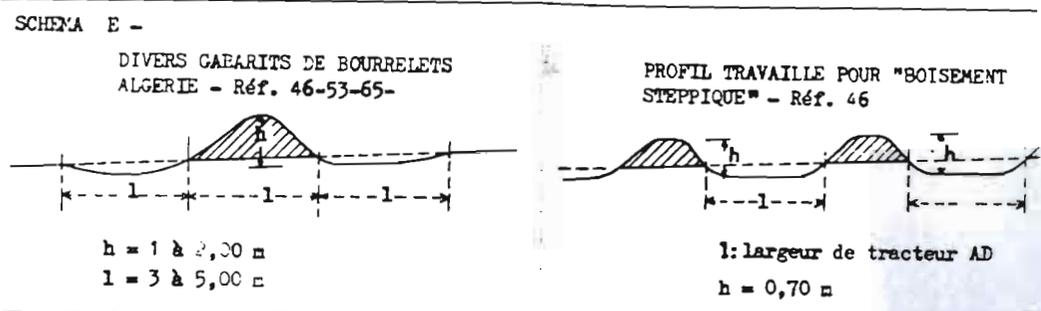
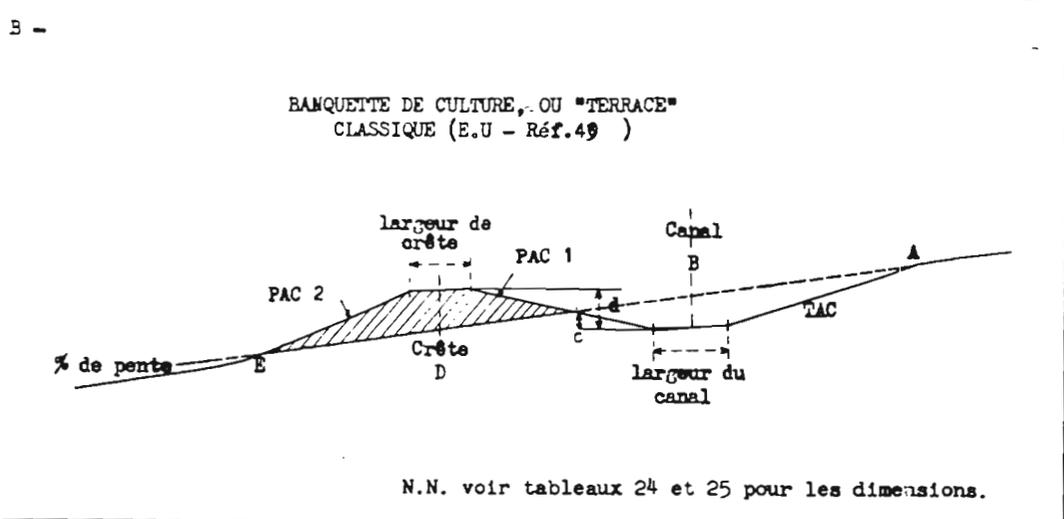
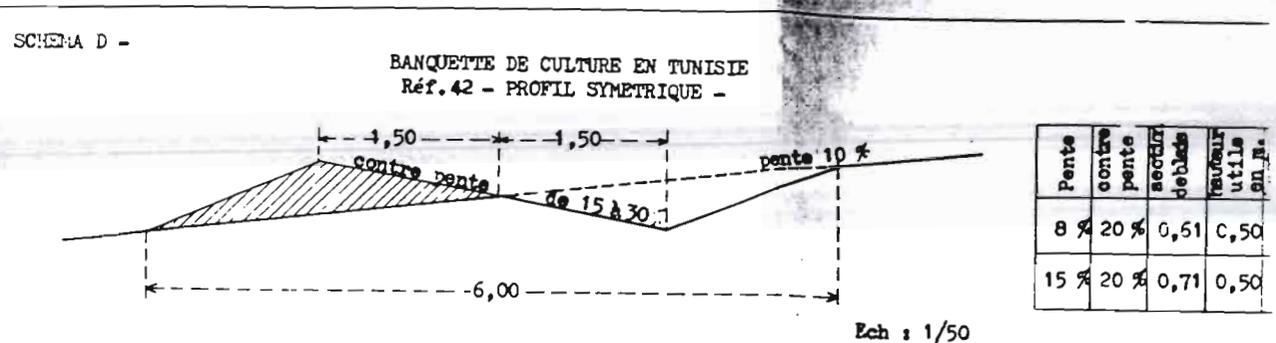
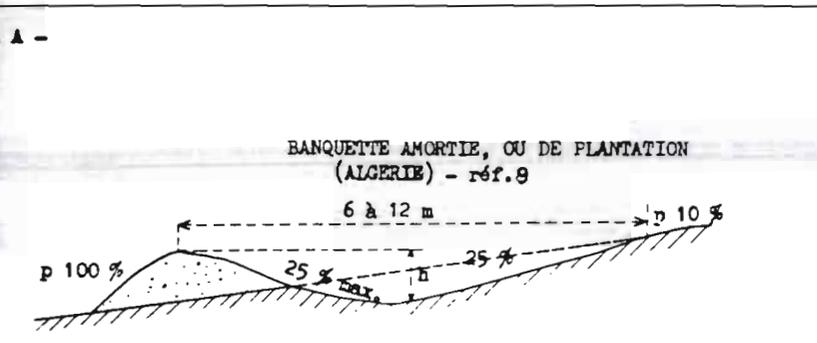
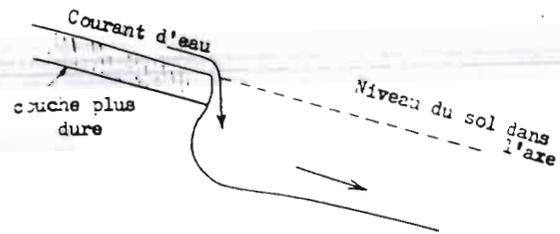
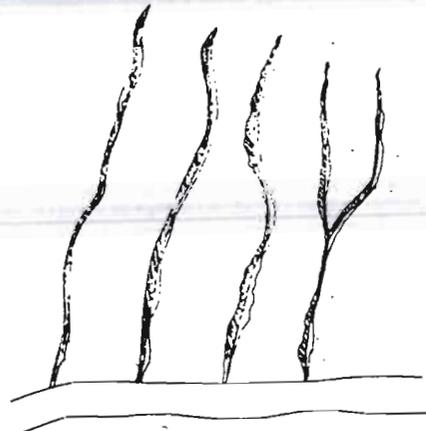


Fig II : EROSION - RAVINIANTE



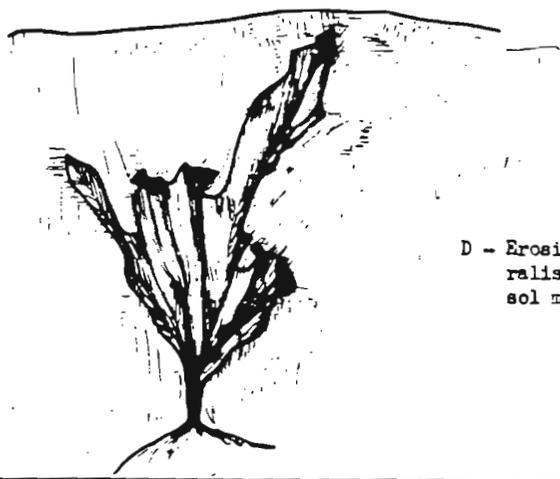
A - Affouillement en tête d'une ravine réf. 10



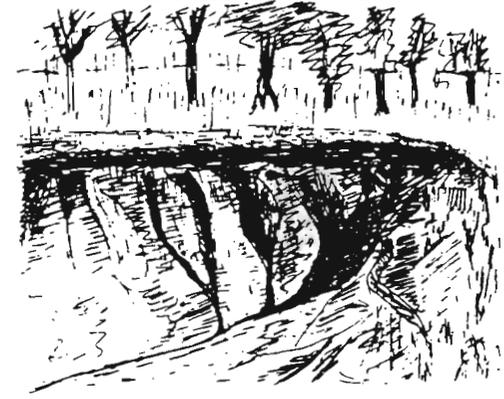
B - Erosion en ravines parallèles sur sol résistant.



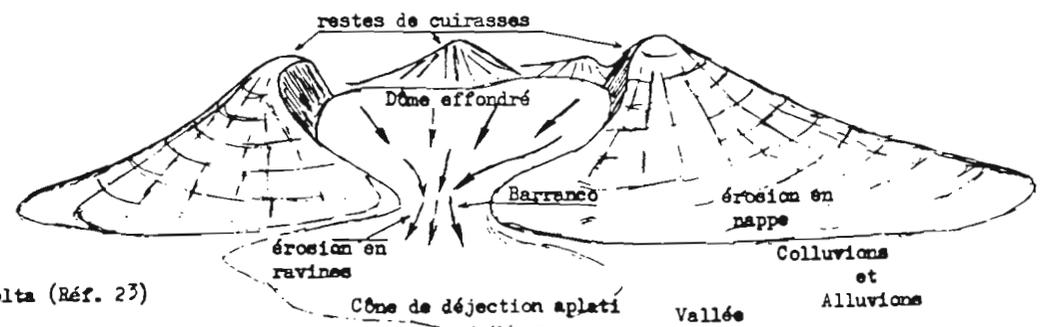
C - Erosion convergente sur sol moyennement résistant.



D - Erosion ravinante généralisée sur versant à sol marneux - réf. 10



E - Erosion ravinante dans des dépôts fluviatiles (Congo) d'après "les principales cultures du Congo Belge"



F - Torrent plat de Haute Volta (Réf. 23)

DE 24.10.19

AMÉNAGEMENT DE LA VOIE D'ACCÈS

