R 35/113

Centre National d'Etudes
Agronomiques des Régions Chaudes
CNEARC

Ecole Nationale Supérieure
d'Agronomie de Montpellier
ENSAM

Centre de Coopération International en
Recherches Agronomiques
Département Cultures Annuelles
CIRAD

Institut de recherches agricoles
sénégalais
ISRA

Projet d'aménagement de la ravine de Sonkorong

Perspectives pour un aménagement intégré d'un bassin versant Siné-Saloum, Sénégal

Mémoire présenté par Alain MONIMEAU
pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur en Agronomie Tropicale
(ESAT, 2e année)
Décembre 1992

CIRAD-CA 6/04/1993
Service des Publications, de
l'Information et de la Documentation
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cédex France
Tél. 67 61 58 00 - Fax. 67 61 59 21

Membres du jury : M. BROCHET (CNEARC), président du jury
J.P. LUC (ENSAM)
F. FOREST (CIRAD-CA)
R. RAUNET (CIRAD-CA)
E. ROOSE (ORSTOM)
P. PEREZ (CIRAD-CA), maître de stage

CIRAD
000045410

R 35/113

RESUME

Les conditions pédoclimatiques défavorables et la surexploitation des ressources naturelles dues à la forte démographie ont favorisé **une dégradation continue de l'écosystème** dans le Sud du Siné-Saloum.

La production agricole a été affectée à travers l'érosion hydrique et la baisse de la fertilité.

L'aménagement de la ravine de Sonkorong a été étudié à travers la caractérisation de son bassin versant permettant ainsi de calibrer l'ouvrage à réaliser. Parallèlement **un plan d'aménagement au niveau du bassin versant** a pu être dressé.

Les paysans sont conscients de la dégradation continue de leurs parcelles et sont prêts à s'investir dans des travaux d'aménagement.

Cependant, si l'organisation collective du travail au niveau de la ravine fait l'unanimité, elle est pour le moment moins acceptée pour l'aménagement des parcelles.

Mots clefs : érosion, fertilité, coefficient de ruissellement, état de surface, ravine, bassin versant, Siné-Saloum, Sénégal.

CA930012

REMERCIEMENTS

Avant de débuter la présentation de ce travail, je tiens à remercier tous ceux qui ont contribué à sa réalisation et plus particulièrement :

Monsieur **PEREZ** (CIRAD-CA, Kaolack) pour m'avoir si bien guidé durant tout le stage et si bien accueilli au Sénégal.

Monsieur **FOREST** (CIRAD-CA, Montpellier) qui m'a permis de réaliser ce stage.

Monsieur **SARR** (Directeur du Centre sud ISRA, Kaolack) pour sa gentillesse et sa contribution précieuse pour l'étude sociale du village.

Messieurs **DIOUF** et **SECK** pour leur aide lors des enquêtes sur le terrain et qui m'ont éclairé au cours de nos nombreuses discussions.

Messieurs **ALBERGEL** et **PEPIN** (ORSTOM, Dakar) pour leur bienveillante attention sur l'étude pédo-hydrologique.

L'ensemble de l'ISRA Kaolack et surtout l'équipe de terrain de Thyssé-Kaymor animée par Messieurs **SARR** et **GITEAU** (VSN, IRAT).

Monsieur **KA** qui a réalisé avec patience et gentillesse la dactylographie de ce mémoire.

R35/113

CIRAD-CA 6/04/1993
Service des Publications, de l'Information et de la Documentation
B.P. 5035
34032 MONTPELLIER Cédex France
Tél. 67 61 58 00 - Fax. 67 61 59 21

Table des matières

INTRODUCTION **7**

Première partie :
CARACTERISTIQUES DE LA COMMUNAUTE RURALE DE KAYMOR ET DU VILLAGE DE SONKORONG **8**

I - SITUATION ET CARACTERISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE **9**
I.1 - Situation géographique 9
I.2 - Le climat 9
I.3 - Géologie, morphopédologie 10
I.4 - Caractéristiques principales des sols 11
I.4.1 - Texture 11
I.4.2 - Structure, densité apparente 12
I.4.3 - Propriétés chimiques 12
I.5 - La végétation naturelle 12

II - LE MILIEU HUMAIN **14**
I.1 - Population 14
II.2 - Historique du peuplement 14
II.3 - Organisation sociale 14
II.3.1 - Généralités 14
II.3.2 - Organisation de la production 15
II.4 - Infrastructures, aires économiques, encadrement technique 15
II.4.1 - Infrastructures 15
II.4.2 - Aires économiques 15
II.4.3 - Encadrement technique 15
Conclusion 16

III - L'AGRICULTURE **17**
III.1 - Importance des cultures 17
III.2 - Le paysage agraire 17
III.2.1 - Organisation traditionnelle de l'espace 17
III.2.2 - Evolution récente de l'organisation de l'espace 18
III.3 - Pratiques paysannes 18
III.3.1 - Préparation du sol 18
III.3.2 - Les semis 19
III.3.3 - Les sarclages ou sarclobinages 19
III.3.4 - Les récoltes 19
Conclusion 19

IV - L'ELEVAGE **21**
IV.1 - Types d'élevage 21
IV.2 - Problèmes de gestion 21
Conclusion 21

CONCLUSION **22**

CA930012

Deuxième partie :
LA RAVINE ET LE BASSIN VERSANT DE SONKORONG 23

I - PROBLEMATIQUE, STRATEGIES 24

II - METHODOLOGIE 26
II.1 - Situation 26
II.2 - Méthodes 26

III - LE BASSIN VERSANT DE SONKORONG : LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES 27
III.1 - Limites 27
III.2 - Caractéristiques générales 27
III.2.1 - Superficie 27
III.2.2 - Périmètre, indice de compacité 27
III.2.3 - Longueur du rectangle équivalent 28
III.2.4 - Indice de pente globale : Ig 28
III.3 - Morphopédologie du bassin versant 28
III.4 - Occupation des sols 29
III.5 - Estimation de l'érosion linéaire dans le bassin versant 31
III.6 - Les états de surface du bassin versant 31
III.6.1 - Introduction 31
III.6.2 - Les surfaces élémentaires et les états de surface 32
III.6.3 - Cartographie, résultats 34
III.7 - Calcul du débit de crue décennale 37
III.7.1 - Méthode CIEH (PUECH, CHABIGONNI, 1984) 37
III.7.2 - Méthode ORSTOM pour les petits bassins versants couvrant 1 à 10 km2 (RODIER, RIBSTEIN, 1988) 38

Troisème partie :
AMENAGEMENT DE LA PISTE ET DU BASSIN VERSANT 40

I - AMENAGEMENT DE LA PISTE ET DE LA RAVINE DE SONKORONG 41
I.1 - Caractéristiques du site 41
I.2 - Caractéristiques de l'ouvrage 42
I.2.1 - Crue de projet 42
I.2.2 - Caractéristiques de l'ouvrage 42
I.3 - Plan d'aménagement de la ravine 45
I.4 - Estimation du coût de l'aménagement 46
I.5 - Estimation des temps de travaux 47

II - AMENAGEMENT DU BASSIN VERSANT 48
II.1 - Zones d'intervention 48
II.2 - Aménagement intégré 49

Quatrième partie :
MOBILISATION ET ORGANISATION DU TRAVAIL AU SEIN DU VILLAGE DE SONKORONG **51**

INTRODUCTION **52**

I - ENQUETE DE PERCEPTION-SENSIBILISATION A L'EROSION **53**

I.1 - Localisation des parcelles enquêtées, mode d'appropriation 53
I.2 - Perception de l'érosion par les exploitants 53
I.3 - Perspective d'actions 54
I.4 - Techniques culturales 54

II - ENQUETE D'OPINION **56**

II.1 - Répartition géographique des personnes enquêtées 56
II.2 - Activité associative des personnes enquêtées 56
II.3 - Prise de conscience de l'état de la piste 57
II.4 - Possibilités d'aménagement, modalités 57
II.5 - Contribution villageoise 57
II.6 - Participation aux travaux 58
II.7 - Niveaux d'influence dans le village de Sonkorong et ses hameaux environnants 58
Conclusion 59

III - COMPTE RENDU DE LA REUNION **60**

CONCLUSION GENERALE **62**

BIBLIOGRAPHIE **63**

CARTES DANS LE TEXTE

Carte 1 : Carte administrative du Sénégal
Carte 2 : Situation de Sonkorong au sein de la communauté rurale de Kaymor
Carte 3 : Carte morphopédologique de Thyssé-Sonkorong
Carte 4 : Topographie et limites du bassin versant de Sonkorong
Carte 5 : Morphopédologie du bassin versant
Carte 6 : Occupation des sols du bassin versant
Carte 7 : Carte des pistes et parcelles endommagées par l'érosion linéaire
Carte 8 : Carte des états de surface du bassin versant de Sonkorong
Carte 9 : Topographie de la ravine de Sonkorong, localisation des observations pédologiques
Carte 10 : Plan d'aménagement de la ravine et des parcelles riveraines
Carte 11 : Les deux zones d'aménagement du bassin versant
Carte 12 : Localisation des parcelles enquêtées

FIGURES DANS LE TEXTE

Figure 1 : Variation de l'indice pluviométrique du vecteur régional. Période 1930-1990. Région Sud-Siné-Saloum
Figure 2 : Processus d'érosion le long de la toposéquence
Figure 3 : Schéma général de dégradation de l'écosystème. Sud-Siné-Saloum
Figure 4 : Stratégie paysanne et aménagement
Figure 5 : Estimation du débit de crue décennale. Méthode CIEH
Figure 6 : Vue en coupe du radier
Figure 7 : Vue en plan de l'ouvrage
Figure 8 : Micro-bassin versant S4 (2,5 ha). Aménagement et sites de mesure
Figure 9 : Bassin versant S2 (0,6 km^2). Aménagements réalisés
Figure 10 : Niveaux d'influence dans le village de Sonkorong

TABLEAUX DANS LE TEXTE

Tableau I : Pluies annuelles de diverses fréquences
Tableau II : Fréquence de retour et hauteur moyenne des pluies exceptionnelles (1932-1988). Comparaison à la série 1970-1990
Tableau III : Référentiel des cultures. Région Sud-Siné-Saloum
Tableau IV : Bilans hydrologiques annuels du bassin versant S4 (2,5 ha)
Tableau V : Taux de survie de quelques espèces implantées en 1988, en haies vives sans mise en défens

ANNEXES

Annexe 1 : Localisation des transects d'observation des états de surface
Annexe 2 : Abaques de calcul du débit de crue décennale. Méthode CIEH
Annexe 3 : Etude pédologique de la ravine
Annexe 4 : 4.1 Détermination du coefficient de débit m pour des seuils épais
4.2 Détermination du coefficient de laminage
Annexe 5 : Questionnaire de l'enquête de perception sensibilisation à l'érosion
Annexe 6 : Questionnaire de l'enquête d'opinion sur l'aménagement de la piste

INTRODUCTION

Dans le sud du **Siné-Saloum**, partie méridionale du bassin arachidier sénégalais, la persistance de la période de sécheresse depuis 1970 a une forte incidence sur **le niveau des productions végétales** et sur **l'équilibre du milieu naturel**.

Cette période est également caractérisée par une évolution importante des systèmes de production corrélée à une forte pression démographique (≈ 70 hab./ km^2), qui a favorisé une **dégradation continue de l'écosystème**.

La disparition de la jachère et des zones de parcours au dépend d'une intégration agriculture-élevage et la déforestation implicite contenue dans les paquets technologiques proposés par la recherche ont ainsi provoqué un déséquilibre du milieu, accentué par les années de sécheresse.

Sur les sols peu structurés du Siné-Saloum la dégradation s'exprime à travers une érosion hydrique résultant d'un **ruissellement généralisé** et une **baisse** de la **fertilité** que traduisent une chute du statut organique et une acidification des sols cultivés.

Le stage présent s'insère dans un programme de recherches lancé par l'ISRA depuis 1983 basé sur une meilleure gestion et valorisation des ressources naturelles dans la communauté rurale de Kaymor.

Plusieurs travaux de recherche ont été réalisés sur la caractérisation des processus de dégradation, l'inventaire des possibilités de valorisation des ressources naturelles et l'évaluation de l'impact des différents aménagements sur le milieu (SENE, PEREZ, 1991 ; PEREZ *et al.*, 1990, 1991, 1992).

Cette étude, réalisée de mai à septembre, répondait tout d'abord "au besoin urgent" d'étudier **l'aménagement de la piste principale** reliant Sonkorong (1 500 habitants) à Kaymor chef-lieu de la communauté rurale.

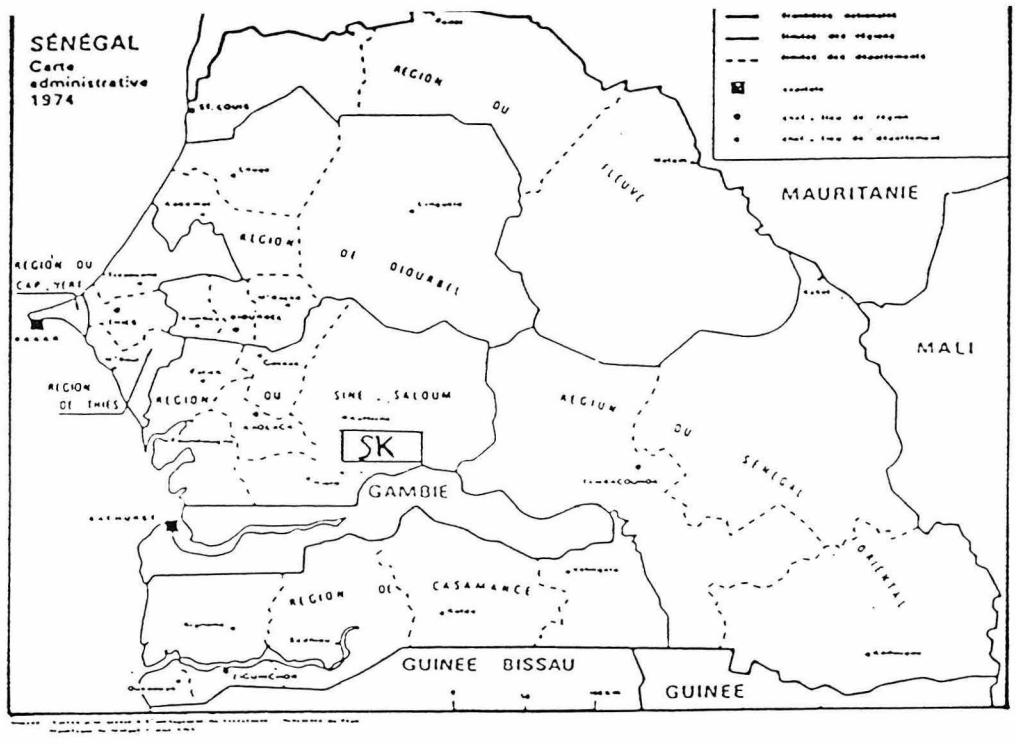
Cette piste traverse au niveau de Sonkorong une ravine fortement active pouvant atteindre trois mètres de haut et une vingtaine de mètres de largeur.

Cette étude comporte donc **plusieurs phases** :

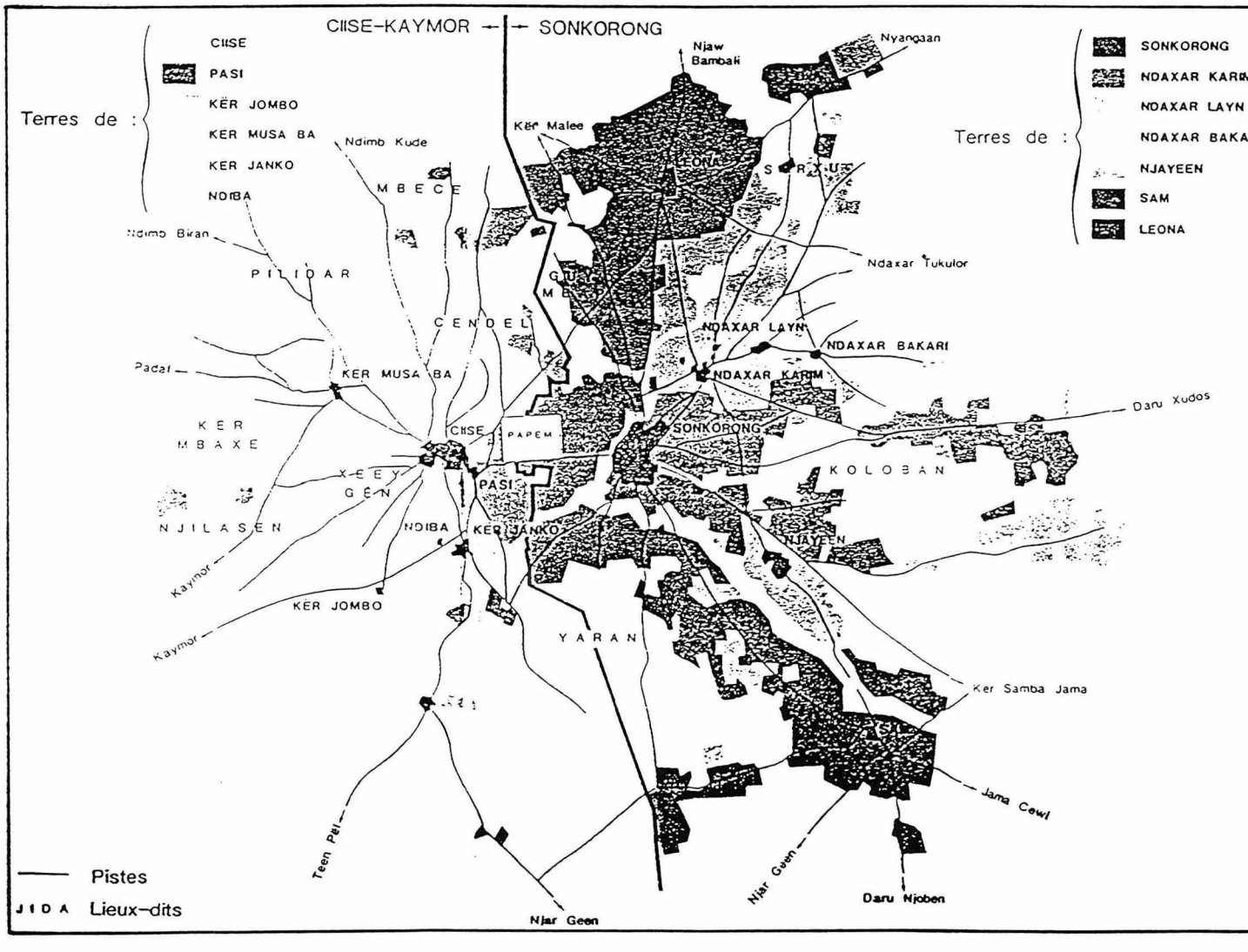
- la délimitation du bassin versant à l'origine de la ravine ;
- l'étude de ses principales caractéristiques, notamment l'occupation des sols et l'élaboration d'une carte des états de surface afin d'estimer le coefficient de ruissellement et ainsi la crue de projet ;
- à partir d'un relevé topographique précis et de sondages pédologiques, l'emplacement et les caractéristiques techniques de l'ouvrage pourront être dressés ;
- parallèlement un plan d'aménagement à l'échelle du bassin versant, indissociable de celui de la ravine, est réalisé ;
- deux séries d'enquête ont été effectuées au niveau du village et des hameaux concernés afin :
  - d'évaluer le degré de perception des agriculteurs face au problème de l'érosion dans leurs parcelles,
  - de dresser un schéma d'organisation des travaux d'aménagement de la piste et du bassin versant en tenant compte de l'organisation sociale du village et des éventuels points de blocage.

Première partie

CARACTÉRISTIQUES DE LA COMMUNAUTÉ RURALE DE KAYMOR ET DU VILLAGE DE SONKORONG



Carte 1 : Carte administrative du Sénégal



Carte 2 : Situation de Sonkorong au sein de la communauté rurale de Kaymor (source : BENOIT-CATTIN, 1986)

I - SITUATION ET CARACTERISTIQUES DU MILIEU PHYSIQUE

I.1 - Situation géographique

La communauté rurale de Kaymor (195 km²) fait partie de l'arrondissement de Médina Sabbakh (611 km²) dans le département de Nioro du Rip (2 277 km²), région de Kaolack dans le Siné-Saloum (carte 1). Elle est située à 30 km à l'est de Nioro du Rip (13°44 Nord, 15°32 Ouest).

Le village de Sonkorong situé à l'est de Kaymor regroupe administrativement les hameaux de Léona, Ndaxar Sonkorong (ex Ndaxar Karim), Njayeen et Sam. Ndaxar Layn et Ndaxar Bakari n'existent plus, leurs habitants résident actuellement à Sonkorong et à Ndaxar Sonkorong (carte 2).

I.2 - Le climat

La communauté rurale de Kaymor bénéficie, comme toute la partie sud de la région, d'un climat de type **soudano-sahélien** avec une tendance sahélienne en année déficitaire.

De régime monomodal les pluies débutent généralement en juin et se terminent début octobre avec une répartition irrégulière, août étant souvent mieux arrosé. Les températures sont élevées mais peuvent présenter d'importantes variations (maximas 40 °C en avril-mai, environ 15 °C en janvier-février).

En prenant en compte tous les pluviomètres de la zone, DACOSTA a mis en évidence une **rupture dans le régime des pluies à partir de 1968** (DACOSTA, 1991).

La moyenne 1932-1988 au poste du PAPEM (à 1 km de Sonkorong) est estimée à 760 mm mais chute à 654 mm pour la période 1970-1990 avec de fortes variations interannuelles.

Durant cette période la valeur de pluviométrie décennale "sèche" (539 mm) est atteinte six fois (figure 1, tableau I).

Les pluies des cinq dernières années sont aussi variables (tableau ci-dessous).

Année	1987	1988	1989	1990	1991
Pluviométrie (mm)	702	1 029	707	439	571

Parallèlement à la diminution globale de la pluviométrie au cours des vingt dernières années, **l'agressivité moyenne des pluies a peu diminué** : l'indice de dégradation spécifique (FOURNIER, 1960) reste élevé (I = 112, moyenne 1970-1990) (SENE, PEREZ, 1991).

En effet, la probabilité d'occurrence des précipitations journalières maximales est peu affectée par la diminution de la pluviosité (tableau II).

La valeur de l'indice d'agressivité climatique annuel moyen (R_{USA} = 306, moyenne 1970-1990) est élevée et illustre le maintien d'un fort potentiel d'érosivité dans la zone.

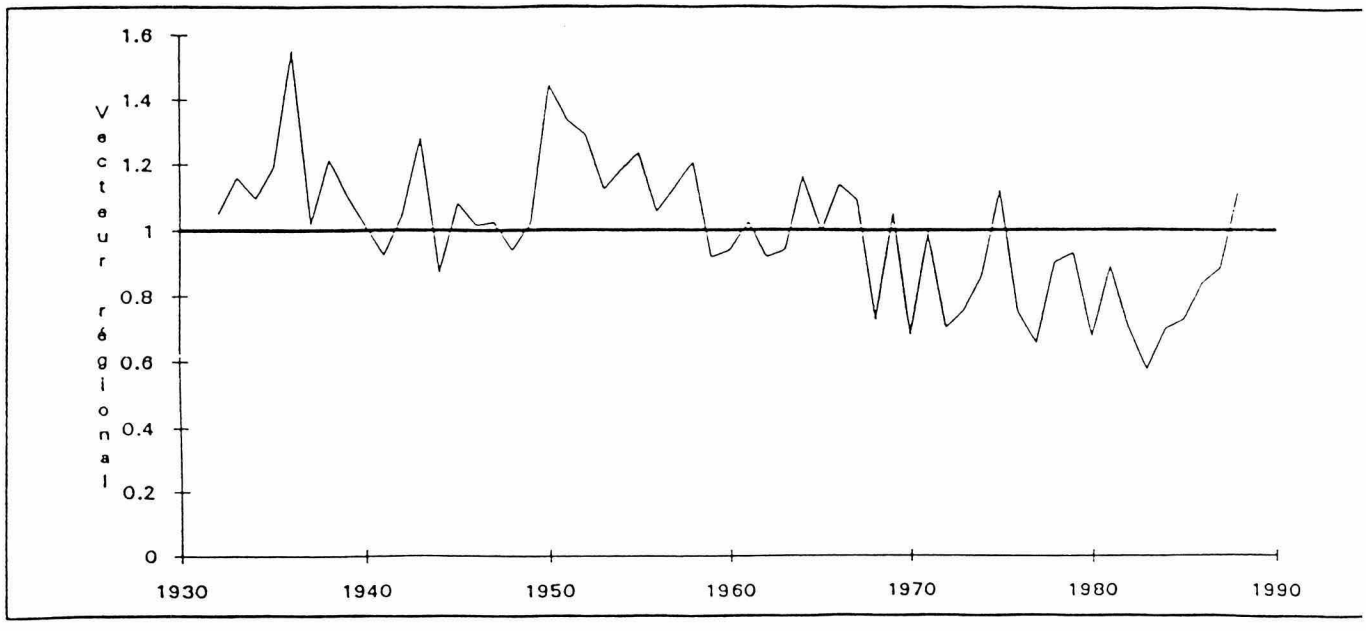


Figure 1 : Variation de l'indice pluviométrique du vecteur régional.
Période 1930-1990. Région Sud-Siné-Saloum
(source : ALBERGEL *et al.*, 1991)

	PERIODE EXCEDENTAIRE				PERIODE DEFICITAIRE			
Station	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Nioro	1079	1170	1275	1346	569	526	490	472
Papem	1094	1186	1292	1362	539	487	440	416

Tableau I : Pluies annuelles de diverses fréquences
(source : ALBERGEL *et al.*, 1991)

Pluie	Période de retour			
	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans
hauteur (mm)	77.4	94.6	107.7	120.8
fréquence théorique (1932-1988)	0.5	0.2	0.1	0.05
nombre d'événements (1970-1990)	12	5	2	0
fréquence observée (1970-1990)	0.60	0.25	0.1	0

Tableau II : Fréquence de retour
et hauteur moyenne des pluies exceptionnelles (1932-1988).
Comparaison à la série 1970-1990. Poste pluviométrique
PAPEM (source : DACOSTA, 1991)

I.3 - Géologie, morphopédologie

Dans la région étudiée le substratum géologique est homogène et constitué par des dépôts sédimentaires du Continental Terminal mis en place à la fin du tertiaire (pliocène) (BERTRAND, 1970). Le faciès dominant est un grès hétérométrique, argileux, bariolé et azoïque. Ces dépôts contiennent localement des lentilles de sable, des bancs d'argile kaolinitique et des passés de gravillons ferrugineux (MICHEL, 1969 ; THIAM, 1984 ; SENE, 1985).

La morphopédologie des bassins versants de Thyssé Kaymor-Sonkorong a été étudiée en 1983 par ANGE qui a publié une carte morphopédologique au 1/100 000e (carte 3).

La géomorphologie de la région est complexe ; l'alternance de périodes humides et de périodes sèches au cours du quaternaire a laissé d'importantes reliques morphoclimatiques dans le paysage et provoqué le développement de plusieurs formations superficielles.

On peut distinguer cinq unités majeures :

- 1) **Les glacis et terrasses cuirassés anciens** qui constituent des plateaux résiduels.

On distingue :

- **un niveau cuirassé supérieur** (unité 1) situé à 45 m d'altitude ;
- **un niveau cuirassé inférieur** (unité 2) situé à 35 m d'altitude.

Le modelé général est faiblement ondulé à pente faible (< 1%).

Ces plateaux sont formés de produits de démantèlement d'une cuirasse ferrugineuse à pseudopisolithes reposant sur une altérite de grès indurée par les sesquioxydes. Cette cuirasse s'est formée surtout en bordure de plateau où elle est affleurante aux ruptures de pente.

Les sols y sont peu épais et présentent un mauvais potentiel agricole, accentué généralement par une forte pierrosité.

Ces sols sont peu filtrants ; cette unité constitue le "point de départ" de la circulation des eaux superficielles sous forme de ruissellement en nappe (figure 2) (ANGE, 1990).

Ce sont en général des zones de parcours mais qui tendent actuellement, de part la pression foncière, à être mises en culture.

- 2) **Les corniches et talus d'éboulis** (unité 3)

Cette unité morphopédologique présente une pente forte (5 à 10 %). La pierrosité y est élevée (blocs, cailloux et gravillons de cuirasse). L'érosion y est intense : les eaux de ruissellement se concentrent sous forme linéaire. Ces talus sont bien sûrs impropres à la mise en culture de part leur pierrosité et surtout l'épaisseur quasi nulle du sol.

- 3) **Le glacis subactuel non cuirassé** (unité 4)

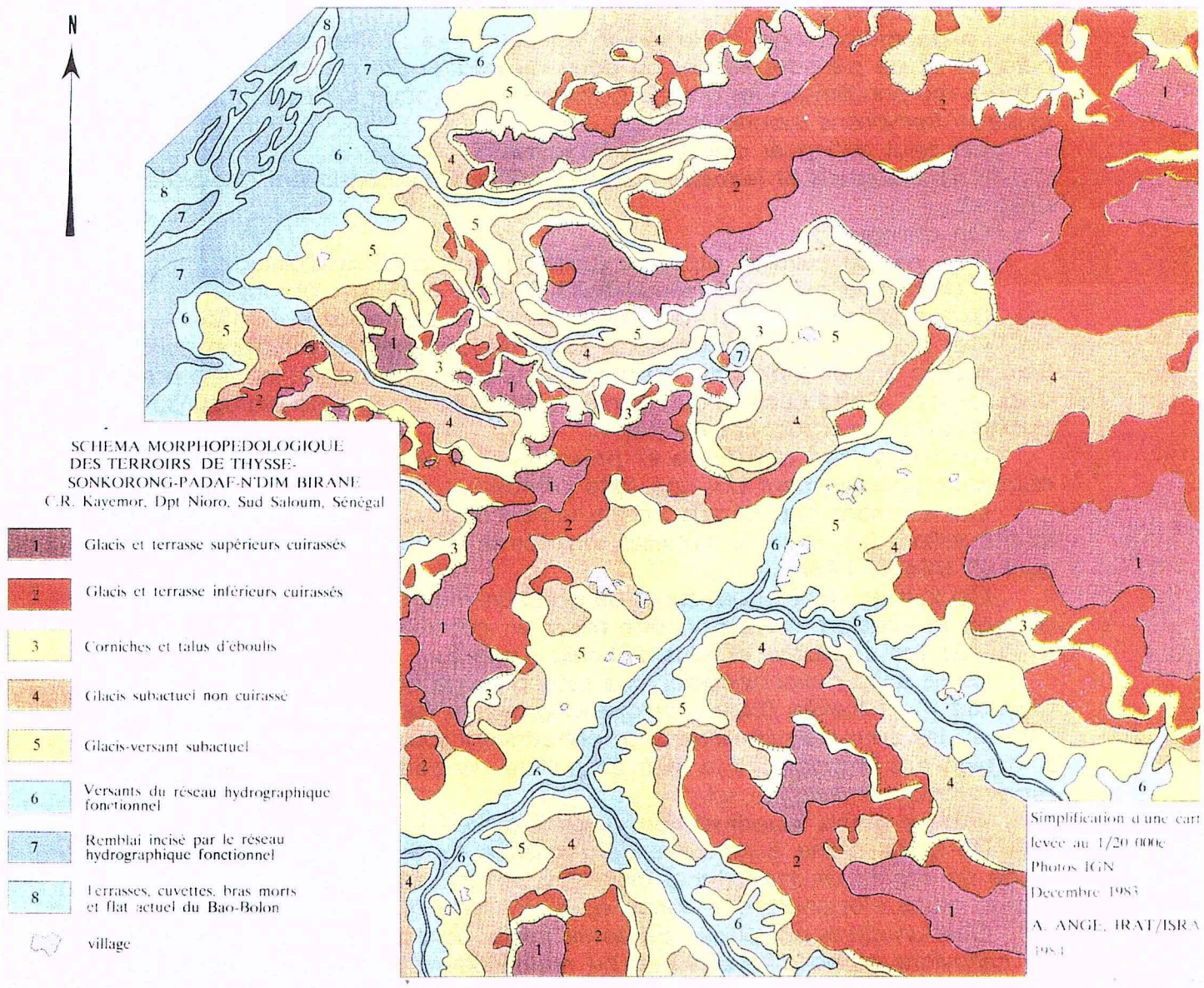
De forme plane à concave dans la zone de Sonkorong, cette unité est située en contrebas des surfaces cuirassées et est constituée en majeure partie par un glacis d'épandage. L'érosion est moins forte dans cette unité (figure 2).

C'est un glacis polyphasé, de pente faible, constitué par une superposition de colluvions d'âge différents plus ou moins indurés par la précipitation des sesquinoxydes. Bien drainés, les sols développés sont ferrugineux de couleur rouge, de texture superficielle sablo-limoneuse à limono-sableux.

Leur potentiel agricole est fonction de la profondeur d'apparition des horizons indurés, leur mise en culture est à présent continue.

- 4) **Le glacis versant**

Cette unité se trouve en contrebas du glacis subactuel. De pente plus forte (> 1 %), on note un ruissellement diffus et généralisé, pouvant se concentrer en ravines. Les sols sont généralement bien drainés : ils sont de couleur rouge, car riches en hydroxydes de fer. Leur potentiel agronomique est bon ; la culture y



Carte 3 : Carte morphopédologique de Thyssé-Sonkorong

est continue. La plupart des villages et hameaux sont localisés sur cette unité, les pistes les traversant sont souvent le siège d'aterrissements sableux ou d'érosion sous forme de surcreusements.

- 5) **Le réseau hydrologique actuel**

Dans cette unité on regroupe :

- **Les versants actuels** en relation avec les cours d'eau fonctionnels dont ils ceinturent le lit mineur. La pente y est élevée (3 à 5 %) ; en cas de défriche l'érosion peut s'y développer rapidement sous forme concentrée.

- **Le bas-fond proprement dit** où se déposent les colluvions et alluvions. Les eaux de ruissellement s'écoulent sur un "flat" faiblement concave dans lequel on ne distingue pas de chenal bien marqué.

Les bas-fonds sont rarement cultivés et couverts parfois d'une forêt galerie qui sert à la fourniture du bois et utilisée comme zone de parcours. Hormis les cuvettes, les sols sont de type peu évolués d'apport à horizon A sableux épais (45 cm) des signes d'hydromorphie apparaissent au-delà de 1,40 m de profondeur. Le taux d'argile varie de 2-4 à 10-12 %.

L'alluvionnement se produit actuellement activement ; en tête de bas-fond il est discret sous forme de dépôts sableux d'une dizaine de centimètres. En aval l'alluvionnement est épais et polyphasé (+ de 40 cm de dépôts sableux).

Ces sols sont très filtrants et ne conviennent pas pour cette raison aux cultures inondées. Ils peuvent offrir des perspectives avec irrigation pour des cultures maraîchères de contre-saison cependant la surface occupée par les bas-fonds est relativement réduite.

Le milieu physique présente ainsi un aspect contrasté ; les contraintes agricoles y sont donc relativement diversifiées.

- **Sur les unités cuirassées** l'utilisation des outils agricoles est fortement gênée voire impossible en raison de l'affleurement de cuirasse ou de la forte pierrosité. La mise en culture dans cette zone située en haut de la toposéquence provoque la naissance du ruissellement accru ensuite dans les autres unités situées à l'aval.

- **Sur les unités non cuirassées** l'utilisation des outils est plus aisée. Suivant la position dans la toposéquence et surtout la pente, l'érosion hydrique, en début de saison des pluies, y est élevée. La profondeur du sol constitue le premier facteur de fertilité ; elle détermine directement la réserve utile.

I.4 - Caractéristiques principales des sols

La plupart des sols appartiennent soit aux **sols ferrugineux tropicaux appauvris**, soit **aux sols peu évolués d'érosion** (BERTRAND, 1970 ; ANGE, 1986 ; BROUWERS, 1987).

I.4.1 - Texture

Sur toutes les unités précédemment décrites, la texture de la terre fine est sableuse en surface (SL à LS) et devient argilo-sableuse (à AS) en profondeur ; la transition se fait de façon progressive.

L'épaisseur de la couche sableuse varie selon la position dans la toposéquence, elle est élevée dans les parties concaves du glacis subactuel et du glacis versant.

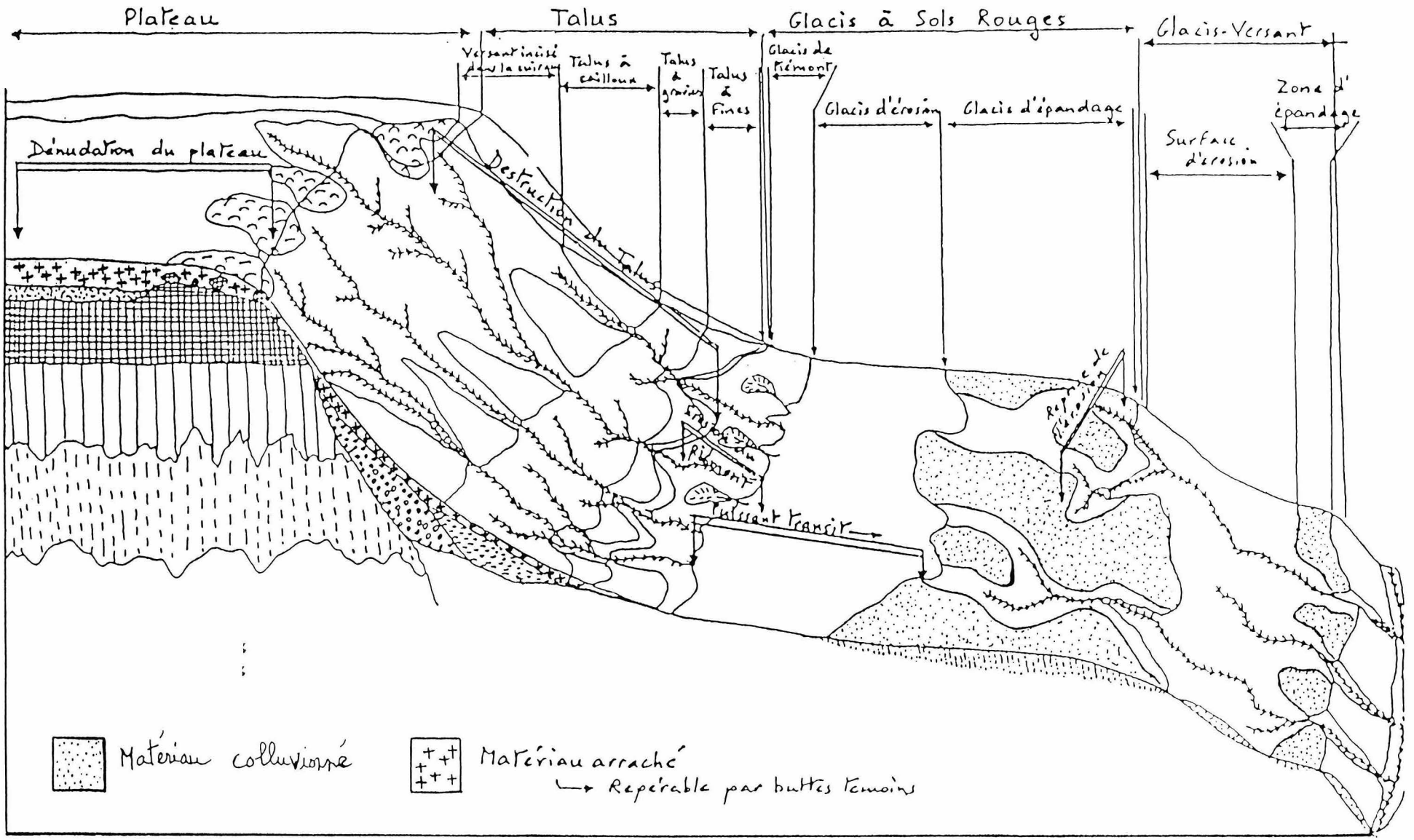


Figure 2 : Processus d'érosion le long de la toposéquence (source : ANGE, 1990)

L'appauvrissement en fines de l'horizon superficiel est dû au ruissellement qui entraîne préférentiellement ces particules. Ce départ des fines est favorisé par la nature du matériau argileux peu agrégable.

Les sols observés dans les terroirs de Thyssé Kaymor-Sonkorong présentent ainsi une **faible teneur en argile dans l'horizon supérieur** : le taux d'argile dépasse rarement 10 % et la kaolinite constitue la principale fraction argileuse (SENE, 1985).

I.4.2 - Structure, densité apparente

Les sols ont une **structure peu développée**, faiblement grumeleuse à pulvérulente et massive à tendance subangulaire en profondeur. La faible teneur en argile et la nature kaolinitique ne permettent pas une bonne stabilité structurale. L'action biologique semble être la seule action structurante (turricules, galeries, terriers, rhyzosphère). Les sols sont donc **fragiles** et ont une tendance **à la battance** : une croûte peu perméable se forme à la surface du sol dès les premières pluies.

Au point de vue densité apparente, l'horizon superficiel, en moyenne, est plus compact (γ d = 1,55 g/cm^3) que les horizons sous-jacents (γ d = 1,40 g/cm^3). Les porosités correspondant à ces valeurs sont généralement supérieures à 40 % (SENE, 1985).

I.4.3 - Propriétés chimiques

Les sols sont pauvres en matière organique (M.o < 1%), pour les champs de case recevant l'essentiel du fumier ce taux peut atteindre 1 %.

En profondeur la teneur en matière organique diminue rapidement.

Le rapport C/N varie peu avec la profondeur, il avoisine 10 en surface et diminue sensiblement à 8-9 à 20 cm de profondeur.

Le taux d'azote est faible : 0,25 ‰ .

Les sols de la zone étudiée présentent en majorité des déficiences en phosphore traduites par des carences foliaires.

La capacité d'échange cationique (CEC) est faible (2 méq/100 g) en raison du faible taux d'argile, de sa nature kaolinitique et du faible taux de matière organique.

Les teneurs en calcium sont à peine satisfaisantes.

Le pH est acide 5,7 à 0-5 cm et 5,0 à 20 cm, cette valeur est due à une décalcification du complexe en raison des cultures répétées.

Les sols de la région présentent ainsi de **nombreuses contraintes agricoles** aussi bien au point de vue physique avec une **structure fragile** susceptible à la battance qu'au point de vue chimique à travers leur acidité et surtout leur **faible teneur en matière organique**.

I.5 - La végétation naturelle

Le couvert végétal naturel est une forme dégradée des forêts classiques du domaine soudanien marquée par de **grands arbres** tels que :

- le "dimb" (*Cordyla pinnata*) ;
- le "vene" (*Pterocarpus erinaceus*) ;
- le "néré" (*Parkia biglobosa*) ;

- le "kad" (*Acacia albida*) ;
- le "baobab" (*Adansonia digitata*).

Le niveau arbustif est essentiellement constitué par des Combrétacées :
- le "rhat" (*Combretum glutinosum*) ;
- le "tap" (*Combretum nigricans*) ;
- le "quinqueliba" (*Combretum micranthum*) ;
- le "sama" (*Acacia macrostachya*) ;
- le "surur" (*Acacia seyal*) ;
- le "guiguis" (*Piliostigma reticulata*).

Le sous-étage herbacé montre ces dernières années une forte régression en graminées pérennes (andropogons) : la végétation des jachères est dominée par le *Pennisetum pedicellatum*, *Digitaria longiflora* et *Borreria stachydea* (GUERIN *et al.*, 1986).

Les formations arborées climaciques précédemment décrites ont **quasiment disparu** face à l'extension des cultures au cours des vingt dernières années. Ainsi les forêts ouvraient en 1970 62 % des surfaces et seulement 34 % en 1983, alors que les superficies des cultures passaient de 28 % à 64 % pour la même période (VALET, 1985).

Les arbres ont quasiment disparu des parcelles pour faciliter les travaux mécanisés. Près des villages il demeure cependant quelques bois sacrés (*Adansonia digitata*).

Les taches de végétation visibles sur les photos aériennes actuelles correspondent aux zones dites marginales c'est-à-dire les zones cuirassées peu propices aux cultures. On les appelles encore "brousses tachetées" en raison des plages claires dures aux termitières (VALENTIN, 1989). Le couvert est surtout arbustif : Combrétacées, "*Lannea acida*, *Acacia macrostachya* et *Pterocarpus erinaceus*" (DIATTA, 1988, 1991).

Ce sont des essences utilisées traditionnellement par les paysans : Combretacées pour l'énergie domestique et le fourrage d'appoint, l'*Acacia macrostachya* comme bois de service et fourrage ; le *Pterocarpus erinaceus* considéré comme un excellent fourrage.

Actuellement en raison d'une pression foncière toujours accrue, **ces zones cuirassées dites marginales** ont tendance à être **mises en culture**. Ce phénomène, corrélé au surpâturage, a pour conséquence une aggravation du ruissellement sur ces zones cuirassées, **point du départ de l'érosion** le long de la toposéquence.

II - LE MILIEU HUMAIN

II.1 - Population

La communauté rurale (CR) de Kaymor est composée de 23 villages dont le moins peuplé compte 126 habitants contre 1 546 habitants pour le plus peuplé Sonkorong, centre de notre étude (recensement de 1983, FAYE *et al.*, 1986).

La population totale de la CR a **plus que doublé en dix ans** passant de 5 601 habitants en 1973 à 11 884 en 1983. Le taux de croissance avoisine 6 % par an.

Au point de vue densité de population, la CR possède une des densités rurales les plus élevées du Sénégal avec 61 hab./km^2, de même qu'à une échelle plus grande le département de Nioro du Rip avec 68 hab./km^2 (recensement 1983).

Cette évolution a pour corollaire un accroissement des besoins des populations notamment :

- augmentation de la pression foncière ;
- accroissement des besoins de soins sanitaires et de formation.

La population est essentiellement composée de Wolofs (90 %) de Toucouleurs (7 %) et de Peulhs (2 %) et autres ethnies Sereres (1 %).

Sonkorong est un village à dominante Wolof (93 %), les Peulhs y représentent 4 % et les Sereres 3 % (communication personnelle par S. SECK enquêteur ISRA).

Cinquante-neuf pour cent de la population totale de la CR sont constitués d'hommes contre 41 % de femmes avec 35 % de moins de 15 ans, 64 % de 15 à 65 ans et 1 % de plus de 65 ans. Quatre-vingt pour cent des actifs sont agriculteurs, 15 % éleveurs, 5 % artisans et commerçants.

II.2 - Historique du peuplement

Il existe dans la zone de vieux sites de villages "Guents" à côté desquels ont été implantés les villages actuels.

La date de fondation de certains villages est antérieure à 1500, c'est le cas de Sonkorong et de Kaymor.

A cette époque Sonkorong aurait été habité par des Socés, ethnie aujourd'hui absente de la zone.

La première vague de peuplement postérieure à 1500 serait celle des migrants Wolof venus du royaume du Djoloff. La seconde vague est conduite par le marabout mouride El Hadji Yacine Seck. Ce peuplement s'inscrit dans le contexte de colonats mourides ayant entraîné l'extension de la culture d'arachide au début du siècle.

Il faut aussi signaler l'arrivée de migrants Toucouleurs antérieurement à cette vague mouride.

II.3 - Organisation sociale

II.3.1 - Généralités

Sur le plan spatial les ethnies sont séparées en hameaux.

La société Wolof est très structurée et hiérarchisée ; il existe un système de castes et d'ordres (nobles, hommes libres, anciens captifs, forgerons, artisans). Ces castes restent séparées en quartiers.

Ainsi à Sonkorong même (c'est-à-dire en excluant les hameaux éloignés qui lui sont rattachés) on distingue **cinq quartiers** : Sonkorong-centre (nobles), Sinthiaba, Ndjiki, Ngalo (esclaves) et Koudé (cordonniers).

II.3.2 - Organisation de la production

Les quartiers sont constitués de concessions ou carrés ("le Kër") espaces clos réunissant un groupe familial étendu, membres d'un même lignage.

Généralement on trouve trois générations d'un même patrilinéage dans un carré ainsi que les conjoints et d'autres personnes apparentées (cousins, etc.)

Tous les groupes familiaux sont sous l'autorité de l'aîné le "Borom Kër" (chef de concession ou de carré). **C'est le droit d'aînesse** : un frère cadet du "Borom Kër" devra changer de concession s'il veut être lui aussi chef de carré.

Dans le cas où les ménages sont indépendants et constituent leur propre cuisine ces ménages auront leur propre chef de ménage "Borom njël" et devront assurer leur propre subsistance. C'est donc à ce niveau que le groupe familial peut être appréhendé et analysé comme un système de production et de consommation (BENOIT-CATTIN, 1982, Université technique de Berlin, 1990).

Les épouses constituent une force de travail importante. Elles ne peuvent pas être propriétaires terriennes mais le chef de ménage leur prête des parcelles.

Les dépendants familiaux (Sourgas) représentent les personnes vivant sous la responsabilité du chef de carré. Les enfants travaillent dans les champs très tôt (nettoyage des parcelles, gardiennage, dressage des animaux de trait).

II.4 - Infrastructures, aires économiques, encadrement technique

II.4.1 - Infrastructures

Au sein de la communauté rurale les infrastructures se caractérisent par leur **insuffisance** et leur concentration à Kaymor siège de la CR.

Les pistes sont mal entretenues et **très peu praticables** même par des charrettes en hivernage.

Au niveau socio-culturel il existe seulement 3 écoles de langue française dont une à Sonkorong, 14 écoles de langue arabe, 36 écoles coraniques ("daaras"), 3 grandes mosquées, 1 seul dispensaire à Kaymor.

II.4.2 - Aires économiques

Au point de vue économique on assiste, ces dernières années, à une prolifération des marchés hebdomadaires ("loumas") où sont commercialisés toutes sortes de produits. Ils ceinturent la communauté rurale :

- Ndiba Ndiayéne au sud (CR de Médina Sabakh) ;
- Ndia Bambali (sous-préfecture de Nganda au nord) ;
- Farafenie en Gambie.

II.4.3 - Encadrement technique

On peut distinguer plusieurs types d'intervention :

- les sociétés de développement pour les cultures principales (arachide, mil, sorgho, maïs) (SODEVA) et coton (SODEFITEX) ;

- les structures administratives à travers l'action des agents techniques et les coopératives de Kaymor, Thyssé-Sonkorong, etc. ;
- la recherche menée par l'ISRA en liaison avec le CIRAD depuis 1969 dans le cadre des "unités expérimentales" s'appuyant sur le PAPEM (Point d'appui de prévulgarisation et d'expérimentation multilocale) situé entre Thyssé Kaymor et Sonkorong.

Il est important de souligner ici que la culture attelée "vulgarisée" pour améliorer la productivité à l'hectare a été utilisée par les paysans dans une optique extensive.

Conclusion

La pression démographique dans le Sud Siné-Saloum a entraîné **une forte pression foncière** de part **la structure sociale Wolof** (émancipation des chefs de ménage) vouée à **l'extensification des systèmes de cultures**. Ainsi la mise en culture des zones fragiles favorise la dégradation générale du milieu naturel.

III - L'AGRICULTURE

III.1 - Importance des cultures

Cette zone est à forte vocation agricole comme nous l'avons déjà souligné. *"Elle a été peuplée par des gens venus principalement à la recherche de terres de cultures"*. (FAYE *et al.*, 1985).

La région est marquée par l'empreinte des Wolof qui ont développé une culture arachidière extensive à partir du début du siècle.

Le mil est la culture vivrière de base et à un degré nettement moindre le sorgho et le maïs.

Au point de vue production, la région de Kaolack a produit 40 % de la production nationale en arachide d'huile et 45 % de la production de mil en 1990 (source : Direction de l'agriculture, Dakar). Le département de Nioro étant le plus important producteur agricole du Sud Saloum devant le département de Kaolack.

Cette bonne production s'appuie malheureusement sur un système extensif où les rendements demeurent moyens.

En ce qui concernent les superficies cultivées, le tableau ci-après expose les résultats d'enquête sur la CR de LHOSTE en 1983 et de FOSSARD en 1991 (93 exploitations enquêtées).

	1983	1991
Surface cultivée par exploitation (ha)	9,96	9,25
Surface en souna (ha)	3,70	4,10
Surface en arachide (ha)	5,81	4,20

SARR a estimé en 1986 sur la CR les taux 2 ha par actif et 1 ha par habitant.

Le mil revêt donc maintenant autant d'importance que la culture de rente d'arachide. Il faut signaler que depuis 1984, l'Etat ne subventionne plus les intrants et parallèlement le prix de l'arachide a baissé.

Cependant, ces chiffres doivent être considérés avec prudence, l'importance relative des cultures peut changer d'une année sur l'autre en fonction des conjonctures (prix de l'arachide, accessibilité aux semences).

III.2 - Le paysage agraire

III.2.1 - Organisation traditionnelle de l'espace

Chaque lignage possédait traditionnellement un secteur du finage allant de l'habitation vers la périphérie.

Le finage du village comportait 3 à 4 secteurs concentriques :

- le jardin de case "ginaw neek" fortement fumé occupé par le maraîchage et arbres fruitiers (manguiers) ;

les champs de case "le Tol Keur" constituent la première auréole, on y pratiquait la culture continue des céréales (mil et maïs). Le fumier était restitué annuellement soit par parcage, soit par épandage des déjections ;

- les "Tol Diatti", ces parcelles autrefois cultivées selon une rotation mil/arachide/jachère, sont maintenant conduites en culture continue mil/arachide. La fumure y est peu importante, ces parcelles sont totalement essouchées depuis le projet "unités expérimentales" dans le cadre de l'amélioration foncière ;
- les "Tol Gor" de défriche plus récente ; l'arachide, le mil et le coton y tiennent une place prépondérante. La jachère est encore pratiquée mais en très nette régression.

Le domaine pastoral correspond à des parcours naturels peu entretenus non essouchés et le plus souvent aux zones cuirassées. Le droit d'usufruit y est appliqué sans restriction réglementaire (FOSSARD, 1991).

III.2.2 - Evolution récente de l'organisation de l'espace

L'accroissement démographique conjugué à l'introduction de la culture attelée ont provoquée **un éclatement de l'organisation traditionnelle de l'espace.** La distinction entre les différentes auréoles est bien difficile dans la plupart des cas : les superficies cultivées ayant plus que doublées ; très peu de parcelles sont fumées (2 à 3 % de la superficie totale). La réserve foncière devenue nulle, il n'y a quasiment plus de jachère : **les rotations traditionnellement équilibrées ne sont plus pratiquées.**

L'espace agraire actuel est donc totalement désorganisé et déséquilibré au point de vue fertilité. Cette évolution s'est faite particulièrement au détriment des pâturages et de l'intégration élevage-agriculture.

III.3 - Pratiques paysannes

Ces pratiques ont été particulièrement analysées par GARIN en 1989 sur le terroir de Ndimb Taba au nord de Sonkorong.

Au point de vue foncier il est nécessaire de souligner que la répartition des terres est très **inégalitaire entre les lignages**. Les descendants des premiers défricheurs possèdent le plus de terres et prêtent des parcelles aux derniers arrivants. Il faut distinguer le parcellaire d'attribution, aux limites pérennes fixés en 1981, du parcellaire d'exploitation qui découpe le premier selon des limites fluctuantes à chaque saison de culture. La surface moyenne de ces parcelles atteint 1 ha.

Les techniques culturales sont très homogènes quelle que soit la culture. Au point de vue engrais minéral seules quelques parcelles, celles des chefs d'exploitation, en bénéficient 8-18-27 ou 6-20-10 (recommandé) pour l'arachide et 14-7-7 pour les céréales et quelquefois de l'urée.

La fumure organique est le plus souvent **limité aux champs de case emblavés en mil.**

III.3.1 - Préparation du sol

Les activités agricoles commencent vers la fin de la saison sèche en mai et juin avec le **nettoyage des parcelles** : les résidus de récolte et les adventices que les animaux n'ont pas consommés sont ratissés manuellement et brûlés sur la parcelle.

A l'arrivée des premières pluies le sol sur l'ensemble du terroir est **mis à nu.**

Sources		Mil souna (grain)	Sorgho (grain)	Maïs (grain)	Arachide		Coton
					Huilerie	Bouche	
CNRA Bambey	Densité de semis en kg/ha	5 à 8	10 à 15	15	60 à 70		25
	Peuplement en pieds x 1000/ha	12	25	80	120		50
Direction de l'agri-culture	Rendements (kg/ha) Estima-tions	713	979	1170	818	950	700 kg brut
					kg de gousses		
CNRA	Prix à la production (francs CFA/kg)	80	100	120	70 francs par kg de gousses	-	100 francs/ kg brut
	Qté récolt / Qté semée	100	78	78	12,5	14,5	28
CNRA	Prix de la semence (en francs CFA/kg)	80	100	120	120		Don SODEFI-TEX
	Cycle de la culture en jours	90	100-110	90	105		120-150

Tableau III : Référentiel des cultures.
Région Sud-Siné-Saloum (source : FOSSARD, 1991)

La susceptibilité des sols à l'érosion est donc maximale lors de ces premières pluies qui sont les plus souvent agressives.

III.3.2 - Les semis

Le mil, variété Souna, cycle court de 90 jours, **est semé en priorité**, en humide sur les premières pluies, en traction équine le plus souvent car la plus rapide.

Le tableau III présente le référentiel des cultures pour la région du Sud Saloum (FOSSARD, 1991).

Il est à signaler que lorsque l'hivernage est tardif, **le mil peut être semé en sec** mais ceci entraîne alors, en-dehors du risque climatique un premier sarclage plus rapproché à cause d'un enherbement accru (GARIN, 1989).

Les parcelles semées les plus tôt sont celles qui présentent le meilleur potentiel (glacis subactuel, glacis versant).

La date des semis varie aussi en fonction de l'équipement des exploitations en semoirs et animaux de trait.

Au sein de chaque groupe familial le chef de carré est prioritaire par rapport à ses dépendants.

La taille des parcelles d'exploitation (< 1 ha) permet un semis rapide dans la journée qui suit la première pluie utile.

III.3.3 - Les sarclages ou sarclobinages

Les sarclages peuvent être mécanisés, la houe Sine, équipée de trois rasettes permettant une largeur de travail de 40 à 50 cm. La profondeur travaillée est de 5 cm environ ; au vu du travail effectué, on parle de sarclobinage.

Le nombre de sarclages est relativement constant. Sur l'arachide on pratique le plus souvent un sarclobinage de prélevée ; ce "radou" permet de retarder le second sarclage jusqu'à la fin du premier sarclage sur le mil.

Que ce soit le mil ou l'arachide les parcelles sont sarclées en moyenne deux fois mécaniquement et une fois manuellement sur le rang.

III.3.4 - Les récoltes

La récolte du mil s'étale sur deux à trois semaines (fin septembre, début octobre), les tiges sont couchées, les épis coupés et mis en bottes.

Suit alors le soulevage de l'arachide réalisé à l'aide d'une lame souleveuse en traction animale, opération néfaste pour la structure du sol. Une fois desséchés les pieds sont battus, le vannage des coques après battage est assuré par les femmes.

Les récoltes se terminent avec le sorgho puis le coton (octobre-novembre).

Conclusion

Nous pouvons souligner que malgré une forte hétérogénéité dans la répartition des moyens de production (terre, attelages, main-d'œuvre), une relative souplesse des échanges inter-exploitations permet la survie des exploitations les plus récentes, les plus mal équipées.

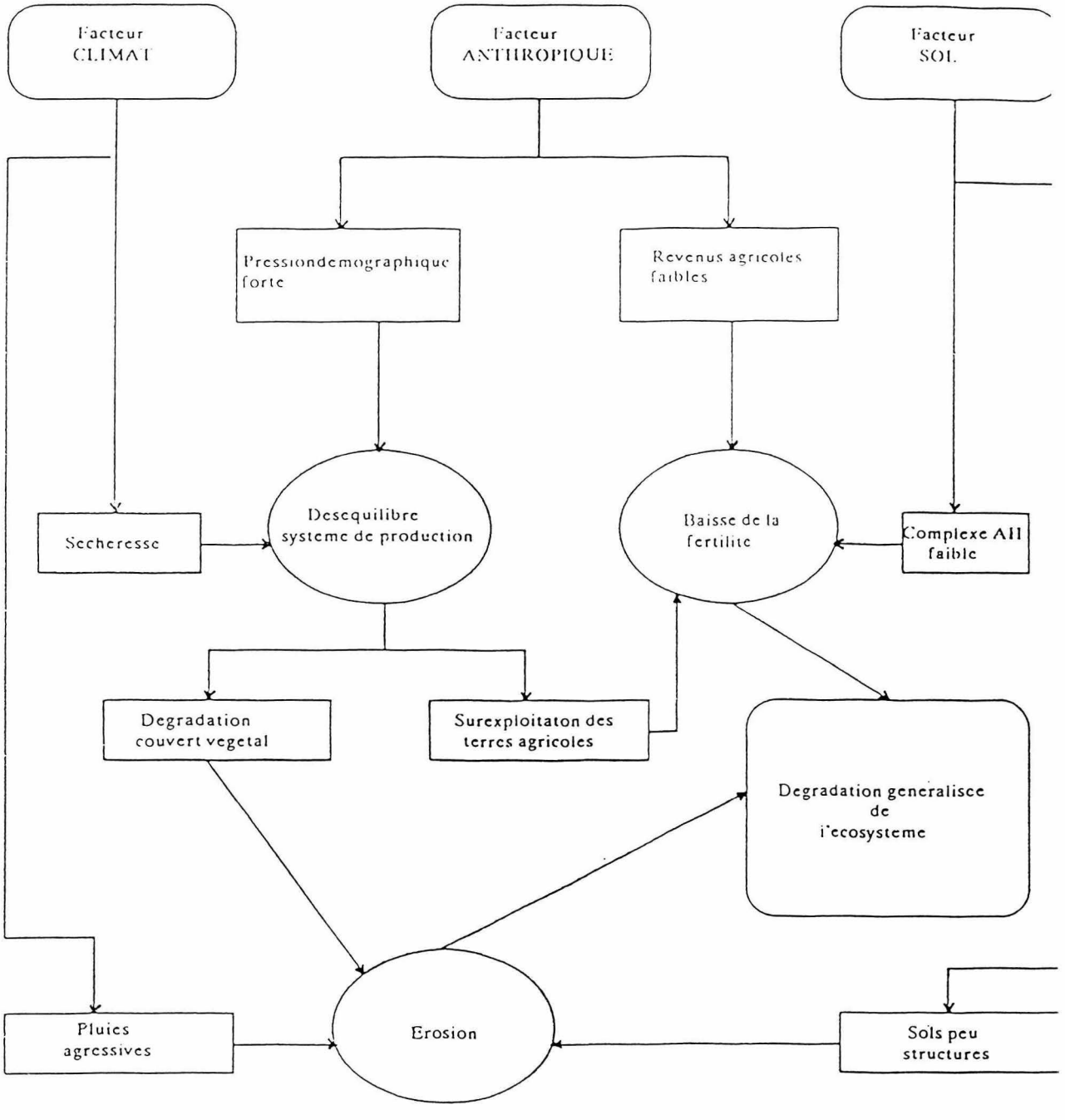


Figure 3 : Schéma général de dégradation de l'écosystème. Sud-Siné-Saloum (source : PEREZ, SENE, DIATTA, 1989)

Cependant, toutes les exploitations apparaissent fragiles par rapport aux vicissitudes du marché de l'arachide (prix, approvisionnement en semences).

Seulement 3 % des champs sont fumés (GARIN, 1989).

Sous la pression foncière plus de 70 % du finage voire plus est cultivé de façon continue depuis plusieurs années.

Les itinéraires techniques ont été simplifiés et homogénéisés (peu d'intrants) avec **la volonté d'installer les cultures au plus vite** au détriment de leur entretien. Le sol mis à nu avant les premières pluies, le soulevage de l'arachide constituent des **techniques néfastes vis-à-vis de l'érosion**.

IV - L'ELEVAGE

"Aujourd'hui les systèmes d'élevage doivent être considérés comme complémentaires avec l'agriculture en vue d'une exploitation rationnelle du milieu et d'une optimisation de la productivité" (FAYE, 1985).

IV.1 - Types d'élevage

On distingue deux types d'élevage.

- **l'élevage intégré à l'exploitation** constitué par les animaux dont le mode de conduite est directement lié à l'exploitation agricole (LHOSTE, 1986).

Ce système traduit une certaine forme d'intensification et une gestion plus individualisée des animaux.

Ce cheptel intégré concerne les animaux de trait (chevaux, ânes, bovins de trait) et les petits ruminants.

- **l'élevage extensif** concerne les bovins autres que ceux de trait.

IV.2 - Problèmes de gestion

Pendant l'hivernage le cheptel intégré pâture la journée sur les jachères, et mis au piquet sur les Tol Keur pendant la nuit.

Les bovins extensifs sont regroupés en troupeaux par les chefs de carrés les plus aisés qui s'acquittent les services d'un berger et à qui les autres chefs d'exploitation peuvent confier leurs bêtes. Ces troupeaux, pendant l'hivernage, pâturent les zones de parcours naturels : bas-fonds et zones cuirassées incultes. La charge avoisine lors de cette période 1 ha/UBT, ce qui correspond à un sensible déficit fourrager.

Pendant la saison sèche la situation s'aggrave : tous les animaux sont en vaine pâture sur les parcelles. Sur les parcelles d'arachide, les fanes (1 500 kg M.S./ha) sont ramassées puis vendues ; les pailles de mil ne suffisent pas à l'alimentation des troupeaux.

Il y a surcharge sur les zones de parcours qui se dégradent progressivement.

En conséquence ces dernières années on assiste à un sensible destockage des bovins ce qui entraîne un déficit en fumure.

Conclusion

Le système agriculture-élevage est totalement déséquilibré (déficit fourrager, fumure insuffisante) et de plus se trouve à l'origine de la dégradation et de la naissance du ruissellement sur les zones cuirassées, positions hautes des bassins versants.

CONCLUSION

Le système d'exploitation actuel est minier : les restitutions minérales et organiques sont largement insuffisantes, les techniques culturales entament largement le capital foncier.

Cette agriculture minière s'accompagne d'une simplification des itinéraires techniques.

L'érosion hydrique est devenu une contrainte majeure ; les sols moins protégés par suite de la raréfaction de la couverture végétale sont plus susceptibles à l'érosion (figure 3).

"La restauration tant physique qu'écologique des paysages est un point de passage incontournable dans un processus de récapitalisation de l'économie paysanne et constitue une action prioritaire." (SABATIER, 1987).

Deuxième partie

LA RAVINE ET LE BASSIN VERSANT DE SONKORONG

I - PROBLEMATIQUE, STRATEGIES

Le paysage agraire actuel est, comme nous l'avons souligné précédemment, destabilisé ; le système d'exploitation est totalement minier.

C'est donc dans une **optique de stabilisation et de restauration du paysage** que doit s'inscrire l'action de l'agronome.

Cette restauration ne peut se réaliser qu'en agissant sur toutes les composantes du paysage (eau, sol, plante) à l'échelle du bassin versant (figure 4).

Dans le cas présent, la priorité est de limiter le ruissellement sur les parcelles responsable majeur de la diminution de fertilité.

Il est indispensable que l'intérêt de l'aménagiste et du paysan aient un point commun.

L'objectif du paysan est d'augmenter ses revenus ; dans la zone de Sonkorong, la pression foncière est telle (certains paysans doivent louer des parcelles) que leur **seul moyen** est **d'augmenter la productivité de la terre** et non du travail comme cela a été fait avec l'introduction de la culture attelée.

Cette intensification ne peut se réaliser qu'après avoir maîtrisé le problème de ruissellement et stabilisé ainsi les parcelles.

La situation foncière actuelle devrait faciliter l'appropriation des techniques proposées : **les paysans sont "dos au mur"** et sont conscients de la situation critique à laquelle ils sont exposés.

L'aménagement de la piste au niveau de Sonkorong devrait permettre la mobilisation générale de la population et constituer en quelque sorte une "porte d'entrée" pour l'aménagement au niveau du bassin versant.

La réalisation d'un ouvrage important, demandant une technicité assez poussée et réalisé par la population, devrait instaurer une relation de confiance réciproque entre les partenaires (paysans-agronome).

L'agronome doit aussi "profiter" de cette mobilisation collective pour "traiter" les parcelles. Pour cela, il est important de montrer aux paysans le fonctionnement de l'érosion régressive qui entraîne l'interdépendance de l'aménagement des parcelles et la nécessité d'un maillage du paysage.

L'aménagement au niveau du bassin versant, qui est l'échelle appropriée, se fera à travers les techniques "défense et restauration des sols" (DRS) réalisées sur des bassins voisins par l'équipe "gestion des ressources naturelles" de l'ISRA en collaboration avec le CIRAD (DRS, collection fiches techniques, RUELLE *et al.*, 1990).

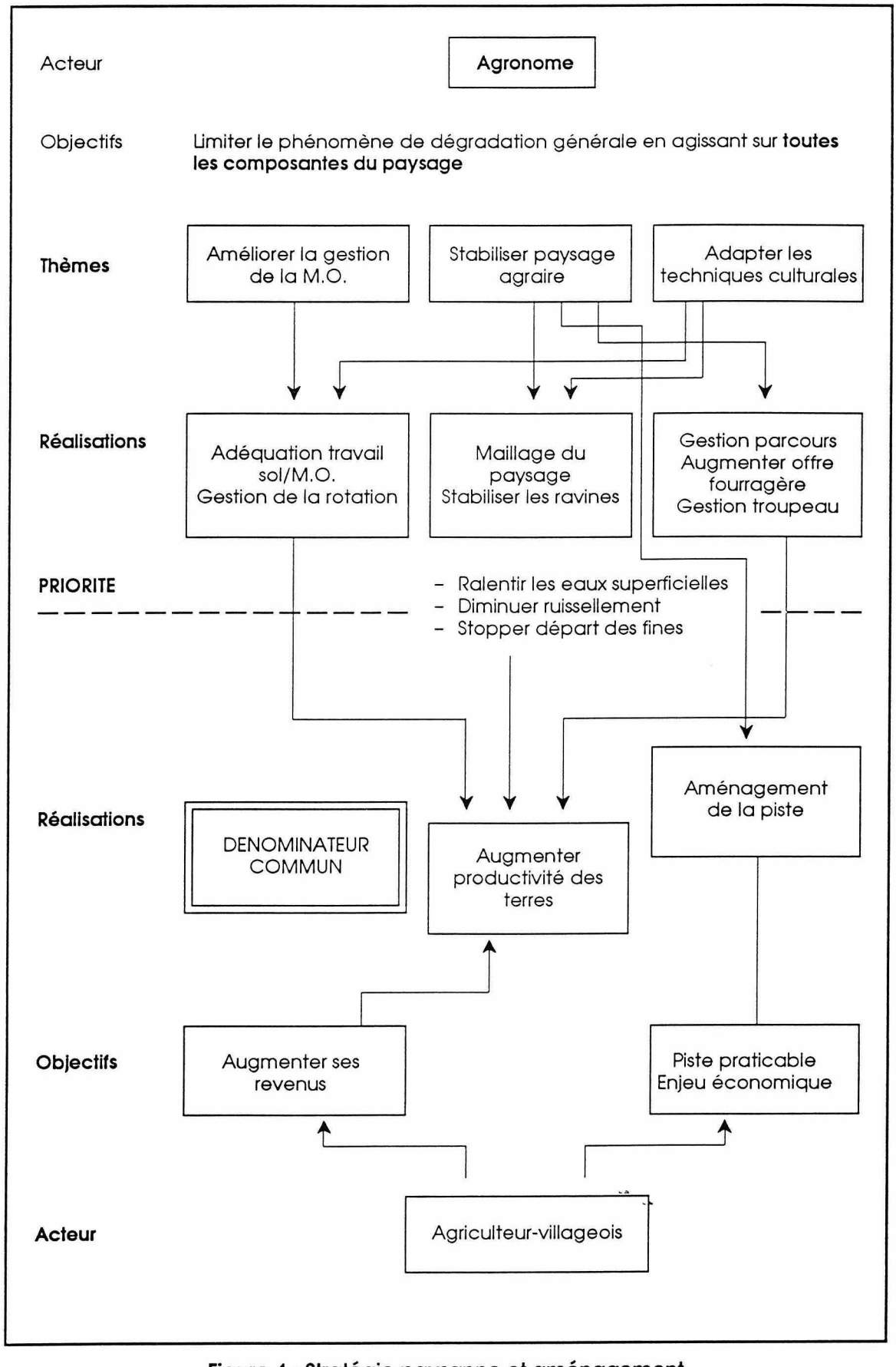


Figure 4 : Stratégie paysanne et aménagement

II - METHODOLOGIE

II.1 - Situation

Le point de départ de la collaboration aménagiste-paysans est l'aménagement de la piste traversant une ravine au niveau de Sonkorong.

Cette piste relie le village à Thyssé Kaymor puis Kaymor chef-lieu de la communauté rurale et siège de nombreuses infrastructures telles l'école, le dispensaire et la coopérative.

Elle revêt donc un caractère de première importance aussi bien sociale qu'économique pour tous les villageois. Une fois rendue inutilisable Sonkorong est totalement enclavé.

En dix ans, cette piste, en raison du fort ravinement, a dû changer quatre fois de tracé.

Il est à signaler que des aménagements infructueux avaient été réalisés en 1984 : des blocs de cuirasse avaient été placés au milieu de la ravine ; ils ont été emportés dès les premières grosses pluies.

Il est impératif d'aménager de façon rationnelle la piste vu les dimensions impressionnantes de la ravine : 3 mètres de haut à certains endroits et 20 mètres de large à d'autres.

II.2 - Méthodes

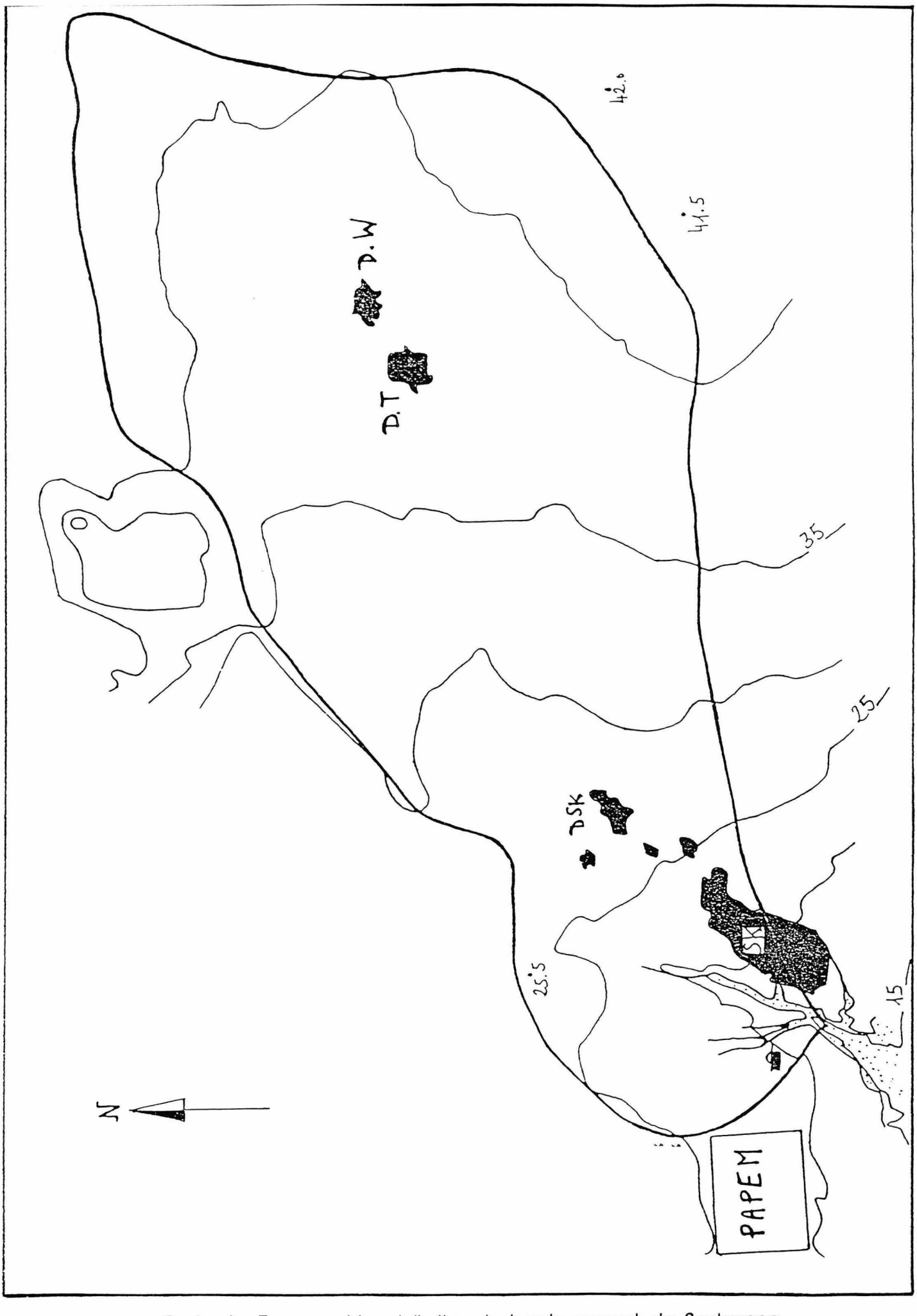
Pour un aménagement adéquat il est nécessaire d'estimer la **crue de récurrence décennale** de la ravine qui sera ensuite majorée (coefficient 1,5) pour obtenir la crue de projet permettant de **calibrer l'ouvrage** (GRET, 1988).

Cette estimation de crue comporte plusieurs phases :

- délimiter le bassin versant (BV) aire de collecte des eaux de ruissellement qui se concentrent dans la ravine ;
- déterminer ses principales caractéristiques : superficie, forme générale (indice de compacité), indice de pente, géomorphologie ;
- dresser une carte d'occupation des sols au sein du BV ;
- relever les axes de ravinement principaux, l'état des pistes servant bien souvent de collecteurs ;
- établir une carte des états de surface selon la méthode ORSTOM (CASENAVE, VALENTIN, 1988) afin de déterminer le coefficient de ruissellement général Kr du bassin versant.

Toutes ces données acquises permettront aussi de réaliser un plan d'aménagement au niveau du bassin versant, indissociable de celui de la ravine, et objectif principal de l'agronome.

Le maillage, à travers la localisation des aménagements antiérosifs, sera réalisable.



Carte 4 : Topographie et limites du bassin versant de Sonkorong (échelle 1/20 000) (SK : Sonkorong, DSK : Dakhar Sonkorong, DT : Dakhar Toucouleur, DW : Dakhar Wolof)

III - LE BASSIN VERSANT DE SONKORONG : LIMITES ET CARACTÉRISTIQUES

III.1 - Limites

Les outils utilisés pour définir les limites du bassin versant étaient un orthophotoplan au 1/25 000e de 1982 de la zone sur laquelle la topographie a été reportée et les photos aériennes au 1/20 000e de novembre 1983 réalisées par l'IGN.

Dans un souci d'harmoniser les données toutes les cartes du BV ont été dressées au 1/20 000e.

Un repérage précis sur le terrain a été réalisé : les lignes de crête et lignes de partage des eaux ont ensuite été reportées sur l'orthophotoplan et sur les photos aériennes.

Le fond topographique a pu être réajusté au 1/20 000e grâce aux repères communs aux photos aériennes et à l'orthophotoplan.

La carte 4 représente les limites du bassin versant ; l'exutoire du bassin versant coïncide bien sûr avec le passage de la piste de la ravine à l'ouest de Sonkorong.

III.2 - Caractéristiques générales

III.2.1 - Superficie

Par planimétrie nous avons pu évaluer la superficie du bassin versant **S = 7,8 *à* 8 km²**.

Le bassin versant de Sonkorong peut être classé parmi les petits bassins versants ($S < 10$ km²) (GRET, 1988).

III.2.2 - Périmètre, indice de compacité

Pour calculer le périmètre les hydrologues de l'ORSTOM et du CIEH recommandent de styliser le pourtour du bassin pour ne pas augmenter le périmètre.

Nous avons calculé un périmètre **P = 12,2 km**.

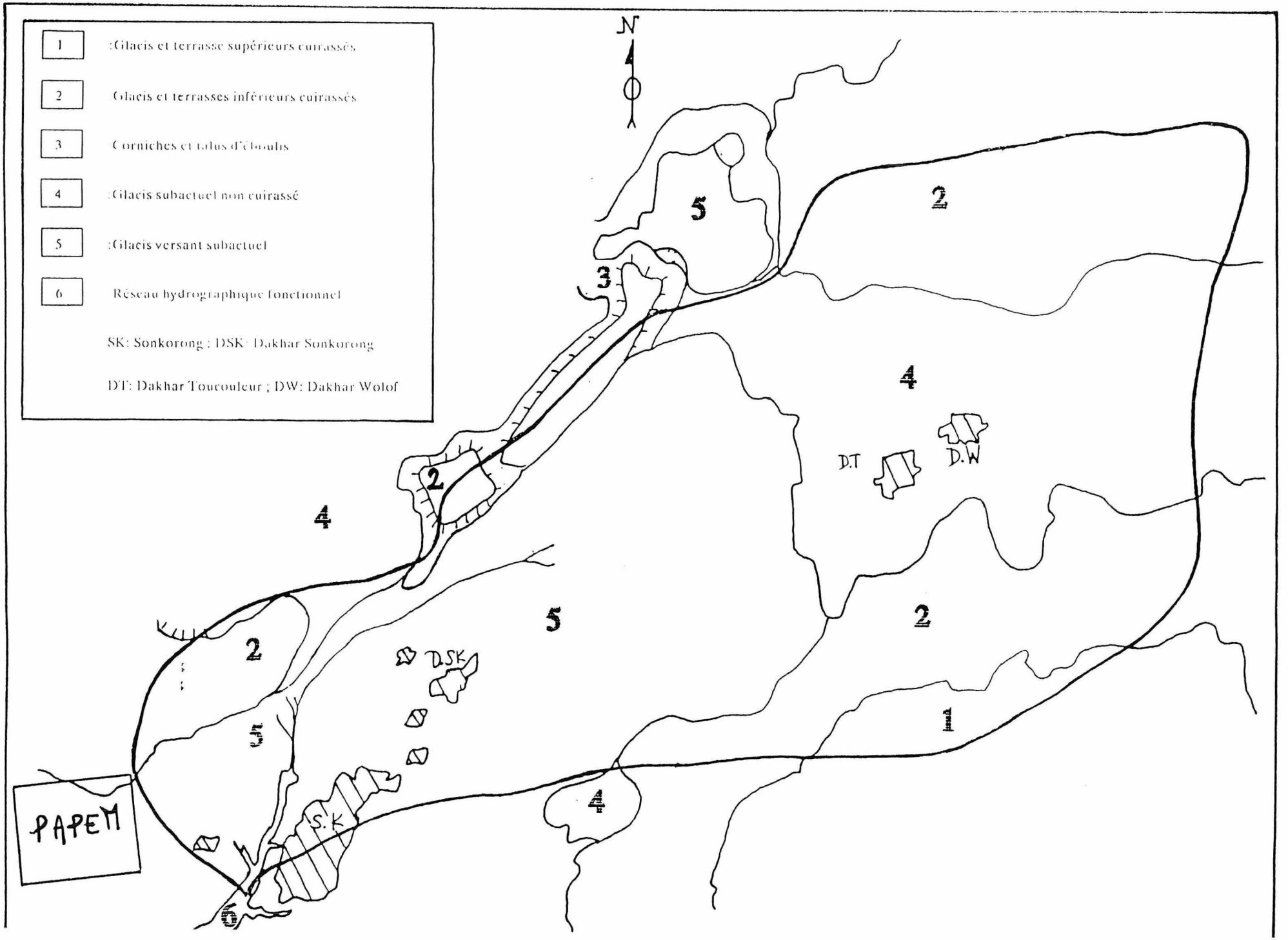
Nous pouvons ensuite calculer l'indice de compacité :

$$I_{comp} = 0{,}28\ P/\sqrt{S}$$

d'où $I_{comp} = 0{,}28 \times 12{,}2/\sqrt{8} = 1{,}208$

$$\boxed{I_{comp} = 1{,}208}$$

Cet indice de capacité correspond au rapport du périmètre sur celui d'un cercle de même superficie, la valeur trouvée indique dans ce cas un bassin de forme relativement ovoïde.



Carte 5 : Morphopédologie du bassin versant (échelle : 1/20 000)

III.2.3 - Longueur du rectangle équivalent

Le rectangle équivalent a même superficie, même coefficient de compacité et même distribution hypsométrique que le bassin versant.

Sa longueur L est égale à :

$$L = \frac{I_{comp} \cdot \sqrt{S}}{1,12} \left(1 + \sqrt{1 - \frac{1,12}{I_{comp}}} \right)$$

$L \approx 4,2$ km

III.2.4 - Indice de pente globale : I_g

L'indice de pente globale est défini par :

$I_g = \Delta H/L$ (m/km)

ΔH est la dénivelée entre l'altitude telle que 5 % de la superficie du bassin soit situé au-dessus et celle telle que 5 % soit situé au-dessous.

Nous avons estimé ΔH d'après le fond topographique (carte 4).

$\Delta H = (+ 42) - (+ 17) = 25$ m

soit $I_g = 25/4\ 200 = 5,95$ ‰

soit $I_g \approx 6,0$ ‰ ou encore 6 m/km.

Le bassin versant a une pente générale faible.

Nous pouvons récapituler **les caractéristiques du BV de Sonkorong** :

$S = 8$ km² ;
$P = 12,2$ km ;
$I_{comp} = 1,208$;
$L = 4,2$ km
$I_g = 6$ ‰

III.3 - Morphopédologie du bassin versant

En 1983, ANGE a réalisé un relevé morphopédologique au 1/20 000e de la zone, une carte simplifiée au 1/100 000e a été publiée ultérieurement (ANGE, 1990) (carte 3).

Ce document a permis de brosser une esquisse morphopédologique du bassin versant de Sonkorong, et de dresser une carte au 1/20 000e après vérifications de terrain (carte 5).

Nous pouvons souligner le fait que les lignes de crête passent souvent par le sommet des unités cuirassées (unités 1 et 2).

La répartition de la surface selon les **unités morphopédologiques** a été évaluée par planimétrie.

Carte 6 : Occupation des sols du bassin versant (échelle : 1/20 000)

Unités morphopédologiques	% de la superficie
Unité 1 : glacis et terrasse supérieurs cuirassés	3,0
Unité 2 : glacis et terrasse inférieurs cuirassés	32,0
Unité 3 : corniche, talus d'éboulis	1,0
Unité 4 : glacis subactuel non cuirassé	27,5
Unité 5 : glacis versant subactuel	36,0
Unité 6 : réseau hydrographique, bas-fond	0,5

Les deux glacis (zones à plus fort potentiel agricole) totalisent près de 64 % de la superficie du BV.

Le bassin versant de Sonkorong regroupe donc l'ensemble des unités morphopédologiques de la zone et présente une **toposéquence caractéristique** des reliefs issus des plateaux du Continental Terminal.

III.4 - Occupation des sols

L'établissement d'une carte d'occupation des sols est intéressante à plus d'un titre : elle permet **d'évaluer la pression foncière** actuelle et aussi d'avoir une **perception de l'orientation générale du plan d'aménagement** au niveau du bassin versant.

La carte a été élaborée à partir d'observations de terrain sur l'ensemble du bassin versant et repérage sur les photos aériennes (carte 6).

Cinq types d'occupations des sols ont été retenus et planimétrés :
- "végétation dense, cuirasse", qui correspond aux zones de parcours sur les zones cuirassées et aux bas-fonds (ravine de Sonkorong). Cette classe représente 17, 8% de la superficie totale ;
- "champs cultivés", soit 76 % de la superficie totale ;
- "jachères", soit 1 % de la superficie totale ;
- "bosquets arborés" (baobabs près des villages, eucalyptus), soit 1 % de la superficie totale ;
- "villages, hameaux", soit 4,2 % de la superficie totale.

Les villages ont été comptabilisés car leur superficie est loin d'être négligeable, leur aptitude au ruissellement est difficilement quantifiable car dépendante de nombreux facteurs (type d'habitat, densité de cases, densité d'arbres...).

Ces chiffres peuvent être comparés à ceux de VALET obtenus sur une zone plus grande (≈ 3 000 ha) englobant le bassin versant pour les années 70 et 83. Dans ce cas, l'unité "forêt" englobe les unités "végétation dense cuirasse" et "bosquets arborés" ; les villages n'étant pas comptabilisés, nous avons recalculé les pourcentages de 1992 en enlevant cette unité.

L'évolution des superficies cultivées, qui ont quadruplé en vingt ans, montre nettement **la pression foncière exercée sur le paysage agraire.** Les jachères sont désormais quasiment inexistante ; les zones de parcours ont diminué de façon critique pour les éleveurs.

	Forêt	Jachère	Culture
VALET, 1970	69	9	22
VALET, 1983	30	3	67
1992	20	1	79

Cette forte pression foncière peut être reliée à priori à la pression démographique auquel s'est ajoutée la vulgarisation de la traction attelée et la stagnation des rendements.

Cependant FONTANEL, à partir de calcul de besoins vivriers, souligne que ces mises en culture obéissent en partie à un **souci d'appropriation des terres** par anticipation dans un contexte de crise (FONTANEL, 1989).

En effet, concernant la gestion foncière, le droit coutumier favorise le marquage de propriété au détriment de la protection des zones de parcours : le droit d'usage est lié à la défriche. Une loi sur le domaine national a été promulguée en 1964 : elle donne à l'Etat la propriété des terres, interdit toute transaction foncière (prêt, vente), limite de façon draconienne la coupe de bois, et reconnaît le droit d'usage à celui qui cultive.

Malheureusement, le droit coutumier continue à prévaloir dans la plupart des cas, et confère un droit de gestion au "défricheur" et à ses descendants (DUGUE, 1990).

Notons également que le droit d'usage donné à l'exploitant (loi du domaine national) ne favorise pas la mise en jachère.

Dans le contexte actuel il semble qu'une **nouvelle législation soit nécessaire** pour mettre en oeuvre une **meilleure gestion des ressources naturelles.**

La préservation et la restauration des **zones de parcours** apparaissent ici **prioritaires** dans toute action d'aménagement de l'espace.

L'occupation actuelle des sols peut être superposée à la carte morphopédologique pour évaluer le degré d'occupation des différentes unités.

Il apparaît que 50 % des unités 1 et 2, c'est-à-dire les niveaux cuirassés supérieurs et inférieurs sont cultivés alors que dans la zone ils présentent un faible potentiel agricole.

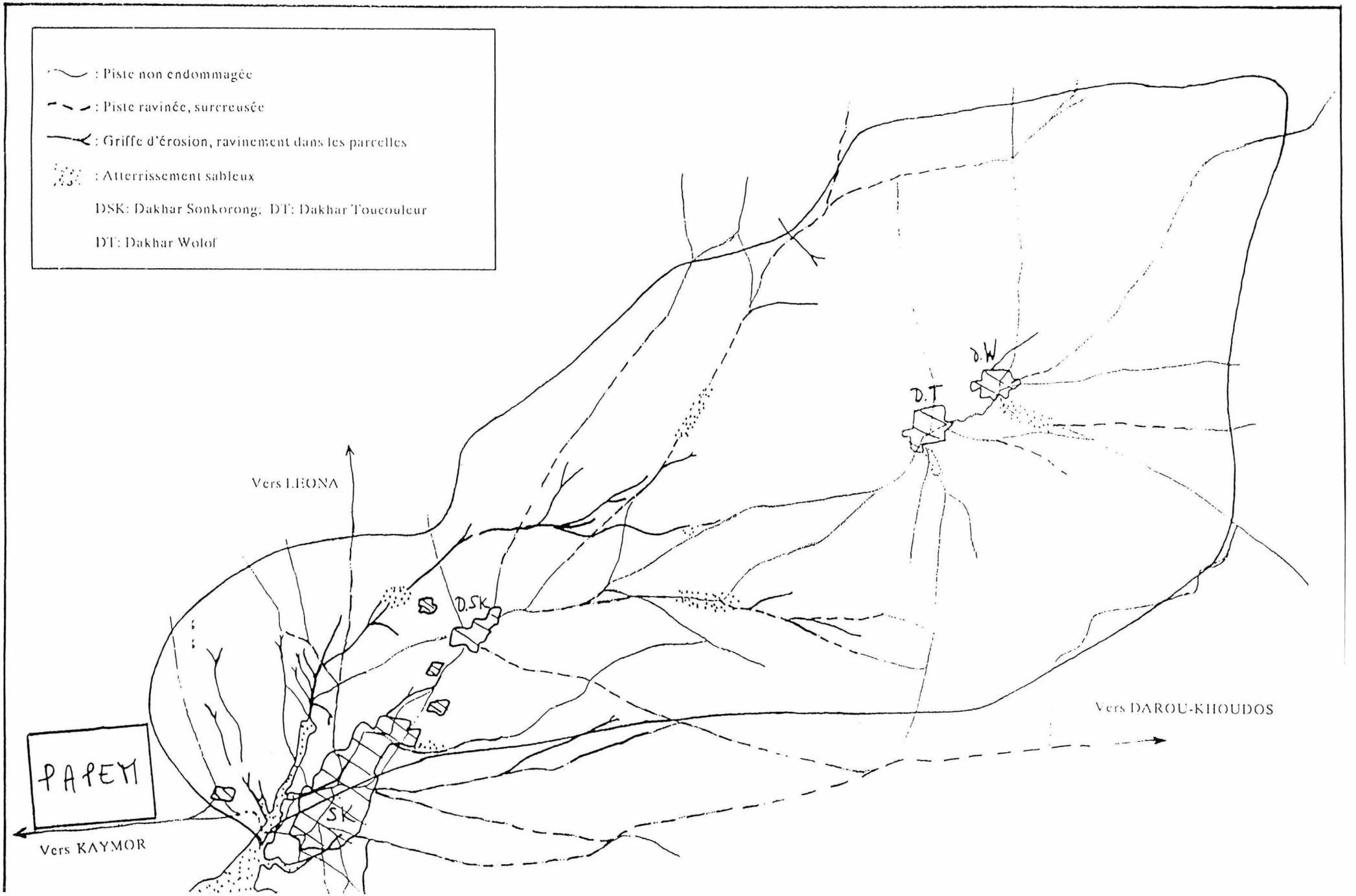
Ceci est significatif de l'extension des cultures sur des zones marginales et qui sont aussi très susceptibles à l'érosion sous forme de ruissellement en nappe, surtout lorsque la cuirasse est peu profonde voire affleurante.

L'unité 3 (éboulis) est aussi cultivée dans sa partie aval (50 %).

Les unités de glacis (unités 4 et 5) sont, elles, cultivées logiquement à 100 %, car elles présentent le meilleur potentiel de la zone.

L'unité 6 (réseau hydrographique actuel, bas-fond) n'est pas mise en valeur pour des raisons précédemment énoncées (ensablement, crues brutales).

Il apparaît à travers ces résultats que la **réserve foncière au niveau du bassin versant est quasi nulle** ; seules les zones de parcours peuvent encore être défrichées ce qui provoquerait de nombreux déséquilibres (offre fourragère, gestion des troupeaux, érosion accentuée sur les parties hautes du BV).



Carte 7 : Carte des pistes et parcelles endommagées par l'érosion linéaire
(échelle : 1/20 000)

III.5 - Estimation de l'érosion linéaire dans le bassin versant

A la suite de nombreuses observations sur le terrain une carte a été dressée localisant les griffes d'érosion linéaire dans les parcelles ainsi que les pistes endommagées (carte 7).

Cette carte met nettement en évidence **l'ampleur du phénomène dans la partie aval du bassin versant**, aux alentours du village de Sonkorong. Les pentes dans cette zone s'accentuent aux abords de la ravine (partie aval du glacis versant).

Inversement les parcelles au niveau des hameaux de Dakhar Toucouleur et Dakhar Wolof (partie Est du BV) sont peu touchées par l'érosion linéaire. Cette zone correspond au glacis subactuel qui revêt ici une forme plane (pente < 1 %).

Nous pouvons remarquer que toutes les pistes amenant à Sonkorong sont ravinées, particulièrement celles de l'Est en provenance de Darou Khoudos. Ce village est situé sur le plateau ; les pistes suivent la ligne de plus grandes pentes et traversent une importante zone cuirassée propice au ruissellement.

Les pistes ravinées sont le plus souvent surcreusées, ce sont des axes privilégiés d'**écoulement concentré** ; leur niveau de base peut être situé à 1 mètre, voire plus, au-dessous des parcelles voisines.

Dans la partie centrale et orientale (Dakhar Sonkorong et Dakhar Toucouleur), à la faveur de replats ou de bosquets (eucalyptus ou baobabs villageois), la vitesse des eaux superficielles diminue et entraîne des aterrissements sableux qui peuvent être épais (près de 50 cm).

La carte souligne nettement l'importance du **problème érosif** aussi bien **au niveau des parcelles que des pistes**. Elle permet de visualiser les zones d'intervention prioritaires (partie Sud-Ouest du bassin).

Il est bon de rappeler que l'**espace agraire Wolof** est un espace entièrement **ouvert** : les parcelles jouxtent les pistes sans aucune protection de type fossé, l'embocagement n'existe pas. Nous avons pourtant noté que les plantations d'eucalyptus (lors des unités expérimentales) et les bosquets de baobabs près des villages permettent un arrêt localisé de l'érosion.

Ceci peut donner une orientation pour les aménagements futurs :

- **des fossés pourraient être réalisés le long des pistes** ; un réseau rationnel pourrait permettre la collecte des eaux de ruissellement dirigée vers une mare artificielle ou le bas-fond ;
- **des plantations d'arbres intéressants pour les paysans** (fourrage, fruits, etc.) permettraient de diminuer l'érosion en bordure des plus grandes ravines. Ce capital forestier pourrait être exploité collectivement par les villages participant à la plantation.

III.6 - Les états de surface du bassin versant

III.6.1 - Introduction

De nombreux travaux menés par l'ORSTOM depuis une dizaine d'années ont démontré en zone sahélienne le **rôle primordial des états de surface** sur la genèse du ruissellement (CASENAVE, VALENTIN, 1989).

A partir de mesures sous simulation de pluies (parcelles de 1 m^2) le coefficient de ruissellement a pu être calculé **pour chaque état de surface** (couvert

végétal et micro-organisations superficielles) inventorié par CASENAVE et VALENTIN.

Le raccordement de ces lames ruisselées sur parcelles au ruissellement de certains bassins a été tenté avec plus ou moins de succès (ALBERGEL, 1987 ; THEBE, 1987).

Les récents travaux de RODIER ont permis de définir un coefficient de calage suivant le type de bassin versant (superficie, indice de perméabilité) (RODIER, 1992).

C'est en se basant sur tous ces travaux, que la carte des états de surface du bassin de Sonkorong a été réalisé en juillet 1992 avec pour **finalité de définir son coefficient de ruissellement** et ainsi prédéterminer la crue décennale au niveau de la ravine.

Cette carte nous permettra aussi de situer **précisément** les zones les plus sensibles à l'érosion (en nappe ou linéaire) étape indispensable avant toute action d'aménagement.

III.6.2 - Les surfaces élémentaires et les états de surface

■ **Définition**

CASENAVE et VALENTIN définissent la surface élémentaire comme ensemble homogène constitué par le couvert végétal, la couverture pédologique et les organisations pédologiques superficielles sous l'effet des facteurs météorologiques, fauniques et anthropiques.

Le terme "état de surface" désigne un système de surfaces élémentaires interdépendantes les uns par rapport aux autres (LAMACHERE, 1992).

En zone de savane sèche (400 < P < 800 mm), le type de couverture pédologique influence peu le ruissellement ; par contre le couvert végétal, surtout à travers la strate herbacée, et les organisations superficielles sous forme de croûte en sont directement responsables.

■ **Observation des surfaces élémentaires**

La typologie des surfaces élémentaires et des états de surface repose sur un certain nombre de **critères, caractéristiques du milieu** (CASENAVE, VALENTIN, 1989).

Nous avons retenu ici les plus importants dans notre zone d'étude.

❑ **Le couvert végétal**

Il peut être naturel ou cultural, on l'estime en pourcentage de recouvrement. On distingue trois types de couvertures : arboré, arbustif et herbacé avec chacune leur pourcentage de recouvrement.

❑ **Le type de croûte**

L'étude des micro-horizons superficiels (structure, génétique) ont amené CASENAVE et VALENTIN à identifier 9 types principaux de croûtes sahéliennes.

Sur le bassin versant de Sonkorong 5 croûtes principales ont été identifiées au moment des observations de terrain (juillet).

– La croûte de dessication DES

Elle est formée d'un horizon sableux unique, fragile presque toujours enherbé. DES est synonyme de faible ruissellement.

- La croûte d'érosion ERO

Cette croûte est formée d'une pellicule plasmique plus ou moins durcie, lisse, peu épaisse caractéristique des zones de départ du ruissellement (termitières, billons, sols tronqués).

- La croûte de ruissellement RUI

Composée de micro-horizons sableux en alternance avec de minces pellicules plasmiques (phases transport-sédimentation), elles se localisent dans les intervalles et le long des axes d'écoulement.

- La croûte de décantation DEC

Cette croûte revêt un aspect fragmentaire, sous forme de débit en plaquettes. Le tri granulométrique est conforme à la sédimentation ; cette croûte est un indice de milieu à faible dynamique superficielle.

- La croûte à charge grossière GRO

(Dès que la charge grossière, ensemble d'éléments de taille supérieure à 2 mm, dépasse 40 % dans la croûte superficielle.)

Cette croûte grossière est surtout visible sur les zones cuirassées formées à la suite du démantèlement de la cuirasse ferrugineuse.

❑ La nature du milieu cultivé ou naturel

Deux facteurs importants du ruissellement la couverture végétale énoncée ci-dessus et aussi le micro-relief (amplitude comprise entre 5 et 50 cm) sont modifiés par la mise en culture de même que le type de croûte.

Le micro-relief est évalué en fonction de son degré d'obstruction par rapport au ruissellement. Dans la zone étudiée, il est formé à la suite de sarclobinages (radou) voire sarclobuttages. Ce micro-relief confère au sol pendant les premières pluies une rugosité diminuant le ruissellement.

❑ L'activité faunique

Sur le bassin de Sonkorong, on note essentiellement les superficies couvertes par les placages de termites, termitières érasées qui constituent des taches blanches sur les photos aériennes et de part leur nature plus argileuse, sont durcies et imperméables.

❑ La porosité

Lors des observations de terrain, on a observé préférentiellement la porosité vésiculaire qui correspond à des cavités sphériques indépendantes entre elles, issues de l'emprisonnement des bulles d'air.

Cette porosité vésiculaire limite l'infiltration ; c'est la clef de détermination des types de surface cultivées.

■ Etats de surface, relation hydrodynamique

Les états de surface sont constitués de surfaces élémentaires associées entre elles selon des proportions caractéristiques.

Pour chaque état de surface il est ainsi possible de calculer l'équation de ruissellement en pondérant les équations des surfaces élémentaires par leur pourcentage.

Les relations hydrodynamiques sont de la forme :

$$Lr = A\ Pu + B\ Pu\ IK + CIK - D$$

Lr est la lame ruisseleée

A, B, C, D sont des constantes positives caractéristiques de la surface élémentaire.

Pu est la hauteur pluviométrique (pluie utile)

IK est un indice pluviométrique qui reflète l'état d'humectation du sol, plus l'indice est élevé plus la lame ruisselée est importante.

A partir de cette équation on peut calculer le **coefficient de ruissellement Kr**

$$Kr = Lr/Pu$$

Pour les calculs de Kr à l'échelle d'un bassin versant de la région les valeurs de la Pu retenues sont 50 et 100 mm et celles de IK sont 0 (sol sec) et 20 (sol très humide). Ces valeurs permettent d'avoir un bon intervalle de valeurs de Kr.

Il faut noter que la hauteur pluviométrique 100 mm est proche de la pluie décennale sur la zone (P_{10} = 108 mm).

La valeur de Kr pour Pu = 100 et IK = 20 sera représentatif du coefficient de ruissellement décennal Kr_{10}.

III.6.3 - Cartographie, résultats

■ Cartographie

Les observations ont été réalisées point par point selon des transects le plus souvent le long des lignes de pente.

Les points d'observations sont distants de 100 mètres ; sur chaque point on effectue les observations sur une surface circulaire d'environ 50 mètres de diamètre voir plus (dans les parcelles).

Les états de surface sont observés en continu sur les transects, le moindre changement est ainsi noté avec précision.

Sept transects ont été réalisés pour une distance totale d'observation de 11 500 mètres (annexe 1).

■ Résultats

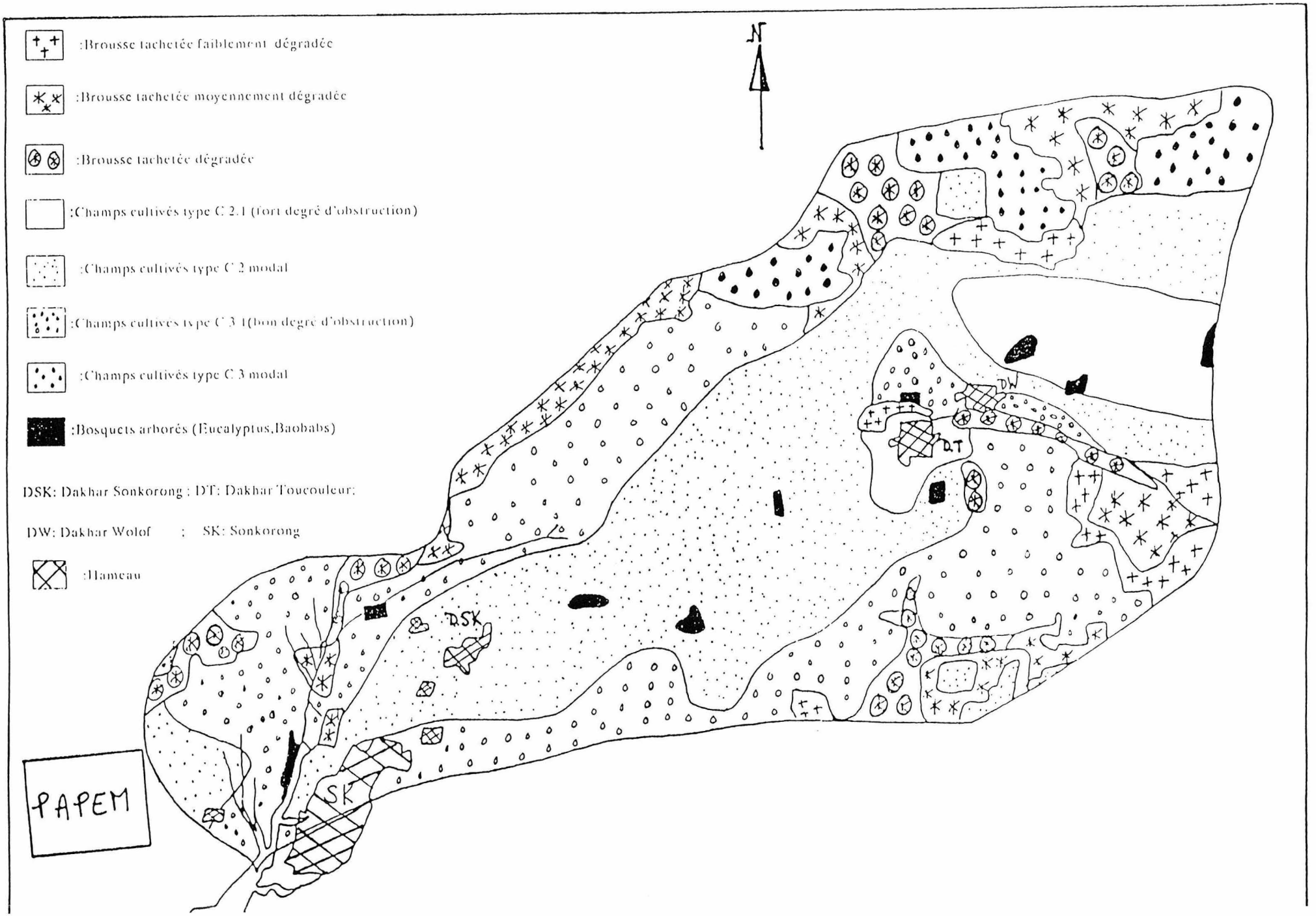
Neuf états de surface ont été observés et constituent ainsi des unités cartographiques (carte 8).

Leur définition et reconnaissance sont liées aux études faites par VALENTIN et LAMACHERE sur des bassins voisins (VALENTIN, 1990 ; LAMACHERE, 1992).

Il convient de distinguer les états de surface de milieu naturel et de milieu cultivé.

❑ En milieu naturel

Nous avons distingué trois unités de brousse tachetée au couvert végétal plus ou moins dégradé, et par conséquent plus ou moins ruisselantes. Ces unités sont localisées sur les zones cuirassées où l'on note la présence de nombreuses termitières le plus souvent érodées.



Carte 8 : Carte des états de surface du bassin versant de Sonkorong
(échelle : 1/20 000)

On distingue :

- **La "brousse tachetée faiblement dégradée"**

Le couvert ligneux est relativement abondant (≈ 20 %) (arbres distants de 40 mètres, arbustes de 5 mètres).

Le couvert herbacé est dense environ 60 %.

La croûte de dessication est prédominante DES > 50 % TERM ≈ 30 %.

L'équation est de la forme :

Lr = 0,30 Pu + 0,018 Pu IK + 0,016 IK - 4,6

Le ruissellement est faible sur cette unité en raison de la bonne couverture herbacée. Erosion en nappe localisée sur les anciennes termitières.

- **La "brousse tachetée moyennement dégradée"**

Le couvert ligneux est plus clairsemé (10 %) ; les arbustes sont plus distants d = 10 mètres (arbre d = 40 mètres).

Couvert herbacé environ 40 %.

Les taches nues encroûtées ont une tendance à la coalescence.

Lr = 0,38 Pu + 0,02 P IK + 0,02 IK - 5,7

L'érosion en nappe est plus fréquente, quelques griffes d'érosion linéaire peuvent être observées.

- **La "brousse tachetée dégradée"**

Le couvert végétal est plus rare.

Les arbustes ont des hauteurs inférieures à 2 mètres, espacés de 10 mètres.

La croûte d'érosion ERO représente 10 % de l'état de surface la croûte gravillonnaire G est présente.

L'érosion en nappe est forte ; les griffes d'érosion sont fréquentes.

Lr = 0,47 Pu + 0,002 Pu IK + 0,02 IK - 5,7

❑ **Au niveau des surfaces cultivées**

On distingue quatre types d'états de surface distingués par la porosité vésiculaire et le degré d'obstruction au ruissellement lié au micro-relief.

- **"Champs cultivés type C_2.1"**

Fort micro-relief ; la croûte de ruissellement couvre moins de surface que la croûte d'érosion. On note la présente de croûte de décantation, signe de faible dynamique.

Lr = 0,20 Pu + 0,02 Pu IK + 0,12 IK - 5,0

- **"Champs cultivés type C_2 modal"**

Le micro-relief est faible ; le ruissellement est plus important.

Lr = 0,35 Pu + 0,004 Pu IK + 0,04 IK - 3,0

- **"Champs cultivés types C_3.1"**

Le ruissellement y est légèrement plus important, il existe cependant un micro-relief mais la croûte de ruissellement est dominante.

Lr = 0,38 Pu + 0,004 Pu IK + 0,03 IK - 3,8

- **Champs cultivés type C_3 modal"**

Ce sont les parcelles les plus érodées du bassin.

La croûte de ruissellement est dominante et faible micro-relief.

Lr = 0,90 Pu + 0,002 Pu IK + 0,05 IK - 10,0

Nous avons aussi distingué les états de surface couverts par :

- **"les villages"** Lr = 0,50 Pu (ruissellement concentré par pistes) ;
- **"les bosquets arborés"** Lr = 0,20 Pu (ruissellement affaibli, aterrissements sableux).

Ces unités cartographiques ont été planimétrées, nous avons ensuite calculé le coefficient de ruissellement Kr = Lr/Pu pour chaque unité (Pu 50, Pu 100 et IK 0, IK 20).

Nous pouvons ensuite calculer le coefficient de ruissellement du bassin :

$$Kr_{bassin} = \sum_{i=1}^{9} Kr_{unité\ i} \times (\%\ unité\ i/superficie\ bassin)$$

	% surface	Pu = 50 mm		Pu = 100 mm	
		IK 0	IK 20	IK 0	IK 20
C_2.1	6,5	0,10	0,19	0,15	0,21
C_2 modal	33,8	0,29	0,39	0,32	0,41
C_3.1	30,1	0,30	0,40	0,34	0,43
C_3 modal	6,6	0,70	0,76	0,80	0,85
BT peu dégradé	3,1	0,21	0,26	0,25	0,30
BT moyennement dégradé	8,4	0,27	0,31	0,32	0,37
BT dégradée	6,3	0,33	0,39	0,40	0,45
Bosquets	1,0	0,20	0,20	0,20	0,20
Village	4,2	0,50	0,50	0,50	0,50
Kr calculé bassin	100	0,31	0,40	0,36	0,43

d'où $0,31 < Kr_{calculé}\ 0,43$

Pour estimer le coefficient de ruissellement effectif il faut pondérer Kr_c par un coefficient de calage K_{cal} fonction de la superficie du bassin versant et de sa perméabilité générale.

$K_{cal} = Kr_{calculé} / Kr_{effectif}$

RODIER en 1992 a calculé, d'après de nombreuses études de bassin réalisées par l'ORSTOM, les coefficients de calage pour les principaux cas.

Pour un bassin de 5 km² de même classe de perméabilité (P_3 - relativement imperméable).

avec Pu = 50 mm et IK = 5 $\mathbf{K_{calage} = 0,55}$

Nous retenons cette valeur car ce type de bassin est similaire à celui de Sonkorong.

$Kr_{effectif}$ (IK = 20 Pu = 100) = 0,55 × $Kr_{calculé}$ (20 ; 100)

d'où $Kr_{effectif}$ = 0,55 × 0,43 = 0,24

Ce coefficient de ruissellement peut être considéré comme décennal car P_{10} = 108 mm

$\mathbf{Kr_{10} = 0,24}$

Sur un bassin voisin de 16 km², DACOSTA a estimé par la méthode de l'hydrogramme unitaire une crue décennale de 336 000 m³ soit un coefficient de ruissellement Kr de 0,19 proche de celui de Sonkorong (DACOSTA, 1992).

■ **Remarques**

Les états de surface subissent une dynamique évolutive importante due à plusieurs facteurs tels la pluviométrie, les travaux culturaux, le surpâturage, le stade cultural.

Les états de surface observés dépendent ainsi étroitement de **la période d'étude**. Avant les premières pluies les états de surface des brousses tachetées sont constituées majoritairement par des croûtes DES reliquats de la fin de l'hivernage précédent où la couverture herbacée était suffisamment dense pour permettre la formation de DES.

Dès les premières pluies agressives, période où le couvert herbacé est rare, DES est transformé en croûte ERO et RUI.

Sur les zones cultivées les travaux culturaux tels le sarclage améliore l'infiltration sur les premières pluies (communication personnelle PEREZ).

Le sarclo-buttage (radou baligne) à travers le fort micro-relief créé, s'il est perpendiculaire à la pente, diminue fortement le ruissellement. Sur le bassin de Sonkorong C_2 modal "est transformé" ainsi en C_2.1. De même le couvert au cours de la croissance influence l'état de surface.

Le catalogue des états de surface de CASENAVE, VALENTIN reste incomplet pour les surfaces cultivées pour les raisons énoncées ci-dessus.

Dans le cadre d'une **prédétermination de crue de projet** les états de surface déterminants sont **ceux de fin de saison sèche**, début de saison des pluies, période où le ruissellement est maximal (pluies agressives, faible couvert végétal).

La méthode développée par CASENAVE et VALENTIN est alors relativement efficace. L'établissement d'une fonction de production annuelle d'un bassin versant demeure toutefois plus complexe.

III.7 - Calcul du débit de crue décennale

Il existe différentes méthodes pour cela, prédéterminer les crues de bassin. Toutes les méthodes existantes ne font qu'estimer le coefficient de ruissellement ; dans notre cas, ce coefficient a été calculé à partir de l'analyse des états de surface ce qui augmente la précision de calcul du débit de crue : Q_{10}.

III.7.1 - Méthode CIEH (PUECH, CHABIGONNI, 1984)

Cette méthode a été élaborée à partir d'un échantillon de 160 bassins versants de superficie variable (0,0 km² à 2 000 km²).

Le débit de crue décennale est déterminé graphiquement à partir de deux ou trois paramètres parmi les caractéristiques du bassin (surface, I_g, pluie, Kr_{10}).

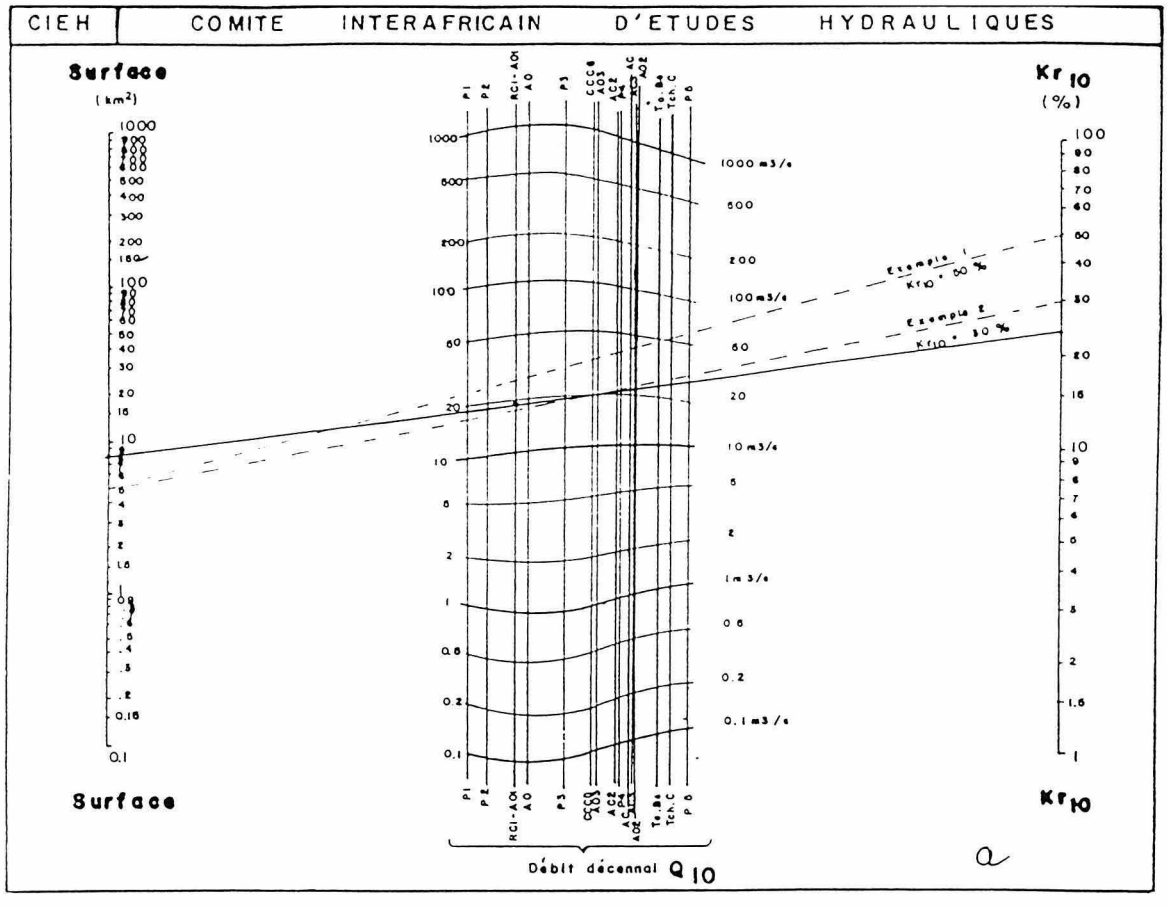
L'abaque A à deux paramètres (surface, I_g) indique :

$Q_{10} \approx 32\ m^3/s$ (surface = 8 km² ; I_g = 6 m/km ; droite A 01 ; P_{an} < 1 200 mm) (Annexe 2)

L'abaque B à trois paramètres : (surface = 8 km² ; pluie = 760 mm ; I_g = 6 m/km) donne la valeur

$Q_{10} \approx 20\ m^3/s$ (Annexe 2)

D'autres estimations du débit sont possibles en intégrant la valeur du coefficient de ruissellement décennal Kr_{10} = 0,24.



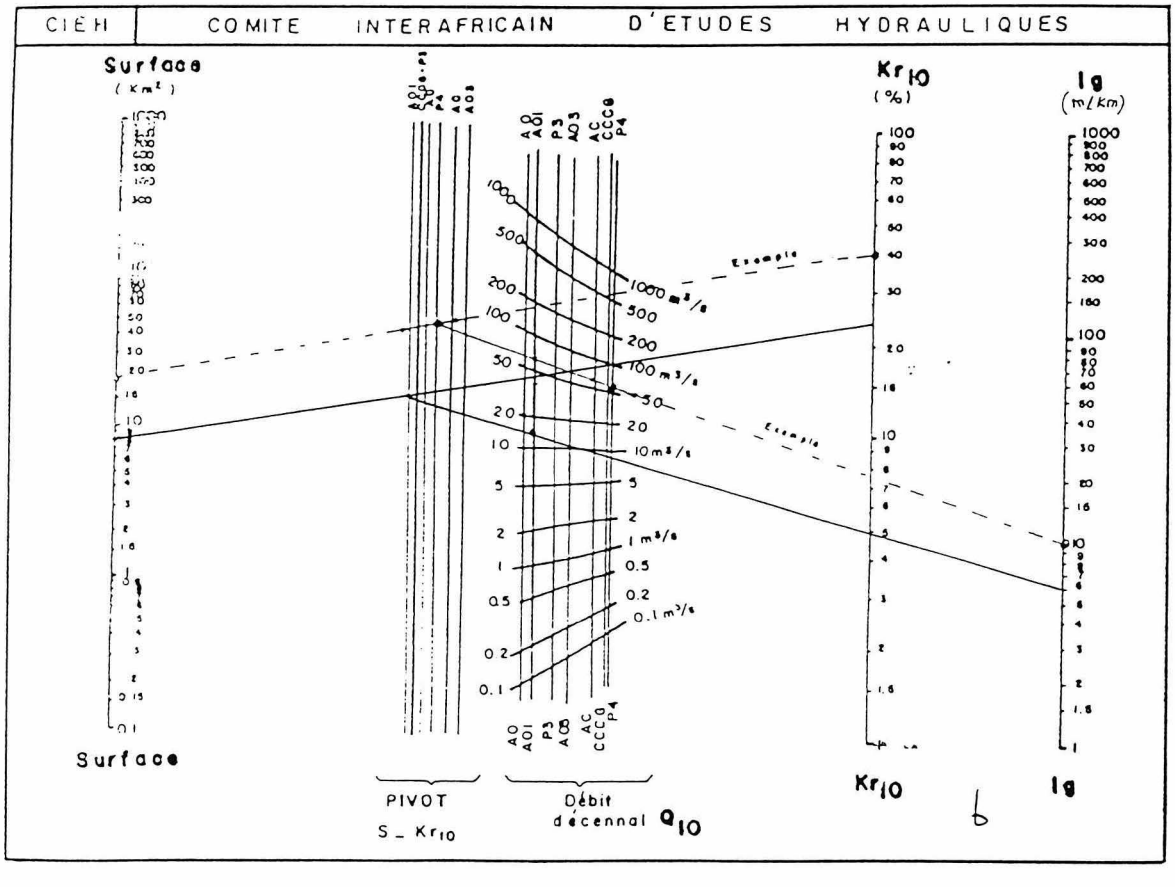


Figure 5 : Estimation du débit de crue décennale. Méthode CIEH (source : GRET, 1988)

Ces estimations seront plus précises car Kr a été calculé et non estimé à partir de la surface et de la perméabilité générale du bassin. Nous pouvons estimer Q_{10} avec deux paramètres : surface et Kr_{10} (figure 5a).

$S = 8\ km^2$ $Kr_{10} = 0{,}24$ (droite A01)

$Q_{10} \approx 18\ m^3/s$

Avec trois paramètres (S ; Kr_{10}, I_g) (figure 5b)

$Q_{10} \approx 15\ m^3/s$

Si nous faisons la moyenne des 4 méthodes graphiques CIEH :

$Q_{10} \approx 21\ m^3/s$

III.7.2 - Méthode ORSTOM pour les petits bassins versants couvrant 1 à 10 km² (RODIER, RIBSTEIN, 1988)

Cette méthode nous permet d'évaluer de façon plus précise le débit de crue, car elle est recentrée sur les petits bassins versants.

La valeur de la précipitation décennale est de 108 mm (DACOSTA, 1992).

C'est une valeur ponctuelle, pour passer à la précipitation moyenne sur le bassin on multiplie P_{10} par un coefficient d'abattement fonction de la surface du bassin (VUILLAUME, 1974).

$$K = 1 - (9 - 42 \bullet 10^{-3}\ P + 152)\ 10^{-3} \log S$$

$K = 0{,}89$ pour $P = 760$ mm et $S = 8\ km^2$

d'où $P_{10} = 108 \times 0{,}89$

$\bar{P}_{10} = 96$ mm

■ **Caractéristiques de la crue décennale**

Temps de base T_b (temps compris entre la fin et le début du ruissellement)

$$T_b = 98{,}1\ (S - 0{,}3)^{0{,}45} + 120$$

$T_b = 365{,}8$ mn

$T_b = 6{,}1$ heures

Temps de montée T_m (temps écoulé entre le début et le maximum du ruissellement, d'après graphique)

$T_m = 90$ mn

$T_m = 1{,}5$ h

Débit moyen de la crue M

$$M = \frac{P_{10}\ Kr_{10} \times S}{T_b}$$

avec S en m^2 et T_b en s, $\bar{P}_{10}$ en m

$$\text{soit } M = \frac{0{,}096 \times 0{,}24 \times (8\ 000\ 000)}{365{,}8 \times 60}$$

$$\boxed{M = 8{,}4\ m^3/s}$$

Débit maximal décennal Q_{max} ou Q_{10}

$Q_{max} = M \times \alpha$ (α : coefficient de pointe)

$\alpha = 2{,}6$ pour les petits bassins

d'où $Q_{max} = 22\ m^3/s$

Il faut rajouter à ce débit l'écoulement retardé estimé à 6 % du débit par les auteurs

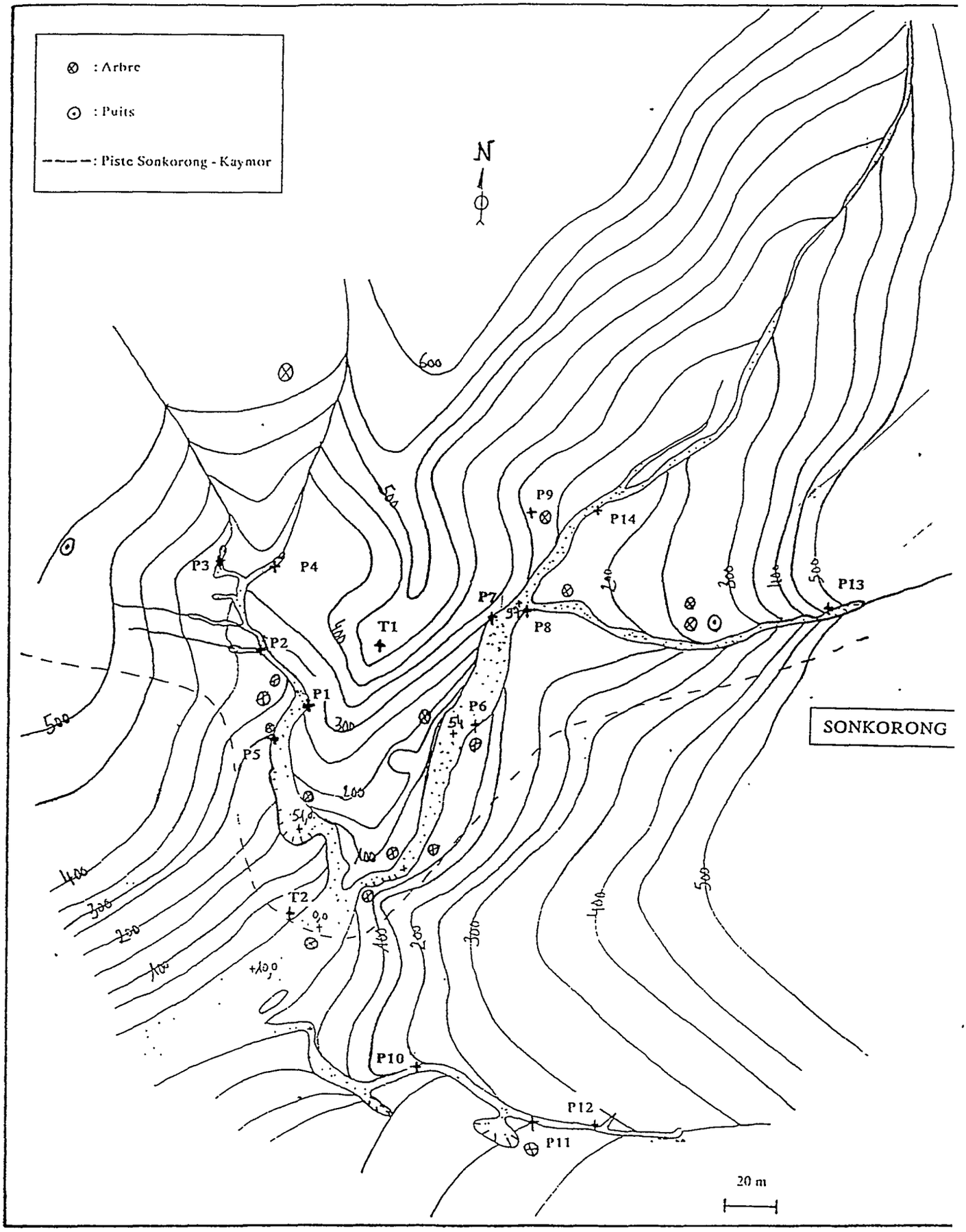
d'où $Q_{max} = 22 + (0{,}06 \times 22)$

$$\boxed{\mathbf{Q_{max} = 23\ m^3/s}}$$

Nous retiendrons cette valeur pour calibrer l'ouvrage car cette méthode ORSTOM est plus précise dans notre cas que celle du CIEH (intervalle de surface de bassin plus restreint).

Troisième partie

AMÉNAGEMENT DE LA PISTE ET DU BASSIN VERSANT



Carte 9 : Topographie de la ravine de Sonkorong, localisation des observations pédologiques (P : profil, T : tarière) (échelle : 1/2 000)

I - AMENAGEMENT DE LA PISTE ET DE LA RAVINE DE SONKORONG

I.1 - Caractéristiques du site

La piste à aménager traverse la ravine dans sa partie basse et large (20 m) légèrement à l'ouest du village de Sonkorong (Carte 9). Elle est à l'aval de la confluence d'une petite ravine en rive droite (côté PAPEM) et de la grande ravine collectant la majeure partie des eaux du bassin.

Il faut également noter une ravine au sud de Sonkorong (hors bassin étudié).

L'aptitude d'un terrain à recevoir un aménagement dépend des caractéristiques géotechniques du site. Un levée topographique au 1/2 000e a été réalisé ainsi que des observations pédologiques à travers des profils sur les fronts de berge et deux tarières de plus de 3 mètres de profondeur.

La topographie souligne l'importance du ravinement :
- au profil 13 la ravine à une hauteur de 3 mètres ;
- dans sa partie aval le lit a une largeur de 30 mètres.

Les observations pédologiques, sommaires, consistent à relever principalement la texture, structure et couleur du sol (Annexe 3).

Les sols des berges de la ravine sont **des sols de glacis-versant ferrugineux tropicaux appauvris** excepté le profil 8 qui correspond à des dépôts alluviaux-colluviaux polyphasés (ancien cône de déjection).

Sur la totalité des profils on observe la présence en profondeur de taches indurées de couleur rouille (2 à 5 YR 4/6) passant à des nodules hydrophobes concrétionnés. Ceci est caractéristique des **sols ferrugineux bien drainés de glacis** (BROWERS, 1987).

La texture en surface est sableuse (sableuse à sablo-limoneuse) devenant progressivement sablo-argileuse à argilo-sableuse en profondeur.

La structure est rarement grumeleuse en surface en raison de la faible teneur en matière organique ; elle est particulaire sur les premiers centimètres puis massive en profondeur à forte microporosité.

Excepté le point T2 (partie basse de la ravine) l'horizon sableux ne dépasse pas 70 cm d'épaisseur.

La présence de taches rouilles indurées puis de nodules concrétionnés est notée à partir de 70 cm de profondeur et plus suivant les profils.

Ce niveau à nodules et concrétions ne semble pas suivre une pente régulière ; la profondeur d'observation dépend vraisemblablement de l'intensité ponctuelle du lessivage (mise en solution des ions ferreux).

Une tarière a été réalisée à proximité du passage de la piste dans la ravine en vue de connaître les caractéristiques du sol au niveau de l'ouvrage envisagé (Annexe 3).

Jusqu'à 1,50 m de profondeur le sol est sableux lessivé, l'horizon sous-jacent est argilo-sableux jusqu'à 2,50 m puis redevient sableux. Ces sols sont très filtrants et peu stables pour recevoir un ouvrage.

Il sera très important de bien dimensionner l'ouvrage en tenant compte de l'affouillement et surtout de bien l'ancrer en profondeur et latéralement dans les berges qui ont une texture plus argileuse.

I.2 - Caractéristiques de l'ouvrage

I.2.1 - Crue de projet

La crue de projet correspond à la crue décennale majorée par un coefficient de sécurité. C'est à partir de cette valeur qu'on calibrera l'ouvrage :

$Q_{projet} = Q_{10} \times C$ (nous avons choisi C = 1,5)

$Q_{projet} = 23 \times 1,5$

$\boxed{Q_p = 34,5 \text{ m}^3/\text{s environ } \mathbf{34 \text{ m}^3/\text{s}}}$

I.2.2 - Caractéristiques de l'ouvrage

L'ouvrage à réaliser est un radier en gabions qui stabilisera la piste et fera office de seuil par rapport à la ravine.

■ Lame d'eau déversante - longueur du radier

C'est le premier paramètre à définir afin de calculer la longueur de l'ouvrage.

Une lame d'eau maximum de 0,50 m a été retenue (communication personnelle d'ALBERGEL) (GRET, 1988) :

or Q_p = Vitesse × Section mouillée (hauteur lame × longueur)

$Q_p = V \times (0,50 \times L)$

on admet au maximum une vitesse de 1,25 m/s
d'où

$$L = \frac{Q_p}{1,25 \times 0,50} = \frac{35}{0,625} = 56 \text{ m}$$

$\boxed{\mathbf{L = 56 \text{ m}}}$

■ Largeur - caractéristiques générales

Vu la configuration de la piste et du ravinement observé il est nécessaire de réaliser une bande roulante en latérite de 2 mètres de large encadrée par des gabions sur 2 mètres de large de chaque côté.

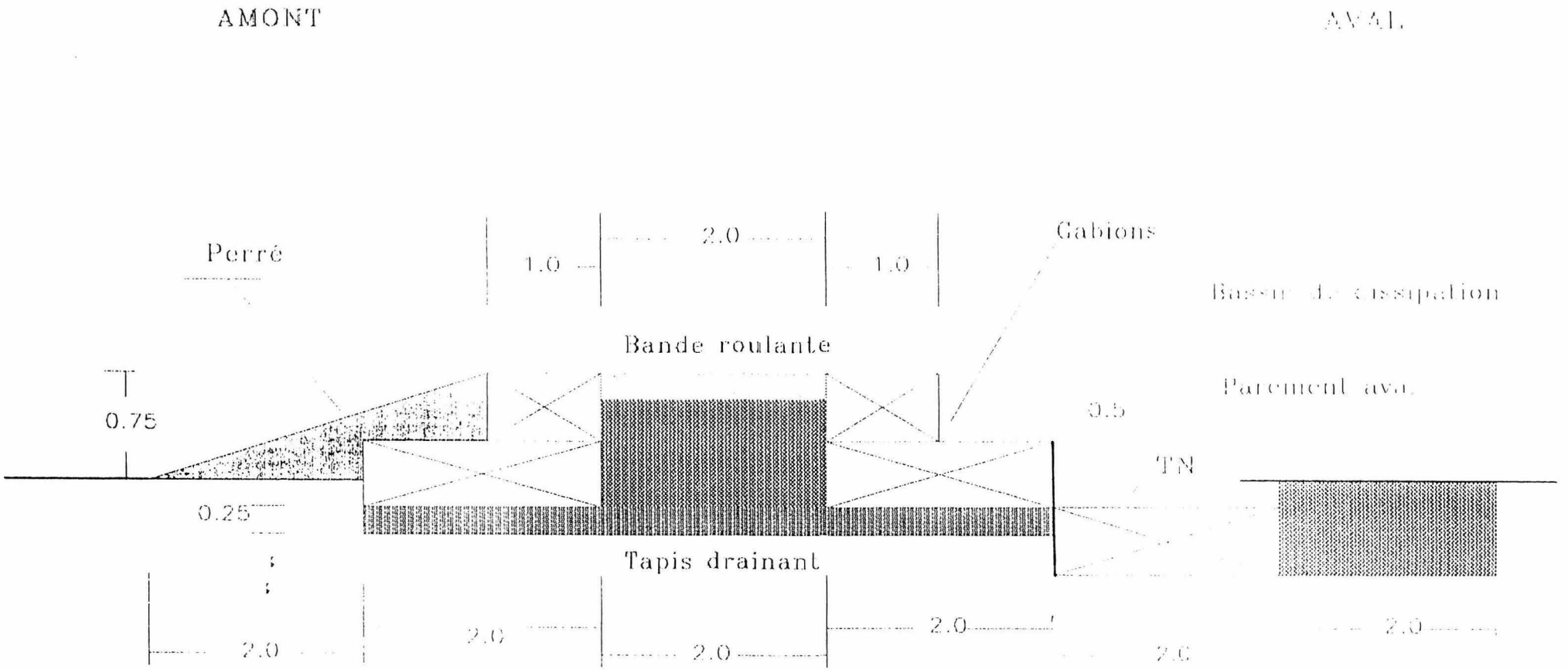


Figure 6 : Vue en coupe du radier

Un radier a été réalisé par le village voisin de Thyssé encadré par l'équipe DRS de l'ISRA ; la longueur de ce radier était nettement moindre (22 m).

Les caractéristiques du radier de Sonkorong telles la largeur ont été choisies en référence à ce radier.

Nous avons ainsi choisi de placer deux lignes de gabions semelles (2,0 × 1,0 × 0,50) l'une sur l'autre de hauteur totale d'un métre et ancré de 25 cm dans le sol. Les gabions de dessous seront placés perpendiculairement à la piste, la largeur sera ainsi de 2 mètres à la base.

Au vue des recommandations techniques du GRET (base de données du CIEH) nous avons calibré et défini l'ouvrage (Figure 6 et 7) :

- **Un tapis drainant** de 0,25 m d'épaisseur sera posé sur la largeur du radier proprement dit (largeur = 6 mètres).
- **Un perré amont** (de pente 1/4) permet la stabilité de l'ouvrage et évite le renardage.
- **Un bassin de dissipation** (en gabions) évite, lors de la chute de la lame d'eau déversante les affouillements à l'aval du radier.

Ses caractéristiques ont été calculé en fonction de la hauteur de chute d'eau :

- Largeur du bassin = 2 fois la hauteur de chute par rapport au terrain naturel (TN).

• Largeur = 1,25 × 2 = 2,50 m.

Or ici le décalage entre les deux lignes de gabions crée un premier bassin dissipateur d'énergie. **Une largeur de 2 mètres est suffisante,** soit une ligne de gabions semelles posés en travers.

La profondeur du bassin de dissipation est aussi calculé (GRET, 1987) :

avec H (lame d'eau déversante) = 0,50
Ho (hauteur du seuil/TN) = 0,75
et Yn (épaisseur de la lame d'eau dans le lit aval) = 0,50.

On calcule H/Ho = 0,66 ; Yn/Ho = 0,66
On lit sur l'abaque (Annexe 3.3) P/Ho = O,28
d'où P (profondeur) = 0,20 m.

Le bassin de dissipation doit être enfouie 0,20 m au dessus du terrain naturel sur toute la longueur du radier soit 56,0 mètres et sur 2 mètres de large.

- **Un perré aval antiérosif** protége le bassin de dissipation et maintient le sol en place à l'aval du radier. Ce perré constitué de pierres libres, aura les dimensions suivantes :

56,0 × 2,0 × 0,75 (il protégera ainsi la base du bassin de dissipation) (Figure 6).

- **Les bajoyers amont et aval** qui canalisent l'écoulement de la ravine pour empêcher tout d'abord l'eau de contourner le seuil pour éviter les affouillements de berges et pour servir de coursier encadrant le bassin de dissipation. Ces bajoyers seront constitués de gabions cages (2,0 × 1,0 × 1,0) mis bout à bout.

La longueur des bajoyers amont a été définie pour protéger les berges de la ravine en cours d'affouillement (Figure 7).

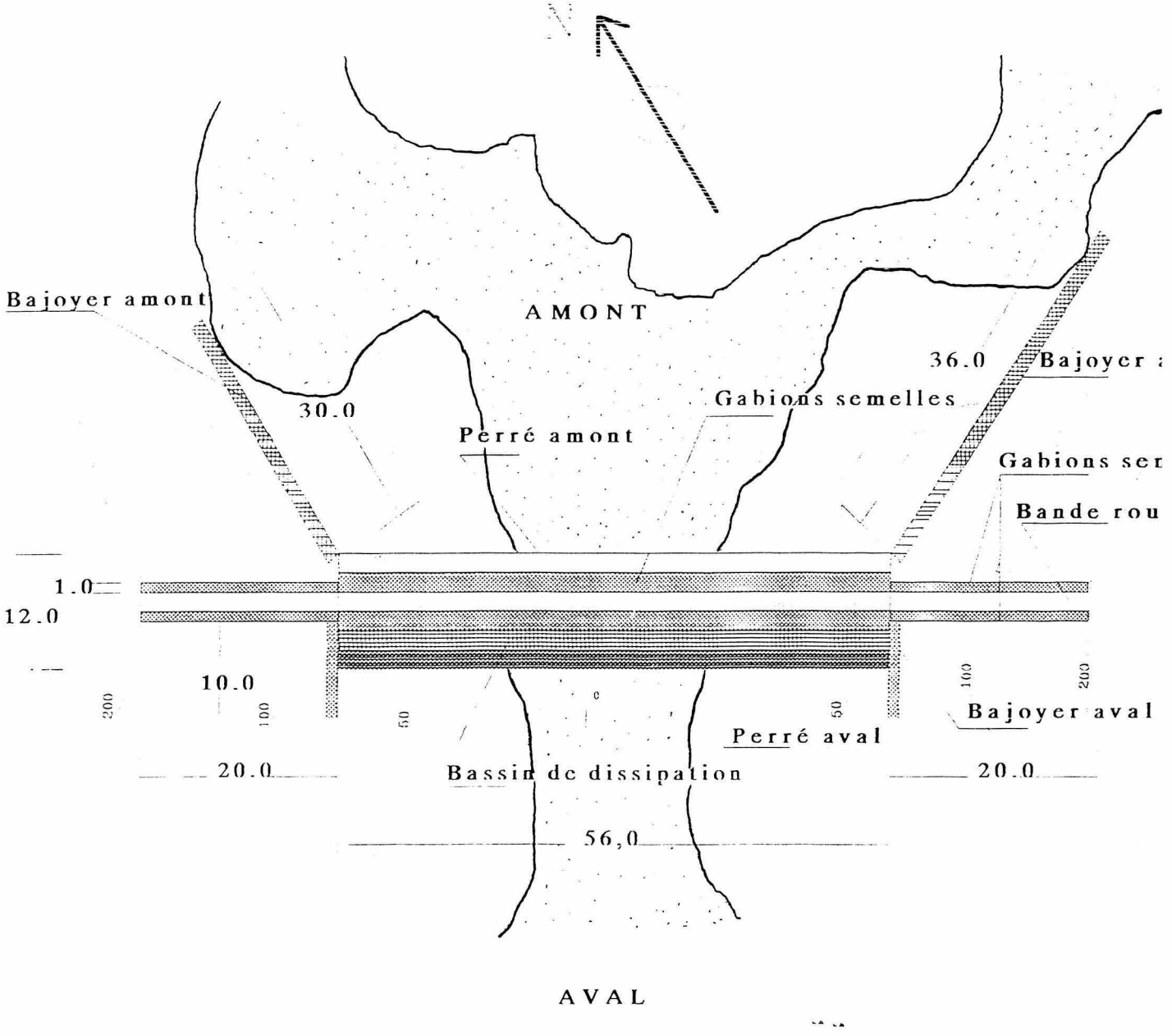


Figure 7 : Vue en plan de l'ouvrage

- Des gabions seront posés avant le radier (20 m de longueur de par chaque rive jusqu'à la côte 200) afin de maintenir la piste.

Les caractéristiques de l'ouvrage sont résumées dans le tableau ci-dessous.

		Matériau	Dimensions	Quantité ou volume
Radier ss		Gabions semelles (2,0 × 1,5 × 0,50)	Couche 1 (travers) (56,0 × 2,0 × 0,50) × 2 Couche 2 (long) (56,0 × 1,0 × 0,50) × 2	112 gabions-semelles ou 112 m³ 56 gabions-semelles
Bande roulante		Blocs et latérite	(56,0 × 2,0 × 1,0)	112 m³
Tapis drainant		Graviers	(56,0 × 6,0 × 0,25)	84 m³
Perré amont		Graviers, terre compactée	Section triangulaire (pente 1/4) (56,0 × 3,0 × 0,75)/2 - (56,0 × 0,25 × 1,0)	66 - 14 = 49 ≈ 50 m³
Bassin de dissipation		Gabions-semelles	(56,0 × 2,0 × 0,50)	56 m³ gabions-semelles
Perré aval		Pierres libres	(56,0 × 2,0 × 0,75)	83 m³
Bajoyers	Amont	Gabions-cages (2,0 × 1,0 × 1,0)	Rive droite : 30,0 × 1,0 × 1,0 Rive gauche : 36,0 × 1,0 × 1,0	15 + 18 = 33 gabions-cages soit 66 m³
	Aval	Gabions-cage	(10,0 × 1,0 × 1,0) × 2	10 gabions-cages = 20 m³
Gabions préseuil		Gabions-semelles	(20,0 × 1,0 × 0,50) × 2 × 2	40 gabions-semelles ou 40 m³
			Volume total = 680 m³	

Il faut noter que la longueur du seuil peut être surestimée en raison de l'effet de laminage.

L'effet de laminage correspond au stockage temporaire de l'eau par le seuil qui a donc **un rôle tampon** sur la crue.

Le débit de pointe évacué est inférieur au débit de pointe à l'entrée de l'ouvrage.

Normalement dans le cas de petites retenues d'eau (quelques hectares) on néglige l'effet de laminage.

Nous avons tout de même effectué le calcul.

L'effet de laminage est évalué sous la forme d'un coefficient :

$$\text{Coefft} = \frac{Q_{\text{évacué}}}{Q_{\text{projet}}} \text{ (en \%)}$$

On lit ce coefficient sur un abaque après avoir déterminé la valeur log X_0

$$\text{avec } X_0 = \frac{m^2 \times g \times L^2 \times Q_p \times tm^3}{S^3}$$

avec **m = coefficient de débit du seuil**

m est déterminé graphiquement d'après le rapport H/E (H : lame d'eau déversante ; E : épaisseur seuil)

ici H = 0,50 m et E = 4,0 m

d'où **m = 0,32** (GRET, 1987, annexe 4.1).

Q_p = 35 m³/s

g = 9,81 m/s² ; L = 56,0 m

t_m = temps de montée = 90 mn

T_m = 5 400 s

S : surface du plan d'eau

S ≈ 1 ha (au maximum)

S = 10 000 m²

$$\text{d'où } X_0 = \frac{0{,}32^2 \times 9{,}81 \times 56 \times 35 \times 5\,400^3}{(10\,000)^3}$$

X_0 = 17 361,78

log X_0 = 4,24

Annexe 4.2 (GRET, 1987 d'après CIEH, Ouagadougou)

d'où $\boxed{\text{Coefficient}_{\text{laminage}} \approx 100\ \%}$

c'est-à-dire $Q_{\text{évacué}} = Q_{\text{projet}}$

Il n'y a pas d'effet de laminage ; la longueur de 56 mètres n'est pas surestimée.

Le volume estimé de l'ouvrage est donc correct.

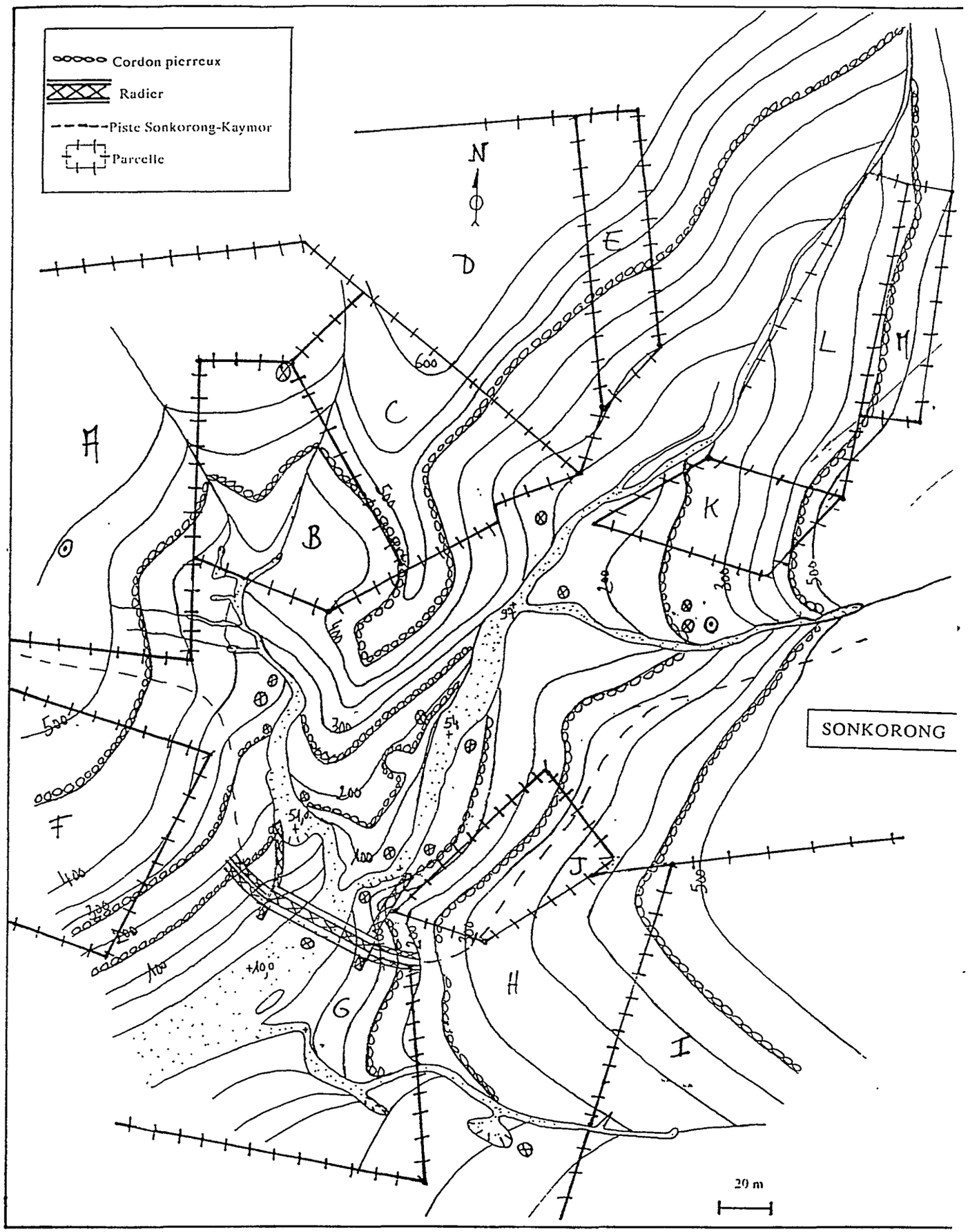
I.3 - Plan d'aménagement de la ravine

Pour assurer la pérennité et l'efficacité de l'ouvrage, il faut éviter l'ensablement excessif ainsi que la création d'autres passages d'eau qui rendraient à moyen terme le radier inefficace ; **il est donc absolument nécessaire d'aménager les parcelles au niveau du bassin versant.** Les parcelles en bordure de la ravine sont les premières touchées par l'érosion régressive : on observe ainsi de larges griffes d'érosion (ravineaux) ou vallons en berceaux qui diminuent nettement la surface cultivable.

Ces parcelles ont été incluses dans le plan d'aménagement de la ravine ; la mise en place de cordons pierreux semble être la technique antiérosive la plus adaptée et la plus facile à vulgariser. L'équipe DRS-gestion de l'eau a aménagé plusieurs bassins versants de la sorte (PEREZ *et al.*, 1989, 1990, 1991 ; SENE, PEREZ, 1992 ; RUELLE *et al.*, 1990).

Au niveau d'un micro-bassin-versant aménagé (2,5 ha) on a noté un abattement de 25 % du coefficient du ruissellement et une diminution du charriage.

La carte 10 présente le plan d'aménagement de la ravine au sens large. Le parcellaire a été cartographié pour souligner la nécessité d'un travail collectif bien coordonné. **La mise en place des cordons pierreux** le long des courbes de niveaux plus ou moins lissés **peut difficilement se réaliser parcelle par par-**



Carte 10 : Plan d'aménagement de la ravine et des parcelles riveraines
(échelle : 1/2 000)

celle sous peine de décrochage par rapport à la topographie, et aussi un décalage dans le temps entre les aménagements parcellaires rendrait la technique caduque (contournement des cordons discontinus par les eaux de ruissellement).

Les cordons pierreux envisagés sur les bords de la ravine représentent une longueur totale de 2 000 mètres. Ce qui représente à raison de 8 m^3 de pierres par 100 m **un volume de 160 m^3**.

L'aménagement de cette zone est à compléter à travers la stabilisation des berges par tout d'abord un retalutage (pente 1/2) puis végétalisation par des arbres et arbustes à fort enracinement.

Il sera aussi nécessaire de bloquer les têtes de ravine à l'amont, parallèlement une amélioration de l'infiltration sur les parcelles sera envisageable à travers des techniques culturales plus adaptées : ces remarques montrent que l'aménagement seul de la ravine est erroné, et ne répond qu'à une **vision partielle du phénomène**. Malheureusement les paysans (et les autorités) dissocient l'aménagement d'une piste (usage collectif) de celui des parcelles (propriétés individuelles). Il y a là un **problème de sensibilisation**.

I.4 - Estimation du coût de l'aménagement

Dans cette estimation nous ne prenons en compte que le coût du matériel pour les gabions (fil de fer) et le prix de la location d'un camion (chauffeur + carburant) pour transporter les blocs, graviers et latérite jusqu'au chantier.

Tous les travaux seront effectués par le village : ramassage des blocs et des pierres, terrassement, remplissage des gabions, mise en place des cordons pierreux, etc.

L'encadrement technique, la formation et le petit matériel seront assurés vraisemblablement par l'ISRA dans le cadre de ses activités (pas de coût).

Pour calculer le coût, nous reprenons le tableau du chapitre "Caractéristiques de l'ouvrage".

■ **Transport des matériaux**

Volume à transporter = 680 (radier) + 160 = 840 m^3, soit 120 aller-retour pour un camion de 7 m^3.

Si l'on mise sur 5 aller-retour par jour (cuirasse et carrière relativement proches) cela revient à 24-25 jours de location.

A raison de 15 000 CFA/jour, le coût du transport est de

$\mathbf{Coût_{transport} = 25 \times 15\ 000 = 375\ 000\ CFA}$

■ **Fil à gabions**

Il faut tout d'abord calculer le poids du fil à gabions nécessaire à raison de 7 kg/gabions-semelle et 14 kg/gabions-cage.

Soit $poids_{total}$ = (264 gabions-semelles × 7) + 43 gabions-cage × 14)

$Poids_{total}$ = 2 450 kg ≈ 2 500 kg.

Le fil est vendu à 700 CFA/kg par lot de 500 kg d'où

$Prix_{fil\ de\ fer} = 700 \times 2\ 500$

$\mathbf{Prix_{fil\ de\ fer} = 1\ 750\ 000\ CFA}$

d'où le coût total de l'aménagement de la ravine

$\boxed{\mathbf{Coût_{total} \approx 2\ 125\ 000\ CFA}}$

Ce qui correspond financièrement, relativement, à un petit projet mais en contrepartie basé sur la **participation massive des paysans.**

I.5 - Estimation des temps de travaux

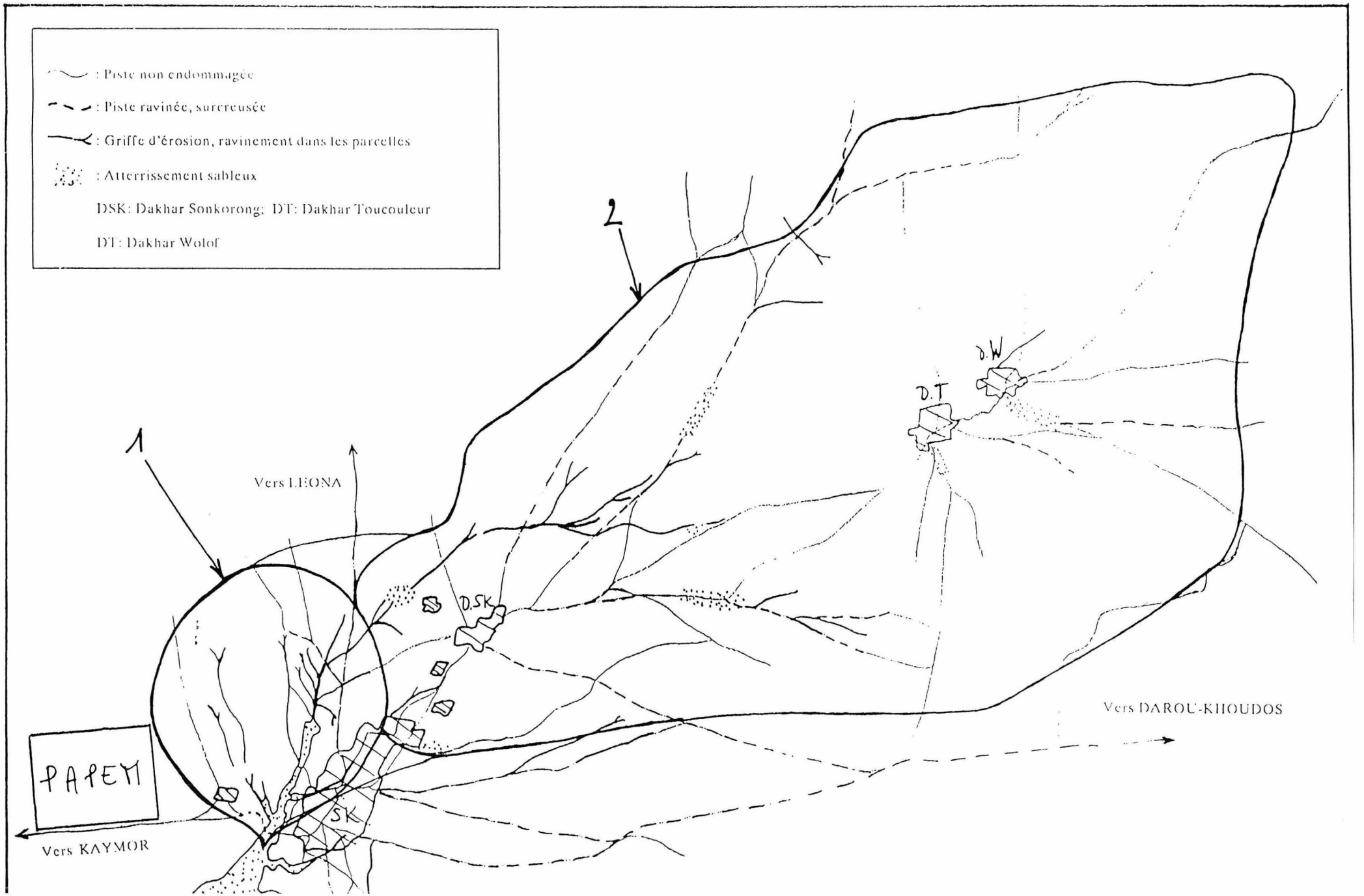
Pour évaluer les temps de travaux, nous avons retenu les travaux unitaires observés lors du chantier de Thyssé (radier en gabions d'une vingtaine de mètres).

Poste	Volume (m^3)	Travail unitaire (m^3/actif jour, Thyssé)	Temps de travail actif jour
Collecte (blocs graviers latérite)	680 + 160	1,60	525
Terrassement (en tenant compte de la topographie)	600	1	600
Tissage gabions	350	1	350
Mise en place radier	680	0,5	1 360
Mise en place cordons	2 000 m	8 actifs jour/100 m	8

Temps total **2 843 actif-jours**
soit avec 20 actifs sur le chantier par jour 142 jours ≈ 5 mois
(un actif correspond dans la zone à 6 heures de travail pour une personne)

Ce chantier est considérable pour un village comme Sonkorong (1 500 habitants) : mobiliser pendant **5 mois 20 personnes par jour n'est pas chose aisée.** De plus le radier doit être réalisé pendant la saison sèche et fini entièrement avant les premières pluies (sous peine de voir le travail effectué emporté par les fortes crues).

Il ressort de cette estimation des temps de travaux qu'une adhésion massive des paysans est absolument nécessaire ; adhésion qui devra être soutenue pendant toute la saison sèche.



Carte 11 : Les deux zones d'aménagement du bassin versant (échelle : 1/20 000)

II - AMENAGEMENT DU BASSIN VERSANT

Nous l'avons souligné plusieurs fois auparavant ; l'aménagement au niveau du bassin versant est indissociable de celui de la ravine.

L'étude du bassin versant, à travers la caractérisation des états de surface et de l'érosion linéaire sur les pistes et parcelles (cartes 7 et 8) permet de définir les "zones d'intervention".

II.1 - Zones d'intervention

Ces zones peuvent être classées par priorité suivant le degré d'érosion dans les parcelles, tout en sachant que l'érosion doit être traitée tout le long de la toposéquence de façon quasi simultanée.

On distingue deux zones (carte 11) :

■ **La zone 1 (dite zone prioritaire)**

Elle englobe les parcelles proches de la ravine (hormis les parcelles riveraines inclues dans l'aménagement de la ravine).

Ces parcelles sont les premières touchées par l'érosion régressive et sont fortement entaillées par des petites ravines ou vallons en berceaux.

Le plan d'aménagement de cette zone sera basé sur celui déjà réalisé par l'équipe "ISRA-DRS" sur un micro-bassin versant de 2,5 ha présentant des caractéristiques similaires à cette zone (figure 8).

Diverses techniques antiérosives ont été associées (SENE, PEREZ, 1991) :

- **une haie vive multispécifique**, isohypse andainée et doublée en amont d'une ligne d'arrêt herbacée (*Panicum maximum*) (pente terrain < 1 %).

Le taux de réussite, sans mise en défens, plaide en faveur d'une haie épineuse durant les premières années (tableau IV), progressivement enrichie par des légumineuses arbustives (*Leucaena leucocephala*).

- **quatre fascines** placées en tête des collatures (pente environ 1 %) ;
- **quatre cordons pierreux** barrant les collatures en aval des fascines (pente > 1 %) ;
- **des techniques culturales** sont **intégrées** dans le plan d'aménagement afin d'améliorer l'infiltration. Un travail du sol à la dent, en conditions sèches, en traction bovine est en voie de vulgarisation : il est nettement moins contraignant que le labour.

L'effet de ce travail peut être renforcé par les sarclo-buttages de prélevée (radou baligne) sur l'arachide et pseudo-buttage précoce sur le mil. Ces techniques culturales créent un micro-relief diminuant nettement le ruissellement.

L'effet sur le rendement ne sera net qu'en associant ces techniques et fumure organique ; fertilité physique et chimique.

Ce maillage du bassin versant par diverses techniques antiérosives et itinéraires techniques adaptées permet **de limiter le ruissellement et de régénérer les zones de collature les plus dégradées.**

Le coefficient de ruissellement a été abattu de 25 % (sauf pluie exceptionnelle) et parallèlement les volumes solides exportés diminuent (tableau V).

Cordons et fascines ont accumulé de 10 à 15 mm de sédiments et la haie vive a enregistré une moyenne de 5 mm (résultats de l'hivernage 1990).

Corollairement ces ouvrages ont une fonction de piège hydrique augmentant nettement le stock d'eau disponible pour les plantes.

Année	Lp[1] en mm	Lr[2] en mm	Kr[3] en %	charriage en t	Evènements exceptionnels
1985	631	34	5.4	-	Lp = 73 I_5 = 150 (19/07)
1986	722	38	5.2	11.8	Lp = 112 I_5 = 170 (2/08)
1987	719	16	2.2	1.7	aucun
1988	935	39	4.2	1.0	Lp = 83 I_5 = 166 (13/07)
1989	772	4	0.5	0.1	aucun
1990	488	27	5.5	0.3	Lp = 53 I_5 = 175 (17/07)
85-87	2072	88	4.2	-	
88-90	2195	70	3.2	1.4	

[1] Lp = lame précipitée
[2] Lr = lame ruisselée
[3] Kr = coefficient de ruissellement
[4] I_5 = intensité en 5 mn

Tableau IV : Bilans hydrologiques annuels du bassin versant S4 (2,5 ha). Période 1985-87 : conditions nautrelles ; période 1988-90 : bassin vrsant aménagé (source ORSTOM, Dakar)

Espèce	Effectif	Taux de survie		
		1989	1990	1991
Acacia nilotica	804	98	96	96
Bauhinia rufescens	1557	96	95	95
Gliricidia sepium	60	33	20	18
Piliostigma reticulatum	641	84	83	77
Prosopis juliflora	306	83	43	35

Tableau V : Taux de survie de quelques espèces implantées en 1988, en haies vives sans mise en défens (source : RAUTUREAU, PEREZ, DIATTA, 1991)

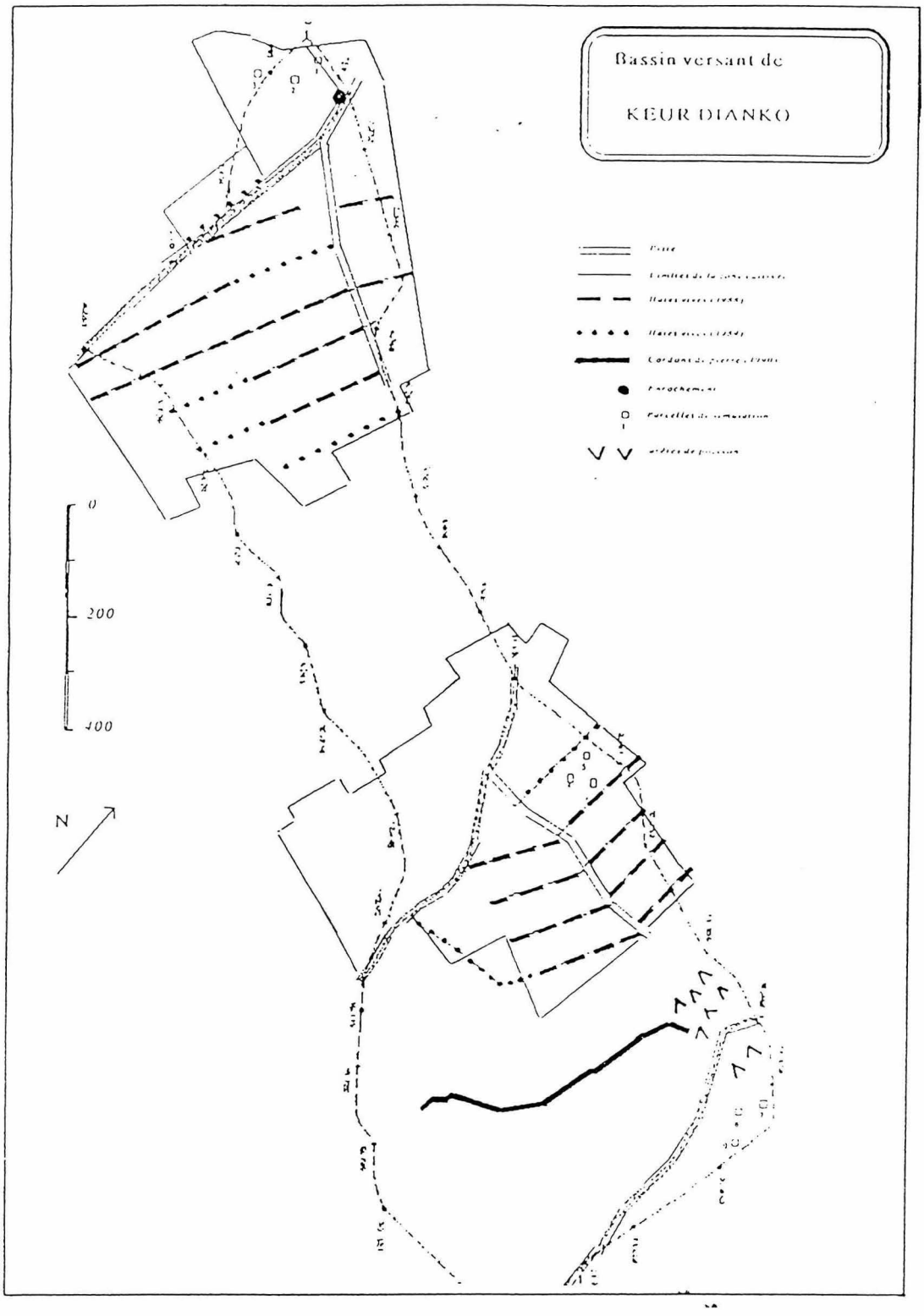


Figure 9 : Bassin versant S2 (0,6 km²).
Aménagements réalisés

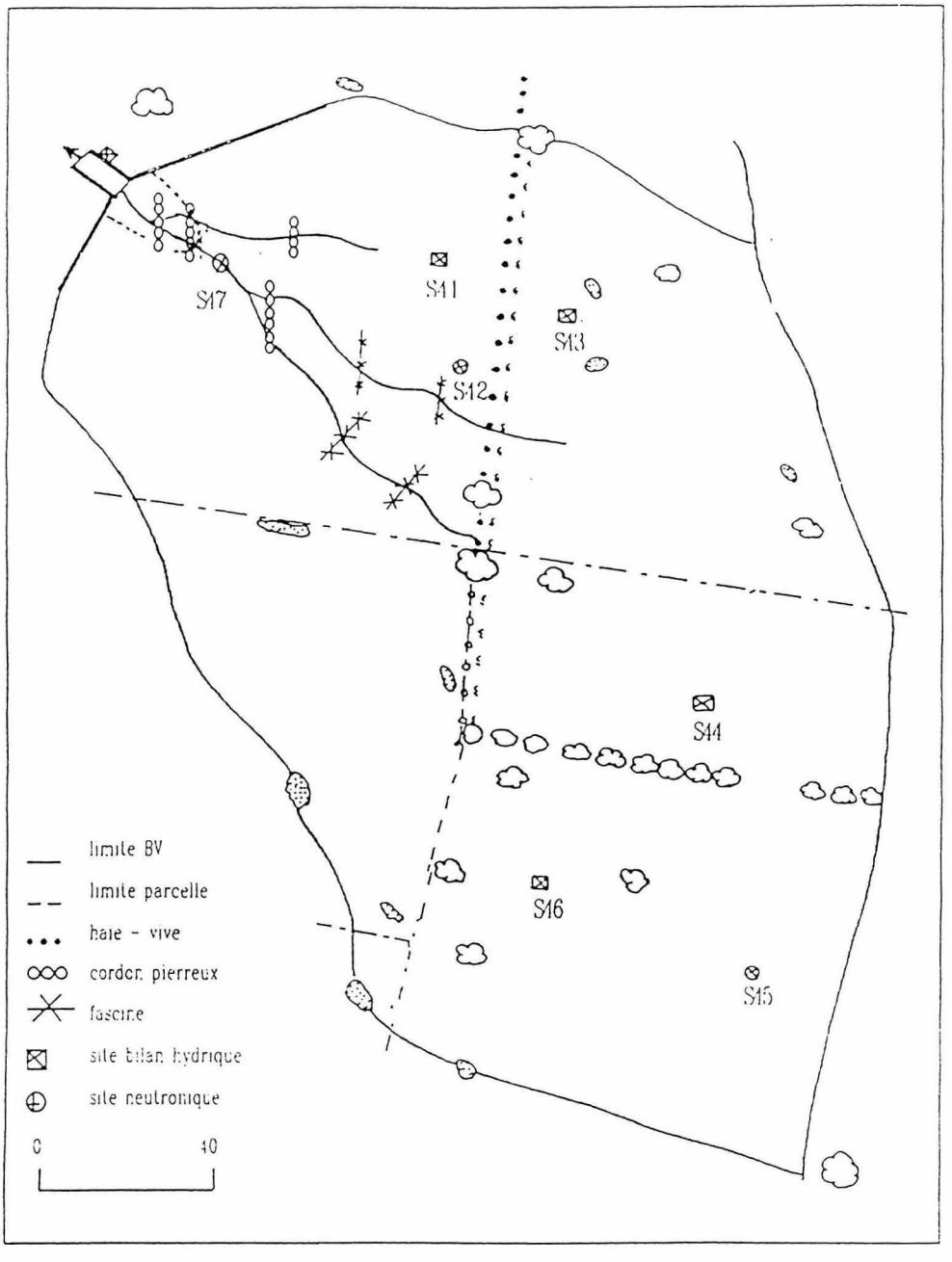


Figure 8 : Micro-bassin versant S4 (2,5 ha).
Aménagement et sites de mesure

Du point de vue agronomique cet aménagement a permis en 1990 de bons rendements (environ 900 kg/ha d'arachide et de mil) malgré une faible pluviométrie.

Ce plan d'aménagement est bien adapté à la zone 1 qui comporte de nombreuses collatures.

■ **La zone 2**

Cette zone est plus étendue que la première ; l'érosion linéaire est moins marquée : la pente est moins forte. Le ruissellement en nappe moins spectaculaire mais plus insidieux, est visible sur la plupart des parcelles.

Le plan d'aménagement peut être basé sur celui réalisé par l'ISRA depuis 1988 sur un bassin versant de 0,6 km^2 englobant les différentes unités morphopédologiques (figure 9).

Un maillage du paysage par les haies vives a ainsi été réalisé : 4 000 mètres répartis en 13 lignes isohypses ; les ravines ont été enrochées et végétalisées.

En haut de la toposéquence, un cordon pierreux complété par des ouvrages filtrants ponctuels (demi lunes) a été placé afin de diminuer le ruissellement à son origine.

II.2 - Aménagement intégré

Au vu du ruissellement en nappe généralisé dans la zone 2, il est indispensable d'intégrer des techniques culturales améliorant l'infiltration telles le travail à la dent en sec, les sarclo-buttages pour briser la croûte de battance.

Restaurer la fertilité physique ne suffit pas : il faut **accroître les apports de fumure organique** (manque de trésorerie pour les engrais minéraux).

Les disponibilités d'origine animale sont rares (cf. première partie chapitre "Problèmes de gestion") ; le développement du cheptel est impossible en raison de la pression foncière et de la dégradation des zones de parcours.

Il faut donc augmenter **l'apport de matière organique végétale** ; le compostage des résidus de récolte est actuellement à l'essai.

Les pailles de mil plus les adventices peuvent représenter en moyenne 3 tonnes à l'hectare en fin de saison sèche (après pâturage) ce qui est considérable. Les fanes d'arachide, nous l'avons déjà souligné, sont exportés des parcelles (vendues le plus souvent).

La restitution de cette matière organique sous forme de **compost** d'hivernage, produit à proximité des parcelles, est une **gestion plus rationnelle** que le système de nettoyage-brûlage pratiqué actuellement par les paysans. Des compostières sont actuellement testées en milieu paysan.

Ce compost est valorisé au maximum s'il est enfoui par le travail à la dent renforcé ensuite par un radou baligne ou buttage.

L'adoption généralisée de cet itinéraire technique "amélioré" demandera du temps. La vulgarisation des ouvrages tels les cordons pierreux semble plus aisée car le résultat est plus visible.

Les zones de parcours sur niveaux cuirassés doivent aussi faire partie de l'aménagement du bassin versant.

Le ruissellement prend son origine sur ces niveaux cuirassés. En plus d'ouvrages physiques tels les cordons pierreux, les demi-lunes, il est indispensable de revégétaliser ces zones de parcours.

Ces formations peuvent être enrichies par des espèces ligneuses adaptées, à croissance rapide et à usages multiples (fourrage, bois de chauffe) ainsi que par des graminées.

Mais surtout des mises en défens doivent être réalisées sous forme de contrat de 2 à 3 ans afin de régénérer les ligneux. Les Combretacées montrent un fort potentiel de régénération (DIATTA, MATY, 1991).

Des arbustes et arbres peuvent être plantés en aval des ouvrages "mécaniques" (SENE, DIATTA, 1990).

Les aménagements ne pourront porter leurs fruits que si les paysans acceptent de remettre en cause leur mode de gestion actuel des parcours.

Il faut noter que les haies vives à l'intérieur des parcelles de par leur offre fourragère, peuvent diminuer sensiblement le surpâturage et la dégradation des parcours.

Au niveau du bassin versant la lutte antiérosive n'est possible qu'en intégrant dispositif classique et techniques culturales qui doivent à terme améliorer la production agricole.

Il reste maintenant à **transférer en milieu paysan** cette nouvelle démarche de gestion des ressources naturelles et à intégrer dans le calendrier cultural les techniques précitées.

Quatrième partie

MOBILISATION ET ORGANISATION DU TRAVAIL AU SEIN DU VILLAGE DE SONKORONG

INTRODUCTION

Le projet d'aménagement de la piste, à travers le radier et le traitement des parcelles les plus érodées, nécessite, rappelons-le, une **participation massive et à long terme** de la population.

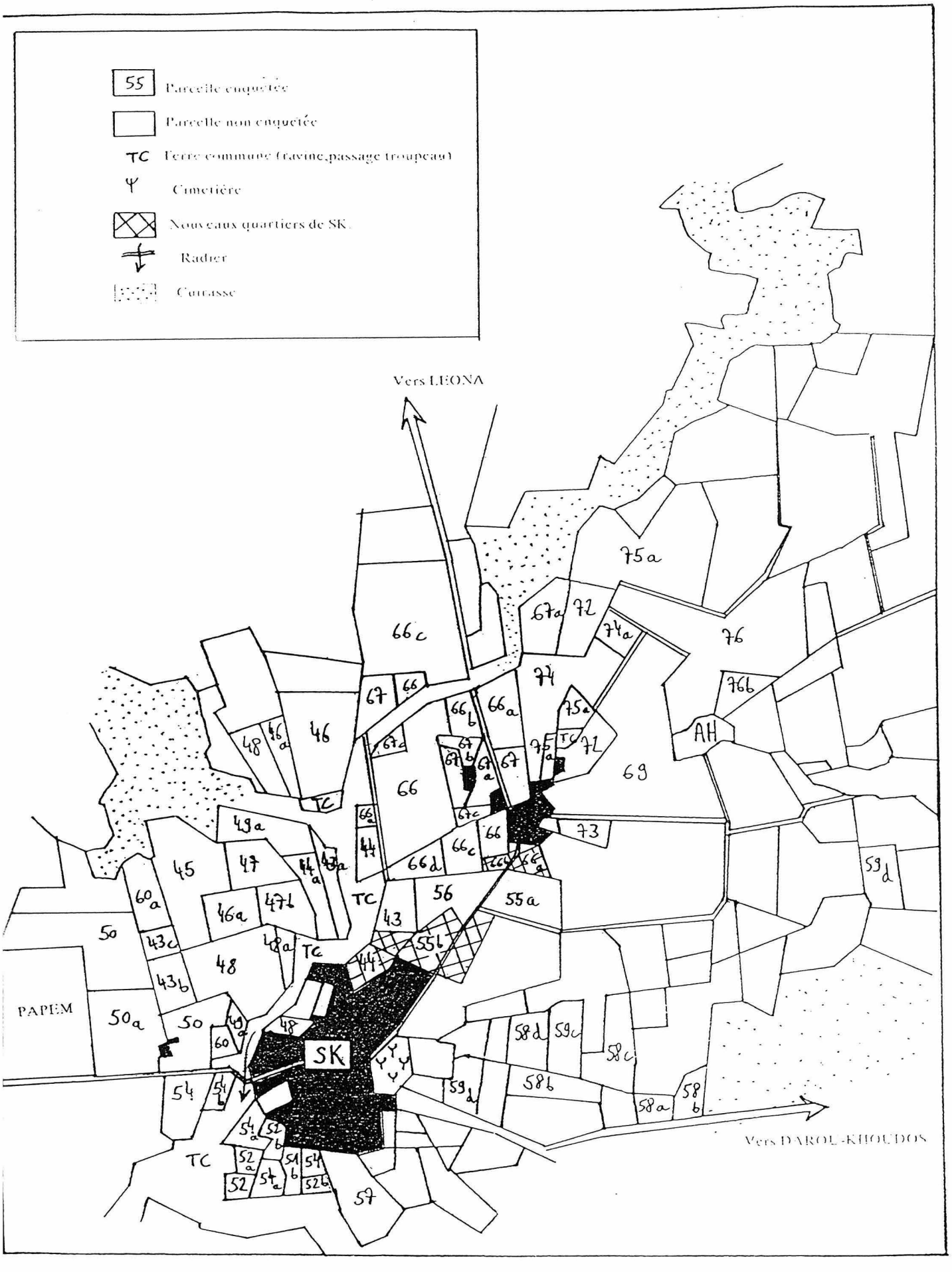
Une action de ce type ne pourra être effective qu'à travers tout d'abord une prise de conscience puis la "mise sur pied" d'une structure d'organisation du travail, solide et convenant à la majorité des paysans.

Deux séries d'enquêtes ont été menées en collaboration avec l'équipe ISRA de sociologie rurale et ont fait l'objet de la rédaction d'un document de travail (SARR, DIOUF, 1992, Doc ISRA) :

- la première enquête au niveau parcellaire visait à déterminer **le niveau de perception** de l'érosion par les paysans et les actions de protection entreprises (questionnaire en annexe 5) ;
- la seconde était une **enquête d'opinion** afin :
  - d'identifier le(s) mode(s) de contribution du village à l'opération d'aménagement de la piste,
  - de définir le niveau auquel l'organisation du travail devra se faire et être coordonné (questionnaire en annexe 6).

Parallèlement une enquête informelle visait à connaître les niveaux d'influence au sein du village et les éventuels points de blocage dans le cadre d'une action collective.

Enfin, une réunion a ensuite eu lieu à Sonkorong afin de sensibiliser la population de façon précise en expliquant les mécanismes de l'érosion et aussi en définissant l'ouvrage prévu, ainsi que son coût et les temps de travaux nécessaires.



Carte 12 : Localisation des parcelles enquêtées (échelle : 1/15 000)
(les numéros correspondent à ceux attribués lors du remembrement de 1981)

I - ENQUETE DE PERCEPTION-SENSIBILISATION A L'EROSION

I.1 - Localisation des parcelles enquêtées, mode d'appropriation

■ Localisation

Cette enquête de perception a été menée sur 114 parcelles, la plupart situées dans la zone 1 dite "d'aménagement prioritaire" (cartes 11 et 12). Les parcelles numérotées représentent les parcelles d'attribution lors du remembrement de 1981 : ces parcelles sont subdivisées en parcelles d'exploitations, niveau de notre enquête.

■ Statut des exploitants

Sur 114 enquêtés, **76 (soit 67 %) sont chefs d'exploitation** et **38 (soit 33 %) sont dépendants familiaux**.

Parmi ces chefs d'exploitation, 65 (soit 85,5 %) sont propriétaires des parcelles qu'ils exploitent tandis que 11 (soit 14,5 %) ont procédé à des emprunts (6 emprunts hors lignage et 5 emprunts intralignage).

Au niveau des dépendants familiaux (38), 29 sont des femmes (21 épouses de chef d'exploitation, 8 filles célibataires) et sur les 9 dépendants mâles, 3 sont des fils de chef d'exploitation, 2 sont frères de ces derniers et 4 sont des villageois ayant emprunté ces parcelles sans aucun lien de parenté.

Par rapport au remembrement de 1981, sur 65 propriétaires 41 sont les mêmes et 24 ont hérité suite au décès du propriétaire (fils aînés, le plus souvent).

I.2 - Perception de l'érosion par les exploitants

■ Ampleur du phénomène

Sur 114 parcelles, 70 présentent des caractéristiques d'érosion à des degrés différents (ruissellement en nappe, érosion linéaire).

■ Réaction des exploitants

Sur 70 parcelles érodées **seulement 23 exploitants** ont tenté une action. Parmi ceux-ci on compte 18 propriétaires et 5 dépendants appartenant à la famille du propriétaire donc susceptibles d'avoir accès à la terre qu'ils aménagent.

Ceci est important à souligner : **l'investissement pour l'aménagement d'une parcelle est lié à la possibilité d'appropriation de celle-ci**.

Sur les 23 actions entreprises, 8 seulement ont été jugées satisfaisantes par les paysans (cordons de pierres) et 14 peu ou pas satisfaisantes (branches, fumier posés sur la griffe d'érosion ou cordons pierreux mal réalisés), 1 sans réponse.

I.3 - Perspective d'actions

Au niveau des personnes ayant réalisé des actions peu ou pas satisfaisantes (14), 6 n'ont pas de conditions pour continuer à exploiter leurs parcelles même si l'érosion s'aggrave, 4 souhaitent aménager pour rester mais n'ont pas les compétences techniques, 4 continueront à exploiter leur parcelle tant que la production leur paraît acceptable.

Ces informations rejoignent les réactions des exploitants des parcelles érodées (70 = 56 + 14 précités).

Réaction des détenteurs de parcelles	Nombre
Sans réponse	4
Bon résultat d'actions entreprises	8
Souhaitent aménager pour garder la parcelle	17
Restent tant que la production les satisfait	4
N'ont aucune condition pour garder la parcelle	37

On peut noter qu'il y a eu 7 abandons partiels de parcelles dus à une forte érosion, ces abandons sont provisoires.

Il ressort de cette enquête **qu'au point de vue foncier**, les agriculteurs sont "**dos au mur**" et continueront à exploiter leurs parcelles quel que soit la situation érosive.

Ces conditions, extrêmes pour les paysans, devraient faciliter leur adhésion à l'aménagement de leurs parcelles.

I.4 - Techniques culturales

Au point de vue préparation du sol sur 114 parcelles (dont 1 sans réponse) on a observé :

- 58 n'ont pratiqué aucune préparation dont : 10 n'avaient pas le temps, 45 ont jugé inutile (faible enherbement), 3 sans réponse ;
- 50 ont préparé en humide (avec houe sine) dont 40 à cause de l'enherbement, 10 pour améliorer l'infiltration ;
- 5 ont préparé en sec : 1 à cause de l'enherbement, 4 pour ameublir et briser la croûte de battance.

La préoccupation première des paysans est l'enherbement. Ils sont à priori peu sensibles à l'infiltration de l'eau sur leurs parcelles (14 sur 133 !).

Au point de vue fertilisation : 66 parcelles (soit 58 %) ne reçoivent aucune fertilisation ; 18 bénéficient de fumure organique seule (17 sont exploitées par des chefs d'exploitation, 1 est dépendant familial) ; 19 bénéficient d'engrais minéraux seuls (toutes exploitées par des chefs d'exploitation) ; 11 reçoivent une fumure organique plus engrais minéraux (toutes exploitées par des chefs d'exploitation).

Il apparaît évident que le **statut détermine la fertilisation**.

Il y aura donc un important **effort de sensibilisation** à réaliser pour vulgariser les techniques culturales dites améliorées incluses dans l'aménagement intégré.

II - ENQUETE D'OPINION

"La participation des communautés villageoises à des actions collectives ne sera effective et efficace que si elle repose sur une organisation forte issue d'un consensus général sur l'action à entreprendre, les modalités de réalisation et une bonne compréhension de l'intérêt de l'action" (SARR, DIOUF, 1992).

Cette seconde enquête avait pour objectifs de connaître le degré de sensibilisation des villageois par rapport au ravinement de la piste, d'apprécier leur degré de mobilisation et à déterminer le(s) mode(s) d'interventions privilégiés par la population.

II.1 - Répartition géographique des personnes enquêtées

L'enquête a concerné 79 personnes, choisies au hasard au niveau des différents quartiers de Sonkorong mais aussi dans les villages et hameaux voisins qui empruntent la piste de Sonkorong-Kaymor.

Ces villages voisins tels Dakhar Toucouleur et Léona pourront peut-être apporter leur contribution.

La répartition des personnes enquêtées est la suivante :

Village	Nombre	%
Sonkorong	37	47
Ndiayéne (hameau appartenant à Sonkorong)	2	3
Sene Nala (hameau appartenant à Sonkorong)	1	1
Ndakhar Sonkorong	20	25
Ndakhar Toucouleur	8	10
Léona	11	14

II.2 - Activité associative des personnes enquêtées

Sur l'ensemble de l'échantillon (79), **52 n'appartiennent à aucun groupement**. Le reste, 27 personnes, est réparti entre différents types de groupements :

- 8 sont au sein de groupements de femmes (2 à Léona, 6 à Sonkorong) ;
- 14 appartiennent à une association villageoise (6 à Sonkorong (association de jeunes), 5 à Léona, 3 à Ndakhar Sonkorong) ;
- 3 adhèrent à une caisse d'entraide durant la période du Ramadan (Sonkorong) ;
- 2 font partie de groupements de producteurs encadrés par la SODEFITEX (Léona).

Les groupements existants sont peu nombreux et surtout semblent limités dans le nombre de leur adhérent et dans leur activité. Ils ne peuvent pas réaliser des actions d'envergure importante pour le compte de la communauté, ils peuvent cependant aider et apporter leur contribution précieuse.

II.3 - Prise de conscience de l'état de la piste

L'élément indispensable pour une adhésion massive au projet demeure la perception que la population a de l'état de la piste et de la possibilité de l'aménager.

Toutes les personnes interrogées **ont eu à discuter** de l'état de la piste : 69 fréquemment et 10 de temps en temps.

L'état de la piste est discuté à différents niveaux :
- 76 réponses "au niveau des jeunes et adultes" ;
- 2 réponses "au niveau des jeunes" ;
- 1 réponse "au niveau des adultes".

L'état de la piste préoccupe **fortement** la population ; il n'y a pas de scission entre les jeunes et adultes au niveau de la discussion ce qui est un point positif.

Cette préoccupation a plusieurs causes :
- 72 (soit 89 %) citent l'enclavement du village ;
- 6 (8 %) citent en premier le transport des récoltes ;
- 1 parle de risque d'accident de charrette (!).

II.4 - Possibilités d'aménagement, modalités

76 % des personnes enquêtées pensent qu'il est tout à fait possible d'aménager la piste ; 20 % pensent au contraire que cela va être difficile (4 % sans réponse).

La majorité (91 %) a la ferme volonté d'entreprendre un aménagement ; le même pourcentage **sollicite une aide extérieure aussi bien technique que financière**.

Les aménagements qu'ils ont eux-mêmes réalisé, les ont laissé quelque peu désemparés. Tout ceci est "encourageant" pour le projet.

II.5 - Contribution villageoise

Les avis sont partagés quant au mode de contribution :
- la moitié pense que la participation devra être mixte, c'est-à-dire financière et humaine (participation aux travaux) ;
- l'autre moitié opte pour une participation aux travaux uniquement.

■ Contribution financière

Pour ceux qui préconisent cette forme d'apport (39 personnes), l'origine pourra être diverse :
- 16 optent pour une cotisation individuelle ;
- 13 par concession ;
- 9 par exploitation ;
- 1 par quartier.

Le mode de fixation du montant peut aussi être diversifié : par l'assemblée villageoise (43 %), par le chef du village (31 %), par le délégué du quartier (8 %), laissé à l'appréciation de chacun (18 %).

Le mode de collecte préféré semble être la collecte par une personne désignée par l'assemblée villageoise (50 %), 33 % "s'en remettent" au chef du village, 13 % aux délégués de quartier.

Il est important de souligner **le souci de discussion** des personnes à travers **l'assemblée villageoise.**

II.6 - Participation aux travaux

Pour réaliser un aménagement efficace la mobilisation des gens par quartier semble être le niveau le plus adopté.

Les paysans montrent à cette échelle une cohésion et une solidarité bien meilleure qu'à celle du village. Ceci est explicable par la structure hiérarchisée de la société Wolof (les quartiers correspondent à des "castes", cf. chapitre Milieu humain de la première partie). Les délégués de quartier sont des personnes reconnues pour leur dynamisme et leur esprit d'ouverture.

Ces considérations semblent diriger les réponses par rapport au niveau de mobilisation souhaité pendant les travaux :

- par quartier : 55, soit 70 % ;
- au niveau du village : 13, soit 16 % ;
- individuellement : 9, soit 11 % ;
- par groupements existants : 2, soit 3 %.

La réponse "participation aux travaux par quartier" est nettement majoritaire, ce qui implique une mobilisation à la base par les délégués de quartier ou autres coordonnée "plus haut" par une personne désignée par le village (50 %) ou par le chef du village (27 %).

Il est nécessaire d'analyser les niveaux d'influence dans le village pour connaître les personnes capables de créer la mobilisation.

II.7 - Niveaux d'influence dans le village de Sonkorong et ses hameaux environnants

L'analyse des structures du pouvoir ou d'influence et des **modes de désignation** des dirigeants est prépondérante dans un processus de sensibilisation et de mobilisation d'une collectivité.

Il est aussi nécessaire d'identifier les différents **niveaux d'influence** autour desquels s'articulera et se coordonnera le projet d'aménagement.

Sur le plan méthodologique "le repérage" se fait par observation au cours de rencontres organisées par interviews et discussions informelles avec les villageois. Ceci suppose une longue présence dans le village et une intégration réelle à la collectivité.

Parmi les personnes influentes il importe de distinguer celles investies traditionnellement par la naissance (chef du village), des leaders désignés. Ces

EL H. SAKO BOUYA CISSE (1) . Chef de village . Chef religieux (Imam) . "Borom barké"		
EL H. OMAR POUNDA CISSE (2) (SENE - NALA) . Président Section villageoise . Délégué de quartier . Conseiller Rural . Responsable politique PS	SALIOU SALL (4) (SONKORONG-Centre) . Influence au point de vue agricole . "Borom barké" . Connaissances mystiques	BABOU SOKHNA CISSE (3) (NDAKHAR KARIM) . Délégué de quartier . Vice-Président Conseil R. . Responsable politique PS . "Borom barké".
EL H.. AMATH NIANG (KOUDE) . Influent au point de vue agricole . "Borom barké" . Chef de file de la caste des forgerons et cordonniers de Koudé	TAMSIR MBOW (LEONA) . Influent au point de vue agricole . "Borom barké" . Chef de file de la caste des forgerons et cordonniers de Léona	
MALIK BADIANE (SONKORONG-CENTRE) . Responsable politique des jeunes PS . Descendant captif	EL H. CAMARA N'GALO) . Influent au point de vue agricole . Chef de file des jeunes de N'Galo . un peu Borom barké	OUMAR ROKHY CISSE (NDIAYENE) . Délégué quartier . Influent au point de vue agricole ."Borom barké"

FIGURE 10 - Niveaux d'influence dans le village de Sonkorong

derniers sont considérés à travers leur clairvoyance, leur dynamisme et esprit d'initiative mais aussi pour leur aisance économique (les "borom barké").

Les informations recueillies ont permis une structuration par ordre d'influence au niveau du village (figure 10).

Trois niveaux sont différenciés :

- **le premier, le plus élevé,** est celui du chef du village qui est en même temps "l'imam" ou chef religieux (numéro 1 sur la figure). Cette double "fonction" renforce sa position à laquelle s'ajoute un certain niveau de richesse ;

- **au deuxième échelon** sont présents le frère (2) et le neveu (3) du chef du village. Ces deux personnes siègent au conseil rural et sont délégués de quartier, elles représentent pour cela des rouages essentiels pour l'organisation et la coordination du travail.
Au même niveau Saliou SALL est une personne à qui l'on reconnaît un certain pouvoir mystique ce qui suscite crainte et respect dans le système traditionnel.
L'influence des personnes citées s'étend aussi à d'autres villages de la communauté rurale.

- **le troisième niveau d'influence** s'exerce surtout à l'intérieur du village ;il est constitué d'individus dont le niveau d'influence dépasse rarement le cercle restreint des membres d'une communauté de naissance (forgerons, cordonniers, descendants de captifs).

L'implication de l'ensemble de ces personnes va être déterminante dans la conduite de l'aménagement et pour toute action collective.

Les personnes du troisième niveau sont des rouages essentiels en terme de communication entre les groupes qu'ils représentent et les "autorités" du village constituées par les deux premiers échelons ; ils jouent le rôle d'animateur à la base de la collectivité.

Il ne faut pas aussi sous-estimer le rôle que peuvent jouer, à leur niveau, les présidents de groupements et d'associations.

Conclusion

Au vu des résultats de l'enquête, la population du village de Sonkorong et de hameaux environnants est parfaitement consciente de l'état de dégradation de la piste et de la priorité d'aménager.

Cette population apparaît même fermement décidée à prendre part aux actions d'aménagement envisagées.
Le mode de participation et de coordination est à définir précisément.
A la suite de cette analyse une réunion a été tenue dans le village afin de renforcer la sensibilisation et la modélisation.

III - COMPTE RENDU DE LA REUNION

Cette réunion a revêtu un caractère officiel ; tous les habitants de Sonkorong et des hameaux avoisinants y étaient invités à la demande de l'ISRA à travers les équipes "DRS et sociologie rurale" du centre de Kaolack.

Une cinquantaine de paysans avaient répondu à l'invitation ; aucune femme n'était présente, ainsi que très peu de jeunes. Le chef du village avait délégué son fils ; son frère (2 sur la figure 11) était aussi absent, mais le neveu Babou Sokna CISSE (3) et Saliou SALL (4) ont participé activement à la réunion ainsi que le responsable des jeunes.

La première phase de la réunion a consisté, à travers un exposé le plus visuel possible, à expliquer les mécanismes d'érosion dans la zone de Sonkorong, puis ensuite, à présenter l'ouvrage fini et les temps de travaux prévus (à titre de rappel 5 mois de travail avec 20 actifs par jour, pendant la saison sèche).

La nécessité d'aménager les parcelles et non seulement la ravine ainsi que l'interdépendance des aménagements antiérosifs ont été volontairement appuyés afin d'accentuer "l'obligation" de travailler collectivement et par zone de façon rationnelle.

Les réactions ont été multiples au cours de la discussion qui a suivi.
Tout d'abord, certains ont fait part de leur impuissance personnelles vis-à-vis de l'érosion dans leurs parcelles, d'autres de l'échec des aménagements réalisés en 1984 au niveau de la ravine où le débit de crue avait été sous-estimé. Les dimensions de l'ouvrage présenté les ont à la fois impressionnés et rassurés.

La majorité des personnes présentes souhaite réaliser le radier à travers une mobilisation par quartier ; le nombre de 20 personnes par jour sur le chantier leur est apparu convenable.
Le travail s'effectuerait par rotation sur 2 à 3 jours ; les plus petits quartiers se regrouperaient pour constituer une équipe de travail.

Le radier réalisé à Thyssé, village voisin et "rival", avec l'aide de l'ISRA apparaît comme une motivation supplémentaire même si celui de Sonkorong est au moins **six fois plus important**.

En ce qui concerne **l'aménagement des parcelles du bassin versant**, l'organisation du travail semble plus difficile à mettre en place. Les paysans sont conscients de la nécessité d'aménager les parcelles, zone par zone au niveau du bassin versant. Les chefs des exploitations avec une main-d'oeuvre importante souhaitent aménager individuellement leurs propres parcelles. Ces personnes constituent la minorité, mais ont un pouvoir dans leur village.

Les chefs d'exploitation plus petites ont nettement affirmé leur désaccord et leur **volonté de travailler collectivement par quartier** en raison de leur main-d'oeuvre insuffisante.
Une personne a fait remarquer fort justement qu'en travaillant individuellement, les exploitants de parcelles situées dans les zones les plus ravinées auraient beaucoup de travail à réaliser dont le résultat est pourtant au bénéfice de tous.

Dans le cas d'organisation du travail par quartier il est important, pour ne pas déséquilibrer les taches, de ne pas attribuer une zone du bassin à un quartier mais d'effectuer des rotations sous peine d'assister à une démobilisation rapide.

L'organisation du travail dans les parcelles reste un point épineux loin de faire l'unanimité et difficile à résoudre.

Il faut souligner que cette réunion était la première officielle entre l'ISRA et le village à soulever le problème de l'aménagement de la piste. Le village s'est d'ailleurs lui-même fixé une autre réunion pour s'organiser.

Il faut donc prendre du recul vis-à-vis de l'enthousiasme de certains participants.

L'aménagement ne pourra être envisagé que lorsque une structure villageoise de gestion du travail sera mise en place.

Des listes de personnes quartier par quartier devront être dressées ; un contrat d'aménagement pourra alors être fait.

CONCLUSION GENERALE

La zone de Sonkorong, au même titre que la région Sud-Siné Saloum, "souffre" de la dégradation généralisée de son écosystème.

La productivité des terres est affaiblie par l'érosion hydrique et la baisse de fertilité chimique traduite par la chute du statut organique. Des systèmes de production viables et durables **nécessitent la levée de ces deux contraintes**.

L'aménagement de la ravine de Sonkorong devrait permettre la **mobilisation générale de la population** et constituer ainsi une "porte d'entrée" pour l'aménagement du bassin versant.

Cet aménagement sera de **type intégré** alliant dispositifs classiques de DRS (cordons pierreux, fascines, haies vives, mise en défens) et techniques culturales. La production agricole serait ainsi améliorée à travers la diminution des coefficients de ruissellement, de charriage et corollairement l'augmentation des stocks hydriques.

L'amélioration du compostage d'hivernage est actuellement en cours, cette restitution constitue dans la zone une solution appropriée pour relever la fertilité chimique.

En l'état actuel des choses, **le village de Sonkorong** est **en voie d'organisation** ; les paysans sont conscients de la gravité de la situation, leur mobilisation semble être effective malgré quelques blocages au sein du village en ce qui concerne l'organisation de l'aménagement des parcelles.

L'aménagement du bassin versant représente une action à long terme de part l'ampleur des travaux d'aménagement et leur entretien.

Il importe de soutenir l'enthousiasme actuel par un travail de sensibilisation permanent et le démarrage d'actions concrètes, seuls garants d'un engagement massif et durable des villageois.

D'un point de vue scientifique, il est capital de pouvoir quantifier l'impact des aménagements en cours, à des fins de démonstration. Ainsi différents paramètres doivent faire l'objet dès à présent d'une caractérisation initiale puis d'un suivi régulier de leur évolution. On peut citer :

- le système d'érosion linéaire ;
- l'inventaire des états de surface en début d'hivernage ;
- les caractéristiques physico-chimiques de certaines parcelles aménagées ;
- les taux de survie annuels des espèces implantées en haies vives ;
- l'évaluation floristique des zones de parcours mises en défens.

La gestion rationnelle des ressources en eau et sol nécessite ainsi une **approche multidisciplinaire rigoureuse** qui concilie à la fois la valorisation scientifique des aménagements et un soutien massif aux paysans.

BIBLIOGRAPHIE

ALBERGEL J., PEREZ P., VAKSMANN M., 1991. Amélioration des modèles du bilan hydrique sur parcelle par la prise en considération des états de surface. In Soil water balance in the sudano-sahelien zone. IAHS, n° 199.

ANGE A., 1986. Analyse de la gestion de l'espace par une communauté villageoise au Sud-Siné-Saloum, Sénégal. Doc. IRAT.

ANGE A., 1990. Gestion de la fertilité des sols et stratégies de mise en valeur des ressources naturelles. Exemple du mil dans les systèmes de culture du sud du bassin arachidier sénégalais. Séminaire Terres de savanes, terres fertiles ? Décembre 1990.

ANGE A., 1990. Stratification de l'espace rural et diagnostic des contraintes du milieu à la production végétale. Journées CIRAD/DRN, septembre 1989.

BENOIT-CATTIN M., 1986. Les unités expérimentales du Sénégal. Ouvrage collectif DSA-CIRAD, 500 p.

BROUWERS M., 1987. Etudes morpho- et hydropédologiques dans la région de Thysse-Kaymor, Siné-Saloum, Sénégal. Les sols des bassins versants étudiés dans le cadre de l'ATP-PIREN-eau. CIRAD/ENSAM.

CASENAVE A., VALENTIN C., 1989. Les états de surface sur la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration. Editions ORSTOM.

CASENAVE A., VALENTIN C., 1991. Influence des états de surface sur l'infiltration en zone sahélienne. In Soil water balance in the sudano-sahelian zone. IAHS, n° 199, p. 99-107.

CCEE, 1991. Projet pilote "Sine Saloum", bas-fond de Thysse-Kaymor. Rapports DG XII. Rapport de synthèse hydrologie-hydrogéologie. Rapport de synthèse morphopédologie.

DACOSTA H., 1992. Bassins versants de Thyssé-Kaymor : synthèse hydrologique 1983-1988. Rapport ORSTOM-ISRA-IRAT. Programme CEE-DG XII.

DIATTA M., 1988. Caractérisation morphodynamique des faciès forestiers de la communauté rurale de Thysse-Kaymor, Siné-Saloum. Mémoire de titularisation ISRA.

DIATTA M., MATTY F., 1991. Dynamique de la végétation ligneuse sur d'anciennes terres de culture sur cuirasse au Sénégal. Séminaire "La jachère en Afrique de l'Ouest", décembre 1991.

FAYE A., NIANG L., SARR D.Y., THIAM A., 1985. Etude monographique de la communauté rurale de Kaymor. ISRA, secteur Centre-Sud Kaolack, 100 p.

FOSSARD F., 1991. Les petits ruminants dans les systèmes de production de la communauté rurale de Kaymor, Sénégal : diagnostic, jugement, perspective. 152 p.

GARIN P., 1989. Eléments d'analyse de la gestion des moyens de production au sein d'une communauté villageoise du Siné-Saloum. Le cas de Ndimb-Taba. Document de travail DSA, 51 p. + annexes.

GRET, 1988. La maîtrise des crues dans les bas-fonds. Dossier n° 14, 474 p.

GUERIN H., SALL C., FRIOT D., AHOKPE B., NDOYE A., 1985. Ebauche d'une méthodologie de diagnostic de l'alimentation des ruminants domestiques dans un système agropastoral : l'exemple de Thyssé-Sonkorong au Sénégal. Communication au séminaire "Relations agriculture-élevage", DSA-CIRAD, décembre 1985.

LAMACHERE J.M., 1992. Etude des apports annuels et des débits de crue décennale des petits et moyens bassins versants de l'Afrique sahélienne et tropicale sèche (bassins versants de Thysse-Kaymor). FAO-CIEH-CEMAGREF-ORSTOM.

LEROY J., 1989. Vers une gestion du terroir de Sabouma à partir de l'aménagement intégré de bassins versants, Burkina Faso. Mémoire EITARC/CNEARC.

LHOSTE P., 1987. L'association agriculture-élevage. Etudes et synthèses de l'IEMVT, 314 p.

LILIN C., KOOHAFKAN A.P., 1987. Techniques biologiques de conservation des sols en Haïti. FAO.

MODOU S., PEREZ P., 1991. Contraintes et possibilités de valorisation des ressources naturelles dans le bassin arachidier du Siné-Saloum. Séminaire Bamako.

PEREZ P., SARR P.S., 1990. Programme gestion des ressources naturelles. Rapport d'activité "Economie de l'eau-DRS", année 1989, ISRA-Kaolack/CIRAD.

PEREZ P., RAUTUREAU J., SARR P.S., 1991. Programme gestion des ressources naturelles. Rapport d'activité "Economie de l'eau-DRS" année 1990 ISRA/CIRAD.

PEREZ P., SARR P.S., HAMELIN G., 1992. Programme gestion des ressources naturelles. Rapport d'activité "Economie de l'eau-DRS" année 1991 ISRA/CIRAD.

PNUD, 1984. Travaux de conservation des sols : l'étude des projets et leur réalisation par des techniques à haute intensité de main-d'oeuvre. Genève.

RAUTUREAU J., PEREZ P., DIATTA M., 1991. Implantation et gestion des haies vives. IRAT/ISRA, Kaolack.

RODIER J., 1992. Du simulateur de pluie aux bassins représentatifs sahéliens. Editions ORSTOM.

ROOSE E., 1992. Introduction à la gestion conservatoire de l'eau et de la fertilité des sols. Stratégie nouvelle de lutte antiérosive. Doc. provisoire, CNEARC.

ROOSE E., RODRIGUEZ L., 1990. Aménagement de terroirs au Yatenga (Nord-Ouest du Burkina Faso). Doc. ORSTOM-CIRAD-INERA.

RUELLE P., SENE M., JUNCKER E., DIATTA M., PEREZ P., 1990. Défense et restauration des sols. Collection fiches techniques, vol. 1, n° 1. ISRA/CIRAD.

SENE M., 1985. Le poids des contraintes du milieu physique sur l'utilisation des outils en culture arachidière à Thysse-Sonkorong (Sud-Sine-Saloum). Mémoire de titularisation ISRA, 77 p.

SENE M., DIATTA M., 1990. La place de l'arbre et le rôle des techniques culturales dans l'aménagement du terroir au sud-est du bassin arachidier du Sénégal. Documents ISRA-Kaolack.

THIAM A., 1984. Caractérisation du milieu physique et identification de la morphodynamique à différents niveaux de perception dans les terroirs de Thyssé-Kaymor-Sonkorong (Siné-Saloum). Mémoire de titularisation ISRA, 83 p.

VALET S., 1985. Action villageoise bénévole de lutte antiérosive dans les unités expérimentales de Thyssé-Sonkorong en 1984 (Siné-Saloum). Doc. IRAT/IRAT.

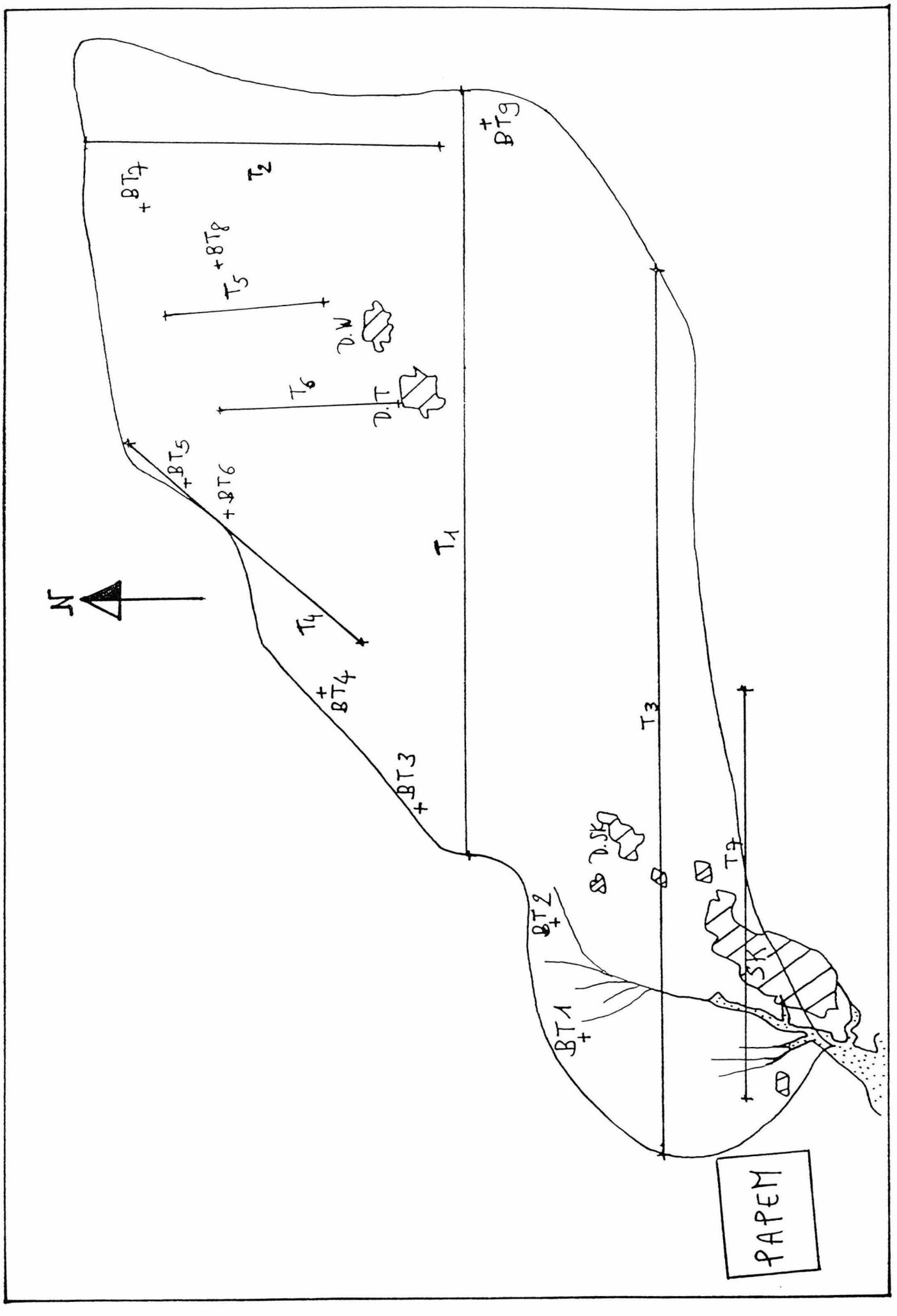
VALET S., 1985. Notice explicative de la carte d'occupation comparative des sols en 1970. et en 1983 de la région de Thysse-Kaymor-Sonkorong (Siné-Saloum), 1/ 20 000e. Doc. ISRA/IRAT.

UNIVERSITE TECHNIQUE DE BERLIN, 1990. L'analyse socio-économique des systèmes d'exploitation agricole et de la gestion de terroir dans les Bas-Saloum, Sénégal.

VALENTIN C., 1990. Les états de surface des bassins versants de Thyssé-Kaymor (Sénégal). Programme CEE-CIRAD (ORSTOM-IRAT-ISRA).

Annexe 1

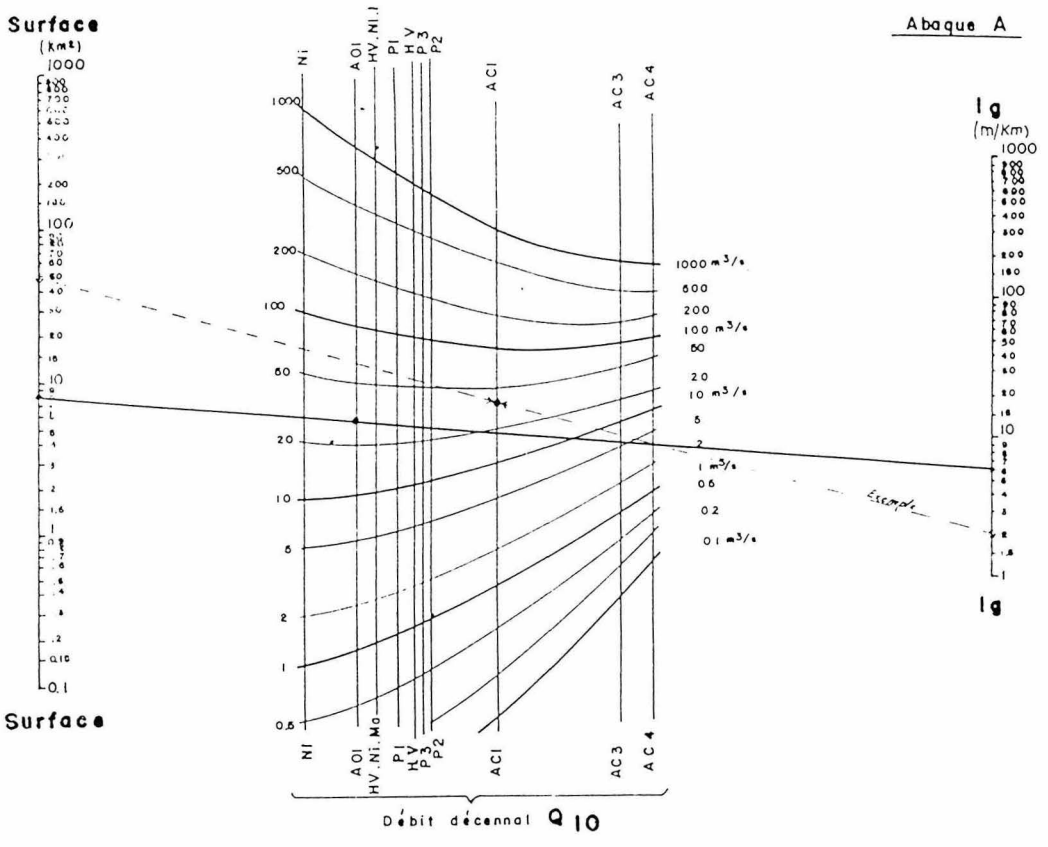
LOCALISATION DES TRANSECTS D'OBSERVATION DES ETATS DE SURFACE

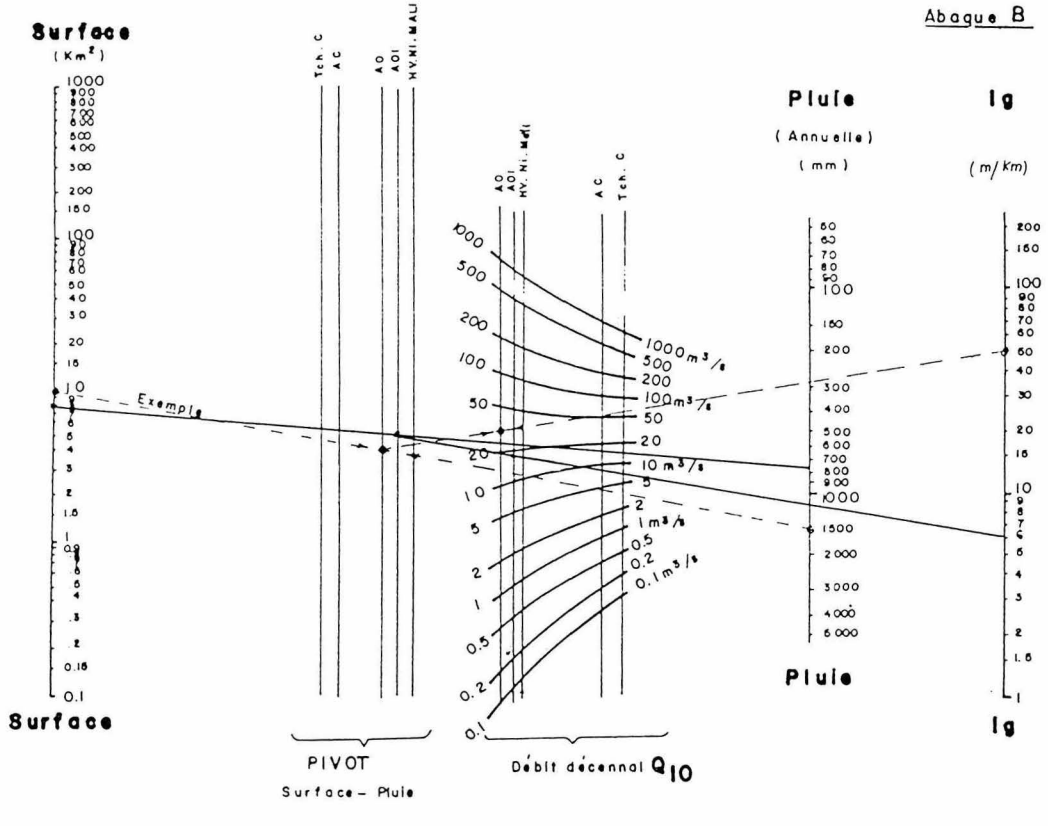


Localisation des transects d'observation des états de surface
(BT : observation ponctuelle de brousse tachetée) (échelle1/20 000)

Annexe 2

ABAQUES DE CALCUL DU DEBIT DE CRUE DECENNALE. METHODE CIEH





Abaques de calcul du débit de crue décennale.
Méthode CIEH (source : GRET, 1988)

Annexe 3

ETUDE PEDOLOGIQUE DE LA RAVINE

Annexe 3

Etude pédologique de la ravine

N.B. : Quatorze profils ont été observés le long des berges de la ravine. Vu leur grande homogénéité pédologique seuls quelques profils sont décrits ci-dessous ainsi que les deux tarières réalisées.

Profils

P_3 Localisation : tête de ravine (rive droite)
Hauteur : ≈ 3 mètres
Classification : **sol ferrugineux de glacis-versant à taches et modules en profondeur**

Description du profil

- 0-25 : sec, couleur en humide brun rougeâtre (5 YR 5/4), peu humifère, texture sableuse, structure particulaire

- 25-50 : sec, brun foncé en humide (5 YR 3/4), plus humifère, texture sableuse, structure finement grumeleuse à particulaire

- 50-140 : sec, brun rougeâtre en humide (5 YR 4/4), texture sableuse à sablo-argileuse, structure plus massive

- 140-210 : sec, brun rougeâtre en humide (5 YR 5/6), texture sablo-argileuse à argilo-sableuse, structure continue à bonne porosité, non organique

- 210-250 : brun en humide (7,5 YR 5/4), texture argilo-sableuse, traînées blanchâtres, structure continue, non organique

- 250-300 : brun en humide (7,5 5/4), texture argileuse, taches rouges dans la partie supérieure, puis nodules endurcis (2,5 YR 4/6)

P_4 Localisation : tête de ravine (rive gauche)
Hauteur de berge ≈ 3 mètres
Classification : **sol ferrugineux appauvri à taches et nodules**

Description du profil

- 0-10 : sec, brun sombre en humide (7,5 YR 4/2), nombreuses racines, humifère, texture sableuse, structure particulaire à grumeleuse fine

- 10-80 : sec, en humide brun (7,5 YR 4/4), texture sableuse à sablo-argileuse, pas de racines, peu humifère, structure continue à bonne porosité

- 80-160 : sec en humide, brun rougeâtre (5 YR 5/4), apparition de taches rouges (2,5 YR 4/6), texture argilo-sableuse

– 160-300 : sec, apparition de nodules crétionnés rouges dans une matrice grise claire (5 YR 7/4), texture argileuse

P_8 Localisation : rive gauche de la ravine traversant Sonkorong
Hauteur de berge ≈ 2 mètres
Classification : **dépôts alluviaux-colluviaux polyphasés (ancien cône de déjection)**

Description du profil

– 0-15 :sec, en humide brun rougeâtre (5 YR 4/6), texture sableuse, sables grossiers, structure particulaire, peu de racines, peu humifère

– 15-20 :même couleur, sables lités, peu de racines, non organique

– 20-30 :sables fins, texture sableuse à sablo-argileuse, brun (7,5 YR 5/4)

– 30-40 :sec, pas de racines, brun rougeâtre en humide (5 YR 4/6), texture sableuse grossière structure particulaire

– 40-45 :sec, brun foncé en humide (7,5 YR 4/2), texture argilo-sableuse, structure continue

– 45-80 :sec, brun rougeâtre en humide (5 YR 4/3), texture sableuse, sables grossiers, structure particulaire, non organique

– 80-95 :passées plus argileuses, texture sablo-argileux à argilo-sableux, brun (5 YR 4/4)

– 95-130 : dépôts liés sableux, sec, brun foncé en humide (5 YR 4/2), structure particulaire

– 130-150 : brun-gris sombre en humide (10 YR 3/2), texture argilo-sableuse, structure continue, pas de racines, plus de matière organique (dépôts de bas-fond avant colluvionnement ?)

– 150-200 : brun sombre (10 YR 4/2) quelques taches rouges discrètes, passées argileuses gris sombres, sables fins, texture argilo-sableuse, structure continue

Tarières

T_1
Sol ferrugineux appauvri de glaces versant
Localisation : sur butte entre deux bras de ravines

Description :

– 0-5 :sec, en humide brun (7,5 YR 5/4), texture sableuse, légèrement humifère

– 5-35 :sec, en humide, brun rougeâtre (10 YR 5/8), texture sablo-argileuse, peu humifère, peu de racines

- 35-45 :sec, en humide, brun rougeâtre (7,5 YR 5/8), texture argilo-sableuse, non organique

- 45-70 :sec, en humide, brun (5 YR 4/4), texture argilo-sableuse

- 70-90 :sec, en humide, brun rougeâtre (5 YR 4/8), passées blanchâtres, texture argilo-sableuse

- 90-175 : sec, brun rougeâtre (5 YR 5/8), texture argilo-sableuse avec enrichissement en argile

- 175-275 : sec, brun rougeâtre en humide (5 YR 5/8), apparition de taches rouges (2,5 YR 4/6) d'oxydation plus ou moins diffuse, texture argilo-sableuse à argileuse

- 275-315 : sec, brun rougeâtre en humide (5 YR 5/8), apparition de concrétions rouges, taches rouges et trainées blanchâtres toujours présentes, texture argileuse

T_2

Dépôts colluviaux-alluviaux

Localisation : près de la piste au passage de la ravine

Description

- 0-60 : sec, en humide, gris foncé (40 YR 3/2), texture sableuse, peu humifère, peu de racines

- 60-110 : sec, en humide, gris clair (10 YR 5/2), texture sableuse, non organique

- 110-140 : sec, en humide, gris clair (10 YR 6/2), texture sableuse, non organique

- 140-160 : sec, gris clair, en humide (10 YR 6/1), texture argilo-sableuse à argileuse, passées sableuses blanchâtres

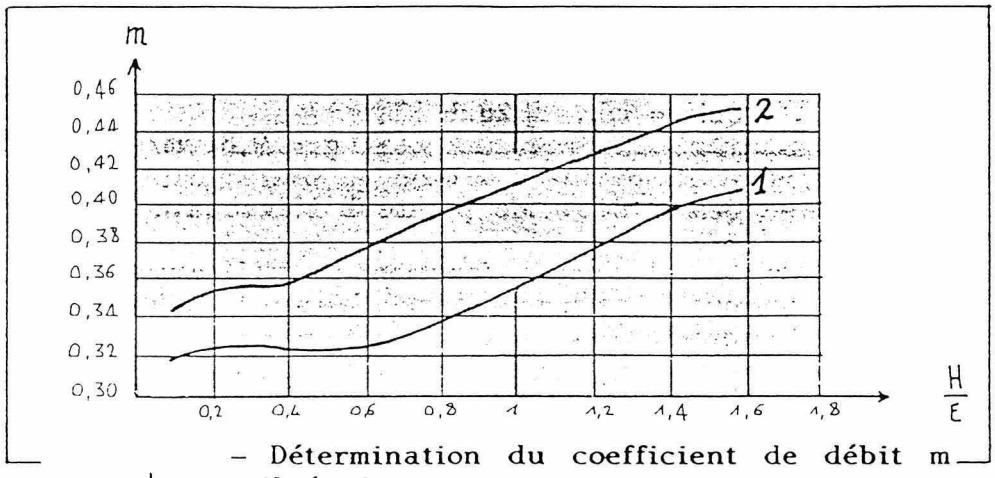
- 160-250 : légèrement humide, gris clair, blanchâtre (10 YR 6/1), texture argilo-sableuses à argileuse, passées sableuses blanchâtres

- 250-315 : moins humide, gris clair (10 YR 5/1), texture sablo-argileuse à sableuse, passées blanchâtres et tâches brunes diffuses

Annexe 4

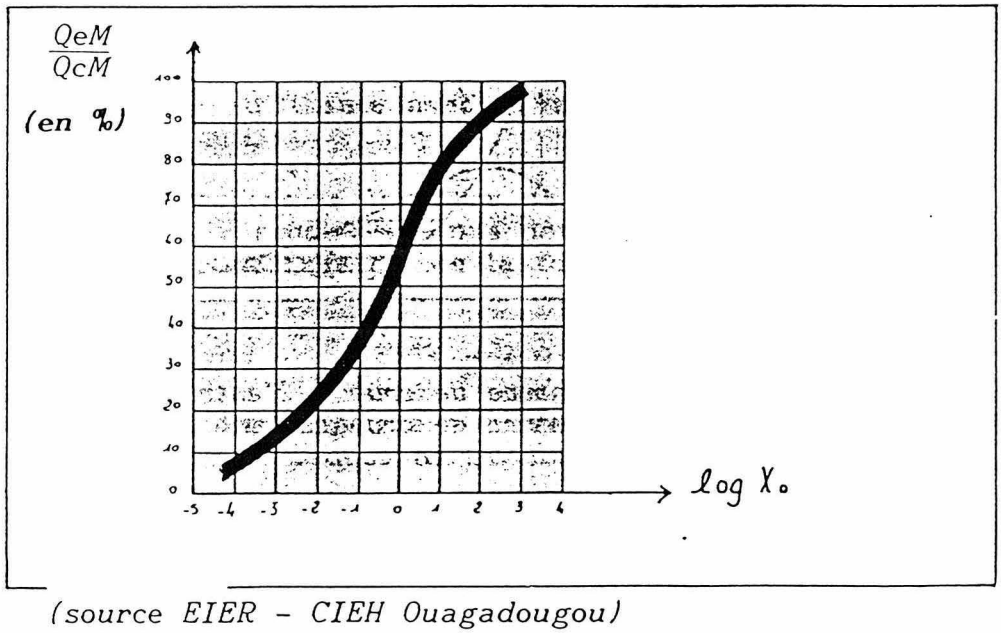
4.1 DETERMINATION DU COEFFICIENT DE DEBIT M POUR DES SEUILS EPAIS

4.2 - DETERMINATION DU COEFFICIENT DE LAMINAGE



– Détermination du coefficient de débit m pour des seuil épais.
1 arêtes vives ; 2 arêtes arrondies
(source : technique des barrages en aménagement rural. Ministère de l'Agriculture Paris)

4.1 Détermination du coefficient de débit m
pour des seuils épais



(source EIER – CIEH Ouagadougou)

4.2 Détermination du coefficient de laminage

Annexe 5

QUESTIONNAIRE DE L'ENQUETE DE PERCEPTION-SENSIBILISATION A L'EROSION

Date : ..... Village : .....
Nom de l'exploitant : .....
Statut social : CE : ..... DF : ..... M : ..... C : .....
Sexe M : ..... F : .....
Age : .....

Caractérisation de la parcelle

Numéro de la parcelle : .....
Nom du propriétaire auquel cette parcelle a été attribuée lors du rembrement : .....
Lien de parenté entre l'exploitant et le propriétaire :
lui-même : ..... Fils : .....
Neveu : ..... Aîné : .....
Autre : .....
Année d'acquistion : .....
Quel est le mode d'acquistion de la parcelle ? : .....
Cette parcelle a-t-elle été mise en jachère ?
Si oui pendant combien de temps ? .....
Si non pourquoi ? : .....

Cette parcelle a-t-elle bénéficié de fumure organique ?
Si oui, laquelle ? Fumier : ..... Parcage : ..... Compost : .....
Engrais : oui : ..... non : ..... Formule : ..... Dose : .....
Avez-vous effectué une préparation du sol ?
en sec : ..... en humide : ..... Aucune : .....
Pourquoi ? : .....

Réactions face à l'érosion

Quel est l'état actuel de la parcelle ?
non sujette à l'érosion : ....
en voie d'érosion : .....
érodé : .....
très érodé : .....

En cas de parcelle non sujette à l'érosion quelles stratégies pensez-vous adopter pour maintenir cette situation ? .....

En cas de parcelle érodée, depuis quand et sous quelle forme observez-vous le phénomène ?
rigole : ..... ruissellement en nappe : .....
ravine : .....

Avez-vous tenté une action quelconque pour freiner l'évolution du phénomène ?
oui : ..... non : .....
Si oui, laquelle ? : .....
Si non, pourquoi ? : .....
Quel résultat avez-vous obtenu ? :
très satisfaisant : ..... satisfaisant : .....
peu satisfaisant : ..... pas satisfaisant : .....

En cas de résultat peu satisfaisant, pensez-vous abandonner cette parcelle ?
oui : ..... non : .....
Si oui, sur la base de quels critères déciderez-vous d'abandonner la parcelle ?
.....
Si non, pensez-vous que cette parcelle puisse continuer à produire sans aménagements ?
.....

En cas d'abandon temporaire, quelles stratégies allez-vous adopter pour rendre la parcelle plus apte à produire ?

.....

Quel impact pensez-vous que l'aménagement des parcelles en amont de la piste puisse avoir sur l'état de cette dernière :

impact de protection : ..... pas d'impact : .....

impact négatif : .....

Pensez-vous que les autres propriéaires des parcelles en amont soient disposés à de tels aménagements ?

Si non pourquoi ? .....

Si cela dépend, qu'est-ce qui l'empêcherait ? .....

Annexe 6

QUESTIONNAIRE DE L'ENQUETE D'OPINION SUR L'AMENAGEMENT DE LA PISTE

Date : .....n° d'ordre : .....
Village : ..... Quartier : .....
Nom-prénom enquêté(e) : .....
Age : ..... Sexe M : ... F : ..... Statut du producteur : .....
Membre d'un groupement oui : ..... non : .....
Nom du groupement : .....

1. L'état de la piste qui mène au village constitue-t-il une préoccupation à votre sens ?

très préoccupant : .....
préoccupant : .....
laisse indifférent : .....
pas préoccupant: .....

Justifiez votre réponse : .....

2. Cet état fait-il l'objet de discussions au niveau du village ? :

fréquemment : .....
de temps en temps : .....
rarement : .....

3. En cas de discussions, à quel niveau en parle-t-on le plus ?

au niveau des jeunes : .....
au niveau des adultes : .....
aussi bien au niveau des jeunes que des adultes .....
Pourquoi ? : .....

4. Avez-vous déjà tenté une action quelconque pour freiner le processus ?

oui, laquelle ? : .....
non, pourquoi ? : .....

5. Pensez-vous qu'il soit encore possible d'aménager la piste ?

tout à fait possible : .....
ne sait pas : .....
trop tard d'intervenir : .....
Pourquoi ? : .....

6. Seriez-vous personnellement prêt à apporter votre contribution si des propositions d'aménagement étaient faites ?

oui : ..... non : .....
Pourquoi ? : .....

7. Existe-t-il, selon vous, une volonté affrimée des villageois de prendre part à des travaux visant l'aménagement de la piste ?

très faible volonté : .....
faible volonté : .....
attitude indifférente : .....
aucune volonté : .....
Justifiez votre réponse : .....

8. En cas d'intervention des villageois sous quelle(s) forme(s) devra se faire cette participation ?

apport financier : .....
participation aux travaux : .....
apport financier et participation aux travaux : .....

9. Comment pensez-vous qu'un apport financier puisse être constitué dans le village ?

à partir de cotisation individuelle : .....
à partir de cotisation par exploitation : .....
à partir de cotisation par concession : .....
autre source (à préciser) : .....

10. Par qui devra être fixé le montant des contributions ?

par le chef de village : .....
en assemblée de village : .....
autre (à préciser) : .....

11. Par qui la collecte devra-t-elle être faite ?

le chef du village : .....
les responsables des quartiers : .....
une ou des personnes désignées en assemblée de village : .....
autre (à préciser) : .....

12. En cas d'accord pour une participation du village aux travaux d'aménagement, quelle(s) forme(s) d'intervention va assurer l'adoption la plus large des villageois ?

chacun participe individuellement : .....
mobilisation des membres des groupements existants : .....
mobilisation par quartier : .....
mobilisation au niveau village : .....
autre (à préciser) : .....

13. Comment cela devra-t-il être coordonné au niveau du village ? .....
.....

14. Les villageois auraient-ils d'autres objectifs d'aménagment au-delà de la réfection de la piste ?

oui : ..... non : .....
si oui, lesquelles ? .....

15. Lequel de ces objectifs vous paraît prioritaire ?

.....
Pourquoi et comment pensez-vous qu'il pourra être réalisé ?
.....