LA DIGUE DE DIENDIEM



CLICHE INP NOVEMBRE 2009

Par

Rokhaya Daba Fall & Mamadou Bocoum

Copyright © Institut National de Pédologie, Dakar

Tous droits réservés. Aucune partie de cette publication ou des informations et images qu'elle contient ne peut être reproduite ou transmise sous une forme ou une autre, sans citation des auteurs et accord préalable de l'éditeur.

POUR BESOIN DE CITATION

NOMS DES AUTEURS : Rokhaya Daba Fall & Mamadou Bocoum

Publié par l'Institut National de Pédologie, Hann Mariste Dakar, MAI 2010

Série N° ISSN 0850-5387

DEDICACES

Cette première édition « la digue de Diendiem » de la série « Utilisation des matériaux locaux pour la sauvegarde et l'amélioration de la productivité des terres » est dédiée à :

- Maître Abdoulaye Wade, Président de la République du Sénégal, celui par qui la Pédologie a trouvé sa place dans le concert des structures de l'Etat pour jouer pleinement sa partition dans le développement économique et social à travers l'Institut National de Pédologie créé le 28 Juin 2004 ;
- Nos ainés, Ingénieurs Agronomes, particulièrement Robert Sagna, Massata Gueye, etc. qui ont participé à l'intégration des sciences agronomiques en particulier, le « Génie rural » et la Pédologie ;
- Nos cadets des mêmes spécialités, agronomes de toutes spécialités, en charge, de la poursuite de cette initiative et de son renforcement dans tous les autres domaines relatifs à la conservation et à l'amélioration de la productivité des sols et des eaux ;
- Aux cadres réunis de l'Institut National de Pédologie qui travaillent sans relâche pour traduire au mieux la vision du Chef de l'Etat et ainsi prendre part au développement économique et social du Sénégal.

LISTE DES ACRONYMES

ASC : Association sportive et culturelle

AVD : Association des Volontaires pour le Développement

CES : Conservation des eaux et sols

CR : Communauté rurale

DG : Direction générale

DRS : Défense et restauration des sols

Fig. : Figure

FP : Fouladou Pakao

GDT : Gestion durable des terres

GIE : Groupement d'intérêt économique

GPF : Groupement des producteurs féminins

INP : Institut national de Pédologie

OCB : Organisation communautaire de base

PEPAM : Programme d'eau Potable et d'Assainissement du Millénaire

Zg : Ziguinchor

ZP : Zone pédoclimatique

SOMMAIRE

DEDICACES 2
LISTE DES ACRONYMES 3
LISTE DES TABLEAUX 5
LISTE DES FIGURES 6
RESUME 8
INTRODUCTION 12
I. DESCRIPTION DE LA ZONE 14
1.1. Localisation et climat de la zone 14
1.2. Quelques données de la zone d'étude 17
1.3. Toposéquence 20
1.4. Ancienne digue de protection 23
II. MATERIEL ET OUTILS 24
III. MATERIEL ET OUTILS 25
3.1. En milieu contrôlé 25
3.2. Sur le site 26
IV. RESULTATS 27
4.1. Résultats intermédiaires 27
4.1.1 Composition texturale des terres extraites 27
4.1.2 Tests préparatifs 27
4.1.3 Réalisation d'un dos d'âne 29
4.2. Construction de la digue 30
4.2.1 Tests de terrain 30
4.2.2 Digue en construction 30
V. DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES 36
BIBLIOGRAPHIE 38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Composition de la Population de Diendiem 18
Tableau 2: Typologie des dégradations le long de la toposéquence des unités géomorphologiques de Diendiem..... 22
Tableau 3 : Listing des outils et matériels..... 24
Tableau 4 : Protocole A : construction d'un dos d'âne..... 25
Tableau 5 : Protocole B fabrication de briquettes avec la terre de Diendiem 25
Tableau 6 : Composition des briquettes..... 28

LISTE DES FIGURES

Fig. 0 : Carte pédoclimatique. 14
Fig. 1a : Fleuve Casamance de l'océan atlantique à la zone d'étude. 14
Fig. 1b : Localisation de Diendiem dans la CR de Diacounda 14
Fig. 2a : Vallée de Diendiem à gauche par images 15
Fig. 2b : Photo agrandie de la vallée de Diendiem 15
Fig. 3 : Evolution de la pluviométrie à Ziguinchor de 1960 à 2008 16
Fig. 4 : Evolution de la pluviométrie à Sédhiou ville de 1960 à 2002 16
Fig. 5 : Evolution de la pluviométrie au Cap Skirring de 1977 à 2008 16
Fig.6a et 6b : Céanes creusées pour le bétail dans la vallée de Diendiem 17
Fig. 7 : Repiquage du riz dans la vallée de Diendiem. 19
Fig. 8 : Bétail en train de paître dans la cuvette de Diendiem 19
Fig. 09 : Ruche d'abeilles sur un manguier à Diendiem 19
Fig. 10 : Ebauche du cadastre agricole de Diendiem 20
Fig. 11 : Toposéquence de la zone 20
Fig. 12a : Plateau de Diendiem 21
Fig. 12b : Profil d'un sol faiblement ferralitique 21
Fig. 12c : Profil d'un sol ferrugineux tropical lessivé. 21
Fig. 13 : Termitière dans les sols ferrugineux tropicaux. 21
Fig. 14a : Profil de sol de la vallée 22
Fig. 14 b : Premiers centimètres du profil de la vallée. 22
Fig. 15 : Ravine cisaillant une parcelle à Bakoum. 23
Fig. 16 : Ensablement des rizières à Bakoum 23
Fig. 17 : Ancienne digue de Diendiem. 23
Fig. 18 : Ancien exutoire de la digue 23
Fig. 19 : Pesée de l'argile au Laboratoire 27
Fig. 20 : Paille de riz utilisé. 27
Fig. 21 : Mélange des composantes 27
Fig.22 : Trempage des briquettes 28
Fig. 23 : Trempage des briquettes 28
Fig. 24 : Briquettes suivant protocole B. 28
Fig. 25 : Broyage de l'argile. 29
Fig. 26 : Mélange des composantes 29
Fig. 27 : Construction du dos d'âne 29
Fig. 28 : Diguette réalisée à la porte d'entrée principale des véhicules de la DG de l'INP 29
Fig. 29 : Brique test devant les producteurs de Diendiem 30

Fig. 30 : Réunion de concertation pour la réhabilitation de la digue de Diendiem 31
Fig. 31 : Réalisation d'une diguette en cadre 32
Fig. 32 : Cordon pierreux sur un versant du plateau 32
Fig. 33 : Extraction de l'argile dans la cuvette de Diendiem 32
Fig. 34 : Mélange d'argile et de paille de riz à proportions définies 32
Fig. 35 : Construction de la digue de Diendiem 33
Fig. 36 : Portion de digue construite 33
Fig. 37 : Apport de pneus usagés 33
Fig. 38 : Positionnement et enrobage des pneus 33
Fig. 39 : Mesure de la hauteur de l'exutoire 33
Fig. 40 : Exutoire terminé. 33
Fig. 41 : Participation des jeunes aux différentes phases du travail 34
Fig. 42 : Jeunes étudiants devant leur trophée. 34
Fig. 43 : Participation très remarquée des femmes pour la réalisation 34
Fig. 44 : Participation active de la population de Diendiem et villages environnants à la construction de la digue de Diendiem 34
Fig. 45 : Digue de Diendiem terminée 34
Fig. 46 : Fierté de la population 34
Fig. 47 : Désenclavement de plusieurs villages avec la digue 34
Fig. 48 : Le chef du village de Diendiem exhibant une gerbe d'épis de riz de la vallée de Diendiem 34
Fig. 49 : Vue d'ensemble de la digue de Diendiem avant la construction 39
Fig. 50 : Ancien exutoire de la Vallée de Diendiem 39
Fig. 51: Jardin maraîcher de Diendiem avec phospho compostage de l'INP 39
Fig. 52 : Vue de la nouvelle digue réalisée dès les premiers jours 39

RESUME

Le coût des ouvrages de lutte contre les processus de dégradation des terres participe au rejet ou à l'inadaptabilité de méthodes et techniques dont l'efficacité ne souffre d'aucun doute. Partant des causes recensées de défauts de mise en œuvre de ces technologies par les populations, tant qu'elles ne se trouvent pas largement assistées par les pouvoirs publiques avec des ouvrages clé en main, les auteurs de cette publication, agissant dans le cadre des missions de l'Institut national de Pédologie, ont tenté une expérience, pour arrêter le processus de salinisation des terres de la vallée de Diendiem. Le travail effectué vise donc à lever la contrainte liée au coût et à l'accès aux technologies vulgarisées par l'utilisation de matériaux locaux et matériaux usagés, ne présentant pas de risque environnemental.

L'expérience est nouvelle. Elle se mène en laboratoire et sur le site. Ce document en rend compte et les perspectives de sa continuation. La méthodologie inclut plusieurs protocoles avec des dosages différents de matériaux utilisés (argile, ciment et paille) exécutés en laboratoire et la mise en pratique d'un choix de protocole retenu parmi les protocoles expérimentés présentant aussi bien des intérêts économiques que d'efficacité et de durabilité. Les assurances mesurées de l'expérience sont portées en perspective de l'étude, tandis que les résultats expérimentaux sont ici discutés.

Mots clé : processus de dégradation, salinisation, coût des technologies, matériaux locaux.

Abstract: technologies coast represent one of the most important reason of non adoption of proved technique and methods to fight against land degradation processes. Based on that, the authors within the framework of National Pedology Institute experienced a technology to fight against salinization process

of Diendiem valley. The aim of the Work is to face cost constraint and difficulty of access to right technology that can be extended with use of local materials and used one, that present any environmental risk.

The experience is entirely new. It is done, firstly, at laboratory level first, with 5 protocols comprising different part of local materials (clay, sand, cement and vegetation). Then the chosen protocol based on cost effectiveness in one hand, effectiveness and sustainability, in the other, is implemented in situ. Measured insurances criteria of the experience constitute the perspective of the study while experimental obtained results are here presented.

Key worlds: degradation processes, salinization, technology cost, local materials

AVANT PROPOS

L'évaluation de l'aptitude des terres à porter les activités agricoles, la récupération des terres dégradées et leur prévention contre tous processus de dégradation sont des activités de haute contribution des ingénieurs et techniciens de la science du sol et sciences connexes, au développement agricole. Aussi constituent-elles des thèmes importants dans la distribution des axes stratégiques de l'Institut National de pédologie (INP) et fondent- elles les travaux quotidiens des experts de l'INP.

La salinisation est parmi les processus de dégradation qui affecte fortement la productivité des terres au Sénégal. L'estimation des terres atteintes va de 900 000 à 1 000 000 ha suivant les travaux des auteurs (Sadio, 1991 ; Fall, 1990, 1994 ; INP, 2006). Tous ces résultats de recherches concourent vers l'importance du phénomène et de sa progression. La salinisation est un processus à multiples origines dont l'évolution est fonction autant de l'origine que des pratiques en cours dans les parties contaminées ou en voie de contamination. Quand la source est l'intrusion des eaux salées dans le réseau hydrographique de surface et les vallées, le rythme de progression peut être très rapide surtout quand les facteurs climatiques comme la pluviométrie entrent en phase régressive.

Dans la région du site de l'étude les vallées constituent des zones à très bonne aptitude agricole. Par conséquent, elles méritent une conservation particulière dans un environnement caractérisé par des terres à très faible capacité de production. Leur contamination par intrusion d'eaux salines est un des processus de salinisation auquel l'homme a opposé des solutions bien maîtrisées depuis longtemps ; les barrages anti sel sont notés du nord au sud du Sénégal, avec des efficiences diverses. Les coûts de construction de digues ou diguettes avec des

matériaux classiques restent fort importants dans le budget de l'agriculture des pays en développement comme le Sénégal.

Les auteurs de cette publication, deux cadres de l'INP, qui ont comptabilisé plus de trente années d'expérience nationale et internationale ont tenté cette expérience, en réponse à une demande formulée depuis des années par les populations du Sud, en particulier celles du village de Diendiem. Il s'agit d'ériger une digue sur la vallée de Diendiem, avec des matériaux locaux et du matériel de récupération.

INTRODUCTION

La baisse de la pluviométrie et la descente des isohyètes de plus en plus cités parmi les effets des changements climatiques, combinés à la pression sur les ressources, phénomène accéléré par la péjoration du climat et par l'augmentation de la population, ont conduit à une accentuation du processus de salinisation par intrusion d'eau salée dans les zones sensibles comme les vallées des zones pédoclimatiques du Fouladou Pakao et de Ziguinchor (ZP/FP et ZP/Zg : Fig. 0 : carte des zones pédoclimatiques).

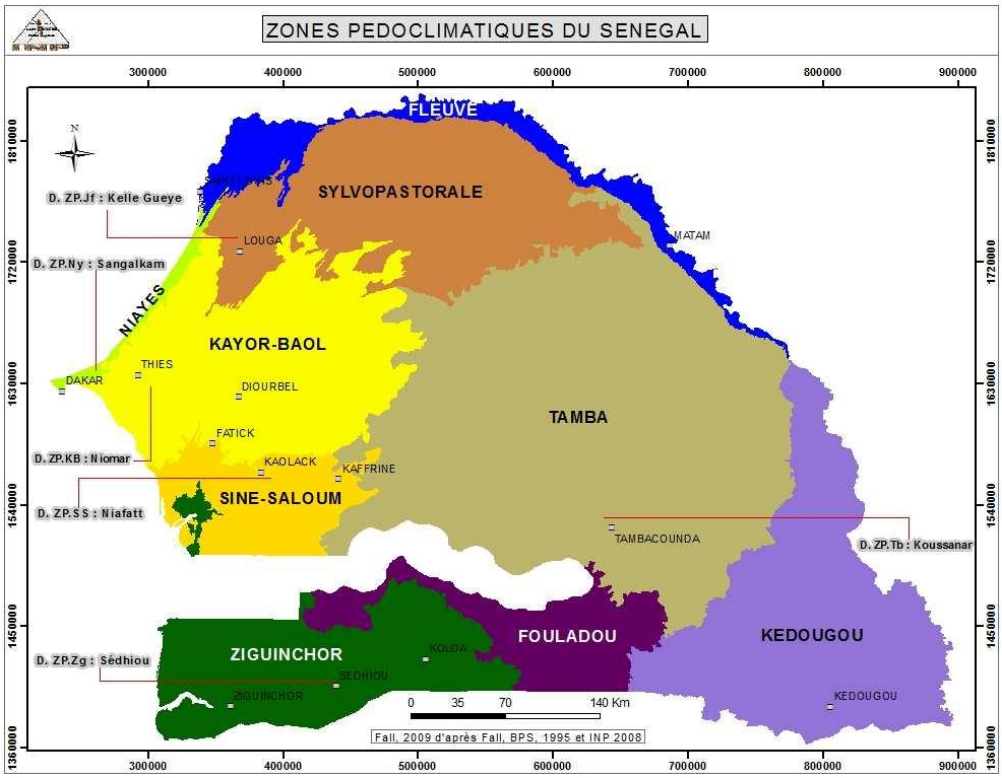


Fig. 0 : Carte pédoclimatique

Ce travail s'inscrit dans le cadre de la sollicitation des producteurs de la région de barrer la route au sel qui envahit leur vallée de production de riz. Les producteurs étant partout sur le territoire national les premiers partenaires de

l'INP, la demande a aussitôt étant analysée, pour conduire a l'expérience, objet de document.

L'expérience s'est déroulée en deux étapes, l'une en laboratoire et milieu semi contrôlé, l'autre en champs en grandeur nature. Au niveau des deux étapes plusieurs agents de l'INP ont pris part aux activités. Il s'agit de Massamba DIAGNE, Attou GAYE, Sokhna Walo KEBE, Bacari NDAO, tous laborantins au laboratoire central de l'INP et Alioune Badara DIEYE, adjoint au chef du laboratoire. L'équipe de la zone pédologique du Fouladou Pakao dirigée par Seydou CISSE de même que des agents de la Division de la Cartographie et du Cadastre Agricole dont le chef, Pape Nékhou DIAGNE et le topographe Alain DIATTA, en mission de caractérisation de la zone, ont participé activement à la mise en place de la digue sur le site. Les populations de Diendiem ont été les principaux acteurs de l'opération, parce qu'il a fallu leur compréhension et acceptation de la technique proposée pour requérir leur engagement, gage de l'exécution de la digue et de la réussite de l'opération.

En perspective les aspects scientifiques qui restent à être explicités font l'objet de convention de travail avec des structures dont les missions et compétences relèvent des questionnements qui restent à élucider.

I. DESCRIPTION DE LA ZONE

1.1. Localisation et climat de la zone

Le village de Diendiem appartient à la Communauté rurale de Diacounda située dans l'arrondissement de BONA, département de Bounkiling, région de Sédhiou (Fig.1a, 1b). La jeune région de Sédhiou (créé par la LOI n° 2008-14 du 18 mars 2008 modifiant la loi n° 72-02 du 1er février 1972 portant organisation de l'Administration territoriale.) est une partie de ce qui est communément appelé la région naturelle de la Casamance.

Le fleuve Casamance, 350 km de long (Fig.1a,) subit l'intrusion d'eau marine sur 217 Km et pendant une longue période de l'année, 4 à 6 mois suivant la pluviométrie annuelle enregistrée.

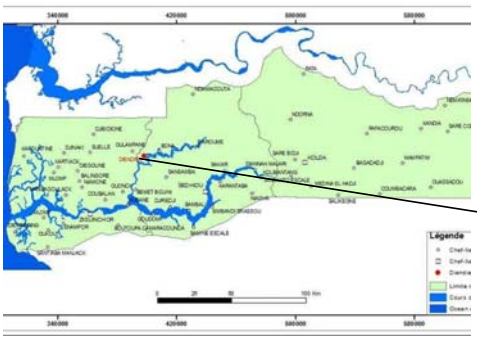


Fig. 1a : Fleuve Casamance de l'océan atlantique à la zone d'étude.



Fig. 1b : Localisation de Diendiem dans la CR de Diacounda

Cette période est d'autant plus longue que l'hivernage s'écourte et que les quantités de pluies tombées se réduisent. Une bonne partie des bras affluents de la Casamance sont contaminées par cette intrusion saline. C'est le cas du Soungrougrou qui traverse la vallée de Diendiem (Fig.2a, 2b).



Fig. 2a : Vallée de Diendiem à gauche par images



Fig. 2b : Photo agrandie de la vallée de Diendiem

Source : Google earth

Le Soungrougrou qui est le principal affluent de la Casamance a une pente faible, ce qui permet à la mer de remonter jusqu'à Diaroumé situé à 184 km de l'océan. Il est alimenté par les eaux salées apportées par le fleuve Casamance mais aussi par les eaux douces provenant du bassin versant. Auparavant, les plus fortes concentrations mesurées étaient de l'ordre de 50g/l (salinité eau de mer : 36g/l). Depuis 1972, les mesures de salinité maximale dépassent 100g/l. Une concentration de 154g/l a été mesurée à Djibidjone à 158 km de l'embouchure. La salinité a tendance à augmenter du fait du taux d'évaporation très élevée (il atteint 2000 mm par an) et de la faiblesse de l'écoulement qui ne peut évacuer les sels qui s'accumulent dans la partie située en amont du bief maritime (NDIAYE, 2 000).

Les terres salinisées sont lessivées à la tombée des pluies et perdent leurs sels suivant l'abondance de la pluviométrie pendant les saisons pluvieuses. Dés lors, avant la grande sécheresse de 1972, l'autosuffisance en riz de la région était assurée par ces terres. Depuis la grande sécheresse de 1972, la saison pluvieuse a connu beaucoup de variations avec une tendance certaine à la réduction des quantités de pluies tombées.

Les moyennes de référence sont passées de 1295 mm en 59 jours de pluies pour la période 1951–1980 à 961.8 mm en 61 jours de pluie pendant la dernière décennie 1993-2002 soit une baisse de plus de 25 % (PEPAM,2007). Les données annuelles des stations les plus proches sont reprises par les figures 3, 4, et 5.

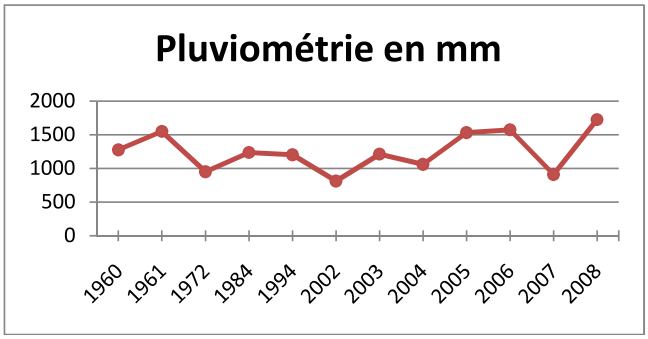


Fig. 3 : Evolution de la pluviométrie à Ziguinchor de 1960 à 2008

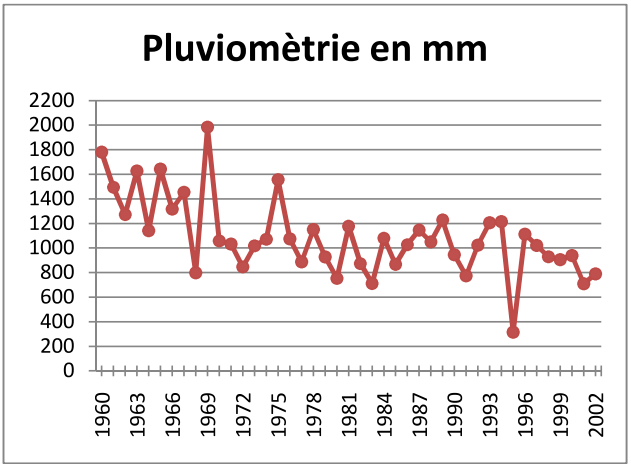


Fig. 4 : Evolution de la pluviométrie à Sédhiou ville de 1960 à 2002

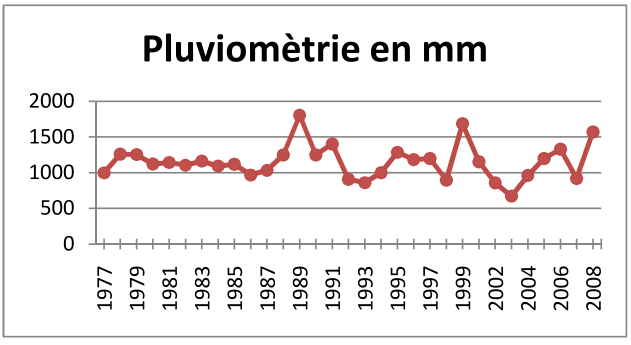


Fig. 5 : Evolution de la pluviométrie au Cap Skirring de 1977 à 2008

Le régime hydrologique de Soungrougrou est soumis à l'influence des marées du fleuve Casamance. A partir de 1968 la sécheresse s'installe dans la zone d'étude, avec cependant quelques années excédentaires comme 1969, 1975, 1978 et 2005. Le niveau de la nappe phréatique baisse à plusieurs endroits où les puits sont approfondis ou de nouveaux puits creusés à des profondeurs croissantes d'années en années. Ces puits sont destinés à l'usage domestique ou à l'abreuvement du bétail (Fig.6a et 6b). Les terres ne recevant plus suffisamment d'eau pour leur besoin de lessivage du sel qui les infecte avec la submersion des eaux marines, deviennent de moins en moins aptes à la riziculture. Aussi, d'année en année le domaine agricole se restreint en termes de surface de terre apte à contenir les productions végétales.



Fig..6a et 6b : Céanes creusées pour le bétail dans la vallée de Diendiem

1.2. Quelques données de la zone d'étude

Comme première caractéristique, retenons que le village de Diendiem est une zone de production de riz (Fig. 7) et de diverses cultures de plateaux. Ces types de productions, propres à toutes les zones similaires de la région d'étude, occupent une place importante dans la production agricole nationale.

La population du village est de 955 habitants (tableau 1) dont 60 % sont en séjour temporaire dans les grandes capitales pour des raisons d'études ou de travail. Le village de Diendiem dispose d'une école élémentaire avec un effectif de 398 élèves. Diendiem a un poste de santé qui a enregistré 933 visites en 2006.

Eu égard à l'organisation du cadre de production, Diendiem comptent plusieurs organisations communautaires de base (OCB), on dénombre 05 GPF, 11 GIE, 07 AVD et 05 ASC.

Tableau 1 : Composition de la Population de Diendiem

Localités	Concession	Ménages	Hommes	Femmes	Population	Superficie*Km^2
Diendiem	37	75	499	456	955	14.5
Bona	919	1 348	8 661	8 536	17 197	228
Sédhiou	-	-	-	-	341 144	7 293

*la superficie découle d'une estimation d'images Google earth de la zone d'étude

L'Agriculture est la seule activité économique de la partie résidante de façon permanente de la vallée. Les organisations communautaires listées plus haut sont par conséquentes toutes liées à la conduite des activités agricoles.

Le terroir agricole semble suffire aux besoins et capacités de travail de la population résidente. La superficie totale de l'emprise du village est de 14.5 km^2, dont 70% sont investies par les activités agricoles, avec une vallée estimée à 45.92 hectares.

Les rendements de la culture de riz dans la vallée de Diendiem (Fig.7) ont beaucoup baissé depuis 1968. La cause identifiée par les populations est la progression du processus de salinisation des terres. D'après les enquêtes menées sur le terrain les rendements ont chuté de 1 000 kg / ha à 800 puis 700.kg / ha, de 1968 à nos jours.

La vallée de Diendiem est aussi un lieu d'élevage (fig. 8.) ; le cheptel y trouve nourriture tout au long de l'année avec, tantôt la paille de riz, tantôt les herbes et les fruits des manguiers et autres arbres fruitiers implantés tout au long de la vallée.



Fig. 7 : Repiquage du riz dans la vallée de Diendiem



Fig. 8: Bétail en train de paître dans la cuvette de Diendiem

Par ailleurs l'apiculture y est une activité économiquement rentable et pratiquée par la majeure partie des producteurs (Fig.9).



Fig. 9 : Ruche d'abeilles sur un manguier à Diendiem

C'est dans une véritable harmonie et une cohérence totale que ces différentes activités sont menées par les mêmes producteurs, constituant les membres des familles du village. Le grand verger de manguiers et de citrus est sous la protection de l'ensemble de la population compte tenue de sa dispersion dans tous les artères du village. La vie du village s'organise à l'intérieur de ce verger qui englobe l'espace de réunion sous l'arbre à palabre, les habitations et les champs de case. Le schéma ci après (Fig. 10) reprend une ébauche du cadastre agricole du village de Diendiem.

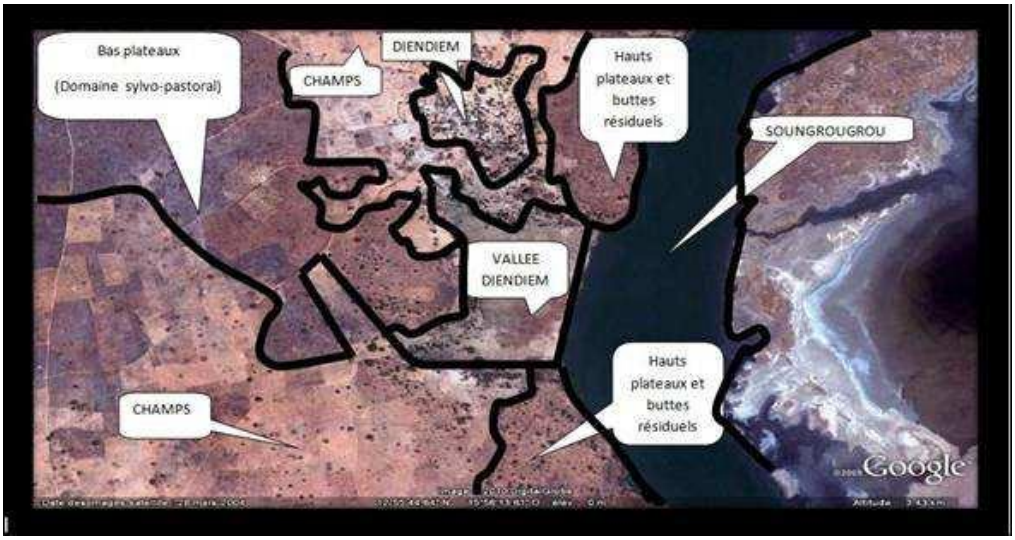


Fig. 10 : Ebauche du cadastre agricole de Diendiem

1.3. Toposéquence

La toposéqence ci après fait apparaître les différentes unités géomorphologiques à travers lesquels se localisent les éléments du cadastre agricole. (Fig.11)

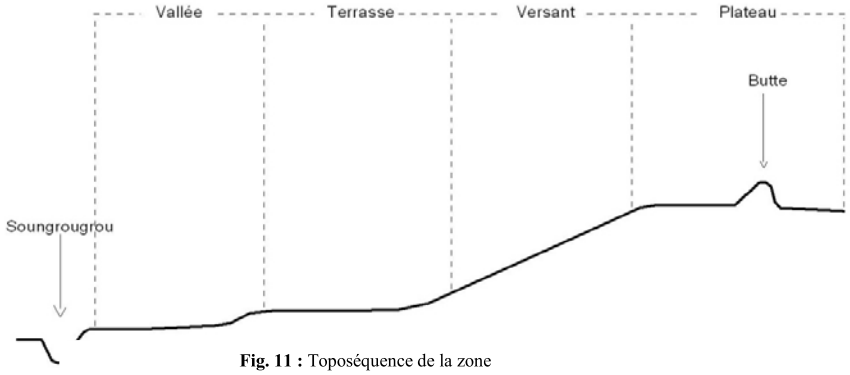


Fig. 11 : Toposéquence de la zone

Le plateau est constitué de sols profonds avec des incursions ou affleurements de cuirasse. Selon la carte morphopédologique au 1/500 000, il s'agit de sols faiblement ferralitiques (Fig.12b); sols ferrugineux tropicaux lessivés (Fig.12c) avec assez de termitières (Fig.13); sols peu évolués. La figure 12a ci après rend compte du paysage de plateau avec les buttes de latérite.



Fig. 12a : Plateau de Diendiem



Fig. 12b : Profil d'un sol faiblement ferralitique



Fig. 12c: Profil d'un sol ferrugineux tropical lessivé



Fig. 13 : Termitière dans les sols ferrugineux tropicaux

Le processus de dégradation en cours dans le plateau est le déboisement intensif qui induit une sensibilité croissante des terres à l'érosion hydrique et explique l'ensablement de la vallée.

La vallée est constituée de sols hydromorphes à gley salé. Ce sont des formations sur dépôts alluviaux et colluviaux. Sur le plan pédologique, ces phénomènes érosifs et de transport de matériel aboutissent à une inversion texturale d'un horizon à l'autre, qui va généralement d'argilo-sableux à sablo-argileux, surtout dans les sols de bas de versants et de vallées (Fig. 14a et 14b).



Fig. 14a : Profil de sol de la vallée



Fig. 14 b : Premiers centimètres du profil de la vallée.

Suivant les unités géomorphologiques relevées par la toposéquence, les processus de dégradation notés sont consignés dans le tableau 2 ci après :

Tableau 2: Typologie des dégradations le long de la toposéquence des unités géomorphologiques de Diendiem

Unités	Types de dégradation	Observations
Plateaux	Physique : érosion hydrique	Affleurement et démantèlement de la cuirasse avec ravinement
Versant	Physique : érosion hydrique	Ravinement, ensablement éboulement
Terrasse	Physique : érosion hydrique	Ravinement et ensablement
Bas-fond/vallée	Physique : Ensablement Chimique : Salinisation, acidification	Dépôt de particules fines de terres Croute de sel, coloration et raréfaction de la végétation, ensablement

En aval, l'intrusion des eaux du fleuve Soungrougrou entraine la salinisation des eaux de la vallée. D'autre part, le ravinement des plateaux (Fig.15) et l'ensablement des versants et vallées (Fig.16) entrainent l'obstruction des voies de circulation. Un des problèmes majeurs de la zone d'étude est la circulation des populations et des biens, surtout en période de cueillette ou de récolte des mangues et des citrus. Beaucoup de ces produits pourrissent sur place par défaut de voies de circulation adéquate (pistes de production) pour les véhicules de transport.



Fig.15 : Ravine cisaillant une parcelle à Bakoum



Fig. 16 : Ensablement des rizières à Bakoum

1.4. Ancienne digue de protection

Les digues trouvées dans la région et qui datent des années 1980/1990 sont constituées de sacs de sable (Fig. 17) et d'exutoires en béton (Fig.18). Elles sont toutes détruites dans bien des endroits et n'arrêtent plus l'avancée des bras de fleuve ou de marigot qui font l'objet d'intrusion marine temporaire.



Fig.17 : Ancienne digue de Diendiem



Fig. 18 : Ancien exutoire de la digue

II. MATERIEL ET OUTILS

Le système d'information géographique est l'outil de localisation de la zone, le GPS est celui de situation exacte sur le terrain. Les outils classiques d'observation et d'analyse pédologiques ont permis de comprendre le système de formation des sols en présence et leur évolution.

Le matériel utilisé est constitué de cartes et d'études de la zone d'une part, d'autre part, de matériel de terrain ayant permis la collecte des matériaux et leur mélange. Par ailleurs l'argile, le ciment, le sable et la paille constituent les matériaux de réalisation de la digue. Le tableau 3 recense l'ensemble du matériel de l'expérimentation.

Tableau 3 : Listing des outils et matériels

MATERIAUX ET OUTILS	
Laboratoire	Tamis de différents diamètres ; Mortier et pilon ; Etuve ; Balance.
Cartes	cartes morphopédologiques ; cartes pédologiques ; carte topographique.
Outils de terrain	GPS ; pelle ; pioches ; Kajandu.
Matériaux de test de la digue	argile ; ciment ; sable ; paille ; eau.

III. MATERIEL ET OUTILS

La méthodologie procède de deux étapes, l'une au laboratoire et en milieu contrôlé, l'autre sur le site. Il s'agit de doser des mélanges résistants aux intempéries du site dans le but de protéger les terres arables de la vallée du processus de contamination par le sel apporté par les eaux du Soungrougrou.

3.1. En milieu contrôlé

Au laboratoire, des dosages précis de mélange d'argile issue de deux sites différents suivant deux protocoles ci après, ont été réalisés. Le premier protocole ou protocole A est relatif à la construction d'un « dos d'âne » à l'entré du garage du siège de la Direction générale de l'INP, le second protocole ou protocole B est relatif à la fabrication de briquettes dont la dureté est ensuite empiriquement testée. Les tableaux 4 et 5 relatent les doses et matières utilisées dans les deux protocoles.

Tableau 4 : Protocole A : construction d'un dos d'âne

Matériaux	Terre de Diendiem	Terre de Sendou
Terre	96 kg (75%)	225 kg (75%)
Matière organique	6.4 kg (5%)	15 kg (5%)
Ciment	25.6 kg (20%)	60 kg (20%)

Tableau 5 : Protocole B fabrication de briquettes avec la terre de Diendiem

Variante	1	2	3	4	5	6
Terre, en grammes	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000
Matière organique, en grammes	100	100	50	50	0	0
Ciment, en grammes	0	50	0	100	50	0

La résistance et la dureté n'ont pas fait l'objet de mesure. C'est par des appréciations pseudo empiriques fondées sur l'expérience qu'il a été jugée de la résistance et de la dureté des produits des deux protocoles. Les briquettes et le dos d'âne construits ont fait l'objet de trempage et d'arrosage pendant 15 jours, pour juger de leur résistance à l'eau. Ensuite par des pressions physiques, le passage des véhicules pour le dos d'âne, des tentatives d'écrasement à la main et au marteau, pour les briquettes, il a été jugé de leur résistance à la pression et à la charge.

3.2. Sur le site

Sur la base des résultats de laboratoire et d'une analyse de rentabilité économique, un essai d'une briquette grandeur nature suivant le dosage retenu, celui sans ciment, de 91% de terre et 9 % de matière organique a été produite avec les populations pour juger de la dureté et de la résistance avant de commencer la digue proprement dite.

IV. RESULTATS

Les résultats peuvent être sériés en deux : les résultats intermédiaires et les résultats provisoires.

4.1. Résultats intermédiaires

4.1.1 Composition texturale des terres extraites

La composition des terres extraites des deux sites a été déterminée par granulométrie

a) Terre de Sédhiou :

Argile +Limon = 65.07%

Sables Totaux = 34.94%

b) Terre de Sendou :

Argile +Limon = 38.33 %

Sables Totaux = 57.77%

4.1.2 Tests préparatifs

Les différentes phases de préparation des briquettes sont reprises sur les figures 19, 20 et 21 ci après.



Fig. 19 : Pesée de l'argile au Laboratoire



Fig. 20 : Paille de riz utilisé



Fig. 21 : Mélange des composantes

Les figures 22 et 23 montrent les résultats obtenus et le trempage opéré pendant les 15 jours qui ont suivis la fabrication des 6 briquettes suivant le protocole B. La figure 24 fait état des résultats finaux de cette étape laboratoire et le tableau 5 reprend les proportions de matière utilisée pour chaque briquette.



Fig. 22 : Trempage des briquettes



Fig. 23 : Trempage des briquettes



Fig. 24 : Briquettes suivant protocole B

Tableau 6 : Composition des briquettes

Briquette N°1	1000g de terre et 100g de paille de riz
Briquette N°2	1000g de terre, 100g de paille de riz et 50g de ciment
Briquette N°3	1000g de terre et 50g de paille de riz
Briquette N°4	1000g de terre, 50g de paille de riz et 1 00g de ciment
Briquette N°5	1000g de terre et 50g de ciment
Briquette N°6	1000g de terre seulement

Les briquettes N°2, 4 et 5 présentent une meilleure dureté et résistance estimée par simple pression à la main. Mais la dureté et la résistance de la briquette 1 est économiquement plus rentable que les trois premiers ; la différence de dureté et de résistance n'explique pas le coût supplémentaire des trois premières briquettes. Aussi, le choix provisoire est porté sur la briquette 1.

4.1.3 Réalisation d'un dos d'âne

Les figures 25, 26 et 27 montrent les différentes phases de la construction du dos d'âne et l'implication active des agents du laboratoire central. Le dos d'âne est constitué de trois parties de composition différente dont une dite classique de ciment/sable et eau dans le dosage généralement utilisé par les maçons. Une fois que le pesage de la terre a été effectué, on broie bien les mottes de terre jusqu'à obtention de la terre fine pour mieux la mélanger avec de la paille et le ciment selon les cas (Fig. 25 et 26). Puis on ajoute de l'eau tout en mélangeant jusqu'à avoir un matériau homogène. Puis la confection du dos d'âne commence (Fig. 27).



Fig. 25 : Broyage de l'argile



Fig. 26: Mélange des composantes



Fig. 27 : Construction du dos d'âne

La figure 28 présente le résultat final de cette étape.



Fig. 28 : Diguette réalisée à la porte d'entrée principale des véhicules de la DG de l'INP

Concernant cette expérience, le protocole suivi permet de voir que la résistance aussi bien de 1 que de 2 vaut bien celui de 3, appelé le cas classique.

4.2. Construction de la digue

Elle s'est faite en trois étapes et chacune présente des résultats probants

4.2.1 Tests de terrain

Pour gagner l'adhésion des populations, un brique test est construit avec elles sur le terrain. Le brique test est bâti selon les dimensions ci après : longueur 60 cm, largeur 20 cm, hauteur 30 cm (Fig. 29)



Pour rappel la composition de cette brique de démonstration bâtie in situ avec les producteurs est :

2000 grammes de terre de la vallée mélangés avec 200 grammes de paille de riz)

Fig. 29 : Brique test devant les producteurs de Diendiem

Les résultats de cette étape sur le site ont été décisifs ; les populations ont testé d'elles-même de la résistance du produit à l'eau et à la pression de charge.

4.2.2 Digue en construction

La digue s'est construite suivant plusieurs étapes dont les résultats méritent ici d'être mentionnés.

a) Communication/ Concertation

Des rencontres et des visites de terrain avec les populations (Fig.30) ont eu lieu pour partager sur les actions à mener et les engagements à prendre pour une bonne appropriation du projet par les bénéficiaires.

b) Renforcement de capacités des populations



Fig. 30 : Réunion de concertation pour la réhabilitation de la digue de Diendiem

Des séances de formation in situ, en GDT avec des modules de DRS/CES ont été faites au bénéfice des élus locaux et des producteurs afin de bien mener les activités que sont :

- la construction de diguettes en cadre et de cordons pierreux pour lutter contre le ravinement des versants ;
- les bandes de protection vertes pour freiner l'ensablement (mise à disposition d'une pépinière de Vétiver).

Ces activités ci reprises en figures 31 et 32 ont été les préalables à la construction de la digue. Il a fallu stabiliser les parties hautes de la toposéquence avant d'intervenir dans la vallée. L'ensablement des vallées est le second processus de leur dégradation. Une exploration de long en large du bassin

versant de la vallée, a permis d'identifier des points ciblés pour l'installation des diguettes en cadre, et de bandes de protection (vertes ou pierreux).



Fig. 31 : Réalisation d'une diguette en cadre



Fig. 32 : Cordon pierreux sur un versant du plateau

c) Construction de la digue de protection de 1000 m

Une première exploration de la zone d'embouchure de la principale vallée du Fleuve Soungrougrou a permis de constater l'état précaire d'une digue de fortune qui demande une amélioration et une réhabilitation après vingt ans d'existence. La nouvelle digue est construite sur les fondations de l'ancienne. Les différentes phases de construction sont reprises par les figures 33, 34 et 35 ci après. Il s'agit de trouver les matériaux, de procéder au mélange requis et de bâtir la digue.



Fig. 33 : Extraction de l'argile dans la cuvette de Diendiem



Fig. 34 : Mélange d'argile et de paille de riz à proportions définies



Fig. 35 : Construction de la digue de Diendiem



Fig. 36: Portion de digue construite

Une portion de digue de 1 mètre de haut et 1 mètre de long est construite. La résistance et la dureté sont testées (Fig. 36).

La seconde étape est consacrée à la construction de l'exutoire avec des pneus usagés. Les phases de cette construction sont ci après revisitées par les figures 37, 38, 39 et 40.



Fig. 37 : Apport de pneus usagés



Fig. 38 : Positionnement et enrobage des pneus



Fig 39 : Mesure de la hauteur de l'exutoire



Fig. 40 : Exutoire terminé.

Comme souligné plus haut, les jeunes revenus en vacances scolaires participent à tous les travaux agricoles (Fig. 41 et 42).



Fig. 41 : Participation des jeunes aux différentes phases du travail



Fig. 42 : Jeunes étudiants devant leur trophée.

Un des résultats les plus parlants de l'expérience est l'engagement des populations dans sa réalisation. Sans distinction de classes d'âge ou de genre, toute la population de Diendiem et des villages environnants, outils à la main prennent part à la construction (Fig. 43 et 44).



Fig. 43 : Participation très remarquée des femmes pour la réalisation



Fig. 44 : Participation active de la population de Diendiem et villages environnants à la construction de la digue de Diendiem

La digue terminée fait la fierté de toute une population et soulève de la part des populations environnantes des besoins de procéder de la même façon avec ou sans assistance (Fig. 45, 46, 47 et 48).



Fig. 45 : Digue de Diendiem terminée



Fig. 46 : Fierté de la population



Fig. 47 : Désenclavement de plusieurs villages avec la digue



Fig. 48 : Le chef de village de Diendiem exhibant une gerbe d'épis de riz issu de la vallée de Diendiem

V. DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES

Cette étude vise à promouvoir des technologies viables parce qu'économiquement rentables et socialement acceptés. Toute technique qui permet aux producteurs d'accroître leur rendements et pouvant cadrer avec leurs moyens tout en préservant l'environnement est à promouvoir, dans le cadre de la conservation et de la sauvegarde du patrimoine foncier. C'est là tout le sens de l'intervention de l'INP et de la proposition de l'auteur principal d'expérimenter cette méthodologie empirique qui est utilisée différemment dans plusieurs zones de rizières du monde, comme au Laos, au Cambodge et au Vietnam, où l'auteur a eu à évaluer des projets de développement. Dans ces zones, ces digues servent plutôt à lutter contre les inondations des cultures en des périodes inopportunes de croissance des plantes. Les barrages ainsi construits durent, dans ces environnements tropicaux humides, à très forte pluviométrie, l'espace d'une à deux saisons. Les digues sont reprises à chaque fois que de besoin, après destruction partielle ou entière par les eaux de pluies ou les fortes crues des cours d'eau.

Au niveau de la zone d'étude et partout ailleurs dans les zones similaires de la région Ouest africaine, les producteurs érigent çà et là des barrages avec des sacs remplis de terres. L'opération n'est répétée que sous conditions d'assistance fortes des pouvoir publics, les moyens disponibles au niveau des populations ne permettant pas un tel investissement. Ainsi, par défaut de moyens plusieurs hectares de terres aptes sont perdus temporairement ou définitivement suivant l'intensité et la durée du processus de dégradation.

A ce niveau d'investigation il est tôt de dégager les conclusions de l'étude économique comparative des différentes méthodes utilisées. Mais il est permis de déduire la méthode proposée, le coût des sacs, soit 400 000.F CFA par

kilomètre, (coût de sacs vides sur 1km de digue). Au total, en plus de l'engagement des producteurs la digue de Diendiem a coûté 5 625 000 FCFA dont 2500 FCFA/H/jour. Compte tenu de la composition de la population il a fallu payer des ouvriers agricoles outillés des villages environnant pour conduire les travaux. Le reste 284 000 FCFA est constitué de l'apport en matériels de collecte des matériaux de construction. Ce matériel reste à être amorti et servira dans d'autres opérations.

Le suivi de la digue à travers les agressions temporelles et climatiques permettra de bâtir une étude économique fiable.

La collaboration tissée avec l'Ecole Polytechnique de Thiès permettra de répondre aux questions à l'état et relatives aux mesures de résistance de matériaux. Deux sujets de thèse sont en cours dans le cadre d'un protocole d'accord INP/EPT.

BIBLIOGRAPHIE

1. BOIVIN P. septembre 1984 : Etude pédologique de la Vallée de Koubalan (kalounayes Casamance), ORSTOM,

2. Carte morphopédologique 1/500 000 USAID, 1985

3. FALL R.D., Novembre 1996 : La dégradation des terres en relation aux changements climatiques, à la biodiversité et aux eaux internationales. (94 pages)

4. FALL R.D., 1994 : Gestion de la fertilité des sols en région aride (25 pages) (FAO / SAFGRAD)

5. FALL R.D., Avril 1994 : Les sols Humides, gestion et rentabilité économique (28pages) (FAO)

6. FALL R.D., 1990 : processus de dégradation des terres au Sénégal (17pages)

7. SADIO S., 1989 : Pédogenèse et potentialités forestières des sols sulfatés acides salés des tannes du Sine – Saloum, Sénégal, thèse de doctorat Université Wageningen, 269 pages

8. Institut National de pédologie, aout 2008 : Programme national de lutte contre la salinisation des terres.

9. NDIAYE G, 2 000 : Problématique de l'avancée de la langue salée au Sénégal, aperçu sur la lutte contre les pertes en terre dans les zones côtières de la Casamance au Sénégal,

10. PEPAM, 2007 : Plan local d'hydraulique et d'assainissement – PLHA Communauté rurale de Bounkiling,



Fig. 49 : Vue d'ensemble de la digue de Diendiem avant la construction



Fig. 50 : Ancien exutoire de la Vallée de Diendiem



Fig51 : Jardin maraîcher de Diendiem avec phospho compostage de l'INP





Fig. 52: Vue de la nouvelle digue réalisée dès les premiers jours