

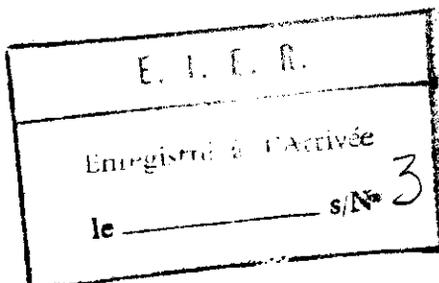
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1998

Présenté par :

GOA OGOA Cristel

**Evaluation Technico-
Economique du barrage
de Thiou
Province du Yatenga
(Financement Banque Africaine
de Développement)**

MENTION :



Encadrement

A. L. MAR / EIER
M. A. KANE / BAD

A ma très chère famille.
Une pensée spéciale à mon père et à ma mère pour leur grande
affection.
A tous mes frères et soeurs qui de près ou de loin m'ont aidé
spirituellement.

RECONNAISSANCE

Je tiens à exprimer toute ma reconnaissance envers:

- l'Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural (E.I.E.R) de OUAGADOUGOU-BURKINA FASO,
- les Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles (C.P.G.E.) de l'Ecole Supérieure des Travaux Publics (E.S.T.P) de YAMOOUSSOUKRO-COTE D'IVOIRE,
- le Lycée Classique d'ABIDJAN-COTE D'IVOIRE,
- le Lycée Moderne de KOUMASSI-ABIDJAN,
- l'Ecole Primaire Public PRODOMO-ABIDJAN,
- la République Fédérale d'ALLEMAGNE et l'Etat ivoirien pour m'avoir octroyé la bourse d'étude supérieure,
- mes Collègues de la 27^{ème} promotion pour les moments passés ensemble durant ces trois années de formation,
- l'Association des Elèves-Ingénieurs et Stagiaires Ivoiriens de l'E.I.E.R et de l'ETSHER (A.E.S.I.E.E.).

Une pensée spéciale à la famille SANGARE pour l'attention qu'elle m'a portée tout au long de mon séjour au BURKINA FASO.

SIGLES ET ABREVIATIONS

ASEER: Association Européenne pour les études d'hydrauliques rurales

BAD: Banque Africaine de Développement

BDPA: Bureau pour le Développement de la Production Agricole

CRPA: Centre Régional pour la Promotion Agricole

EIER: Ecole Inter-Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural

FAD: Fonds Africain de Développement

FAO: Organisation Mondiale pour l'Alimentation

FED: Fonds Européen de Développement

FEER: Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural

HER: Hydraulique et Equipement Rural

INSD: Institut National de la Statistique et de la Démographie

ONBAH: Office National des Barrages et des Aménagements Hydroagricoles

ONBI: Office National des Barrages et de l'Irrigation

ORSTOM: Organisme de Recherches Scientifiques et Techniques d'Outre Mer

PPRA: Projets Petits Ruminants et Aviculture

6S: Se Servir de la Saison Sèche en Savane et au Sahel

SPE: Service Provincial de l'Elevage

SOGREAH: Société Grenobloise d'Aménagements Hydroagricoles

TAMS: Bureau d'études Tippets Abbets Mac Carthy et Straton-NEW YORK-USA

UEA: Unité d'Encadrement Agricole

USAID: Agence Américaine de Développement International

ZEA: Zone d'Encadrement Agricole

NB: Dans tout ce qui va suivre 1 F correspond à 1 F.CFA.

REMERCIEMENTS

Tout travail de recherche et la soutenance de sa validité résultent toujours d'une consultation entre l'auteur et son environnement.

Malgré le caractère individuel de cette oeuvre, j'ai bénéficié d'une aide et d'une collaboration d'un groupe important de personnes.

Toute ma reconnaissance à Monsieur KANE MAMADOU, expert en irrigation du Département par Pays Région Ouest-Division Agriculture-BAD, qui fut l'initiateur de ce mémoire.

Je prie Monsieur A. LAMINE MAR, professeur d'hydraulique à l'E.I.E.R, encadreur du présent mémoire de trouver ici l'expression de ma profonde gratitude. Ses conseils et ses critiques m'ont permis de ne pas perdre de vue le caractère appliqué de cette étude.

Toute ma reconnaissance à Monsieur IBRAHIMA DIOP Ingénieur en Hydrologie et Energie pour son aide dans mes études hydrologiques.

J'ai trouvé un support efficace auprès des services techniques burkinabés.

Je tiens à remercier particulièrement

- la Direction de l'Office National des Barrages et des Aménagements Hydroagricoles (ONBAH) qui m'a permis de me procurer des dossiers d'étude de l'aménagement hydroagricole,
- la Direction Régionale de l'Hydraulique du Nord pour les moyens humains et matériels mis à ma disposition au cours de ce mémoire,
- la Direction du Centre Régionale de la Production Agricole de OUAHIGOUYA (CRPA), plus particulièrement le chef de la Zone d'Encadrement Agricole (ZEA) de THIOU,
- la Population et les exploitants du périmètre irrigué de THIOU pour leur franche collaboration.

" En toute chose, il n'y a qu'une manière de commencer quand on veut discuter convenablement : il faut bien comprendre l'objet de la discussion "

PLATON

RESUME

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'évaluation rétrospective des projets soumis au financement du Groupe de la Banque Africaine de Développement.

L'étude concerne l'évaluation technico-économique de l'aménagement hydroagricole de THIOU financé par le F.A.D en 1982.

Les objectifs initiaux de cet aménagement étaient les suivants:

- l'alimentation en eau potable de la population par l'alimentation des nappes souterraines (forages),
- l'approvisionnement en eau du cheptel,
- le développement de la production agricole irriguée.

A cause des anomalies techniques engendrées lors de la réalisation de cet aménagement entraînant des inondations fréquentes sur les superficies cultivées; l'exploitation du périmètre irrigué à l'aval du barrage n'a été effective qu'à partir de la campagne 1993-1994.

La présente étude concerne essentiellement la réhabilitation de cet aménagement hydroagricole.

Pour ce faire, l'étude a nécessité dans un premier temps une phase préliminaire, comprenant les études socio-économiques, l'analyse des règles générales de conception de l'aménagement hydroagricole, le diagnostic de l'aménagement et une évaluation financière de l'exploitation du périmètre irrigué.

Ainsi:

- **l'étude socio-économique** a nécessité des enquêtes auprès des membres des groupements intervenant dans la zone d'encadrement agricole (ZEA) de THIOU et aussi de certains services techniques locaux.

Il ressort de cette étude que pour permettre à l'économie de THIOU de connaître pleinement son essor, les axes principaux de développement seraient la réhabilitation de l'aménagement hydroagricole (induisant des programmes d'activités annexes tels l'alphabétisation et la formation des exploitants) et le développement du site aurifère.

- **l'analyse des règles générales de conception de l'aménagement hydroagricole** a nécessité l'étude des dossiers du barrage et de l'aménagement en aval.

Il en ressort que la position latérale du déversoir et de son chenal d'évacuation présentent quelques inconvénients pour la restitution des eaux dans le lit mineur du cours d'eau traversant le périmètre.

De même, l'absence de protection de l'aménagement dans la conception, principalement le long du cours d'eau est à déplorer, car ceci aurait permis d'éviter un entretien récurrent.

● **l'analyse-diagnostic de l'aménagement** a nécessité une mission d'étude sur le terrain.

Ce diagnostic suggère, une réhabilitation de l'aménagement incluant, la réfection principalement des deux (2) tours de prises sur la retenue, le rehaussement du déversoir, la réfection de l'aménagement existant et l'extension du périmètre irrigué.

● **l'évaluation financière sommaire** a nécessité une étude des rapports d'activités depuis le début de l'exploitation du périmètre (40 ha), campagne 1993-1994. Cette analyse s'est faite sur une période de 10 ans, l'année 1997-1998 étant considérée comme l'année de croisière.

Le taux de Rendement Interne de ce projet existant est de **6,5%**; taux moyen des projets hydroagricoles au BURKINA FASO.

Dans un second temps, l'étude a porté sur la faisabilité du projet de réhabilitation de l'aménagement hydroagricole de THIOU. Cette phase s'est déroulée en plusieurs étapes dont les principales sont la réhabilitation du barrage et de l'aménagement existant, l'extension du périmètre irrigué, l'évaluation financière du projet de réhabilitation.

Ainsi:

● **la réhabilitation du barrage et de l'aménagement** s'articulent principalement autour de la réfection des prises, du rehaussement du déversoir et les travaux de réfection du périmètre irrigué. Il ressort de cette étude que la cote du déversoir sera recalée à **299,00 m** permettant un volume stockable de **7.630.700 m³**; au lieu d'une cote de **298,00 m** avec un volume stockable de 4.800.000 m³ initiale. Les coûts de ces travaux s'élèvent à environ **300.000.000 F**.

● **l'extension du périmètre** permettra l'aménagement de **35 ha supplémentaires** en plus des 40 ha existants. Le coût de cette extension s'élève à environ **52.500.000 F**.

● **l'évaluation financière sommaire du projet de réhabilitation de l'aménagement** s'est faite sur une période de 10 ans, et à partir des résultats antérieurs de l'exploitation du périmètre irrigué (campagne 1997-1998). Elle a aussi définie des propositions de financement du projet.

Cette étude montre que le Taux de Rendement Interne du projet est de **15%**; taux au dessus des taux moyens d'intérêts pratiqués par les organismes de crédit au BURKINA FASO qui est de l'ordre de 10%. Le projet est donc rentable.

Concernant les propositions de financement, elles se décomposent comme suit:

- **Population bénéficiaire** pour un montant de **6.000.000 F**, soit **1,5 %** du coût du projet. Cette participation pourra se faire en main d'oeuvre spécialisée;
- **Etat burkinabé** pour un montant de **36.923.000 F**, soit **10%** du coût du projet,
- **Groupe de la Banque** pour un montant de **344.314.200 F**, soit environ **88,5 %** du coût du projet.

INTRODUCTION

Le développement de l'AFRIQUE subsaharienne suppose la maîtrise des ressources en eau, parmi lesquelles les eaux de surface qui ont une importance vitale pour toute entreprise agricole ou pastorale. L'une des solutions à ce délicat problème d'approvisionnement est la construction de petits barrages, dont les retenues sont facilement utilisables.

Ainsi depuis une quarantaine d'années de nombreux ouvrages contribuent à satisfaire les besoins en eau. Ces ouvrages ont été dans la plupart des cas, financés par des organisations nationales et internationales de développement. Ces organismes de développement se sont engagés à identifier, à élaborer, à gérer et à soutenir les investissements dans l'irrigation et le drainage dans les régions d'AFRIQUE qui recèlent un important potentiel durable d'agriculture irriguée.

Le Groupe de la Banque Africaine de Développement, institution financière ayant pour mission de contribuer au développement économique et social des pays africains n'est pas en reste, elle qui accorde des prêts en faveur des projets visant à:

- Moderniser les systèmes actuels d'irrigation, en priorité par rapport à l'aménagement de nouveaux systèmes,
- Améliorer la gestion technique et financière des systèmes d'irrigation actuels,
- Accroître l'infrastructure d'irrigation là où cela se justifie,
- Renforcer la capacité institutionnelle des systèmes d'irrigation et de drainage,
- Assouplir davantage les modèles de cultures pour améliorer la structure d'incitation à la production,
- Utiliser des technologies d'irrigation avancées (irrigation par aspersion, irrigation gouttes à gouttes) lorsque ces dernières sont rentables dans la production agricole.

Aussi il s'avère donc légitime pour ces bailleurs de fonds d'évaluer, d'analyser et de valoriser l'expérience riche et diversifiée des nombreux investissements réalisés dans les projets d'aménagements hydroagricoles.

C'est cet axe qui a guidé la présente étude.

Ainsi dans le cadre de la formation des **Ingénieurs du Génie Rural** de l'Ecole Inter-Etats des Ingénieurs de l'Equipeement Rural (**E.I.E.R**), un Projet

Professionnel de Fin d'Etudes de trois (3) mois allant du 7 Mars au 5 Juin 1998 est organisé et sanctionné par un rapport.

C'est donc dans cette optique que s'inscrit le présent thème de mémoire intitulé:

*"Evaluation Technico - Economique du Barrage de THIOU
Province du YAJENGA"*

proposé par le Groupe de la Banque Africaine de Développement.

L'objectif majeur de ce mémoire est la production d'un document de synthèse qui doit contribuer à une meilleure connaissance de l'aménagement hydroagricole de THIOU.

Ce mémoire intègre tous les aspects socio économiques, techniques et dans un degré moindre environnementaux de l'aménagement hydroagricole de THIOU.

L'enquête menée en ce sens, auprès des leaders d'opinions et sur un échantillon d'agriculteurs et éleveurs, fait ressortir également des données dans les domaines suivants:

- Présentation physique générale de la zone,
- Milieu social,
- Activités économiques,
- Rentabilité des cultures,
- Organisations et services en place,
- Diagnostic de l'aménagement,
- Analyse financière de l'aménagement hydroagricole,
- Réhabilitation de l'aménagement hydroagricole,
- Rentabilité de la réhabilitation.

Après une brève présentation du contexte de l'étude, mettant l'accent sur l'objectif et la méthodologie du travail, l'étude se divise en deux (2) grandes parties:

Première partie: ETUDES PRELIMINAIRES

Où l'on s'efforcera de replacer l'aménagement hydroagricole de THIOU dans son contexte socio-économique. Cette partie sera aussi l'occasion d'une analyse des règles de conception et de réalisation de l'aménagement hydroagricole en critiquant quelques unes de leurs caractéristiques. Cette phase de l'étude sera consacrée aussi au diagnostic de l'aménagement hydroagricole. Enfin nous terminerons cette phase préliminaires par une évaluation financière sommaire de l'aménagement hydroagricole.

**Deuxième partie: PROJET DE REHABILITATION DE
L'AMENAGEMENT HYDROAGRICOLE**

Où l'on s'efforcera de proposer des solutions techniques de réhabilitation de l'aménagement d'après l'analyse-diagnostic effectuée dans la partie précédente. Le coût relatif de cette réhabilitation et une évaluation financière sommaire du projet de réhabilitation seront abordés.

CONTEXTE DE L'ETUDE

I - APPROCHE GENERALE

Depuis plusieurs années, le Groupe de la Banque Africaine de Développement finance la réalisation de petits barrages en terre au BURKINA FASO

Tous ces barrages ont pour but de lutter contre les problèmes d'aridité de ce pays de zone sahelo-soudanienne où les problèmes d'eau, qu'elle soit destinée à être bue par les hommes ou animaux, ou à irriguer des cultures restent cruciaux.

La présente étude rentre dans le cycle normal de gestion de projets de la Banque Africaine de Développement: **l'évaluation rétrospective ou ex-post.**

L'évaluation rétrospective est la dernière phase du cycle de projet du Groupe. L'objectif de l'évaluation rétrospective est d'évaluer ex-post l'impact du projet compte tenu des objectifs initiaux.

De ce fait les enseignements tirés serviront à guider d'une part les axes de réhabilitation du projet, et d'autre part à améliorer l'efficacité de la préparation et de l'évaluation des projets similaires soumis au financement du Groupe de la Banque.

C'est dans ce contexte que s'inscrit le présent thème de mémoire:

*" Evaluation Technico - Economique du Barrage de THIOU
Province du YAJENGA "*

proposé par le Groupe de la Banque.

II - OBJECTIFS

Le but de cette étude se résume en cinq (5) points essentiels:

- Réaliser une enquête socio-économique au niveau des leaders d'opinions (entretiens ciblés) et d'un échantillon d'agriculteurs et éleveurs pour une étude socio-économique de la zone d'étude,
- Faire une analyse-diagnostic de l'aménagement hydroagricole de THIOU,

- A partir de l'analyse-diagnostic, proposer des solutions techniques de réhabilitation de l'aménagement hydroagricole,
- En guise de conclusion, faire des recommandations, à partir de l'expérience de l'aménagement hydroagricole de THIOU, en matière d'utilisation et d'entretien des petits barrages au BURKINA FASO.
- Produire un document de synthèse faisant ressortir les différents aspects évoqués ci-dessus.

III - METHODOLOGIE ET OUTILS

METHODES

- Synthèses bibliographiques
- Entretiens ciblés avec les leaders d'opinions
- Enquêtes auprès des agriculteurs et éleveurs de la zone;

OUTILS

- Cours théoriques en salle
- Documentation générale sur la zone
- Questionnaire d'enquêtes
- Images photographiques
- Levées topographiques
- Rapports d'activités sur le périmètre irrigué

PREMIERE PARTIE:
ETUDES PRELIMINAIRES

CHAPITRE I: PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE

I - DESCRIPTION PHYSIQUE DE LA ZONE

I - 1 - SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le département de THIOU se trouve à l'extrême Nord Ouest du BURKINA FASO, le long de la frontière malienne. La ville est à 217 Km^s de OUAGADOUGOU, 37 Kms de OUAHIGOUYA, capitale de la province et à 187 Kms de MOPTI au MALI. Il compte 11 agglomérations dont celui de THIOU, site de la présente étude et chef lieu du département qui est limité au Nord et Nord Est par les départements de BAN et KAIN et , au Sud par la ville de OUAHIGOUYA et à l'OUEST par le département de KOUMBRI.

Les coordonnées géographiques du chef lieu du département sont:

Longitude: 02° 39' 34" Ouest

Latitude: 13° 48' 13" Nord

L'accès au département peut se faire principalement par la route nationale RN 2. OUAGADOUGOU-OUAHIGOUYA sur 217 Kms, puis toujours par cette route nationale. OUAHIGOUYA-THIOU sur 37 Kms, soit au total 254 Kms.

Le tronçon OUAGADOUGOU-OUAHIGOUYA est bitumé; celui reliant OUAHIGOUYA-THIOU, voirie rurale, vient d'être reprofilé, son prolongement jusqu'à la frontière malienne est en cours de réfection.

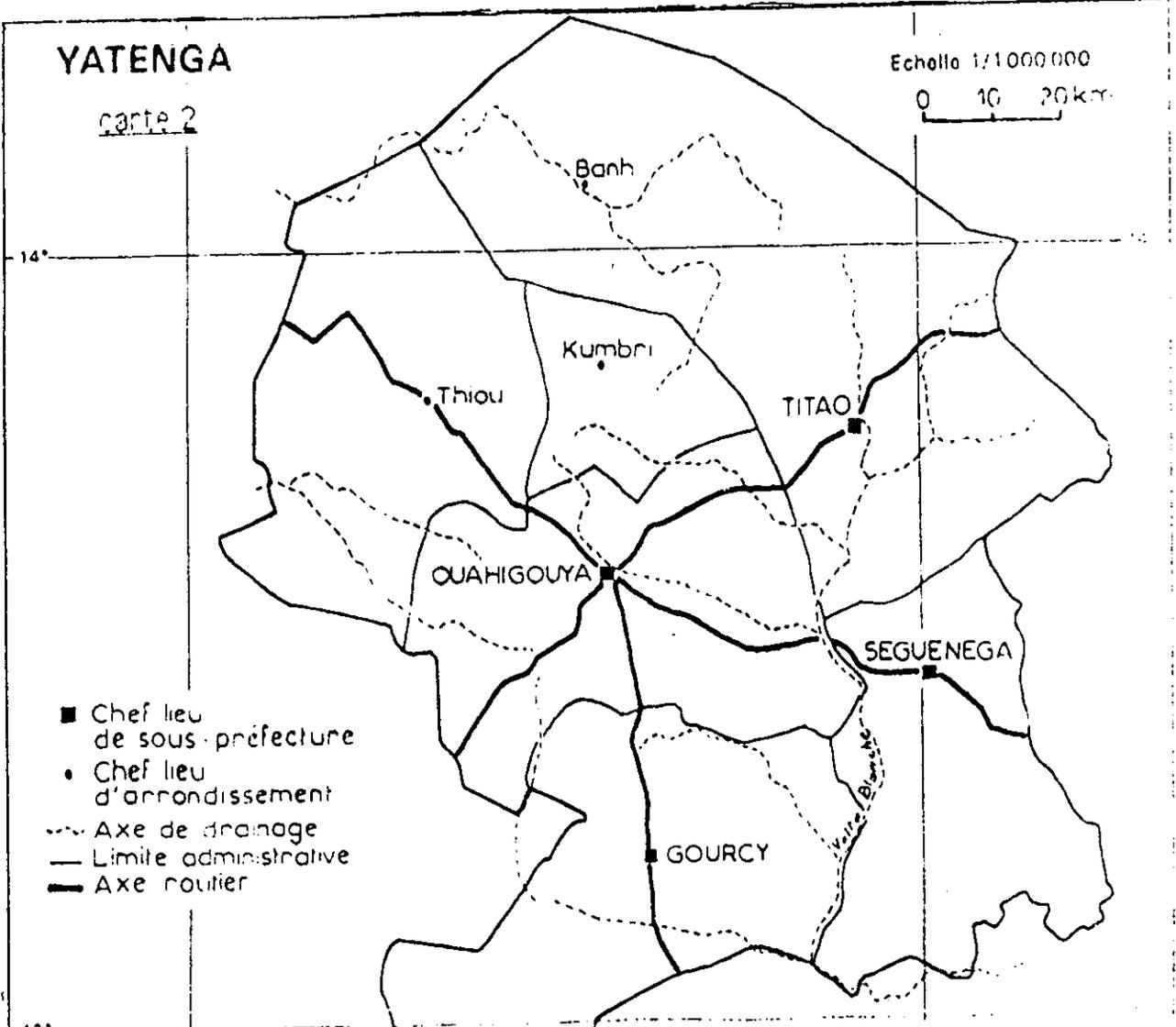
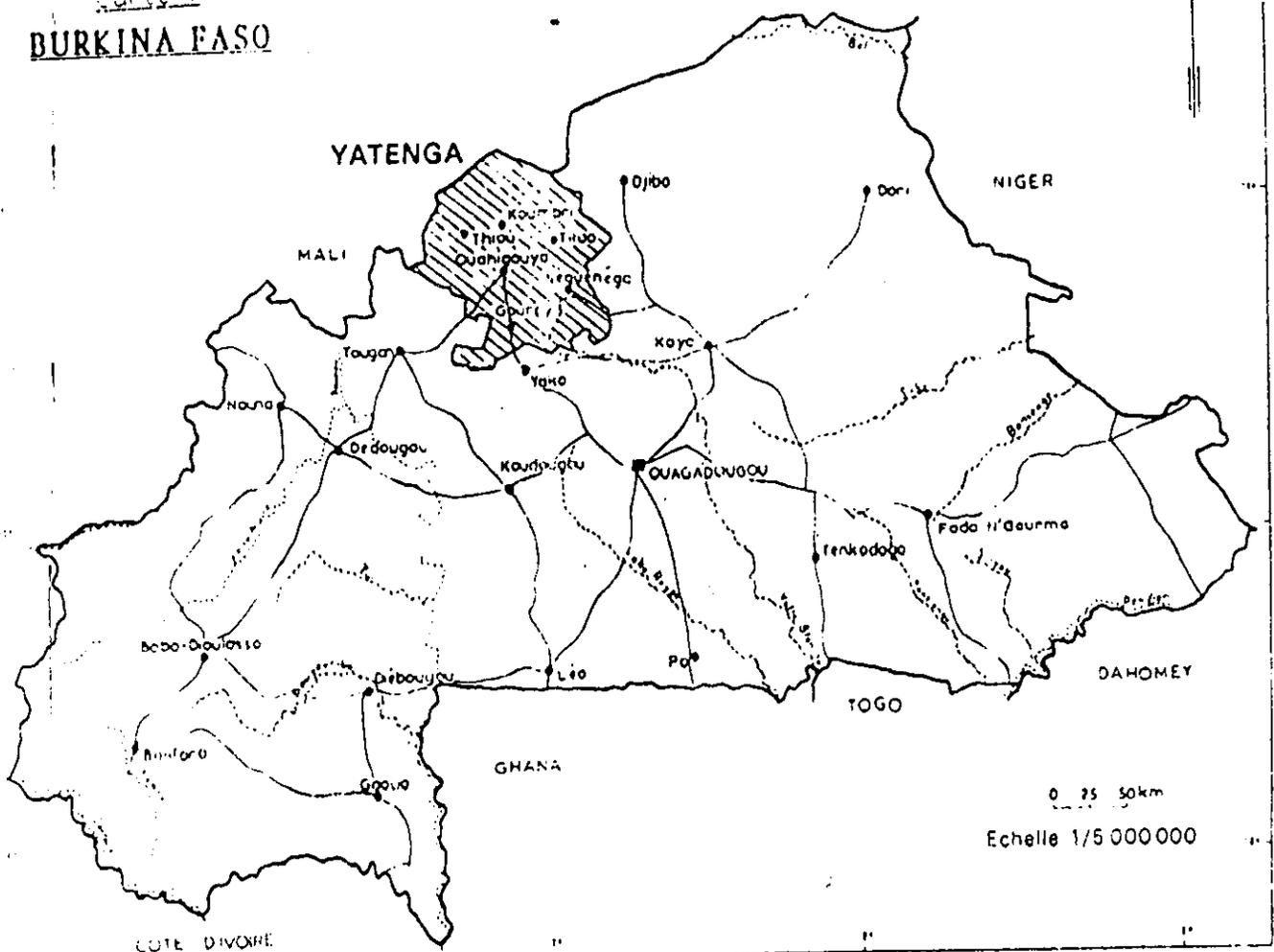
I - 2 - CLIMAT, VEGETATION, HYDROGRAPHIE

Le département de THIOU se situe à la limite de la zone soudano-sahélienne, et connaît deux (2) saisons:

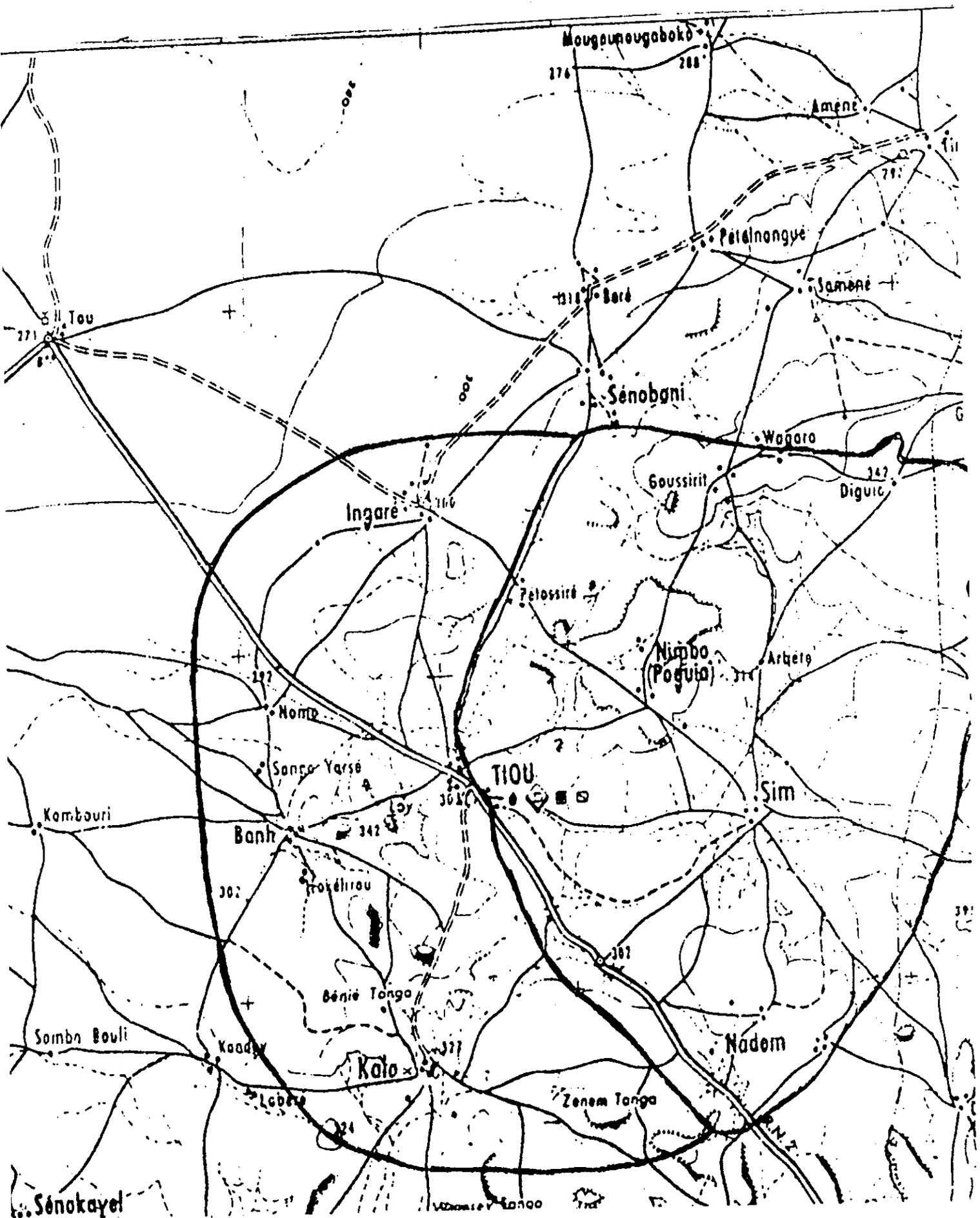
- une longue saison sèche de Octobre à mi-Mai,
- une saison pluvieuse de mi-Mai à fin Septembre.

La pluviométrie moyenne annuelle est de 550 mm.

Le couvert végétal, de la savane steppique à l'extrême Ouest laisse la plus grande partie de l'espace de la zone à la savane arbustive étroitement associée à



carte 3 ZONE D'INFLUENCE DE L'AMENAGEMENT
HYDRO AGRICOLE DE THIOU



la savane arborée avec quelques fois une végétation dense marquée par quelques forêts galeries assez lâches

La savane arbustive et herbacée représente 64% du couvert végétal.

La savane arborée s'étend en tâches sombres sur les bas fonds entrecoupée de cultures.

Sur les massifs de collines de faible altitude, on observe une alternance de bande de végétation du même type que précédemment, soit au total 7% du couvert végétal.

La savane arborée, témoin de boisements denses anciens, se présente en tâches sombres dans les bas fonds en plages alternant plus ou moins avec les cultures.

Toutefois, l'afflux de migrants dans la zone à cause du périmètre irrigué a eu pour conséquence une coupe exagérée des arbres entraînant ainsi une dégradation du couvert végétal et un engorgement de la cuvette du barrage.

Le réseau hydrographique est à peine perceptible.

I - 3 - RELIEF

Les types de relief rencontrés marquent le passage vers le Sahel. La zone d'étude est constituée d'interfluvés peu élevés, séparés par de larges vallées dont les versants cuirassés plongent vers les thalwegs sous un recouvrement colluvio-alluvial. Les tables cuirassées sont moins nombreuses. Les escarpements qui les limitent sont peu élevés et fréquemment entaillés au point de ne plus former qu'un chapelet de buttes.

Les secteurs, en aval du barrage où l'on pratique des cultures irriguées s'étendent dans une longue vallée étroite selon une inclinaison comprise entre 1% et 2%. Le lit du marigot de THIOU n'est pas bien défini et des crues de courtes durées surviennent pendant la saison pluvieuse provoquant des inondations fréquentes sur le périmètre. Le cours d'eau s'écoule dans une direction générale Est-Ouest selon une pente moyenne de 1,10/00 au sein de l'aménagement hydroagricole.

A l'extrémité Ouest du périmètre irrigué se trouve un petit ravin, tandis qu'un petit thalweg existe sur la rive droite. La route nationale allant vers la frontière malienne, traverse le marigot à quelques centaines de mètres de la bordure Ouest du périmètre irrigué.

I - 4 - CARACTERISTIQUES DES SOLS

La zone d'étude présente une unité pédologique de sols qui s'organisent très nettement par rapport aux cuirasses.

Les sols s'étendant le long de la partie aménagée se compose essentiellement:

- de sols à engorgement peu profonds: ils occupent la partie basse de la plaine longeant le marigot central. Ils sont modérément profonds et limoneux,
- de sols à engorgement profonds: ils sont situés dans les parties hautes et ont une prédominance de sable.

II - ETUDES SOCIO - ECONOMIQUES

II - 1 - LE MILIEU HUMAIN

II - 1 - 1 - LA DEMOGRAPHIE

Selon le recensement de Décembre 1996, le département de THIOU comptait 35.338 habitants avec un taux de croissance d'environ 2,37%. Le chef lieu du département, zone de l'étude comptait quant à lui 6272 habitants. (Source: INSD).

Le tableau ci-dessus, issu du recensement de Mars 1998, donne la structure de la population du chef lieu de département:

TRANCHES D'AGE								
Nourrissons		Enfants		Adultes				
Masculin	Féminin	Masculin	Féminin	Masculin	Féminin	Total H	Total F	Total P
419	437	1291	1183	1710	1814	3480	3434	6914
Total: 856		Total: 2474		Total: 3584				

Tableau 1: Structure de la population du chef lieu de THIOU

Source: Préfecture de THIOU-Recensement Administratif de Mars 1998

Il ressort du tableau que la population active (adultes) représente 51,83% de la population, et doit prendre en charge 48,16% de la population.

II - 1 - 2 - ETHNIES, RELIGIONS

La population de la commune de THIOU est composée de Mossis (majoritaire), de Peulhs, de Dogons, de Rimaïbé, de Kurumba et d'un groupe de commerçants d'origine Dioula, les Yarcé. Selon les enquêtes effectuées et le recensement de Mars 1998, la répartition par ethnies de la commune de THIOU se présente comme indiqué dans le tableau ci-dessous:

Ethnies	Mossis	Peulhs	Dogons	Kurumba	Rimaïbé	Yarcé
Pourcentage	44%	36%	7%	7%	3%	3%

Tableau 2: Composition ethnique de la population du sillage de THIOU

Source: Enquêtes et Recensement de la Population-Mars 1998

Il y a trois (3) tendances religieuses à THIOU: Protestante, Musulmane et Catholique.

La grande majorité est animiste. Les relations entre les adeptes des différentes croyances sont bonnes, dans beaucoup de cas les gens se livrent à l'animisme et à l'une des religions révélées.

II - 1 - 3 - ORGANISATION SOCIALE

Parallèlement à l'administration moderne, existe une hiérarchie traditionnelle:

- Le chef du village,
- Le chef de terre (Responsable des rites coutumiers et de la gestion du patrimoine foncier),
- Les chefs de quartiers,
- Les notables et les responsables d'associations.

Les habitations sont espacées au sein d'un même quartier, la plupart sont faites en banco mais on note par endroits des habitations en dures.

L'habitat est du type groupé avec de grandes concessions dirigées par des chefs de concessions.

II - 2 - LES ACTIVITES ECONOMIQUES

L'agriculture et l'élevage demeurent les principales activités économiques du département.

II - 2 - 1 - L'AGRICULTURE

1 - PRATIQUES ET PRODUCTIONS AGRICOLES

L'agriculture occupe la majorité de la population. Elle est aussi bien pratiquée sur le périmètre irrigué de la dite commune que sur des terres plus ou moins fertiles où l'on pratique les cultures de mil, sorgho, fonio, sésame, niébé, arachide.

Pour la présente étude nous nous intéresserons aux activités agricoles sur le périmètre irrigué.

Les cultures rentières sont essentiellement le riz (variété IR 44-56) et le maïs (variété locale) en saison pluvieuse (mi-Mai à fin Octobre) et le maraîchage (haricot vert, oignons, pomme de terre, tomate choux) en saison sèche (début Novembre-Fin Mars).

L'essentiel des productions agricoles et rentières est écoulé sur le marché de OUAHIGOUYA (à 37 Kms du département), mais en grande partie sur le marché de OUAGADOUGOU.

En matière de techniques culturales les thèmes vulgarisés par le CRPA sont très largement suivis par les exploitants. Ainsi les agriculteurs pratiquent le labour en ligne, épandage de la fumure organique sur les parcelles et des entretiens tels que le sarclage et le binage. Les agriculteurs un peu nantis, pratiquent la culture attelée en utilisant des charrues tractées principalement par des attelages bovins et asins.

Les indicateurs suivants permettent d'apprécier le niveau de l'agriculture:

Techniques culturales	Culture attelée	Labour en ligne	Epandage fumure organique	Sarclage et Binage
Taux d'utilisation	5%	40%	70%	95%

Tableau 3: Pratiques des techniques culturales

Source: Zone d'Encadrement Agricole (ZEA) de THIOU

A la lumière de ce tableau, l'agriculture à THIOU peut être qualifiée de semi-moderne.

Lors de la campagne agricole 1996-1997, la situation rizicole et maraîchère de la plaine irriguée de THIOU se présentait de la façon suivante:

Spécifications	Nombre de Producteurs	CAMPAGNE 1996-1997		
		Superficies exploitées (ha)	Rendements obtenus (t/ha)	Production obtenue (t)
Riz irrigué	171	30	5,5	165
Maïs irrigué	77	10	2,5	25
Total cultures vivrières				190
Haricot vert	36	4	12	48
Oignons	72	6	25	150
Pomme terre	08	0,40	25	10
Tomates	-	-	-	-
Choux	03	0,15	25	3,5
Total cultures maraîchères				211,5

Tableau 4: Situation rizicole et maraîchère de la plaine irriguée

Source: Zone d'Encadrement Agricole (ZEA) de THIOU

La production consommée se présente comme suit

- Riz: 160 t
- Maïs: 22 t
- Haricot vert: 18 t
- Oignons: 80 t
- Pomme de terre: 5 t

Ainsi durant la campagne 1996-1997, la principale spéculation produite était le riz, suivi de l'oignon.

De la production consommée, il ressort que chaque habitant de la commune de THIOU consomme 26,3 kg de cultures céréalières/an venant du périmètre irrigué, ce qui est largement en deçà de la norme F.A.O de 200 Kg/an/habitant.

On peut donc tirer les conclusions suivantes:

- la commune de THIOU n'est pas autosuffisante sur le plan agricole, même si l'on ajoute les productions hors périmètres qui sont en général faible du fait de l'infertilité des sols.

- Il y a un déficit céréalier d'environ 175 Kg/habitant/an qui pourrait être réduit par l'extension du périmètre irrigué et la mise en valeur d'autres terres.

2 - RENTABILITE DES SPECULATIONS

La fertilité de la zone irriguée conjuguée à l'encadrement agricole du CRPA que connaît le département sont les atouts majeurs de l'agriculture sur le périmètre irrigué.

Le tableau ci - dessous donne les charges de production à l'hectare et les indices de rentabilité de quelques productions agricoles:

Spéculations	Coût semences	Coût traitement (F)	Coût récolte (F)	Total dépenses (F)	Quantité vendue (t)	Prix de vente F/Kg	Recettes (F)	Indice rentabilité (%)
Riz irrigué	300.000	90.000	10.000	400.000	5	105	525.000	1,31
Maïs irrigué	-	30.000	4.000	34.000	3	80	240.000	7,1

Tableau 5: Rentabilité des spéculations vivrières sur le périmètre irrigué
Source: C.R.P.A de OUAHIGOUYA

Le tableau ci dessus montre que le maïs irrigué et dans une moindre mesure le riz irrigué sont rentables.

Le même calcul appliqué aux cultures maraîchères fait l'objet du tableau ci dessous:

Spéculations	Coût des semences (F)	Coût des engrais NPK et Urée (F)	Coût des produits phytos (F)	Total des dépenses (F)	Quantité vendue (t)	Prix de vente (F/Kg)	Recettes (F)	Indice rentabilité (%)
Haricot vert	1.000.000	500.000	12.000	1.512.000	30	250	7.500.000	4,96
Oignons	168.750	559.200	18.000	745.950	70	75	5250000	7,04
Pomme de terre	425.000	37.280	1.200	463.480	5	175	875000	1,89

Tableau 6: Rentabilité des cultures maraîchères sur le périmètre irrigué

Source: Z.E.A de THIOU

Il ressort de ce tableau que la culture du haricot vert et de l'oignon est économiquement plus avantageuse. Mais il faut noter que la surface cultivée en pomme de terre est très faible.

On le voit; la production maraîchère est économiquement plus avantageuse.

Les principales difficultés auxquelles sont confrontés les exploitants sont:

- le manque d'eau,
- le manque de parcelles,
- la divagation des animaux,
- l'inondation excessive des parcelles lors de grandes pluies,
- les conflits entre agriculteurs et éleveurs,
- le manque de semences améliorées, d'engrais et de produits phytosanitaires,
- le manque de crédit agricole.

II - 2 - 2 - L'ELEVAGE

L'élevage transhumant tend à se sédentariser avec le service provincial de l'élevage (S.P.E). Le S.P.E. est assisté depuis plusieurs années par le Projet Petits Ruminants et Aviculture (P.P.R.A.) financé par le Fond Européen de Développement (F.E.D).

Les thèmes vulgarisés par le P.P.R.A. sont axés sur la protection sanitaire, l'amélioration de l'alimentation notamment par la vente de sous produits agro-industriels, de semences fourragères, de pierre à lécher; sur la conduite du troupeau; sur la production de viande par des programmes individuels ou collectifs d'embouche sous forme d'ateliers de 20 à 40 ovins.

Par ailleurs le S.P.E effectue des campagnes de vaccinations systématiques contre la strongilose, le trypanosomiase, la maladie de Newcastle..., etc.

Les résultats de l'enquête et l'exposé des agents du S.P.E font ressortir les espèces suivantes:

- Bovins,
- Ovins,
- Caprins,
- Asins,
- Porcins et la volaille.

Ces résultats ne nous donnent pas l'effectif de chaque espèce pour la commune de THIOU.

Notons que les animaux ne sont vendus que lorsque le besoin se fait réellement sentir. Les points de vente les plus importants sont les marchés environnants.

Le prix moyen des animaux est donné comme suit:

- Bovins: 100.000 F
- Ovins: 10.000 F
- Caprins: 10.000 F
- Asins: 20.000 à 30.000 F

A partir de ces marchés les animaux sont ensuite acheminés à OUAHIGOUYA où une partie sera exportée vers les pays limitrophes (CÔTE D'IVOIRE, GHANA)

Comme sous produits de l'élevage, on peut citer le lait, les peaux et le fumier, les oeufs et la viande d'embouche.

Cependant l'élevage rencontre des difficultés. La commune de THIOU étant une zone d'élevage par excellence, l'aménagement hydroagricole est la source de conflits entre agriculteurs et éleveurs à cause du manque de pâturages et du manque d'eau.

II - 2 - 3 - LA PRODUCTION FRUITIERE

La mangue est la principale production fruitière. La cueillette est en partie autoconsommée. Le reste étant écoulé sur les marchés environnants. Toutefois, nous n'avons pas pu disposer de chiffres relatifs à cette activité économique.

II - 2 - 4 - AUTRES ACTIVITES

1 - LE COMMERCE

La commune de THIOU est un important carrefour commercial traditionnel et un point de passage obligé pour les transporteurs en provenance de MOPTI au MALI. Ce commerce a été ralenti depuis la dégradation de la route, mais cette celle-ci est en cours de réfection.

Pendant la saison sèche, le commerce est plus important et porte sur les biens de consommations usuels. La commune de THIOU compte un marché qui a lieu tous les trois (3) jours.

2 - ARTISANAT

La zone concernée par l'étude abrite une importante activité artisanale. C'est ainsi que l'on y rencontre des bijoutiers, des cordonniers, des forgerons, des potiers, des tisserands dont une partie de la production est dirigée vers OUAHIGOUYA et OUAGADOUGOU.

La cordonnerie et la bijouterie ont connu leur essor depuis une époque très lointaine et pourraient s'épanouir davantage avec de réelles ouvertures économiques dont les axes principaux seraient la réhabilitation de l'aménagement hydroagricole et le développement du site aurifère.

3 - ORPAILLAGE

La commune même de THIOU est le centre d'un site aurifère. Cette activité est pratiquée aussi bien par les autochtones que par les immigrants venant d'autres provinces (parfois lointaines) et des pays limitrophes. Elle mobilise une population active essentiellement masculine dont l'âge s'échelonne entre 18 et 40 ans. L'orpaillage vient actuellement en quatrième position après l'agriculture, l'élevage et l'artisanat traditionnel dans l'ordre des pratiques mais tend à supplanter toutes les activités traditionnelles de par ses apports économiques réels ou supposés.

Le site aurifère est ouvert en Novembre (ce qui multiplie le nombre des habitants par deux) et fermé en Mai pour permettre aux populations en majorité paysannes de retourner dans les champs.

II - 3 - INFRASTRUCTURES SOCIO- ECONOMIQUES

II - 3 - 1 - INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES

La commune de THIOU se trouve en bordure de la retenue, mais la population ne s'approvisionne pas directement à partir de la retenue. Une installation de pompage solaire, de dimension très importante sur un forage sert à alimenter les bornes fontaines de la commune.

L'approvisionnement en eau du village est assuré par plusieurs forages et une multitude de puits (principalement à grands diamètres) qui ont été réalisés principalement par le Projet Hydraulique Villageoise financé par le F.E.D .

II - 3 - 2 - ROUTES ET PISTES

La zone est traversée par l'axe OUAGADOUGOU-MOPTI, traditionnellement important pour le transport et l'approvisionnement de MOPTI. Aujourd'hui, cette route est en réfection. Rappelons que l'axe OUAGADOUGOU-OUAHIGOUYA est bitumé sur 217 Kms et l'axe OUAHIGOUYA-MOPTI en voie latérique sur 187 Kms.

Signalons enfin que l'axe OUAHIGOUYA-THIOU sur 37 Kms vient d'être réhabilité; il ne reste que l'axe THIOU-MOPTI, qui est présentement en cours de réfection.

II - 3 - 3 - SERVICES DES COLLECTIVITES ET PRIVES

La commune de THIOU compte les services ci-dessus:

- une préfecture,
- une police frontalière: c'est le premier poste frontalier en venant du MALI,
- un service de santé comprenant un dispensaire, un bâtiment d'hospitalisation, un centre de récupération nutritionnel, un laboratoire et d'une maternité réalisé sur financement du Fonds Africain de Développement,
- trois (3) écoles primaires et un collège secondaire,
- une représentation de l'environnement et du tourisme,
- une représentation du service provincial des eaux et forêts,
- une représentation du service provincial de l'élevage,
- une représentation du C.R.P.A,
- un poste douanier,
- un poste de gendarmerie,
- un service des poste,
- un service de l'ONATEL.

II - 4 - ORGANISATIONS INTERVENANT DANS LA ZONE

II - 4 - 1 - SE SERVIR DE LA SAISON SECHE EN SAVANE ET AU SAHEL (6 S)

Le "6 S" est une organisation non-gouvernementale burkinabé qui existe depuis 1975 uniquement dans la province du YATENGA. Elle dispose d'une structure administrative et matérielle importante à OUAHIGOUYA et sur le terrain.

Son domaine d'activité est vaste et couvre les secteurs suivants: maraîchage, aviculture, élevage de moutons, lutte anti-érosive, banque

céréalière, moulin à grains, santé humaine. Son action se fait au travers des Groupements NAAM, terme traditionnel d'entraide en Moore, sous la forme de vulgarisation, de formation, d'alphabétisation et de crédits à ces groupements.

Son action dans le domaine de la commercialisation et de la production maraîchère paraît avoir donné des résultats intéressants, particulièrement sur le périmètre irrigué de THIOU eu égard au marché de légumes avec des partenaires commerciaux comme l'entreprise FLEX FASO de OUAGADOUGOU.

II - 4 - 2 - ORGANISATION VILLAGEOISES

La commune THIOU compte treize (13) groupements, regroupés en trois (3) principaux groupements villageois.

Ces groupements sont fondés sur l'entraide et disposent de fonds pour le financement de leurs activités.

Tous ces groupements bénéficient de l'appui des "6 S" et du Fonds de l'Eau et de l'Equipement Rural (F.E.E.R)

Notons que deux (2) groupements interviennent sur le périmètre irrigué de THIOU, celui des jeunes de 18 à 40 ans et celui des vieux de 45 ans et plus.

De l'avis du chef de la Z.E.A, ces deux (2) groupements sont très dynamiques.

Signalons l'existence de groupements féminins dans la zone. Ces groupements interviennent principalement dans le commerce du mil et du sorgho et quelque fois dans la vente de la production tisserande. Quelques femmes disposent de parcelles sur le périmètre irrigué.

De l'avis du chef de la Z.E.A, ces femmes sont très dynamiques.

III - CONCLUSION SUR L'ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE ET PERSPECTIVES

La commune de THIOU possède de nombreux atouts sur le plan agricole (fertilité des sols, dynamiques paysannes, bon encadrement agricole).

De plus l'étude économique montre que le riz, le maïs et les cultures maraîchères ont une rentabilité certaine. En outre la réfection de l'axe routier OUAGADOUGOU-OUAHIGOUYA-THIOU-MOPTI (Route Nationale N°2) constitue un gage pour le développement économique de la commune.

Pour permettre à l'économie de THIOU de connaître pleinement son essor, surtout dans les secteurs de l'agriculture et l'élevage, il est souhaitable de mettre l'accent sur certains axes à savoir:

- Extension du périmètre rizicole,
- Création de centre de formation pour l'agriculture et l'élevage,
- Création de centre d'alphabétisation pour la gestion comptable des activités sur le périmètre par les exploitants,

- Augmentation du nombre de parcelles maraîchères,
- Amélioration des moyens de production (couloir de pâturage outils plus performants et mécanisés, approvisionnement en intrants...,etc.),
- Mise en commun des moyens de production dans les collectivités.

CHAPITRE II: ANALYSE DES REGLES DE CONCEPTION ET DE REALISATION DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE THIOU

I - CONCEPTION ET REALISATION DU BARRAGE

Le barrage reste un ouvrage important qui doit être fait suivant des règles bien précises si l'on veut qu'il remplisse correctement le rôle qu'on lui assigne, ce qui implique un certain nombre de précautions à prendre lors de sa conception et sa réalisation.

Le barrage de THIOU a été construit en 1981 sur financement du Fonds Africain de Développement (F.A.D) pour un coût total de 165 millions de F.

Les études techniques avaient été réalisés par la SOGREA, en 1976, dans le cadre du Projet des 40 barrages.

Ses objectifs initiaux étaient:

- l'alimentation en eau potable de la population,
- l'approvisionnement en eau du cheptel,
- le développement de la production agricole irriguée.

Dans ce chapitre nous analyserons les règles de conception et de réalisation du barrage de THIOU en critiquant quelques unes de leurs caractéristiques.

I - 1 - HYDROLOGIE

L'hydrologie d'un barrage concerne quatre (4) points essentiels:

- les apports d'eau dans les retenues,
- les pertes par évaporation et infiltration,
- la détermination des crues de projet, permettant le dimensionnement des évacuateurs de crues,
- les apports solides.

Nous analyserons dans un premier temps les normes et méthodes utilisées par les concepteurs avant de mettre en évidence les difficultés rencontrées pour ce type de calculs.

I - 1 - 1 - ANALYSE DES NORMES ET METHODES UTILISEES

1 - APPORTS-EVAPORATION

a - Apports

Concernant les apports, la SOGREAH a utilisé un coefficient d'écoulement annuel qui permet la détermination du volume ruisselé en fonction de l'isohyète ou l'on se trouve et de la superficie du bassin versant.

Ce coefficient d'écoulement annuel a été déterminé à partir d'estimations des coefficients faites à partir de coefficients mesurés sur des bassins proches et de tailles semblables (barrage de GOINRE réalisé en 1966 par le service de HER, barrage de TOUGOU réalisé en 1968 par le H.E.R, barrage de TITAO réalisé en 1963 par le B.D.P.A.).

Il est cependant à déplorer l'inexistence de séries hydrologiques pour le calcul de la pluviométrie moyenne ou des apports annuels.

Ceci enlève une valeur certaine à ces indications de remplissage du barrage.

b - Evaporation

La méthode utilisée pour mesurer l'évaporation est celle de l'évaporation PENMAN.

Cette méthode donne une valeur de 2.27 mètres sur l'ensemble de l'année pour le barrage de THIOU.

L'évaporation annuelle étant considérée comme voisine de 2 mètres au BURKINA FASO.

2 - CRUES ET TRANSPORTS SOLIDES

a - Crues

Concernant le barrage de THIOU, la méthode utilisée dans l'estimation de la crue est la méthode déterministe (ancienne) étudiée par l'ORSTOM, qui permet à partir d'un certain nombre de paramètres (pluie décennale, coefficient d'abattement, superficie du bassin versant, coefficient de ruissellement, temps de base, coefficient de pointe) calculés ou estimés par des abaques ou des critères de classification des différents bassins versants de trouver l'hydrogramme de la crue décennale.

Pour passer de cette crue décennale à la crue de projet proprement dite, estimée comme la crue centennale, un coefficient multiplicatif de 2 a été utilisé. Ce coefficient est celui recommandé par l'ASEER, pour les grands bassins versants dont le coefficient de ruissellement K_r est inférieur à 30%.
(Cas du barrage de THIOU)

b - Transports solides

Pour le barrage de THIOU, l'estimation des apports solides est fournie par la comparaison avec des bassins versants voisins présentant des caractéristiques proches (superficies; érodabilité, classe et pente, végétation).

Cette méthode constitue une meilleure estimation que l'ensemble des formules permettant d'évaluer de manière plus ou moins viable l'importance des apports solides.

I - 1 - 2 - DIFFICULTES RENCONTREES

1 - LE MANQUE DE DONNEES

L'étude concernant l'estimation des crues, comme celle des coefficients d'écoulement annuels ou de l'aptitude au ruissellement des sols ou celle des transports solides ou de l'évaporation s'est heurté au manque de données. Ceci est d'autant plus malheureux que des observations relativement faciles à obtenir auraient permis si elles avaient été menées depuis que des barrages sont construits d'être en possession de nombreuses données expérimentales et de mieux connaître ces phénomènes hydrologiques.

2 - LE PROBLEME PARTICULIER DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT

Ce problème concerne l'estimation des lames d'eau ruissellées et de l'aptitude au ruissellement des sols. Ces deux (2) indications sont nécessaires pour le calcul correct des crues de projet. Malheureusement leurs déterminations très délicates nécessitant des programmes de mesures spécifiques n'ont pas été réalisées.

I - 2 - CONCEPTION TECHNIQUE DU BARRAGE

Le barrage de THIOU a été réalisé par l'entreprise OUMAROU KANAZOE, sous le contrôle de la SOGREAH.

La technique mise en oeuvre est issue des normes américaines développées dans l'ouvrage " **Design of Small Dams** ", notamment en matière de calcul de stabilité des talus, des filtres de pied, des lignes de saturation, des renardages, des déversoirs, et des dissipateurs d'énergie.

Ces techniques adaptées au contexte local ont subi des améliorations particulièrement en matière de procédés anti-érosifs et de dimensionnement des déversoirs et des fosses de dissipation.

Par ailleurs les projeteurs ont munis la digue d'un déversoir latéral (faible hauteur, grande largeur, faible lame d'eau), placé sur une cuirasse latéritique considérée comme satisfaisante au point de vue de résistance et prolongé par un coursier et un chenal d'évacuation, afin de restituer les eaux dans le lit mineur du cours d'eau.

En regardant de près cette solution, on peut y déceler deux (2) problèmes majeurs qui se poseront dans le futur:

- le problème du stockage insuffisant des eaux de pluie,
- le problème de l'érosion régressive.

Le problème du non stockage des eaux de pluie est dû à la faible hauteur du déversoir latéral. En effet il suffit d'une pluie plus ou moins importante pour que l'évacuateur déverse.

Ceci constituera un problème majeur pour les besoins en eau des plantes, des animaux et de la population.

Le second problème est celui de l'érosion régressive. En fait il s'est avéré que, quelques soient les précautions prises, des passages préférentiels se produisent, dans lesquels, des vitesses suffisantes pour entraîner l'érosion sont très rapidement atteintes aboutissant à la destruction du coursier et du déversoir.

Pour éviter ces problèmes, il aurait fallu placer un déversoir en position centrale. Mais dans ce cas, la hauteur du barrage étant en général maximum à cet endroit, l'eau acquiert une énergie cinétique qu'il conviendrait de dissiper afin d'éviter les affouillements au pied de l'ouvrage.

Toutefois des études ("Choix et Optimisation d'un évacuateur de crues" GRESILLON et METRO-Bulletin technique N°4-EIER-Juillet 1979), ont montré qu'à sécurité égale un déversoir central à fosse de dissipation était plus simple et revenait beaucoup moins cher que le déversoir latéral à coursier revêtu ou non et muni d'un chenal d'évacuation. L'étude prend en compte l'entretien ultérieur de ces deux types de déversoir.

II - CONCEPTION ET REALISATION DE L'AMENAGEMENT

L'aménagement de la plaine à l'aval du barrage date de 1981. Les premières études de mise en valeur ont été terminées en 1979 par le bureau

Tippets Abbets Mac Carthy et Straton (TAMS, NEW YORK-USA) sur financement USAID.

En 1981 suite à l'expérience d'autres aménagements similaires, et sur financement FAD, l'ONBAH (ex-ONBI) a procédé à certaines modifications des propositions de TAMS, tout en maintenant les objectifs initiaux.

Notre analyse portera essentiellement sur les critères agro-pédologiques du choix du site, sur le système d'irrigation, sur le réseau d'irrigation principalement la protection du périmètre dans la de conception de l'ONBI en critiquant quelques unes de leurs caractéristiques.

II - 1 - CRITERES AGRO-PEDOLOGIQUES

Les études pédologiques (par photographies aériennes) menées par le bureau d'études TAMS et entérinées par l'ONBI ont permis d'identifier 346 hectares, dont 126 hectares dans l'aire appelée à être inondée par la retenue prévue à THIOU. Les sols de ce secteur (toujours d'après l'étude pédologique) sont faits d'argiles et de limons profonds et fertiles.

Au sus de cette étude, quelques insuffisances sont à relever:

- la première relève de l'étude pédologique: cette étude s'est faite par photographie aérienne, alors qu'elle nécessite des sondages pédologiques sur le site de l'aménagement.
- La deuxième insuffisance relève même du choix du site du barrage, qui a été étudié et implanté par des barragistes sans intervention des agronomes, la conséquence en est que les meilleures terres ont été noyées et rendues inutilisables.

II - 2 - SYSTEME D'IRRIGATION

L'aménagement est basé sur une distribution d'eau gravitaire avec régulation par l'amont, alimentant des rigoles d'infiltration.

Dans ce mode de distribution, les besoins des usagers sont collationnés par la direction du périmètre 24 heures ou 48 heures à l'avance. Les débits sont réglés en conséquence. Les possibilités du réseau sont calculés au tour d'arrosage.

Les contraintes du tour d'arrosage sont nombreux: l'administration doit établir un calendrier rigoureux de l'ouverture et de la fermeture des prises. Le propriétaire ne dispose de l'eau qu'à des moments précis et pas toujours favorables pour la plante. Les plantes souffrent de cet état de fait et les gaspillages d'eau sont évidents. Cette méthode exige des agents de surveillance nombreux.

Par ailleurs le système d'irrigation par rigoles d'infiltration choisi est théoriquement très simple, en fait il est difficile de déterminer l'espacement des

rigoles pour qu'entre deux (2) rigoles le volume d'eau débité ait le temps de s'infiltrer sans excès.

Si le ruissellement s'opère trop vite, l'humectation sera limitée en surface, s'il s'opère très lentement, on assistera à des pertes par percolation profonde.

Cependant cette méthode:

- ne nécessite aucun aménagement spécial du terrain, donc élimination des coûts prohibitifs,
- s'accommode à des module très faibles,
- est utilisable sur des pentes fortes (2 à 25 %), l'optimale variant entre 3 à 5%.

II - 3 - PROTECTION DES PERIMETRES

II - 3 - 1 - PROTECTION BASSE

La partie basse du périmètre n'a pas été protégé. Il aurait fallu des digues de protection même disproportionnées évitant ainsi un entretien récurrent.

II - 3 - 2 - PROTECTION HAUTE

La vallée relativement encaissé est sujette à un ruissellement intense et une érosion de surface importante, aussi il a été nécessaire dans la réalisation de protéger le périmètre par une série de colatures de ceintures se jetant à travers le périmètre dans l'émissaire central.

Cependant faute de relèvement des bassins versants, les colatures ont été fractionnées et surdimensionnées.

II - 3 - 3 - PROTECTION CONTRE LES RISQUES D'INONDATIONS (MARIGOT)

Le reprofilage du marigot a été suggéré dans la conception, mais, il n'a pas été réalisé. Une digue de protection longeant le marigot du côté du périmètre aurait dû être effectuée, en plus de son reprofilage.

CHAPITRE III: DIAGNOSTIC DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE THIOU

Toutes les analyses faites sur les ouvrages renvoient aux images photographiques sur le site en annexe. (cf. Annexe I-Images photographiques)

I - DIAGNOSTIC DU BARRAGE

I - 1 - RETENUE ET OUVRAGES ANNEXES

I - 1 - 1 - LA DIGUE

L'état général de la digue est très satisfaisante suite aux travaux de réfection réalisés par l'ONBAH en 1996.

Quelques points devront cependant être surveillés ou repris, mais il ne s'agit là que d'événements normaux dans la vie d'une retenue.

La crête, recouverte de latérite, est en bon état avec cependant quelques fissures superficielles qui méritent une attention.

Le talus amont est protégé par un perré en enrochement qui dans son ensemble est en bon état sauf en quelques endroits où le batillage, qui est l'action mécanique des vagues crée une petite érosion qui à long terme peut être préjudiciable à la bonne tenue du talus amont.

En certains points une petite végétation s'est développée entre les blocs du perré.

Le talus aval est simplement couvert d'une couche latéritique de granulométrie discontinue, mais pas assez fine. La végétation s'y est installée de manière irrégulière et surtout vers le bas au niveau du fossé de pied.

Le haut du talus est peu protégé et l'érosion accomplit son travail de façon disparate. A proximité du déversoir on ne constate aucun problème, mais vers la droite, on note quelques petites griffures d'érosion.

Il est à noter, d'après les enquêtes effectuées auprès des exploitants, des résurgences d'eau au pied du talus aval (dans le fossé de pied).

Enfin la cuvette n'a pas été déboisée lors de la construction du barrage.

I - 1 - 2 - L'EVACUATEUR DE CRUE

Le déversoir est latéral et se situe en rive gauche. Il est en très bon état si ce n'est quelques fissures tout à fait bénignes. Les murs bajoyers sont en parfait état. L'évacuateur déverse chaque année, à chaque pluie d'environ 40

mm. Ce qui n'est pas du goût des exploitants, en ce sens que pour eux cette hauteur de pluie provoquant le déversement est trop faible et donc ne cerne pas le stockage de l'eau que le barrage est sensé entraîner.

Le chenal d'évacuation se dirige sur le périmètre vers la droite qu'il vient longer avant de restituer les eaux dans le lit mineur du cours d'eau. Cela crée une inondation temporelle en début de saison pluvieuse malgré la mise en place d'une digue de protection et une colature de ceinture réalisées par l'ONBAH en 1991-1992.

C'est l'un des problèmes majeurs de cet aménagement.

Sinon le chenal en lui même est en très bon état malgré une utilisation intensive.

Notons toutefois les prémices d'une érosion régressive dans le chenal d'évacuation.

I - 1 - LES PRISES

Il existe deux (2) prises car lors de la construction du barrage, l'aménagement était prévu avec deux (2) canaux primaires, un sur chaque rive.

Cependant le périmètre n'a finalement pas été réalisé selon ce schéma.

- La prise en rive gauche complètement installée avec vanne amont et accès aisé est complètement défectueuse. La passerelle étant en très mauvais état. Par ailleurs cette prise amont est complètement envasée et le puisard aval est ensablé et donc non fonctionnel.

En outre le niveau de la prise est trop haut, et sa sortie aval n'est pas aménagée.

- La prise en rive droite, d'un diamètre de 400 mm, est celle qui alimente le canal primaire. Elle est munie d'une vanne amont et d'une aval. La vanne amont est toujours ouverte suite à la destruction de la passerelle empêchant ainsi l'accès au volant de commande sur la tour de prise. Pendant l'exécution des travaux, un batardeau avait été mis devant la prise. Il n'a pas été déblayé par la suite et gêne donc maintenant l'alimentation de la prise.

A l'aval, l'ensemble bac de réception-déversoir latéral de sécurité est en très bon état. La vanne est tout à fait fonctionnelle, mais de l'avis des exploitants, son ouverture reste difficile et dangereuse; ceci sûrement à cause de la conduite constamment en charge.

FICHE TECHNIQUE DU BARRAGE DE THIOU**I - LOCALISATION**

Village de: THIOU

Province de: YATENGA

Coordonnées géographiques

Longitude: 2°39' Ouest

Latitude: 13°48' Nord

II - REALISATION

Date de construction: 1981

Entreprise: OMAROU KANAZOE

Réfection: Digue-1996

Matériel utilisé: Léger, dame à main, dame sauteuse

Maître d'oeuvre: SOGREAH

Travail en régie: non

Entreprise: ONBAH

III - CARACTERISTIQUES BARRAGESuperficie du bassin versant: 330 km²Crue décennale: 130 m³/s

Indice globale de pente: 7 m/Km

Crue centennale: 300 m³/s**A - RETENUE**Capacité: 4.800.000 m³

Niveau d'eau normale: 298 m

Niveau d'eau maximale: 299,50 m

Surface de la retenue: 230 ha

Hauteur maximale au dessus du sol: 5,50 m

B - OUVRAGE TYPE**1 - Digue**

Matériaux: Terre compactée, perré

Longueur totale du barrage: 1562 m

Pente talus amont: 2/1

Pente talus aval: 2/1

Drain: oui (Fossé de pied)

Largeur crête: 3,50 m

Parement amont: Perré bien rangé

Parement aval: Couche de grave latéritique

Tranchée d'ancrage: Ancrage central

2 - Evacuateur

Type: Latéral (déversoir à seuil semi-craeger)

Matériaux: Béton armé + cyclopéen

Longueur: 50 m

Revanche: 1,00 m

3 - Prise

Type: Tour de prise

Diamètre de la conduite enterrée: Rive gauche: ø 400

Diamètre de la conduite enterrée: Rive droite: ø 400

Nombre: 2

II - DIAGNOSTIC DE L'AMENAGEMENT

L'aménagement de THIOU se situe sur les deux (2) rives du lit du marigot et s'étend sur une distance de 1,5 à 2 kilomètres. (cf. Plan de l'aménagement).

II - 1 - LE CANAL PRIMAIRE

Le canal primaire de section rectangulaire de longueur 1768 mètres, est construit en parpaings avec radier en béton. Les ouvrages qu'on y rencontre sont des prises avec vannettes pour les secondaires, des régulations statiques de type (déversoir Giraudet, oblique, longitudinal) à l'aval de certaines de ces prises et deux (2) partiteurs fixes.

L'état général de ces ouvrages est très satisfaisant. Notons cependant que:

- il y a des dépôts dans le fond du canal, mais peu importants,
- par endroits les joints entre parpaings sont légèrement endommagés (certains ont déjà été repris pendant la période pré-hivernale),
- un peu avant le premier partiteur, le canal est légèrement obstrué par des débris de parpaings,
- le canal traverse le marigot sous forme d'un pont canal; certains des piliers de soutènement sont un peu attaqués par l'érosion.

II - 2 - LE RESEAU SECONDAIRE

Le réseau secondaire est bien développé et ramifié on peut le diviser en deux grands blocs:

- la partie en rive droite qui correspond d'assez près à la conception d'origine,
- une partie en rive gauche, qui suite à la non réalisation du canal primaire sur cette rive, a été raccordée à celui de la rive droite via le pont canal au dessus du marigot.

En rive droite il existe neuf (9) secondaires également en parpaings, munis d'une prise avec vannette à l'entrée du secondaire et de vannettes de distribution aux tertiaires en terre.

L'état de conservation des secondaires est satisfaisant dans l'ensemble mais l'entretien n'est effectuée qu'à la période pré-hivernale, ce qui est à la base des nombreux désordres constatés.

Les tertiaires sont dans un état très variable: du bon à l'inexistant.

En rive gauche, on trouve deux (2) secondaires importants toujours en parpaings, alimentés par un partiteur 1/2-1/2.

Chacun de ces secondaires est muni d'écrans batardables et prises avec vannettes débouchant dans la plaine à irriguer par l'intermédiaire de canaux arroseurs de section trapézoïdale.

Les tertiaires et le parcellaire n'existent pas. L'état de ces canaux et des prises est très bon.

II - 3 - OUVRAGES DE REGULATION

On note la présence des déversoirs à différents endroits et de différentes formes mais principalement sur le canal primaire:

- déversoir oblique,
- déversoir de type Giraudet
- déversoir longitudinal.

Ils ont pour rôle d'obtenir une charge constante de l'eau sur les prises au début de chaque secondaire. Ils règlent à cet effet le niveau d'eau à différents endroits.

Le débit de chaque secondaire est réglé par un orifice noyé qui se trouve dans le canal primaire. L'axe de l'orifice est placé à environ 60 cm en amont du déversoir régulateur.

II - 4 - LE RESEAU DE DRAINAGE

Le réseau de drainage se compose:

- d'une première colature de ceinture,
- de plusieurs petits thalwegs,
- d'un marigot
- d'une deuxième colature de ceinture

- La première colature de ceinture longe le canal primaire à l'extérieur du périmètre. Elle est dans un état variable mais toujours médiocre. En certains endroits elle a complètement disparu, comblée par des dépôts, en d'autres endroits, elle est encore visible, mais remplie d'arbustes et de buissons. Quoiqu'il en soit, elle ne remplit plus sa fonction.

On constate en certains points, des traces de débordement, de franchissement du canal primaire par des eaux sauvages.

Là où le canal est en remblai, il y a un début d'érosion.

- Les petits thalwegs recueillent le ruissellement de surface. Ils forment les colatures secondaires et servent de décharge pour la colature de ceinture et rejoignent le marigot. Ils sont au nombre de quatre (4) en rive droite. Le canal primaire franchit ces chenaux grâce à de petits ponts canaux. Notons

que quelques uns de ces chenaux sont très envasés et il y a aussi des traces de franchissement du canal primaire par des eaux sauvages à ces endroits.

- Le marigot longe le périmètre jusqu'au pont canal et ensuite le traverse. Le marigot, à l'amont du pont canal est une des causes des problèmes de l'aménagement. Son tracé sinueux, l'inexistence de son lit et sa faible section forment réellement un goulot d'étranglement pour l'écoulement en provenance de l'évacuateur.

Plus à l'aval, le marigot s'élargit et ne semble à priori pas poser de problème. A la sortie du périmètre il traverse la route vers le MALI sans difficultés d'après les enquêtes auprès des exploitants.

- La deuxième colature de ceinture longe le dernier secondaire dans la partie basse du périmètre, en bordure de la route et se décharge dans deux (2) chenaux vers le marigot via des passages inférieurs sous le secondaire. De l'avis des exploitants, la piste traversant le marigot est impraticable pendant la saison hivernale, ce qui pose des problèmes d'accessibilité aux parcelles.

Le chenal de décharge du déversoir latéral de sécurité est placé en tête du canal adducteur principal. Il n'y a pas de colature le long du dernier secondaire. Cela pose un gros problème car les écoulements sont visiblement importants et violents à cet endroit.

Les chenaux de décharge sont fortement érodés, ensablés ou enherbés. La situation est critique à certains endroits où le canal primaire les franchit. Certains perrés maçonnés ont été entièrement emportés. Les inondations répétées ont progressivement et naturellement reprofilées le chenal de décharge du déversoir latéral de sécurité en tête du canal primaire. Si l'on y prend pas garde, l'écoulement se fera dans un avenir proche en sens contraire, c'est à dire vers le canal primaire.

II - 5 - LES DIGUES DE PROTECTION

Il existe une digue entre la colature de ceinture et le canal primaire. Sur le premier kilomètre, elle a presque entièrement disparu, elle réapparaît ensuite en assez bon état sur quelques centaines de mètres pour disparaître à nouveau totalement avant la bifurcation vers le pont canal.

A l'endroit (en rive droite) où le chenal de l'évacuateur de crue rejoint le marigot, il décrit une courbe prononcée. Une digue importante avait été érigée, mais la violence des flots l'a rapidement emportée. C'est précisément là que se situe le problème de cet aménagement.

En effet, dans l'état actuel des choses, à chaque déversement de l'évacuateur, la zone dominée et une partie du haut du périmètre sont inondées.

Juste après ce passage, le marigot reprend son cours normal et est séparé par une diguette assez bien conservée à l'exception de quelques zones d'affaissement.

En arrivant vers le pont canal en rive gauche, le marigot s'élargit fortement. La digue remontant le canal primaire a entièrement disparu. Des problèmes d'inondations existent également dans cette partie du périmètre.

II - 6 - RESEAUX DE PISTE

Aucune piste de service à proprement parler ne dessert le périmètre. Une piste de circulation entre villages traverse le canal primaire et le périmètre plus ou moins parallèlement au barrage à environ 400 mètres de celui-ci.

Une piste de service d'environ 1 à 1,5 mètres de large s'étend tout le long du canal primaire en dehors du périmètre. Cette piste est enherbée à des endroits.

En plus trois (3) pistes secondaires divisent le périmètre dans le sens de sa largeur permettant un accès plus ou moins aisé sur les parcelles, car en saison pluvieuse, ces pistes sont généralement impraticables.

Enfin la route vers le MALI longe le périmètre à son extrémité aval; de l'avis des exploitants cette route est praticable en saison hivernale.

II - 7 - MISE EN VALEUR DE L'AMENAGEMENT

Sur une superficie aménageable de 75 ha (en rive droite), seuls 45 ha sont aménagés.

Très tôt la plaine s'est révélée inexploitable suite aux inondations permanentes en début de saison pluvieuse par suite d'anomalies techniques survenues au cours de sa réalisation. Ces anomalies ont été à l'origine de la désaffectation du périmètre irrigué par les agriculteurs de la zone pendant la saison des pluies et la saison sèche.

Ce n'est qu'en 1991-1992 que le maître d'oeuvre à savoir l'ONBAH a procédé à la mise en place d'une digue de protection longeant le chenal d'évacuation du déversoir et à la confection d'une colature de ceinture longeant le canal adducteur principal.

Finalement l'exploitation de la plaine n'a vu le jour qu'au cours de la campagne 1993-1994 sous l'encadrement du CRPA avec une superficie exploitable réduite à 40 ha.

II - 7 - 1 - ATTRIBUTION DES PARCELLES

C'est au cours de la campagne 1993-1994 que 176 bénéficiaires regroupés principalement en deux (2) groupements ("Jeunes: groupement WENDEMI" et "Vieux") ont été installés occupant une surface qui varie entre 11

et 20 ares chacun. Ces producteurs viennent des villages cités plus hauts et se composent de Mossis, de Peulhs, de Rimaibé, Dogon.

Les principaux critères d'attribution des parcelles étaient les suivants:

- Avoir participé aux travaux de réfection de l'aménagement en investissement humain dans sa seconde phase (1991).
- Etre agriculteur ou éleveur.

II - 7 - 2 - ENCADREMENT ET EXPLOITATION AGRICOLES

L'aménagement de THIOU est classé parmi les terres appartenant à l'état. Le cahier de charges qui définit le mode d'exploitation est administré par un comité de gestion présidé par le préfet du département.

1 - OUTILS DE TRAVAIL

Les exploitants bénéficient de l'appui matériel de la part de leur structure d'encadrement notamment en petit matériel: pelles, pioches, brouettes, charrettes. De même l'approvisionnement en intrants (semences, engrais) a été assuré par le CRPA sous forme de crédits ou subvention, mais constitue un fonds de roulement géré par le comité de gestion pour les campagnes à venir.

2 - FACTEUR DE TRAVAIL

Les exploitants de THIOU utilisent la main d'oeuvre familiale pour toutes les activités au niveau des parcelles.

3 - ENCADREMENT TECHNIQUE

Le CRPA à travers ses services décentralisés, zone d'encadrement agricole (ZEA), zone de l'action coopérative paysanne (ZACP), unité d'encadrement agricole (UEA), assure l'encadrement technique et organisationnel de la plaine irriguée.

4 - CALENDRIER AGRICOLE

D'une façon générale pour les campagnes antérieures et la campagne 1997-1998, le calendrier pour l'exploitation des plaines étaient le suivant:

Activités agricoles	Av	Ma	Jn	Jl	Ao	Sp	Oc	No	De	Ja	Fé	Mars
Assemblée générale ordinaire	—				—							
Recensement des parcelles	—											
Réattribution des parcelles		—										
Entretien Ouvrages	—	—										
Pépinières riz			—	—								
Semis maïs			—	—								
Repiquage riz				—	—							
Epandage engrais				—	—	—						
Sarclo-Binage				—	—	—	—					
Suivi de l'irrigation			—	—	—	—	—	—				
Traitement phytosanitaires					—	—	—					
Mise à sec							—	—				
Récolte							—	—	—			
Pépinière maraîchère						—	—	—				
Préparation terrain							—	—	—			
Repiquage								—	—	—		
Suivi des entretiens								—	—	—	—	—
Suivi de l'irrigation								—	—	—	—	—
Récolte									—	—	—	—
Commercialisation	—										—	—

Tableau 1: Calendrier agricole de la plaine irriguée**Source:** Zone d'encadrement agricole de THIOU5 - GESTION DE L'EAUa - Jour d'eau

La gestion de l'eau est assurée par l'agent du CRPA chargé de l'encadrement technique. Le programme d'irrigation est le suivant:

Secondaires	Superficies (ha)	Durée	Ouverture	Fermeture
S1	2,27	3h24mn	7h	10h30mn
S2	2,39	3h35mn	7h	10h35mn
S3	1,70	2h33mn	7h	9h35mn
S4	2,42	3h37mn	9h35mn	13h07mn
S5	2	3h00mn	9h35mn	12h35mn
S6	1,57	2h25mn	9h35mn	12h
S7	4,29	6h26mn	10h30mn	17h
S8	5,05	7h35mn	10h30mn	18h05mn
S10	8,30	12h27mn	10h30mn	18h
S11	6,58	9h32mn	10h30mn	1h

Tableau 2: Schéma d'irrigation de la plaine irriguée (12 heures)

Source: Zone d'encadrement agricole de THIOU

b - Distribution de l'eau

La distribution de l'eau sur les parcelles est assurée:

- en rive droite: par des prises avec vannettes à l'entrée du secondaire et de vannettes de distribution aux tertiaires en terre,
- en rive gauche: par des écrans batardables et prises avec vannettes dans le secondaire débouchant sur la parcelle par l'intermédiaire de canaux arroseurs de section trapézoïdale.

Des mesures adéquates devraient être prises pour les années à venir. De l'avis général des exploitants, le suivi de l'irrigation a été collectivement assuré.

6 - ORGANISATION ET FORMATION

a - Organisation

Le périmètre de THIOU est dirigé par un comité de gestion qui fonctionne sous la base d'une organisation coopérative.

C'est un comité mis en place dans le but de permettre une intégration et une responsabilisation des producteurs dans la gestion de leur exploitation. Ce comité répond aux aspirations des producteurs sur les aspects organisationnel et administratif.

Ainsi donc on note trois (3) commissions spécialisées qui sont:

- commission chargée du suivi de l'irrigation,
- commission chargée de la commercialisation,
- commission chargée de la lutte contre la divagation des animaux.

Le périmètre est divisé en trois (3) blocs sous la supervision de responsables de blocs. Ces responsables ont la charge du suivi de l'irrigation,

de la lutte contre la divagation des animaux sur la plaine. En effet en période de culture maraîchère les conflits entre éleveurs et exploitants sont l'essentiel des problèmes vécus.

b - Formation

La formation a consisté à l'initiation des membres des deux (2) groupements en techniques de production maraîchère et en particulier en culture de pomme de terre et d'oignons.

Les méthodes et fréquences d'irrigation, l'épandages des engrais ont été vulgarisés. Selon les exploitants ces formations ont été très bénéfiques et gagneraient à être valorisées.

FICHE TECHNIQUE DE L'AMENAGEMENT

I - REALISATION

Date de construction: 1982

Maître d'oeuvre:

ONBI

Entreprise: OUMAROU KANAZOE

Régie: non

Réfection: diguettes de protection-1991/1992

Entreprise: ONBAH

Matériel utilisé: Engins lourds

II - CARACTERISTIQUES DE L'AMENAGEMENT

Superficie totale aménageable: 75 ha

Superficie amont: Néant

Superficie aménagée: 40 ha

Superficie aval: 75 ha

Nombre de parcelles: 44

Superficie parcelle: 0,11 à 0,20 ha

Nombre d'exploitants: 176

A - PARAMETRES D'IRRIGATION

Moyen d'exhaure: Irrigation gravitaire

Gestion de l'eau: Tour d'eau

Durée d'irrigation: 3h à 12h

B - RESEAUX D'IRRIGATION

1 - Canal primaire

Type canal primaire: Parpaings

Longueur: 1768 m

Nombre: 1

Débit transité: 135 l/s

2 - Canaux secondaires

Type canaux secondaires: Parpaings

Nombre: rive droite: 9

rive gauche: 2

3 - Canaux tertiaires

Type canaux tertiaires: Terre

Nombre: 44

III - EVALUATION FINANCIERE SOMMAIRE

L'évaluation financière d'un projet existant peut être entreprise selon différents critères: cohérence avec les programmes de développement agricoles, efficacité, viabilité ou rentabilité économique à titre individuel ou communautaire.

Le projet d'aménagement de la plaine à l'aval du barrage de THIOU date de 1981. Il a permis l'aménagement de 75 hectares en rive droite.

L'exploitation du périmètre s'est faite principalement pour les campagnes 1985/1986; 1986/1987 et 1987/1988, mais sans grandes productions apparentes. En effet très tôt, la plaine s'est révélée inexploitable suite aux inondations permanentes en début de saison pluvieuse.

Ce n'est qu'en 1991-1992 que les travaux de réfection ont permis l'exploitation de la plaine.

L'exploitation effective de la plaine n'a vu le jour qu'au cours de la campagne 1993/1994 sous l'encadrement du CRPA de OUAHIGOUYA avec une superficie exploitable réduite à 40 hectares.

Tous les attributaires regroupés en deux (2) groupements cultivent du riz et du maïs en hivernage et seules quelques cuvettes sont exploitées pendant la saison sèche en cultures maraîchères (haricot vert, oignons, pomme de terre principalement) en raison du déficit pluviométrique.

Les autres productions (sorgho, mil, sésame,...etc.) ainsi que quelques autres cultures maraîchères (choux, tomates) ne sont pas concernées par l'aménagement et ne seront pas prises en compte dans la présente étude.

L'évaluation financière sommaire sera faite sur une période de 10 ans à partir de la campagne 1993-1994 et comprendra:

- les dépenses et les recettes d'exploitation du périmètre de la période 1993/1994 à 1997/1998; l'année 1997/1998 étant considéré comme l'année de croisière;
- le coût de la réhabilitation du projet en année 1991 (considéré comme investissement initial);
- l'échéancier des investissements/renouvellements (éventuellement);
- l'échéancier des recettes et dépenses;
- la rentabilité du projet mesurée par le taux de rentabilité interne et le délai de récupération des capitaux investis.

III - 1 - DONNEES DE BASE DE L'ANALYSE FINANCIERE SOMMAIRE

L'exploitation annuelle du périmètre d'environ 40 hectares se fait en deux périodes:

- en saison pluvieuse: cultures vivrières: riz et maïs;
- en saison sèche: cultures maraîchères: haricot vert, oignons, pomme de terre.

Les hypothèses de calculs (prix, rendement à l'hectare, intrants, ...etc.) proviennent des différents rapports d'activités des campagnes 1993/1994; 1994/1995; 1995/1996; 1996/1997 et 1997/1998 tenus par le chef de la ZEA de THIOU. Ces hypothèses de calculs concernent d'une part les cultures vivrières et d'autre part les cultures maraîchères.

III - 1 - 1 - DEPENSES D'EXPLOITATION

1 - INTRANTS

a - Cultures vivrières

Cultures	Désignations	Prix unitaires	Quantités	Montant F/ha
Riz	Semences améliorés	200 F/Kg	50 Kg/ha	10.000
	Fumure organique	-	-	-
	Produits phytosanitaires (Decis)	3.000 f/l	1 l/ha	3.000
Maïs	Semences améliorés	-	-	-
	Fumure organique	-	-	-
	Produits phytosanitaires (Decis)	3.000 f/l	1 l/ha	3.000
Coût total/ha/campagne				16.000

Tableau 1: Dépenses annuelles en intrants Périmètre irrigué de THIOU
Source: Rapport d'activités ZEA de THIOU

b - Cultures maraîchères

Cultures	Désignation	Prix unitaires	Quantités	Montant F/ha
Haricot vert	Semences améliorées	2.500 F/Kg	100 Kg/ha	250.000
	Engrais			
	NPK	250 F/Kg	400 Kg/ha	100.000
	Urée	250 F/Kg	100 Kg/ha	25.000
	Produits phytosanitaires	3.000 F/l	1 l/ha	3.000
Oignons	Semences améliorées	22.500	3 Kg/ha	67.500
	Engrais			
	NPK	250 F/Kg	400 Kg/ha	100.000
	Urée	250 F/Kg	100 Kg/ha	25.000
	Produits phytosanitaires	3.000 F/l	1 l/ha	3.000
Pomme de terre	Semences améliorées	1000 F/Kg	1500 Kg/ha	1.500.000
	Engrais			
	NPK	250 F/Kg	400 Kg/ha	100.000
	Urée	250 F/Kg	100 Kg/ha	25.000
	Produits phytosanitaires	3.000 F/l	1 l/ha	3.000
Coût total/ha/campagne				2.201.500

Tableau 2: Dépenses annuelles en intrants - Périmètre irrigué de THIOU**Source:** Rapport d'activités ZEA de THIOU*c - Superficies cultivées*

Les superficies cultivées sur le périmètre irrigué de THIOU pour les différentes campagnes sont consignées dans le tableau suivant:

Spécifications	Année 1993-1994	Année 1994-1995	Année 1995-1996	Année 1996-1997	Année 1997-1998
Riz	9 ha	13 ha	20 ha	30 ha	30 ha
Maïs	3,20 ha	3,70 ha	8 ha	10 ha	10 ha
Haricot vert	-	0,40 ha	-	4 ha	4 ha
Oignons	0,15 ha	2 ha	3,50 ha	6 ha	6 ha
Pomme de terre	-	0,75 ha	1,25 ha	0,40 ha	1,25 ha

Tableau 3: Superficies exploitées pour les différentes campagnes
Source: Rapport d'activités ZEA de THIOU

d - Estimations des dépenses en intrants

Coûts des cultures	Année 1993-1994	Année 1994-1995	Année 1995-1996	Année 1996-1997	Année 1997-1998
Coût total cultures vivrières	126.600 F	180.100 F	284.000 F	420.000 F	420.000 F
Coût total cultures maraîchères	29.325 F	1.763.200 F	2.719.250 F	3.336.200 F	4.720.000 F
Coût total	155.925 F	1.943.300 F	3.003.250 F	3.756.200 F	5.140.000 F

**2 - DEPENSES D'ENTRETIEN ET
D'ENCADREMENT AGRICOLE**

a - Entretien et fonctionnement du

périmètre irrigué

Les frais d'entretiens annuels du périmètre sont fonction des superficies cultivées. Aussi pour les besoins du calcul nous avons estimés ces frais, connaissant ceux de la campagne 1996-1997 proportionnellement aux superficies annuelles cultivées. Les dépenses de fonctionnement se réduisent au salaire de l'aiguardier estimé à 10.000 F/mois; soit 100.000 F/an.

Désignation	Campagnes agricoles				
	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998
Frais d'entretien	75.000	120.000	195.000	300.000	305.000
Salaire aiguardier	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000
Total	175.000	220.000	295.000	400.000	405.000

b - Dépenses annuelles d'encadrement
agricole

L'encadrement agricole est assuré par le CRPA, structure du ministère de l'agriculture.

Aussi les coûts de l'encadrement agricole sont assurés par l'Etat, ils ne figureront pas dans les dépenses de fonctionnement du périmètre.

Les dépenses annuelles d'exploitation du projet sont récapitulées dans le tableau suivant pour les différentes campagnes:

Désignation	Campagnes agricoles				
	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998
Dépenses intrants	155.925 F	1.943.300 F	3.003.250 F	3.756.200 F	5.140.000 F
Dépenses fonctionnement	175.000 F	220.000 F	295.000 F	400.000 F	405.000 F
Total	330.925 F	2.163.300 F	3.298.250 F	4.156.200 F	5.545.000 F

III - 1 - 2 - RECETTES D'EXPLOITATION

1 - PRODUCTION ANNUELLES POUR LES DIFFERENTES CAMPAGNES

Sur tout le périmètre irrigué, la production pour les différentes campagnes se présente comme suit:

Spécifications	Année 1993-1994		Année 1994-1995		Année 1995-1996		Année 1996-1997		Année 1997-1998	
	Rt/ha	Prod(t)	Rt/ha	Prod(t)	Rt/ha	Prod(t)	Rt/ha	Prod(t)	Rt/ha	Prod(t)
Riz	3	27	4,5	58,5	4,75	95	5,5	165	5,5	165
Maïs	1,2	3,84	1,5	5,5	2	16	2,5	25	2,5	25
Haricot vert	-	-	5	2	-	-	12	48	12	48
Oignons	25	3,75	2,5	50	25	87,5	25	150	25	150
Pomme de terre	-	-	20	15	20	25	25	10	25	31,25

Tableau 4: Rendements et Production pour les différentes cultures
Source: Rapport d'activités ZEA de THIOU

2 - UTILISATION DE LA PRODUCTION

Les quantités vendues et les prix pratiqués sont présentés dans le tableau suivant:

Spéculations	Quantités vendues par campagne					Prix F/Kg
	1993/1994	1994/1995	1995/1996	1996/1997	1997/1998	
Riz	1 t	2 t	3 t	5 t	5 t	105
Maïs	0,5 t	1 t	2 t	3 t	3 t	80
Haricot vert	-	1,3	-	30 t	30 t	250
Oignons	1,75 t	24 t	41 t	70 t	70 t	75
Pomme de terre	-	7,5	12,5 t	5 t	16 t	175

Tableau 5: Quantités de productions vendues et Prix pratiquées pour les différentes cultures

Source: Rapport d'activités ZEA de THIOU

3 - RECETTES D'EXPLOITATION

Spéculations	Recettes par campagne (F)				
	1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998
Riz	2.835.000	6.142.500	9.975.000	17.325.000	17.325.000
Maïs	307.200	440.000	1.280.000	2.000.000	2.000.000
Haricot vert	-	500.000	-	12.000.000	12.000.000
Oignons	281.250	3.750.000	6.562.500	11.250.000	11.250.000
Pomme de terre	-	2.625.000	4.375.000	1.750.000	5.468.750
TOTAL	3.423.450	13.457.500	22.192.500	44.325.000	48.043.750
Recettes (F)	3.423.450	13.457.500	22.192.500	44.325.000	48.043.750

III - 2 - COUT DE LA REHABILITATION

Les dépenses de fonctionnement, d'entretien et ceux en intrants constituent pour la campagne 1993-1994, les besoins en fonds de roulement (BFR). En effet ces fonds ont été provisionnés en même temps que l'investissement pour la réhabilitation de l'aménagement.

Nous considérerons que l'investissement pour la réhabilitation est réalisé durant la période 1991-1992 étant entendu que l'exploitation effective du périmètre a commencé au cours de la campagne 1993-1994.

RUBRIQUES	MONTANT (F)
Réseaux d'irrigation et ouvrages	14.211.000
Réseau de drainage et ouvrages	107.428.580
Digues de protection et ouvrages	56.948.435
Réseaux de piste	20.894.740
Labour	1.589.000
Sous total	201.071.755
Imprévus (10 %)	20.107.175
TOTAL Réhabilitation Aménagement	221.178.930
Fonds de roulement	330.925
TOTAL INVESTISSEMENTS	221.509.855

Investissement initial: 221.509.855 F

III - 3 - TABLEAU DES AMORTISSEMENTS PHYSIQUES

RUBRIQUES	VALEUR INITIALE	DUREE de VIE (ans)	AMORTISSEMENT ANNUEL (F)
Réseaux d'irrigation et ouvrages	14.211.000	20	710.550
Réseau de drainage et ouvrages	107.428.580	15	7.161.905
Digues de protection et ouvrages	56.948.435	15	3.796.565
Réseaux de piste	20.894.740	20	1.044.740
TOTAL			12.713.760

Amortissement annuel: 12.713.760

Le projet étant évalué sur une période de 10 ans, nous considérerons qu'il n'y a pas de nouveaux investissements ni de renouvellement des ouvrages sur cette période.

III - 4 - **ECHÉANCIER RECETTES/DEPENSES**

RUBRIQUES	Année 0 1991-1992	Année 1 1993-1994	Année 2 1994-1995	Année 3 1995-1996	Année 4 1996-1997	Année 5 1997-1998	.....	Année 10
A - RECETTES	-	3.423.450	13.457.500	22.192.500	44.325.000	48.043.750	.....	48.043.750
B - INVESTISSEMENTS								
Investissement initial	221.178.930	-	-	-	-	-	.....	-
Renouvellement		330.925	-	-	-	-	.....	-
Augmentation (BFR)							.....
C - DEPENSES D'EXPLOITATION		330.925	2.163.300	3.298.250	4.156.200	5.545.000	.....	5.545.000
D - FLUX FINANCIERS	-221.178.930	2.761.600	11.294.200	18.894.250	40.168.800	42.498.750	.....	42.498.750
D = A - B - C								
FLUX CUMULES	-221.178.930	-218.417.330	-207.123.130	-188.228.880	-148.060.080	-105.561.330	.....	106.932.420

PAY BACK PERIOD (DELAÏ DE RECUPERATION DES CAPITAUX INVESTIS): 8 ANS.

III - 5 - RENTABILITE DES CAPITAUX INVESTIS

CALCUL DU TAUX DE RENTABILITE INTERNE (T.R.I)

Le TRI correspond au taux d'actualisation qui annule le bénéfice actualisé (VAN) donné par l'expression suivante:

$$VAN_{i\%} = \sum_{n=0}^{10} (R_n - I_n - D_n) \times (1+i)^{-n}$$

avec R_n : Recettes de l'année n

I_n : Investissements de l'année n

D_n : Dépenses de l'année n

$$VAN_{8\%} = -20.048.202,75 \text{ F}$$

$$VAN_{4\%} = -33.545.573,90 \text{ F}$$

d'où TRI = $4\% + (8\% - 4\%) * 33.545.573,90 / (33.545.573,90 + 20.048.202,75)$

Soit TRI = 6,504%

Le Taux de Rentabilité Interne du projet est de 6,50%.

III - 6 - COMPTE DE RESULTAT ANNUEL D'UN EXPLOITANT

Chaque exploitant dispose d'une parcelle de 0,20 ha qu'il cultive en saison pluvieuse en cultures vivrières (riz ou maïs) et en contre-saison en cultures maraichères.

Nous choisissons de présenter le compte de résultat de l'exploitant en supposant qu'il cultive principalement le riz en saison pluvieuse et le haricot vert en saison sèche étant donné que ces spéculations présentent les grands indices de rentabilité. (cf. Première partie-Chapitre I-Paragraphe II - 2 - 1).

Les quantités vendues seront déterminées proportionnellement aux quantités de production commercialisées (cf. tableau 5 Paragraphe III - 1 - 2.)

Les dépenses en intrants, ainsi que les dépenses de fonctionnement et d'entretien sont déterminés proportionnellement aux superficies.

L'année considérée correspond à la campagne 1997-1998, supposée être l'année de croisière.

Les rendements des spéculations considérées sont idem aux estimations du tableau 4 du paragraphe III - 1 - 2. Les prix pratiqués sont les mêmes que précédemment.

**COMPTE DE RESULTAT D'UN EXPLOITANT AU COURS DE LA CAMPAGNE
1997-1998 EN F**

CHARGES		PRODUITS	
Intrants		Vente	
Semences améliorées		Riz (33 Kg)	3.465
Riz	2.000	Haricot vert (1.500 Kg)	375.000
Haricot vert	50.000	Autoconsommation	
Engrais		Riz (1.067 Kg)	112.035
Riz	-	Haricot vert (900 Kg)	225.000
Haricot vert	25.000		
Produits phytosanitaires			
Riz	600		
Haricot vert	600		
Fonctionnement et entretien			
Entretien	1525		
Salaires aiguardier	500		
AMORTISSEMENT	20.000		
BENEFICE	615.275		
REVENU MONETAIRE	298.240		
TOTAL	715.500		715.500

Bénéfice annuel: 615.275 F

Revenu monétaire: 298.240 F

**III - 7 - CONCLUSION SUR L'EVALUATION
FINANCIERE SOMMAIRE**

Le taux de rendement interne obtenu (6,50%) donne une indication sur le taux maximum d'intérêt supporté par ce projet, sachant que la totalité de ses besoins de financement ont été couverte par le prêt FAD.

Ce taux est faible par rapport au taux d'intérêt moyen pratiqué par les organismes de crédit au BURKINA FASO qui est de l'ordre de 10%; mais correspond généralement au taux des projets d'aménagements hydroagricoles financé par les différentes institutions de développement.

Le compte de résultat réel en année de croisière (campagne 1997-1998) d'un exploitant nous donne un résultat très positif qui n'intègre pas les intérêts financiers.

DEUXIEME PARTIE:
PROJET DE REHABILITATION DE
L'AMENAGEMENT HYDROAGRICOLE DE
THIOU

CHAPITRE I: REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT

I - INTRODUCTION

I - 1 - CONCEPTION GENERALE

Dans l'analyse diagnostic de l'aménagement et de la zone, telle qu'elle est décrite dans la Première Partie, plusieurs conclusions essentielles ont prévalu pour conduire à proposer que l'aménagement de THIOU ait une vocation dominante agro-pastorale:

- La zone de THIOU est beaucoup moins soumise à la pression des animaux et des cultures, ce qui laisse encore une marge d'exploitation suffisante pour accroître sa production céréalière pluviale. En pratique, les terres qui seront disponibles par l'extension du périmètre, devraient donc permettre une sécurisation suffisante des productions vivrières.

- Pour des raisons historiques, la répartition des terres est inégale dans la zone. Une partie de la population, éleveurs essentiellement mais aussi jeunes et femmes ne dispose pas de terres en quantité et en qualité suffisante.

- La zone est traditionnellement une zone d'élevage bovins, ovins et caprins. Cette tradition est attestée par l'importance de la colonie peulh (36 %) de la population et par l'importance des conflits entre agriculteurs et éleveurs. Cette colonie peulh s'est mise depuis quelques années à l'agriculture par nécessité. C'est généralement celle qui ne dispose pas de terres sûres.

I - 2 - DESCRIPTION GENERALE

Dans cette perspective, l'aménagement devrait accueillir prioritairement les ménages agricoles résidents dans la zone de façon permanente qui ne disposent pas de terres suffisantes en qualité ou en quantité, pour garantir leur autosuffisance alimentaire.

Les ménages accueillis sur l'aménagement seront contractuellement et individuellement engagés dans un programme d'exploitation intégrant leurs terres irriguées, leur troupeau et leur parcours.

Les programmes de protection de l'environnement, comme les actions de formation et d'alphabétisation déjà pratiquées seront redéfinis et incorporés aux

engagements des attributaires et organisés dans le cadre du groupement de gestion de l'aménagement.

I - 3 - OBJECTIFS

La création, et à fortiori la réhabilitation et l'extension d'un aménagement hydroagricole répond au double souci des promoteurs d'améliorer les conditions de vie de la population de la zone et de protéger un environnement déjà très dégradé.

En se fondant sur la conception générale, il est possible de définir deux types d'objectifs pour l'aménagement de THIOU.

I - 3 - 1 - OBJECTIFS QUALITATIFS

- Le premier objectif, consistera à sécuriser la partie de la population de la zone qui ne l'est pas encore au plan de sa sécurité alimentaire par l'attribution des parcelles sur le périmètre suite à l'extension de l'aménagement.

- Le second objectif consistera à compléter, renforcer, protéger et entretenir l'aménagement pour lui permettre d'assurer de façon durable sa fonction d'approvisionnement en eau des animaux de la zone ou transhumants.

- Le troisième objectif social que l'aménagement doit pouvoir induire est la responsabilisation de la collectivité dans la gestion de l'aménagement.

- Le troisième objectif sera d'utiliser au mieux les ressources naturelles existantes de la zone, telles que la fumure organique, les résidus de récoltes, les possibilités d'assolements, l'eau en fonction des données techniques, économiques et commerciales.

I - 3 - 2 - OBJECTIFS QUANTITATIFS

1 - OBJECTIFS QUANTITATIFS CEREALIERS

La culture du riz en irriguée est dans les conditions techniques actuelles, compte tenu en particulier de l'existence des semences de bon rendement, la plus productive parmi les céréales.

Aussi pour atteindre les objectifs céréaliers, nous avons considéré les rendements correspondants à la campagne 1997-1998 considérée comme année de croisière dans l'Evaluation Financière Sommaire. (cf. Première Partie Chapitre II-Paragraphe III.).

On retiendra les rendements suivants:

- Riz: 5,5 t / ha
- Maïs: 3,5 t / ha

2 - OBJECTIFS QUANTITATIFS MARAICHERS

L'estimation de l'objectif prend pour base, la culture des oignons, l'haricot vert et la pomme de terre. Comme précédemment les rendements escomptés correspondent à la campagne 1997-1998.

On retiendra les rendements suivants:

- Oignons: 25 t / ha
- Haricot vert: 12 t / ha
- Pomme de terre: 25 t / ha.

II - REHABILITATION DU BARRAGE

La réhabilitation du barrage de THIOU vise une augmentation de la capacité de la retenue par le rehaussement du déversoir. Cette augmentation de la disponibilité en eau contribuera à l'amélioration des conditions de vie de la population, par l'extension du périmètre irrigué en aval du barrage et par le développement des activités pastorales comme décrites ci dessus.

II - 1 - ETUDES TOPOGRAPHIQUES

II - 1 - 1 - PLANS TOPOGRAPHIQUES DISPONIBLES

Les plans topographiques disponibles sont:

- le plan de la cuvette de THIOU à l'échelle 1/5000
- le profil en long de la digue et pied digue amont à l'échelle 1/2000.

Ces plans ont été réalisés par l'ONBAH en 1989-1990 sur financement PNUD (Projet BKF/88/002).

II - 1 - 2 - TRAVAIL REALISE

Levé au 1/2000 du profil en long de l'axe de la digue et du pied digue amont en se référant aux numéros des profils sur le plan topographique de l'ONBAH.(cf. Plan topographique).

II - 1 - 3 - INTERPRETATION DES ETUDES TOPOGRAPHIQUES

La comparaison entre ces deux profils en long nous montre un ensablement prononcé au niveau du déversoir et au niveau des prises de l'ordre de 0,50 m.

Par ailleurs la hauteur maximale du déversoir au dessus du sol n'est présentement que de 0,85 m au niveau central.

II - 1 - 4 - CONCLUSION DES ETUDES TOPOGRAPHIQUES

La configuration actuelle du barrage nous amène à recommander un rehaussement du déversoir et donc éventuellement un rehaussement de la digue.

En effet le site manque d'encaissement et le volume d'eau stocké par le barrage s'avère insuffisant pour une irrigation en saison sèche à cause du déversement instantané du barrage lors de fortes pluies. De l'avis du chef de la ZEA de THIOU, une pluie de 40 mm fait déverser le barrage.

Toutefois les études topographiques ont été insuffisantes et devront être améliorées (Levé topographique de la cuvette) en Avant-projet détaillé pour un calcul définitif de la capacité de la retenue.

Dans toute la suite nous baserons notre étude sur le plan topographique de la cuvette au 1/5000 effectué par l'ONBAH dans le cadre du projet PNUD-DIRH-BKF/88/002.

II - 2 - ETUDES HYDROLOGIQUES

Toutes les méthodes utilisées dans ce paragraphe sont issues du Bulletin 54 "Crues et Apports" de la FAO. Aussi toutes les figures citées dans ce paragraphe ramène à cet ouvrage.

II - 2 - 1 - CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT

Selon l'étude réalisé par la SOGREAH le bassin de THIOU se situe en zone climatique sahélienne:

- Le bassin versant est de forme ovale avec une superficie de 330 Km².
- La pente longitudinale est de 3%,
- L'indice de pente global est de 7 m/Km,
- La longueur du bassin versant est de 28 Km,
- Le classement ORSTOM proposé par la SOGREAH pour le bassin versant de THIOU est de type R3/P3; soit selon la nouvelle nomenclature FAO de type R3/RI,
- Le réseau hydrographique est de type dendritique.

II - 2 - 2 - PLUVIOMETRIE

La région de THIOU est caractérisée par une pluviométrie faible. La sécheresse qui sévit sur l'ensemble du pays depuis une décennie a entraîné la raréfaction des pluies et leur mauvaise répartition dans le temps et dans l'espace.

L'analyse des pluies annuelles a été faite par ajustement à une loi normale de GAUSS à l'aide du logiciel SAFARHY. Ces pluies annuelles utilisées ont été relevées à la station la plus proche soit celle de THIOU (13°49' Nord-2°40 Ouest) et s'étendent sur une durée de 32 ans (1965-1997).

Les données utilisées ainsi que l'ajustement à la loi normale de GAUSS sont présentés en annexe (cf. Annexe II-Pluviométrie et Ajustement Statistique)

La synthèse de cette analyse donne les résultats suivants:

- Pluie médiane: 525,30 mm
- Pluie moyenne annuelle: 554,6 mm
- Pluie décennale sèche: 396 mm
- Pluie décennale humide: 713,2 mm
- Pluie quinquennale sèche: 450,5 mm
- Pluie quinquennale humide: 658,8 mm.

II - 2 - 3 - ECOULEMENT ANNUEL

On entend par écoulement annuel, le volume d'eau susceptible d'arriver à l'exutoire du barrage par an. Le volume d'écoulement annuel est donné par la formule suivante:

$$V = K_e \times S \times P_{an} = L_e \times S$$

avec:

- V: écoulement annuel (m³)
- K_e: coefficient d'écoulement annuel
- S: superficie du bassin versant (m²)
- P_{an}: pluie annuelle considérée (m)
- L_e: lame d'eau écoulée annuelle considérée

Détermination de la lame d'eau écoulée par la méthode de RODIER

La méthode consiste à identifier dans le catalogue des bassins types, celui ou ceux ayant les caractéristiques les plus voisines du bassin étudié pour estimer ainsi l'écoulement annuel de ce dernier.

Pour notre étude nous avons considéré les deux bassins type suivant situés dans la région Nord du BURKINA FASO à environ 100 Kms du site:

● Bassin du FELLEOL (OUDALAN-BURKINA FASO-1964)

- Superficie (S) = 400 Km²; Pluie médiane (P_{med}) = 550 mm; Coefficient d'écoulement médian (K_{med}) = 6%;
- Pente faible, réseau hydrographique mal marqué;
- Forte proportion de sols argileux et argilo-sableux: (sols imperméables)

● Bassin du GOUDEBO à GUEMI (BURKINA FASO-1964-1965)

- Superficie = 390 Km², P_{med} = 550 mm, K_{med} = 4,5%;
- Pente plus forte que sur le FELLEOL
- Plus forte proportion également de terrains perméables que sur le FELLEOL

Les caractéristiques du bassin de THIOU sont les suivants:

● Bassin de THIOU (BURKINA FASO-1976)

- S = 330 Km², P_{med} = 525.30 mm
- Pente forte, réseau hydrographique presque inexistant
- Bassin relativement imperméable, mélange en proportions à peu près égales de sols imperméables et de sols perméables.

L'abaque de la figure 45-Page 137 nous donne les lames d'eau écoulées pour les différentes suivantes:

● Bassin du GOUDEBO à GUEMI (BURKINA FASO-1964-1965)

- lame d'eau écoulée médiane (L_{e0,5}) = 27,5mm
- lame d'eau écoulée quinquennale sèche (L_{e0,8}) = 17,5 mm
- lame d'eau écoulée décennale sèche (L_{e0,9}) = 13,75 mm

● Bassin du FELLEOL (OUDALAN-BURKINA FASO-1964)

- lame d'eau écoulée médiane (L_{e0,5}) = 35 mm
- lame d'eau écoulée quinquennale sèche (L_{e0,8}) = 23,75 mm
- lame d'eau écoulée décennale sèche (L_{e0,9}) = 17,5 mm

En faisant une analyse comparative des deux (2) bassins types avec celle de THIOU, nous avons admis que les caractéristiques du bassin de THIOU sont plus proches de celles de GOUDEBO que celle de FELLEOL (un poids double pour le premier).

Les lames d'eau écoulées des fréquences ci-dessus peuvent être estimées pour le bassin de THIOU par les expressions suivantes:

$$L_{e0,5} = (2 \times 27,5 + 35) / 3 = 30 \text{ mm, soit } K_e = 5,7\%$$

$$L_{e0,8} = (2 \times 17,5 + 23,75) / 3 = 19,6 \text{ mm, soit } K_e = 4,4\%$$

$$L_{e0,9} = (2 \times 13,75 + 17,5) / 3 = 15 \text{ mm, soit } K_e = 3,8\%$$

Les écoulements annuels sont les suivants:

- Année médiane (une fois tous les deux ans): 9.900.000 m³
- Année décennale sèche: 4.950.000 m³
- Année quinquennale sèche: 6.468.000 m³

La capacité maximale de la retenue à la cote du seuil du déversoir est présentement de 4,8 millions m³.

II - 2 - 4 - DETERMINATION DE LA CRUE DE PROJET

Deux approches ont été utilisées pour la détermination de la crue de projet: la méthode déterministe ORSTOM et la méthode CIEH.

1 - METHODE ORSTOM

Dans la méthode, le débit de pointe correspondant au ruissellement superficiel de la crue décennale est défini par la relation:

$$Q = \frac{A \times P_{10} \times K_{r10} \times \alpha_{10} \times S}{T_{b10}}$$

avec:

- A: coefficient d'abattement de la pluie décennale
- P₁₀: hauteur de pluie journalière décennale (mm)
- K_{r10}: coefficient de ruissellement correspondant à la crue décennale
- α₁₀: coefficient de pointe correspondant à la crue décennale
- S: superficie du bassin versant (m²)
- T_{b10}: le temps de base correspondant à la crue décennale (s)

Ces différents paramètres sont déterminés à l'aide d'abaques ou de formules. Seul α₁₀, peut dans de nombreux cas, être assimilé à une constante.

*a - Coefficient d'abattement de la pluie
décennale A*

Il est déterminé à l'aide de l'équation de Vuillaume:

$$A = 1 - \left[\frac{(161 - 0,042 \times \bar{P}_{an}) \times \text{Log} S}{1000} \right]$$

avec:

 \bar{P}_{an} : pluie moyenne annuelle = 554.6 mmS: superficie du bassin versant = 330 Km²**Coefficient d'abattement de la pluie décennale A: 0,65***b - Pluie décennale journalière décennale* P_{10}

Elle est déterminée, d'après les coordonnées géographiques du bassin versant sur les cartes des isohyètes des pluies journalières de fréquence décennale. (cf. Abaque Figure 4-Page 4).

Coordonnées géographiques du bassin versant

Latitude: 13°48' Nord**Longitude:** 2°39' Ouest**Pluie décennale journalière P_{10} : 90 mm***c - Coefficient de ruissellement décennale* K_{r10}

On détermine K_{r70} et K_{r100} . Cette détermination se fait connaissant la superficie du bassin versant, pour une infiltrabilité RI, l'indice global de pente de 7 m/Km (cf. Abaques Figures 11 et 12-Pages 40-41).

Pour des pluies de 70 mm et de 100 mm, les coefficients de ruissellements respectifs correspondants à la crue décennale sont:

Pour $P_{10} = 70$ mm $K_{r10.1} = 15,2 \%$ Pour $P_{10} = 100$ mm $K_{r10.2} = 15,9 \%$

Par interpolation linéaire on trouve donc pour $P_{10} = 90$ mm, un coefficient de ruissellement décennal K_{r10} de 15,7 %.

Coefficient de Ruissellement décennal K_{r10} : 15,7%*d - Temps de base décennale T_{b10}*

Le temps de base est également calculé, connaissant l'indice d'infiltrabilité RI, l'indice global de pente de 7 m/Km et la superficie du bassin versant de 330 Km² (cf. Abaques Figure 16-Page 46).

Temps de base décennale T_{b10} : 1060 minutes ou 17,7 heures.

e - Coefficient de pointe α_{10}

Ce coefficient est pris égal à 2,6

NB: Le bassin versant ne présente aucune particularité conduisant à modifier T_b ou α_{10} ni à procéder à une quelconque correction supplémentaire.

f - Débit maximal ruisselé Q_{r10}

Il est calculé par la formule:

$$Q_{r10} = \frac{\alpha_{10} \times S \times A \times P_{10} \times K_{r10}}{T_{b10}}$$

Débit maximal ruisselé: 124,02 m³/s.

g - Débit de pointe décennale Q_{10}

Il est estimé pour les grands bassins imperméables (plusieurs centaines de Km²) avec un réseau hydrographique bien marqué à:

$$Q_{10} = (1,10 \text{ à } 1,15) Q_{r10}$$

Nous prendrons $Q_{10} = 1,15 Q_{r10}$.

Débit de pointe décennale: 142,6 m³/s

2 - METHODE CIEH

La formulation retenue pour retrouver l'expression du débit de pointe décennale Q_{10} est basée sur un schéma de régression multiple et se présente sous la forme:

$$Q_{10} = a \times S^s \times \bar{P}_{an}^p \times I_g^i \times K_{r10}^k \times D_d^d \times \dots\dots\dots$$

avec:

a, s, p, i, k, d, sont des coefficients à déterminer

S: surface du bassin versant (Km²)

I_g : indice globale de pente (m/Km)

\bar{P}_{an} : pluie moyenne annuelle (mm)

K_{r10} : coefficient de ruissellement décennal (%)

D_d : densité de drainage (Km⁻¹)

(La liste des paramètres à inclure dans le modèle n'est pas limitative)

La détermination de ces coefficients est effectuée par une méthode de régression linéaire multiple.

Le Tableau 11-Page 70 propose les régressions qui ont donné les meilleures résultats. Celles-ci sont présentées en fonction des découpages climatiques par régions ou par groupes de pays.

Parmi ces équations, on sélectionne celles qui montrent une valeur de corrélation multiple r^2 élevé en favorisant les échantillons pour lesquels le nombre d'observations n est élevé, on détermine ainsi les coefficients a, s, p, d, i, k, \dots etc.

Pour notre étude nous avons choisi les équations portant les numéros suivants:

2; 10; 11; 12; 44; 26.

On trouve pour ces équations les débits de pointe décennaux suivants:

- N°2: $Q_{10} = 195 \text{ m}^3/\text{s}$
- N°10: $Q_{10} = 131 \text{ m}^3/\text{s}$
- N°11: $Q_{10} = 128 \text{ m}^3/\text{s}$
- N°12: $Q_{10} = 152 \text{ m}^3/\text{s}$
- N°44: $Q_{10} = 137 \text{ m}^3/\text{s}$
- N°26: $Q_{10} = 160 \text{ m}^3/\text{s}$

Ces résultats montrent que le débit Q_{10} est compris entre $128 \text{ m}^3/\text{s}$ et $195 \text{ m}^3/\text{s}$.

Pour déterminer le débit de pointe Q_{10} , nous avons fait la moyenne de tous les débits obtenus pour les différentes équations.

Débit de pointe décennale $Q_{10} = 150,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

3 - CONCLUSION SUR LA DETERMINATION DU DEBIT DE CRUE DECENNAL Q_{10}

Le calcul de la crue décennal donne $142,6 \text{ m}^3/\text{s}$ par la méthode ORSTOM et $150,5 \text{ m}^3/\text{s}$ par la méthode CIEH. Ces résultats étant voisins, nous adopterons la plus grande valeur approximée pour estimer la crue décennale, donc:

Crue décennale: $Q_{10} = 150 \text{ m}^3/\text{s}$

4 - ESTIMATION DE LA CRUE DE PROJET Q_{100}

D'une manière générale on calcule la valeur du débit de crue centennale à partir de la crue décennale en utilisant le rapport:

$$Q_{100} = C \times Q_{10}$$

où:

$$C = 1 + \left[\frac{(P_{100} - P_{10})}{P_{10}} \right] \times \frac{\left(\frac{T_{b10}}{24} \right)^{0.12}}{K_{r10}}$$

avec:

Q_{100} : crue centennale cherchée (m^3/s)

Q_{10} : crue décennale (m^3/s)

T_{b10} : temps de base du bassin (heures)

P_{100} : pluie centennale de 24 heures

P_{10} : pluie décennale de 24 heures

K_{r10} : coefficient de ruissellement de la crue décennale.

La signification de ce coefficient est très douteuse pour les valeurs de K_{r10} inférieures à 30%, ce qui est le cas de cette étude ($K_{r10} = 15,7\%$).

Aussi nous avons choisi le coefficient proposé par l'ASEER ($C=2,00$), valable surtout pour les grands bassins versants en régime sahélien.

En outre ce coefficient est parfois utilisé par l'ONBAH pour certains bassins versants dans des cas similaires.

Crue de projet: $Q_{100} = 300 m^3/s$.

A titre comparatif les études réalisées par la SOGREAH donne:

Crue décennale: **$130 m^3/s$.**

Crue centennale: **$300 m^3/s$.**

II - 2 - 5 - HYDROGRAMME DE CRUE

Il permet de suivre l'évolution de la crue de projet au cours du temps. L'hydrogramme est tracé à partir du débit de discontinuité Q_d donné par l'expression suivante:

$$Q_d = \frac{2}{\alpha_{10}} \times \frac{(T_{b10} - \alpha_{10} \times T_{m10})}{(T_{b10} - 2 \times T_{m10})} \times Q_{100}$$

Le temps de montée T_{m10} est estimé suivant un processus proche de celui employé pour le calcul du temps de base.

Les Abaques de la Figure 19-Page 54 permettent de le déterminer.

Temps de montée T_{m10} : 270 minutes ou 4,5 heures.

Par suite:

$$T_{b10} = 17,7 \text{ heures}$$

$$T_{m10} = 4,5 \text{ heures}$$

$$Q_{100} = 300 \text{ m}^3/\text{s}$$

Débit de discontinuité: 160 m³/s

L'hydrogramme de crue est représenté en annexe (cf. Annexe III-Hydrogramme de crue).

II - 3 - CONCEPTION TECHNIQUE DU REHAUSSEMENT DU DEVERSOIR

III - 3 - 1 - AUGMENTATION DE LA CAPACITE DU RESERVOIR: RECALAGE DU PLAN D'EAU NORMAL

En général, on fixe cette cote en tenant compte de l'apport annuel, des pertes et des différents besoins.

Pour la présente étude, la configuration topographique du site (cf. Plan topographique de la cuvette au 1/5000) et l'absence d'un levé topographique actuel de la cuvette nous oblige à rester prudent pour le calage du plan d'eau normal.

Ainsi le plan d'eau normal sera calé à la cote 299,00 m de manière à stocker le maximum d'eau et éviter d'éventuelles inondations à l'amont de la retenue. Rappelons que la cote du déversoir est présentement de 298,00 m.

A cette cote le volume d'eau stocké dans le barrage est de 7.630.675 m³ et le plan d'eau couvrira une superficie de 566,40 ha. (cf. Annexe IV-Courbe Hauteur-volume-Courbe Hauteur-surface).

II - 3 - 2 - LAMINAGE DE LA CRUE PAR LA RETENUE: ESTIMATION DE LA LAME D'EAU MAXIMALE PAR APPLICATION DE L'EQUATION DE CONTINUTE

La méthode est basée sur l'équation de continuité et se fait par un tableau de calcul .

Soit Q_c : débit de crue entrant dans la retenue

Q_e : débit sortant de la retenue par l'évacuateur de crue

A: aire du plan d'eau.

Δh : variation de la lame d'eau au dessus de l'évacuateur de crue.

On a:

$$Q_c = Q_e + \frac{\Delta V}{\Delta T}$$

où:

ΔV : variation de volume dans un pas de temps donné ΔT

$$\Delta V = (\bar{Q}_c - \bar{Q}_e) \times \Delta T \text{ et } \Delta V = A \times \Delta h$$

$$\text{Soit } \Delta h = \left(\frac{\bar{Q}_c - \bar{Q}_e}{A} \right) \times \Delta T$$

Le débit sortant de la retenue par l'évacuateur s'écrit alors:

$$Q_e = m \times L \times \sqrt{2 \times g} \times \Delta h^{3/2}$$

avec:

m: coefficient de débit = 0,40 (déversoir semi-Craeger)

L: longueur du déversoir: 50 m

g: accélération de la pesanteur = 10 m/s²

Finalement on a:

$$\Delta h = \frac{(\bar{Q}_c - m \times L \times \sqrt{2 \times g} \times \Delta h^{3/2})}{A}$$

La variation de la lame d'eau Δh s'obtient alors par itération.

La méthodologie de l'itération et le tableau en résultant sont présentés en annexe. (cf. Annexe V-Estimation de la lame d'eau maximale).

De ce tableau il ressort que la charge maximale est de 0,88 m, avec un débit laminé de 82 m³/s.

Nous allons prendre une charge maximale de 0,90 m, soit un débit laminé de 76,4 m³/s.

Cette valeur de charge reste dans les ordres de grandeurs admises pour les déversoirs en béton:

$$0,70 \text{ m} < h_{\max} < 1,00 \text{ m}$$

II - 3 - 3 - LA DIGUE

La digue du barrage de THIOU est de type homogène réalisée en terre compactée. Elle a 1562 m de long.

Compte tenu de la nouvelle cote du déversoir, il convient de recalculer la digue afin de mettre à l'abri la crête du barrage des vagues et remous.

On se fixe comme revanche $R = 0.70$ m. Soit:
Cote déversoir: 299,00 m
Hauteur maximale (h_{\max}): 0,90 m

$$\text{Cote crête} = \text{Cote déversoir} + h_{\max} + R$$

Cote digue : 300,6 m.

La digue sera calée à la cote 300,6 m et aura la même largeur en crête, soit 3,50 m.

II - 4 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES OUVRAGES

II - 4 - 1 - DEVERSOIR

Le déversoir du barrage de THIOU est de type latéral, profil semi-craeger en béton armé.
Le rehaussement pourra se faire en béton armé. La crête du déversoir devra être arrondie.

II - 4 - 2 - DIGUE

Pour le rehaussement de la digue, deux solutions techniques pourront être adoptées (cf. Annexe VI-Type de Digue) après examen des différents coûts, la disponibilité et le transport du matériau.

- La première solution: **Type 1**, la plus classique, consistera à augmenter la revanche en utilisant le même matériau que celui utilisée pour la réalisation de la digue; c'est à dire des graves latéritiques. On s'assurera du bon compactage du matériau.

- La deuxième solution: **Type 2**, consiste à augmenter la revanche en utilisant des blocs latéritiques. On réalisera un petit muret en maçonnerie de moellons au niveau amont de la digue de façon à satisfaire la revanche. On s'assurera de la bonne fondation du muret sur la digue.

Enfin quelques travaux de réfection devront être effectués sur la digue conformément aux problèmes relevés dans le diagnostic du barrage.
(cf. Partie I-Chapitre III-Paragraphe I - 1 - 1).

II - 4 - 3 - PRISES

Les deux ouvrages de prises seront réhabilités. On effectuera un curage des deux tours de prises situées dans la retenue et débouchant à l'aval du barrage dans le bassin de distribution.

Les vannes de commande des conduites enterrées seront en position amont afin de ne pas laisser les conduites en charge.

Ces vannes seront accessibles par une passerelle d'accès.

Les conduites enterrées seront curées, de même que le bassin de distribution en aval pour la prise de la rive gauche.

Notons que les deux conduites de prises seront au pied amont de la digue à la cote 296,80 m afin d'éviter qu'elles ne soient hors d'eau.

III - REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT

III - 1 - REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT EXISTANT

III - 1 - 1 - CANAL PRIMAIRE

La longueur du canal primaire est d'environ 2.000 m. Les travaux à réaliser peu importants sont les suivants:

- Reconstruction d'une paroi du canal cassée sur environ 3 à 5 m,
- Remise en état des joints défailants en mortier ou en bitume de façon à assurer une bonne étanchéité.
- Les dimensions des ouvrages de franchissement (dalots) du canal primaire seront maintenues, mais les protections seront reprises en certains endroits (perré maçonné)

III - 1 - 2 - LES CANAUX SECONDAIRES ET OUVRAGES DE PRISES

La longueur totale des canaux secondaires est d'environ 2.500 m, sur leur quasi totalité, ils sont envasés mais restent en assez bon état. Le curage et la réfection des joints sont les principaux travaux à réaliser sur ce réseau.

Certaines vannettes sont bloquées par la rouille suite à leur inutilisation prolongée. Elles feront l'objet d'une remise en état.

III - 1 - 3 - LES CANAUX TERTIAIRES

Les canaux tertiaires, réalisés en terre, doivent être entièrement repris. Leur longueur totale est d'environ 5.500 m.

Le corps de remblais sera remis en place par le projet et légèrement compacté. L'excavation des canaux dans ce remblais sera réalisée à la main par les paysans attributaires des parcelles dominées par les canaux.

La section du canal sera trapézoïdale avec un talus de 1/1. Les talus extérieurs du remblais seront également de 1/1.

Toutes les caractéristiques hydrauliques de ces canaux devront être calculées et mentionnées sur des plans en Avant Projet - Détaillé. (APD).

III - 1 - 4 - LA COLATURE DE CEINTURE

La colature de ceinture a une longueur totale d'environ 3000 m dont 1000 m environ en rive gauche et 2000 m en rive droite.

La colature de ceinture, actuellement presque inexistante, sera entièrement reconstruite.

Au point de rencontre des différents tronçons et des émissaires ainsi qu'aux changements de direction, une protection en perré maçonné sera réalisée. Les pentes de ce talus pourront être pris égal à 2/1.

Sa réalisation sera faite aux engins

Les émissaires ont une longueur totale d'environ 1000 m.

Les caractéristiques hydrauliques de la colature de ceinture et des émissaires devront être déterminées en APD et mentionnées sur des plans (profils).

III - 1 - 5 - LE RESEAU DES COLATURES INTERIEURES (COLATURES TERTIAIRES, SECONDAIRES, ET PRINCIPALES).

Les colatures tertiaires recueillent les eaux excédentaires des parcelles. Elles seront réalisées à la main par les paysans. Elles se jettent dans les colatures secondaires qui seront elles réalisées par le projet, tout comme les colatures principales qui récupèrent l'eau des colatures secondaires. Les changements de direction des colatures et les jonctions de colatures seront protégés par des ouvrages en perré maçonné.

Les caractéristiques hydrauliques devront être déterminées en APD et consignées sur des plans topographiques (profils).

La longueur des réseaux secondaire et principal est d'environ 5.000 m, de même que celui du réseau tertiaire à la charge des exploitants.

III - 1 - 6 - LE LIT DU MARIGOT

Afin de supporter le passage de la crue décennale (150 m³/s), le reprofilage du lit du marigot est obligatoire. Ce reprofilage sera complété par la reconstruction de la digue de protection côté périmètre. Sa réalisation sera faite aux engins.

Les caractéristiques hydrauliques devront être déterminées en APD et consignées sur des plans topographiques (profils)

III - 1 - 7 - DIGUES DE PROTECTION

Les digues de protection seront reconstruites le long du marigot et remonteront le long des émissaires. Les digues devront être munies d'ouvrages de rejet des eaux intérieures avec clapets anti-retour.

Une diguette de sécurité (renforcement) sera construite le long de la colature de ceinture, elle se situera entre la colature et la piste principale qui longe le canal primaire.

Les caractéristiques des digues de protection seront déterminées et mentionnées sur des plans (profils) en APD.

III - 1 - 8 - PISTE DE CIRCULATION

La piste principale, quasi inexistante actuellement sera entièrement reconstruite. Elle aura une couverture latéritique de 0,20 m d'épaisseur et une largeur de 3,5 m. La longueur totale de la piste est d'environ 3500 m. Les pistes secondaires d'une longueur totale d'environ 1300 m traversant le périmètre seront reconstruites. Elles auront une épaisseur de 0,15 m et une largeur de 2,5 m.

La liaison entre la piste principale et la piste secondaire se fera par des passages en dalots.

Les caractéristiques définitives des pistes, seront déterminées en APD et consignées sur des plans (profils).

III - 2 - ETUDE DE L'EXTENSION DU PERIMETRE IRRIGUE EN AVAL DU BARRAGE

Lorsqu'on veut alimenter par exemple un périmètre irrigué à l'aval d'un barrage, le plan d'eau normal doit être calé de manière à satisfaire les besoins définis tout en tenant compte des pertes estimées.

Les pertes, les besoins en eau humains et pastoraux étant fixés, on fait varier les besoins en eau agricoles et donc la superficie à irriguer.

La superficie aménageable est estimée à 75 ha, déduction faite des zones occupées par le réseau et d'éventuelles zones à exclure.

Nous fixons les superficies pour les différentes spéculations de la manière suivante:

- Cultures pluviales:
 - Riz (40 ha)
 - Maïs (35 ha)

- Cultures de contre saison
 - Riz (40 ha)
 - Maraîchage (35 ha):
 - Haricot vert: (20 ha)
 - Oignons (10 ha)
 - Pomme de terre: (5 ha)

Notons que ces spéculations ont été fixées en fonction de leurs indices de rentabilité. (cf. Partie I-Chapitre I-Paragraphe II - 2 - 1)

L'extension du périmètre suppose une disponibilité de la ressource en eau. Ceci nous amène à faire une simulation de l'exploitation de la réserve.

III - 2 - 1 - SIMULATION DE L'EXPLOITATION DE LA RESERVE

1 - EVAPORATION-EVAPOTRANSPIRATION

Le projet EDR a fait une étude concernant l'évapotranspiration de référence de plusieurs barrages de la zone. Les résultats de cette étude sont présentées en annexe.(cf. Annexe VII-Evapotranspiration de référence)

Nous avons considéré pour notre étude l'évapotranspiration moyenne.

L'évaporation d'une nappe d'eau libre est estimée à 1,15 fois l'évapotranspiration de référence (Recommandations FAO: Bulletin N°24 "Besoins en eau des cultures". Le barrage datant déjà de plusieurs années, on peut admettre que la cuvette est partiellement colmatée, et l'infiltration est estimée à 1mm/j.

Le tableau ci dessous présente l'évapotranspiration de référence Eto, l'évaporation d'une nappe d'eau libre Eo et également l'infiltration.

	Jan	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Eto (mm)	183,3	188,8	210,5	198,3	203,3	175,3	152,8	143,3	152,4	171,3	175,8	190,3
Eo (mm)	210,8	217,1	242,5	228	233,8	201,6	175,7	164,8	175,3	197	202,2	218,8
I(mm)	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31
Total Eto+I	241,8	245,1	273,5	258	264,8	231,6	206,7	195,8	205,3	228	232,2	249,8

2 - BESOINS EN EAU

a - Besoins en eau des cultures

La plus grande partie de la réserve d'eau est perdue par évaporation dans la retenue elle même. Afin de profiter au maximum du stock d'eau pour l'agriculture, il est donc essentiel de débiter l'irrigation le plus tôt possible, c'est à dire en appoint à des cultures pluviales. Dans le cas où la réserve est encore suffisante à la fin de ce premier cycle de culture, on peut en envisager un second. C'est dans cette optique que les besoins ont été calculés: l'irrigation vient avant tout en support aux apports pluvieux naturels.

Les besoins en eau de la culture sont donnés par la formule:

$$\text{Besoins en eau Brut} = \frac{\text{ETP}(\text{culture}) + \text{Percolation} - \text{Pluie efficace}}{\text{Efficience}}$$

- l'évapotranspiration potentielle (ETP) est calculée à partir de l'évapotranspiration de référence (ETO cf. tableau ci dessus) à laquelle est appliquée un coefficient cultural (Kc) propre à la culture et la période de développement. Les coefficients culturaux sont tirés du projet EDR en annexe (cf. Annexe VIII-Cycles végétatifs)

- le passage de la pluie nette à la pluie efficace se fait par application d'un coefficient de 0,8.

Pour chaque culture envisagée, les besoins ont été estimés en année quinquennale sèche : pluie nette mensuelle quinquennale sèche (cf. Annexe IX -Pluies mensuelles quinquennales sèches).

Deux cultures de contre saison ont été envisagées. Il n'est cependant pas certain que le niveau du plan d'eau dans le barrage permette une irrigation complète d'une deuxième campagne à moins de réduire les superficies cultivées.

● Riz pluvial

Semis en pépinière: début Juin-fin Juin.
 Préparation du sol: début Juillet-fin Juillet
 Montaison: début Août-fin Août
 Floraison: début Septembre-mi Octobre
 Arrière saison: mi Octobre-mi Novembre
 Récolte: mi Novembre.

	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	1/2Novembre
ETo (mm)	175,3	152,8	143,3	152,4	171,3	175,8
Kc	1,20	1,00	1,00	1,05	1,05	0,80
ETP (mm)	210,36	152,8	143,3	160,02	179,87	140,64
Percolation (mm)	90	90	42	45	-	-
Pluie nette (mm)	48,42	111,67	131,40	78,47	6,41	0
Pluie efficace (mm)	38,74	89,34	105,12	62,48	5,13	0
Besoins nets des cultures (mm)	261,62	153,46	80,12	142,24	174,74	140,64
Efficiencie	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Besoins bruts des cultures (mm)	373,74	219,23	114,46	203,2	249,63	200,91

Les besoins totaux sont de 1361,17 mm en année quinquennale sèche.

● Maïs pluvial

Semis du maïs
 Phase initial: 1^{er} Juillet au 25 Juillet
 Montaison: fin Juillet-fin Août
 Floraison: Début Septembre-Mi Octobre
 Arrière saison: mi Octobre-mi Novembre
 Récolte: mi Novembre

	Juillet	Août	Septembre	Octobre	½ Novembre
ETo (mm)	152,8	143,33	152,44	171,3	175,8
Kc	0,45	0,45	1,10	1,10	0,55
ETP (mm)	68,76	64,49	167,64	188,43	96,69
Pluie nette(mm)	111,67	131,40	78,47	6,41	0
Pluie efficace (mm)	89,34	105,12	62,78	5,13	0
Besoins nets des cultures (mm)	0	0	104,86	183,3	96,69
Efficiencie	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Besoins bruts des cultures (mm)	0	0	149,8	261,86	138,13

Les besoins totaux sont de 549,79 mm en année quinquennale sèche.

● Maraîchage

Sous le terme de maraîchage sont englobées des cultures ayant des besoins et des durées de cycle végétatifs diverses. Les spéculations envisagées pour la zone de THIOU sont principalement la pomme de terre, l'oignon et l'haricot vert.

Le maraîchage est une spéculation qui vient en deuxième culture, encore appelée culture de contre-saison.

● Haricot vert

Semis des pépinières: début Novembre-mi Novembre

Phase de développement: mi Novembre-mi Janvier

Arrière saison: mi Janvier-Fin Janvier

Récolte: début Février

	Novembre	Décembre	Janvier
ETo (mm)	175,8	190,3	183,3
Kc	0,35	0,35	1,15
ETP (mm)	61,53	66,61	210,80
Pluie nette(mm)	0	0	0
Pluie efficace(mm)	0	0	0
Besoins nets des cultures (mm)	61,53	66,61	210,80
Efficiencie	0,70	0,70	0,70
Besoins bruts des cultures (mm)	87,9	95,16	301,14

Les besoins totaux sont de 484,46 mm en année quinquennale sèche.

• Pomme de terre

Semis des pépinières: début Novembre-fin Novembre
Phase de développement: début Décembre-fin Décembre
Floraison: début Janvier-fin Février
Arrière saison: mi Février-mi Mars
Récolte: fin Mars.

	Novembre	Décembre	Janvier	Février	½ Mars
ETo (mm)	175,8	190,3	183,3	188,8	210,5
Kc	0,45	0,80	0,80	0,80	0,30
ETP (mm)	79,11	152,24	146,64	151,04	63,15
Pluie nette(mm)	0	0	0	0	0
Pluie efficace (mm)	0	0	0	0	0
Besoins nets des cultures (mm)	79,11	152,24	146,64	151,04	63,15
Efficiencie	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Besoins bruts des cultures (mm)	113,01	217,49	209,49	215,77	90,21

Les besoins totaux sont de 845,97 mm en année quinquennale sèche.

• Oignons

Semis des pépinières: début Novembre-mi Novembre
Phase de développement: mi Novembre-mi Décembre
Floraison: mi Décembre-mi Janvier
Arrière saison: mi Janvier-Fin Janvier
Récolte: début Février.

	Novembre	Décembre	Janvier
ETo (mm)	175,8	190,3	183,3
Kc	0,75	0,75	1,10
ETP (mm)	131,8	142,73	201,63
Pluie nette(mm)	0	0	0
Pluie efficace(mm)	0	0	0
Besoins nets des cultures (mm)	131,85	142,73	201,63
Efficiencie	0,70	0,70	0,70
Besoins bruts des cultures (mm)	188,36	203,9	288,04

Les besoins totaux sont de 680,3 mm en année quinquennale sèche.

● Riz de contre saison

Semis en pépinière: début décembre-fin Décembre
 Préparation du sol: début Janvier-mi Janvier
 Repiquage en rizière: mi Janvier-Fin Janvier
 Montaison: début Mars-mi Avril
 Arrière saison: mi Avril-mi Mai
 Récolte: mi Mai.

	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	½ Mai
ETo (mm)	190,3	183,3	188,8	210,5	198,3	203,3
Kc	1,20	1,00	1,00	1,05	1,05	0,80
ETP (mm)	228,36	183,3	188,8	221,03	208,22	162,64
Percolation (mm)	90	90	42	45	-	-
Pluie nette(mm)	0	0	0	0	0	6,81
Pluie efficace (mm)	0	0	0	0	0	5,45
Besoins nets des cultures (mm)	318,36	273,3	230,8	266,03	208,22	157,19
Efficiencie	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
Besoins bruts des cultures (mm)	454,8	390,43	329,71	380,04	297,46	224,76

Les besoins totaux sont de 2077 mm en année quinquennale sèche.

b - Besoins en eau humains

La commune de THIOU ne s'approvisionne pas directement à partir de la retenue.

L'alimentation en eau du village est assurée par plusieurs forages et une multitude de puits réalisés par le FED (cf. Partie I-Chapitre I-Paragraphe-II-3-1).

Aussi nous admettrons que les besoins d'eau humains sont négligeables.

c - Besoins pastoraux

Pour chiffrer les besoins du cheptel, nous nous sommes basés sur les études menées par le projet EDR qui donne le prélèvement pour le bétail par barrage à divers horizons (cf. Annexe X-Besoins Pastoraux).

Pour notre étude nous avons considéré les données de la commune de GOINRE (à 20 Kms de THIOU) et pour l'horizon 2010, soit 59.000 m³; correspondant à environ 4920 m³/mois.

3 - SIMULATION DE L'EXPLOITATION DE LA RETENUE

L'exploitation de l'eau de la réserve est schématisée dans le tableau en annexe (cf. Annexe XI-Besoins en eau).

Ce tableau se présente comme une analyse mensuelle et séquentielle du bilan du stock d'eau dans la retenue.

Ce bilan prend en compte les entrées (apports de ruissellement du bassin versant) et les sorties (évaporation du plan d'eau, infiltration dans la cuvette, consommation pastorale et d'irrigation).

Ce tableau ne se veut pas une modélisation mathématique au sens strict du terme, mais plus simplement une représentation schématique, mais aussi détaillée que possible du bilan de la retenue.

Les conclusions qui peuvent en être tirées demandent de prendre un certain recul face aux chiffres bruts qui doivent pouvoir être interprétés "physiquement".

La figure de l'annexe (cf. Annexe XII-Courbe d'exploitation de la retenue) représente la courbe d'exploitation de la retenue sous une forme classique. Il s'agit en fait d'une description uniquement graphique du programme d'exploitation décrit dans le tableau ci dessus.

III - 2 - 2 - CONCLUSION

Les apports en année quinquennale sèche sont supérieurs à la capacité de la retenue. Il n'y a donc pas de problème de remplissage de celle ci.

Dans tous les cas, la totalité des terres disponibles peuvent être exploitées en première campagne suivant la répartition ci après:

- 40 ha de riz
- 35 ha de maïs

Une deuxième campagne peut être envisagée, mais sans garantie d'approvisionnement en eau jusqu'en fin de cultures surtout pour le riz de contre saison:

- Maraîchage (35 ha)
 - 20 ha: haricot vert
 - 10 ha: Oignon
 - 5 ha: Pomme de terre
- Riz de contre saison: 40 ha.

III - 3 - ETUDE D'IMPACTS

L'extension du périmètre irrigué en aval du barrage engendrera les conséquences suivantes:

- l'afflux de migrants autour du barrage
- les conflits entre agriculteurs et éleveurs
- l'exploitation intensive des ressources naturelles telles que le bois de chauffe, les terres aux alentours du barrage, ...etc.
- l'apparition de nouvelles maladies du fait de l'afflux migratoire.

Toutes ces questions et bien d'autres devront être abordées dans une étude d'impact sur l'environnement en Avant-Projet détaillé.

III - 4 - MISE EN VALEUR

La description détaillée du processus de mise en valeur devra faire l'objet d'une concertation avec les services provinciaux de l'agriculture, de l'élevage ainsi que avec les collectivités locales: groupements villageois, organisation coopérative,...etc.

Tous ces services ou collectivités devront à un niveau ou à un autre intervenir dans le processus de mise en valeur de l'aménagement.

Ce processus de mise en valeur de l'aménagement concernera deux (2) points essentiels:

- Attribution des parcelles

Ce point consistera à la définition de la commission d'attribution, à la définition de la dimension de la parcelle de référence, à la définition des critères et des procédures d'attribution.

- Gestion de l'aménagement

Ce point consistera à la définition des différents programmes: programmes vivrier, maraîcher, d'élevage intégré, de lutte anti-érosive, de reboisement, d'épargne et de crédit, d'alphabétisation formation, d'équipement collectif, d'entretien et de gestion de l'eau.

IV - COUT DE LA REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT

IV - 1 - BORDEREAU DES PRIX UNITAIRES

Les coûts sont calculés à partir de l'extrait du bordereau des prix unitaires des travaux de barrages et aménagement de l'ONBAH.

N°	DESIGNATION	UNITE	PRIX UNITAIRES(F)
1	Déblai à la main en terrain meuble	m ³	2.250
2	Déblai à la main en terrain compact	m ³	3.750
3	Déblai en grande masse aux engins	m ³	1.900
4	Remblai compacté à la main	m ³	2.650
5	Remblai légèrement compacté aux engins	m ³	1.800
6	Perré maçonné	m ²	12.850
7	Perré sec	m ²	8.750
8	Béton de propreté à 150 Kg/m ³	m ³	53.000
9	Béton ordinaire à 250 Kg/m ³	m ³	80.000
10	Béton ordinaire à 300 Kg/m ³ (Revêtement)	m ³	100.000
11	Béton cyclopéen à 250 Kg/m ³	m ³	93.000
12	Buses en béton armé		
	D300	ml	20.000
	D400	ml	28.000
	D500	ml	45.000
13	Terre latéritique pour talus	m ³	3.600
14	Clapets anti-retour (local)	u	267.000
15	Système de vanne pour prise d'eau avec passerelle	u	4.000.000
16	Piste latéritique de 3,50 m de large et 0,20m d'épaisseur	ml	3.000
17	Piste secondaire latéritique de 2,50 m de large et 0,15 m d'épaisseur	ml	1.650
18	Béton légèrement armé à 350 Kg/m ³	m ³	135.000
19	Maçonnerie en moellons	m ³	42.500

IV - 2 - COUT ESTIMATIF DE LA REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT

Ce coût concerne à la fois les travaux de réfection du barrage et des deux prises au niveau de la retenue, ainsi que les travaux de réfection de l'aménagement.

Par ailleurs les quantités par ouvrages ci dessous sont estimées de façon grossières sans avant-métré, et ne constituent que des ordres de grandeurs, compte tenu des approximations faites pour le travail de réhabilitation.

IV - 2 - 1 - DEVIS ESTIMATIF TRAVAUX DE REFECTION DU BARRAGE

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX TOTAL (F)
1 - DIGUE			
Type 1			
Déblais aux engins	m ³	1.000	1.900.000
Remblais compacté aux engins	m ³	3.000	8.100.000
Type 2			
Déblais aux engins	m ³	1.000	1.900.000
Béton de propreté dosé à 150 Kg/m ³	m ³	25	1.325.000
Maçonnerie de moellons	m ³	100	4.250.000
Sous total Type 1			10.000.000
Sous total Type 2			7.475.000
Protection des talus			
Perré sec posé à la main	m ²	100	875.000
Terre latéritique pour talus aval	m ²	100	360.000
Total 1-Type 1			11.235.000
Total 1-Type 2			8.710.000
2 - DEVERSOIR			
Béton ordinaire à 300 Kg/m ³ (revêtement)	m ³	15	1.500.000
Béton légèrement armé à 350 Kg/m ³	m ³	25	3.375.000
Total 2			4.875.000
3 - OUVRAGES DE PRISE			
Système de vanne avec passerelle pour prise d'eau	u	2	8.000.000
Total 3			8.000.000

RECAPITULATIF TRAVAUX DE REFECTION DU BARRAGE

La digue de type 2 est donc la solution retenue

DESIGNATION	MONTANT (F)
Digue	8.710.000
Déversoir	4.875.000
Ouvrages de prises	8.000.000
TOTAL GENERAL	21.585.000

Coût Estimatif des travaux de réfection du barrage: 21.585.000 F.

IV - 2 - 2 - DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE REFECTION DE L'AMENAGEMENT

DESIGNATION	UNITE	QUANTITE	PRIX TOTAL (F)
1 - RESEAU D'IRRIGATION			
Remblai compacté à la main	m ³	6.000	15.900.000
Déblai à la main: Main d'oeuvre paysanne (MOP)	m ³	1.000	3.750.000
Béton ordinaire dosé à 250 Kg/m ³	m ³	10	800.000
Béton armé dosé à 350 Kg/m ³	m ³	5	780.000
Béton de propreté dosé à 150 Kg/m ³	m ³	5	265.000
Total 1			21.495.000
Total 1 Sans Main d'oeuvre Paysanne			17.745.000
2 - RESEAU DE DRAINAGE			
Colatures tertiaires: déblai à la main (MOP)	m ³	1.000	2.250.000
Colatures secondaires, principales, de ceinture, et émissaires: déblai aux engins	m ³	10.000	19.000.000
Perré maçonné	m ²	1.000	12.850.000
Béton ordinaire dosé à 250 Kg/m ³	m ³	50	4.000.000
Reprofilage du marigot: déblai aux engins	m ³	50.000	95.000.000
Total 2			133.100.000
Total sans MOP			130.850.000
3 - DIGUES DE PROTECTION ET OUVRAGES DE PROTECTION			
Remblais légèrement compacté aux engins	m ³	50.000	90.000.000
Déblai de grande masse aux engins	m ³	5.000	9.500.000
Clapets anti retour	u	5	1.335.000
Béton ordinaire dosé à 250 Kg/m ³	m ³	20	1.600.000
Perré maçonné	m ²	500	6.425.000
Béton de propreté dosé à 150 Kg/m ³	m ³	1	53.000
Buse en béton			
D300	ml	20	400.000
D400	ml	20	560.000
D500	ml	10	450.000
Total 3			110.323.000
4 - PISTES DE CIRCULATION ET RADIERS			
Piste principale largeur 3,5 m-épaisseur 0,20 m	ml	3.500	10.500.000
Piste secondaire largeur 2,5 m-épaisseur 0,15 m	ml	1.300	2.145.000
Béton de propreté dosé à 150 Kg/m ³	m ³	30	1.590.000
Béton ordinaire dosé à 250 Kg/m ³	m ³	50	4.000.000
Total 4			18.235.000

RECAPITULATIF TRAVAUX DE REFECTION DE L'AMENAGEMENT

DESIGNATION	MONTANT (F)
Réseau d'irrigation	21.495.000
Réseau de drainage	133.100.000
Digues de protection et ouvrages	110.323.000
Réseau de pistes et radiers	18.235.000
Total	283.153.000
Coût MOP	6.000.000
Total Réhabilitation sans MOP	277.153.000

Coût estimatif des travaux de réfection de l'aménagement: 277.153.000 F
Coût de réhabilitation à l'hectare: 6.928.825 F

IV - 2 - 3 - COUT DE L'EXTENSION DU PERIMETRE

Ce coût concerne l'aménagement de 35 ha sur la plaine irriguée de THIOU principalement sur la rive gauche du barrage.

Le coût de l'aménagement pratiqué au BURKINA FASO par l'ONBAH pour les projets d'aménagement hydroagricole de type gravitaire est compris entre 1.000.000 F/ha et 1.500.000 F/ha.

N'ayant pas réalisé une étude sur la conception de ce réseau d'irrigation, et compte tenu du caractère particulier de cet aménagement (périmètre situé de part et d'autre d'un marigot), nous avons considéré en première approximation un coût d'environ 1.500.000 F/ha.

Ainsi le projet d'extension du périmètre nécessitera un investissement initial d'environ 52.500.000 F.

IV - 2 - 4 - RECAPITULATIF GENERAL DES COUT DE REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE

DESIGNATION	MONTANT (F)
Travaux de réfection de l'aménagement (sans MOP)	277.153.000
Travaux de réfection du barrage	21.585.000
Travaux d'extension de l'aménagement	52.500.000
TOTAL	351.238.000
Main d'oeuvre paysanne (MOP)	6.000.000
TOTAL GENERAL	357.238.000

Coût de la réhabilitation de l'aménagement est de 357.238.000 F.

CHAPITRE II: EVALUATION FINANCIERE SOMMAIRE DU PROJET DE REHABILITATION DU PERIMETRE IRRIGUE DE THIOU

L'extension d'un projet déjà existant implique bien évidemment une analyse soignée du passé de ce projet. Sur un plan financier, une telle analyse suppose le dépouillement des bilans, comptes d'exploitation et autres documents comptables concernant la gestion du projet.

Cette partie a été traitée dans l'analyse diagnostic de l'aménagement (cf. PARTIE I-Chapitre II-Paragraphe III).

Pour le cas de l'extension du périmètre irrigué de THIOU, nous analyserons le projet global dans son ensemble, c'est à dire sur 75 ha aménageables et seulement après nous procéderons à une comparaison du projet avec ou sans extension.

L'analyse financière sommaire est faite sur une période de 10 ans et comprend:

- l'estimation des dépenses et des recettes d'exploitation du périmètre
- le coût du projet (Investissement initial)
- l'échéancier Investissements/Renouvellements
- l'échéancier recettes/dépenses
- la rentabilité du projet mesurée par le taux de rentabilité interne et le délai de récupération des capitaux investis.
- Une proposition de financement du projet.

I - DONNEES DE BASE

I - 1 - DEPENSES D'EXPLOITATION

I - 1 - 1 - LES INTRANTS

L'exploitation annuelle du périmètre se fait en deux campagnes d'environ cinq (5) mois chacune pour le riz (40 ha). Le maïs se fait en une seule campagne de cinq mois au cours de la saison hivernale (35 ha). Le maraîchage concerne (35 ha) et se fait en contre saison, la production vise essentiellement le haricot vert sur (20 ha), l'oignon sur (10 ha) et la pomme de terre sur (5 ha).

Les hypothèses de calcul (prix, rendement, dépenses en intrants, dépenses en fonctionnement et entretien,...etc.) sont les mêmes que celles utilisées en année de croisière 1997-1998 (cf. Partie I-Chapitre II-Paragraphe III).

Les résultats des dépenses annuelles en intrants sont donc les suivants:

- Cultures vivrières: 1.145.000 F
- Cultures maraîchères: 15.655.000 F

Soit des dépenses annuelles en intrants de 16.800.000 F.

I - 1- 2 - DEPENSES DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN

Les frais annuels d'entretiens sont fonction des superficies cultivées (cf. PARTIE I-Chapitre II-Paragraphe III).

Nous avons supposé que toute la superficie est cultivée dès les premières années de l'exploitation de l'aménagement:

Aussi les **dépenses annuels d'entretien** s'élèvent à environ **600.000 F**.

Les dépenses de fonctionnement se réduisent aux salaires de deux aiguardiers (un aiguardier sur chaque rive) estimés à 10.000 F/mois/aiguardier, soit 200.000 F/an.

Les **dépenses annuelles de fonctionnement et d'entretien** s'élèvent à environ **800.000 F**.

L'encadrement agricole sera assuré par le CRPA, structure du ministère de l'agriculture.

Aussi les coûts de l'encadrement agricole sont assurés par l'Etat, ils ne figureront pas dans les dépenses de fonctionnement du périmètre.

Les dépenses annuelles d'exploitation du projet sont récapitulées dans le tableau suivant:

DESIGNATION	MONTANT (F)
Dépenses en intrants	16.800.000
Dépenses de fonctionnement et d'entretien	800.000
Total	17.600.000
Dépenses annuelles d'exploitation du projet	18.000.000

I - 2 - RECETTES D'EXPLOITATION DU PROJET

Sur tout le périmètre irrigué (75 ha) les rendements sont ceux définis dans les objectifs de réhabilitation de l'aménagement (cf. Chapitre I-Paragraphe I)

- Céréales

Riz: 5,5 t/ha

Maïs: 3,5 t/ha

- Maraîchage

Haricot vert : 12 t/ha

Pomme de terre: 25 t/ha

Oignons: 25 t/ha

Les prix pratiqués actuellement aux exploitants sont les suivants:

Riz paddy: 105 F/Kg

Maïs: 80 F/Kg

Oignons: 75 F/Kg

Pomme de terre: 175 F/Kg

Haricot vert: 250 F/Kg.

Les productions annuelles sont donc les suivantes:

Riz paddy: 440 tonnes

Maïs: 122,5 tonnes

Oignons: 250 tonnes

Haricot vert: 240 tonnes

Pomme de terre: 125 tonnes.

Les recettes d'exploitation pour les différentes spéculations sont les suivantes:

- Riz paddy: 46.200.000 F

- Maïs: 9.800.000 F

- Oignons: 18.750.000 F

- Haricot vert: 60.000.000 F

- Pomme de terre: 21.875.000 F

Les recettes annuelles d'exploitation s'élèvent à 156.625.000 F.

La montée en production sera prévue de la façon suivante:

- Année 1: 78.312.500 F (50 % de la production)

- Année 2: 117.468.750 F (75 % de la production)

- Année 3 et suivantes: 156.625.000 F (100 % de la production)

L'année 3 représente donc l'année de croisière du projet.

II - COUT DU PROJET: INVESTISSEMENT INITIAL

Les dépenses de fonctionnement, d'entretien et en intrants constituent pour la première année les besoins en fonds de roulement (BFR) pour un bon démarrage du projet

L'investissement est réalisé entièrement à l'année 0.

RUBRIQUES	MONTANT (F)
Travaux de Réfection de l'Aménagement	277.153.000
Travaux de Réfection du Barrage	21.585.000
Travaux d'Extension du Périmètre	52.500.000
Fonds de Roulement (BFR)	18.000.000
TOTAL	369.238.000

L'Investissement initial s'élève à 369.238.000 F.(y compris BFR).

A cet investissement initial, il faut ajouter l'investissement existant soit 221.509.855 F.

III - AMORTISSEMENT PHYSIQUES

RUBRIQUES	Valeur Initiale (F)	Durée de Vie (ans)	Amortissement annuel (F)
Réseau d'irrigation et ouvrages	21.495.000	20	1.074.750
Réseau de Drainage et Ouvrages	133.100.000	15	8.873.335
Digues de protection et ouvrages	110.323.000	15	7.354.870
Réseau de pistes et radier	18.325.000	20	916.250
Digue de barrage	8.710.000	10	871.000
Déversoir	4.875.000	20	243.750
Ouvrages de prise	8.000.000	15	533.335
TOTAL			19.867.290

L'amortissement annuel est d'environ 19.867.290 F.

IV - ECHEANCIER RECETTES/DEPENSES

RUBRIQUES	Année 0	Année 1	Année 2	Année 3	Année 4	Année 5	.....	Année 10
A - Recettes	-	78.312.500	117.468.750	156.625.000	156.625.000	156.625.000	.....	156.625.000
B - Investissements								
Aménagement existant	221.509.855	-	-	-	-	-		-
Investissement initial	351.238.000	-	-	-	-	-		-
Renouvellement		18.000.000	-	-	-	-		-
Augmentation (BFR)								
C - Dépenses d'exploitation		18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	18.000.000	.....	18.000.000
D - Flux financiers	-572.747.855	36.312.500	99.468.750	138.625.000	138.625.000	138.625.000		138.625.000
D = A - B - C								
FLUX CUMULES	-572.747.855	-536.435.355	-436.966.605	-298.341.605	-159.716.605	-21.091.605		672.033.395

Pay Back Period (délai de récupération des capitaux investis): 6 ans.

V - RENTABILITE DES CAPITAUX INVESTIS

Calcul du Taux de Rendement Interne (T.R.I)

Le TRI correspond au taux d'actualisation qui annule le bénéfice actualisé (VAN) donné par l'expression suivante:

$$VAN_{i\%} = \sum_{n=0}^{10} (R_n - I_n - D_n) \times (1+i)^{-n}$$

avec:

R_n : Recettes de l'année n

I_n : Investissements de l'année

D_n : Dépenses de l'année n

$VAN_{16\%} = - 20.041.600 \text{ F}$

$VAN_{14\%} = - 30.458.907 \text{ F}$

d'ou TRI = 15,2%

Le Taux de Rendement Interne du projet est donc de 15%.

VI - COMPTE DE RESULTAT PREVISIONNEL D'UN EXPLOITANT

Chaque exploitant disposera d'une parcelle de 0,20 ha qu'il cultive en saison pluvieuse en cultures vivrières (riz ou maïs) et en contre-saison en cultures maraîchères.

Nous choisissons de présenter le compte de résultat de l'exploitant en supposant qu'il cultive principalement le riz en saison pluvieuse et le haricot vert en saison sèche.

Les quantités vendues seront déterminées proportionnellement aux quantités de production commercialisés (cf tableau 5. de la partie I-Chapitre II-Paragraphe III)

Les dépenses en intrants, ainsi que les dépenses de fonctionnement et d'entretien sont déterminés proportionnellement aux superficies.

L'année considérée correspond à l'année 3: année de croisière.

Les rendements des spéculations considérées sont identiques aux estimations des objectifs quantitatifs du projet. Les prix pratiqués sont les mêmes que précédemment.

COMPTE DE RESULTAT PREVISIONNEL D'UN EXPLOITANT

CHARGES		PRODUITS	
1 - Intrants		Vente	
Semences améliorées		Riz (33 Kg)	3.465
Riz	2.000	Haricot vert (1.500Kg)	375.000
Haricot vert	50.000		
Engrais		Autoconsommation	
Riz	-	Riz (1.067 Kg)	112.035
Haricot vert	25.000	Haricot vert (900 Kg)	225.000
Produits phytosanitaires			
Riz	600		
Haricot vert	600		
2 - Fonctionnement et Entretien			
Entretien	1.525		
Salaire aiguardier	500		
3 - Amortissement			
	52.980		
BENEFICE			
	582.295		
REVENU MONETAIRE			
	298.240		
TOTAL			715.500
	715.500		715.500

Bénéfice annuel: 715.500F

Revenu monétaire: 298.240F

VII - ANALYSE DES POSSIBILITES DE FINANCEMENT

La réhabilitation de l'aménagement et l'extension du périmètre irrigué requiert des ressources, non seulement pour démarrer mais aussi tout au long de son exploitation. Il faudra financer les investissements sur le long terme ainsi que l'exploitation du périmètre au jour le jour.

En outre le taux de rendement interne obtenu nous permet de recommander le financement de cet projet.

Le projet étant un projet de développement socio-économique qui vise l'autosuffisance alimentaire et la commercialisation des suppléments de production nécessite l'implication de l'état, des bénéficiaires et éventuellement des Organismes non Gouvernementaux ONG.

A cet effet nous faisons les propositions suivantes:

● Contribution des bénéficiaires

La participation physique des bénéficiaires est estimée à 6.000.000 F. Elle se traduira en main d'oeuvre non spécialisée.

Notons que cette participation des populations nécessite une sensibilisation et une mobilisation préalable.

● Contribution de l'Etat

La Banque Africaine de Développement fixe le taux de contribution des Etats pour le financement des projets à environ 10%, soit environ 36.923.800 F.

Cette participation pourra se faire sous forme de subvention des besoins en fonds de roulement pour le démarrage du projet, soit 18.000.000 F et le reste sous la forme de préparation du chantier des travaux, soit 18.923.800 F. L'Etat burkinabé pourrait solliciter l'aide de certains ONG, intervenant dans la zone du projet pour une participation financière.

● Crédit d'Investissements physiques

Ce crédit concerne le coût de la réhabilitation de l'aménagement ainsi que l'extension du périmètre, soit un montant de 344.314.200 F. Cet investissement pourra être financé par la Banque Africaine de Développement sur environ deux (2) années au maximum.

VIII - CONCLUSION SUR L'ANALYSE FINANCIERE SOMMAIRE

Le taux de rendement interne obtenu (15%) donne une indication sur le taux maximum d'intérêt supporté par ce projet, sachant que la quasi totalité de ses besoins de financement seront couverte par le prêt du Groupe de la BAD.

Ce taux est satisfaisant par rapport au taux d'intérêt moyen pratiqué par les organismes de crédit au BURKINA FASO qui est de l'ordre de 10%; le projet est à priori rentable.

Le compte de résultat réel en année de croisière d'un exploitant nous donne un résultat très positif qui n'intègre pas les intérêts financiers.

CONCLUSION

L'expérience accumulée en matière de conception et de réalisation des petits barrages au BURKINA FASO a permis de mettre au point un modèle d'ouvrages perfectible certes, mais qui a fait ses preuves.

Les principaux problèmes rencontrés concernent essentiellement l'utilisation des barrages.

En effet on constate que les ouvrages existants ne sont pas encore tous valorisés; il reste des potentialités importantes en particulier, dans les domaines pastorale piscicole et agricole qui pourraient être utilisées au prix d'aménagement dont la réalisation requiert la coordination de tous les différents services concernés.

Aussi à partir de l'évaluation de l'aménagement hydroagricole de THIOU, nous avons rassemblé différentes propositions en matière d'entretien et d'utilisation des petits barrages au BURKINA FASO.

RECOMMANDATIONS EN MATIERE D'ENTRETIEN

L'entretien s'il est effectué régulièrement, permet d'économiser sur les réfections ultérieures.

Cependant, les visites périodiques sur des sites dispersés coûtent cher pour un résultat non visible immédiatement. Or il est indispensable de lier entretien et fonctionnement. Ces visites pourraient être valorisées par la collecte des informations sur le fonctionnement des ouvrages: données hydrologiques (limnimétrie, pluviométrie, évaporation,...etc.), données sur l'utilisation (consommation en eau des périmètres d'irrigation éventuels, résultats des campagnes agricoles, des sondages sur la fréquentation par les troupeaux, les rendements piscicoles). Cela nécessiterait une coordination des divers services.

RECOMMANDATIONS EN MATIERE D'UTILISATION

Alimentation en eau des populations

L'amélioration des conditions sanitaires d'alimentation en eau de boisson des populations peut être obtenue de diverses manières entre autres l'utilisation des puits sur le pourtour de la retenue utilisant la nappe d'accompagnement; cela suppose connues les relations entre retenue et nappe.

et le risque de dégradations des ressources existantes lié à la concentration des troupeaux sur les points d'eau.

Pour pouvoir mettre en place une programmation de l'utilisation pastorale des retenues, il serait nécessaire:

- de recenser les sites les plus exposés et connaître leur taux de fréquentation;
- d'évaluer et suivre les ressources en pâturages existantes en rapport avec les points d'eau et les déplacements du bétail.

Utilisation piscicole

L'utilisation piscicole rationnelle des retenues existantes représente une source potentielle de protéines animales importante et mobilisable à peu de frais.

Une pisciculture de type villageoise exploitant et améliorant la productivité naturelle des retenues permettrait d'atteindre cet objectif..

L'importance économique potentielle de cette activité piscicole justifie qu'elle soit prise en compte lors de la conception des ouvrages, en particulier d'hydraulique agricole, afin que les deux activités puissent coexister (maintien d'une lame d'eau suffisante en fin de saison sèche).

Utilisation agricole

L'utilisation agricole des retenues semble loin d'épuiser les potentialités actuelles offertes par les barrages existants. Une reconnaissance pédologique systématique des terres immédiatement à l'aval et à l'amont des barrages existants permettrait de préciser les superficies qu'il serait possible de mettre en valeur à partir des ressources en eau existantes, et le type de mise en valeur possible.

L'étude à partir du suivi limnimétrique ou limnigraphique des courbes de remplissage et des déversements permettrait de préciser les potentialités en irrigation de complément en saison des pluies.

Enfin la recherche, d'une meilleure efficacité des périmètres d'irrigation nécessiterait l'étude du fonctionnement hydraulique réel de ces périmètres dans leur contexte socio-économique.

ANNEXES

Annexe I: IMAGES PHOTOGRAPHIQUES

Annexe II: PLUVIOMETRIES ANNUELLES DE THIOU-AJUSTEMENT STATISTIQUES

Annexe III: HYDROGRAMME DE CRUE

Annexe IV: COURBE HAUTEUR-VOLUME , HAUTEUR-SURFACE

Annexe V: ESTIMATION DE LA CHARGE MAXIMALE SUR LE DEVERSOIR

Annexe VI: TYPE DE DIGUE

Annexe VII: CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION AUTOUR DES BARRAGES

Annexe VIII: CYCLES VEGETATIFS DES PRINCIPALES CULTURES AUTOUR DES BARRAGES

Annexe IX: PLUIES MENSUELLES - AJUSTEMENTS STATISTIQUES

Annexe X: BESOINS EN EAU PASTORAUX

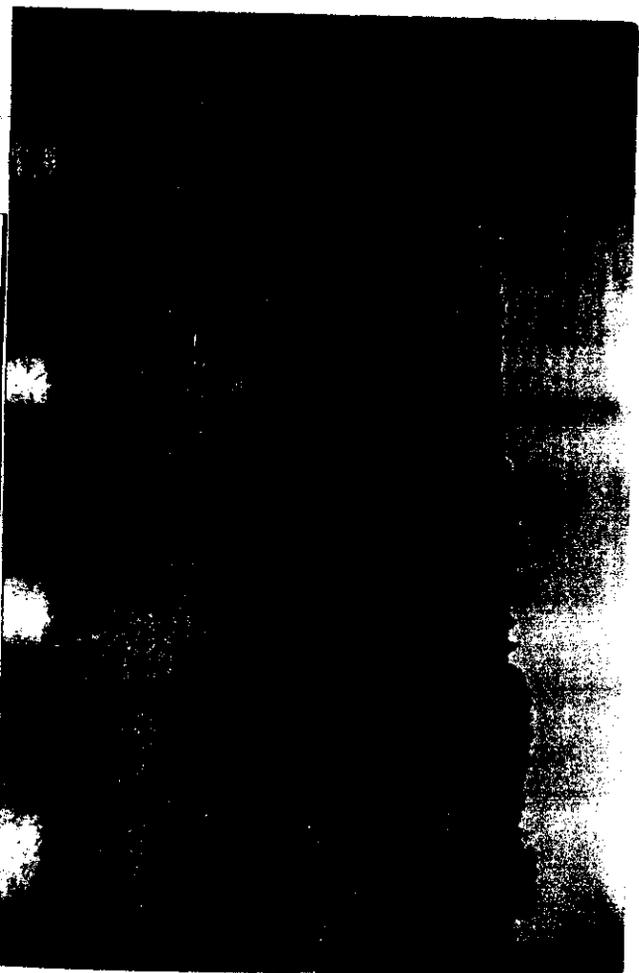
Annexe XI: RECAPITULATIF DES BESOINS EN EAU

Annexe XII: COURBE D'EXPLOITATION DE LA RETENUE

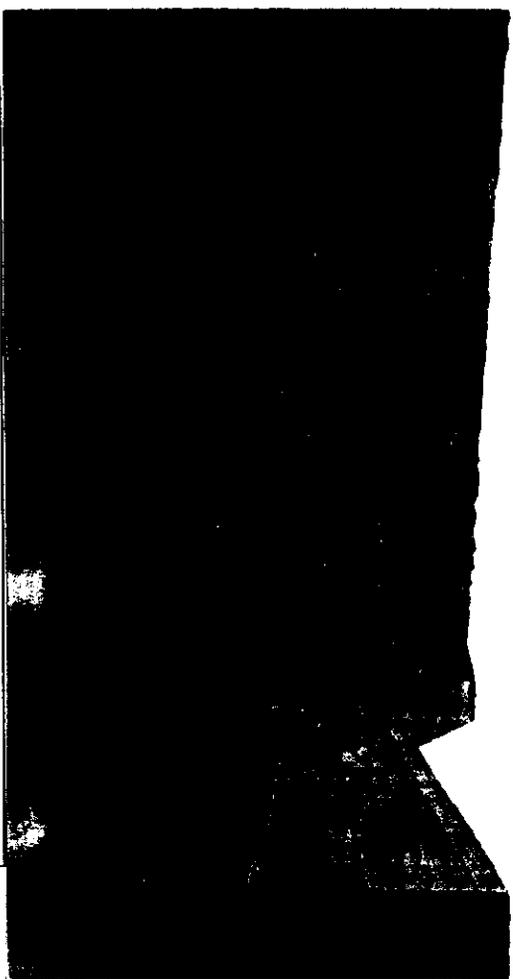
Annexe I: IMAGES PHOTOGRAPHIQUES



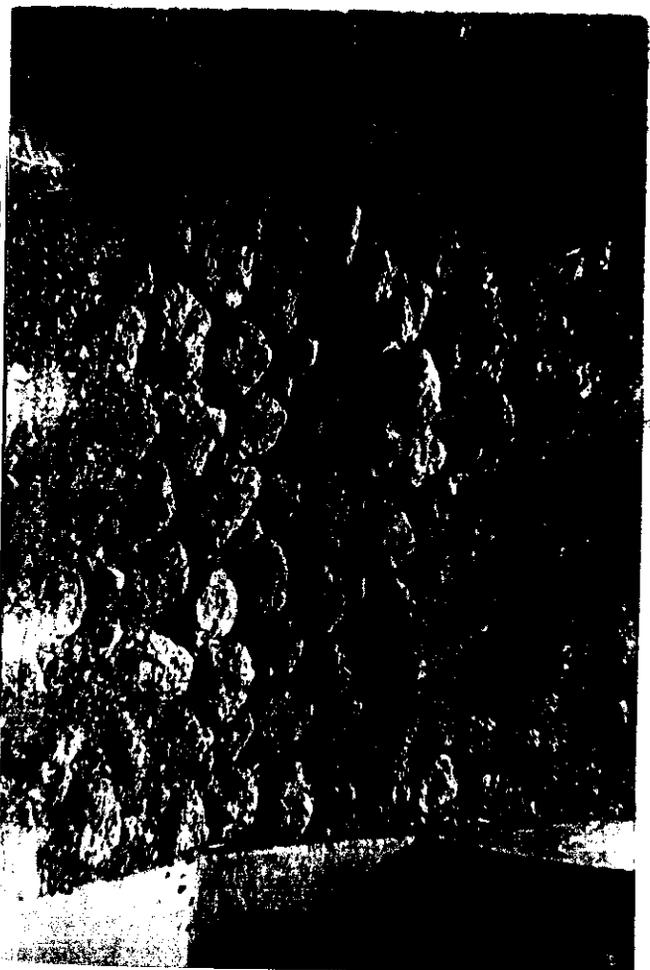
1 - CRETE DIGUE (Couche latéritique)



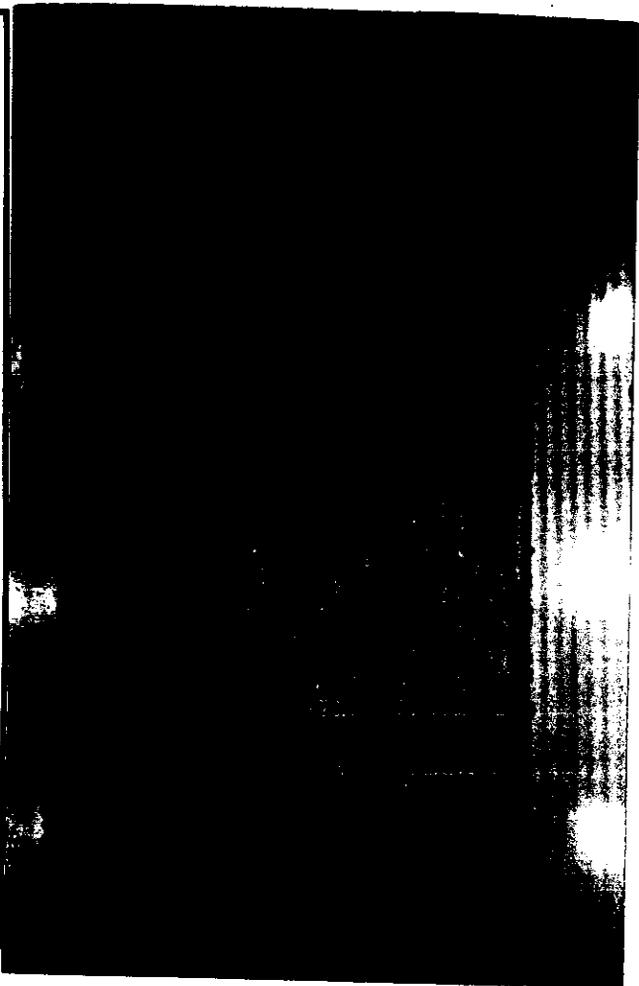
2 - TALUS AVAL (Grave latéritique)



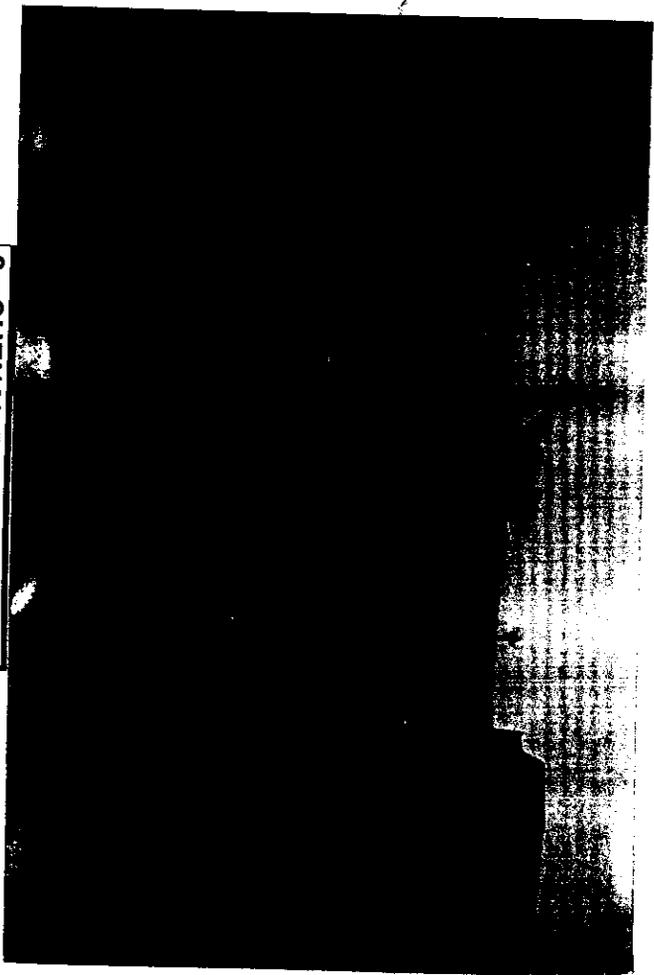
3 - TALUS AMONT (Perré sec recouvert de latérite)



4 - DEGRADATION DU TALUS AMONT



1 - DEVERSOIR EN BETON ARME + BETON CYCLOPEEN



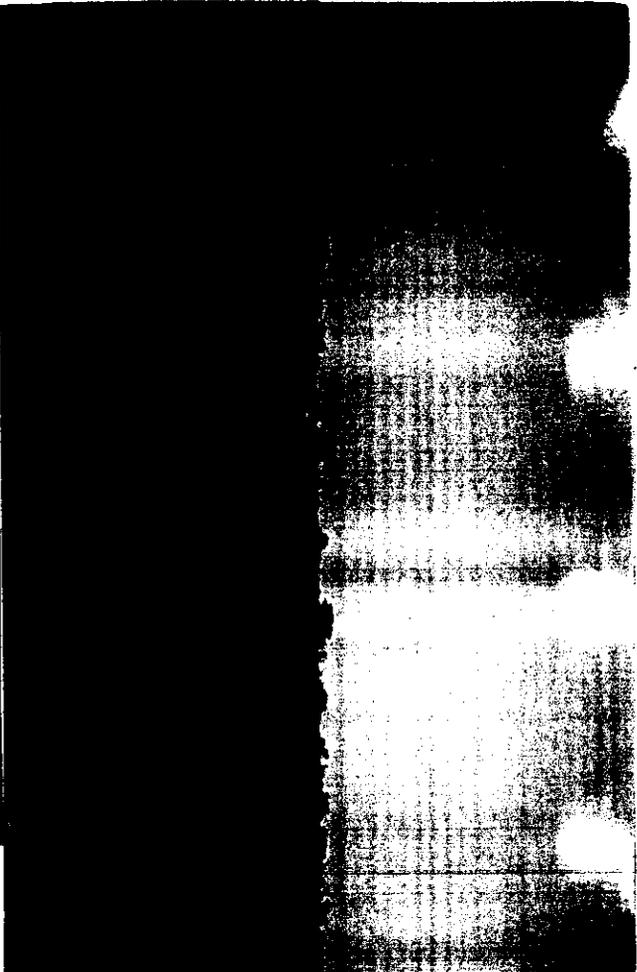
2 - CHENAL D'EVACUATION



3 - AFFOUILLEMENT AU PIED DU BASSIN DE DISSIPATION



4 - CHENAL D'EVACUATION



1 - ENTREE TOUR DE PRISE RIVE GAUCHE



2 - PASSERELLE TOUR DE PRISE RIVE GAUCHE



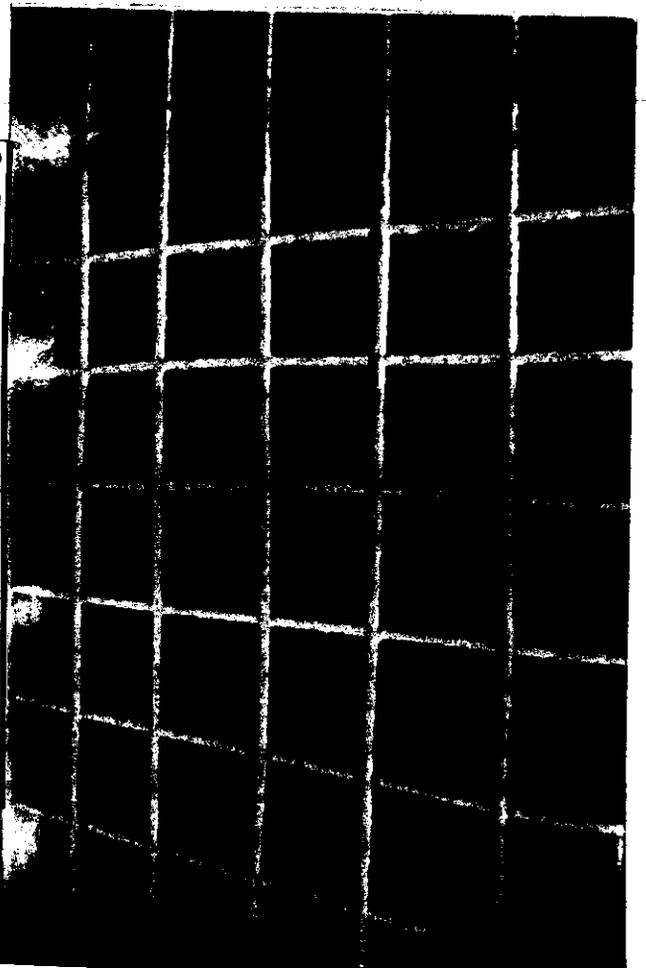
3 - ENVASEMENT DE LA PRISE RIVE GAUCHE



4 - PUISARD AVAL ENVASE RIVE GAUCHE



1 - DESTRUCTION DE LA PASSERELLE R. D



2 - DEGRILLEURS ENTREE PRISE R. D



3 - VANNE BAC DE RECEPTION A L'AVAL R.D



4 - DEVERSOIR LATERAL DE SECURITE R. D



1 - DEVIATION DU CANAL PRIMAIRE



2 - CANAL PRIMAIRE CASSE



3 - PONT CANAL



4 - PARPAINGS OTES DU MUR CANAL PRIMAIRE



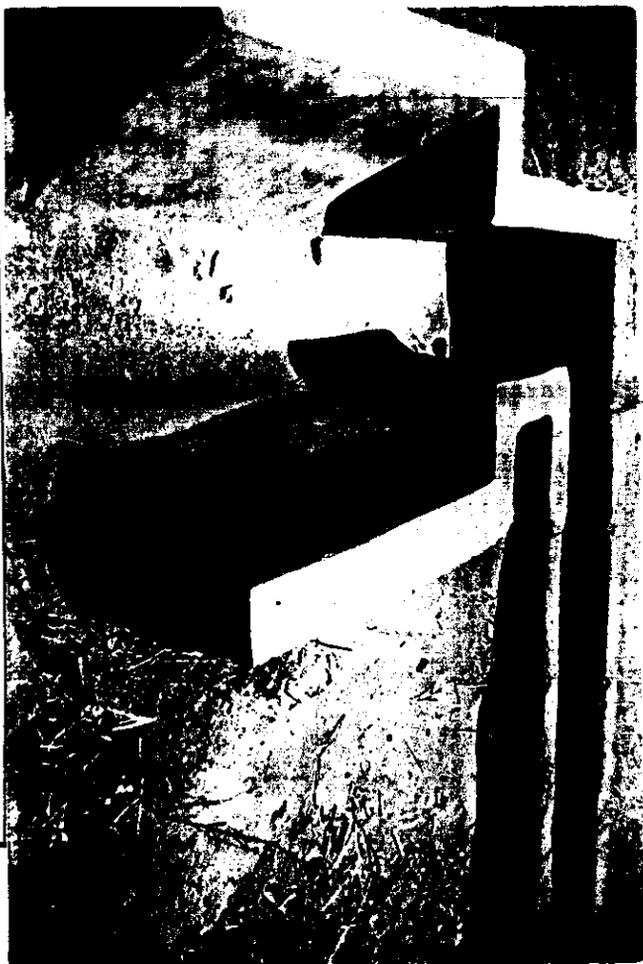
1 - SECONDAIRE MUNI D'UNE VANNETTE



3 - PARTITEUR FIXE 1/2 1/2



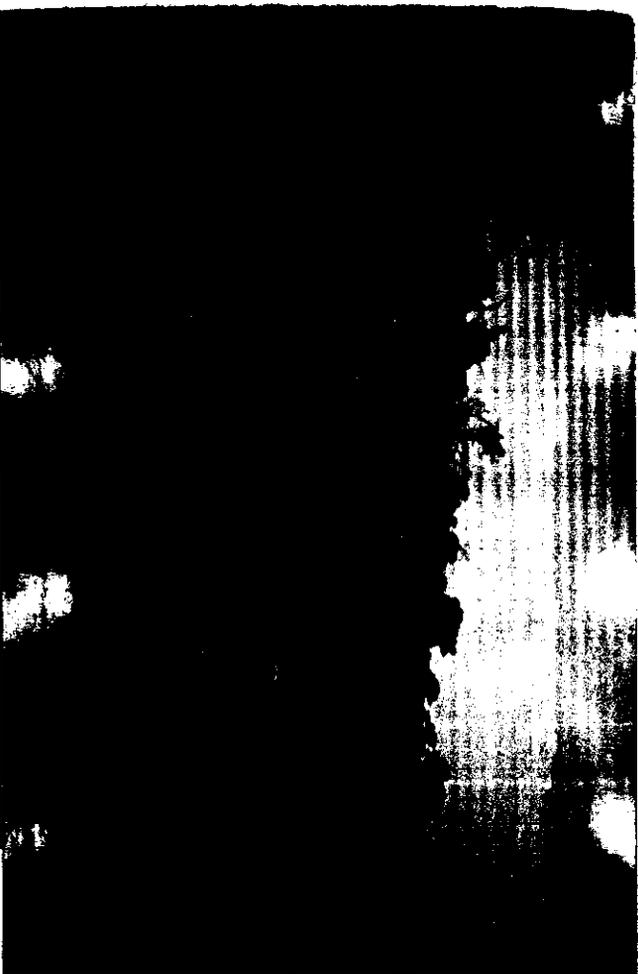
2 - DEBUT D'EROSION



4 - CANAL ARROSEUR



1 - DIGUETTE DE PROTECTION PERIMETRE R. D



3 - DIGUETTE DE PROTECTION PERIMETRE R. G



2 - DIGUETTE DE PROTECTION PERIMETRE R. G



4 - DIGUETTE DE PROTECTION PERIMETRE R. D

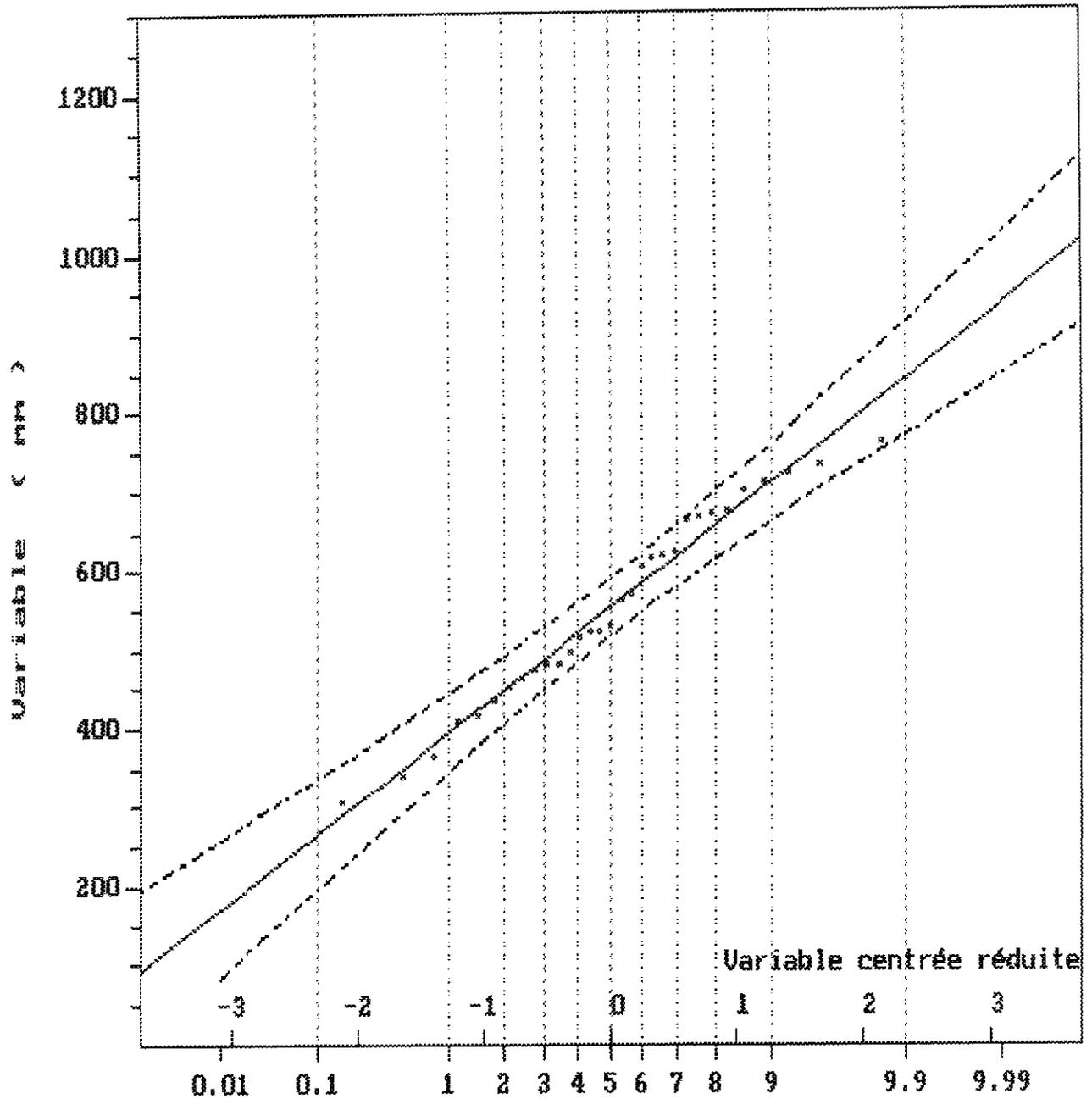
Annexe II: Pluviométrie Annuelle de THIOU-Ajustement Statistique

Année	Total
1965	763.2
1966	735.8
1967	666.2
1968	724.3
1969	671.7
1970	478.6
1971	675.6
1972	483.0
1973	484.5
1974	524.4
1975	454.4
1976	618.2
1977	497.2
1978	627.6
1979	531.2
1980	437.9
1981	624.0
1982	367.3
1983	409.9
1984	308.5
1985	341.4
1986	518.4
1987	466.6
1988	609.5
1989	612.2
1990	418.2
1991	701.8
1992	573.5
1993	565.0
1994	714.3
1995	525.3
1996	674.4
1997	590.9

AJUSTEMENT

— Loi théorique
 Observations
 - - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE ANNUELLE DE LA STATION DE THIOU



Loi NORMALE
 Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

Table des quantiles et des intervalles de confiance.

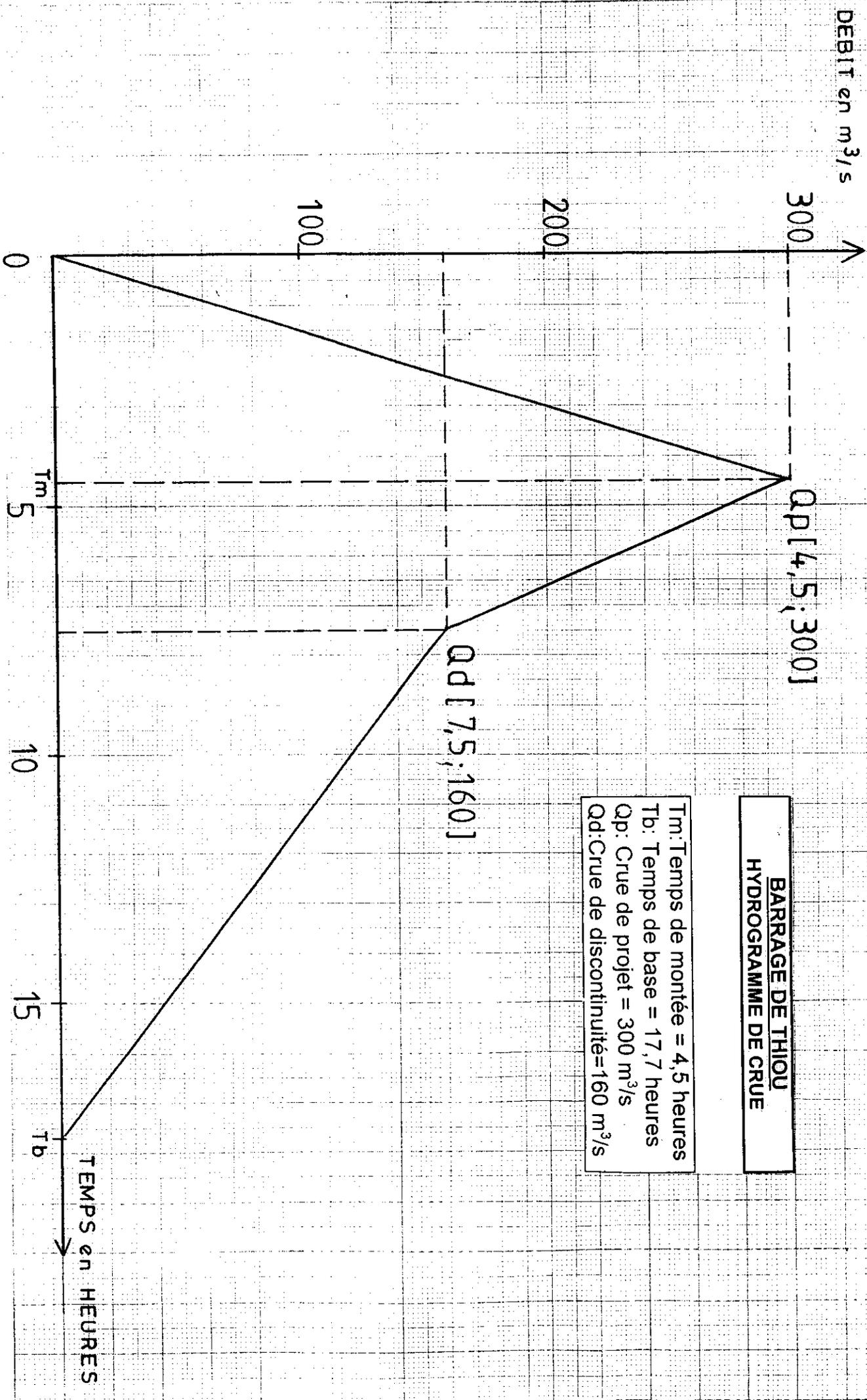
Loi : NORMALE

Methode : Maximum de vraisemblance

Echantillon : A:\GOA

Probabilites	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		infrieure	suprieure
0.0001	94.338	-66.750	255.426
0.0010	172.158	34.567	309.748
0.0020	198.404	68.571	328.236
0.0050	235.821	116.851	354.790
0.0080	256.478	143.386	369.571
0.0100	266.697	156.474	376.920
0.0200	300.434	199.479	401.390
0.0500	351.040	263.216	438.864
0.0800	380.716	300.005	461.427
0.1000	396.003	318.735	473.271
0.1500	426.339	355.353	497.325
0.2000	450.449	383.821	517.077
0.2500	471.134	407.699	534.568
0.3000	489.709	428.643	550.775
0.3500	506.922	447.578	566.265
0.4000	523.255	465.087	581.423
0.4500	539.058	481.576	596.539
0.5000	554.610	497.354	611.866
0.5500	570.162	512.680	627.643
0.6000	585.964	527.797	644.132
0.6500	602.298	542.954	661.641
0.7000	619.510	558.445	680.576
0.7500	638.086	574.651	701.520
0.8000	658.770	592.142	725.398
0.8500	682.880	611.894	753.866
0.9000	713.217	635.949	790.485
0.9200	728.504	647.792	809.215
0.9500	758.179	670.356	846.003
0.9800	808.785	707.830	909.740
0.9900	842.522	732.299	952.745
0.9920	852.741	739.648	965.834
0.9950	873.399	754.429	992.368
0.9980	910.816	780.983	1040.648
0.9990	937.062	799.471	1074.653
0.9999	1014.881	853.793	1175.969

ANNEXE III



Annexe VII: Résultat du Calcul de l'Évapotranspiration sur les principales stations synoptiques du NAKAMBE Méthode Penman

Quahigouya	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
1981					195	194	169	164	155	170		
1982					196	189	186	165	168	165		
1983					222	175	171	163	164	175		
1984					214	191	188	172	159	163		
1985					213	192	155	149	150	144		
1986					195	182	145	147	137	150		
1987					194	176	179	160	150	160		
1988					212	206	173	149	149	172		
1989					234	216	175	139	153	155		
1990					213	208	141	175	203	234		
1991					182	126	124	116	151	173		
1992					175	201	167	164	134	188		162
1993					195	185	203	183	148	175		180
1994					179	187	209	197	167	160		186
1995					184	181	217	186	183	147		208
Total	733	755	842	1983	3050	2630	2292	2149	2286	2570	703	761
Nombre d'années	4	4	4	10	15	15	15	15	15	15	4	4
Moyenne (mm)	183.3	188.8	210.5	198.3	203.3	175.3	152.8	143.3	152.4	171.3	175.8	190.3
Maximale (mm)	195	202	217	234	258	216	179	175	203	234	200	208
Minimale (mm)	175	181	201	167	162	126	114	105	123	155	162	180

Données valables pour les barrages suivants : Bourzanga, Gha, Goinré, Kongoussi (Bam), Korsimoro, Koulinié, Thlou Louda, Quahigouya, Pibaoré, Sian, Tamassogo, Tita et Tougou

Annexe VIII: CYCLES VEGETATIFS DES PRINCIPALES CULTURES AUTOUR DES BARRAGES

Riz	Phase	Pépinière	Préparation sol	Phase			Total
				Initiale	Développement	Mi-saison	
	Durée (jours)	30	20	20	30	40	150
	Coefficient cultural Kc	1.20	-	1.00	-	1.05	0.80
	Superficie pépinière 10%	Préparation sol : 180 mm		Taux de percolation 1,5mm/jour			

Maïs	Phase	Initiale	Développement	Phase		Total
				Mi-saison	Arrière saison	
	Durée (jours)	25	35	40	30	130
	Coefficient cultural Kc	0.45	-	1.10	0.55	

Pomme de terre	Phase	Initiale	Développement	Phase		Total
				Mi-saison	Arrière saison	
	Durée (jours)	25	30	45	30	130
	Profondeur d'enracinement (m)	0.30	0.30	0.60	0.60	

	Tarissement admissible (fraction)	0.25	0.25	0.30	0.50	
	Coefficient cultural Kc	0.45	0.80	0.80	0.30	

Légumes	Phase	Initiale	Développement	Phase		Total
				Mi-saison	Arrière saison	
	Durée (jours)	15	25	35	15	90
	Coefficient cultural Kc	0.75	0.75	1.10	0.95	
	Tarissement admissible (fraction)	0.30	0.30	0.45	0.50	

Haricot vert	Phase	Initiale	Développement	Phase		Total
				Mi-saison	Arrière saison	
	Durée (jours)	20	30	30	10	90
	Coefficient cultural Kc	0.35	0.35	1.15	0.70	
	Profondeur d'enracinement (m)	0.30	0.30	1.00	1.00	
	Tarissement admissible	0.20	0.60	1.00	0.40	

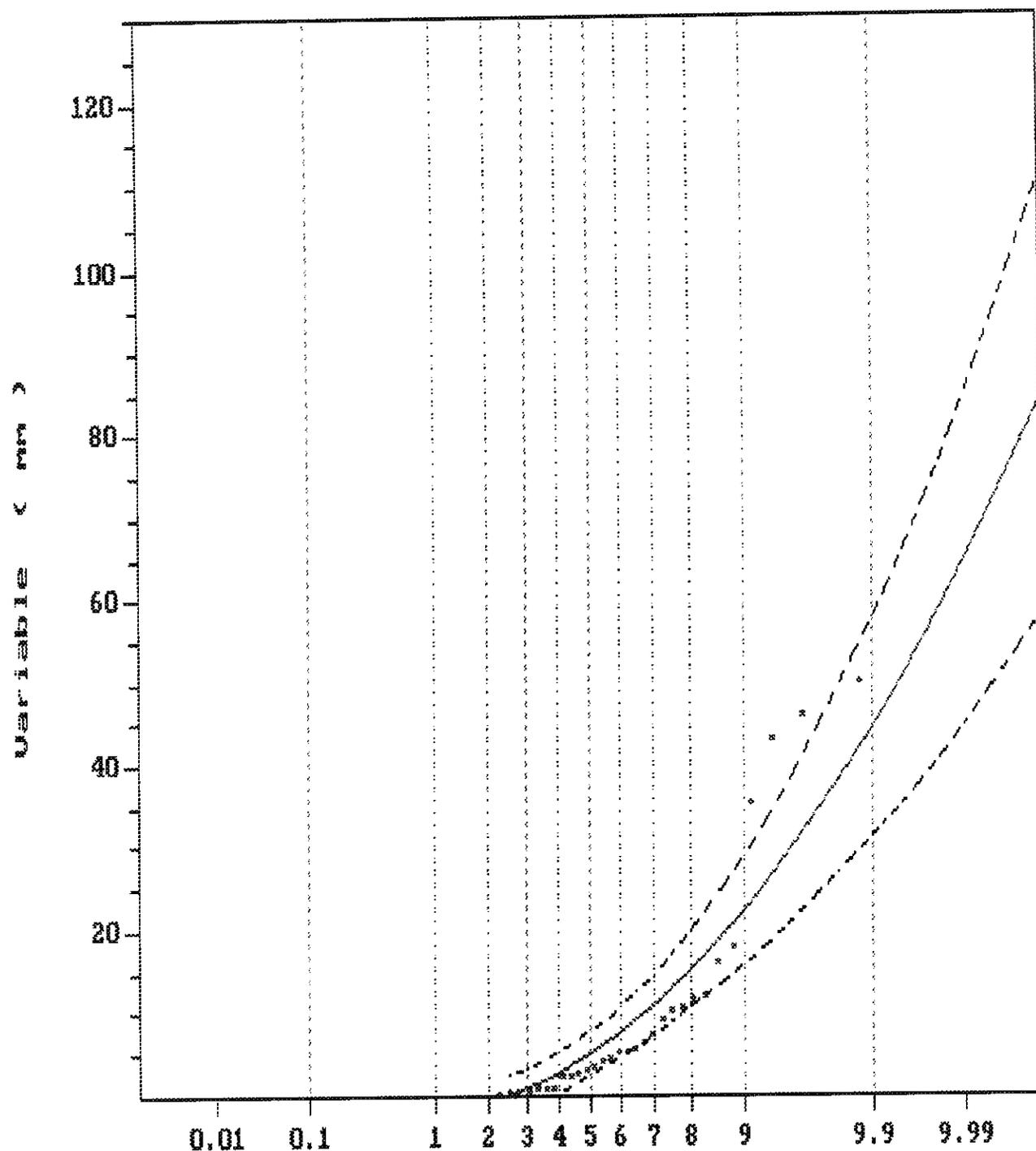
Annexe IX. Pluies mensuelles de DJAHIGBOYA. Ajustements statistiques

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Juil	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	TOTAL
1960	0.0	0.0	15.8	0.0	20.4	117.1	122.1	158.7	164.7	8.6	15.3	0.0	622.7
1961	0.0	0.0	0.0	0.9	30.6	59.6	267.1	264.5	126.3	0	0.0	0.0	749.0
1962	0.0	0.0	0.0	10.6	41.5	91.1	124.1	378	141.6	13.3	5.7	0.0	805.9
1963	0.0	0.0	2.2	46.3	3.3	128.4	229.1	251	100.7	57.6	0.7	0.0	819.3
1964	2.0	0.0	0.0	3.2	55.7	75.5	141.0	175.9	122.8	5.5	0.0	9.4	591.0
1965	4.0	0.0	0.0	0.6	23.8	179.8	113.6	210.3	165.0	53.9	0.0	0.0	751.0
1966	0.0	0.0	0.2	5.3	1.4	94.3	155.9	144.4	109.5	149.3	0.0	0.0	660.3
1967	0.0	0.2	7.7	1.2	25	103.5	155.3	289.9	150.5	48.9	0.0	0.0	782.2
1968	0.0	8.5	0.0	5.6	61.1	66.0	263.6	178.2	94	25.1	0.0	0.0	702.1
1969	0.0	0.0	2.3	4.2	25.8	70.7	166.3	221.5	112.8	6.7	0.0	0.0	610.3
1970	0.0	0.0	0.0	0.0	8.5	36.7	194.6	159.4	122.5	0.0	0.0	0.0	521.7
1971	0.0	0.0	3.0	18.1	16.8	61.4	135.5	170.4	73.5	0.0	0.0	2.7	481.4
1972	0.0	0.3	0.0	12.0	38.2	107	103.8	136	68.2	36	0.0	0.0	501.5
1973	0.0	0.0	0.0	12.4	9.3	63.8	125.3	161.8	96	8.1	0.3	0.0	477.0
1974	0.0	0.0	1.8	0.0	6	45.6	289.1	301	70.2	44.5	0.0	0.0	758.2
1975	0.0	0.0	0.0	6.6	15	42.7	139.5	293.2	86.2	0	0.0	0.0	583.2
1976	0.0	0.0	0.0	0.0	51.3	81.2	119.1	90.5	131.5	46.5	0.0	0.0	520.1
1977	1.8	0.0	0.0	2.5	20.1	46.9	**	128.8	157.2	0.2	0.0	0.0	357.5
1978	0.0	0.0	24.9	50.4	31.9	146.9	219.9	139.6	105	57.3	0.0	0.0	775.9
1979	0.0	0.0	3.5	16.5	0.6	152.5	91.3	117	140.6	56.6	0.1	0.0	578.7
1980	0.0	0.0	0.0	7.5	20	68.9	228.7	163.9	60.8	26.3	0.0	0.0	576.1
1981	0.0	0.0	2.6	11	222.4	82.4	182.0	175.3	105.6	54.8	0.0	0.0	836.1
1982	0.0	0.0	2.7	2.8	42.5	68.2	66.6	129.1	33.2	15	0.0	0.0	360.1
1983	0.0	0.0	0.4	5.7	8	60.0	110.2	121.5	51.4	1	0.0	0.0	358.2
1984	0.0	0.0	0.0	0.5	32.8	24.7	133.1	81.5	97.9	18.8	1.7	0.0	391.0
1985	0.0	0.0	0.0	3.7	7.6	61.9	147.7	133.4	63.8	2.2	0.0	0.0	420.3
1986	0.0	0.0	0.0	1.2	39.8	101.0	127.8	171.7	140.9	8.1	0.0	0.0	590.5
1987	0.0	0.0	0.0	0.0	0	123.9	105.7	99.6	131.1	6.1	0.0	0.0	466.4
1988	0.0	0.0	0.0	43.2	0	9.2	206.2	294	153.6	0.9	0.0	0.0	707.1
1989	0.0	0.0	0.0	0.0	34.2	25.1	147	311.2	61	33.5	0.0	0.0	612.0
1990	0.0	0.0	0.0	2.6	19.9	23.7	154.2	97.4	75.8	29.5	0.0	0.0	403.1
1991	0.0	0.0	0.0	1.0	64.9	159.4	82.7	229.7	105.9	35.9	0.0	0.0	679.5
1992	0.2	0.0	0.0	0.0	28.1	75.3	183.9	255	135.2	5.6	30.2	0.0	713.5
1993	0.0	0.0	0.5	0.0	7.9	123.4	183.1	185	65	39	0.0	0.0	603.9
1994	0.0	0.0	3.8	0.7	62.0	109.2	199.7	281.4	173.3	134.6	0.0	0.0	964.7
1995	0.0	0.0	0.0	35.8	20.9	144.3	76.0	193.1	130.4	12.7	0.0	0.0	613.2
1996	0.0	0.0	0.0	9.4	34.3	35.9	156.2	287.3	191.9	15.4	0.0	0.0	730.4
1997	0.0	0.0	0.0	4.7	28.7	120.7	162.8	163.7	87	34	0.0	0.0	601.6
MOY	0.2	0.2	1.9	8.6	30.5	83.9	157.0	193.3	110.6	28.7	1.4	0.3	612.5

AJUSTEMENT

— Loi théorique
· · · · Observations
- - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE AVRIL



Loi FUITES
Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

Table des quantiles et des intervalles de confiance.

Loi : FUITES

Mthode : Maximum de vraisemblance

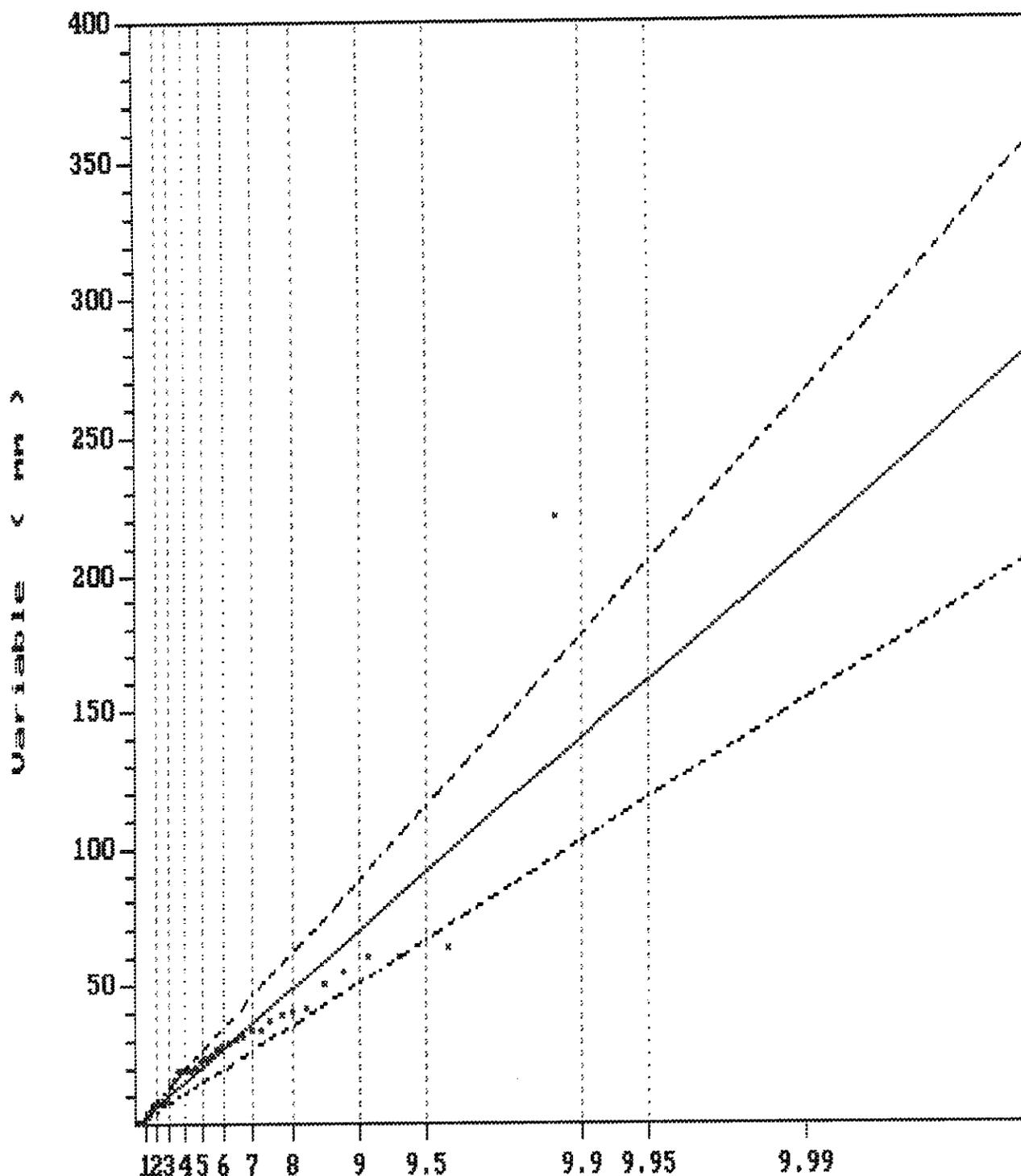
Echantillon : A:\GOA7

Probabilits	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		borne infrieure	borne suprieure
0.0001	0.000	-999.000	-999.000
0.0010	0.000	-999.000	-999.000
0.0020	0.000	-999.000	-999.000
0.0050	0.000	-999.000	-999.000
0.0080	0.000	-999.000	-999.000
0.0100	0.000	-999.000	-999.000
0.0200	0.000	-999.000	-999.000
0.0500	0.000	-999.000	-999.000
0.0800	0.000	-999.000	-999.000
0.1000	0.000	-999.000	-999.000
0.1500	0.000	-999.000	-999.000
0.2000	0.000	-999.000	-999.000
0.2500	0.003	-3.714	3.720
0.3000	0.917	-2.834	4.669
0.3500	1.878	-1.934	5.691
0.4000	2.894	-1.014	6.802
0.4500	3.977	-0.069	8.022
0.5000	5.138	0.903	9.373
0.5500	6.397	1.911	10.883
0.6000	7.776	2.963	12.588
0.6500	9.308	4.077	14.540
0.7000	11.041	5.276	16.806
0.7500	13.048	6.598	19.498
0.8000	15.449	8.106	22.793
0.8500	18.470	9.916	27.025
0.9000	22.612	12.282	32.941
0.9200	24.842	13.515	36.168
0.9500	29.446	15.995	42.898
0.9800	38.132	20.497	55.767
0.9900	44.501	23.699	65.303
0.9920	46.527	24.705	68.349
0.9950	50.745	26.781	74.708
0.9980	58.840	30.712	86.969
0.9990	64.817	33.577	96.058
0.9999	84.300	42.755	125.844

AJUSTEMENT

—— Loi théorique
..... Observations
- - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE MAI



Loi EXPONENTIELLE
Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

Table des quantiles et des intervalles de confiance.

Loi : EXPONENTIELLE

Mthode : Maximum de vraisemblance

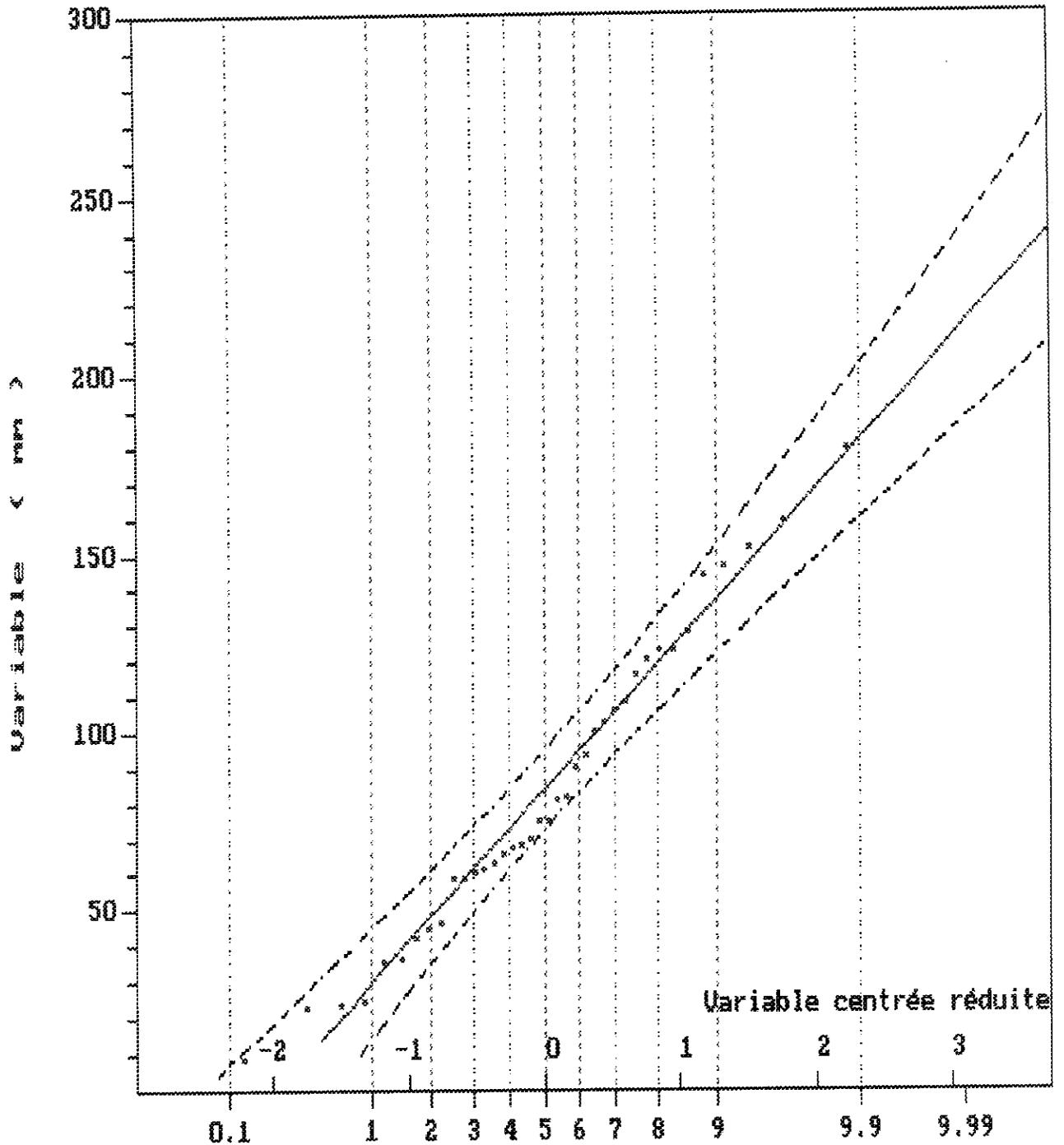
Echantillon : A:\GOA6

Probabilités	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		inférieure	supérieure
0.0001	0.003	0.002	0.004
0.0010	0.031	0.018	0.043
0.0020	0.061	0.036	0.087
0.0050	0.153	0.089	0.217
0.0080	0.245	0.143	0.348
0.0100	0.307	0.179	0.435
0.0200	0.617	0.359	0.875
0.0500	1.566	0.912	2.221
0.0800	2.546	1.482	3.610
0.1000	3.217	1.873	4.561
0.1500	4.962	2.889	7.036
0.2000	6.814	3.966	9.661
0.2500	8.784	5.114	12.455
0.3000	10.891	6.340	15.442
0.3500	13.154	7.657	18.650
0.4000	15.598	9.080	22.115
0.4500	18.254	10.627	25.882
0.5000	21.165	12.321	30.008
0.5500	24.382	14.194	34.570
0.6000	27.978	16.287	39.669
0.6500	32.055	18.661	45.450
0.7000	36.762	21.401	52.124
0.7500	42.329	24.642	60.017
0.8000	49.143	28.608	69.678
0.8500	57.927	33.722	82.132
0.9000	70.308	40.929	99.686
0.9200	77.121	44.896	109.347
0.9500	91.472	53.250	129.694
0.9800	119.451	69.538	169.363
0.9900	140.615	81.859	199.372
0.9920	147.429	85.825	209.033
0.9950	161.780	94.179	229.380
0.9980	189.758	110.467	269.049
0.9990	210.923	122.788	299.058
0.9999	281.230	163.717	398.744

AJUSTEMENT

— Loi théorique
..... Observations
- - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE JUIN



Loi NORMALE
Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

ble des quantiles et des intervalles de confiance.

Loi : NORMALE

Mthode : Maximum de vraisemblance

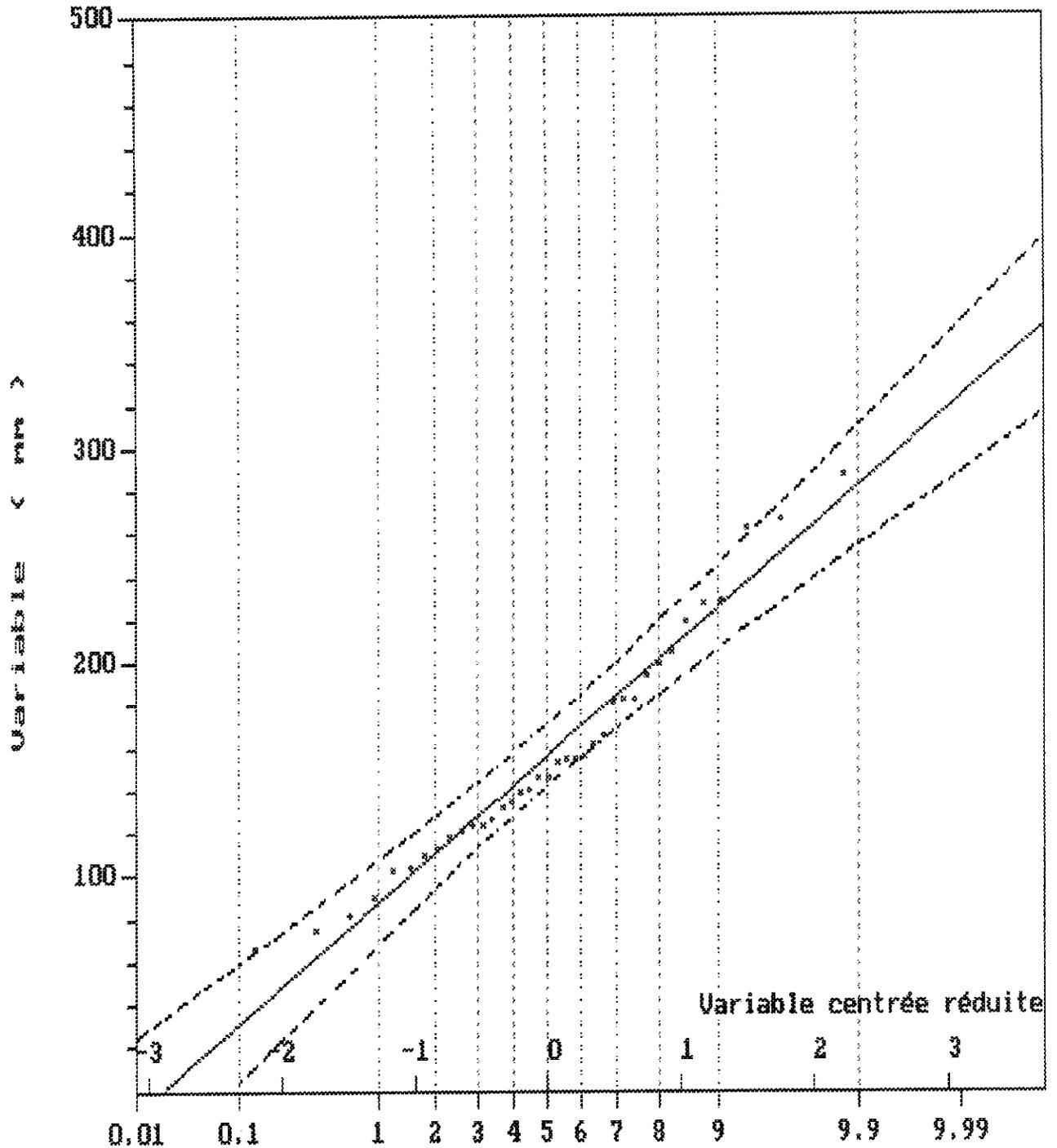
chantillon : A:\GOA1

Probabilits	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		infrieure	suprieure
0.0001	-72.864	-122.417	-23.312
0.0010	-46.361	-88.685	-4.037
0.0020	-37.422	-77.360	2.516
0.0050	-24.679	-61.275	11.917
0.0080	-17.644	-52.432	17.145
0.0100	-14.163	-48.069	19.742
0.0200	-2.673	-33.728	28.381
0.0500	14.562	-12.454	41.577
0.0800	24.668	-0.159	49.496
0.1000	29.875	6.106	53.643
0.1500	40.206	18.370	62.042
0.2000	48.418	27.922	68.913
0.2500	55.462	35.949	74.976
0.3000	61.789	43.004	80.573
0.3500	67.651	49.396	85.905
0.4000	73.214	55.321	91.106
0.4500	78.595	60.914	96.277
0.5000	83.892	66.280	101.505
0.5500	89.189	71.507	106.871
0.6000	94.571	76.678	112.464
0.6500	100.133	81.879	118.388
0.7000	105.996	87.211	124.780
0.7500	112.322	92.809	131.835
0.8000	119.366	98.871	139.862
0.8500	127.578	105.742	149.414
0.9000	137.909	114.141	161.678
0.9200	143.116	118.288	167.943
0.9500	153.223	126.207	180.238
0.9800	170.458	139.403	201.512
0.9900	181.948	148.042	215.853
0.9920	185.428	150.639	220.216
0.9950	192.463	155.867	229.059
0.9980	205.207	165.269	245.144
0.9990	214.145	171.821	256.470
0.9999	240.649	191.096	290.201

AJUSTEMENT

— Loi théorique
..... Observations
- - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE JUILLET



Loi NORMALE
Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

Table des quantiles et des intervalles de confiance.

Loi : NORMALE

Mthode : Maximum de vraisemblance

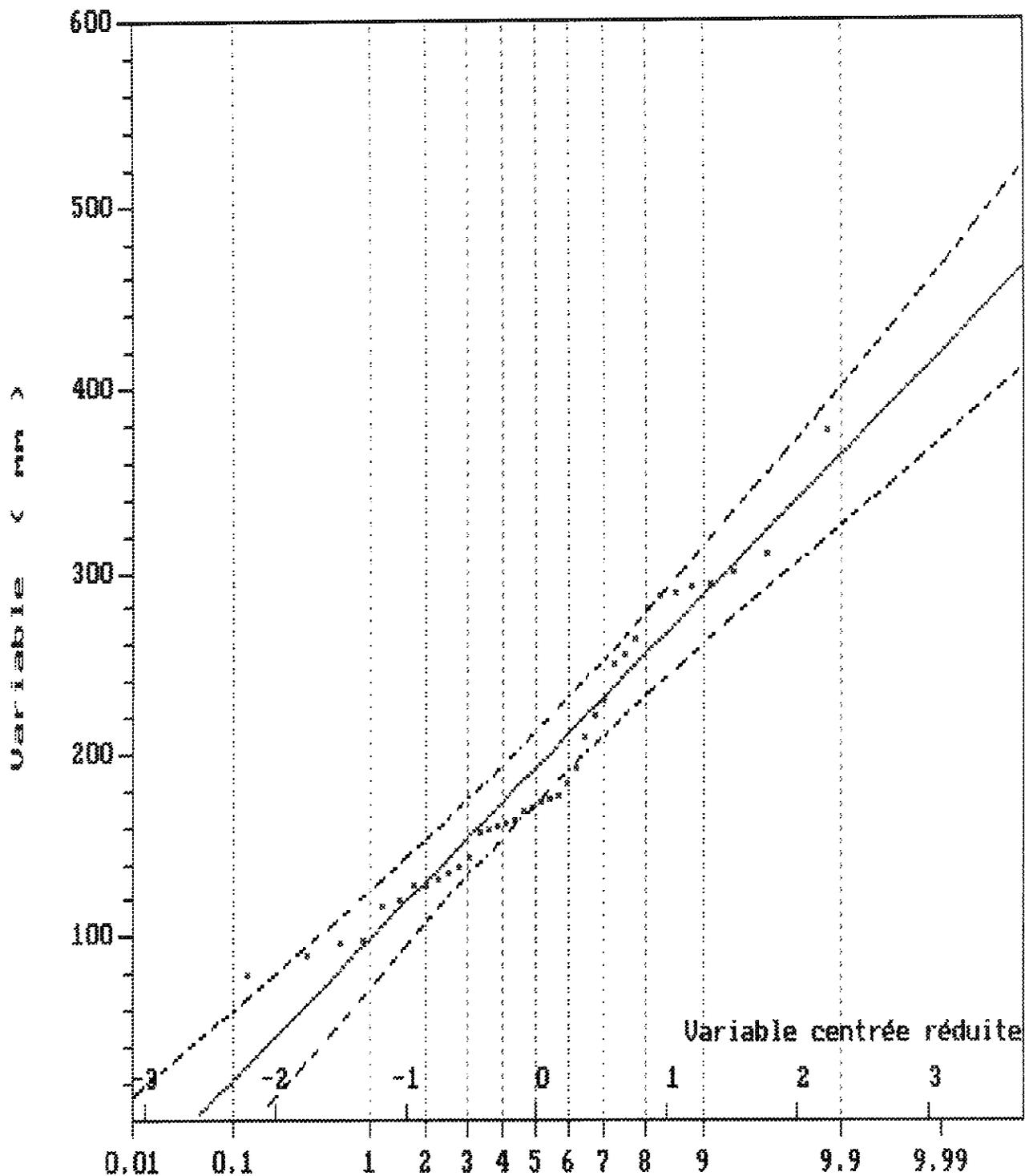
Echantillon : A:\GOA2

Probabilits	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		infrieure	suprieure
0.0001	-43.382	-107.582	20.818
0.0010	-9.499	-64.335	45.336
0.0020	1.928	-49.815	53.672
0.0050	18.220	-29.194	65.634
0.0080	27.214	-17.858	72.286
0.0100	31.663	-12.265	75.592
0.0200	46.353	6.118	86.587
0.0500	68.387	33.385	103.388
0.0800	81.308	49.141	113.474
0.1000	87.964	57.169	118.758
0.1500	101.172	72.881	129.463
0.2000	111.670	85.116	138.224
0.2500	120.676	95.395	145.957
0.3000	128.764	104.426	153.101
0.3500	136.258	112.607	159.909
0.4000	143.370	120.188	166.552
0.4500	150.250	127.341	173.159
0.5000	157.022	134.203	179.841
0.5500	163.793	140.884	186.702
0.6000	170.674	147.491	193.856
0.6500	177.785	154.134	201.436
0.7000	185.280	160.942	209.617
0.7500	193.367	168.086	218.649
0.8000	202.373	175.819	228.927
0.8500	212.871	184.580	241.162
0.9000	226.080	195.285	256.874
0.9200	232.736	200.569	264.902
0.9500	245.657	210.655	280.658
0.9800	267.691	227.456	307.925
0.9900	282.380	238.452	326.308
0.9920	286.829	241.757	331.901
0.9950	295.823	248.409	343.238
0.9980	312.115	260.371	363.859
0.9990	323.543	268.707	378.378
0.9999	357.426	293.226	421.626

AJUSTEMENT

—— Loi théorique
..... Observations
- - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE AOUT



Loi NORMALE
Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

Table des quantiles et des intervalles de confiance.

Loi : NORMALE

Mthode : Maximum de vraisemblance

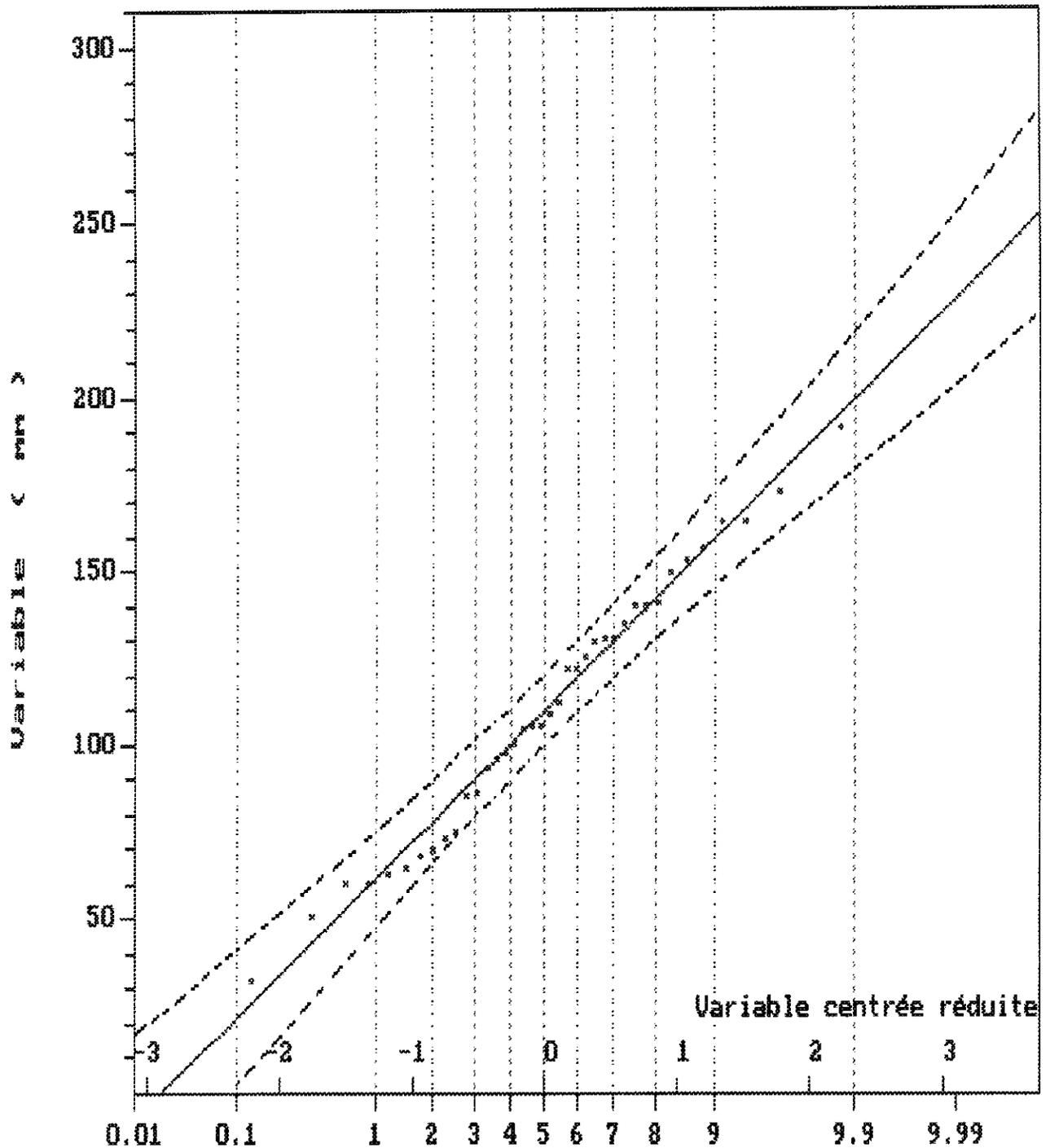
Echantillon : A:\GOA3

Probabilits	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		infrieure	suprieure
0.0001	-80.157	-166.594	6.279
0.0010	-33.926	-107.755	39.902
0.0020	-18.334	-88.000	51.332
0.0050	3.895	-59.942	67.732
0.0080	16.167	-44.516	76.851
0.0100	22.238	-36.906	81.381
0.0200	42.281	-11.890	96.451
0.0500	72.344	25.220	119.469
0.0800	89.974	46.666	133.282
0.1000	99.056	57.596	140.517
0.1500	117.078	78.989	155.168
0.2000	131.402	95.650	167.153
0.2500	143.690	109.652	177.728
0.3000	154.725	121.959	187.492
0.3500	164.951	133.109	196.794
0.4000	174.654	143.443	205.866
0.4500	184.042	153.199	214.886
0.5000	193.282	162.559	224.004
0.5500	202.521	171.677	233.364
0.6000	211.909	180.697	243.120
0.6500	221.612	189.770	253.455
0.7000	231.838	199.071	264.605
0.7500	242.873	208.835	276.911
0.8000	255.161	219.410	290.913
0.8500	269.485	231.395	307.575
0.9000	287.507	246.047	328.968
0.9200	296.589	253.281	339.897
0.9500	314.219	267.094	361.343
0.9800	344.283	290.112	398.453
0.9900	364.325	305.182	423.469
0.9920	370.396	309.713	431.079
0.9950	382.668	318.831	446.505
0.9980	404.897	335.231	474.563
0.9990	420.490	346.661	494.318
0.9999	466.721	380.284	553.157

AJUSTEMENT

—— Loi théorique
..... Observations
- - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE SEPTEMBRE



Loi NORMALE
Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

Table des quantiles et des intervalles de confiance.

Loi : NORMALE

Methode : Maximum de vraisemblance

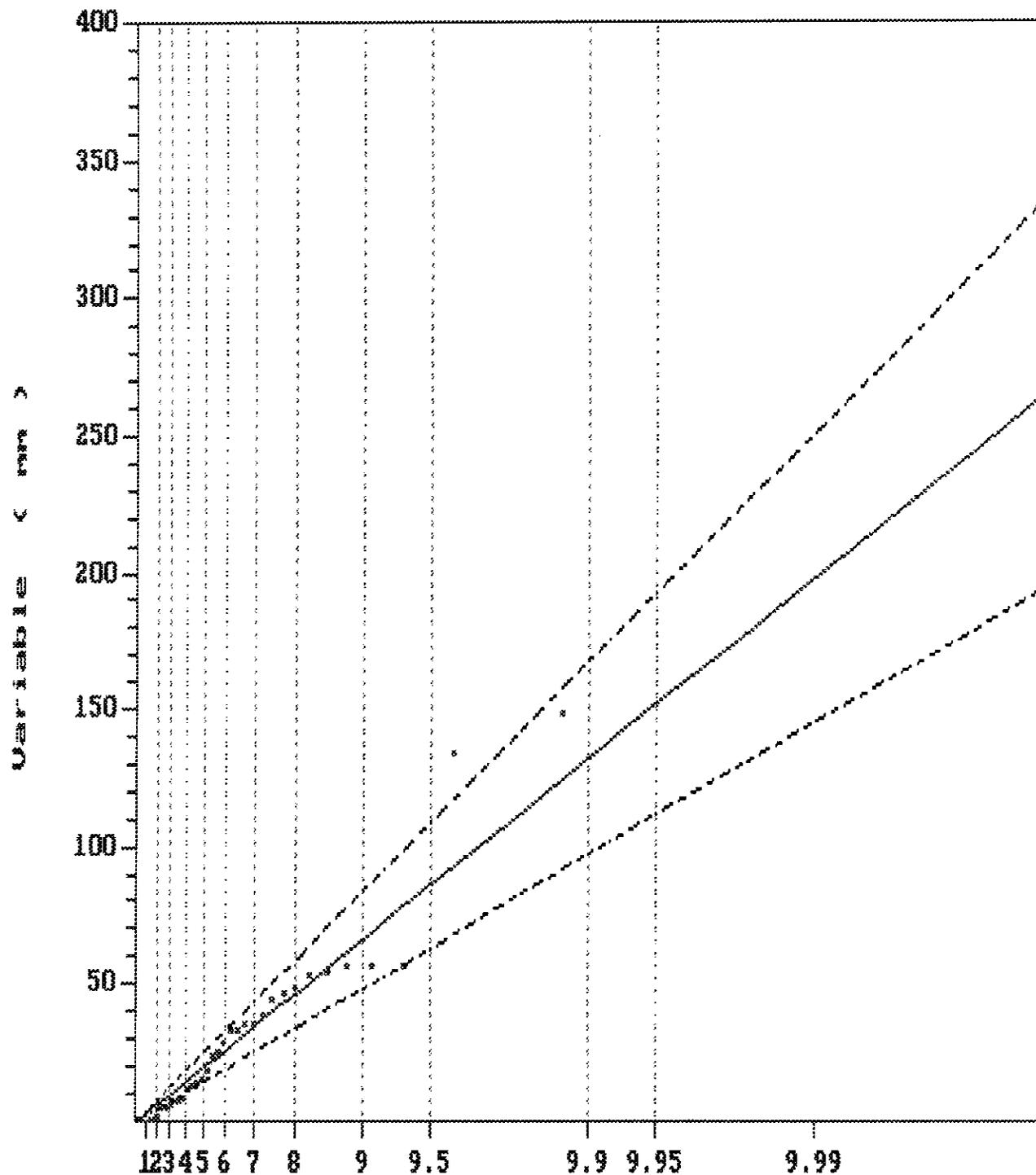
Echantillon : A:\GOA4

Probabilites	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		infrieure	suprieure
0.0001	-31.374	-76.251	13.504
0.0010	-7.371	-45.702	30.961
0.0020	0.725	-35.445	36.895
0.0050	12.266	-20.878	45.410
0.0080	18.638	-12.869	50.144
0.0100	21.790	-8.918	52.497
0.0200	32.196	4.070	60.321
0.0500	47.805	23.338	72.272
0.0800	56.958	34.473	79.443
0.1000	61.673	40.147	83.199
0.1500	71.030	51.254	90.806
0.2000	78.467	59.905	97.029
0.2500	84.847	67.175	102.519
0.3000	90.576	73.564	107.589
0.3500	95.886	79.353	112.418
0.4000	100.924	84.719	117.129
0.4500	105.798	89.784	121.812
0.5000	110.595	94.644	126.546
0.5500	115.392	99.378	131.406
0.6000	120.266	104.061	136.471
0.6500	125.304	108.771	141.836
0.7000	130.613	113.601	147.625
0.7500	136.342	118.670	154.015
0.8000	142.722	124.161	161.284
0.8500	150.159	130.383	169.935
0.9000	159.516	137.990	181.042
0.9200	164.231	141.746	186.717
0.9500	173.385	148.918	197.852
0.9800	188.994	160.869	217.119
0.9900	199.400	168.693	230.107
0.9920	202.552	171.045	234.058
0.9950	208.924	175.780	242.067
0.9980	220.465	184.294	256.635
0.9990	228.560	190.229	266.892
0.9999	252.563	207.686	297.441

AJUSTEMENT

— Loi théorique
..... Observations
- - - Int. conf. 90%

PLUVIOMETRIE OCTOBRE



Loi EXPONENTIELLE
Méthode Maximum de vraisemblance

Probabilité de non dépassement x 10

Table des quantiles et des intervalles de confiance.

Loi : EXPONENTIELLE

Methode : Maximum de vraisemblance

Echantillon : A:\GOA5

Probabilites	Quantiles (mm)	Intervalle de confiance 90%	
		infrieure	suprieure
0.0001	0.003	0.002	0.004
0.0010	0.029	0.017	0.041
0.0020	0.058	0.033	0.082
0.0050	0.144	0.084	0.204
0.0080	0.231	0.134	0.327
0.0100	0.289	0.168	0.409
0.0200	0.580	0.338	0.823
0.0500	1.473	0.858	2.089
0.0800	2.395	1.394	3.396
0.1000	3.026	1.762	4.291
0.1500	4.668	2.718	6.619
0.2000	6.410	3.731	9.088
0.2500	8.263	4.810	11.716
0.3000	10.245	5.964	14.526
0.3500	12.374	7.203	17.544
0.4000	14.673	8.542	20.804
0.4500	17.172	9.997	24.348
0.5000	19.910	11.590	28.229
0.5500	22.936	13.352	32.520
0.6000	26.319	15.322	37.317
0.6500	30.155	17.554	42.755
0.7000	34.583	20.132	49.033
0.7500	39.819	23.181	56.458
0.8000	46.229	26.912	65.546
0.8500	54.492	31.722	77.262
0.9000	66.139	38.502	93.775
0.9200	72.548	42.234	102.863
0.9500	86.048	50.093	122.004
0.9800	112.368	65.414	159.321
0.9900	132.277	77.005	187.550
0.9920	138.687	80.736	196.638
0.9950	152.187	88.595	215.779
0.9980	178.506	103.917	253.096
0.9990	198.416	115.507	281.325
0.9999	264.555	154.009	375.100

Annexe X: Besoins pastoraux autour des différents barrages pour divers horizons

NOM DU BARRAGE	DEPARTEMENT	PROVINCE	1997		2000		2005		2010	
			Charge maxi autour du barrage(UBT sur 200km2)	Prélèvements Bétail(Mm3)	Charge maxi autour du barrage(UBT sur 200km2)	Prélèvements Bétail(Mm3)	Charge maxi autour du barrage(UBT sur 200km2)	Prélèvements Bétail(Mm3)	Charge maxi autour du barrage(UBT sur 200km2)	Prélèvements Bétail(Mm3)
Gha	Tenkodogo	BLG	5362	0.068	5719	0.073	6368	0.081	7093	0.091
Goinré	Bourzanga	BAM	3835	0.049	4124	0.053	4657	0.059	5262	0.067
Itengué	Kaya	SAM	3586	0.046	3854	0.049	4349	0.056	4910	0.063
Kongoussi(Bam)	Quahigouya	YAT	3357	0.043	3619	0.046	4103	0.052	4655	0.059
Korsimoro	Koupéla	KTG	8346	0.107	8972	0.115	10125	0.129	11433	0.146
Koubri 2	Kongoussi	BAM	3835	0.049	4124	0.053	4657	0.059	5262	0.067
Koulière	Korsimoro	SAM	3586	0.046	3854	0.049	4349	0.056	4910	0.063
Louda	Koubri	KDG(BZG)	8608	0.11	9186	0.117	10240	0.131	11418	0.146
Loumbila	Tikaré	BAM	3835	0.049	4124	0.053	4657	0.059	5262	0.067
Louré	Boussouma	SAM	3586	0.046	3854	0.049	4349	0.056	4910	0.063
Mogtedo	Loumbila	OBT	4762	0.061	5116	0.065	5770	0.074	6510	0.083
Nagbangré	Manga	ZWG	5454	0.07	5805	0.074	6441	0.082	7148	0.091
Nagreongo	Mogtedo	GZG	12228	0.157	13142	0.168	14705	0.188	16461	0.21
Napagtenga	Koubri	KDG(BZG)	8608	0.11	9186	0.117	10240	0.131	11418	0.146
Quagadougou 3	Nagreongo	OBT	4762	0.061	5116	0.065	5770	0.074	6510	0.083
Quahigouya	Koubri	KDG(BZG)	8608	0.11	9186	0.117	10240	0.131	11418	0.146
Pibaoré	Quagadougou	KDG		0.000		0.000		0.000		0.000
Séguénéga	Quahigouya	YAT	3357	0.043	3619	0.046	4103	0.052	4655	0.059
Sian	Pibaoré	SAM	3586	0.046	3854	0.049	4349	0.056	4910	0.063
Syllia	Séguénéga	YAT	3357	0.043	3619	0.046	4103	0.052	4655	0.059
Tamassogo	Kaya	SAM	3586	0.046	3854	0.049	4349	0.056	4910	0.063
Tensobetenga	Titao	YAT	3357	0.043	3619	0.046	4103	0.052	4655	0.059
Titao	Barsologo	SAM	3586	0.046	3854	0.049	4349	0.056	4910	0.063
Tougou	Tensobetenga	KRG	8346	0.107	8972	0.115	10125	0.129	11433	0.146
Wedbila	Titao	YAT	3357	0.043	3619	0.046	4103	0.052	4655	0.059
Ziga	Namissiguina	YAT	3357	0.043	3619	0.046	4103	0.052	4655	0.059
	Koubri	BZG	8608	0.11	9186	0.117	10240	0.131	11418	0.146
	Ziga	OBT	4762	0.061	5116	0.065	5770	0.074	6510	0.063

Annexe XI : BESOINS EN EAU

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Besoins pastoraux (m3)	4920	4920	4920	4920	4920	4920	4920	4920	4920	4920	4920	4920
Besoins cultures (m3/ha)												
Riz pluvial	0	0	0	0	0	3737.4	2192.3	1144.6	2032	2496.3	2009.1	0
Mais pluvial	0	0	0	0	0	0	0	0	1498	2618.6	1381.3	0
Maraichage												
(contre saison)												
Haricot vert	3011.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	879	951.6
Pomme de terre	2094.9	2157.7	902.1	0	0	0	0	0	0	0	1130.1	2174.9
Oignons	2880.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1883.6	2039
Riz	3904.3	3297.1	3800.4	2974.4	2245.6	0	0	0	0	0	0	4548
(contre saison)												
Besoins cultures (m3/ha)												
Riz pluvial	0	0	0	0	0	149496	87692	45784	81280	99852	80364	0
Mais pluvial	0	0	0	0	0	0	0	0	52430	91651	48345.5	0
Maraichage												
(contre saison)												
Haricot vert	60228	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17580	19032
Pomme de terre	10474.5	10788.5	4510.5	0	0	0	0	0	0	0	5650.5	10874.5
Oignons	20949	21577	9021	0	0	0	0	0	0	0	18836	20390
Riz	156172	131894	152016	118984	89824	0	0	0	0	0	0	181920
(contre saison)												
Total cultures (m3)	247823.5	164249.5	165547.5	118984	89824	149496	87692	45784	133710	191503	170776	232216.5
Total consommé (m3)	252743.5	169169.5	170467.5	123904	94744	154416	92612	50704	138630	196423	175696	237136.5
Total cumulé (m3)	252743.5	421913	592380.5	716284.5	811028.5	965444.5	1058056.5	1108760.5	1247390.5	1443813.5	1619509.5	1856646

BIBLIOGRAPHIE

[1] Petits barrages en terre au BURKINA FASO. Bilan et Analyse critique. D'AT de SAINT FOULC, GILARD et PIATON-CIEH-1986

[2] Corrélations relatives aux petits barrages. Choix et Optimisation d'un évacuateur de Crues-GRESILLON et METRO-Bulletin technique N°4 de l'EIER OUAGADOUGOU-Juillet 1979

[3] Crues et Apports: Manuel pour l'estimation des crues décennales et des apports annuels pour les petits bassins versants non jaugés de l'Afrique sahéenne et tropicale sèche. Bulletin N°54-FAO-CIEH-CEMAGREF-ORSTOM

[4] Rapport d'expertise sur neuf barrages dans la province du GANZOURGOU-EIER-CIEH-ESTHER

[5] Petits barrages pour l'équipement rural en AFRIQUE-J.M. DURAND EIER-1996

[6] Cours de barrages-M.L COMPAORE-1995

[7] Les besoins en eau des cultures-Bulletin N°24-FAO

[8] Gestion de Projets-Analyse Financière et Economique-J. RIPOCHE-EIER-1994

[9] Guide pratique d'analyse de projets-Evaluation et Choix des projets d'investissement-Manuel BRIDIER-Serge MICHAILOF

[10] Rapport de stage: Disponibilité et Gestion de l'eau des plaines irriguées au YATENGA (Cas de GOINRE et THIOU)-ABDOULAYE ADAMA OUEDRAOGO

[11] Etude de la réhabilitation des périmètres de DABLO, THIOU et TAMASSOGO-ONBAH 1991/1992.

[12] Aménagement aval du barrage de THIOU-APD-ONBAH-1981

[13] APD-Barrage de THIOU-SOGREAH-1979

SOMMAIRE

PREMIERE PARTIE: ETUDES PRELIMINAIRES

CHAPITRE I: PRESENTATION GENERALE DE LA ZONE D'ETUDE	7
I - DESCRIPTION PHYSIQUE DE LA ZONE	7
I - 1 - <u>SITUATION GEOGRAPHIQUE</u>	7
I - 2 - <u>CLIMAT, VEGETATION, HYDROGRAPHIE</u>	7
I - 3 - <u>RELIEF</u>	8
I - 4 - <u>CARACTERISTIQUES DES SOLS</u>	8
II - ETUDES SOCIO - ECONOMIQUES	9
II - 1 - <u>LE MILIEU HUMAIN</u>	9
II - 1 - 1 - <u>LA DEMOGRAPHIE</u>	9
II - 1 - 2 - <u>ETHNIES, RELIGIONS</u>	9
II - 1 - 3 - <u>ORGANISATION SOCIALE</u>	10
II - 2 - <u>LES ACTIVITES ECONOMIQUES</u>	10
II - 2 - 1 - <u>L'AGRICULTURE</u>	10
1 - <u>PRATIQUES ET PRODUCTIONS AGRICOLES</u>	10
2 - <u>RENTABILITE DES SPECULATIONS</u>	12
II - 2 - 2 - <u>L'ELEVAGE</u>	13
II - 2 - 3 - <u>LA PRODUCTION FRUITIERE</u>	14
II - 2 - 4 - <u>AUTRES ACTIVITES</u>	14
1 - <u>LE COMMERCE</u>	14
2 - <u>ARTISANAT</u>	15
3 - <u>ORPAILLAGE</u>	15
II - 3 - <u>INFRASTRUCTURES SOCIO-ECONOMIQUES</u>	15
II - 3 - 1 - <u>INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES</u>	15
II - 3 - 2 - <u>ROUTES ET PISTES</u>	16
II - 3 - 3 - <u>SERVICES DES COLLECTIVITES ET PRIVES</u>	16
II - 4 - <u>ORGANISATIONS INTERVENANT DANS LA ZONE</u>	16
II - 4 - 1 - <u>SE SERVIR DE LA SAISON SECHE EN SAVANE ET AU SAHEL (6 S)</u>	16
II - 4 - 2 - <u>ORGANISATION VILLAGEOISES</u>	17
III - CONCLUSION SUR L'ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE ET PERSPECTIVES	17
 CHAPITRE II: ANALYSE DES REGLES DE CONCEPTION ET DE REALISATION DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE THIOU	 19
I - CONCEPTION ET REALISATION DU BARRAGE	19
I - 1 - <u>HYDROLOGIE</u>	19
I - 1 - 1 - <u>ANALYSE DES NORMES ET METHODES UTILISEES</u>	20
1 - <u>APPORTS-EVAPORATION</u>	20
a - <u>Apports</u>	20
b - <u>Evaporation</u>	20
2 - <u>CRUES ET TRANSPORTS SOLIDES</u>	20
a - <u>Crues</u>	20
b - <u>Transports solides</u>	21
I - 1 - 2 - <u>DIFFICULTES RENCONTREES</u>	21
1 - <u>LE MANQUE DE DONNEES</u>	21
2 - <u>LE PROBLEME PARTICULIER DES COEFFICIENTS DE RUISSELLEMENT</u>	21
I - 2 - <u>CONCEPTION TECHNIQUE DU BARRAGE</u>	21

II - CONCEPTION ET REALISATION DE L'AMENAGEMENT	22
II - 1 - <u>CRITERES AGRO-PEDOLOGIQUES</u>	23
II - 2 - <u>SYSTEME D'IRRIGATION</u>	23
II - 3 - <u>PROTECTION DES PERIMETRES</u>	24
II - 3 - 1 - <u>PROTECTION BASSE</u>	24
II - 3 - 2 - <u>PROTECTION HAUTE</u>	24
II - 3 - 3 - <u>PROTECTION CONTRE LES RISQUES D'INONDATIONS (MARIGOT)</u>	24
CHAPITRE III: DIAGNOSTIC DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE THIOU	25
I - <u>DIAGNOSTIC DU BARRAGE</u>	25
I - 1 - <u>RETENUE ET OUVRAGES ANNEXES</u>	25
I - 1 - 1 - <u>LA DIGUE</u>	25
I - 1 - 2 - <u>L'EVACUATEUR DE CRUE</u>	25
I - 1 - <u>LES PRISES</u>	26
II - <u>DIAGNOSTIC DE L'AMENAGEMENT</u>	28
II - 1 - <u>LE CANAL PRIMAIRE</u>	28
II - 2 - <u>LE RESEAU SECONDAIRE</u>	28
II - 3 - <u>OUVRAGES DE REGULATION</u>	29
II - 4 - <u>LE RESEAU DE DRAINAGE</u>	29
II - 5 - <u>LES DIGUES DE PROTECTION</u>	30
II - 6 - <u>RESEAUX DE PISTE</u>	31
II - 7 - <u>MISE EN VALEUR DE L'AMENAGEMENT</u>	31
II - 7 - 1 - <u>ATTRIBUTION DES PARCELLES</u>	31
II - 7 - 2 - <u>ENCADREMENT ET EXPLOITATION AGRICOLES</u>	32
1 - <u>OUTILS DE TRAVAIL</u>	32
2 - <u>FACTEUR DE TRAVAIL</u>	32
3 - <u>ENCADREMENT TECHNIQUE</u>	32
4 - <u>CALENDRIER AGRICOLE</u>	32
5 - <u>GESTION DE L'EAU</u>	33
a - <u>Tour d'eau</u>	33
b - <u>Distribution de l'eau</u>	34
6 - <u>ORGANISATION ET FORMATION</u>	34
a - <u>Organisation</u>	34
b - <u>Formation</u>	35
III - <u>EVALUATION FINANCIERE SOMMAIRE</u>	36
III - 1 - <u>DONNEES DE BASE DE L'ANALYSE FINANCIERE SOMMAIRE</u>	37
III - 1 - 1 - <u>DEPENSES D'EXPLOITATION</u>	37
1 - <u>INTRANTS</u>	37
a - <u>Cultures vivrières</u>	37
b - <u>Cultures maraichères</u>	38
c - <u>Superficies cultivées</u>	38
d - <u>Estimations des dépenses en intrants</u>	39
2 - <u>DEPENSES D'ENTRETIEN ET D'ENCADREMENT AGRICOLE</u>	39
a - <u>Entretien et fonctionnement du périmètre irrigué</u>	39
b - <u>Dépenses annuelles d'encadrement agricole</u>	40
III - 1 - 2 - <u>RECETTES D'EXPLOITATION</u>	40
1 - <u>PRODUCTION ANNUELLES POUR LES DIFFERENTES CAMPAGNES</u>	40
2 - <u>UTILISATION DE LA PRODUCTION</u>	40
3 - <u>RECETTES D'EXPLOITATION</u>	41
III - 2 - <u>COUT DE LA REHABILITATION</u>	41
III - 3 - <u>TABLEAU DES AMORTISSEMENTS PHYSIQUES</u>	42
III - 4 - <u>ECHEANCIER RECETTES/DEPENSES</u>	43
III - 5 - <u>RENTABILITE DES CAPITAUX INVESTIS</u>	44
III - 6 - <u>COMPTE DE RESULTAT ANNUEL D'UN EXPLOITANT</u>	44
III - 7 - <u>CONCLUSION SUR L'EVALUATION FINANCIERE SOMMAIRE</u>	45

DEUXIEME PARTIE: PROJET DE REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT DE THIOU
--

CHAPITRE I: REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT	47
I - INTRODUCTION.....	47
<i>I - 1 - CONCEPTION GENERALE</i>	<i>47</i>
<i>I - 2 - DESCRIPTION GENERALE.....</i>	<i>47</i>
<i>I - 3 - OBJECTIFS</i>	<i>48</i>
<i>I - 3 - 1 - OBJECTIFS QUALITATIFS.....</i>	<i>48</i>
<i>I - 3 - 2 - OBJECTIFS QUANTITATIFS.....</i>	<i>48</i>
<i>1 - OBJECTIFS QUANTITATIFS CEREALISERS.....</i>	<i>48</i>
<i>2 - OBJECTIFS QUANTITATIFS MARAICHERS.....</i>	<i>49</i>
II - REHABILITATION DU BARRAGE	49
<i>II - 1 - ETUDES TOPOGRAPHIQUES.....</i>	<i>49</i>
<i>II - 1 - 1 - PLANS TOPOGRAPHIQUES DISPONIBLES.....</i>	<i>49</i>
<i>II - 1 - 2 - TRAVAIL REALISE</i>	<i>49</i>
<i>II - 1 - 3 - INTERPRETATION DES ETUDES TOPOGRAPHIQUES.....</i>	<i>49</i>
<i>II - 1 - 4 - CONCLUSION DES ETUDES TOPOGRAPHIQUES.....</i>	<i>50</i>
<i>II - 2 - ETUDES HYDROLOGIQUES.....</i>	<i>50</i>
<i>II - 2 - 1 - CARACTERISTIQUES DU BASSIN VERSANT.....</i>	<i>50</i>
<i>II - 2 - 2 - PLUVIOMETRIE.....</i>	<i>51</i>
<i>II - 2 - 3 - ECOULEMENT ANNUEL.....</i>	<i>51</i>
<i>II - 2 - 4 - DETERMINATION DE LA CRUE DE PROJET.....</i>	<i>53</i>
<i>1 - METHODE ORSTOM.....</i>	<i>53</i>
<i>a - Coefficient d'abattement de la pluie décennale A.....</i>	<i>53</i>
<i>b - Pluie décennale journalière décennale P_{10}.....</i>	<i>54</i>
<i>c - Coefficient de ruissellement décennale K_{r10}.....</i>	<i>54</i>
<i>d - Temps de base décennale T_{b10}.....</i>	<i>54</i>
<i>e - Coefficient de pointe α_{10}.....</i>	<i>55</i>
<i>f - Débit maximal ruisselé Q_{r10}.....</i>	<i>55</i>
<i>g - Débit de pointe décennale Q_{10}.....</i>	<i>55</i>
<i>2 - METHODE CIEH.....</i>	<i>55</i>
<i>3 - CONCLUSION SUR LA DETERMINATION DU DEBIT DE CRUE DECENNAL Q_{10}.....</i>	<i>56</i>
<i>4 - ESTIMATION DE LA CRUE DE PROJET Q_{100}.....</i>	<i>56</i>
<i>II - 2 - 5 - HYDROGRAMME DE CRUE</i>	<i>57</i>
<i>II - 3 - CONCEPTION TECHNIQUE DU REHAUSSEMENT DU DEVERSOIR.....</i>	<i>58</i>
<i>III - 3 - 1 - AUGMENTATION DE LA CAPACITE DU RESERVOIR: RECALAGE DU PLAN D'EAU NORMAL.....</i>	<i>58</i>
<i>II - 3 - 2 - LAMINAGE DE LA CRUE PAR LA RETENUE: ESTIMATION DE LA LAME D'EAU MAXIMALE PAR APPLICATION DE L'EQUATION DE CONTINUTE.....</i>	<i>58</i>
<i>II - 3 - 3 - LA DIGUE.....</i>	<i>59</i>
<i>II - 4 - SPECIFICATIONS TECHNIQUES DES OUVRAGES.....</i>	<i>60</i>
<i>II - 4 - 1 - DEVERSOIR.....</i>	<i>60</i>
<i>II - 4 - 2 - DIGUE.....</i>	<i>60</i>
<i>II - 4 - 3 - PRISES.....</i>	<i>61</i>
III - REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT.....	61
<i>III - 1 - REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT EXISTANT.....</i>	<i>61</i>
<i>III - 1 - 1 - CANAL PRIMAIRE.....</i>	<i>61</i>
<i>III - 1 - 2 - LES CANAUX SECONDAIRES ET OUVRAGES DE PRISES.....</i>	<i>61</i>
<i>III - 1 - 3 - LES CANAUX TERTIAIRES.....</i>	<i>62</i>
<i>III - 1 - 4 - LA COLATURE DE CEINTURE.....</i>	<i>62</i>
<i>III - 1 - 5 - LE RESEAU DES COLATURES INTERIEURES (COLATURES TERTIAIRES, SECONDAIRES, ET PRINCIPALES).....</i>	<i>62</i>
<i>III - 1 - 6 - LE LIT DU MARIGOT.....</i>	<i>63</i>
<i>III - 1 - 7 - DIGUES DE PROTECTION.....</i>	<i>63</i>

III - 1 - 8 - <u>PISTE DE CIRCULATION</u>	63
III - 2 - <u>ETUDE DE L'EXTENSION DU PERIMETRE IRRIGUE EN AVAL DU BARRAGE</u>	63
III - 2 - 1 - <u>SIMULATION DE L'EXPLOITATION DE LA RESERVE</u>	64
1 - <u>EVAPORATION-EVAPOTRANSPIRATION</u>	64
2 - <u>BESOINS EN EAU</u>	65
a - <u>Besoins en eau des cultures</u>	65
b - <u>Besoins en eau humains</u>	69
c - <u>Besoins pastoraux</u>	69
3 - <u>SIMULATION DE L'EXPLOITATION DE LA RETENUE</u>	70
III - 2 - 2 - <u>CONCLUSION</u>	70
III - 3 - <u>ETUDE D'IMPACTS</u>	71
III - 4 - <u>MISE EN VALEUR</u>	71
IV - <u>COUT DE LA REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT</u>	72
IV - 1 - <u>BORDEREAU DES PRIX UNTAIRES</u>	72
IV - 2 - <u>COUT ESTIMATIF DE LA REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT</u>	72
IV - 2 - 1 - <u>DEVIS ESTIMATIF TRAVAUX DE REFECTION DU BARRAGE</u>	73
IV - 2 - 2 - <u>DEVIS ESTIMATIF DES TRAVAUX DE REFECTION DE L'AMENAGEMENT</u>	74
IV - 2 - 3 - <u>COUT DE L'EXTENSION DU PERIMETRE</u>	75
IV - 2 - 4 - <u>RECAPITULATIF GENERAL DES COUT DE REHABILITATION DE L'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE</u>	75
CHAPITRE II: EVALUATION FINANCIERE SOMMAIRE DU PROJET DE REHABILITATION DU PERIMETRE IRRIGUE DE THIOU	76
I - <u>DONNEES DE BASE</u>	76
I - 1 - <u>DEPENSES D'EXPLOITATION</u>	76
1 - 1 - 1 - <u>LES INTRANTS</u>	76
1 - 1 - 2 - <u>DEPENSES DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN</u>	77
I - 2 - <u>RECETTES D'EXPLOITATION DU PROJET</u>	77
II - <u>COUT DU PROJET: INVESTISSEMENT INITIAL</u>	79
III - <u>AMORTISSEMENT PHYSIQUES</u>	79
IV - <u>ECHEANCIER RECETTES/DEPENSES</u>	80
V - <u>RENTABILITE DES CAPITAUX INVESTIS</u>	81
VI - <u>COMPTE DE RESULTAT PREVISIONNEL D'UN EXPLOITANT</u>	81
VII - <u>ANALYSE DES POSSIBILITES DE FINANCEMENT</u>	82
VIII - <u>CONCLUSION SUR L'ANALYSE FINANCIERE SOMMAIRE</u>	83

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE