

REPUBLIQUE DU MALI

MINISTRE DE L'AGRICULTURE

RAPPORT DE L'ETUDE DE FACTIBILITE

DU PROJET DE

DEVELOPPEMENT DU PERIMETRE DE BAGUINEDA

TOME II

ANNEXES

OCTOBRE 1981

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE



81-200

519
81
AET
13696

REPUBLIQUE DU MALI
MINISTERE DE L'AGRICULTURE

RAPPORT DE L'ETUDE DE FACTIBILITE
DU PROJET DE
DEVELOPPEMENT DU PERIMETRE DE BAGUINEDA

JICA LIBRARY



1029697[8]

TOME II

ANNEXES

OCTOBRE 1981

AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE

国際協力事業団	
受入 月日 '84.9.28	519
登録No. 09315	81
	AFT

RAPPORT DE L'ETUDE DE FACTIBILITE
DU PROJET DE DEVELOPPEMENT
DU PERIMETRE DE BAGUINEDA

Table des matières

ANNEXE I	METEOROLOGIE ET HYDROLOGIE
ANNEXE II	GEOLOGIE ET SOLS
ANNEXE III	ETAT ACTUEL DE L'AGRICULTURE
ANNEXE IV	INSTALLATIONS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE EXISTANTES
ANNEXE V	PLAN D'AMENAGEMENT AGRICOLE
ANNEXE VI	PLAN D'IMPLANTATION DES FERMIERS DANS LE PERIMETRE
ANNEXE VII	PLANS D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE
ANNEXE VIII	PLANS PRELIMINAIRES DES OUVRAGES DU PROJET
ANNEXE IX	ORGANISATION ET GESTION
ANNEXE X	PLAN ET CALENDRIER D'AMENAGEMENT
ANNEXE XI	COUT ESTIMATIF
ANNEXE XII	EVALUATION ECONOMIQUE ET FINANCIERE DU PROJET

TABLE DES ABREVIATIONS

AFB	Abattoir Frigorifique de Bamako
BCM	Banque Centrale du Mali
BNDA	Banque Nationale de Développement Agricole (anciennement la "SCAER")
CEAO	Communauté Economique de l'Afrique de l'Ouest
CEDEAO	Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CILSS	Comité Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse au Sahel
CMCE	Centre Malien du Commerce Extérieur
CMDT	Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles
CMLN	Comité Militaire de Libération Nationale
CMPB	Coopérative des Maraîcheurs et Planteurs de Bamako
CMTR	Compagnie Malienne de Transports Routiers
CNRF	Centre National de Recherches Fruitières
CNRZ	Centre National de Recherches Zootechniques (Sotuba)
DNAE	Direction Nationale des Affaires Economiques
ECIBEV	Etablissement de Crédit et d'Investissement Bétail-Viande
EDM	Energie du Mali
FAC	Fonds d'Aide et de Coopération
GERDAT	Groupement d'Etudes et de Recherches pour le Développement de l'Agronomie Tropicale
IER	Institut d'Economie Rurale

IRAT	Institut de Recherches Agronomiques Tropicales et de Cultures Vivrières
LCV	Laboratoire Central Vétérinaire
ODIB	Opération de Développement Intégré de Baguineda (Opération Baguineda)
OMBEVI	Office Malien du Bétail et de la Viande
ON	Office du Niger
OPAM(-FL)	Office des Produits Agricoles du Mali (Section Fruits et Légumes)
OPSS	Opération Production Semences Sélectionnées
OSRP	Office de Stabilisation et de Régulation des Prix
OTER	Opération des Travaux et Equipement Rural
RCFM	Régie des Chemins de Fer du Mali
SAT	Société Africaine de Transports Routiers Marchandises
SCAER	Société de Crédit Agricole et d'Equipement Rural (transformée actuellement en "BNDA")
SEPAMA	Société d'Exploitation des Produits d'Arachides du Mali
SEPOM	Société des Produits Oléagineux du Mali
SMECMA	Société Malienne d'Etude et de Construction de Matériel Agricole
SOCAM	Société des Conserves Alimentaires du Mali (anciennement la "SOCOMA")
SOMIEX	Société Malienne d'Import-Export
SRCVO	Station de Recherches sur les Cultures Vivrières et Oléagineuses (Sotuba)
STI	Société des Transports Internationaux du Mali
UDPM	Union Démocratique du Peuple Malien

ULB Union Laitière de Bamako

UNTM Union Nationale des Travailleurs du Mali

WARDA West Africa Rice Development Association
(ADRAO) (Association pour le Développement de la
Riziculture en Afrique de l'Ouest)

ANNEXE I
METEOROLOGIE
ET
HYDROLOGIE

RAPPORT DE L'ETUDE DE FACTIBILITE
DU PROJET DE DEVELOPPEMENT
DU PERIMETRE DE BAGUINEDA

A N N E X E I

METEOROLOGIE ET HYDROLOGIE

Table des matières

		Page
I.1	METEOROLOGIE	I- 1
I.2	HYDROLOGIE	I-12

Tableaux et Figures

	Page
FIGURE I-1 ISOHYETES INTERANNUELLES	I-23
FIGURE I-2 RELATION ENTRE LES PRECIPITATIONS HORAIRES ET LES PRECIPITATIONS JOURNALIERES	I-24
FIGURE I-3 DISTRIBUTIONS DES PRECIPITATIONS MAXIMUM JOURNALIERES	I-25
FIGURE I-4 PLAN GENERAL DU BASSIN VERSANT DU NIGER SUPERIEUR	I-26
FIGURE I-5 COMPARAISON DES DEBITS	I-27
FIGURE I-6 DISTRIBUTION DES DEBITS MOYENS ANNUELS	I-28
FIGURE I-7 RELATION ENTRE LES NIVEAUX DES EAUX A SIENKORO ET SOTUBA	I-29

A N N E X E I

METEOROLOGIE ET HYDROLOGIE

I.1 METEOROLOGIE

I.1.1 Généralités

La zone du projet est sous l'influence du climat malien (anciennement dit "soudanien"). Ce climat est caractérisé par une saison sèche en hiver et une saison des pluies en été. Ce climat est en général engendré par la circulation de deux masses d'air principales : l'air continental tropical sec venant du Sahara, et circulant dans la direction générale nord-est, à température élevée en été et appelé communément "Harmattan" ; et l'air équatorial maritime, humide et instable, venant de l'anticyclone de Sainte-Hélène et circulant dans la direction sud-ouest, de température relativement basse et appelé "la mousson". Cette mousson apporte des pluies d'une quantité importante à partir de la mi-mai jusqu'au mois de septembre, les plus fortes se produisant en août.

I.1.2 Stations d'observation et données météorologiques

Il existe déjà seize stations d'observation météorologique dans le bassin supérieur du fleuve Niger et dans ses alentours, dont sept se trouvent sur le territoire du Mali et neuf sur celui de la Guinée. Les stations installées à proximité de la zone du projet comprennent celles de Bamako, de Sotuba et de Baguineda. Les emplacements des points d'observation météorologique dans le bassin susdit sont indiqués dans la Figure I-1.

Les données météorologiques obtenues à la station de Bamako peuvent être considérées comme les plus fiables, étant donné que ladite station est située à environ 30 kilomètres seulement

à l'ouest de la zone du projet et que les observations y ont été effectuées par la Direction Météorologique du Mali depuis 1919. En ce qui concerne la station de Baguineda qui se trouve dans la zone du projet, proprement dite, on ne peut obtenir que des données relatives à la pluviométrie. Toutefois, les données recueillies à la station de Sotuba qui se situe aux environs de la capitale du Mali ont permis de faire des comparaisons avec celles de Bamako et de Baguineda afin d'avoir une idée assez claire sur les conditions climatiques générales de la région.

Le tableau ci-dessous donne une récapitulation des données ainsi recueillies et analysées.

Noms des stations	Situation			Date de commencement de leur fonctionnement	Données disponibles
	Latitude	Longitude	Altitude		
Bamako-Aéro	12°38'N	08°02'0	322 m	Janv. 1919	T,R, EP,EPB H, SH, W
Baguineda	12°37'N	07°47'0	320 m	Janv. 1952	R
Sotuba	12°39'N	07°56'0	320 m	Janv. 1950	T, EP, SH, R

Remarques : T = Température de l'air
R = Précipitations atmosphériques
EP = Evaporation mesurée au moyen de l'évaporimètre Piche
EPB = Evaporation mesurée au moyen du bac A
H = Humidité relative
SH = Durée d'insolation
W = Vitesse du vent

I.1.3 Météorologie de la zone du projet

(1) Précipitations

La zone du projet est soumise à une alternance saisonnière relativement invariable, caractérisée par une saison des pluies et une saison sèche. La saison des pluies commence en juin en même temps avec la Mousson qui souffle dans la direction sud-ouest, et dure environ quatre mois jusqu'au mois de novembre tandis que la saison sèche dure d'octobre jusqu'au mois de mai de l'année suivante.

D'après les isohyètes interannuelles établies par l'autorité malienne concernée, la pluviométrie relative à la zone du projet est de l'ordre de 1.000 à 1.100 millimètres par an dont 90% est enregistrée en saison des pluies. Les isohyètes interannuelles sont données dans la Figure I-1.

Les relevés pluviométriques mensuels de Bamako couvrent une période de 61 ans tandis que ceux de Baguineda et de Sotuba sont disponibles pour une période de 26 ans respectivement, sauf certaines années d'interruption d'observation; ils figurent dans le "Recueil des données". La récapitulation des précipitations mensuelles moyennes observées à ces stations est comme suit.

Récapitulation des précipitations mensuelles moyennes (en millimètres)

Stations	J	F	M	A	M	J
Bamako	0,6	0,3	3,4	18,9	63,8	140,9
Baguineda	0,8	0,0	4,1	17,0	42,7	109,8
Sotuba	0,7	0,2	4,0	20,8	57,3	133,0

Stations	J	A	S	O	N	D	Total
Bamako	244,4	315,9	218,1	65,6	9,3	0,6	1081,8
Baguineda	201,8	212,4	149,5	69,1	2,9	0,0	810,0
Sotuba	237,9	286,9	179,0	60,0	4,4	0,9	985,3

On peut se rendre compte, d'après ce tableau, que les stations mentionnées ci-dessus reçoivent la hauteur d'eau la plus importante de 287 à 316 millimètres en août et celle la plus faible en février.

Quant au nombre de jours de pluie par mois et au nombre de jours de pluie en fonction des différentes hauteurs d'eau journalières relevées dans ces stations, ils sont résumés comme suit :

Nombre de jours de pluie de chaque mois

Unité : jours

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Bamako	0,2	0,3	1,2	4,3	8,7	13,7	18,7	20,8	17,4	7,0	1,0	0,1	7,8
Sotuba	0,1	0,1	0,4	2,6	5,5	10,5	14,7	16,3	14,7	5,2	0,5	0,0	5,9
Baguineda	0,2	0,1	0,7	2,1	4,5	9,4	13,3	15,4	13,0	4,9	0,4	0,1	5,3

Remarques : Période d'observation à Bamako : 1955 - 1980
 " " à Sotuba : 1955 - 1979
 " " à Baguineda: 1955 - 1980

Nombre de jours de pluies en fonction des différentes précipitations journalières

Unité (mm)

Stations	moins de 0,1	entre 0,1 et 10	entre 10 et 30	entre 30 et 50	plus de 50
Bamako	0	44,7 j	23,7 j	6,0 j	2,7 j
Sotuba	0	37,9 j	22,8 j	6,2 j	2,8 j

Remarques : Période d'observation à Bamako : 1970 à 1979
" " à Sotuba : 1969 à 1979

D'après ces tableaux, le nombre de jours de pluies moyen annuel observé au cours des 26 dernières années est de 93,4 à Bamako et de 64,1 à Baguineda.

En ce qui concerne la répartition des précipitations, les hauteurs, d'eau de l'ordre de 0,5 mm à 30 mm constituent le groupe prédominant dans les données recueillies auxdites stations.

Les précipitations journalières maximum observées au cours des 26 années sont : 115,5 mm à Sotuba et 131,5 mm à Baguineda, alors que celles observées sur une période de 51 ans à Bamako est de 176,2 mm, ces dernières étant relevées en 1931.

Quant à l'intensité des pluies, on peut observer deux différents types d'averses : Le premier est de nature orageuse et souvent désigné sous le nom de "tornade"; le deuxième est celui caractéristique des pluies de mousson. Les tornades sont caractérisées par une pointe de très forte intensité d'une part et, d'autre part, par une courte durée. Les précipitations dites journalières sont le plus souvent constituées par une ou deux averses ne durant chacune que quelques heures. Chacune des tornades ne couvre qu'une superficie assez limitée. Les pluies de mousson durent au contraire plusieurs heures ; elles comportent parfois plusieurs pointes, un peu moins importantes que celles des tornades. Elles constituent des "pluies journalières", qui

tombent sur des superficies beaucoup plus vastes que les tornades.

Les relations entre les précipitations horaires et les précipitations journalières en fonction des différentes intensités sont représentées dans la Figure I-2.

L'analyse de la fréquence des pluies maximales journalières à Bamako, Sotuba et Baguineda, a été faite aux fins de planification des ouvrages d'irrigation et de drainage du projet, en ayant recours à la méthode de Gumbel.

Les résultats sont donnés dans la Figure I-3 dont la récapitulation est comme suit :

Stations	Probabilité		
	1/2	1/5	1/10
Bamako	71,8 mm	99,2 mm	117,3 mm
Sotuba	66,7 mm	86,2 mm	99,7 mm
Baguineda	64,2 mm	86,9 mm	102,0 mm

Remarques : Période d'observation à Bamako : 1955 à 1980
 " " à Sotuba : 1955 à 1979
 " " à Baguineda : 1955 à 1980

(2) Température de l'air

La température moyenne annuelle à Bamako est de 27,9°C, évaluée sur la base des données observées sur une période de 26 ans. La température moyenne de chaque mois est caractérisée par une variation relativement constante ; la variation annuelle n'est que de 6°C.

Une récapitulation des températures moyennes de chaque relevées à Bamako et Sotuba est donnée ci-après :

Moyennes des températures
de chaque mois

Unité : °C

Station	J	F	M	A	M	J
Bamako	25,1	27,7	30,1	31,9	31,6	29,2
Sotuba	24,9	27,0	29,5	31,2	31,0	28,7

Station	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Bamako	26,9	26,3	26,7	27,8	26,4	25,1	27,9
Sotuba	26,6	25,9	26,6	27,5	25,7	24,1	27,4

La température maximum moyenne de 38,9°C est observée en avril, tandis que la température minimum moyenne de 16,4°C se manifeste en décembre. Bien que la variation annuelle soit de 6°C, l'écart journalier est grand, notamment en saison sèche où il est supérieur parfois à 17°C.

Le tableau ci-dessous donne les températures maximum et minimum moyennes (en degrés centigrades) enregistrées à Bamako.

Températures maximum et minimum moyennes à Bamako

Température	J	F	M	A	M	J
Max. moy.	33,7	36,2	38,2	38,9	37,9	35,0
Min. moy.	16,5	19,2	22,3	24,8	25,2	23,3

Température	J	A	S	O	N	D	Moyenne annuelle
Max. moy.	31,8	30,9	31,8	34,3	34,7	33,8	34,8
Min. moy.	22,1	21,7	21,5	21,2	18,0	16,4	21,0

(3) Evaporation

Les quantités d'évaporation sont relevées à Bamako depuis 1919 et à Sotuba depuis 1950 au moyen de l'évaporimètre Piche ; leurs moyennes mensuelles d'une période de 26 ans figurent au tableau ci-dessous.

Hauteurs d'évaporation moyennes mensuelles
(Evaporimètre Piche)

Unité : mm													
Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
Bamako	7,6	9,1	9,6	8,8	6,5	4,1	2,4	1,7	1,9	3,3	5,5	6,6	5,6
Sotuba	7,2	9,5	9,4	7,8	6,1	3,8	2,1	1,5	1,9	2,8	4,8	6,0	5,2

Période : 1955 à 1980

D'après ce tableau, la valeur maximum moyenne mensuelle de 9,6 mm/jour est relevée à Bamako en mars, tandis que la valeur minimum de 1,7 mm/jour est observée en août. La moyenne annuelle de l'évaporation est évaluée à 5,6 mm/jour.

On peut d'autre part obtenir des hauteurs mesurées sur bac COLORADO pendant quelques années à la station de Kénié, installée sur le Niger à 30 km en aval de Bamako, ainsi que des données relatives à l'évaporation mesurées au bac du type A à la station de Bamako ; les valeurs mensuelles ainsi obtenues figurent ci-dessous :

Evaporations mesurées sur bacs A et Colorado

Unité : mm													
Types d'évaporimètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moyenne
1) Colorado	7,4	8,9	9,7	10,7	9,7	7,7	4,7	3,5	4,2	5,0	6,4	6,4	7,0
2) Type A	7,2	8,8	9,7	9,6	8,7	7,4	7,5	6,6	6,0	5,5	5,8	6,2	7,4

- 1) Source : Monographie hydrologique du Bassin du Niger,
Ière partie,
Office de la Recherche Scientifique et
Technique d'Outre-Mer, mai 1970
- 2) Période d'observation : 1968 à 1980

Ce tableau présente le maximum de 9,7 mm en mars et le minimum de 5,5 mm en octobre pour ce qui concerne l'évaporation mesurée sur le bac du type A.

(4) Humidité relative

L'humidité relative moyenne de chaque mois observée à Bamako sur une période de 26 ans est récapitulée dans le tableau ci-après :

Moyenne de l'humidité relative de chaque mois
à la station de Bamako (en pour-cent)

Station	J	F	M	A	M	J
Bamako	33,3	28,4	30,9	39,5	53,7	67,0

Station	J	A	S	O	N	D	Moy.
Bamako	76,8	80,5	78,1	67,6	50,6	39,7	53,8

La variation annuelle de l'humidité est d'environ 72% dans la région considérée, où elle est basse en saison sèche et élevée en saison de pluies.

Les humidités relatives maximum et minimum moyennes de chaque mois sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

Humidités relatives maximum et minimum moyennes de chaque mois à Bamako et à Sotuba (en pour-cent)

Station	J	F	M	A	M	J
Bamako Maxi.	51,0	43,9	46,8	58,8	76,6	89,7
Mini.	15,6	12,9	14,9	20,1	30,8	44,3

Station	J	A	S	O	N	D	Moy.
Bamako Maxi.	95,7	97,4	97,6	92,7	77,2	59,9	73,9
Mini.	57,9	63,5	58,6	42,4	23,9	19,5	33,9

(5) Insolation

Les durées d'insolation mesurées en heures par jour à Bamako et à Sotuba sont récapitulées dans le tableau ci-après :

Durées d'insolation moyennes de chaque mois obtenues à Bamako et à Sotuba (en h/j)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Bamako	8,9	9,2	8,9	8,4	8,0	8,1	7,0	6,2	7,2	8,0	8,9	8,5	8,1
Sotuba	8,4	8,7	8,0	8,3	7,8	7,8	7,4	7,0	6,2	7,8	8,7	8,5	7,9

D'après ce tableau, la moyenne annuelle de la durée d'insolation est de 8,1 heures. La durée moyenne de chaque mois est en général élevée en saison sèche, étant de 8,9 à 9,2 heures par jour ; elle devient relativement courte en sai-

son des pluies, étant de 6,2 à 8,1 heures par jour. La valeur minimum, qui est d'environ 6,2 heures par jour, est normalement observée en août. La durée annuelle moyenne est de 2.960 heures environ, ce qui correspondrait à 34% environ de sa valeur annuelle.

(6) Régime des vents

La vitesse du vent dans la région considérée est relativement faible pendant toute l'année, elle est de l'ordre de 2 à 3 m/s. En ce qui concerne les directions des vents, celle du vent sud-ouest, appelé "la Mousson" est dominante en saison des pluies et pendant la saison sèche c'est celle du vent nord-est, désigné "Harmattan".

Les vitesses moyennes des vents de chaque mois sont résumées dans le tableau suivant :

Moyennes des vitesses des vents de chaque mois (en m/s)

Station	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Bamako	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	2,7	2,4	2,2	1,8	1,8	2,0	2,3	2,4

Période : 1955 à 1976

I.2 HYDROLOGIE

I.2.1 Généralités

Le fleuve Niger constitue la source d'alimentation en eau d'irrigation du périmètre de Baguineda.

Le Niger prend sa source dans les Monts Fouta Djalon en Guinée à une altitude d'environ 800 mètres. Il reçoit successivement les rivières Niandan, Milo et Tinkisso et, à 70 kilomètres au sud-ouest de Bamako, la rivière Sankarani, en amont de laquelle le barrage de Sélingué est en cours de construction.

A 7 kilomètres à l'est de la capitale, il passe par les rapides de Sotuba, puis après avoir traversé un très court palier situé le long du périmètre, descend d'une dizaine de mètres à l'emplacement des rapides de Kénié à 29 kilomètres au nord-est de Bamako.

En aval de Kénié, le fleuve retrouve une pente un peu plus faible qu'en amont et parvient à Koulikoro à 55 kilomètres à l'est-nord-est de Bamako. Il vire de nouveau, lorsqu'il atteint la ville de Bourem située à 950 kilomètres au nord-est de la capitale, pour se diriger ensuite vers le sud-est et passe par le Niger et le Nigéria et se jette enfin dans le golfe de Guinée.

Le Niger a une longueur de 748 kilomètres à Bamako, de 755 kilomètres à Sotuba et de 821 kilomètres à Koulikoro (kilométrage compté vers l'aval à partir de son origine). Le bassin versant du fleuve est de 117.000 km² à Bamako et de 120.000 km² à Koulikoro.

Les eaux du fleuve observées à la Pointe des Aigrettes de Sotuba

commencent à monter lentement en juin lorsque débute la saison des pluies, pour atteindre leur niveau maximum en septembre. Elles baissent progressivement en saison sèche pour descendre jusqu'à leur minimum en avril avant la mise en service du barrage de Sélingué. Après la réalisation du projet de Sélingué prévue pour 1981, la variation mensuelle relative aux débits à Sotuba présenterait le maximum en septembre et le minimum en février ou mars.

I.2.2 Données hydrologiques

On peut obtenir de la Direction Hydrologique Malienne, qui en dispose, les données hydrologiques concernant le Niger. Il existe 16 stations hydrométriques sur le cours de ce fleuve entre son origine et Koulikoro, comprenant les stations installées sur ses affluents.

Les emplacements et les principales caractéristiques des 5 stations sur lesdites 16 sont respectivement montrés à la Figure I-4 et au tableau ci-après, étant donné que les données relevées à ces 5 stations font l'objet de l'étude de l'établissement du plan d'irrigation et de drainage relatif au périmètre de Baguineda.

Les variations moyennes mensuelles des débits du Niger sont exposées dans la Figure I-5.

Réseau hydrométrique du bassin du Niger et du Sankarani

Stations	Coordonnées et Superficie B.V.	Observations limnimétrique	Etalonnage
Dialakoro	11°27' N 8°54' O 71.000 km ²	Echelle installée en 1954 Observations régulières jusqu'en 1957	Quatorze jaugeages entre 50 et 4.000 m ³ /s Etalonnage accep- table
Gouala	11°58' N 8°14' O 35.300 km ²	Echelle installée en avril 1953. Observations jour- nalières de janvier 1958 à décembre 1970. On ne connaît pas la cote du zéro	33 jaugeages en- tre 7 et 1.950 m ³ /s (précision médioc- re)
Sélingué	11°38' N 8°14' O 34.200 km ²	Observations journalières de juin 1964 à décembre 1973. Zéro à 328,85	Courbe d'étalon- nage disponible
Sotuba	12°38' N 7°56' O 117.500 km ²	Echelle actuelle instal- lée en 1953. Observations irrégulières On peut faire une lec- ture directe des niveaux d'eau	Etalonnage satisfaisant en basses eaux
Koulikoro	12°52' N 7°33' O 120.000 km ²	Première échelle instal- lée en 1907. Zéro à 290.083 (IGN) Observations continues depuis 1908	Etalonnage très satisfaisant. Station principale du Niger supérieur

SOURCES : Monographie hydrologique du bassin du Niger,
Ière partie de Niger supérieur et le Bani.
mai 1970, ORSTOM

Barrage de Sélingué sur le Sankarani, avant-projet détaillé.

Dossier technique du barrage, Annexes Hydrologie
C. LOTTI et ASSOCIAT, SOFRELEC

Une partie des données ont été corrigées sur la
base de l'enquête hydrologique sur place.

I.2.3 Ressources en eau

(1) Analyses des fréquences

En vue d'établir le plan relatif à l'irrigation et au drainage, une étude statistique des débits a été faite sur la base des données hydrologiques obtenues. Les débits moyens
Une récapitulation relative aux débits moyens mensuels sur une période de 72 est étalée dans le tableau ci-après :

Débits moyens mensuels

(en m³/sec)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Moy.
Koulikoro	392	188	96	64	92	342	1187	3144	5208	4528	2072	842	1513
Sélingué	99	58	33	28	38	123	311	830	1278	985	425	193	367
Dualokoro	322	178	96	67	104	373	1057	2422	3867	3227	1514	637	1155

Les études de fréquences d'apparition des périodes d'étiage ou de crue ont été faites pour les débits moyens annuels aux fins de planification de l'irrigation et du drainage ; ces études ont été effectuées suivant la méthode de Gumbel. La répartition des débits moyens annuels est montrée dans la Figure I-6. D'après ces études, le débit de crue d'une probabilité de 1/10 est évalué à 1512 m³/sec, correspondant au débit moyen annuel observé en 1969 ; D'autre part, le débit d'étiage d'une probabilité de 1/10 est estimé à 856 m³/sec correspondant à celui de 1972. Par conséquent, l'année 1969 a été choisie comme l'année de crue d'une probabilité de 1/10 ; alors que l'année 1972 est considérée comme l'année d'étiage d'une probabilité de 1/10.

(2) Ressources en eau

Le Barrage de Sélingué est en cours de construction sur la rivière Sankarani, un affluent principal du fleuve Niger. Après la réalisation du projet de Sélingué prévue pour 1981, la disponibilité des débits à Sotuba changerait considérablement. Compte tenu de ce qui précède, l'étude relative au bilan hydrique sera effectuée dans les situations "avec" et "sans" projet de Sélingué.

Les débits au confluent du fleuve Niger et de la rivière Sankarani pourraient être obtenus, en combinant les débits moyens mensuels du fleuve Niger avec ceux de la rivière Sankarani. Les débits du Sankarani varieraient avec les situations "avec" et "sans" projet de Sélingué. Il faut signaler qu'en vue d'évaluer les débits disponibles à Sotuba, on doit tenir compte des volumes d'eau nécessaires à l'irrigation de quatre périmètres s'étendant sur les rives du Niger et du Sankarani en amont de Sotuba.

Les besoins en eau d'irrigation de ces quatre périmètres sont comme suit :

Besoins en eau d'irrigation des quatre périmètres
en amont de Sotuba (en m³/s)

Périmètres	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Aval												
Barrage	1,92	1,47	1,02	1,87	0,82	0,06	0,96	-	-	0,28	0,58	2,13
Bankou- mama	2,54	2,54	3,61	3,59	2,45	1,05	1,99	-	0,68	3,23	2,96	2,14
Italien	0,45	0,45	0,55	1,00	0,60	0,20	-	-	-	0,35	0,30	0,35
Divers	1,20	1,35	1,50	1,35	0,90	0,30	-	-	-	0,60	0,90	1,05
Total	6,11	5,81	6,68	7,81	4,77	1,61	2,95	-	0,68	4,46	4,74	5,67

Source : Effets économiques du Barrage
dans le domaine agricole

"Rapport final" octobre 1975
P.N.U.D.

Les débits moyens mensuels évalués d'après l'étude statistique dans la situation "sans" projet de sélingué sont récapitulés dans le tableau ci-dessous :

Débits moyens mensuels estimés dans la situation
"sans" projet de Sélingué

Stations de jaugeage	J	F	M	A	M	J	J
Dialakoro	228	125	62	51	169	637	1.108
Sélingué	62	32	20	34	69	193	268
Total	290	157	82	85	238	830	1.376

Stations de jaugeage	A	S	O	N	D	Moy.
Dialakoro	1.804	2.773	1.839	994	480	856
Sélingué	683	933	498	222	127	262
Total	2.487	3.706	2.337	1.216	607	1.118

Le tableau ci-après résume les débits moyens mensuels prévisionnels en année d'étiage d'une probabilité de 1/10 après la réalisation du projet de Sélingué.

Débits moyens mensuels estimés dans la situation
"avec" projet de Sélingué

Stations de jaugeage	J	F	M	A	M	J	J
Dialakoro	228	125	62	51	169	637	1.108
Sélingué ¹⁾	119	79	153	206	175	159	309
Total	347	204	215	257	344	796	1.417

Stations de jaugeage	A	S	O	N	D	Moy.
Dialakoro	1.804	2.773	1.839	994	480	856
Sélingué ¹⁾	367	984	955	370	161	336
Total	2.171	3.757	2.794	1.364	641	1.192

1) Source : Barrage de Sélingué sur le Sankarani
"Avant-Projet détaillé", caractéristiques
optimales des groupes.

Mars 1975. C. LOTTI et ASSOCIAT et SOFRELEC

Les débits moyens mensuels disponibles à Sotuba figurent au
tableau ci-dessous, compte tenu des volumes d'eaux néces-
saires à l'irrigation des quatre périmètres s'étendant en
amont de Sotuba.

Débits disponibles à Sotuba dans les situation
"sans" et "avec" projet de Sélingué

Stations	J	F	M	A	M	J	J
"sans" Projet	284	151	75	77	233	828	1.373
"avec" Projet	341	198	208	249	339	794	1.414

Stations	A	S	O	N	D
"sans" Projet	2.487	3.705	2.333	1.211	601
"avec" Projet	2.171	3.756	2.790	1.359	635

D'après ce tableau, le débit minimum à Sotuba étant évalué à $75 \text{ m}^3/\text{sec}$ dans la situation "sans" projet de Sélingué, s'élèverait à $198 \text{ m}^3/\text{sec}$ après la réalisation du barrage de Sélingué. La construction du barrage de Sélingué pourrait donc contribuer à l'approvisionnement en eau pour le périmètre de Baguineda ainsi que les autres périmètres.

Une quantité de $130 \text{ m}^3/\text{sec}$ serait fournie au canal d'amenée de Sotuba pour la production de l'électricité à la centrale hydro-électrique de Sotuba et pour l'arrosage du périmètre de Baguineda.

Grâce à cet approvisionnement en eau stable, on peut assurer une exploitation régulière de l'usine hydro-électrique de Sotuba et du projet de Baguineda pendant toute l'année.

Le niveau d'eau correspondant au débit de $130 \text{ m}^3/\text{sec}$ est évalué d'après la courbe de jaugeage obtenue à la Direction Energétique du Mali à 316,70 mètres au droit de ladite usine, compte tenu de la cote précitée, le canal de Sotuba peut véhiculer une quantité d'eau de $11 \text{ m}^3/\text{sec}$, calculée d'après la formule de Manning.

I.2.4 Crues

(1) Année de référence

En vue d'établir le plan relatif à l'amélioration du drainage, une étude statistique a été effectuée en adoptant la méthode de Gumbel. Compte tenu des débits moyens annuels, l'année 1969 a été choisie comme année de référence au cours de laquelle a été survenue la crue d'une probabilité de 1/10,

c'est-à-dire une fois tous les 10 ans. Les résultats de l'étude en question sont étalés dans la Figure I-5.

(2) Débits de crue

Les volumes d'eau nécessaires à l'irrigation des quatre périmètres précités sont négligeables vis-à-vis de l'importance des débits de crue du Niger. Ainsi, les débits de crue à Sotuba peuvent être évalués en combinant les débits relevés à la station de jaugeage de Dialakoro avec ceux à la station de Sélingué. Etant donné que les débits véhiculés par la Sankarani varieront après la réalisation du barrage de Sélingué, l'étude de comparaison a été faite pour les situations "sans" et "avec" projet de Sélingué sur la base des données observées en 1969 ; les résultats de cette étude sont résumés comme suit :

Comparaison des débits de crue probables dans les situations "sans" et "avec" projet de Sélingué

Stations	J	F	M	A	M	J	J
"sans" Projet	437	232	138	104	88	398	2 003
"avec" Projet	456	258	255	278	242	485	1 828

Stations	A	S	O	N	D	Moy.
"sans" Projet	3.961	6.716	5.219	3.799	1.172	2.022
"avec" Projet	3.159	5.901	5.001	3.409	1.062	1.861

D'après ce tableau, les débits de crue d'une probabilité de 1/10 à Sotuba seraient d'environ 6.700 m³/sec dans la situation "sans" projet de Sélingué et de 5.900 m³/sec environ dans la situation "avec" projet.

(3) Niveaux d'eau des crues

Les débits de $6.700 \text{ m}^3/\text{sec}$ et de $5.900 \text{ m}^3/\text{sec}$ évalués ci-dessus représentent respectivement les débits observés à Sotuba le 21 septembre 1969 et le 3 septembre 1969.

Les niveaux d'eau des crues relevés aux dates précitées sont comme suit :

Niveau d'eau des crues à la sortie
de l'usine de Sotuba

Stations	Date	Débits	Niveaux d'eau
"sans" projet du barrage	21/9/1969	$6.700 \text{ m}^3/\text{s}$	315,52 mètres
"avec" projet du barrage	3/9/1969	$5.900 \text{ m}^3/\text{s}$	315,26 mètres

Comme ce tableau le montre, la surface des eaux s'abaisse de 25 centimètres après l'achèvement du barrage de Sélingué.

(4) Niveau d'eau des crues à Sienkoro

En vue d'estimer la différence des niveaux d'eau à la sortie de l'usine de Sotuba et à Sienkoro, une comparaison a été faite entre les hauteurs d'eau mesurées journalièrement à la sortie de la centrale de Sotuba et celles mesurées à Sienkoro.

Les résultats sont étalés sur la Figure I-7 ; l'équation de corrélation est comme suit :

$$Y = 0,8958 x + 20,737$$

où Y = niveau d'eau à Sienkoro en mètres

X = niveau d'eau à la sortie de l'usine de Sotuba
en mètres

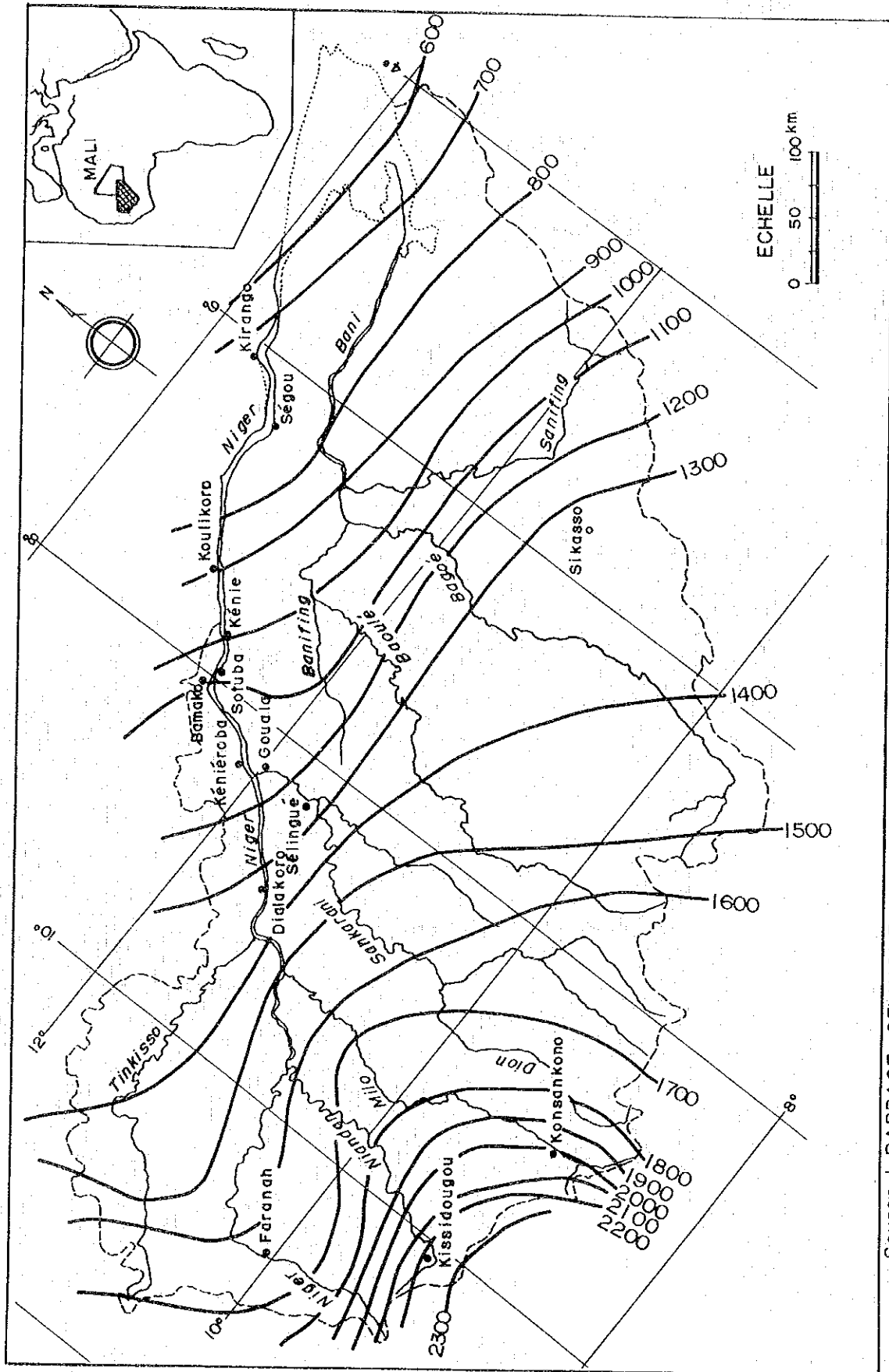
Les niveaux d'eau correspondant aux débits relevés les 3 et 21 septembre 1969 sont calculés en appliquant l'équation sus-mentionnée : les résultats sont comme suit :

Niveau d'eau des crues à Sienkoro

Stations	Dates	Débits	Niveaux d'eau
"sans" projet du barrage	21/9/1969	6.700 m ³ /sec	303,380 mètres
"avec" projet du barrage	3/9/1969	5.900 m ³ /sec	303,145 mètres

On trouve un rapide au droit de Sienkoro et un instrument limnimétrique y a été installé au cours de cette étude. Ce rapide a une chute de quatre mètres environ. Compte tenu de cette baisse de la surface des eaux, le niveau d'eau du Niger à l'extrémité aval du périmètre de Baguineda est évalué à 299 mètres au-dessus de la cote moyenne des pleines et basses mers. La basse terre s'étendant dans ladite partie inférieur du périmètre est située au-dessus de la cote de 302 mètres, de sorte qu'elle n'est pas sujette aux avaries causées par l'inondation.

FIGURE I-1 ISOHYETES INTERANNUELLES



Source : BARRAGE SELINGUE SUR LE SANKARANI
 Avant - projet détaillé, Oct 1975. C. LOTTI ET ASSOCIATION

FIGURE I- 2 RELATION ENTRE LES PRÉCIPITATIONS
HORAIRES ET LES PRÉCIPITATIONS
JOURNALIERES

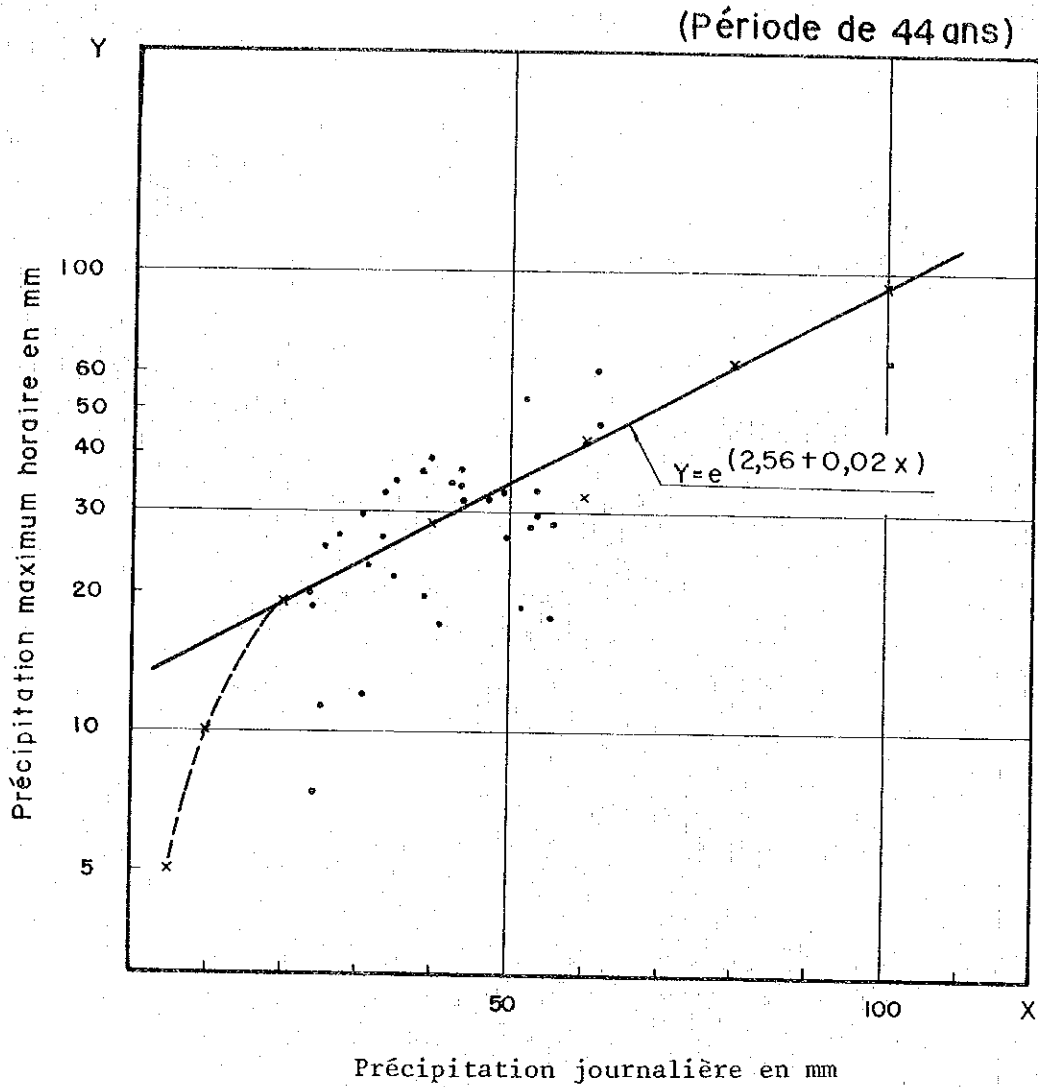


FIGURE I-3 DISTRIBUTIONS DES PRECIPITATIONS
MAXIMUM JOURNALIERES

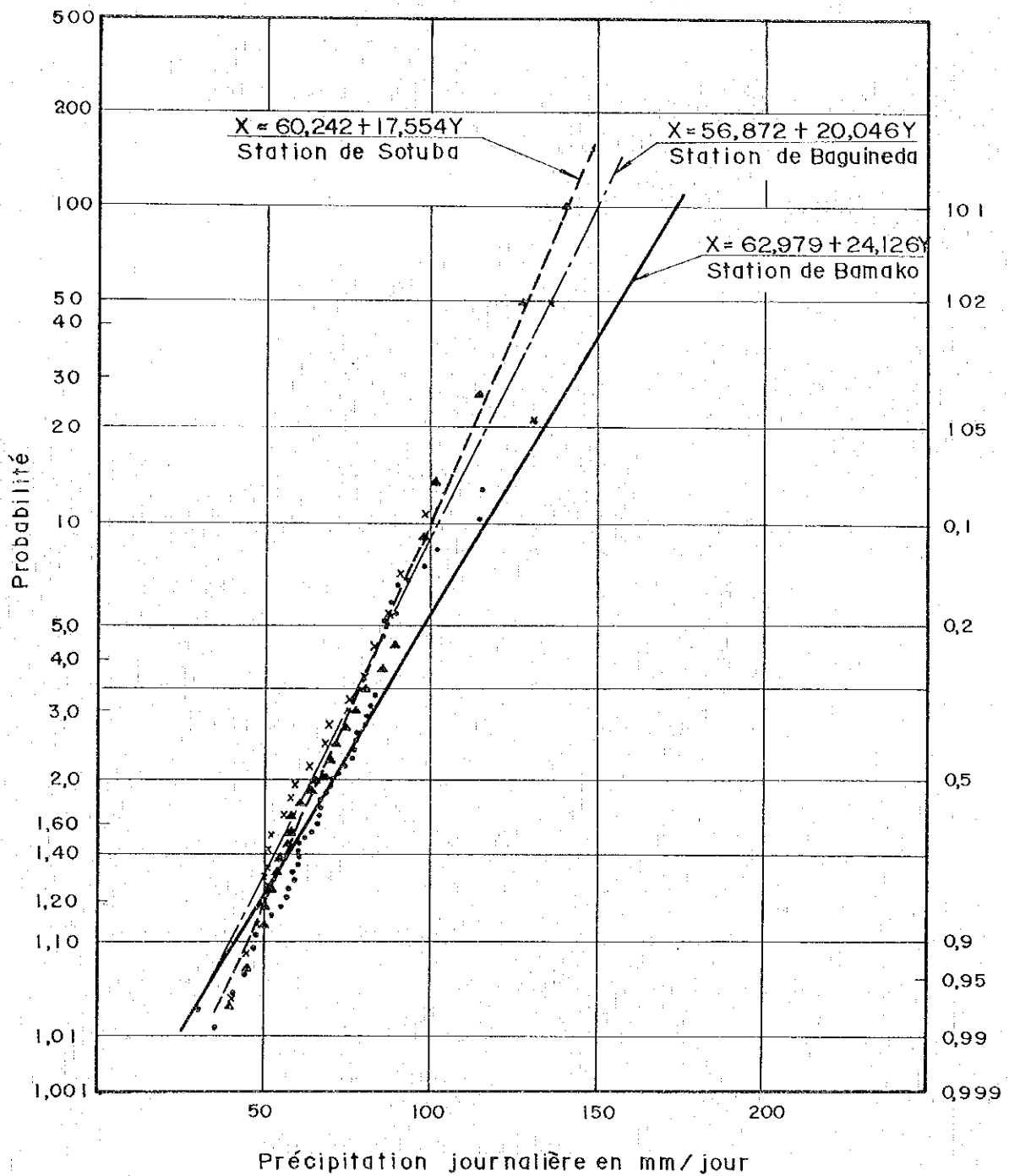
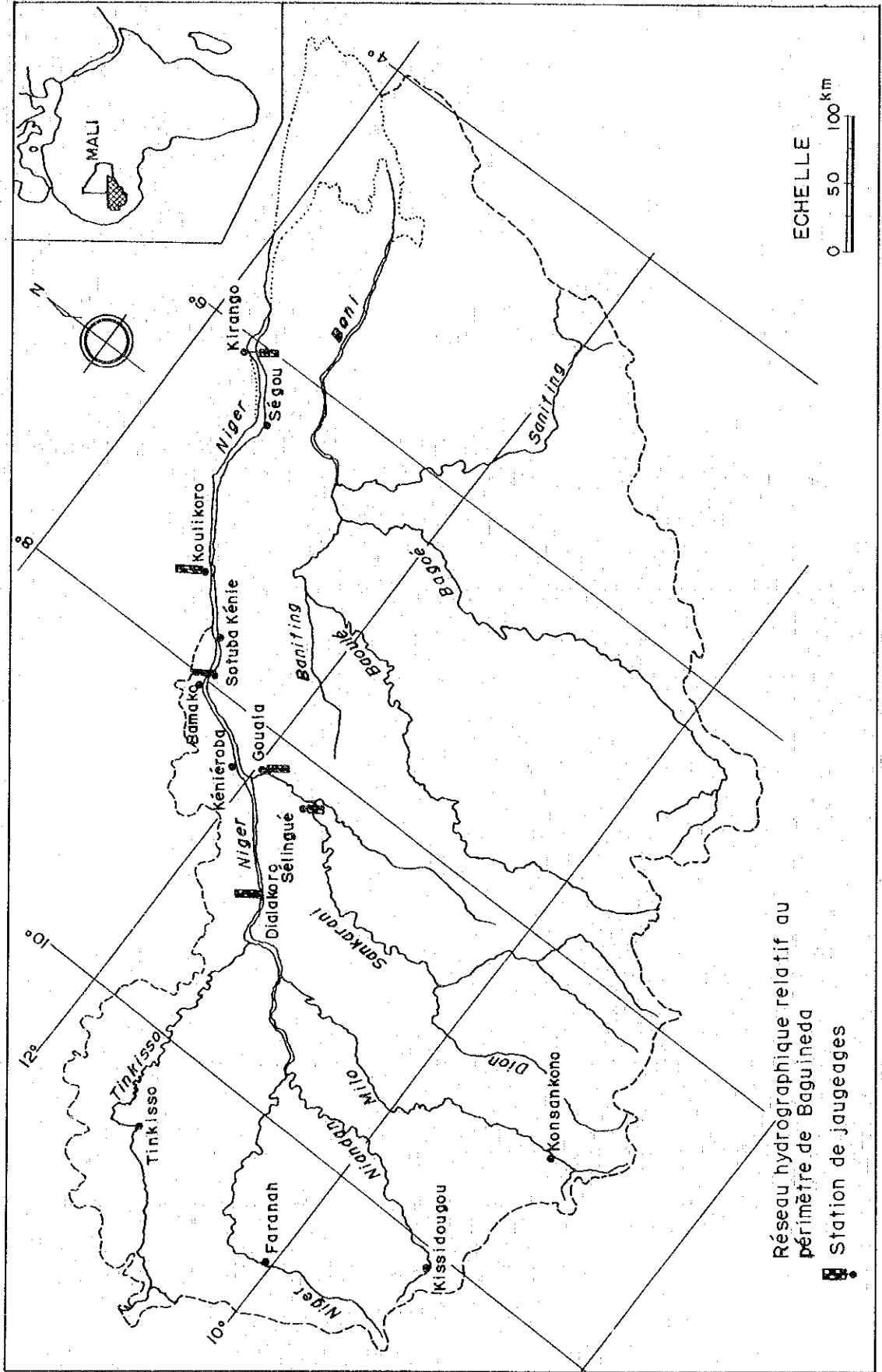


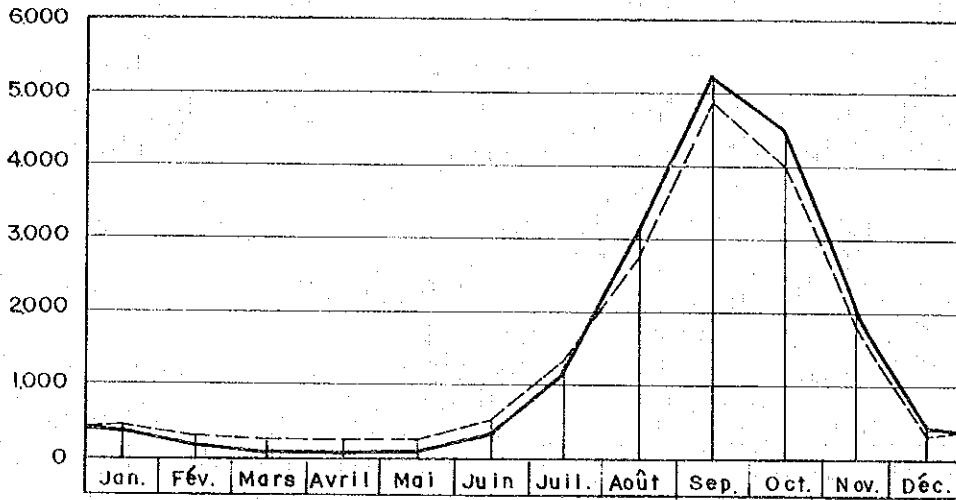
FIGURE I-4 PLAN GENERAL DU BASSIN VERSANT DU NIGER SUPERIEUR



Source : BARRAGE SELINGUE SUR LE SANKARANI
 Avant-projet détaillé, Oct. 1975. C. LOTTI ET ASSOCIATI

FIGURE I-5 COMPARAISON DES DEBITS

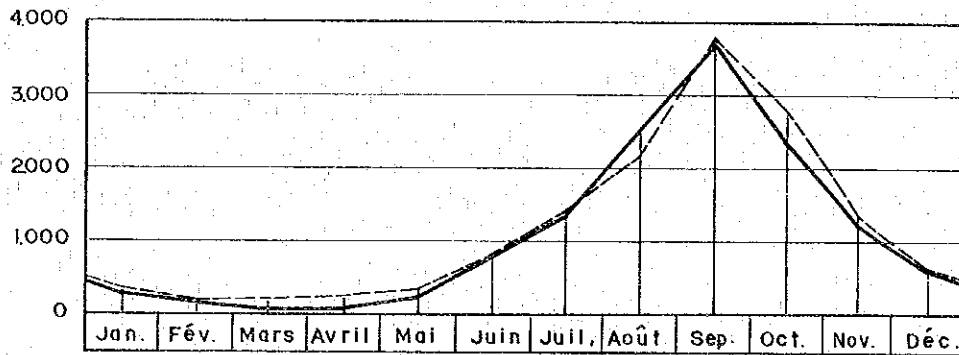
(m³/sec) (1) DEBITS MOYENS



— "sans" Projet de Sélingué
 Max = 5.211 (m³/s) (Sep)
 Min = 91 (m³/s) (Avril)

--- "avec" Projet de Sélingué
 Max = 4.829 (m³/s) (Sep.)
 Min = 228 (m³/s) (Fév.)

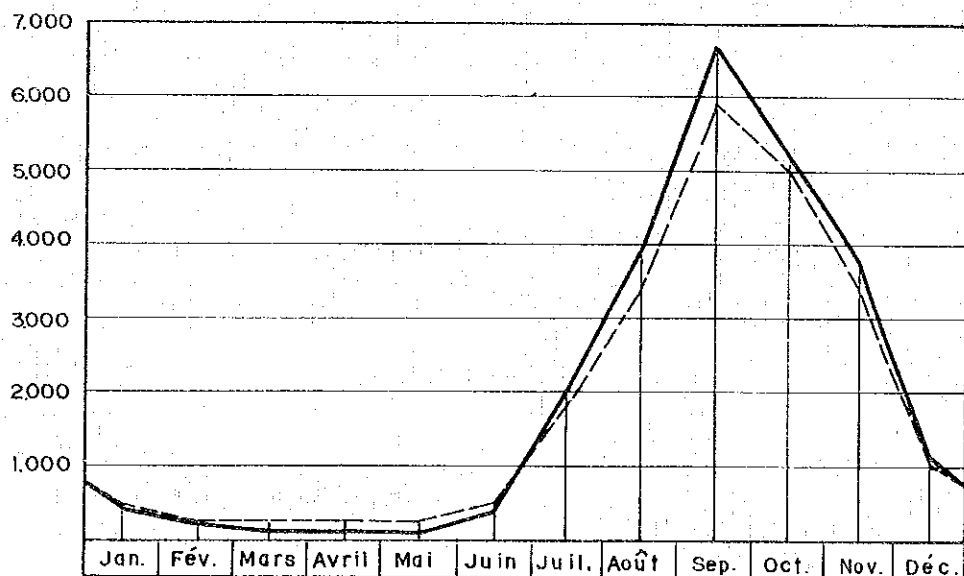
(m³/sec) (2) DEBITS DISPONIBLES D'UNE PROBABILITE DE 1/10



— "sans" Projet de Sélingué
 Max = 3.705 (m³/s) (Sep)
 Min = 75 (m³/s) (Mars)

--- "avec" Projet de Sélingué
 Max = 3.756 (m³/s) (Sep.)
 Min = 198 (m³/s) (Fév.)

(m³/sec) (3) DEBITS DE CRUE D'UNE PROBABILITE DE 1/10



— "sans" Projet de Sélingué
 Max = 6.716 (m³/s) (Sep.)
 Min = 88 (m³/s) (Mai)

--- "avec" Projet de Sélingué
 Max = 5.901 (m³/s) (Sep.)
 Min = 242 (m³/s) (Mai)

FIGURE I- 6 DISTRIBUTION DES DEBITS MOYENS ANNUELS
(Période de 1908 à 1979)

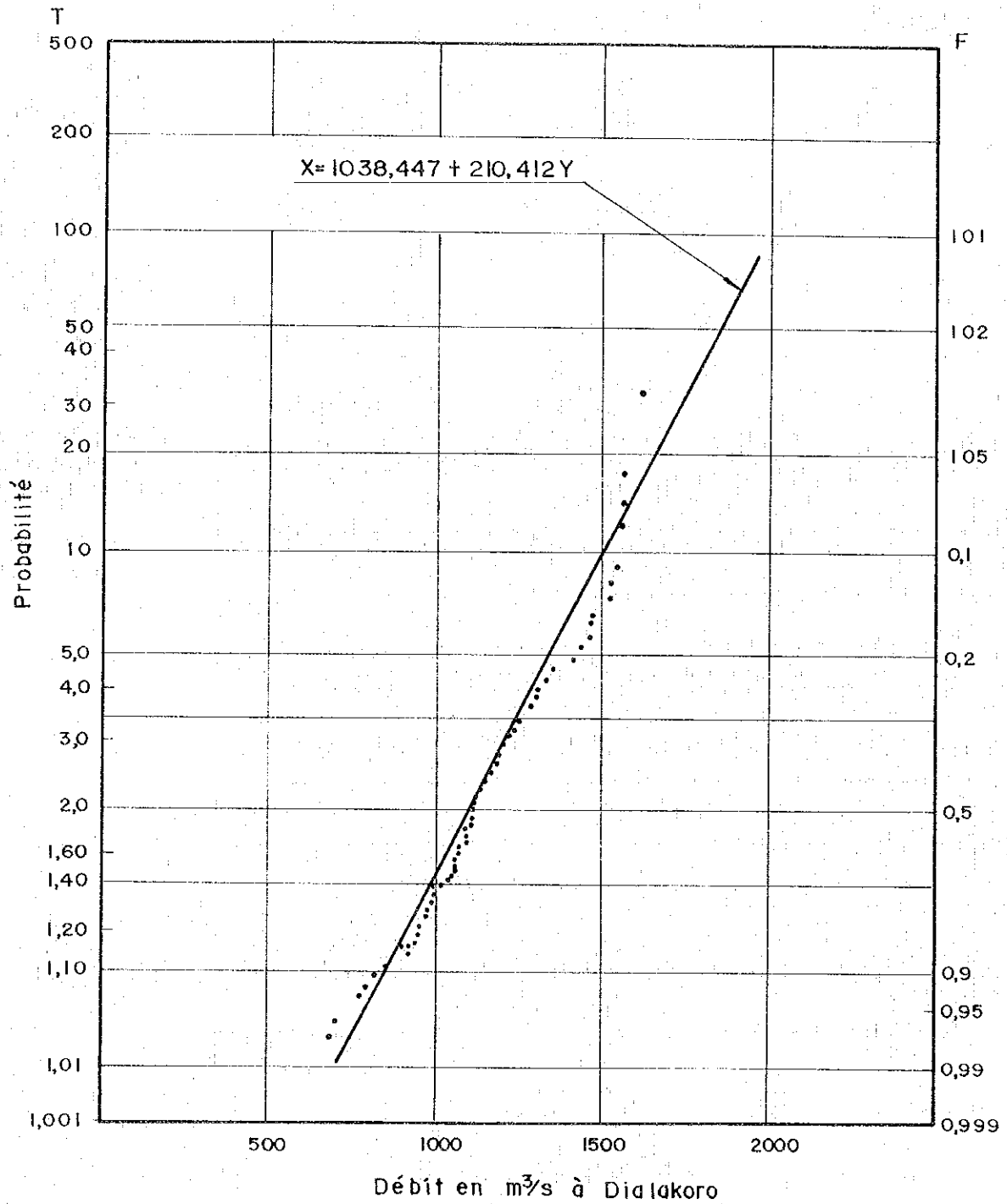
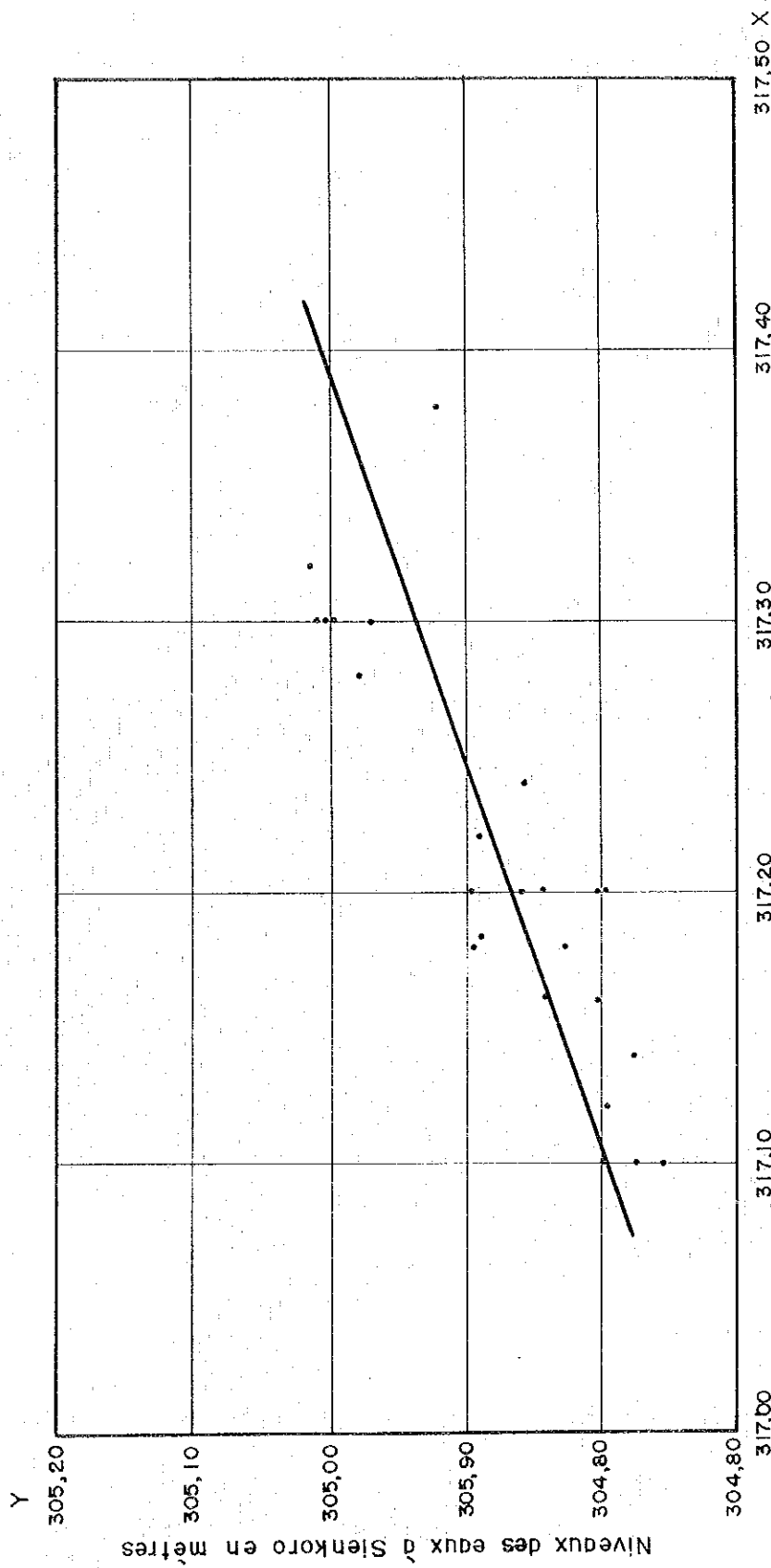


FIGURE I-7 RELATION ENTRE LES NIVEAUX DES EAUX
A SIENKORO ET SOTUBA



ANNEXE II

**GEOLOGIE
ET
SOLS**

RAPPORT DE L'ETUDE DE FACTIBILITE
DU PROJET DE DEVELOPPEMENT
DU PERIMETRE DE BAGUINEDA

A N N E X E I I

GEOLOGIE ET SOLS

Table des matières

	Page
II.1 GENERALITES	II-1
II.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DES TERRES DE LA ZONE DU PROJET	II-2
II.3 GEOLOGIE ET ENQUETES SUR LA MECANIQUE DU SOL ..	II-5
II.4 SOLS ET GROUPES DE SOLS SPECIFIQUES	II-11
II.5 CLASSEMENT D'APTITUDE A L'EXPLOITATION DES TERRES	II-28
II.6 DELIMITATION DES TERRES ARABLES	II-31

Tableau et figures

	Page
TABLEAU II-1	CLASSEMENT DES SOLS II-33
TABLEAU II-2	CRITERES AYANT SERVI DE BASE A L'EVALUATION DES FACTEURS D'INFLUENCE DES TERRES II-34
TABLEAU II-3	CLASSEMENT D'APTITUDE DES TERRES EN FONCTIONS DES CARACTERISTIQUES DES SOLS II-36
TABLEAU II-4	CLASSEMENT D'APTITUDE A L'EXPLOI- TATION DES TERRES II-37
TABLEAU II-5	DELIMITATION DES SURFACES IRRIGABLES ET UTILISATION DES TERRES PRECONISEE .. II-38
FIGURE II-1	CARTE DES SOLS II-39
FIGURE II-2	DEMARCATIION DU PERIMETRE DE BAGUINEDA II-40

A N N E X E II

GEOLOGIE ET SOLS

II.1 GENERALITES

Les enquêtes et études initiales portant sur la géologie et les sols de la zone envisagée ont été effectuées entre octobre 1962 et janvier 1963 par l'entreprise d'Etat "TECHNOEXPORT" de la République Populaire de Bulgarie ; les résultats desdites enquêtes et études ont été admis en tant que données et éléments d'information de base pour l'élaboration de la présente étude de factibilité du projet de développement du périmètre de Baguineda. D'où, les présentes enquêtes et études ont pour objectif de confirmer notamment les résultats obtenus sur les conditions géologiques et pédologiques faisant l'objet d'un rapport établi précédemment.

Compte tenu de la présence de la nappe phréatique à faible profondeur, le prélèvement d'échantillons en vue d'étude du profil pédologique a été fait à l'aide de tarière à main dont le diamètre était de 15 centimètres. Les profils ayant fait ainsi l'objet d'examen se sont situés à une profondeur de 2 à 2,5 mètres ; quant à ceux se trouvant à une profondeur plus grande, l'échantillonnage aux fins d'examen a été effectué dans les puits dispersés çà et là dans toute la zone du projet. C'est ainsi qu'a été confirmée la constitution géologique de la zone considérée.

La compilation des résultats de l'étude pédologique et l'établissement de cartes des sols ont été faits selon les normes définies en 1973 pour l'établissement de la carte mondiale

des sols FAO/UNESCO. Quant à la classification des sols, en vue de déterminer tout en particulier leur étendue et le degré de leur aptitude à l'exploitation par irrigation, on a eu recours essentiellement aux normes établies à cet effet en 1953 par le "Bureau of Reclamation" des Etats-Unis et modifiées en 1967 aux fins rizicoles par irrigation.

II.2 CARACTERISTIQUES GENERALES DES TERRES DE LA ZONE DU PROJET

Le périmètre de Baguineda, comme il est délimité dans ce rapport, a une superficie brute de 4.500 hectares environ ; il s'agit d'un terrain riverain s'étendant sur une faible largeur le long de la rive droite du Niger.

Les terres s'y sont formées sous les actions différentielles d'érosion et de sédimentation par le Niger et ses affluents ; de façon plus concrète, elles se sont formées par suite de fortes érosions intervenues sur les couches alternées de grès et de schistes de faible épaisseur appartenant au système cambrien de l'ère paléozoïque.

Les cours du Niger et de ses affluents ont subi des changements et leur ancien lit s'est depuis recouvert de sédiments transportés de l'amont. Dans l'ensemble, ces terres, au cours du processus de formation, se sont modelées en diverses terrasses alluviales étroites et longues. C'est sur une de ces terrasses, caractérisée par sa faible altitude, que s'étendent les terres constituant le périmètre considéré.

Les formations en éventail se rencontrent au pied d'une terrasse plus élevée située au sud du périmètre. Celles-ci sont dues aux dégradations attribuables à l'érosion des cônes détritiques et de la falaise gréseuse d'une part, et au processus de sédimentation de matières altérées, d'autre part. La partie

supérieure de ces formations est composée de colluvions récentes, alors que sa partie inférieure en est de dépôts diluviaux.

Les eaux souterraines profondes sont alimentées par le ruissellement souterrain des eaux de pluie provenant des terrasses plus élevées ; ces dernières s'écoulent sur un socle gréseux pour se jeter dans les affluents du Niger, tels que la Koba, la Fara et la Farankan. Ce qui fait que ces eaux souterraines sont presque à sec en fin de la saison sèche.

On n'a pas constaté d'eaux souterraines alimentées par les eaux du Niger dans le périmètre ; ce qui est dû d'une part à l'arrêt de l'infiltration de ces eaux fluviales du fait de la présence d'une crête gréseuse encaissante le long de la rive droite du Niger et, d'autre part, à la formation du sol diluvial qui a été déjà fortement tassé.

Les nappes phréatiques de faible profondeur se sont formées dans une couche composée de colluvions récentes se reposant sur une formation de sol diluvial dure ; les eaux alimentant ces nappes proviennent essentiellement du canal d'irrigation principal déjà établi. Ces eaux souterraines surgissent à la surface du sol au pied des formations en éventail pour se répandre dans la plus grande partie des terres basses et marécageuses, à cause de l'absence de réseau d'assainissement ; ce qui est d'ailleurs l'une des causes principales de la formation des marais saisonniers dans le périmètre.

Les terres apparaissent, du point de vue géomorphologique, approximativement sous quatre aspects :

- (1) Des digues naturelles, constituées par des terres resserrées essentiellement le long du Niger et de ses affluents et à relief très doux ; celles-ci occupent

environ les 9,5 pour cent de la superficie totale du périmètre (soit 430 hectares). La partie des terres longeant le Niger même est en général constituée de sédiments dont la texture est fine et dont les dépôts qu'ils forment sont plutôt épais sur la falaise gréseuse et/ou sur les crêtes des bourrelets de berge dudit fleuve.

Quant aux parties de terres situées principalement le long de la Koba, la Fara et la Farakan, elles sont constituées d'alluvions dont la texture est limoneuse ; bénéficiant de bonnes conditions d'assainissement, ces alluvions ont été soumises au processus d'altération par oxydation due à l'action des agents atmosphériques.

- (2) Une plaine fluviale, occupant environ 48,9% de la superficie totale du périmètre (soit 2.200 hectares environ); celle-ci accuse un relief plat ou presque plat dans lequel on trouve notamment de légères dépressions et des marais saisonniers. Toute cette partie de terres est constituée par d'épais dépôts de sédiments à texture fine laissés par le Niger pour la plus grande partie au cours des stades de processus de formation de sol à l'époque quaternaire.

Par suite de leur saturation par eau saisonnière, celle-ci a subi le processus d'altération hydromorphe due à l'action des agents atmosphériques, c'est-à-dire la "gleisation" et les panachures dues à la saturation en eau et aux variations saisonnières jusqu'à un certain point du niveau piézométrique de la nappe phréatique.

- (3) Des formations en éventail, caractérisées par un relief à pente douce, se trouvant dans le secteur proche au canal principal existant ; celles-ci occupent 35,1% de la

superficie totale du périmètre (soit 1.580 hectares environ). La plus grande partie de ces terres est constituée par de la colluvion à texture limoneuse fine. A part quelque exception, la colluvion renferme beaucoup de fragments fins de grès et de pierres de grosseur de petits pois. Dans une certaine faible partie des terres se trouvant très proches d'une falaise gréseuse ou au pied d'une colline ondulée, se repose une couche plutôt peu épaisse de colluvion graveleuse et/ou pierreuse formant une couche peu épaisse sur un socle de grès. D'autre part, la colluvion a subi une alteration hydromorphe en raison de sa saturation d'eau saisonnière, qui est attribuable à la formation de la nappe aquifère dans le profil pédologique peu profond en saison des pluies. Le processus de latérisation du sol n'est constaté que sur une petite partie du secteur de Tanima.

- (4) Les cônes détritiques et/ou les formations de crête sur les bourrelets de berge représentent des terrasses résiduelles dans cette catégorie de terres. La plupart de ces terres sont classées en tant qu'affleurements gréseux ; cette catégorie de terres occupe près de 6,5 pour cent de la superficie totale du projet (soit 290 hectares).

II.3 GEOLOGIE ET ENQUETES SUR LA MECANIQUE DU SOL

II.3.1 Constitution géologique

Comme il a été décrit à la section II.2, le périmètre est géologiquement parlant, constitué principalement par un socle gréseux sur lequel se reposent des couches de dépôts diluviaux. Le socle gréseux est formé de sédiments de l'époque cambrienne,

qui sont représentés par des couches intercalées de grès silteux ou à particules fines, bruns ou bruns foncés, et de schistes bruns foncés de faible épaisseur et d'une schistosité bien marquée. Ces couches sont horizontales et n'apparaissent pas dans toutes autres formations qui ont été influencées par un tel mouvement tectonique ; elles affleurent d'une façon inégale en plusieurs endroits du périmètre et notamment dans les voisinages des rapides de Sotuba et de Sienkoro.

Une formation latéritique tertiaire surgit directement de ces formations cambriennes au-dessus des terrasses gréseuses ; elle forme un socle de graviers d'une épaisseur de 10 à 30 centimètres environ dans une limite de 50 centimètres de son profil. Des limonites, des hématites et des hydragilites constituent les variétés dominantes de graviers ; ils se présentent sous forme de petits oolithes et de pierres en forme de petits pois qui sont soudés entre eux en une masse de nature amorphe. L'épaisseur de cette formation est de quelques mètres à 10 mètres environ.

Les dépôts diluviaux sont constitués par des terres dont la profondeur jusqu'au socle est de l'ordre de 0 à 10 mètres environ, soit 5 mètres environ en moyenne. Ces terres sont pour la plupart composées de l'argile à l'argile sableuse dérivant de roches cristallines et également de grès.

On trouve également du sol colluvial de formation récente le long du canal principal existant alors que les sols alluviaux de formation récente sont rencontrés le long des bourrelets de berge des affluents du Niger. Les deux sols précités sont constitués de dépôts à texture moyenne provenant de grès altéré et de latérite. En certains emplacements, ces sols ont une grande teneur en graviers et fragments de latérite. Quant aux sols se trouvant le long des rives du Niger même, ils sont composés

d'argile silteuse provenant de dépôts récents d'alluvions.

II.3.2 Essais de la mécanique du sol

Les enquêtes portant sur la mécanique du sol des matériaux de remblai destinés à la réfection du canal d'irrigation principal ont été effectuées en exécutant six sondages le long de la digue du canal existant. Les lieux d'exécution de ces essais sont représentés dans la Figure IV-6.

Six échantillons de sol remaniés ont été prélevés de chacun de ces sondages et analysés au Laboratoire du Centre National de Recherche et d'Expérimentation pour le bâtiment et les travaux publics, à Bamako.

Les essais ont porté essentiellement sur ce qui suit :

- (1) l'analyse granulométrique (qualité de la texture notamment) ;
- (2) l'essai Proctor Normal ;
- (3) l'essai de compressibilité et de perméabilité

Les résultats des analyses et essais précités sont sommairement mentionnés ci-après;

(a) Analyse granulométrique :

A part les sites Kobala et Point 18 qui sont de la classe des sols grenus, les quatre autres sites constituent des sols fins.

- (b) Les sols grenus ont un passing moyen à 80 microns de 20 à 40% ; 50 à 60% à 2 mm et 60 à 65% à 5 mm.

Les sols fins ont un passing moyen à 80 microns de 60 à 90%.

Ces passing sont du limon et de l'argile ; les retenus représentent un mélange de graviers, de gros sable et de sable fin.

(b) Proctor Normal :

Les résultats de compactage à l'énergie du standard Proctor tournent autour de :

1,75 à 1,96 pour la densité sèche maximale
9,10% à 14,2% pour la teneur en eau optimale.

Les meilleurs résultats sont obtenus sur le mélange du site 6 (Point 18). Ceci pourrait s'expliquer par le fait que ce sol est un sol grenu composé de grains de diamètres différents.

Les résultats les plus défavorables sont donnés par le mélange du site 4 (Point 82 + 80) qui est le sol le plus fin (plus de 86% passent à 80 microns).

(c) Compressibilité - perméabilité à l'oedomètre : (voir le tableau récapitulatif des coefficients K obtenues).

Les résultats obtenus sont de l'ordre de :

- 0,57 à 1,85 kgf/cm² pour la pression de consolidation
- $2,1 \times 10^{-6}$ à $1,7 \times 10^{-2}$ cm/s pour la perméabilité sous différentes charges.

Le sol le plus perméable ($4,6 \times 10^{-4}$ à $1,7 \times 10^{-2}$ cm/s) est le sol du mélange du site 6 (Point 18) qui est justement le sol le moins fin. Les perméabilités observées sont exposées dans le tableau suivant.

TABLEAU RECAPITULATIF DES COEFFICIENTS K OBTENUS EN CM/s

Charges en (kg)	Site 1 Dougourakoro	Site 2 Kobala	Site 3 Kognini	Site 4 Point 82 + 80	Site 5 Point 49 + 90	Site 6 Point 18	Remarques
Piston	$1,7 \times 10^{-1}$	$1,3 \times 10^{-3}$	$8,4 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-3}$	$1,9 \times 10^{-4}$	$1,7 \times 10^{-2}$	
1	$2,2 \times 10^{-3}$	$6,4 \times 10^{-4}$	$6,7 \times 10^{-4}$	$2,8 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-4}$	$8,4 \times 10^{-3}$	
3	$1,7 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$9,7 \times 10^{-5}$	$2,4 \times 10^{-3}$	$1,1 \times 10^{-4}$	$5,6 \times 10^{-3}$	
5	$1,2 \times 10^{-3}$	$2,3 \times 10^{-4}$	$6,3 \times 10^{-5}$	$1,9 \times 10^{-3}$	9×10^{-5}	$3,3 \times 10^{-3}$	
10	-	-	-	$1,4 \times 10^{-3}$	$5,3 \times 10^{-5}$	$2,1 \times 10^{-3}$	
20	$8,2 \times 10^{-4}$	$1,9 \times 10^{-4}$	5×10^{-5}	$1,0 \times 10^{-3}$	$3,3 \times 10^{-5}$	1×10^{-3}	
40	$5,4 \times 10^{-4}$	$1,45 \times 10^{-4}$	$3,4 \times 10^{-5}$	$8,1 \times 10^{-4}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$6,5 \times 10^{-4}$	
80	$2,6 \times 10^{-4}$	$8,4 \times 10^{-5}$	$2,5 \times 10^{-5}$	$3,1 \times 10^{-4}$	$2,1 \times 10^{-6}$	$4,6 \times 10^{-4}$	

Les autres mélanges de sol compactés au Proctor Normal peuvent être considérés comme faiblement perméables.

D'après lesdits résultats, les matériaux classés en catégorie à texture fine se prêtent bien à l'exécution des remblais pour les canaux faisant l'objet du présent plan de réaménagement du périmètre. Toutefois, pour ce qui concerne ceux classés en catégorie à texture grossière, c'est-à-dire ceux prélevés à Kobala et au Point 18, ils sont qualifiés peu appropriés pour ladite exécution en raison du coefficient élevé de perméabilité même une fois bien compactes. D'où, pour la réfection du canal existant dont le remblai a été exécuté avec des matériaux à texture grossière précités, il sera indispensable d'envisager des mesures de protection, telles que le revêtement en béton, en pierres maçonnées, etc...

En ce qui concerne les matériaux destinés à la fabrication des parpaings et à l'exécution de la maçonnerie en pierres sèches, on pourra avoir recours aux grès affleurant à proximité du canal principal existant et dont la qualité est appropriée à cet effet. Toutefois, leur extraction en taille voulue des carrières nécessitera l'emploi de dynamites ou d'autres moyens convenables. Du point de vue quantitatif, on pourra en trouver suffisamment en divers emplacements.

Quant aux sables et graviers destinés au bétonnage, on pourra les prélever des bancs de sable formés par le Niger en un endroit proche de l'extrémité aval du canal B.2. Leur qualité convient à ces travaux et leur quantité est suffisante à cet effet.

II.4 SOLS ET GROUPES DE SOLS SPECIFIQUES

II.4.1 Etat général des sols

Les sols du périmètre considéré ont pour origine l'alluvion dont la texture est argileuse à fine limoneuse des époques récentes et quaternaires d'une part, et le colluvion dont la texture est limoneuse à fine sableuse des époques récentes d'autre part.

L'alluvion est en général constituée de 30 à 35 pour cent d'argile, 15 à 25 pour cent de fraction silteuse et de 40 à 55 pour cent de particules sableuses ; elle forme, sur la plus grande partie du périmètre, des dépôts épais. Par contre, le colluvion est formé d'une façon dominante de 10 à 15 pour cent d'argile, 40 à 50 pour cent de fractions silteuses et de 35 à 50 pour cent de particules sableuses ; il constitue plutôt des dépôts peu épais directement sur le socle gréseux et les dépôts diluviaux sous les formations en éventail.

Les deux sols précités ont été soumis au processus d'altération hydromorphe, c'est-à-dire la "gleisation", les panachures et la formation des concrétions dues à la saturation en eau, à cause du réseau d'assainissement défectueux, ainsi qu'à la formation de nappe phréatique dans le profil pédologique peu épais.

A l'exclusion des formations susvisées, le processus de latérisation est intervenu sur les formations de sol telles que notamment celles des digues naturelles de la Koba, de la Fara et de Farakan, ainsi que les formations en éventail du secteur de Tanima.

Généralement parlant, la presque totalité des sols du périmètre a été lessivée de bases qui leur sont propres par suite d'altérations hydromorphes et de l'oxydation et qui alors ont fait place aux conditions acides observées dans tout le profil. Sur une faible partie des terres basses et marécageuses ont été remarqués des sols légèrement alcalins ayant des valeurs pH de 7,1 à 8,0, mais pas d'accumulation de sels en quantité notable n'y a été constatée.

II.4.2 Classement des sols

Le classement des sols dans le présent rapport a été fait conformément au système de la "carte mondiale des sols" FAO-UNESCO.

En se référant audit système, on a tenu particulièrement compte des termes suivants se rapportant aux caractéristiques pédologiques tant pour ledit classement que pour la cartographie du périmètre considéré.

(1) Matériaux originels et/ou matières lithologiques

- . Alluvion récente, dont la texture est en général argileuse à limono-silteuse, provenant de roches cristallines et de grès d'une formation précambrienne.
- . Dépôt diluvial, dont la texture est argilo-silteuse à argilo-sableuse fine, tirant son origine d'une formation précambrienne.
- . Colluvion, dont la texture est limoneuse fine à sablo-limoneuse fine, dérivant essentiellement du grès d'une formation précambrienne et d'une formation latéritique des époques tertiaires.

(2) Séquence lithologique des profondeurs spécifiques des sols

- . Affleurements du socle gréseux;
- . Le socle gréseux ou la couche de graviers se repose sous un profil pédologique peu épais dans les limites de 50 centimètres (phases lithique et pierreuse de la catégorie inférieure de la classification des sols);
- . Formation de nappe phréatique dans le profil pédologique peu épais.

(3) Formations spécifiques des sols

- . Altération hydromorphe telle que gleisation, panachures, processus de lessivage des bases propres à ces sols, etc... (dans les sous-unités pédologiques dystriques, gleyiques, eutriques de ce classement des sols).
- . Altération d'oxydation telle que la formation de sol ferrique ou latérisation, la formation de concrétions d'oxydes, etc... (dans les sous-unités pédologiques ferriques et dans la phase pétrique).

(4) Caractéristiques des profils diagnostiques et propriétés chimico-physiques des sols

- . Horizon ou couche superficielle dont le sol possède différentes couleurs (défini essentiellement en tant qu'horizon ochrique), a une teneur en humus et est graveleux ou pierreux.
- . Horizon ou couche de sous-sol situé dans les limites de 150 centimètres au-dessous de la surface du sol et dont les sols ont un horizon gleyique ou pétrique, ou une couche ou un socle graveleux, etc...

En se fondant sur les caractéristiques diagnostiques des sols et des profils pédologiques, on pourrait classer les sols du périmètre considéré essentiellement en lithosols associés aux acrisols, gleysols, cambisols et fluvisols de la catégorie la plus élevée du système de classification des sols FAO/UNESCO.

Parmi ceux précités, les lithosols associés aux acrisols se sont formés au pied des terrasses élevées, ainsi que sur les terrasses résiduelles (cônes détritiques) se trouvant le long du Niger.

Les gleysols représentent les sols les plus dominants; ils occupent près de 84% de la superficie totale du périmètre.

Les cambisols constituent essentiellement les sols des digues naturelles étroites s'étendant le long de la Koba, de la Fara et de Farakan.

Les acrisols ne sont rencontrés que sur une petite superficie; On les trouve en grande partie en association avec une partie de gleysols, qui proviennent notamment du colluvion peu épais des formations en éventail.

Les fluvisols représentent des sols alluviaux récents qui se sont formés en bandes étroites le long du Niger.

Les sols constituant les lithosols sont en corrélation avec les lithosols types des sous-unités pédologiques et sont classés en lithosols types pierreux (stony typic lithosols) dans la catégorie des phases de ce classement des sols. Ils

sont associés inégalement aux acrisols caractérisés par des conditions peu profondes et pierreuses.

Les sols définis en tant que gleysols sont classés en gleysol dystrique (dystric gleysols) et gleysol eutrique (eutric gleysols); les gleysols dystriques sont répartis en gleysol dystrique pierreux et en gleysol dystrique type dans la catégorie des phases.

Les sols définis en tant que cambisols correspondent au cambisol gleyique ; ils sont répartis en cambisol type et cambisol gleyique dans la catégorie des phases.

Les sols classés en fluvisols sont définis en tant que fluvisol dystrique dans les sous-unités pédologiques, et en tant que fluvisol type et fluvisol dystrique dans les phases des sols de ce classement des sols.

La corrélation avec les unités pédologiques définies dans le présent rapport est reprise sommairement au Tableau II.1. La formation de chaque unité pédologique figure sur la carte des sols jointe au présent rapport (voir la Figure II-1).

11.4.3 Nature et propriétés principales des sols

Comme il a été exposé au préalable, les sols de la zone qui a fait l'objet des enquêtes peuvent être distinctement classés en cinq grandes unités pédologiques, huit sous-unités pédologiques, une sous-unité de sols associés et neuf phases.

Compte tenu des possibilités d'utilisation de ces sols aux fins de production agricole et de travaux de construction,

la nature et les propriétés principales de chacun des groupes de sols peuvent s'expliquer en détail comme suit.

- (1) Lithosols types pierreux (I-ia) associés aux acrisols
Unité cartographique (1); grande unité pédologique =
lithosols ; sous-unité = lithosols types; phase : pierreuse.

Les sols constituant les lithosols sont uniquement formés sur des bandes étroites des terrasses résiduelles (cône détritiques), qui s'étendent inégalement le long du Niger et sur un terrain situé au pied d'une terrasse élevée. La terre formant cette unité pédologique couvre une surface de 430 hectares environ, ce qui correspond à peu près à 95% de la superficie totale du périmètre.

Ces sols sont composés principalement de dépôts, qui ont pour origine des grès et schistes altérés du système cambrien de l'ère paléozoïque. L'élément principal permettant de les identifier comme lithosols est que ces sols ne possèdent pas de caractéristiques de profil diagnostique, à part leur caractère pierreux ou graveleux et leur faible profondeur limitée à environ 50 centimètres par le socle gréseux.

En général, ces lithosols ont une séquence d'horizons dite "Au/R". L'horizon "Au" a une couleur brune rougeâtre terne (2,5 YR 5/4) et sa profondeur est inférieure à 50 centimètres; ces sols ont une texture limono-sableuse à sableuse moyennement grossière; ils renferment beaucoup de fragments grossiers de grès. De petits graviers, composés de limonites, hématites, hydrargilites, etc... soudés, recouvrent en couches minces la surface du sol. L'horizon "R" est une formation géologique constituée au stade cambrien de l'ère paléozoïque; à part de peu

d'exceptions, ce socle est, à partir de sa surface, assez solide et stable.

A la lumière des caractéristiques de leur profil, ces sols ne se prêtent pas aux usages agricoles.

Afin de garantir les terres des graves érosions, il serait recommandé de les reboiser ; à cet effet, l'anacardier représenterait la meilleure variété parmi les plantes pouvant s'adapter au périmètre.

(2) Gleysol dystrique type, limoneux (Gd-2a).

Unité cartographique (2) ; grande unité pédologique = gleysols ; sous-unité = gleysols dystriques types ; phase = limoneuse

Les sols de cette unité pédologique se distinguent des autres gleysols par les caractéristiques de leur profil, c'est-à-dire le lessivage de l'argile de leur horizon superficiel, l'accumulation des panachures ferrugineuses dans les couches de sous-sol peu épaisses, la formation de nappe phréatique dans le profil pédologique peu épais, une texture limoneuse dans tout le profil pédologique.

D'après le classement des sols établi par l'équipe bulgare ces sols ont été mis en corrélation avec les "sols à gley lessivés".

Ces sols tirent leur origine du colluvion qui s'est déposé sous les formations en éventail; ils se sont formés dans les terrains assez vastes s'étendant le long du canal principal existant. La surface occupée par ces sols serait, selon les estimations, de 1.390 hectares environ,

ce qui correspond à environ 30,9% de la superficie totale du périmètre.

Ils ont en général une séquence d'horizons dite "A(p)/Bgt/Cg"; ce profil pédologique est limité à une faible profondeur même en saison sèche par la présence d'une nappe phréatique à environ 120 centimètres. L'horizon "A(p)" est constitué de sol ochrique d'une épaisseur de 15 à 25 centimètres; il a une couleur grise brunâtre à grise (7,5 YR 5/1); il est limoneux, légèrement plastique et légèrement adhérent à l'état humide; par ailleurs, plutôt friable lorsqu'il est humide, il est de consistance plutôt dure quand il est sec; sa structure est cuboïde sous-angulaire. L'horizon "Bgt" est constitué essentiellement par des sols à panachures; il a été influencé depuis longtemps par les variations saisonnières de la nappe phréatique, c'est-à-dire que ces sols sont sursaturés par les eaux souterraines en saison des pluies sont presque secs en saison la plus sèche - leur teneur en eau s'abaissant au-dessous de la capacité au champ. Les sols de cet horizon ont une couleur grise rougeâtre à grise (10 R 6/1); aussi de texture limoneuse, leur qualité est meilleure que celle de l'horizon "A(p)"; plastiques, adhérents et plutôt friables quand ils sont humides, leur consistance est ferme lorsqu'ils sont secs. Leur structure est cuboïde; ils sont caractérisés par beaucoup de panachures distinctes composées de sesquioxydes. Selon les observations faites, l'épaisseur de l'horizon "Bgt" varierait de 100 à 30 centimètres et cette variation a tendance à changer vers le nord à une grande distance des emplacements se trouvant à proximité du canal principal existant. Quant à l'horizon "Cg", il se trouve en grande partie au-dessous de la nappe phréatique et en général pendant toute l'année; les caractéristiques morphologiques de cet horizon sont dues au gley, c'est-à-dire réduction de l'oxygène à cause de la saturation

en eau ; les sols de cet horizon ont une texture limono-argileuse à argilo-limoneuse (argile silteuse) et ont une couleur grise légère(10 YR 7/1) à grise brunâtre légère (5YR 7/1) ; on y a constaté quelques panachures ferrugineuses grossières et légères ; de structure massive, ces sols sont plastiques et adhérents quand ils sont humides et de consistance ferme lorsqu'ils sont secs.

En ce qui concerne leurs caractéristiques chimiques, les sols de cette unité pédologique sont d'une acidité modérément forte, leur pH variant de 5,0 à 6,0 ; la conductivité électrique, étant de 0,12 à 0,5 mmho/cm à 25°C, montre qu'ils sont exempts de facteurs limitatifs que pose la salinité notamment. La capacité d'échange de cations est de l'ordre de 10 à 15 milliéquivalent-grammes pour les sols superficiels et de 15 à 20 milliéquivalent-grammes pour ceux du sous-sol. Le taux de saturation en bases est, selon les estimations, de 30 à 35 pour cent environ. Quant aux eaux souterraines se trouvant dans le profil pédologique en saison sèche, elles accusent une conductivité électrique oscillant entre 0,3 et 0,6 mmho/cm à 25°C, valeur relativement plus élevée que celle de la masse de sol, mais elles sont libres de tout risque de salinité.

Pour ce qui est de leur nature physique, ces sols ont une capacité de rétention d'eau relativement faible variant entre 15 et 20 pour cent et un taux d'infiltration d'eau de base relativement grand se chiffrant entre 80 et 120 mm à l'heure. Les sous-sols accusent un coefficient de perméabilité de $3,0 \times 10^{-3}$ à $8,0 \times 10^{-4}$ centimètres par seconde, ce qui montre leur aptitude modérée à conserver l'eau superficielle, c'est-à-dire qu'ils se prêtent d'une façon modérée à la riziculture.

Compte tenu des caractéristiques définies ci-dessus, ces gleysols dystriques types seraient très bien adaptés à des cultures de terres hautes rentables, mais le seraient d'une façon modérée quand il s'agit de la riziculture.

(3) Gleysol dystrique (Gd-3a)

Unité cartographique (3); grande unité pédologique gleysols; sous-unité = gleysols dystriques types; phase = argileuse.

Les sols de cette unité pédologique sont ceux les plus dominants pouvant être exploités aux fins de production agricole dans l'avenir, avec l'aménagement du projet. A l'heure actuelle, les terres de cette catégorie sont cultivées en céréales telles que le mil, le sorgho, etc..., d'une façon nomade pendant un certain d'intervalle d'années.

Ces sols se sont formés sur la plus grande partie des terres basses et marécageuses ; ils tirent essentiellement leur origine d'une alluvion argileuse, dont le dépôt profond a été provoqué par le Niger au stade quaternaire. Leur surface totale a été estimée à environ 1.630 hectares, soit environ 36,2% de la superficie totale du périmètre considéré. D'après les études faites au préalable, ils sont également considérés comme "sols à gley lessivés à texture argileuse".

Classés dans le présent rapport en gleysol dystrique type, ils se distinguent des autres gleysols définis précédemment par ce qui suit :

- . ils ont pour origine une alluvion à texture fine ;
- . ils sont presque humides ou leur teneur en eau est plus élevée que la capacité au champ en saison sèche, et sont sursaturés en eau en saison des pluies;

. pas de nappe phréatique n'a été constatée dans une profondeur de 150 centimètres, même en saison des pluies, dans le profil pédologique.

La séquence des horizons types est dite "Ag(p)/Cg" en général ; leur profondeur est plus grande que 5 mètres. D'une épaisseur de 25 cm environ, l'horizon "Ag" est constitué de sols à panachures avec de nombreuses accumulations ferrugineuses fines, distinctes; sa texture est argileuse à argilo-silteuse; sa couleur est grise (5Y 4/1) ;il est plastique et adhérent, à structure cuboïde grossière ; de consistance ferme quand il est sec, cet horizon n'est guère consolidé, compte tenu du manque de matières organiques et de bases qui lui sont propres. L'horizon "Cg" est un sol à gley caractérisé par une saturation en eau pendant toute l'année; sa texture est argileuse; de couleur grise (7,5 Y 5/1), quelques panachures grossières et légères y ont été constatées; très plastique et adhérent, il a une structure massive.

Ces sols accusent, en général, des réactions acides modérément fortes de l'ordre de 5,0 à 6,0 en valeur pH dans tout leur profil. Leur teneur en carbone organique serait, pour le sol superficiel, de 0,3 pour cent environ; la capacité d'échange de cations varie de 20 à 25 milliéquivalent-gramme, et le taux de saturation en bases est évalué à 30 à 40 pour cent dans tout le profil pédologique.

Quant à leur nature physique, ces sols sont caractérisés par une capacité de rétention d'eau relativement élevée, un coefficient de perméabilité très faible de l'ordre de $5,0 \times 10^{-4}$ à $5,0 \times 10^{-5}$ par cm par seconde, un taux d'infiltration d'eau de base de 40 mm/heure en moyenne.

A la lumière de ces caractéristiques pédologiques et des conditions naturelles qui seraient améliorées à la suite de la réalisation du projet, les sols de cette unité pédologique sont considérés comme convenables à la culture du riz et à celles des terres hautes.

(4) Gleysol eutrique, phréatique, argileuse (Ge-3a).

Unité cartographique (4) ; grande unité pédologique = gleysols ; sous-unité pédologique = gleysols eutriques ; phase = phréatique, limoneuse.

Lors des études pédologiques faites préalablement, ces sols ont été considérés comme "vertisols" ; or, les études actuelles ont révélé qu'ils ne possédaient pas, à part les fissures profondes et larges lorsqu'ils sont secs, les caractéristiques spécifiques leur permettant d'être identifiés comme vertisols. D'où leur classement en gleysols en tant que grande unité pédologique dans le présent rapport.

Les sols ainsi classifiés en gleysols se distinguent des gleysols dystriques de l'unité cartographique (3) décrits plus haut, par leurs caractéristiques eutriques, c'est-à-dire que leur taux de saturation en bases est de 50% plus élevé que la capacité d'échange de cations.

Il s'agit de sol humide type qui s'est formé à l'état submergé et/ou saturé en eau ; ils tirent leur origine d'une alluvion à texture fine dont le dépôt profond s'est formé dans une dépression alluviale. La surface occupée par ces sols a été évaluée à environ 570 hectares, ce qui correspondrait à près de 12,7% de la superficie totale du périmètre considéré.

Ces sols ont en général un profil dont la profondeur est supérieure à 200 centimètres ; ils sont d'ailleurs constitués par un horizon dit "A(g)/Cr" ; L'horizon "A(g)" est constitué de sols à panachures dont l'épaisseur est inférieure à 20 centimètres, la couleur est noire olive (5Y 3/2), la texture est argileuse et la structure est cuboïde massive à très grossière ; très plastique et adhérent quand il est humide, cet horizon a une consistance ferme lorsqu'il est sec ; on y constate beaucoup de panachures de taille fine à moyenne et distinctes (sesquioxides). Quant à l'horizon "Cr", il est constitué de sols soumis à de forte réduction par suite de l'influence de leur saturation en eau ; il a une couleur grise légère à grise brunâtre (10 YR 4/1), une texture argileuse, une structure massive ; très plastique et adhérent quand il est humide, cet horizon a une consistance très ferme lorsqu'il est sec ; on remarque quelques panachures grossières et légères sur la partie supérieure de cet horizon, mais presque nulle dans le profil inférieur.

En ce qui concerne les caractéristiques chimiques, ces sols sont légèrement acides à presque neutres en réactions ; ce qui correspondrait en fonction de la valeur pH à 6,0 à 7,5. A part une faible exception, de légères à modérément fortes réactions alcalines de l'ordre de 7,6 à 8,3 en valeur pH ont été observées d'une façon inégale dans la surface occupée par ces sols, mais aucune accumulation de sels nuisibles n'y a été constatée. Leur teneur en carbone organique est inférieure à 0,5%, leur capacité d'échange de cations est de 15 à 20 milliéquivalent-grammes et leur taux de saturation en bases est d'environ 55%.

Quant à leur nature physique, ils sont constitués par 20 à 25 pour cent d'argile, 20 à 25 pour cent de silt et 50 à 60 pour cent de particules de sable fin ; les particules de sable grossier y sont en général très rares. Leur capacité de rétention d'eau est plutôt élevée - de 30 à 35 pour cent, le coefficient de perméabilité du sous-sol oscille entre $5,0 \times 10^{-5}$ et $5,0 \times 10^{-4}$ cm/sec ; ce qui indique une aptitude insuffisante

Compte tenu de ces caractéristiques, les sols de cette unité pédologique se prêtent très bien à la riziculture et sont également appropriés aux cultures des terres hautes. En vue de l'obtention de récoltes de riz et de cultures des terres hautes en quantité satisfaisante, l'amélioration du drainage s'y impose.

(5) Cambisol gleyique, limoneuse (Bg-2a) ;

Unité cartographique (5) ; grande unité pédologique = cambisols ; sous-unité pédologique = cambisols gleyiques, phase = limoneuse, phréatique

Les sols de cette unité pédologique sont principalement des sols hydromorphes des digues naturelles étroites s'étendant le long de la Koba, de la Fara et de Farakan ; ils sont caractérisés par un horizon gleyique spécifique dans un profil peu profond. A la suite du processus de "gleisation", des concrétions et panaches distinctes se sont formées sur l'horizon gleyique. Une partie de ces sols pourrait être intégrée dans les gleysols dystriques classés en unité pédologique (3).

La surface qu'occupe cette unité pédologique est d'environ 280 hectares ; ce qui correspond à près de 6,8 pour cent de la superficie totale du périmètre. La presque totalité de ces sols a été récemment mise en valeur de sorte que leur potentiel soit au maximum, et des vergers (plantation de manguiers) et cultures maraîchères y ont été exploités avec l'eau de pluies.

Ces sols ont en général une séquence de profils diagnostiques dits "A/Bes/Cr". En ce qui concerne l'horizon "A", il s'agit, jusqu'à une profondeur de 20 centimètres, de sol minéral dont la couleur est brune foncée (5 YR 4/1), la texture est limoneuse à limono-sableuse, la structure est faiblement cuboïde ; friable quand il est humide, cet horizon a une consistance dure lorsqu'il est sec ; il se distingue d'une façon nette et régulière de l'horizon "B" qui le suit. Quant à l'horizon "Bes", il s'agit d'un sol gleyique, dont la couleur est brune grisâtre (2,5 YR 5/6), possédant beaucoup de panachures ferrugineuses grossières et distinctes, de nombreuses concrétions de sesquioxydes fines, et dont la texture est limoneuse; friable quand il est humide, cet horizon a une consistance plutôt dure lorsqu'il est sec. Pour ce qui est de l'horizon "Cr", il s'agit également de sol gleyique, dont la couleur est grise jaunâtre (2,5 Y 5/1), la texture est limoneuse à limono-sableuse fine et la structure est massive.

En ce qui concerne leurs caractéristiques chimiques, ces sols sont légèrement acides à presque neutres, la valeur pH variant de 6,5 à 7,2 ; leur capacité d'échange de cations oscille entre 10 et 15 milliéquivalent-grammes

et leur taux de saturation en bases a été estimé à 35 à 50 pour cent environ.

Quant à leurs caractéristiques hydrodynamiques, il a été observé que leur capacité de rétention d'eau est d'environ 25 à 30 pour cent, leur taux d'infiltration d'eau de base est d'environ 50 à 80 mm/heure, et leur coefficient de perméabilité de $5,0 \times 10^{-3}$ - $5,0 \times 10^{-4}$ cm/seconde.

Compte tenu des caractéristiques précitées, les sols de cette unité pédologique sont considérés comme étant appropriés pour les cultures des terres hautes, mais non favorables pour la riziculture.

(6) Fluvisol dystrique, argileux (Jd-1/2a) ;

Unité cartographique (6) ; grande unité pédologique = fluvisols ; sous-unité pédologique = fluvisols dystriques ; phase = argileuse, phréatique.

En ce qui concerne ces sols classés en fluvisols, il s'agit essentiellement d'une alluvion récente dont le dépôt a été formé par le Niger même.

Les terres de cette unité pédologique s'étendent en bandes étroites le long du Niger, et ont une surface de près de 150 hectares ; ce qui correspond à environ 3,3% de la superficie totale du périmètre.

Ces sols n'ont en général pas de caractéristiques de profil diagnostique, en dehors de quelques formations de panaches observées dans un profil peu profond. La séquence d'horizons types est dite "A₁/A₂/C" et la

profondeur totale du profil est supérieure à 200 centimètres. En ce qui concerne l'horizon "A₁", il s'agit de sol superficiel dont l'épaisseur moyenne est de 25 cm, la couleur est grise brunâtre (10 YR 5/1), la texture est argileuse à argilo-silteuse, et la structure est cuboïde faiblement sous-angulaire et de taille moyenne ; friable quand il est humide, cet horizon a une consistance légèrement dure lorsqu'il est sec. Quant à l'horizon "A₂", il s'agit d'un sol d'une profondeur de 50 à 60 centimètres, dont la couleur est grise brunâtre (10 YR 6/1), la texture est argilo-silteuse à limoneuse fine et comprend quelque pour cent de graviers fins, dont la structure est compacte et massive, et enfin quelques panachures de fer fines. Pour ce qui est de l'horizon "C", il s'agit de sol grisâtre dont les caractères sont comme suit : texture argileuse à argilo-silteuse, comprenant quelque pour cent de graviers fins à petits, structure massive, humide même en saison la plus sèche.

A la lumière de ces conditions pédologiques, on considère que les terres de cette unité sont très bien adaptées pour la mise en valorisation dont ils font l'objet. Néanmoins, il ne serait guère recommandé du point de vue économique d'aménager ces terres, compte tenu de leur topographie qui ne se prête pas à ces fins.

Une récapitulation relative au classement des sols est exposée dans le Tableau II-1.

II.5 CLASSEMENT D'APTITUDE A L'EXPLOITATION DES TERRES

II.5.1 Eléments de base à considérer pour le classement des terres

Le classement des terres en vue de délimiter les surfaces arables pouvant être exploitées a été fait selon le système de classification des terres défini en 1953 par le "Bureau of Reclamation" des Etats-Unis et modifié en 1967.

Quant aux spécifications définies par le même bureau américain, ce qui suit a été considéré comme facteurs essentiels aux fins d'évaluation :

- (1) Qualités de la texture d'un sol (s) : les limitations compte tenu de la texture grossière avec graviers, dans mise en valeur d'une façon économique des rizières par l'irrigation;
- (2) Profondeur effective du sol (k) : les limitations compte tenu de la présence de graviers, de la formation d'une carapace latérique, de l'existence d'un socle gréseux et/ ou d'une nappe phréatique à une faible profondeur par rapport à la surface du sol;
- (3) Topographie (t) : les limitations compte tenu essentiellement de l'altitude peu appropriée des terres pour assurer une irrigation gravitaire économique, ainsi que des conditions topographiques peu favorables à l'aménagement économique des champs;
- (4) Drainage (d) : les limitations compte tenu des inondations saisonnières ou du très peu de possibilités d'assainissement externe ou interne dû au creux de terrain, ou à la présence de nappe phréatique ou la texture argileuse.

A l'exception de la pénurie d'eau d'irrigation, les inondations saisonnières des terres basses et marécageuses constituent les plus importantes contraintes pour un développement agricole adéquat; la difficulté de drainage causée par l'existence des nappes phréatiques à faible profondeur représente également un facteur limitatif, bien que les cultures qui y sont exploitées actuellement dépendent plus ou moins de cette eau souterraine. Or, pour mener à bonne fin l'aménagement du périmètre considéré, l'investissement de capitaux relativement larges sera requis pour assurer l'amélioration de la condition d'assainissement de ces terres.

Par ailleurs, la direction des pentes est une autre contrainte principale du point de vue topographique, car elle ne se prête pas à la mise en place d'un réseau d'irrigation gravitaire envisagé.

La texture grossière qui caractérise ces sols ne convient guère à la riziculture et aux cultures des terres hautes, compte tenu des grands besoins en eau d'irrigation d'une part et, d'autre part, du faible état d'ameublissement de ces terres.

L'état peu profond du sol dû à la présence du socle gréseux ou d'une couche de graviers est susceptible non seulement de limiter la production des cultures, mais également d'empêcher l'aménagement économique des champs. Pour assurer la mise en valeur de ces sols, il convient de procéder à l'examen de l'utilisation spécifique des terres combinée avec la mise en place des techniques d'irrigation et de drainage aux fins de l'amélioration et de la conservation des terres.

II.5.2 Classement de l'aptitude à l'exploitation des terres

Compte tenu d'une part des conditions des sols et des terres présentées ci-dessus et, d'autre part, des caractéristiques

physiologiques des cultures spécifiques telles que le riz, les légumes, le maïs, le sorghos, etc..., le classement des terres et le degré de correspondance aux classes d'aptitude à l'exploitation de ces dernières ont été établis selon les normes définies par le "Bureau of Reclamation" des Etats-Unis en ce qui concerne la classification de l'aptitude à l'exploitation d'une terre ; ce qui est résumée au Tableau II-4.

Les critères ayant servi de base à l'évaluation des facteurs d'influence de ces terres figurent au Tableau II-2

Le Tableau II-3 donne le classement d'aptitude à l'exploitation de ces terres en fonction des caractéristiques des sols.

Aux fins d'évaluer l'aptitude de ces terres à l'irrigation, l'examen des facteurs limitatifs de ces terres et sols a été fait en vue de déterminer si ceux-ci pourraient être corrigés ou bien s'ils étaient difficiles à l'être, en vue de la mise en valeur des terres. C'est ainsi que les classes d'aptitude à l'exploitation des terres ont été données ici à l'aide de valeur les plus faibles de ces facteurs.

A ce propos, il convient de noter que, en ce qui concerne le périmètre de Baguineda, les contraintes essentielles prises en considération sont les suivantes : profondeur du sol, texture, facilité relative avec laquelle ces terres peuvent être assainies pour ce qui est des caractéristiques physiques, acidité, fertilité inhérente faible du point de vue des propriétés chimiques, et enfin conditions topographiques.

A la lumière des caractéristiques du profil, ainsi que des propriétés chimiques et de la nature physique des sols, les sols correspondant aux gleysols dystriques (Gd-3a) se trouvent

placés dans la classe I des terres hautement favorables tant à la riziculture qu'aux cultures des terres hautes dans les conditions irriguées. Les terres des fluvisols dystriques sont portées aussi dans cette classe. Dans ce classement a été considérée comme non favorable la classe VI_t, compte tenu de leur topographie peu appropriée.

S'agissant des sols constituant les gleysols eutriques, ils sont placés dans la classe II_d des terres appropriées, bien que les frais d'investissement de fonds pour les travaux d'amélioration des conditions de drainage seraient relativement élevés et que les frais d'exploitation reviendraient chers pour ce qui est l'assainissement superficiel durant les campagnes de cultures, notamment en saison des pluies.

Les sols de la catégorie des gleysols dystriques (G_d-2a) et cambisols gleyiques (B_g-3a) sont considérées comme terres arables de la classe III_s ou III_s_d. Toutefois, du point de vue de la technique d'irrigation, il ne serait pas recommandé d'y mettre en place des rizières, compte tenu de larges investissements que demanderait la rectification du coefficient de perméabilité élevé.

Pour ce qui est des autres sols, tels que les lithosols et acrisols, ils sont classés comme étant à peine ou peu adaptés tant du point de vue technique qu'économique.

Cette évaluation des sols et terres figure au Tableau II-2.

II.6 DELIMITATION DES TERRES ARABLES

D'après l'évaluation systématique des sols et terres faite ci-dessus, les terres du périmètre considéré (d'une surface brute de 4.500 ha environ) se sont réparties en 4 classes dont les deux premières - soit classe I et II_d - représentent des terres convenant à l'implantation du réseau d'irrigation ; la troisième classe - soit classe III_s ou III_s_d - est également arable mais d'une façon marginale ; enfin, la quatrième classe est,

économiquement parlant, inappropriée à l'aménagement envisagé.

Une surface d'environ 2.200 hectares, soit près de 49% de la superficie totale du périmètre, a été retenue comme terres arables se prêtant à l'exploitation (classe I et IIs), compte tenu de la profondeur suffisante du sol, leur état d'ameublissement favorable, la facilité de les irriguer et de les drainer superficiellement.

Quant aux contraintes du point de vue physique caractérisant le périmètre, elles pourraient être améliorées et/ou rectifiées d'une façon satisfaisante avec des investissements de fonds raisonnables.

Une surface d'environ 1.670 hectares, soit près de 37% de la superficie totale du périmètre, a été classée en tant que terres marginalement arables (classes IIIs et IIIsd), mais celles-ci pourraient être également considérées comme terres arables pouvant être exploitées. Néanmoins, il sera difficile, dans une certaine mesure, d'espérer actuellement une exploitation économique desdites terres pour la riziculture et les autres cultures rentables par la mise en place d'un réseau d'irrigation et de drainage rationnel. Pour permettre l'utilisation de ces terres aux fins agricoles spécifiques, des mesures spéciales devraient être prises notamment en vue d'améliorer leur conditions pédologiques empirées. D'où, il est recommandé, en vue de leur mise en valeur, de réserver une partie de cette classe de terre - d'une surface d'environ 500 hectares - aux cultures fourragères améliorées ; le restant pourrait être destiné à la culture du riz et aux autres cultures spécifiques des terres hautes.

Les terres de la classe VI considérées comme étant inappropriées à l'exploitation agricole ont une surface de 630 hectares, soit 14% de la superficie totale; elles n'ont pas fait l'objet d'étude dans ce rapport.

D'après le classement des terres mentionné ci-dessus, la délimitation des terres irrigables à retenir en vue de l'étude sur le périmètre considéré figure au Tableau II-3.

TABLEAU II-1 CLASSEMENT DES SOLS

Grandes unités pédologiques	Sous-unités pédologiques	Phase	Etendue et pourcentage (ha) (%)
1) Lithosols associés aux acrisols	Lithosols types associés aux acrisols dystriques	Sableuse, pierreuse	430 9,5
2) Gleysols	Gleysols dystriques types	Limoneuse	1.390 30,9
3) - dito -	- dito -	Argileuse	1.630 36,3
4) - dito -	Gleysols eutriques	Argileuse, phréatique	570 12,7
5) Cambisols	Cambisols gleyiques	Argileuse, phréatique	280 6,2
6) Fluvisols	Fluvisols dystriques	Argileuse, phréatique	150 3,3
7) Divers : Grès cambrien (affleurement)			50 1,1
Total :			4.500 100,0

TABLEAU II-2. CRITERES AYANT SERVI DE BASE A L'EVALUATION
DES FACTEURS D'INFLUENCE DES TERRES

I. CONDITIONS PEDOLOGIQUES

I.1 Qualité des textures du sol

<u>Sols de surface</u>	<u>Sols en dessous de la surface de la terre</u>
S0: Texture limoneuse grossière à limoneuse fine ;	Texture limoneuse fine à argileuse fine ;
S1: Texture limoneuse fine à argileuse fine ;	Texture limoneuse grossière à argileuse fine ;
S2: Texture limoneuse et/ou argileuse très fine ;	Texture limoneuse grossière et/ou argileuse très fine ;
S3: Sols sableux et/ou histiques.	Sols sableuse et/ou histiques.

I.2 Profondeur de sol effective

Profondeur jusqu'aux couches de sable, graviers, cailloux, plinthite,
argile boueuse ou histique :

K0: très profond	- de plus de 90 cm ;
K1: profond	- 50 à 90 cm ;
K2: modéré	- 20 à 50 cm ;
K3: peu profond	- moins de 20 cm ;

Profondeur jusqu'à la couche imperméable :

lorsqu'il s'agit de cultures
diversifiées

lorsqu'il s'agit du riz

i0: très profond - de plus de 150 cm;	Ko: très profond - plus de 90 cm;
i1: profond - 120 à 150 cm;	K1: profond - 50 à 90 cm;
i2: modéré - 100 à 120 cm;	K2: modéré - 20 à 50 cm;
i3: peu profond - moins de 100 cm;	K3: peu profond - moins de 20 cm;

I.3 Acidité des sols (pH : 1:1 en suspension dans l'eau du sol)

a0: légèrement acide à neutre	- 6,1 à 7,5 ;
a1: acide modérément fort	- 5,6 à 6,0 ;
a2: fortement acide	- 5,1 à 5,5 ;
a3: très frotement acide	- 4,6 à 5,0 ;
a4: d'une acidité extrêmement forte	moins de 4,5.

2. Topographie

2.1 Conditions du terrain

r0: plat à presque plat ;
r1: Terrain à pente douce ;
r2: Terrain ondulé ;
r3: Terrain vallonné.

2.2 Conditions des pentes

t0: 0 à 2% ;
t1: 2 à 5% dans une pente simple
t2: 5 à 8% dans une pente simple
t3: 8 à 15% ;
t4: plus de 15%.

3. Conditions de drainage

3.1 Facilité relative avec laquelle les sols peuvent être assainis

d0: Sol bien drainable ;

d1: Sol modérément drainable ;

d2: Sol drainable tant soi peu ;

d3: Sol peu drainable ;

d4: Sol très peu drainable ;

3.2 Inondations saisonnières

f0: Sol non submergé saisonnièrement/non sujet aux inondations) ;

f1: Sol submergé saisonnièrement d'une façon peu haute (quelquefois inondé) ;

f2: Sol submergé saisonnièrement d'une façon haute (fréquemment inondé) ;

f3: Sol submergé durant toute une année (inondé en tout temps).

SOURCE : Classification d'aptitude des terres à l'irrigation
(Bureau of Reclamation des Etats-Unis, 1967)

TABLEAU II-3 CLASSEMENT D'APTITUDE DES TERRES EN FONCTIONS
DES CARACTERISTIQUES DES SOLS

Classes d'aptitude :	Approprié				Peu approprié
	Degré spécifique d'aptitude :	très grande (1)	grande (2)	modérément grande (3)	
<u>Qualité des sols et terres</u>					
1. <u>Fertilité du sol</u>					
- Teneur en carbone organique (%)	plus de 0,75	plus de 0,75	0,75 à 0,75	moins de 0,15	moins de 0,75
- Teneur en azote total (%)	plus de 0,05	plus de 0,05	0,01 à 0,05	moins de 0,01	moins de 0,01
- Disponibilité en P ₂ O ₅ (ppm)	grande	modérée	faible	très faible	très faible
- Capacité d'échange de cations (mEq)	plus de 10	plus de 10	3 à 10	moins de 3	moins de 3
- Potassium (me)	plus de 0,2	plus de 0,2	0,1 à 0,2	moins de 0,1	moins de 0,1
- Taux de saturation en bases (%)	plus de 40	plus de 40	10 à 40	moins de 10	moins de 10
2. <u>Acidité des sols (pH : 1:1 en suspension dans l'eau du sol)</u>					
	plus de 6,1	plus de 5,6	5,1 à 5,5	moins de 5,0	moins de 5,0
3. <u>Profondeur du sol (cm)</u>					
- Profondeur jusqu'aux couches de sable, etc...	plus de 90	plus de 90	50 à 90	20 à 50	moins de 20
- Profondeur jusqu'à la couche imperméable	plus de 150	120 à 150	120 à 150	100 à 120	moins de 100
4. <u>Topographie</u>					
- Conditions du terrain	plat à presque plat	plat à presque plat	en pente douce	ondulé	vallonné
- Conditions des pentes (%)	0 à 2	2 à 5	5 à 8	8 à 15	plus de 15
5. <u>Conditions de drainage</u>					
- drainable	bien	modérément	tant soit peu	peu	très peu
- Inondations saisonnières	non sujet aux inondations	non sujet aux inondations	submergé d'une façon peu haute et pendant une durée courte	submergé d'une façon haute et pendant une durée longue	submergé d'une façon haute et permanente
<u>Aptitude des terres</u>					
6. <u>Etat d'ameublissement</u>					
- Structure du sol	sans structure et granulaire	cuboïde sous-angulaire	cuboïde sous-angulaire	cuboïde à massive	massive
- Consistance	friable	friable	ferme	très ferme	extrêmement ferme
- Sujet au comaltage en surface	légèrement	légèrement	modérément	fortement	fortement
7. <u>Maniabilité</u>					
- Consistance à l'état humide	non à légèrement adhérent et plastique	légèrement adhérent et plastique	adhérent et plastique	très adhérent et très plastique	très adhérent et très plastique
- Consistance à l'état sec	meuble à modérément dur	modérément dur	modérément dur à dur	très dur	très dur à extrêmement dur
8. <u>Possibilités de mécanisation de l'exploitation agricole</u>					
- Formes du relief et pentes	plate à en pente douce	doucement ondulé	ondulé	vallonné	vallonné et fortement en pente
9. <u>Capacité de rétention d'eau</u>					
- Perméabilité	moins de 1,4 x 10 ⁻⁴ cm/sec	1,3 x 10 ⁻⁴ à 5,5 x 10 ⁻⁴ cm/sec	1,6 x 10 ⁻³ à 5,5 x 10 ⁻⁴ cm/sec	moins de 1,6 x 10 ⁻³ cm/sec	moins de 1,6 x 10 ⁻³ cm/sec

N.B. SOURCES : Classification d'aptitude à l'exploitation du riz et de cultures diversifiées dans des conditions irriguées des terres, définie par le Bureau of Reclamation des Etats-Unis, 1967
Les critères adoptés pour l'évaluation de l'aptitude des terres à l'exploitation agricole ont été établis en se basant sur le degré spécifique d'aptitude généralement admis.

TABEAU II-4 CLASSEMENT D'APTITUDE A L'EXPLOITATION DES TERRES

Désignation des sols	Classes d'aptitude	Etendue (ha)	pourcentage (%)
1) Lithosols types associés aux acricols dystriques, sableux, pierreux	VIst	430	9,5
2) Gleysols dystriques types, limoneux	IIIIs - IIIIsd	1.390 ¹ / ₁	30,0
3) Gleysols dystriques types, argileux	I	1.630	36,3
4) Gleysols eutriques, argileux, phréatiques	IId	570	12,7
5) Cambisols gleyiques, limoneux, phréatiques	IIIIs	280	6,2
6) Fluvisols dystriques, argileux, phréatiques	VIt	150	3,3
7) Affleurements de grès	VIIs	50	1,1

REMARQUES : /1 Sur une surface de 1.390 hectares, les terres classées en IIIIs ont une superficie estimée à 500 hectares. Elles sont en principe non adaptées à la riziculture, compte tenu de leur grande percolation. On préconise de les utiliser aux fins de cultures fourragères. Quant aux 890 hectares restants, elles se prêtent d'une façon modérée non seulement à la riziculture mais aussi aux cultures des terres hautes.

TABLEAU II-5 DELIMITATION DES SURFACES IRRIGABLES
ET UTILISATION DES TERRES PRECONISEE

Classes d'aptitude des terres	Surface (ha)	Utilisation préconisée
Classe I	1.630	Riziculture et cultures spécifiques des terres hautes
Classe II d	570	Riziculture et cultures spécifiques des terres hautes
Classe III s	1.170	Riziculture et cultures spécifiques des terres hautes
Classe III s d	500	Cultures fourragères améliorées
Total :	3.870	
Classe VI t	150	Vergers (manguiers) éventuel- lement
Classe VI s t	430	Vergers (manguiers) éventuel- lement
Classe VI s	50	Pas de possibilités aux fins agricoles
Total :	630	
Total général :	4.500	

FIGURE II-1 CARTE DES SOLS

CLASSIFICATION DES SOLS ET DE LEUR APTITUDE A L'IRRIGATION

Unité pédologique importantes	Sous-Unités pédologiques	Phases	Classes d'aptitude	Etendue (ha)	pourcentage (%)
1. Lithosols associés aux acrisols	Lithosols types associés aux acrisols dystriques	sableux, pierreux.	V1st	430	7,5
2. id	Gleysols dystriques	limoneux, argileux.	IIIs - IIIsd	1.390 ^{/1}	30,9
3. id	id	argileux.	I	1.630	36,3
4. id	Gleysols eutriques	phréatiques., argileux.	IIIs	280	12,7
5. Cambisols	Cambisols gleyiques	phréatiques, argileux.	V1t	150	6,2
6. Fluvisols	Fluvisols dystriques	phréatiques, argileux.	V1st	50	3,3
7. Divers	Grès cambrien (affleurements)		V1st	50	1,1

REMARQUES : /1 Sur une surface de 1.390 hectares, les terres classées en IIIs ont une superficie estimée à 500 hectares. Elles sont initialement non adaptées à la riziculture, compte tenu de leur grande percolation. On préconise de les utiliser aux fins de pâturage. Quant aux 890 hectares restants, elles se prêtent d'une façon modérée non seulement à la riziculture, mais sont également adaptées à la culture de terres hautes.

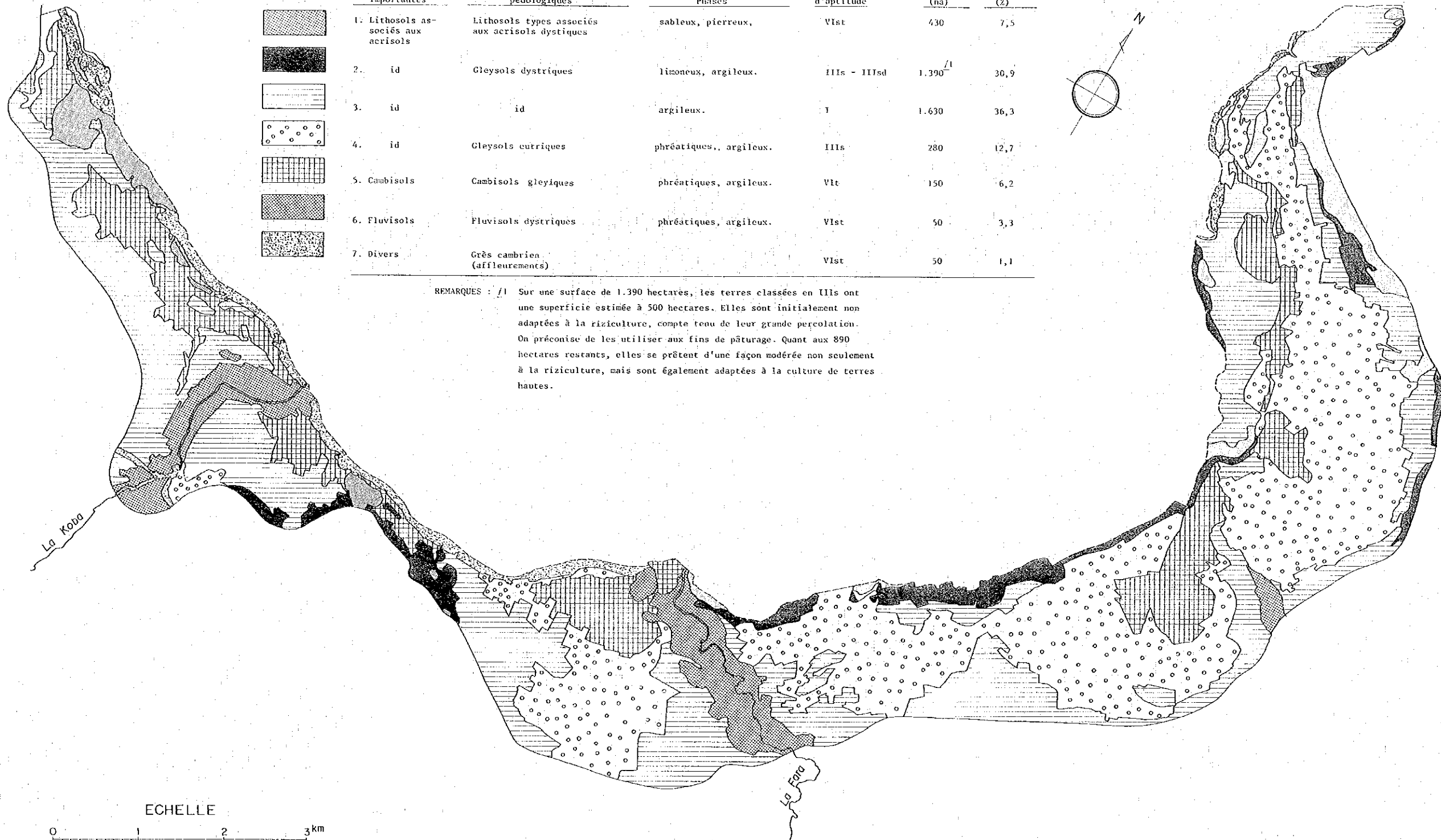
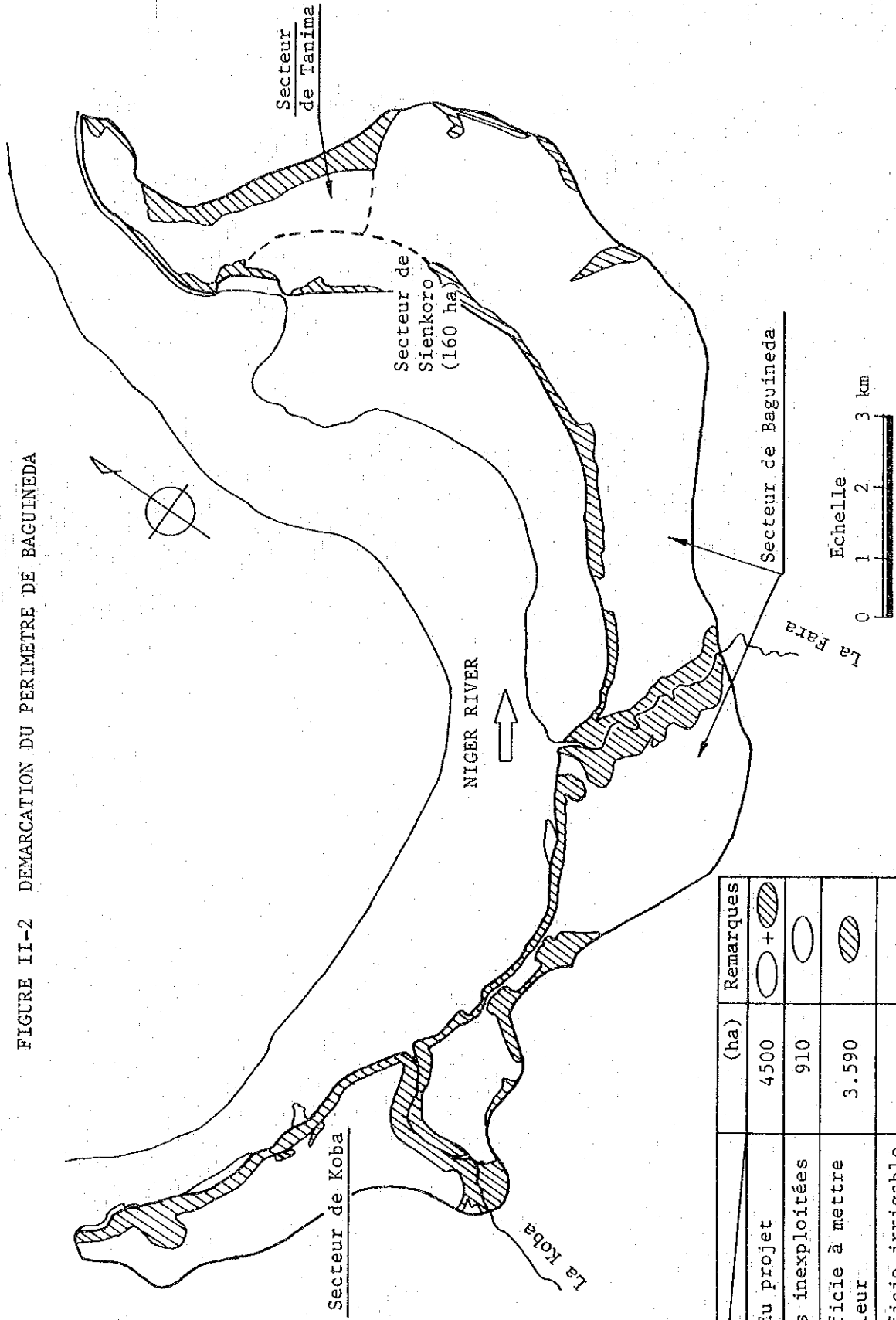


FIGURE II-2 DEMARCATION DU PERIMETRE DE BAGUINEDA



	(ha)	Remarques
1	4500	○ + ▨
2	910	○
3	3.590	▨
4	3.000	3 × 0,835 nette

ANNEXE III
ETAT ACTUEL
DE
L'AGRICULTURE

RAPPORT DE L'ETUDE DE FACTIBILITE
DU PROJET DE DEVELOPPEMENT
DU PERIMETRE DE BAGUINEDA

A N N E X E I I I

ETAT ACTUEL DE L'AGRICULTURE

Table des matières

	Page
III.1 GENERALITES	III-1
III.2 CONTEXTE SOCIO-ECONOMIQUE	III-3
III.3 CONDITIONS ACTUELLES DE L'AGRICULTURE	III-22
III.4 COMMERCIALISATION ET INSTALLATIONS DE TRAITEMENT DES PRODUITS AGRO-PASTORAUX	III-39
III.5 CONTROLE DES PRIX	III-44
III.6 ORGANISATION POUR LE DEVELOPPEMENT RURAL	III-47

Tableaux et figures

	Page
TABLEAU III-1 LISTE DES AUTORITES CONTACTEES	III-56
TABLEAU III-2 LISTE DES DOCUMENTS RECUEILLIS	III-58
TABLEAU III-3 POPULATION	III-63
TABLEAU III-4 EVOLUTION DE LA P.I.B. AUX PRIX COURANTS DU MARCHE, PAR SECTEUR	III-64
TABLEAU III-5 SUPERFICIES CULTIVEES, PRODUCTION AGRI- COLE ET RENDEMENT PAR HECTARE 1970 A 1980	III-65
TABLEAU III-6 NOMBRE DU CHEPTEL DU MALI	III-67
TABLEAU III-7 EXPORTATIONS DU MALI DE 1971 A 1978	III-68
TABLEAU III-8 EVOLUTION DE LA BALANCE DES PAIEMENTS DE 1970 A 1978	III-69
TABLEAU III-9 IMPORTATIONS DU MALI DE 1971 A 1978	III-70
TABLEAU III-10 RESULTATS DU PLAN QUINQUENNAL DE 1974 A 1978	III-71
TABLEAU III-11 EVOLUTION DE LA P.I.B. DURANT LE PLAN QUINQUENNAL DE 1974 A 1978	III-72
TABLEAU III-12 RECENSEMENT DE LA POPULATION DU PERI- METRE BAGUINEDA (1979)	III-73
TABLEAU III-13 NOMBRE DES BOVINS DANS LE PERIMETRE DU PROJET	III-74
TABLEAU III-14 REVENU ET RENTABILITE D'UNE EXPLOI- TATION TYPE	III-75

	Page
TABLEAU III-15 PRIX AUX PRODUCTEURS DES PRODUITS AGRO-PASTRAUX (1980)	III-77
TABLEAU III-16 PRIX DES INTRANTS AGRICOLES (1980)	III-78
TABLEAU III-17 PERSONNEL DE L'O.D.I.B.	III-79
TABLEAU III-18 FINANCEMENT DU FONDS D'AIDE ET DE COOPERATION AU PROJET DE L'O.D.I.B. DE 1973 A 1980	III-80
TABLEAU III-19 LISTE DES MATERIELS AGRICOLES DE L'O.D.I.B.	III-81
TABLEAU III-20 ETABLISSEMENTS DE L'O.D.I.B.	III-83
FIGURE III-1 CARTE DE SITUATION	III-84
FIGURE III-2 ZONES CLIMATIQUES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST	III-85
FIGURE III-3 ORGANIGRAMME ET CIRCUIT DE DISTRI- BUTION	III-86
FIGURE III-4 OPERATION DE DEVELOPPEMENT RURAL FIN 1974	III-87
FIGURE III-5 CARTE D'UTILISATION DES TERRES	III-88
FIGURE III-6 CALENDRIER DES CYCLES VEGETATIFS	III-89
FIGURE III-7 ORGANIGRAMME DE L'O.D.I.B.	III-90

		Page
FIGURE III-8	ORGANIGRAMME DES RECHERCHES SUR LES CULTURES VIVRIERES ET OLEAGINEUSES	III-91
FIGURE III-9	ORGANIGRAMME DU CENTRE NATIONAL DE RECHERCHES ZOOTECHNIQUES (C.N.R.Z.)	III-92
FIGURE III-10	ORGANIGRAMME DU LABORATOIRE CENTRAL VETERINAIRE	III-93
FIGURE III-11	ORGANIGRAMME DE LA S.C.A.E.R.	III-94

A N N E X E III

ETAT ACTUEL DE L'AGRICULTURE

III.1 GENERALITES

Afin de saisir correctement les conditions actuelles de l'agriculture et d'examiner les causes entravant son développement, les études et enquêtes sur le terrain ont été effectuées. Au cours de ces études, les données et renseignements relatifs notamment aux secteurs suivants ont été recueillis :

- (1) Contexte socio-économique
- (2) Utilisation des terres
- (3) Régime foncier
- (4) Modes et opérations de culture
- (5) Elevage
- (6) Production agricole
- (7) Administration et institutions agricoles
- (8) Commercialisation et prix des produits agro-pastoraux
- (9) Installations de traitement des produits agro-pastoraux
- (10) Budget d'une exploitation agricole

Comme il est indiqué dans le Tableau III-1, les données et renseignements ont, pour la plupart, été collectés auprès des autorités maliennes telles que le Ministère du Plan, le Ministère de l'Agriculture, le Ministère de l'Elevage et des Eaux et Forêts, le Ministère des Finances et du Commerce, etc...

Les données et renseignements recueillis durant la période de l'étude sont énumérés dans le Tableau III-2.

Parallèlement au recueillement des données, les investigations

générales sur le terrain ont été effectuées pour une étendue d'environ 4.500 hectares de la zone du projet. De plus, sur la base des résultats généraux et préliminaires des investigations sur le terrain et de l'analyse des données, les enquêtes sur la situation des fermes ont été exécutées auprès d'une trentaine des paysans sélectionnés, en vue de confirmer les données et informations ainsi obtenues et de compléter en même temps les renseignements sur le budget type d'une exploitation agricole.