

No. 1

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE  
ET DES RESSOURCES ANIMALES  
REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

**RAPPORT DE L'ÉTUDE DU PLAN DE BASE  
POUR  
LE PROJET D'AMÉNAGEMENT  
HYDRO-AGRICOLE  
DANS LA RÉGION CENTRE-NORD  
EN  
REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE**

DECEMBRE 1996

JICA LIBRARY



J1136876(8)

AGENCE JAPONAISE DE COOPÉRATION INTERNATIONALE  
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL

GR0  
CR (2)  
96.296

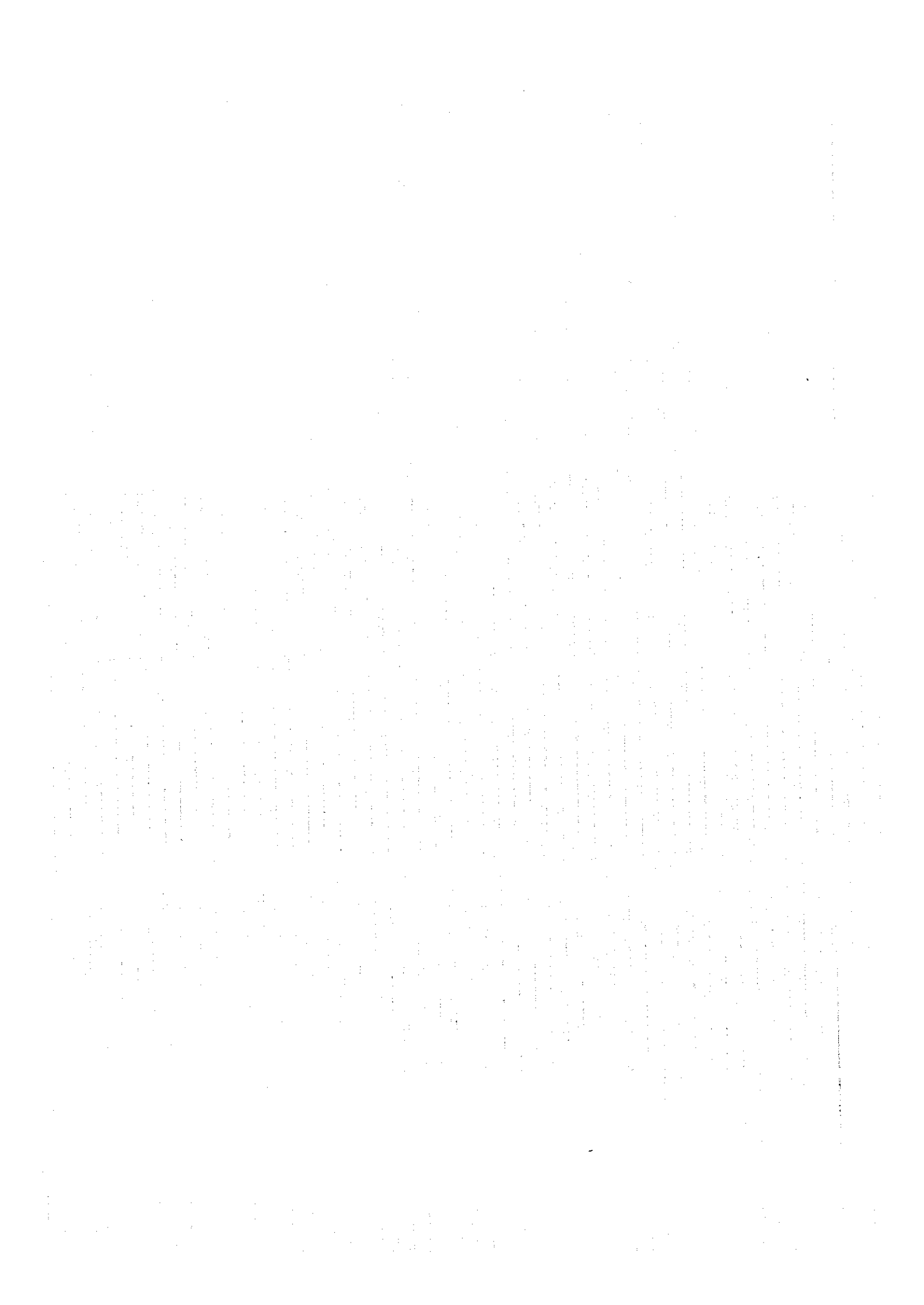
RAPPORT DE L'ÉTUDE DU PLAN DE BASE POUR LE PROJET D'AMÉNAGEMENT  
HYDRO-AGRICOLE DANS LA RÉGION CENTRE-NORD EN REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE

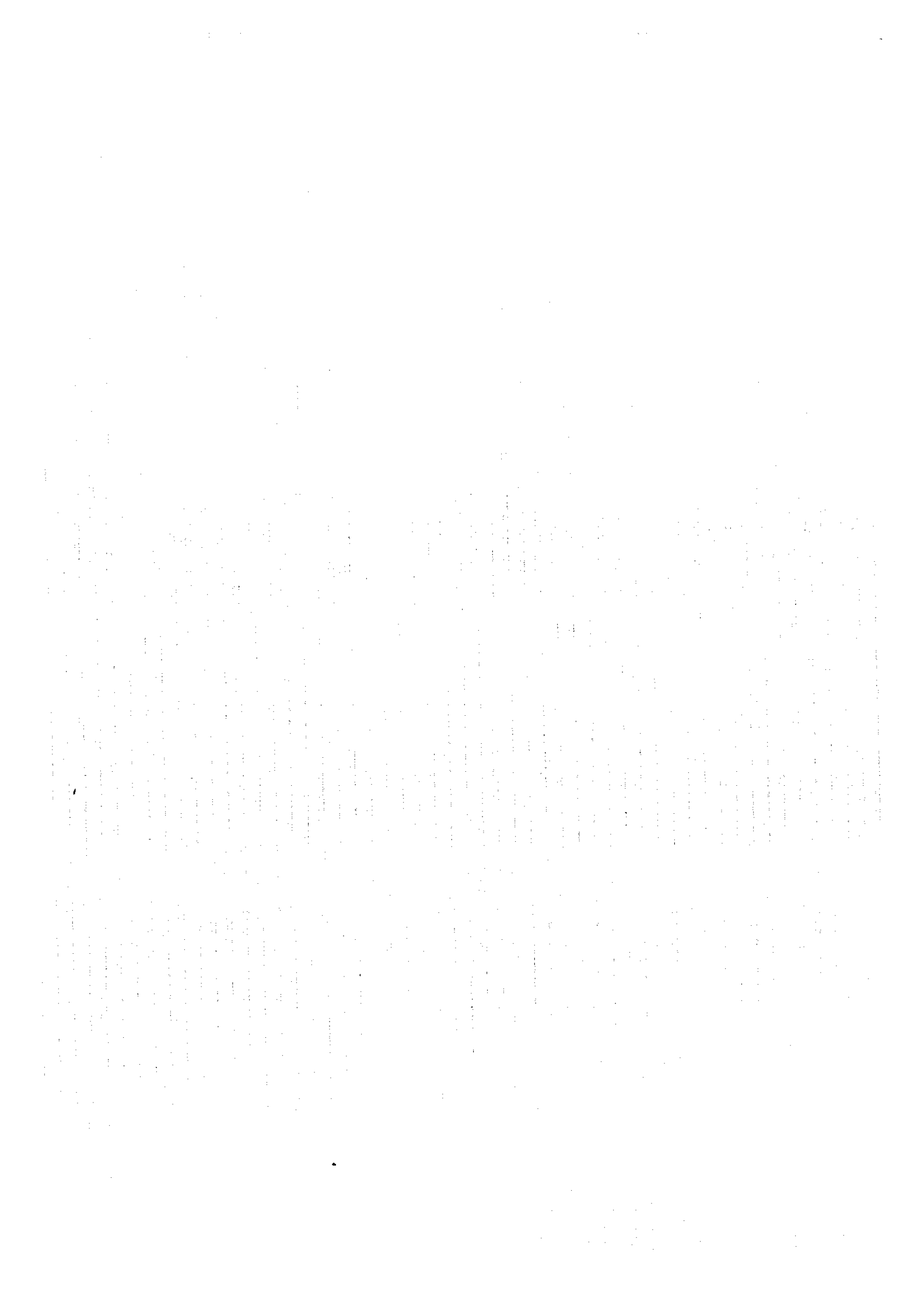
DECE

51  
83  
GRU

96-296







**MINISTERE DE L'AGRICULTURE  
ET DES RESSOURCES ANIMALES  
REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE**

**RAPPORT DE L'ETUDE DU PLAN DE BASE  
POUR  
LE PROJET D'AMENAGEMENT  
HYDRO-AGRICOLE  
DANS LA REGION CENTRE-NORD  
EN  
REPUBLIQUE DE COTE D'IVOIRE**

**DECEMBRE 1996**

**AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION INTERNATIONALE  
PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL**



1136876 [8]

## AVANT-PROPOS

En réponse à la requête du Gouvernement de la République de Côte d'Ivoire, le Gouvernement du Japon a décidé d'exécuter par l'entremise de son Agence Japonaise de Coopération Internationale (JICA), une étude du plan de base pour le Projet d'aménagement hydro-agricole dans la région centre-nord en République de Côte d'Ivoire.

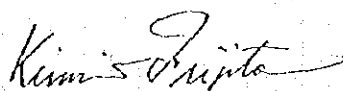
Du 28 juillet au 26 août 1996, JICA a envoyé en Côte d'Ivoire une mission d'étude du plan de base.

Après un échange de vues avec les autorités concernées du Gouvernement ivoirien, la mission a effectué des études sur le site du Projet. Au retour de la mission au Japon, l'étude a été approfondie et un rapport provisoire de l'étude du plan de base a été préparé. Afin de discuter du contenu dudit rapport, une autre mission a été envoyée en Côte d'Ivoire du 26 octobre au 6 novembre 1996. Par la suite, le rapport ci-joint a été complété.

Je suis heureux de remettre ce rapport et je souhaite qu'il contribue à la promotion du Projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

En terminant, je tiens à exprimer mes remerciements sincères aux autorités concernées du Gouvernement de la République de Côte d'Ivoire pour leur coopération avec les membres de la mission.

décembre 1996



---

Kimio Fujita  
Président  
Agence Japonaise de Coopération  
Internationale





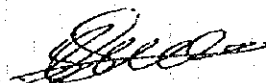
décembre 1996

## Lettre de présentation

Nous avons le plaisir de vous soumettre le rapport de l'étude du plan de base pour le Projet d'aménagement hydro-agricole dans la région centre-nord en République de Côte d'Ivoire.

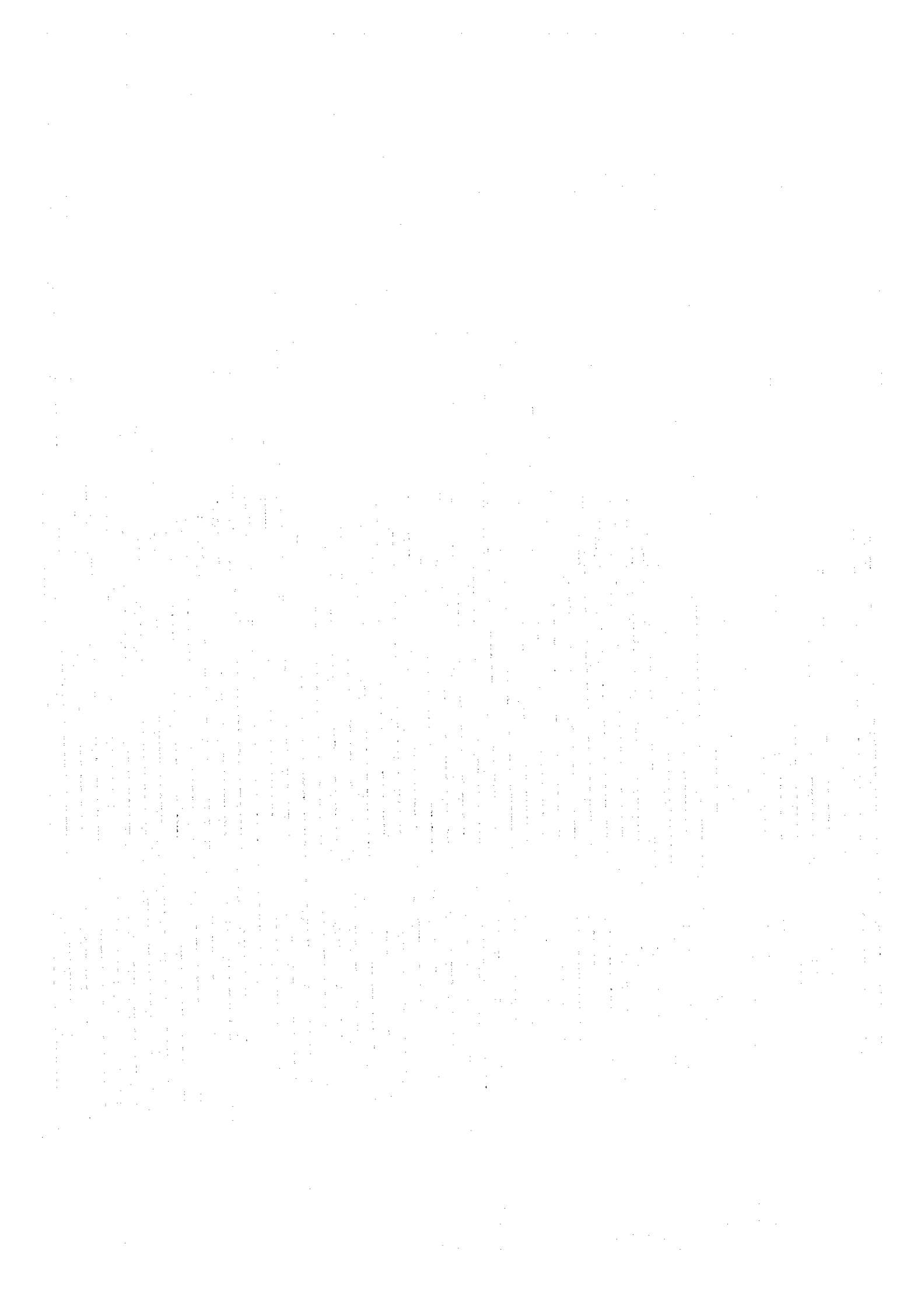
Cette étude a été réalisée par Pacific Consultants International pendant environ 5.0 mois, du 19 juillet au 27 décembre 1996, sur la base du contrat signé avec votre agence. Lors de cette étude nous avons tenu pleinement compte de la situation actuelle en Côte d'Ivoire, pour étudier la pertinence du Projet susmentionné et établir le concept de projet le mieux adapté au cadre de la coopération financière non-remboursable du Japon.

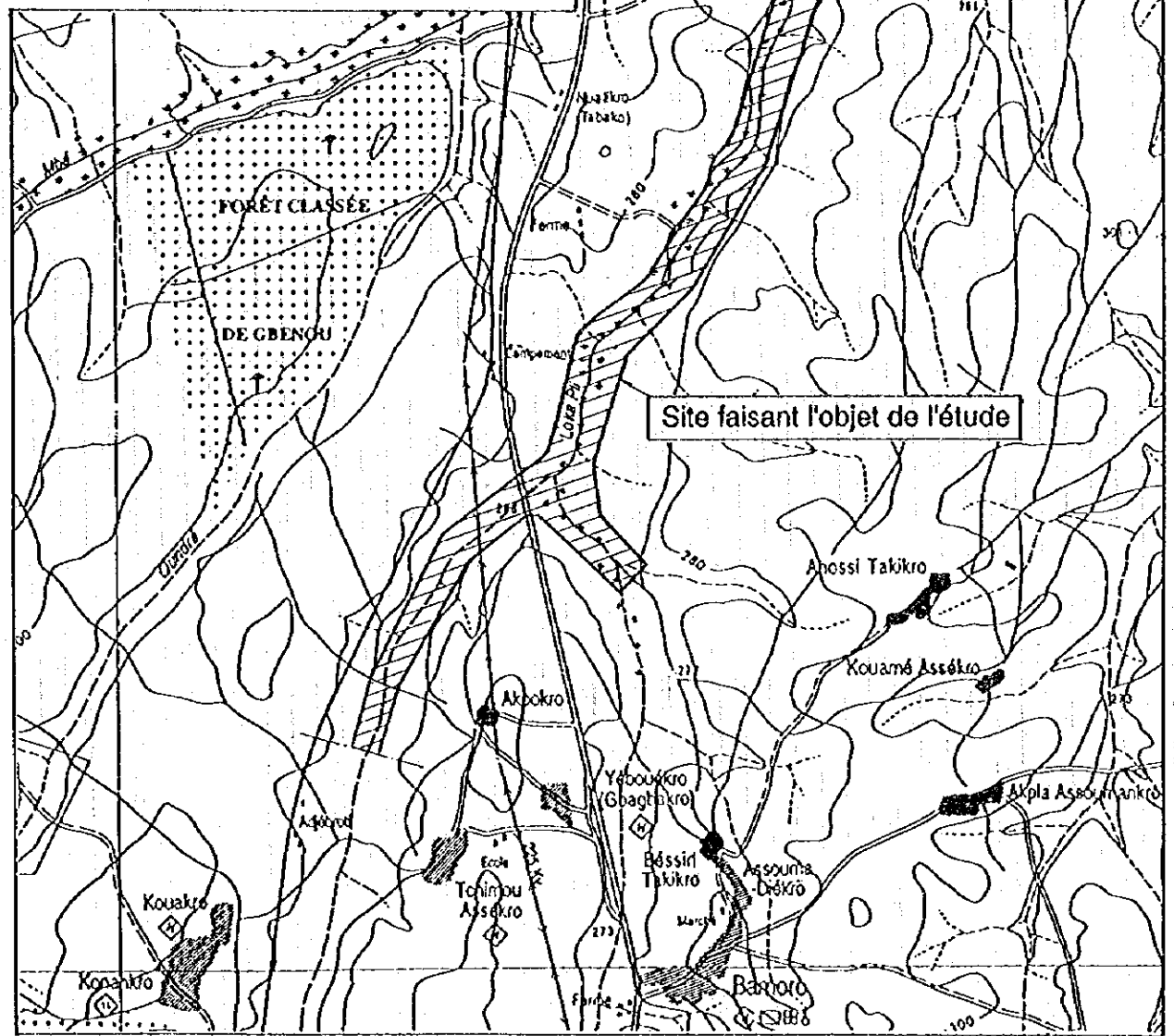
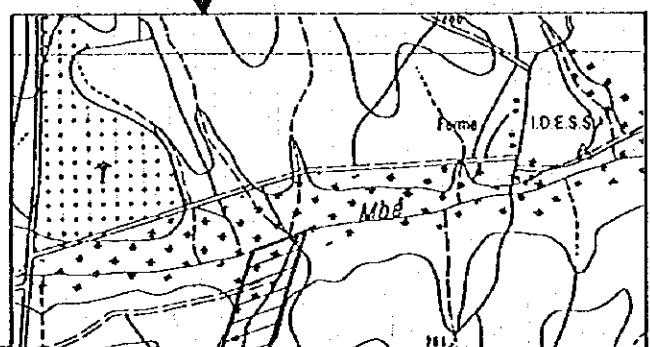
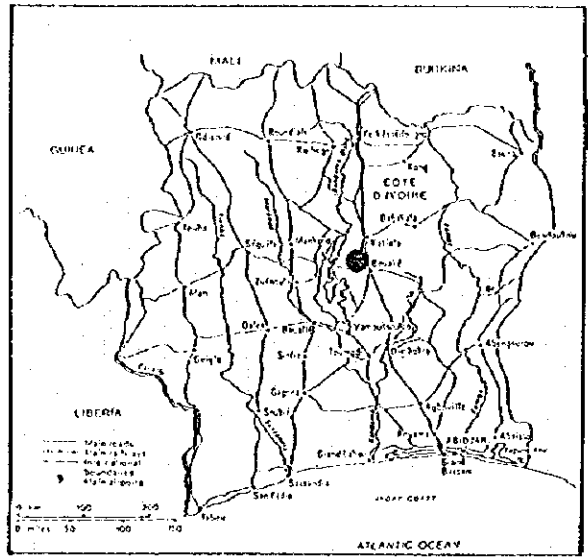
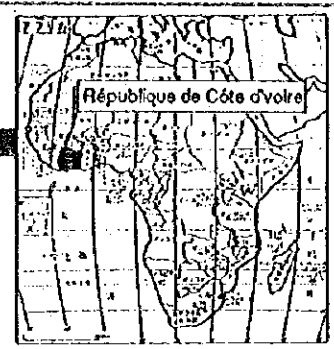
En espérant que ce rapport vous sera utile pour la promotion de ce Projet, je vous prie d'agréer Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments respectueux.



---

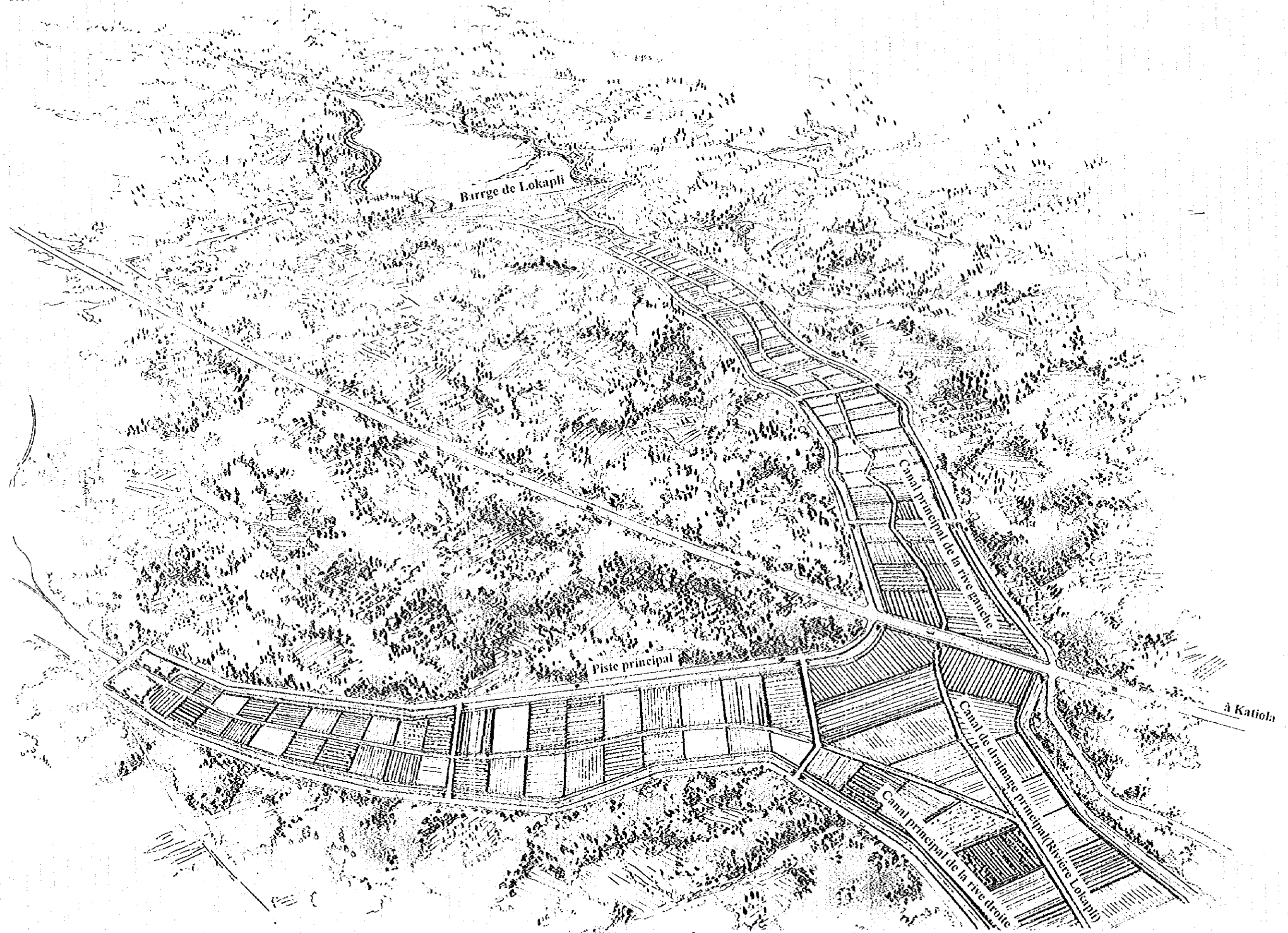
Yutaka Shiono  
Chef des ingénieurs-conseils,  
Mission d'étude du plan de base pour le Projet  
d'aménagement hydro-agricole dans la région  
centre-nord en République de Côte d'Ivoire  
Pacific Consultants International





Carte d'emplacement du site faisant l'objet de l'étude Echelle = 1 : 50.000

LE PROJET D'AMÉNAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DANS LA REGION CENTRE-NORD





## Abréviations, poids et mesures

### Abréviations

ADRAO	: Association pour le Développement de la Riziculture de l'Afrique de l'Ouest
ANADER	: Agence Nationale d'Appui au Développement Rural
ANAM	: Agence Nationale des Aéroports et de la Météorologie
BAD	: Banque Africaine de Développement
BIRD	: Banque Internationale pour la Reconstruction et le Développement
BNDA	: Banque Nationale pour le Développement Agricole
BNETD	: Bureau National des Etudes Techniques de Développement
BOAD	: Banque Ouest Africaine de Développement
DAR	: Direction de l'Aménagement Rural, MINAGRA
DCGTx	: Direction et Contrôle des Grands Travaux
DME	: Direction de la Modernisation des Exploitations, MINAGRA
DP	: Direction de la Programmation, MINAGRA
FED	: Fonds Européen de Développement
GVC	: Groupement à Vocation Coopérative
JICA	: Agence Japonaise de Coopération Internationale
LBTP	: Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics
MINAGRA	: Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales
PNR	: Projet National Riz
SODERIZ	: Société pour le Développement du Riz
SOPRORIZ	: Structure d'Organisation et de Promotion de la Riziculture

### Longueur

mm	: millimètre
cm	: centimètre
m	: mètre
km	: kilomètre

### Superficie, volume et poids

cm<sup>2</sup> : centimètre carré  
m<sup>2</sup> : mètre carré  
km<sup>2</sup> : kilomètre carré  
ha : hectare

l : litre  
m<sup>3</sup> : mètre cube

kg : kilogramme  
t : tonne

### Energie électrique

kW : kilowatt  
kWh : kilowattheure

### Monnaie

US\$ : Dollar américain  
FCFA : Franc C.F.A. (Communauté financière africaine)  
¥ : Yen japonais

### Autres

m/s, m/sec : mètre par seconde  
m<sup>3</sup>/sec : mètre cube par seconde  
t/ha, ton/ha : tonne par hectare  
m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup> : mètre cube par kilomètre carré  
mm/jour : millimètre par jour  
l/s, l/sec : litre par seconde  
°C : degré Celsius  
EL, GL : altitude  
% : pour-cent  
n° : Numéro

## Table des matières

AVANT-PROPOS	
LETTRE DE PRESENTATION	
CARTE D'EMPLACEMENT	
DESSIN PERSPECTIF	
LISTE DES ABREVIATIONS	

Chapitre 1	Arrière-plan de la requête	
1-1	Historique.....	1-1
1-2	Contenu de la requête.....	1-2
Chapitre 2	Teneur du Projet	
2-1	Objectifs du Projet.....	2-1
2-2	Concept de base du Projet.....	2-1
2-3	Plan de base.....	2-4
2-3-1	Orientation de base.....	2-4
2-3-2	Projet de base.....	2-8
2-4	Système d'exécution du Projet.....	2-58
2-4-1	Organisation.....	2-58
2-4-2	Budget.....	2-59
2-4-3	Niveau du personnel, niveau technique.....	2-60
Chapitre 3	Projet d'exécution	
3-1	Projet d'exécution des travaux.....	3-1
3-1-1	Orientations de l'exécution des travaux.....	3-1
3-1-2	Points à prendre en compte pour l'exécution des travaux.....	3-2
3-1-3	Répartitions de l'exécution des travaux.....	3-2
3-1-4	Plan de supervision des travaux.....	3-3
3-1-5	Projet de fourniture d'équipements et matériels.....	3-4
3-1-6	Phases de l'exécution.....	3-7
3-1-7	Part des contributions de la Côte d'Ivoire.....	3-8
3-2	Estimation des frais du Projet.....	3-9
3-3	Projet de maintenance et de gestion.....	3-10



<b>Chapitre 4</b>	<b>Évaluation du Projet et recommandations</b>	
4-1	Vérification de la pertinence du Projet et avantages	4-1
4-2	Coopération technique et relation avec d'autres donateurs	4-4
4-3	Questions à régler	4-4

### **<Annexe>**

- I. Membres de la mission**
- II. Programme de l'étude**
- III. Liste des personnes concernées en Côte d'Ivoire**
- IV. Procès-verbal**
- V. Coût estimatif pris en charge du pays bénéficiaire**
- VI. Données**
- VII. Liste des documents collectés**
- VIII. Plans de conception**

# Liste des tableaux et des figures

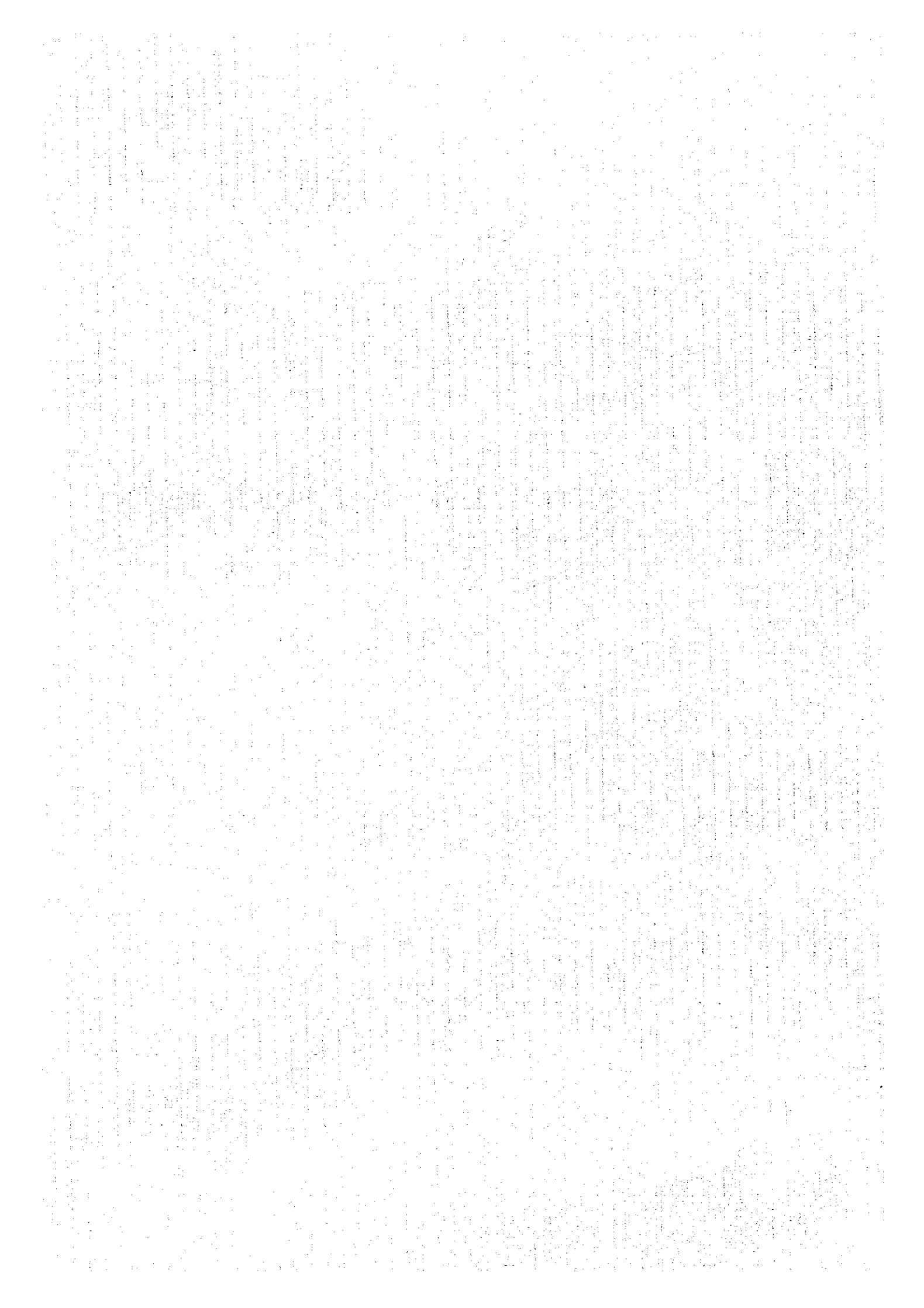
## Liste des tableaux

Tableau 2.3.1	Profondeur d'immersion selon le stade de croissance .....	2-10
Tableau 2.3.2	Evapotranspiration dans la zone de Bouaké .....	2-10
Tableau 2.3.3	Coefficient de culture du riz aquatique .....	2-11
Tableau 2.3.4	Précipitation décadaire .....	2-12
Tableau 2.3.5	Précipitation et précipitations effectives .....	2-13
Tableau 2.3.6	Précipitation effectives par probabilité .....	2-16
Tableau 2.3.7 (1/2)	Volume d'eau nécessaire à la riziculture .....	2-17
Tableau 2.3.7 (2/2)	Volume d'eau nécessaire à la riziculture .....	2-18
Tableau 2.3.8	Blocs d'irrigation de la zone objet .....	2-14
Tableau 2.3.9	Calcul du volume d'écoulement.....	2-21
Tableau 2.3.10	Estimation du volume de sable accumulé dans un barrage de stockage à surface de bassin de moins de 100 km <sup>2</sup> .....	2-23
Tableau 2.3.11	Tableau comparatif des types de barrage en terre.....	2-29
Tableau 2.3.12	Constantes de conception.....	2-33
Tableau 2.3.13	Constantes du sol des normes principales japonaises.....	2-34
Tableau 2.3.14	Conditions du calcul de la stabilité.....	2-35
Tableau 2.3.15	Résultat du calcul d'un débit du déversoir.....	2-39
Tableau 2.3.16	Caractéristiques de la section des canaux principaux.....	2-49
Tableau 2.3.17	Caractéristiques de la section des canaux secondaires.....	2-50
Tableau 2.3.18	Tableau des dimensions des canaux de drainage.....	2-54
Tableau 2.3.19	Contenu des installations et leurs dimensions.....	2-57
Tableau 2.4.1	Budget annuel du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales.....	2-59
Tableau 2.4.2	Budget annuel du Projet National Riz (PNR).....	2-59
Tableau 3.1.1	Tableau d'exécution des travaux.....	3-8

## Liste des figures

Figure 2.3.1	Schéma du système de dose arrosage.....	2-19
Figure 2.3.2	Résultat du calcul de sécurité de la digue.....	2-27
Figure 2.3.3	Ligne phréatique.....	2-36
Figure 2.3.4	Courbe granulométrique.....	2-37
Figure 2.3.5	Section normale et coupe longitudinale de la digue.....	2-46
Figure 2.3.6	Plan horizontal du barrage de Lokapli.....	2-47
Figure 2.3.7	Section standard des canaux d'irrigation principaux.....	2-48
Figure 2.3.8	Section standard des canaux secondaires d'irrigation.....	2-50
Figure 2.3.9	Schéma des canaux d'écoulement.....	2-55
Figure 2.3.10	Section standard des canaux de drainage principaux.....	2-56
Figure 2.4.1	Organigramme du PNR.....	2-58
Figure 3.2.1	Organigramme de l'ANADER.....	3-11
Figure 3.3.2	Organisation de la maintenance et la gestion des installations (proposition).....	3-12

## **Chapitre 1 Arrière-plan de la requête**



# Chapitre 1 Arrière-plan de la requête

## 1-1 Historique

La République de Côte d'Ivoire (appelée par la suite en abrégé "la Côte d'Ivoire") est un pays situé dans la partie centrale de l'Afrique de l'Ouest, et donnant sur le Golfe de Guinée, d'une superficie de 322.000 km<sup>2</sup>, et comptant environ 14.300.000 habitants (1994). C'est un pays agricole dont le PNB par personne est de 630 \$ US (1993), la production agricole correspondant à 37% du PNB (1992). Son économie est étroitement liée aux produits d'exportation (café, cacao, bois, etc.). Après l'indépendance du pays en 1960, ses exportations lui ont valu un essor économique remarquable, appelé le "miracle ivoirien", qui l'a projeté au rang de premier producteur mondial de cacao et cinquième producteur mondial de café. Mais la chute du prix du café et du cacao sur les marchés internationaux à partir de la fin des années 1970 a plongé le pays dans la crise économique, qui se poursuit à ce jour. Quant aux céréales alimentaires autres que les produits d'exportation, bien que la population agricole représente 65% de la population totale (1992), l'autosuffisance alimentaire n'atteint que 40-65% à cause des petites exploitations pré-modernes et de la culture pluviale à faible rendement pratiquée. Ainsi, bien que l'autosuffisance en riz ait pu être réalisée temporairement en 1976 grâce aux subventions accordées par l'Etat pour maintenir les prix à la production élevés dans la première moitié des années 1970, la poussée démographique brutale et l'afflux des habitants dans les villes ont rendu la production incapable de faire face à l'augmentation de la consommation dans les zones urbaines, et forcent le pays à importer annuellement en moyenne 314.250 tonnes de riz depuis 10 ans. Cette situation a poussé la Côte d'Ivoire à inscrire le Projet de restructuration de la culture du riz comme point prioritaire dans son Plan d'investissements publics dans le secteur agricole, en vue d'assurer l'autosuffisance en riz jusqu'à l'an 2000.

Jusqu'à présent, le développement agricole en Côte d'Ivoire a principalement été réalisé par l'aménagement de rizières irriguées de 50 à 100 ha environ, alimentées par plus de 80 petits barrages construits dans le pays dans cet objectif. Mais les moyens financiers limités du pays ont empêché un aménagement suffisant des ouvrages d'irrigation et des pistes périmétrales. Vu cette situation, le gouvernement ivoirien a tout d'abord demandé au Japon la construction et la réhabilitation de petits barrages, l'aménagement d'ouvrages d'irrigation et de pistes périmétrales en vue de l'utilisation efficace des ouvrages d'irrigation inutilisés dans 4 zones du centre-nord du pays (celle de Lokapli y compris). Par la suite, après l'étude menée par la partie ivoirienne sur la priorité entre les zones faisant l'objet du projet, finalement, la Coopération financière non-remboursable du Japon a été demandée pour la construction d'un petit barrage, l'aménagement d'ouvrages d'irrigation (construction de canaux d'irrigation et

de drainage et l'aménagement des périmètres irrigués) et l'établissement d'un projet de construction de pistes périmétrales en limitant la zone objet du projet à la zone de Lokapli, une zone (1) ayant déjà l'expérience de la culture irriguée du riz de petite envergure en utilisant l'eau d'un affluent à travers un déversoir de prise d'eau et des canaux d'irrigation (une récolte par an), où le potentiel agricole dû à l'irrigation est important, et dont on peut espérer dans l'avenir faire une bonne zone rizicole (permettant deux récoltes par an); (2) où dans le cadre du Projet de formation à la mécanisation agricole appliquée à la riziculture irriguée (1992 ~ 1997), coopération technique de type projet réalisée par le Japon, un périmètre d'expérience de la riziculture a été installé afin d'encourager des activités de vulgarisation pour la culture du riz, ce qui permet d'espérer une combinaison avec le présent Projet; (3) qui servira de zone-modèle dans l'avenir en vue de l'introduction et de la vulgarisation de la gestion agricole moderne dans tout le pays.

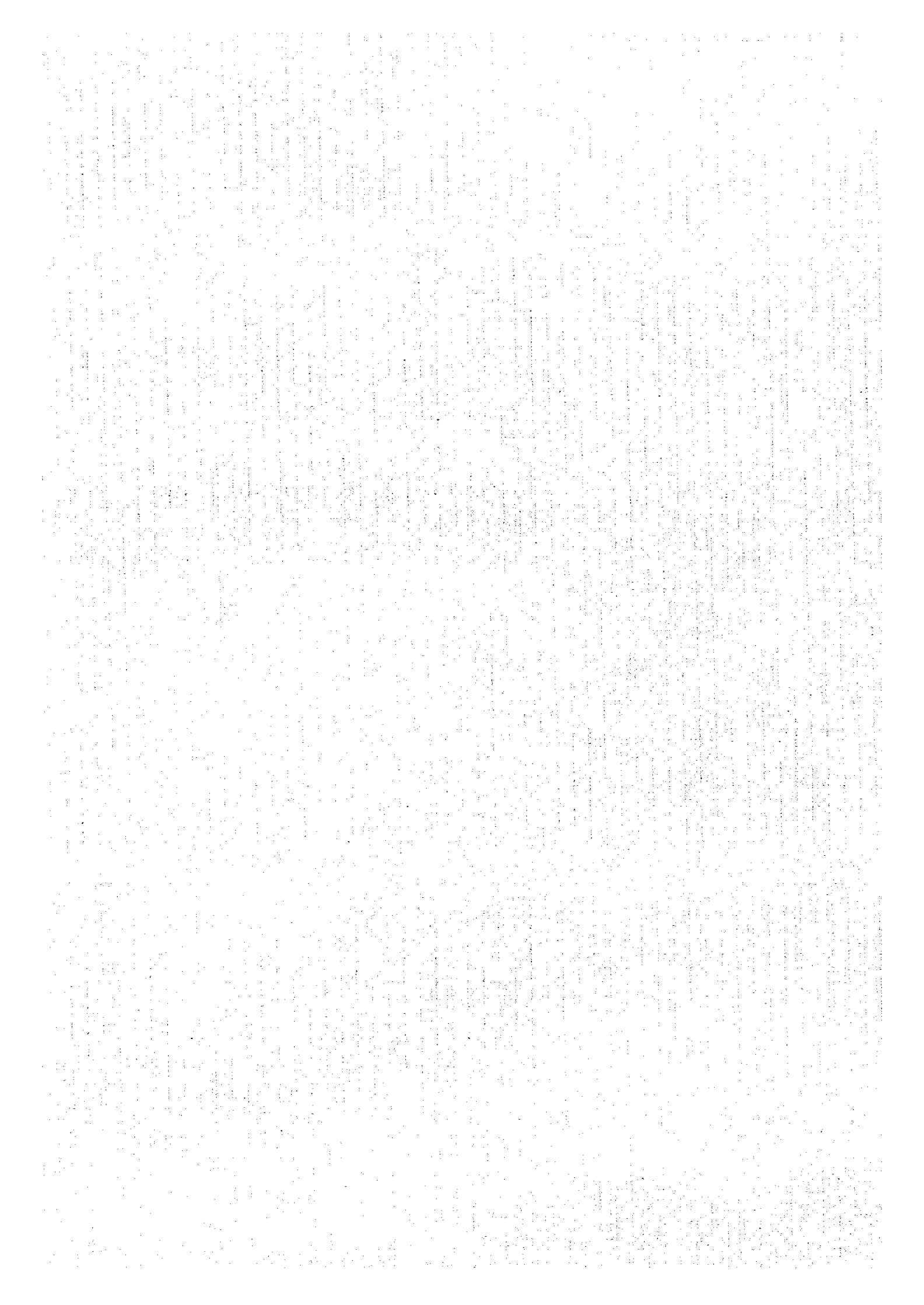
## 1-2 Contenu de la requête

Le contenu de la demande pour le projet indiqué ci-dessous porte sur l'aménagement d'ouvrages de prise d'eau, d'irrigation et de drainage ainsi que de pistes périmétrales pour une surface irriguée d'environ 126 ha.

- 1) Construction d'un petit barrage:  
(capacité de stockage 2.375.000 m<sup>3</sup>, volume de la digue 44.000 m<sup>3</sup>, longueur de la digue 384 m, hauteur de la digue 9 m)
- 2) Construction de canaux d'irrigation principaux : 4,1 km
- 3) Construction de canaux d'irrigation secondaires : 8,2 km
- 4) Construction de canaux de drainage : 2,3 km
- 5) Pistes périmétrales principales : 12,4 km (largeur 5 m)
- 6) Pistes périmétrales secondaires : 3,3 km (largeur 3 m)
- 7) Aménagement de périmètres : 126 ha

## **Chapitre 2 Teneur du Projet**





## Chapitre 2 Teneur du Projet

### 2-1 Objectifs du Projet

En septembre 1993, la République de Côte d'Ivoire a établi un Plan directeur du développement agricole 1992-2015, dont les points principaux sont: 1) augmentation de la production agricole et renforcement de la compétitivité, 2) recherche de l'autosuffisance alimentaire et de la sécurisation des denrées alimentaires, 3) diversification audacieuse de la production agricole, 4) développement des pêches maritime et continentale, et 5) augmentation du rendement agricole par le réaménagement des ressources forestières. Le présent Projet, qui comprend la construction d'un petit barrage dans la zone de Lokapli, et l'aménagement d'installations d'irrigation et de drainage, et de pistes périmétrales, etc. s'inscrit, en particulier, dans la cadre du renforcement de la production agricole et de l'augmentation de l'autosuffisance alimentaire du Plan précité, et a pour objectif l'augmentation de la production agricole, et l'amélioration des conditions de vie des habitants de la région concernée en tant que projet modèle, pour le développement de la riziculture dans le Centre Nord de la Côte d'Ivoire.

### 2-2 Concept de base du Projet

Le projet s'inscrit dans le projet visant l'autosuffisance en riz de la Côte d'Ivoire, et servira de modèle pour la culture du riz irriguée dans des zones à relief similaire (bas-fonds dans une plaine fluviale).

Le but principal du Projet est la réalisation de deux récoltes par an en assurant l'eau d'irrigation pendant la saison sèche. Dans ce but, on aménagera des installations de prise d'eau, d'irrigation, et de drainage pour le contrôle des inondations de la rivière de Lokapli, les périmètres, et des pistes périmétrales. L'aménagement des périmètres sera toutefois assuré par la partie ivoirienne.

Voici les principaux composants du Projet:

- 1) Construction d'un petit barrage
- 2) Construction de canaux principaux et secondaires
- 3) Construction et aménagement de pistes périmétrales principales et secondaires
- 4) Réfection de canaux de drainage principaux et construction de canaux de drainage secondaires

Le concept de base de chacun de ces composants est comme suit.

## (1) Projet de source d'eau

Les précipitations annuelles sont de 1.000 mm dans cette zone, mais les pluies sont pratiquement toutes concentrées sur la saison des pluies, entre juin et octobre, et les précipitations mensuelles des autres mois de l'année sont très peu. Pour cette raison, bien que le climat permette deux récoltes par an, la culture n'est possible que pendant la saison des pluies à cause du manque d'installations d'irrigation.

Deux récoltes par an sont indispensables pour l'augmentation de la production de riz et l'amélioration des conditions de vie des fermiers, qui sont au centre de la politique de base agricole de la Côte d'Ivoire; mais pour cela, la construction d'un barrage permettant le stockage de l'eau pluviale de la saison des pluies est indispensable comme nouvelle source d'eau. Le volume d'eau nécessaire, calculé plus loin à partir du volume d'eau nécessaire à la culture et des précipitations, est d'environ 2,4 millions de m<sup>3</sup>.

Il y a un emplacement idéal pour la construction de ce barrage en amont de la rivière Lokapli qui traverse le centre de la zone bénéficiaire (126 ha de rizières), et l'on prévoit d'y construire un barrage d'irrigation pour sécuriser l'eau d'irrigation pendant la saison sèche. Cet emplacement se trouve juste en amont de la zone bénéficiaire, et sera très économique parce qu'il rendra inutile l'aménagement de canaux d'amenée d'eau et permettra l'écoulement de l'eau d'irrigation directement dans les canaux d'irrigation principaux.

## (2) Projet d'irrigation

La zone concernée (126 ha de rizières) qui sera aménagée en périmètres par la partie ivoirienne sera alimentée en eau d'irrigation toute l'année par des canaux principaux (canaux primaires), secondaires et tertiaires à partir du barrage nouvellement construit. Les canaux tertiaires ne seront toutefois pas inclus dans ce Projet parce qu'ils seront aménagés par la partie ivoirienne dans le cadre d'un projet d'aménagement des périmètres.

La construction du barrage permettra deux récoltes par an. Dans cette zone, la période de culture du riz va de janvier à mai pour la première récolte, et de juillet à novembre pour la seconde. Le volume d'eau nécessaire à l'irrigation se calcule à partir des conditions climatiques et de la période de culture.

Actuellement, environ 70 ha de la zone objet sont consacrés à la culture du riz, et l'aménagement des périmètres se fera avec celui de parties encore non exploitées. La réalisation du projet d'aménagement des périmètres est pratiquement assurée, et dans le présent Projet, on étudiera la disposition des canaux primaires et secondaires, et la section des canaux en s'appuyant sur le projet d'aménagement des périmètres.

Les canaux d'irrigation des rizières actuelles sont des canaux en terre de 0,3 m de largeur, 0,3 m de profondeur, et d'une longueur d'environ 6 km, situés à la rive gauche du côté aval de la route nationale. Ils sont dégradés par manque d'entretien, et doivent être réparés parce que des rizières nouvellement aménagées seront intégrées à la zone bénéficiaire. Mais, comme elles seront intégrées à des endroits relativement en hauteur, il y aura des endroits dans les nouvelles terres agricoles où l'eau d'irrigation ne pourra pas arriver si les canaux sont réparés dans leur position actuelle. Par conséquent, il faudra tenir compte du projet d'aménagement des périmètres et de la disposition actuelle des canaux pour décider des réparations et nouvelles constructions.

(3) Projet de pistes périmétrales (agricoles)

Actuellement, la zone concernée possède environ 5 km de pistes non revêtues (de 2,5 m de largeur en moyenne), situées à la rive gauche du côté aval de la route nationale. Le Projet d'aménagement des périmètres précité prévoit également l'aménagement des pistes agricoles, y compris la réfection de celles existantes. Par conséquent, le présent Projet s'appuiera sur ce projet d'aménagement des périmètres, et inclura également la conception des pistes agricoles, conformément aux normes ivoiriennes, telles que la structure et la densité des pistes, et aux conditions locales.

(4) Projet de drainage

La rivière de Lokapli a une largeur moyenne de 1,5 m et une profondeur moyenne de 1,0 m environ, et ne permet pas l'évacuation des eaux d'inondation pendant la saison des pluies, et les rizières sur les deux rives sont souvent submergées. Cette situation est surtout grave en aval du fleuve. Comme la submersion des rizières entrave la croissance du riz et fait baisser la production, un projet de drainage de la rivière de Lokapli envisageant la construction de canaux de drainage secondaires et de caniveaux est prévu pour éviter que l'eau pluviale des zones agricoles voisines ne provoque de dégâts dans les rizières, et remettre en état la section de la rivière Lokapli pour assurer le bon écoulement de l'eau d'inondation.

Le projet d'aménagement des périmètres à réaliser de la part ivoirienne prévoyant le drainage de la rivière Lokapli par l'aménagement de petit canaux de drainage, ces canaux ne seront pas construits dans le cadre du présent Projet.

## 2-3 Plan de base

### 2-3-1 Orientation de base

#### (1) Orientation de base pour la conception du présent Projet

L'orientation de base pour la conception du présent Projet sera comme suit.

##### 1) Orientation concernant l'environnement naturel

Sur le plan topographique, la zone du Projet se compose d'un bas-fonds étroit et allongé, et la conception des installations sera faite en insistant autant que possible sur le côté économique, parce que la densité des installations d'irrigation et de drainage va inévitablement devenir forte, et les coûts de construction par surface unitaire élevés. Par ailleurs, on construira un barrage en terre dans ce Projet, et la conception de la digue sera faite en tenant compte du cycle pluvial.

##### 2) Orientation de la construction

Pour la construction, il faudra recruter un sous-traitant et de la main-d'oeuvre locaux, et prenant en compte leur niveau technique, on adoptera autant que possible les méthodes de construction et une structure d'installation largement employées sur place, pour le bon déroulement des travaux.

##### 3) Orientation concernant les entreprises locales et les équipements et matériaux locaux

En principe, la conception sera faite sur la base de la disponibilité locale d'équipements et matériaux. On prévoit d'employer une société locale comme sous-traitant pour les travaux.

##### 4) Orientation concernant la capacité de maintenance de l'organisme d'exécution

Une structure et un agencement simples des installations du Projet sont prévus pour permettre la maintenance par les habitants peu habitués à la maintenance des installations d'irrigation et pour réduire le coût de la maintenance.

##### 5) Orientation concernant le grade des installations

Les normes d'aménagement des installations seront définies en référence aux installations des alentours et aux normes ivoiriennes. Et en principe, on adoptera les normes de conception utilisées en Côte d'Ivoire. La conception de l'exécution sera

définie après prise en considération du projet d'aménagement des périmètres prévu par le gouvernement ivoirien.

#### 6) Orientation concernant la période des travaux

Il est important de construire la digue du barrage en terre pendant la saison où les pluies sont moindres, et donc dans cette région entre novembre et mars. Si l'on étudie le programme d'exécution, installations d'irrigation et de drainage comprises, sur cette base, il sera difficile de réaliser les travaux en une seule année, et il faudra donc les étaler sur des années. Le programme d'exécution sera étudié plus en détails au paragraphe sur le projet d'exécution.

#### (2) Orientation de base concernant la conception de base de chaque installation

##### 1) Construction du barrage

Un petit barrage sera construit dans la zone adaptée située en amont de la rivière Lokapli, et pratiquement adjacente à la zone objet. La capacité de stockage du barrage sera calculée à partir du volume d'eau d'irrigation nécessaire défini sur la base des documents collectés et du débit de la rivière. On prévoit un barrage en terre utilisant les matériaux disponibles dans les environs. On prévoit une hauteur de moins de 10 m pour le barrage, mais le niveau d'eau devra être fixé afin d'éviter la submersion de la route située dans la zone submergée et de la voie de chemin de fer adjacente. Bien que la levée du barrage ne soit pas haute, sa longueur devrait atteindre environ 450 m vu la condition topographique.

Une étude géologique sur place de l'état des fondations de l'emplacement prévu pour la construction du barrage a révélé des roches de fond (granites altérés) à une profondeur d'environ 3 à 4 m du fond actuel de la rivière, qui ne posent pas de problème comme fondation de barrage, et donc aucun traitement spécial ne sera nécessaire pour les fondations.

En dehors du barrage lui-même, il faudra mettre en place des installations accessoires telles que déversoir, prise d'eau, etc. et pour la conception, on tiendra surtout compte de l'économie et de la facilité de maintenance.

##### 2) Construction de canaux principaux

La zone bénéficiaire est le long bas-fond étroit enjambant la rivière Lokapli, et comme les parties extrêmes de la zone bénéficiaire sont plus élevées, les canaux principaux devront être placés sur les deux côtés de la zone bénéficiaire. La pente des

canaux principaux sera de 1/2.000 en moyenne. L'eau d'irrigation sera ramifiée directement de la prise d'eau du barrage aux canaux principaux des deux côtes.

Les emplacements prévus pour la construction des canaux principaux ayant un sol comprenant du sable, on placera une garniture en béton pour éviter les fuites d'eau. Pour les canaux, on peut considérer un rectangle en béton armé ou trapèze à garniture en béton, mais on adoptera la trapèze, compte tenu de l'économie.

Par ailleurs, il existe des canaux d'irrigation en aval de la route nationale (petits canaux en terre d'environ 0,3 m de large et profondeur), mais l'étude ayant révélé que les nouvelles terres agricoles intégrées sont légèrement plus élevées que celles existantes (1 à 2 m), les canaux existants ne seront pas utilisables après réparation, et de nouveaux canaux devront être construits.

Comme travaux accessoires pour les canaux, il faudra des travaux de répartition de l'eau, de traversée de la rivière, de traversée de la piste périmétrale. On concevra la structure la mieux adaptée compte tenu du relief, des dimensions, de la facilité de maintenance et des normes d'aménagement locales.

### 3) Construction de canaux secondaires

Dans son projet d'aménagement des périmètres concernant cette zone, la partie ivoirienne a divisé toute la zone en 12 blocs d'irrigation pour la gestion de l'eau, et l'on prévoit d'assurer l'irrigation en rotation dans ces blocs. Pour cela, on projette la construction de canaux secondaires dans chaque bloc. Dans le présent plan de base, on confirmera le projet d'aménagement des périmètres, et construira dans chaque bloc des canaux secondaires ramifiés depuis les canaux principaux.

Comme le terrain agricole régi par les canaux secondaires est réduit (10 ha en moyenne), le volume d'eau d'écoulement et leur longueur sont également réduits. On prévoit des canaux trapézoïdaux en terre, conformément aux normes d'aménagement locales.

Les travaux accessoires nécessaires pour les canaux sont des travaux de partage des eaux vers des canaux tertiaires et des travaux de traversée de la piste périmétrale. On concevra la structure la mieux adaptée compte tenu du relief, des dimensions, de la facilité de maintenance et des normes d'aménagement locales.

### 4) Réfection et construction de pistes périmétrales

Les seules pistes existant dans cette zone sont les 5 km sur la rive gauche de la rivière Lokapli.

La construction de pistes périmétrales est indispensable pour la culture du riz dans toute la zone agricole après l'aménagement des périmètres. Le projet d'aménagement des périmètres concernant cette zone prévoit des pistes périmétrales principales extérieures (pistes agricoles principales) sur les deux côtés et des pistes périmétrales transversales (pistes agricoles secondaires) à intervalles de 500 m dans la zone. Quelques pistes périmétrales secondaires sont prévues pour lier les deux rives en traversant la rivière Lokapli et son affluent. Il y aura 4 pistes de ce type dans ce Projet, étant donné qu'on présume que le nombre d'agriculteurs devant traverser la rivière pour aller travailler n'est pas si nombreux dans la zone du Projet. Et comme la route nationale traverse la zone, il y aura donc un total de 5 pistes traversant la rivière dans cette zone, et leur intervalle moyen est d'environ 2 km.

Les pistes agricoles principales auront une largeur totale de 5 m, les pistes agricoles secondaires une largeur totale de 3 m, et si l'on considère les installations de base pour la piste traversant la rivière, elle aura la même largeur que les pistes principales, à savoir 5 m. Elles ne seront pas revêtues, seulement aménagées et compactées.

Un fossé caniveau sera prévu pour ces pistes périmétrales principales pour évacuer l'eau de la surface de la piste et l'eau provenant de l'extérieur de la zone vers la rivière Lokapli à travers des canaux de drainage secondaires.

##### 5) Réfection et construction des canaux de drainage

Le principal canal de drainage de la zone du Projet est la rivière Lokapli qui traverse son centre. Après l'achèvement du barrage en amont, on pourra réduire le volume d'eau d'inondation avec l'effet de stockage d'eau du barrage, mais la capacité d'écoulement d'eau est insuffisante avec la section actuelle. La section actuelle de la rivière est, en moyenne, de 1,5 m de largeur sur 1,0 m de profondeur, ce qui ne permet pas l'écoulement sûr de l'eau d'inondation, et provoque parfois l'immersion des terres agricoles, on prévoit donc de réparer (agrandir) la section. La section corrigée sera définie à partir du volume d'eau d'inondation. La section aura une structure de canal creusé sans revêtement et l'évacuation sera faite vers la rivière Moubé qui traverse la partie la plus en aval de la zone.

En outre, 10 ruisseaux traversent encore cette zone, et il faudra construire des canaux de drainage secondaires pour les drainer dans la rivière Lokapli de sorte qu'il n'y ait pas d'influence sur les terres cultivées. La section des canaux de drainage secondaire sera définie en calculant le volume d'eau à drainer à partir de la surface du bassin de chaque ruisseau.



La structure la mieux adaptée sera conçue en tenant compte des dimensions, pour chaque ouvrage accessoire de canaux de drainage, à savoir les ouvrages de traversée de pistes périmétrales pour les canaux de drainage principaux, et les ouvrages de traversée de pistes périmétrales et les ouvrages de traversée de canaux d'irrigation pour les canaux de drainage secondaires.

### 2-3-2 Projet de base

#### (1) Caractéristiques de base de l'irrigation

##### 1) Culture objet et surface d'irrigation

La culture pratiquée dans la zone du Projet est le riz (2 récoltes par an), et la surface de culture du projet est de 126,23 ha.

##### 2) Volume d'eau nécessaire à la culture du riz aquatique

###### (a) Période de culture

Deux récoltes par an sont prévues dans le cadre de ce Projet. La première période de culture va de janvier à mai, et la seconde de juillet à novembre, la période d'irrigation maximale étant de 120 jours.

###### (b) Calendrier de culture par cycle de plantation

Le projet d'irrigation prévoit deux récoltes de riz annuelles, la première période de culture allant de janvier à mai, et la seconde de juillet à novembre dans la zone concernée.

Mois	1			2			3			4			5			6			7			8			9			10			11			12		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nombre de jours	10	10	11	10	10	8	10	10	11	10	10	10	11	10	10	10	10	11	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	11
Cycle				126 ha															126 ha																	
Récolte				Riz aquatique (1ère récolte)															Riz aquatique (2ème récolte)																	

#### (C) Calcul du volume d'eau nécessaire à la culture du riz aquatique

Le volume d'eau d'irrigation nécessaire a été calculé en le divisant en 3 items comme suit:

- Volume d'eau nécessaire à la saturation du sol

- Volume d'eau d'immersion
- Volume d'eau nécessaire au riz aquatique (volume d'eau consommé)

a. Volume d'eau nécessaire à la saturation du sol

C'est le volume d'eau nécessaire pour saturer jusqu'à sa limite de capacité de conservation de l'eau du sol sec au début de la culture. Le volume d'approvisionnement est le volume d'eau équivalent le volume de stockage effectif du sol. Le volume de stockage effectif du sol a été calculé avec la formule ci-dessous pour une couche de sol Z à poids volumétrique unitaire da.

$$RU = (HpF_{2,5} - HpF_{4,2}) \times da \times Z$$

où:  $HpF_{2,5}$  : Teneur en eau par rapport à la capacité de stockage d'eau du sol (pourcentage du poids %)

$HpF_{4,2}$  : Teneur en eau au point de flétrissement (pourcentage du poids %)

Profondeur (cm)	pF <sub>2,5</sub>	pF <sub>4,2</sub>
0 - 20	12	5
20 - 47	15	6
47 - 70	18	8
70 - 96	21	10

da : Poids volumétrique unitaire du sol = 1,5 (sol comprenant sable et limon)

Z : Profondeur de la couche de sol saturée d'eau (mm)

Saison sèche: 1.000 mm, saison des pluies: 500 mm

RU : Volume de stockage effectif (volume d'approvisionnement)  
ou volume d'eau de saturation

Note: Valeur calculée à partir de la nature du sol faite par la DCGTx (Direction et Contrôle des Grands Travaux) dans la zone de Bouaké

Le calcul donne 130 mm pour la première récolte (saison sèche) et 60 mm pour la seconde récolte (saison des pluies).

b. Profondeur d'immersion

La profondeur d'immersion des rizières varie selon le stade de croissance du riz; les valeurs indiquées dans le Tableau 2.3.1 sont utilisées dans cette zone.

Tableau 2.3.1 Profondeur d'immersion selon le stade de croissance

Stade de croissance	Profondeur d'immersion (mm)
0 jour ~ 10 jours	30
10 jours ~ 30 jours	60
30 jours ~ 40 jours	0
40 jours ~ 50 jours	50
50 jours ~ 70 jours	100
70 jours ~ 80 jours	150
80 jours ~ 90 jours	90
90 jours ~ 100 jours	30
100 jours ~ 120 jours	0

c. Volume d'eau consommé

Le volume d'eau consommé sur les rizières est le volume obtenu en soustrayant les précipitations effectives du total du volume consommé par le riz aquatique et du volume infiltré dans le sol.

$$Bch = Kc \times ETP + Is$$

- où:
- Bch : Volume d'eau nécessaire au terrain cultivé (mm)
  - Kc : Coefficient de culture
  - ETP : Evapotranspiration (mm)
  - Is : Infiltration dans le sol (mm)

$$Bp = Bch - Pe$$

- où:
- Bp : Volume d'eau total nécessaire au terrain cultivé (mm)
  - Bch : Volume d'eau nécessaire au terrain cultivé (mm)
  - Pe : Précipitations effectives (mm)

- Evapotranspiration (ETP)

L'évapotranspiration dans toutes les régions du pays a été calculée par l'ORSTOM (Office de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer) (Environnement naturel de la Côte d'Ivoire, ORSTOM 1971). D'après ce calcul, l'évapotranspiration dans cette zone est comme indiquée dans le Tableau 2.3.2.

Tableau 2.3.2 Evapotranspiration dans la zone de Bouaké (mm/mois)

Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Total
ETP	130	140	153	147	138	108	92	87	109	128	125	121	1.478

- Coefficient de culture (Kc)

Le coefficient de culture varie avec l'étape de croissance des plantes. Le coefficient de culture du riz utilisé dans cette zone est comme suit.

0 jour à 15 jours	:	0,60
15 jours à 75 jours	:	1,00
75 jours à 100 jours	:	1,15
100 jours à 120 jours	:	0,90

Cela est résumé dans le Tableau 2.3.3 par 10 jours d'irrigation.

Tableau 2.3.3 Coefficient de culture du riz aquatique

Décade	1 <sup>ère</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kc	0,60	0,80	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,15	1,15	1,08	0,90	0,90

- Volume infiltré dans le sol (Is)

Une étude précédente en Côte d'Ivoire a donné une valeur de 5 mm/jour pour le volume infiltré dans les rizières de cette zone, et cette valeur sera adoptée.

- Précipitations effectives (Pe)

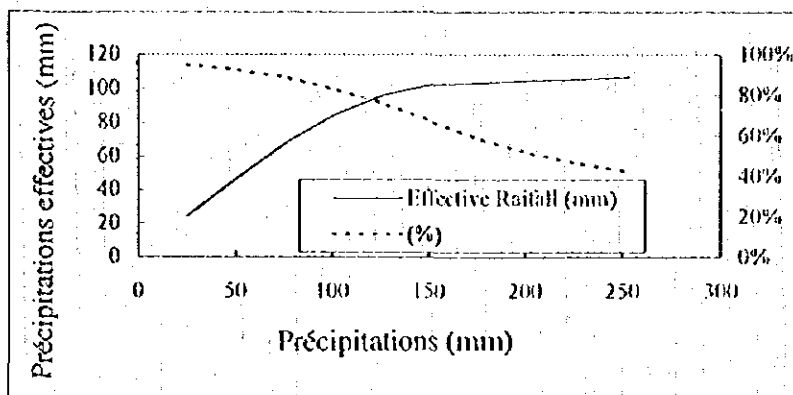
Les précipitations effectives ont été calculées avec la méthode indiquée dans le Tableau 2.3.5 (Direction d'exploitation des terres agricoles des Etats-Unis) sur la base des précipitations par 10 jours (Tableau 2.3.4).

Tableau 2.3.4 Précipitation décadaire

Year	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1991	1992	1993	1994	1995	Average	
Month	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	
Jan	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
(2)	0.0	0.0	5.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	8.7	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0
(3)	0.0	0.0	0.0	0.0	44.6	0.0	0.0	0.0	20.6	0.0	0.0	23.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	4.4
Total	0.0	0.0	5.5	0.0	44.6	0.0	0.0	20.6	20.6	0.0	0.0	23.6	0.0	2.3	8.7	3.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	5.5
Feb	0.0	11.1	85.3	6.5	0.0	0.0	0.0	19.6	0.0	15.5	82.1	0.0	11.7	0.0	8.2	25.8	13.6	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0
(1)	0.0	34.4	0.0	17.2	0.0	40.9	17.4	3.8	8.2	1.8	11.5	0.0	8.6	0.0	21.3	10.4	4.8	2.0	0.1	0.1	0.0	9.1
(2)	3.0	13.2	18.4	14.7	0.0	42.0	21.8	1.6	0.0	0.0	0.0	23.9	0.0	0.0	0.0	80.7	0.0	44.8	0.0	0.0	39.2	15.2
Total	3.0	58.7	103.7	38.4	0.0	82.9	39.4	25.0	8.2	17.3	93.6	23.9	20.3	0.0	29.5	116.9	18.4	46.8	0.1	0.1	39.2	34.3
Mar	17.5	71.6	42.8	32.1	30.3	9.2	2.4	0.0	36.9	0.0	1.8	0.0	61.4	0.0	57.1	0.0	16.4	27.2	5.7	0.0	20.9	27.4
(1)	45.3	72.5	0.0	23.2	1.8	24.3	78.5	12.0	28.8	85.3	39.6	7.3	13.4	22.1	21.6	0.0	2.8	14.1	18.1	37.6	27.4	
(2)	9.3	14.0	3.2	17.8	45.1	78.0	33.6	26.3	70.5	26.1	0.6	69.1	24.8	4.6	126.0	38.7	168.1	20.2	43.1	48.0	48.0	
Total	72.1	138.1	46.0	73.1	77.2	113.6	214.5	38.3	136.2	111.4	42.0	76.4	105.6	63.8	83.3	126.0	57.9	209.4	44.0	80.7	96.4	
Apr	109.2	14.5	19.7	25.7	51.0	38.1	17.2	26.9	71.2	16.8	30.0	13.4	88.9	27.2	10.5	20.0	86.0	15.0	95.0	71.0	40.9	
(1)	52.8	53.7	37.3	43.1	66.5	11.8	28.0	75.9	11.5	77.4	46.8	32.2	58.6	58.1	55.7	11.7	3.4	38.0	80.8	8.0	44.1	
(2)	24.2	56.3	19.3	43.8	16.2	62.8	69.6	42.5	71.9	18.2	28.4	15.3	58.4	36.5	34.0	18.5	34.8	44.3	43.4	79.2	41.0	
Total	186.2	124.5	76.3	112.6	133.7	112.7	114.8	145.3	154.6	112.4	105.2	60.9	205.9	123.8	100.2	50.2	124.2	97.3	219.2	158.2	125.9	
May	18.8	4.3	57.7	0.5	36.6	21.6	36.1	20.9	27.6	64.6	12.0	80.0	49.9	52.5	66.9	41.8	10.1	43.3	40.4	50.7	36.8	
(1)	37.9	79.0	26.0	12.7	19.9	114.0	94.3	42.8	13.0	28.2	61.2	16.0	42.8	74.9	16.1	38.3	84.6	25.4	59.2	12.2	45.4	
(2)	91.9	42.1	74.1	0.0	30.9	13.4	98.1	62.0	49.7	55.7	42.9	27.7	6.1	109.5	57.9	18.0	56.7	51.0	41.1	47.2		
Total	148.6	125.4	157.8	13.2	87.4	149.0	228.5	125.7	56.6	142.5	128.9	138.9	120.4	133.5	192.5	138.0	122.7	125.4	150.6	104.0	129.5	
Jun	162.2	21.2	29.4	100.8	42.7	18.4	196.6	56.6	12.4	53.2	41.2	92.5	106.6	152.5	11.9	58.5	66.7	30.7	63.7	49.9	68.4	
(1)	153.6	97.6	93.9	4.0	43.2	196.6	24.5	12.3	9.8	58.3	20.2	45.7	14.2	95.7	38.7	58.0	4.9	2.0	17.4	19.3	50.5	
(2)	74.0	19.8	74.1	0.0	15.9	24.5	25.2	13.6	17.8	19.4	28.4	0.6	8.4	36.4	0.0	23.4	1.0	10.0	0.9	20.4		
Total	393.8	138.6	197.4	104.8	101.8	239.5	246.3	82.5	40.0	130.9	89.8	138.8	129.2	204.6	50.6	139.9	72.6	42.7	82.0	89.6	139.8	
Jul	6.5	4.9	67.0	38.0	64.3	1.1	3.8	10.4	48.7	59.2	0.0	18.6	2.6	0.2	6.1	73.8	14.3	28.9	23.0	181.0	32.6	
(1)	64.9	24.7	38.4	88.7	2.0	26.7	28.3	0.3	31.6	36.4	65.0	0.0	1.3	109.8	2.3	50.3	68.4	0.2	91.4	13.0	37.2	
(2)	35.9	2.2	78.9	0.8	12.2	20.2	1.4	32.9	113.3	21.6	19.0	33.2	51.0	100.2	290.7	5.2	10.8	1.9	31.6	15.4	43.9	
Total	107.3	31.8	184.3	127.5	78.5	48.0	33.5	43.6	193.6	117.2	84.0	51.8	54.9	210.2	299.1	129.3	93.3	31.0	146.0	209.4	113.7	
Aug	7.7	23.2	37.0	31.9	3.0	10.2	0.6	128.6	58.2	8.8	0.0	15.5	0.0	28.5	15.0	32.5	0.2	15.4	16.1	35.2	23.4	
(1)	29.3	31.7	31.5	13.7	96.1	17.8	16.9	6.2	29.6	27.8	55.1	45.8	36.1	12.9	115.5	94.4	0.0	31.9	25.3	137.0	42.7	
(2)	32.6	43.8	90.4	39.8	23.9	26.0	88.9	29.3	76.4	7.9	39.1	141.5	10.0	17.3	52.1	31.3	34.7	56.5	4.9	12.2	42.7	
Total	69.6	98.7	138.9	85.4	123.0	54.0	106.4	164.1	164.2	44.5	94.2	202.8	46.1	53.7	182.6	158.2	34.9	103.8	46.3	184.4	108.8	
Sep	91.3	26.6	118.1	36.4	42.9	168.5	86.8	56.2	147.6	33.4	0.0	104.0	9.2	45.5	66.9	126.8	35.1	70.8	80.3	51.6	70.2	
(1)	17.2	75.1	30.1	23.0	71.3	127.8	56.8	91.6	61.5	42.2	96.9	93.0	96.8	29.1	16.1	0.8	60.3	5.8	24.1	78.9	54.9	
(2)	61.2	23.6	20.3	33.3	120.1	91.4	6.7	51.2	92.3	45.7	25.4	73.7	34.8	17.8	109.5	36.5	76.3	120.2	71.3	16.2	56.4	
Total	169.7	125.3	168.5	168.5	234.3	387.7	160.3	199.0	301.4	121.3	122.3	270.7	140.8	92.4	192.5	164.1	171.7	196.8	175.7	152.7	181.5	
Oct	111.2	22.7	40.6	74.0	31.0	24.5	55.9	15.7	50.9	31.8	11.4	67.6	7.6	50.6	11.9	13.8	49.4	116.8	22.3	48.7	43.4	
(1)	23.8	10.3	19.3	35.8	0.0	57.2	33.0	11.9	56.3	14.3	14.5	55.3	22.4	29.7	38.7	1.6	27.0	0.2	38.7	34.2	26.2	
(2)	33.5	5.2	75.2	102.9	28.3	0.0	35.0	74.9	191.5	0.6	36.4	7.6	99.9	23.9	0.0	14.8	9.3	55.8	17.0	0.1	40.5	
Total	168.5	38.2	142.1	212.7	59.3	81.7	123.9	102.5	298.7	46.7	62.3	130.3	129.9	104.2	50.6	30.2	85.7	172.8	78.0	83.0	110.1	
Nov	11.8	35.1	33.5	87.4	0.0	0.0	0.0	1.5	7.8	0.0	30.3	0.0	0.0	13.0	6.1	0.0	72.7	9.5	10.6	9.0	16.4	
(1)	23.6	0.0	10.2	0.1	40.6	2.7	1.2	3.3	9.0	40.5	11.3	4.1	0.0	0.0	2.3	1.9	63.5	54.0	0.0	0.0	13.4	
(2)	3.3	0.0	0.0	0.0	14.2	8.8	0.0	0.0	0.0	19.8	0.0	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	
Total	38.7	35.1	43.7	87.5	54.8	11.5	1.2	4.8	16.8	60.3	41.6	4.1	0.0	13.0	9.5	1.9	136.2	63.5	10.6	9.0	32.2	
Dec	9.9	4.6	27.7	11.8	0.0	54.5	0.0	0.0	0.0	0.0	10.6	0.0	39.3	4.6	0.0	3.3	0.0	0.0	0.0	4.1	9.1	
(1)	0.0	0.2	0.0	31.4	0.0	37.3	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	0.0	2.3	0.0	3.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	19.3	
(2)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.6	2.5	0.0	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.0	
Total	9.9	4.8	27.7	43.2	0.0	91.8	0.0	0.0	0.6	2.5	10.6	0.0	39.3	6.9	1.1	15.9	3.3	0.0	0.0	0.0	25.4	
Annual	1,567.4	939.2	1,311.9	991.1	994.6	1,370.4	1,282.7	930.8	1,391.5	917.6	803.9	1,162.2	960.0	1,082.6	1,215.0	1,061.8	917.8	1,089.5	952.5	1,135.6	1,096.9	

Tableau 2.3.5 Précipitation et précipitations effectives

Précipitations		Précipitations effectives		
Pouce	mm	Pouce	mm	%
1	25,4	0,95	24,13	95%
2	50,8	1,85	46,99	93%
3	76,2	2,67	67,82	89%
4	101,6	3,32	84,33	83%
5	127,0	3,79	96,27	76%
6	152,4	4,02	102,11	67%
7	177,8	4,07	103,38	58%
8	203,2	4,12	104,65	52%
9	228,6	4,17	105,92	46%
10	254,0	4,22	107,19	42%



Le Tableau 2.3.6 indique la précipitation effective par probabilité.

d. Efficacité d'irrigation (e)

Les valeurs standard ci-dessous sont utilisées en Côte d'Ivoire pour l'efficacité d'irrigation des installations d'irrigation.

Efficacité de transport :  $e = 0,90$  (canal principal à garniture de béton)

:  $e = 0,83$  (canal sans garniture de béton)

Efficacité dans les périmètres :  $e = 0,87$

Par conséquent, l'efficacité totale du réseau des canaux d'irrigation est comme suit.

$$e = 0,90 \times 0,83 \times 0,87 = 0,65$$

Le Tableau 2.3.7 indique le résultat du calcul du volume d'eau nécessaire pour le riz aquatique à partir de ces éléments, le maximum étant de 2,26 l/s/ha de la 3ème décade du mois de mars.

(c) Organisation de l'irrigation

a. Aperçu du projet d'aménagement des terrains agricoles

D'après le projet d'aménagement des terrains agricoles à réaliser par la Côte d'Ivoire, cette zone se divise en deux grandes parties en amont (secteur 1) et en aval (secteur 2) de la route nationale Bouaké - Katiola. Ces deux secteurs se subdivisent encore en blocs comme indiqué dans le Tableau 2.3.8 pour la gestion de l'eau.

Tableau 2.3.8 Blocs d'irrigation de la zone objet

Bloc	Superficie de plantation (ha)	Remarques
Secteur n° 1		Côté amont de la route nationale
OPD1	8,66	Grande partie non-cultivée
OPD2	5,08	Idem.
OPG1	8,07	Idem.
OPG2	7,58	Idem.
Sous-total	29,39	
Secteur n° 2		Côté aval de la route nationale
OPD3	9,66	Grande partie cultivée
OPD4	13,77	Idem.
OPD5	13,74	Idem.
OPD6	13,94	Idem.
OPD7	4,82	Idem.
OPG3	14,88	Idem.
OPG4	16,83	Idem.
OPG5	9,20	Idem.
Sous-total	96,84	
Total	126,23	

Les canaux d'irrigation se divisent en canaux primaires (principaux); canaux secondaires et canaux tertiaires, et les blocs précités sont alimentés par les canaux secondaires ramifiés des canaux primaires. On prévoit également la mise en place de canaux tertiaires aux emplacements adaptés des périmètres.

b. Heures d'alimentation en eau

Il est pertinent d'irriguer 24 heures sur 24 pour la culture du riz aquatique pour les raisons suivantes.

- Les canaux d'irrigation étant à ciel ouvert et non des canalisations en tube, si l'on effectuait par exemple l'irrigation pendant 20 heures, l'eau déjà prise restera dans les canaux, et il est à craindre qu'elle ne soit pas entièrement utilisée efficacement.

- Au démarrage de l'alimentation en eau, il faut du temps pour que l'eau d'irrigation aille de la prise aux périmètres terminaux, ce qui est ennuyeux du point de vue de la gestion.
- L'irrigation 24 heures sur 24 permet de réduire la taille des installations et les frais de construction.

c. Blocs en rotation

Le riz aquatique est irrigué par immersion des rizières. L'irrigation se fait par rotation entre les blocs de rotation, compte tenu de la priorité du plan de la gestion d'eau. On prévoit la définition de blocs de rotation selon les blocs précités.

d. Schéma du système de dose d'arrosage

Le réseaux de canaux de la zone objet est comme l'indique le plan horizontal (voir VIII-2 en Annexe) sur cette base, on a défini à titre de schéma-modèle un volume d'eau d'alimentation entre les secteurs, et la Figure 2.3.1 donne le schéma du système de dose d'arrosage.



Tableau 2.3.6 Précipitation effective par probabilité

Return Period	Average		1/2		1/5		1/10		1/20	
	Rainfall (mm)	Effective Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Effective Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Effective Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Effective Rainfall (mm)	Rainfall (mm)	Effective Rainfall (mm)
Jan	(1)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	(2)	1.0	1.0	1.0	0.9	0.9	0.8	0.8	0.8	0.8
	(3)	4.4	4.2	4.3	4.1	3.9	3.7	3.6	3.5	3.3
	Total	5.5	5.2	5.4	5.1	4.8	4.5	4.5	4.3	4.1
Feb	(1)	14.0	13.3	13.7	13.0	12.1	11.5	11.4	10.9	10.4
	(2)	9.1	8.7	8.9	8.5	7.9	7.5	7.5	7.1	6.8
	(3)	15.2	14.4	14.9	14.1	13.2	12.5	12.4	11.8	11.3
	Total	38.3	36.4	37.5	35.6	33.2	31.5	31.3	29.8	29.9
Mar	(1)	20.9	19.9	20.5	19.5	18.1	17.2	17.1	16.3	15.6
	(2)	27.4	25.9	26.9	25.4	23.8	22.6	22.4	21.3	20.4
	(3)	48.0	44.5	47.0	43.6	41.7	38.8	39.3	36.7	35.1
	Total	96.4	90.3	94.4	88.5	83.6	78.6	78.9	74.3	71.0
Apr	(1)	40.9	38.0	40.0	37.3	35.4	33.2	33.5	31.4	30.1
	(2)	44.1	40.9	43.2	40.1	38.2	35.7	36.1	33.7	32.3
	(3)	41.0	38.2	40.1	37.4	35.5	33.3	33.5	31.5	30.1
	Total	125.9	117.1	123.3	114.8	109.2	102.1	103.1	96.6	92.5
May	(1)	36.8	34.4	36.1	33.7	31.9	30.0	30.1	28.4	27.2
	(2)	45.4	42.2	44.5	41.3	39.4	36.7	37.2	34.7	33.3
	(3)	47.2	43.8	46.3	42.9	41.0	38.1	38.7	36.1	34.5
	Total	129.5	120.3	126.8	117.9	112.3	104.9	106.0	99.2	101.3
Jun	(1)	68.4	61.4	67.0	60.3	59.3	54.0	56.0	51.2	49.2
	(2)	50.5	46.7	49.5	45.8	43.8	40.7	41.3	38.5	36.8
	(3)	20.9	19.8	20.5	19.4	18.1	17.2	17.1	16.2	15.5
	Total	139.8	128.0	136.9	125.5	121.2	111.9	114.4	106.0	109.4
Jul	(1)	32.6	30.6	31.9	30.0	28.3	26.7	26.7	25.3	24.2
	(2)	37.2	34.7	36.4	34.0	32.3	30.3	30.4	28.7	27.5
	(3)	43.9	40.8	43.0	40.0	38.1	35.6	36.0	33.6	32.2
	Total	113.7	106.2	111.4	104.0	98.6	92.6	93.1	87.6	83.9
Aug	(1)	23.4	22.2	22.9	21.8	20.3	19.3	19.1	18.2	17.4
	(2)	42.7	39.7	41.8	38.9	37.1	34.6	35.0	32.7	31.4
	(3)	42.7	39.7	41.8	38.9	37.0	34.6	34.9	32.7	31.3
	Total	108.8	101.6	106.5	99.6	94.4	88.5	89.1	83.6	80.1
Sep	(1)	70.2	62.9	68.8	61.7	60.9	55.3	57.5	52.5	50.4
	(2)	54.9	50.4	53.8	49.4	47.6	44.1	45.0	41.7	40.0
	(3)	56.4	51.6	55.2	50.6	48.9	45.3	46.1	42.8	41.0
	Total	181.5	164.8	177.7	161.8	157.4	144.7	148.6	137.0	142.0
Oct	(1)	43.4	40.3	42.5	39.5	37.6	35.1	35.5	33.2	31.8
	(2)	26.2	24.9	25.7	24.4	22.7	21.6	21.5	20.4	19.5
	(3)	40.5	37.7	39.7	37.0	35.1	32.9	33.1	31.1	29.8
	Total	110.1	102.9	107.8	100.8	95.5	89.6	90.1	84.7	81.1
Nov	(1)	16.4	15.6	16.1	15.3	14.2	13.5	13.4	12.8	12.2
	(2)	13.4	12.7	13.1	12.5	11.6	11.1	11.0	10.4	10.0
	(3)	2.4	2.2	2.3	2.2	2.0	2.0	1.9	1.8	1.8
	Total	32.2	30.6	31.5	29.9	27.9	26.5	26.3	25.0	23.9
Dec	(1)	9.1	8.7	8.9	8.5	7.9	7.5	7.5	7.1	6.8
	(2)	4.7	4.5	4.6	4.4	4.1	3.9	3.9	3.7	3.5
	(3)	1.5	1.4	1.5	1.4	1.3	1.2	1.2	1.2	1.1
	Total	15.3	14.6	15.0	14.3	13.3	12.6	12.6	11.9	11.4
Annual		1,096.9	1,018.0	1,074.3	997.8	951.4	888.0	897.9	839.9	858.5

Tableau 2.3.7 (1/2) Volume d'eau nécessaire à la riziculture (pour la première récolte)

	1			2			3			4			5			6		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Mois	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10
Décade	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Nombre de jours	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10
1 Volume d'eau de saturation du sol			130															
2 Profondeur d'immersion		30	60	30	60	0	50	100	100	150	90	30	0	0	0	0	0	0
3 Changement du niveau d'eau		30	30	0	-60	50	50	50	0	50	-60	-60	-30	0	0	0	0	0
4 Volume d'eau évapotranspiration ETP(mm)		50.00	50.00	40.00	40.00	49.35	49.35	54.30	49.00	49.00	49.00	44.52	44.52	48.96				
5 coefficient de culture(Kc)		0.6	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.15	1.15	1.08	0.9	0.9				
6 ETM(mm) (4)*(5)		30.00	40.00	40.00	40.00	49.35	49.35	54.30	49.00	56.35	56.35	48.08	40.07	44.06				
7 Volume d'infiltration souterraine		50.0	50.0	40.0	40.0	50.0	50.0	55.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	55.0				
8 Volume d'eau nécessaire(mm)		130.00	110.00	120.00	80.00	80.00	39.35	149.35	159.30	99.00	156.35	46.35	38.08	60.07	99.06			
(1)+(3)+(6)+(7)																		
9 Précipitation effective(mm)		3.7	11.5	7.5	12.5	17.2	22.6	38.8	33.2	35.7	33.3	30.0	36.7	38.1				
10 Volume d'eau nécessaire net (mm)		126.30	98.50	112.50	67.50	22.15	126.75	120.50	65.80	120.65	13.05	8.08	23.37	60.96				
(8)-(9)																		
11 Rendement d'irrigation		0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65
12 Prise d'eau nécessaire (m3/ha/décade)		1,943.0	1,515.0	1,731.0	1,038.0	341.0	1,950.0	1,854.0	1,012.0	1,856.0	201.0	124.0	360.0	938.0				
(10)/(11)*10																		
13 Prise d'eau unitaire (l/s/ha)		2.04	1.75	2.00	1.09	0.39	2.26	2.15	1.17	2.15	0.21	0.14	0.42	1.09				
14 Surface cultivée(ha)		126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23
15 Prise d'eau de 24 heures		0.258	0.221	0.252	0.138	0.049	0.285	0.271	0.148	0.271	0.027	0.018	0.053	0.138				

Tableau 2.3.7 (2/2) Volume d'eau nécessaire à la riziculture (pour la première récolte)

Mois	7			8			9			10			11			12		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Décade	10	10	11	10	10	11	10	10	10	10	10	11	10	10	10	10	10	10
Nombre de jours	60																	
1 Volume d'eau de saturation du sol																		
2 Profondeur d'immersion				30	60	60	0	50	100	100	150	90	30	0	0			
3 Changement du niveau d'eau				30	30	0	-60	50	50	0	50	-60	-60	-30	0			
4 Volume d'eau évapotranspiration ETP(mm)				28.06	28.06	30.87	36.33	36.33	36.33	41.29	41.29	45.42	41.67	41.67	41.67			
5 coefficient de culture(Kc)				0.6	0.8	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.15	1.15	1.08	0.9	0.9			
6 ETM(mm) (4)*(5)				16.84	22.45	30.87	36.33	36.33	36.33	41.29	47.48	52.23	45.00	37.50	37.50			
7 Volume d'infiltration souterraine				50.0	50.0	55.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	55.0	50.0	50.0	50.0			
8 Volume d'eau nécessaire(mm)				60.00	96.84	102.45	85.87	136.33	136.33	91.29	147.48	47.23	35.00	57.50	87.50			
(1)+(3)+(6)+(7)																		
9 Précipitation effective(mm)				35.6	19.3	34.6	34.6	55.3	44.1	45.3	35.1	21.6	32.9	13.5	11.1	1.9		
10 Volume d'eau nécessaire net (mm)				24.40	77.54	67.85	51.27	0	92.23	91.03	56.19	125.88	0	21.50	46.40	85.60		
(8)-(9)																		
11 Rendement d'irrigation				0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	0.65	
12 Prise d'eau nécessaire (m <sup>3</sup> /ha/décade)				375.0	1,193.0	1,044.0	789.0	0	1,419.0	1,400.0	864.0	1,937.0	0	331.0	714.0	1,317.0		
(10)/(11)*10																		
13 Prise d'eau unitaire (l/s/ha)				0.39	1.58	1.21	0.83	0	1.64	1.62	1.00	2.24	0	0.38	0.83	1.52		
14 Surface cultivée(ha)				126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23	126.23		
15 Prise d'eau de 24 heures				0.049	0.174	0.153	0.105	0	0.207	0.204	0.126	0.283	0	0.048	0.105	0.192		

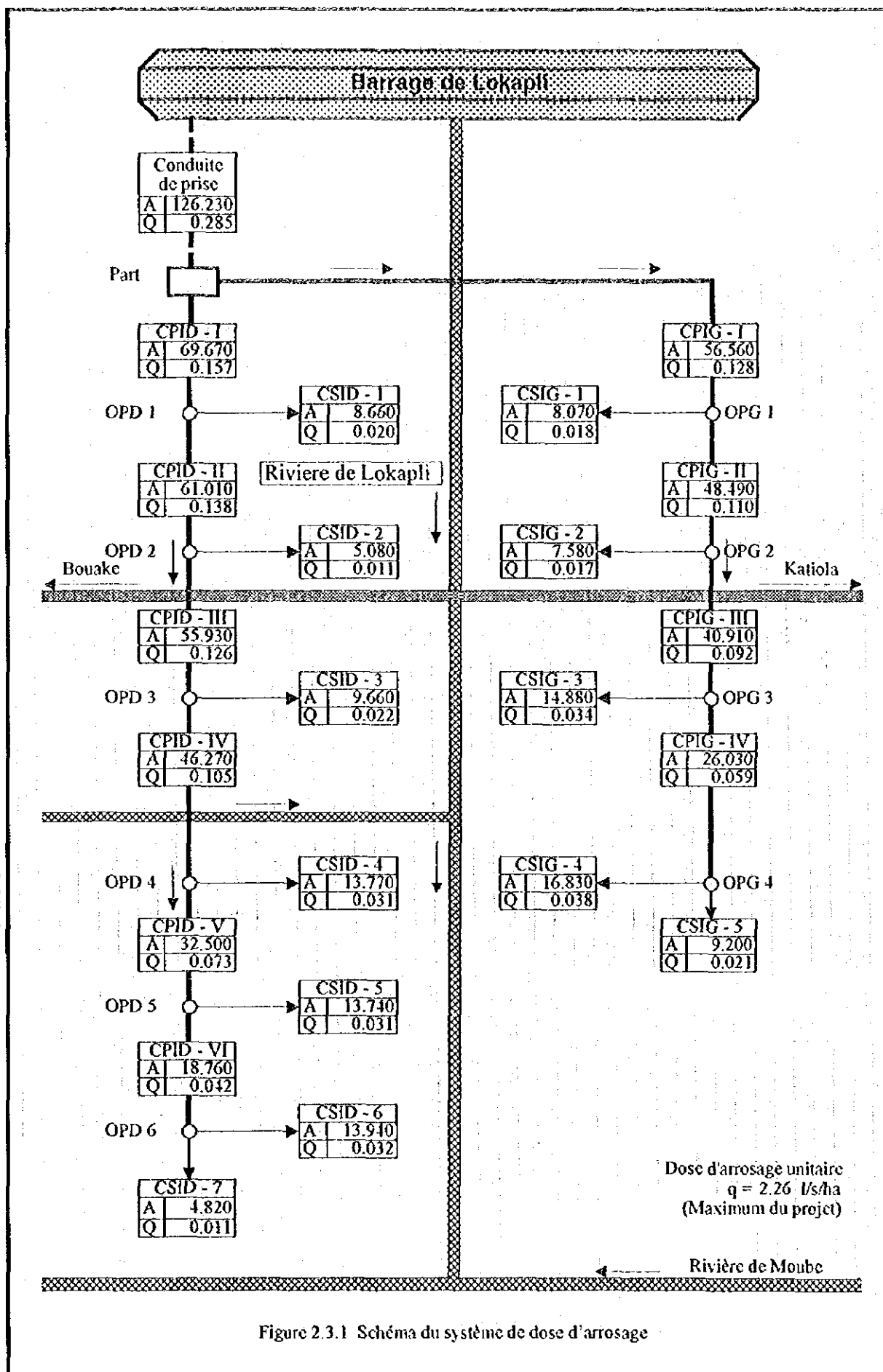


Figure 2.3.1 Schéma du système de dose d'arrosage

## (2) Projet des installations de source d'eau (conception du barrage)

### 1) Conditions de conception du barrage

#### (a) Relief et nature du sol

Le relief aux environs de l'axe du barrage est un bas-fond d'une largeur moyenne d'environ 200 m prise entre des collines à ondulation relativement douces. La rivière Lokapli, affluent de la rivière Moubé, coule sur ce bas-fond. L'axe du barrage sera placé à l'étranglement de ce bas-fond, et la différence d'élévation entre ce bas-fond et les collines sur ses deux côtés est d'environ 10 m. Le socle des environs se compose de granites, la profondeur jusqu'aux granites altérés est de 2 à 3 m. Les granites altérés des collines sont recouverts d'une couche de 2 à 4 m de latérite, et dans la partie vallée du bas-fond, s'empilent une couche d'argile alluviale d'environ 1 m d'épaisseur et une couche de sable mêlée d'argile d'environ 2m.

Ainsi, les granites altérés servant de couche de soutien aux environs de l'axe du barrage se trouve dans la couche peu profonde, soit 2 à 3 m de profondeur, et la dénivellation entre les collines et le bas-fond est aussi relativement faible, de plus, la couche de latérite imperméable utilisable comme matériaux de terre pour la levée du barrage s'empile en grande quantité.

Par ailleurs, l'étude sur place a permis de vérifier et de conclure sur les points suivants:

- L'étude sur le site concernant le relief, la nature du sol et l'environnement a permis de conclure qu'il était tout à fait possible de construire un petit barrage en terre.
- Les carottages effectués dans les collines sur les deux côtés en amont de l'axe du barrage ont permis de constater que les matériaux de nature appropriée pouvaient être obtenus.
- L'étude sur le site a permis de vérifier que la collecte du gravier et des matériaux de roc pour les environs du site du barrage pouvaient être obtenus en quantité suffisantes dans une carrière située à environ 15 km à l'ouest de Bouaké.
- En dehors de l'impossibilité d'utiliser les terres agricoles de la zone d'immersion, la construction du barrage n'aura pas d'influence néfaste sur les environs.

#### (b) Climat et hydrologie

##### - Précipitations

Le climat aux environs du site du barrage se divise en deux saisons: la saison sèche de novembre à mars, et la saison des pluies d'avril à octobre. Les relevés des précipitations de l'observatoire météorologique de Bouaké sont comme suit.

- Précipitations annuelles moyennes : 1.092 mm  
(sur 27 ans, de 1966 à 1992)
- Précipitations annuelles maximales : 1.423 mm
- Précipitations annuelles minimales : 727 mm

Par ailleurs, les précipitations obtenues par présomption par traitement statistique selon la méthode Galton sont comme suit.

- Précipitations annuelles moyennes : 1.092 mm
- Saison sèche pendant 10 ans : 868 mm
- Saison des pluies pendant 10 ans : 1.336 mm

#### - Volume d'écoulement

Le volume d'écoulement calculé à partir des précipitations est indiqué dans le Tableau 2.3.9.

Tableau 2.3.9 Tableau de calcul du volume d'écoulement

Année	Précipitation P (mm)	Volume disparu D (mm)	Précipitation écoulée Pr (mm)	Coefficient d'écoulement Kr (%)	Volume d'écoulement V (m <sup>3</sup> )
Moyen	1.092	996	96	8,8 (8)	4.800.000
Saison sèche pendant 10 ans	868	825	43	5,0 (5)	2.400.000
Saison des pluies pendant 10 ans	1.336	1.161	175	13,1 (13)	9.600.000

Le volume d'écoulement a été calculé à partir de

$$V = 10 \cdot P \text{ (mm)} \cdot Kr \text{ (\%)} \cdot S \text{ (km}^2\text{)}$$

où: S : Surface de collecte d'eau, S = 55 km<sup>2</sup>

#### - Niveau d'eau et capacité de stockage

Le niveau d'eau pleine permanente (N.W.L.) a été fixé à EL 273,50 m afin d'éviter l'immersion de la voie de chemin de fer Abidjan - Burkina Faso (plus de EL 277,0

m) qui passe sur les collines du côté gauche du barrage et les routes simples dans la zone d'immersion.

Le volume de stockage d'eau du barrage a été fixé à  $V = 2.380.000 \text{ m}^3$  à partir de la courbe H-V de la valeur correspondant à la niveau d'eau permanente, en présupposant l'assurance du volume d'eau nécessaire à l'agriculture.

Comme on peut penser que le sable latérique dans la bassin va s'écouler au moment de l'inondation, il faudra intégrer la capacité d'accumulation de sable correspondante, et on a calculé le volume de stockage effectif en extrayant cette partie. Comme on pense que le plus réaliste est d'évaluer l'accumulation de sable à partir de celle de barrages existants, on a estimé l'accumulation de sable en utilisant un tableau d'estimation obtenu à partir des accumulations de sable dans les barrages agricoles de moins de  $100 \text{ km}^2$  de surface de bassin au Japon (Tableau 2.3.10).

Tableau 2.3.10 Estimation du volume de sable accumulé dans un barrage de stockage à surface de bassin de moins de 100 km<sup>2</sup> (unité: m<sup>3</sup>/km<sup>2</sup>/an)

(Norme de conception d'amélioration du sol, version 1981)

Relief	Surface de bassin							
		2	5	10	20	30	50	100
	Nature du sol							
Période de jeunesse	Zone A*			100 ~ 300			300 ~ 800	800 ~ 1.200
	Zone B*			100 ~ 200			200 ~ 500	500 ~ 1.000
	Zone C*			100 ~ 150			150 ~ 400	400 ~ 1.000
Période de maturité	Zone A			100 ~ 200			200 ~ 500	500 ~ 1.000
	Zone B			100 ~ 150			150 ~ 400	400 ~ 1.000
	Zone C			50 ~ 100			100 ~ 350	300 ~ 500
Période de vieillesse	Zone B	Moins de 50		50 ~ 100			100 ~ 350	300 ~ 500
	Zone C	Moins de 50			50 ~ 100			100 ~ 200
Pénéplaine	Zone B	Moins de 50			50 ~ 100			100 ~ 200
	Zone C	Moins de 50				50 ~ 100		100 ~ 200

#### Caractéristique des reliefs

Caractéristique Reliefs	Etat de l'érosion du fleuve	Pente du fleuve	Dénivellation	Autres
Période de jeunesse	Erosion la plus grande, érosion latérale	1/100 ~ 1/500	Plus de 500 m	Inclinaison du côté de la montagne donnant sur le fleuve: env. 30°
Période de maturité	Grande érosion, érosion de forage	1/500 ~ 1/700	Env. 400 m	
Période de vieillesse	Peu d'érosion sauf le cas d'inondation	Env. 1/800	Env. 300 m	
Pénéplaine	Peu d'érosion même dans le cas d'inondation	Env. 1/1.000	Env. 100 m	

#### Etat de la nature du sol

Zone A\*: zones dont plus d'un tiers du bassin est recouvert des parties pieds de montagne volcanique, des zones de glissement de terrain et des projections volcaniques spéciales.

Zone B\*: zones dont d'un cinquième à un tiers du bassin est recouvert des parties ci-dessus.

Zone C\*: zones qui ne se classent pas dans les zones A et B.



où:

- Surface du bassin :  $F = 55 \text{ km}^2$   
Volume de stockage :  $C = 2.380.000 \text{ m}^3$   
Volume de sable accumulé : Si l'on utilise la zone C à relief de pénéplaine dans le tableau d'évaluation au Japon, le volume accumulé est de 100 à 200  $\text{m}^3/\text{km}^2/\text{an}$ ; on appliquera ici une valeur relativement élevée de  $170 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{an}$ .

Dans ce cas, l'accumulation de sable pendant dix ans sera:

$$V = 170 \times 55 \times 10 = \text{env.} 93.000 \text{ m}^3.$$

Par conséquent, si l'on prévoit une telle accumulation de sable, on obtient 268,0 m pour le niveau minimal d'eau (L.W.L.) à partir de la courbe H-V.

Vu ces points, les différents niveaux d'eau et le volume d'eau stockée seront comme suit.

- Volume d'eau plaine permanente (N.W.L.) = EL 273,50 m (le volume total d'eau stockée est alors de  $V = 2.380.000 \text{ m}^3$ )
- Si le niveau minimum (L.W.L.) = EL 268,00 m (le volume d'eau morte <volume d'accumulation>  $V' = 93.000 \text{ m}^3$ )
- Par conséquent, le volume de stockage effectif devient  $V'' = 2.287.000 \text{ m}^3$ .
- Le niveau d'eau d'inondation de conception a été établi comme suit à partir du volume d'eau d'inondation et de la conception du déversoir.  
Niveau d'eau d'inondation de conception (H.W.L.) = EL 274,50 m

#### - Volume d'inondation décennale ( $Q_{10}$ )

La méthode ORSTOM a permis d'obtenir les résultats suivants.

- Précipitations de 24 heures pendant 10 années:  $P_{10} = 118,8 \text{ mm}$
- Coefficient d'amortissement ( $0 < s < 25 \text{ km}^2$ ):  $A = 0,90$
- Précipitations uniformes pendant 10 années:  $P = A \times P_{10} = 106,9 \text{ mm}$
- Pente de la rivière Lokapli (inf. à 20% en amont et en aval, 0,9%), ce qui la met dans la classification R3

- Perméabilité du barrage: L'imperméabilité est relativement élevée, le sol correspondant étant de classification P3
- Le coefficient d'écoulement obtenu à partir de ces données (R3, P3) pour des précipitations de 24 heures pendant 10 années est 37%.

A partir de ces valeurs,

$$\text{Écoulement moyen: } M = V_x / T_b = 2.175.250 / 74.880 = 29,0 \text{ m}^3 / \text{sec.}$$

où:

$$\text{Temps de base} \quad : T_b = 20,8 \text{ heures} = 74.880 \text{ secondes}$$

$$\text{Temps d'élévation} \quad : T_m = 5 \text{ heures}$$

$$\text{Hauteur d'écoulement} \quad : = 106,9 \text{ mm} \times 37\% = 39.533 \text{ mm}$$

$$\text{Volume d'écoulement} \quad : V_r = 39,55 \text{ mm} \times 55 \text{ km}^2 \times 1.000 = 2.175.250 \text{ m}^3$$

L'écoulement optimal du volume d'inondation décennal  $Q_{10}$  pour un réservoir de stockage sous variations saisonnière et tropicale a été obtenu comme suit.

$$Q_{10} = 2,5 \times M = 2,5 \times 29,0 = 72,5 \text{ m}^3 / \text{s} \rightarrow \text{environ } 73 \text{ m}^3 / \text{s}$$

#### - Volume d'inondation de 50 ans ( $Q_{50}$ )

Il est généralement admis que le volume d'inondation de 50 ans  $Q_{50}$  est le double du volume d'inondation  $Q_{10}$ .

$$\begin{aligned} \text{Par conséquent, } Q_{50} &= 2 \times Q_{10} \\ &= 2 \times 73 \text{ m}^3 / \text{s} \\ &= 146 \text{ m}^3 / \text{s} \end{aligned}$$

#### (c) Exécution et autres conditions

Les principales conditions naturelles qui jouent sur les conditions d'exécution sont le relief et la nature du sol d'une part et le climat et l'hydrologie d'autre part. Pour les premiers, la couche de roches altérées qui servira de couche d'appui du barrage est peu profonde. Comme des matériaux imperméables sont empilés aux environs de l'axe du barrage sur une épaisseur plus importante que celle nécessaires aux travaux, les conditions d'exécution sont relativement bonnes.

Par ailleurs, les conditions climatiques et hydrologiques étant totalement différentes entre la saison des pluies et la saison sèche, et leur degré d'influence variera considérablement selon que l'une ou l'autre saison sera choisie comme période d'exécution, leur influence sera plus forte que celle du relief et de la nature du sol. Bien entendu, si les travaux sont effectués pendant la saison sèche, les travaux

pourront être faits à sec, ce qui aura pour avantage de réduire la durée d'exécution et de faciliter les travaux, éliminera la nécessité de drainage temporaire, et se révélera nettement avantageux sur le plan de la facilité d'exécution et de l'économie.

Pour cette raison, on a étudié les conditions d'exécution pour la période d'exécution de novembre à avril, période de saison sèche, en considérant que le remblayage sera l'élément principal des travaux.

Les précipitations mensuelles moyennes et le nombre de jours de pluie pendant la saison sèche de novembre à mars sont extrêmement réduits par rapport aux autres mois, et on peut dire, en particulier, que l'influence des précipitations est pratiquement nulle de novembre à février. Par conséquent, les principaux travaux de construction de la digue du barrage seront effectués en exécution sèche pendant la saison sèche, et seront achevés jusqu'à une hauteur ne subissant pratiquement pas l'influence des eaux de pluie, à savoir 5 à 6 m, et le traitement de l'eau pénétrante par drainage temporaire ne sera pas envisagé.

Pour les autres conditions importantes, compte tenu des conditions locales, on a défini un volume d'eau d'inondation de conception pour 50 ans, et l'on ne tiendra pas compte de la force sismique.

## 2) Conception de base des installations du barrage

### (a) Caractéristiques de conception de la digue

#### a) Hauteur de la digue: H

La hauteur de la crête de la digue du barrage sera de  $273,50 + 1,00 + 0,5 = 275,0\text{m}$ , à savoir hauteur d'eau plaine permanente + sommet de déversement + revanche.

L'étude a montré qu'à environ 3,0 m de profondeur de la partie inférieure de la vallée (EL. 266,0 m), s'entassent l'argile et le sable mêlé d'argile d'une couche alluviale, et si on l'élimine à la partie noyau à cause des craintes quant à la portance et la perméabilité du sol, la hauteur des fondations de la digue sera de 263,0 m.

Et la hauteur de la digue:  $H = 275,0\text{ m} - 263,0\text{ m} = 12\text{ m}$ . Toutefois, si l'on considère la partie inférieure de la vallée comme surface de fondations,  $H' = 275,0\text{ m} - 266,0\text{ m} = 9\text{ m}$ .

b) Longueur de la digue: L

La longueur de la digue dans la hauteur de 275,0 m de la crête de digue sera  $L = 448,0$  m.

c) Largeur de la crête de digue : b

D'après la formule de PRBECE:

$$b = 1,1 \times H^{1/2} + 1 = 1,1 \times 12^{1/2} + 1 = 3,8 + 1 = 4,8 \text{ m}$$

D'après la norme d'aménagement des lacs de barrage (1994):

$$b = 0,2H + 2 = (0,2 \times 12) + 2 = 2,4 + 2 = 4,4 \text{ m}$$

d'où  $b = 5 \text{ m}$ .

d) Pente de talus de la digue

La pente de talus de la digue a été calculé par calcul de stabilité. La Figure 2.3.2 indique le résultat du calcul de stabilité qui a permis d'obtenir pour le talus de la digue: 1 : 2,5 pour le côté amont et 1 : 2 pour le côté aval; le taux de sécurité minimal est de  $F_s = 1,207$  en aval sans le niveau d'eau, et de  $F_s = 1,162$  en aval. Les deux étant à peu près  $F_s \geq 1,20$ , la sécurité de la digue contre le glissement est assurée. Par conséquent, on utilisera la pente de talus ci-dessus.

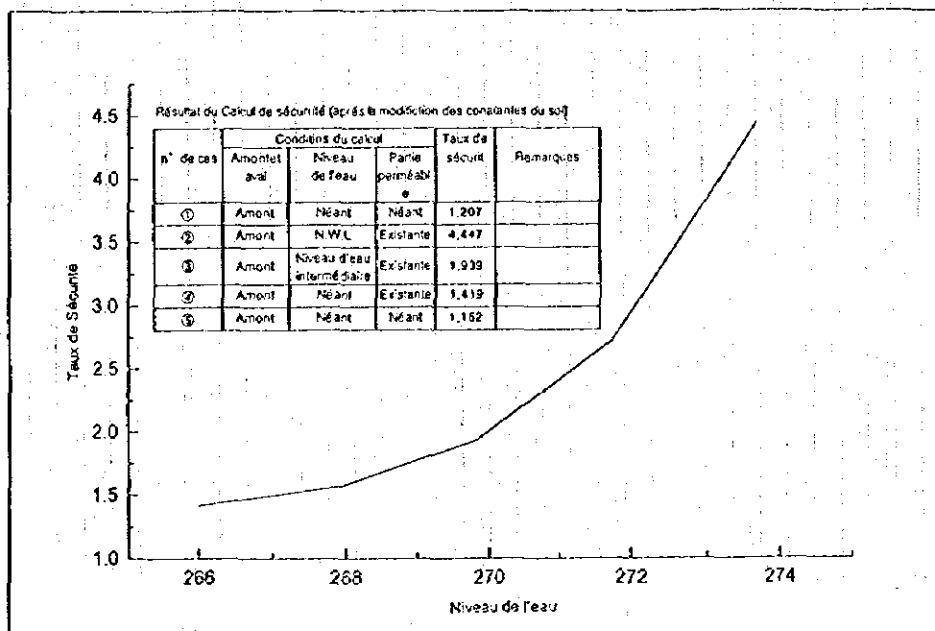


Figure 2.3.2 Résultat du calcul de sécurité de la digue

(b) Forme de la digue et matériaux à utiliser

La digue sera un barrage en terre homogène. Voici les raisons de cette sélection, les matériaux qui seront utilisés et les réponses aux questions additionnelles.

- L'étude a montré que dans la zone de collines de type plateau légèrement en pente qui s'étend à une hauteur supérieure à la crête de la digue sur les deux côtés du site du barrage, est répartie une quantité supérieure à celle nécessaire de gravier ou sable mélangé de latérite de 2 à 4 m d'épaisseur sous la couche superficielle, ainsi que des matériaux conformes imperméables ou pratiquement semi-perméables. Dans le présent Projet, on adoptera le barrage homogène dont l'ensemble est construit par les matériaux de terre, ce qui sera pertinent.

Toutefois, on trouve à certains endroits les couches de graviers à perméabilité relativement élevée et ils seront utilisés sur les parties imperméables - semi-perméables sur l'extérieur de la digue près des talus en amont et aval, et de la latérite à teneur relativement forte en argile, et relativement faible de moins de 50% en gravier sera utilisée pour le noyau de la digue. Même dans ce cas, on prévoit que le rapport  $K_2/K_1$ , c'est-à-dire rapport du coefficient de perméabilité du noyau  $K_1$  et du coefficient de perméabilité de la partie extérieure  $K_2$  sera inférieur à 10, ce qui assurera l'homogénéité de la forme de la digue.

- L'un des désavantages des barrages homogènes est qu'une ligne phréatique apparaîtra sur le talus aval si l'on n'installe pas de drain horizontal pour le drainage à l'intérieur, ce qui détériorera la stabilité de la digue, et il sera donc indispensable d'exécuter, sur le fond en aval de la digue, un drain horizontal d'une longueur allant de l'emplacement d'arrivée de la ligne phréatique à la partie interne.

Pour le drain, on utilisera un matériau en gravier très perméable ayant l'effet de filtration nécessaire. L'étude ayant montré que ce type de gravier était introuvable près du site du barrage, on a sélectionné comme meilleur candidat un emplacement où l'on produit du sable de rivière, du sable broyé de granite et du gravier broyé situé à environ 15 ~ 16 km à l'ouest de Bouaké. L'étude de l'effet de filtration a révélé que le sable broyé et le gravier broyé étaient adaptés, et ils seront donc utilisés comme matériaux pour le drain horizontal.

- Un deuxième désavantage des barrages homogènes est que si le talus en aval et en amont de la digue est laissé sans protection, le talus sera érodé par l'eau stockée et les

eaux pluviales, ce qui aura une influence négative sur la sécurité de la digue. En particulier, l'érosion du talus amont suite à la brutale variation d'eau stockée entre la saison sèche et la saison des pluies, et l'érosion du talus aval due aux trombes d'eau pendant la saison des pluies sont inquiétantes.

Pour assurer la protection maximale du talus, on exécutera un remblai de moellons sur le talus aval, et un sol superficiel d'environ 25 cm en rassemblant du sol contenant des matières organiques de la couche superficielle des carrières sur les deux côtés du site du barrage, sur lesquels on plantera de l'herbe.

Pour le remblai de moellons qui sera fait pour le talus amont, on utilisera des moellons de granite frais de la roche-mère du site de production de gravier et sable broyés situé à environ 15 ~ 16 km à l'ouest de Bouaké, un des endroits prévus pour l'extraction des matériaux de drain, et construira un ouvrage de protection de talus d'environ 30 cm d'épaisseur. Ces moellons ont été sélectionnés plus à cause des limitations de la montée des vagues plutôt qu'aux pierres dallées, et on espère également la stabilité des pierres sous la force des vagues, et un coût raisonnable.

Les caractéristiques des barrages homogènes, barrages à zones et barrages à noyau ci-dessus sont résumées dans le Tableau 2.3.11.

Tableau 2.3.11 Tableau comparatif des types de barrage en terre

Item	Barrage homogène	Barrage à zone	Barrage à noyau
Spécificités de chaque type du barrage	Barrage à matériaux à composition imperméable à plus de 80%, ou bien matériaux quasi homogènes (homogène signifiant à différence de coefficient de perméabilité inférieure à $10^{-1}$ cm/s)	Barrage composé de matériaux à parties imperméable et perméable ou bien matériaux à perméabilité similaire (différence de coefficient de perméabilité entre les parties imperméable et perméable est plus de $10^{-1}$ cm/s), la largeur maximale de la partie imperméable étant supérieure à la hauteur de la digue	Barrage composé de matériaux à parties imperméable et perméable ou bien matériaux à perméabilité similaire (différence de coefficient de perméabilité entre les parties imperméable et perméable est plus de $10^{-1}$ cm/s), la largeur maximale de la partie imperméable étant inférieure à la hauteur de la digue
Conditions pour le barrage de Lokapli			
Hauteur de barrage faible (9 m)	○	○	○
Fondations d'appui du barrage peu profondes (4 m)	○	○	○
Approvisionnement en matériaux pour le barrage	⊙	△	X
Facilité d'exécution du barrage de Lokapli			

Possibilités d'exécution pendant la période sèche	O	O	O
Facilité d'utilisation des matériaux en terre	O	Δ	Δ
Economie du barrage de Lokapli			
Coût des matériaux	⊙	Δ	X
Coût de l'heure (période)	O	Δ	Δ

Notes: ⊙: Idéal O: Adapté Δ: Presque adapté X: Inadapté

### (c) Conception des fondations de la digue

#### a) Etat des fondations de la digue

##### - Etude de la portance du sol des fondations

Comme le montre B-2 des « Données » en Annexe (carte de l'étude de la nature de sol à l'axe du barrage), montrant l'état des fondations de la digue établies suite à l'étude, de l'argile meuble de couches alluviales (limon) et du sable mêlé d'argile relativement ferme s'entassent de la partie inférieure de la vallée jusqu'à une profondeur de 3,0 m environ, et au-dessous il y a une couche de sable-gravier dur.

L'étude d'essai de pénétration dynamique dans la couche d'argile-sable mêlé d'argile de la couche alluvionnaire a montré que la résistance à la pointe d'un pieu "Rp" était en bar (1 bar =  $10^5$  Pa = 1kgf / cm<sup>2</sup>) comme indiqué sur la figure ci-après, en tant que résistance à la pénétration dynamique.

B-2 des « Données » en Annexe, montre que le Rp aux points B2, B3 est généralement de  $R_p = 7,1 \sim 10,7$  bars dans la couche d'argile et  $R_p = 21,4 \sim 53,4$  bars dans la couche de sable mêlé d'argile. Le résultat de ces essais diffère des résultats standard au Japon, et l'estimation de la portance du sol à partir de ces chiffres est difficile. Aussi, si l'on estime la portance maximale de la couche d'argile "qd" par la cohésion de la couche d'argile ( $C = 2$  tf / m<sup>2</sup>), comme  $q_d = 5,52 C$ ,  $q_d = 5,52 \times C = 11,04$  tf / m<sup>2</sup>.

Comme la charge d'entassement de la digue est  $P = \gamma \cdot H = 1,9 \times 9,0 = 17,1$  tf / m<sup>2</sup>, la portance du sol de la couche d'argile est insuffisante. La résistance à la pénétration dynamique dans la couche de sable mêlé d'argile est plus de 3 fois supérieure à celle de la couche d'argile, et la portance du sol par rapport à la charge de remblai est également correcte. Par conséquent, on éliminera par extraction la couche d'argile d'environ 1,5 m d'épaisseur manquant de portance au sol, et la remplacera par des matériaux pour le remblai.

- Etude de la perméabilité des fondations

Le coefficient de perméabilité in situ de la couche d'alluvions est de  $K = 4,2 \times 10^{-3}$  cm/s comme le montre les «Données» en Annexe (Carte de la courbe granulométrique au point T4: voir VI-29). Si on laisse les fondations telles quelles, et qu'on stocke de l'eau, il est à craindre que la pression de l'eau stockée provoque à la terre sablonneuse, la rupture d'infiltration suite au phénomène de renard. D'après la norme de conception améliorée du sol du Japon (1971), si la longueur d'infiltration est "l", et la profondeur de stockage "h", et si  $l/h \leq 10$ , le phénomène de renard peut se produire; la valeur sûre de  $l/h$  est 7,0 pour le sable fin, 6,0 pour le sable à grains moyens et 5,0 pour le sable grossier. Par suite,  $l/h = 45,5/7,5 = 6,0$  environ, ce qui ne correspond pas à une valeur  $l/h$  sûre pour le sable fin. Par conséquent, si les fondements de couche alluvionnaire sont laissés sans traitement, il est à craindre que la qualité des fondations sablonneuses provoque une destruction par infiltration due au phénomène de renard. C'est pourquoi on excavera complètement la couche d'alluvions composée d'argile et de sable mêlé d'argile sur environ 3,0 de profondeur à partir du noyau, et la remplacera par des matériaux imperméables continus au noyau en tant que mur parafouille.

b) Etude de la perméabilité des fondations du barrage

On calcule et étudie la sécurité vis-à-vis de la destruction par infiltration suite au phénomène de renard et le volume d'eau infiltrée en cas de mur parafouille après excavation de la couche d'alluvions à la partie noyau.

- Vérification de la destruction par infiltration par la formule de LANE

Vérification par  $L_v + 1/3 \times L_h \geq C \cdot H$

où:

$L_v$  : Longueur verticale des fondations de la digue  $L_v = 3,0 \times 2 = 6,0$  m

$L_h$  : Longueur horizontale des fondations de la digue  $L_h = 45,5$  m

$C$  : Indice du sol à grains fins, pour le sable  $C = 2$

$H$  : Niveau d'eau de stockage  $H = 7,5$  m

$$\therefore 6 + 1/3 \times 45,5 = 21,1 \geq 2 \times 7,5 = 15,0$$

Par conséquent, la sécurité est assurée vis-à-vis de la destruction par infiltration.



- Vérification du volume d'eau infiltrée

La formule ci-dessous a permis de rechercher l'infiltration par volume «q1» à partir de la digue.

$$Q_1 = \frac{S \cdot K_1 \cdot H}{L}$$

$$= \frac{24 \times 10^{-6} \times 7,5}{45,5} = 4,0 \times 10^{-6} \text{ m}^3 / \text{s} / \text{m}$$

- où S : Longueur de la partie dans l'eau de la pente en amont, S = 24 m,  
 K1 : Coefficient d'infiltration de la digue, K1 = 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>/s (Voir B-3 des «Données» en Annexe, résultats de l'étude d'essais)  
 H : Profondeur de stockage d'eau, H = 7,5 m  
 L : Longueur d'infiltration de la digue, L = 45,5 m

Le volume infiltré «q2» à partir des fondations de la digue a été recherché avec la formule suivante.

$$q_2 = (T - F) K_2 \frac{H}{B + 2F}$$

$$= (3 - 3) 10^{-6} \frac{7,5}{3,5 + 2 \times 3} = 0$$

- où T : Epaisseur de la couche d'infiltration, T = 3 m  
 F : Profondeur du mur parafouille, F = 3m  
 K2 : Indice de perméabilité des fondations, K2 = 10<sup>-6</sup> m/s  
 H : Profondeur de stockage d'eau, H = 7,5 m  
 B : Largeur de la base du mur parafouille, B = 3,5 m

On a obtenu un volume d'infiltration total de 4,0 x 10<sup>-6</sup> m<sup>3</sup>/s/m.  
 Comme le volume d'infiltration total est inférieur à 1 l/s pour 100 m de longueur de digue, et le volume d'infiltration par jour est inférieur à 0,05% du volume total stocké, ce qui est tolérable conformément les normes du Japon (Manuel de l'aménagement du réservoir vétuste: Direction de l'Amélioration des Structures, Ministère de l'Agriculture, des Forêts et des Pêches)

(d) Conception de la section de la digue

a) Constantes de conception

Les constantes de conception de la digue et des fondations sont comme indiqués dans le Tableau 2.3.12.

Tableau 2.3.12 Constantes de conception

N°	Catégorie	Nature du sol	Catégorie du sol	Poids unitaire $\gamma$ ( $\text{t/m}^3$ )	Cohésion $C$ ( $\text{t/m}^2$ )	Angle de frottement $\phi$ (°)
(1)	Corps de la digue	Latérite,	GC, GM	1,9	1,0	25
		Gravier mêlé d'argile	SC			
		Sable mêlé d'argile				
(2)	Fondations	Argile	CL	1,8	2,0	20
(3)	Fondations	Sable mêlé d'argile	SM	1,9	1,0	25
(4)	Fondations	Sable ~ gravier	G	1,8	0,7	15

(Note) La portance du sol n'est pas prévue.

Ces valeurs ont été définies à partir de la granulométrie des matériaux en terre et des essais dynamiques indiqués dans B-4, Résultats des divers études d'essais sur les «Données» en Annexe (voir VI - 36 ~ VI - 50) : Quand des résultats d'essai adaptés n'ont pas pu être obtenus, on a sélectionné et défini une valeur correspondant à la nature du sol en se référant aux diverses normes japonaises indiquées dans le Tableau 2.3.13.

Tableau 2.3.13 Constantes du sol des normes principales japonaises

Nom des normes	Standards de la conception routière			Directives des travaux routières			Directives de base de la construction			Normes de la conception de construction Critères des installations portuaires		
	r	c	Ø	r	r	Ø	r	c	Ø	r	c	Ø
Valeur du sol	tf/m <sup>3</sup>	tf/m <sup>3</sup>	Deg.	tf/m <sup>3</sup>	tf/m <sup>3</sup>	Deg.	tf/m <sup>3</sup>	tf/m <sup>3</sup>	Deg.	tf/m <sup>3</sup>	tf/m <sup>3</sup>	Deg.
<b>Remblai</b>												
Roche broyée	2,0	0	40									
Gravier, sol mêlé de gravier	2,0	0	40		2,0							
Sable				2,0								
Granulométrie - élevée	2,0	0	35									
Granulométrie - basse	1,9	0	30		1,9							
Sol sablonneux	1,9	<3	25	1,9								
Sol argileux	1,8	<5	15	1,8	1,8							
Kwantolimon	1,4	<1	20		1,5							
<b>Sol naturel</b>												
Gravier												
Densité forte (1)	2,0	0	40									
Densité faible (2)	1,8	0	35									
Sable mêlé de gravier				(1)								
Densité forte	2,1	0	40	2,0								
Densité faible	1,9	0	35									
Sable												
Densité forte	2,0	0	35	(2)								
Densité faible	1,8	0	30	1,8								
Sol sablonneux												
Densité forte	1,9	<3	30	1,9			1,8		30			
Densité faible	1,7	0	25	1,7			1,6		20			
Sol argileux												
Dur (N = 8-15)	1,8	<5	25	(1)								
Moyen (N = 4-8)	1,7	<3	20	1,8			1,5		0			
Mou (N = 2-4)	1,6	<1,5	15	(2)								
Limons argileux				1,4								
Dur (N = 8-15)	1,7	<5	20									
Moyen (N = 4-8)	1,6	<3	15									
Mou (N = 2-4)	1,4	<1,5	10									
Kwantlimon	1,4	<3	5									
			(20)									

N > 50, r = 2,0  
 N = 30 - 50, r = 1,9  
 N = 10 - 30, r = 1,8  
 N < 10, r = 1,7  
 N > 30, r = 1,9  
 N = 20 - 30, r = 1,7  
 N = 10 - 20, r = 1,5 - 1,7  
 N < 10, r = 1,4 - 1,6

## b) Calcul de la stabilité

Le calcul de la stabilité a été effectué avec la méthode de tranche en utilisant des constantes de conception précitées pour la surface de glissement circulaire passant par la digue et les fondations. Les conditions du calcul et les taux de sécurité minimal sont indiqués dans le Tableau 2.3.14.

Tableau 2.3.14 Conditions du calcul de la stabilité

n°	Conditions	Talus objet	Niveau d'eau stockée	Partie saturation de la digue	Taux de sécurité minimal
1	Après achèvement	En amont	Néant	Néant	1.207
2	Lors du stockage	En amont	Niveau d'eau plaine permanente	Inférieur au niveau d'eau plaine permanente	4.447
3	Niveau d'eau intermédiaire	En amont	Niveau d'eau intermédiaire	Idem	1.939
4	Lors de la chute brutal du niveau d'eau	En amont	Néant (chute brutal)	Idem	1.419
5	Après achèvement	En aval	Néant	Néant	1.162

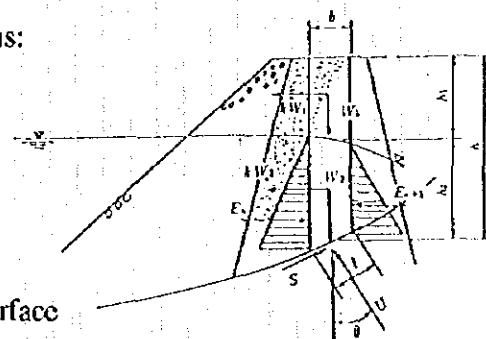
(Note) La portance du sol n'est pas prévue.

Le taux de stabilité a été calculé avec la formule ci-dessous:

$$n = \frac{\sum \{C \cdot I + (N - U - N_c) \cdot \tan \phi\}}{\sum (T + T_c)}$$

où:

- n : Taux de stabilité
- N : Force verticale de la charge pesant sur la surface de glissement de chaque tranche
- T : Force divisée tangentielle de la charge pesant sur la surface de glissement de chaque tranche
- U : Pression interstitielle pesant sur la surface de glissement de chaque tranche
- N<sub>c</sub> : Force divisée verticale de la force d'inertie sismique pesant sur la surface de glissement de chaque tranche



- $T_c$  : Force divisée tangentielle de la force d'inertie sismique pesant sur la surface de glissement de chaque tranche
- $\phi$  : Angle de frottement interne des matériaux sur la surface de glissement de chaque tranche
- $C$  : Cohésion des matériaux sur la surface de glissement de chaque tranche
- $l$  : Longueur de chaque surface de glissement de chaque tranche

Comme le montre la Figure 2.3.2, le taux de stabilité minimal est  $F_s = 1,207$  après l'achèvement du barrage, sans eau en amont, est  $F_s = 1,162$  en aval, toujours presque  $F_s \geq 1,20$ , ce qui permet de dire qu'on obtiendra la stabilité contre le glissement.

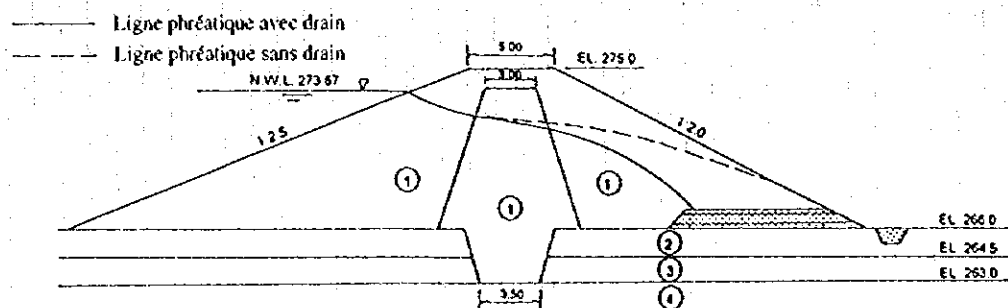
#### c) Calcul de l'affaissement

D'après le résultat de mesures réelles faites sur des barrages en terre au Japon, l'affaissement après l'achèvement du barrage est en moyenne de 0,4 % de la hauteur de la digue. Par conséquent, la hauteur de la digue, remplacée de la couche alluviale de la partie la plus basse de la vallée en tant que mur parafouille est de 12 m, ce qui laisse prévoir un affaissement de  $12 \text{ m} \times 0,004 = 4,8 \text{ cm} = \text{env. } 5 \text{ cm}$ . Le surhaussement de la digue sera de 10 cm, marge comprise.

#### d) Ligne phréatique

Pour la ligne phréatique de la digue, on a recherché la parabole de base par la méthode de A. Casagrande, et dessiné la ligne phréatique en la corrigeant. Si un drain horizontal est placé sur la partie basse en aval de la digue, la ligne phréatique baisse en allant vers le drain.

La Figure 2.3.3 montre cette ligne phréatique.



e) Conception du drain horizontal

Le drain horizontal sera conçu de sorte que la capacité de drainage soit le double du volume d'infiltration, et l'on a calculé l'épaisseur "e" nécessaire du drain horizontal avec la formule suivante.

$$\begin{aligned}
 e &= 2 [2Q \times L/K]^{1/2} \\
 &= 2 [2 \times 4,1 \times 10^{-8} \times 11/10^{-5}]^{1/2} \\
 &= 0,60 \text{ m}
 \end{aligned}$$

où: Q = volume infiltré,  $Q = 4,1 \times 10^{-8} \text{ m}^3/\text{S/m}$

L = longueur du drain, L = 11 m (environ 1/4 de largeur du fond de la digue)

K = coefficient de perméabilité du drain,  $K = 10^{-5} \text{ m}^3/\text{s}$  (sable du fond de rivière ~ sable broyé, gravier)

Comme matériaux pour le drain horizontal, on sélectionnera des matériaux de sable broyé à effet de filtration par rapport aux matériaux de la digue, et utilisera le sable et le gravier broyés indiqués sur la Figure 2.3.4.

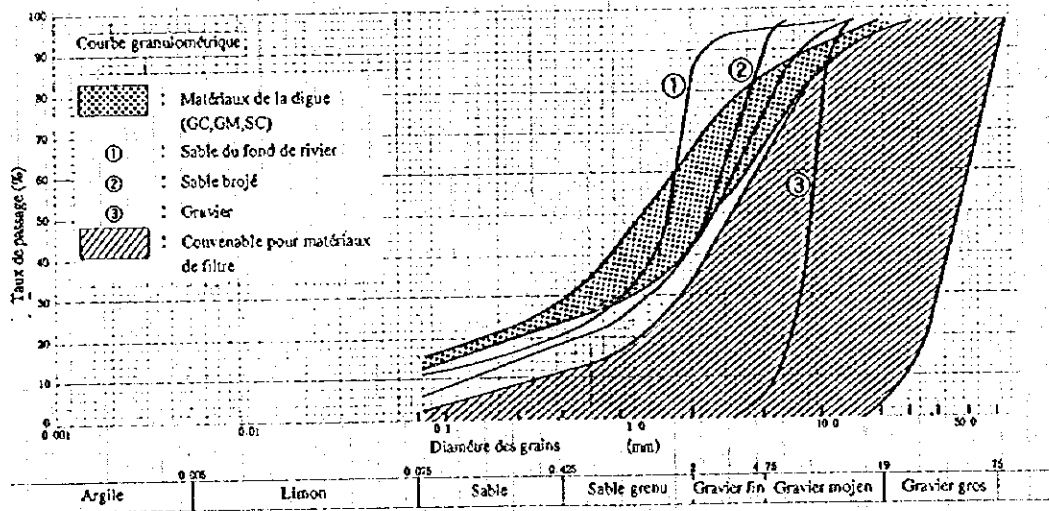


Figure 2.3.4. Courbe granulométrique

Le drain horizontal aura une structure complexe en son centre: avec une couche de gravier broyé de 30 cm d'épaisseur, prise en sandwich haut-bas entre des couches de gravier broyé de 15 cm.

f) Définition de la section standard de la digue

La section standard de la digue a été définie comme indiqué sur la Figure 2.3.5 sur la base des résultats ci-dessus.

(e) Conception du déversoir

a) Débit du déversoir

Le déversoir de barrage en terre à digue peu élevée n'a pas de vanne de contrôle d'inondation, la surface du réservoir plein est relativement grande par rapport à la surface du bassin, et au cas où le temps jusqu'à l'arrivée de l'inondation est très long, ou bien si le canal du déversoir en aval de l'évacuateur est petit et que les dégâts ne sont pas si importants en cas de destruction, pour la conception du déversoir, on peut considérer de stocker temporairement à la surface du réservoir plein une partie du volume d'eau d'inondation qui a pénétré, et de réduire considérablement le volume écoulé du déversoir en le faisant s'écouler dans le réservoir, autrement dit la capacité de contrôle de l'eau d'inondation par le déversoir (on dit également effet de stockage du réservoir, ou effet de contrôle). Pour ce barrage, on a utilisé également cette conception, et d'après l'analyse de G. M. Grésillon, on a recherché l'effet de contrôle du réservoir pour un volume d'eau d'inondation de 50 ans, et calculé le volume expulsé par le déversoir.

Les paramètres de base du calcul analytique sont les suivants.

- Surface d'accumulation :  $S = 55 \text{ km}^2$
- Volume d'eau d'inondation de 50 ans :  $Q_{50} = 146 \text{ m}^3 / \text{s}$
- Surface du plein d'eau à niveau d'eau pleine permanente :  $S = 83,18 \text{ ha} (831,800 \text{ m}^2)$
- Temps de montée de l'eau :  $t_m = 5 \text{ heures}$
- Coefficient de débit :  $m = 0,35$
- Hauteur d'écoulement maximale tolérée :  $h = 1,00 \text{ m}$
- Hauteur de revanche de crête :  $R = 0,50 \text{ m}$
- Accélération de la pesanteur :  $g = 9,8 \text{ m} / \text{s}^2$

Le calcul de l'effet de contrôle ( $Q_{50} / Q_{50}$ ) du réservoir pour un débit d'eau de surplus  $Q_{50}$  a été défini sur la base du paramètre sans dimension  $X_0$  de la formule suivante.

$$X_0 = \frac{m \times g \times l \times Q_{50} \times t_m}{S}$$

Pour le calcul, on a défini  $X_0$  en supposant la largeur de l'ouverture d'élimination d'eau  $L$ , et en comparant la largeur  $L_1$  de l'ouverture d'élimination apparaissant dans la formule ordinaire de la formule suivante avec la largeur  $L$  supposée, et on a répété le calcul jusqu'à ce qu'on obtienne la même valeur si les volumes  $L_1$  et  $L$  se différencient.

$$Q_{eM} = m \times L_1 \times (2g) \times h$$

Le résultat du calcul est indiqué dans le Tableau 2.3.15.

Tableau 2.3.15 Résultat du calcul d'un débit du déversoir

L (m)	$X_0$	$\log X_0$	$Q_{eM}/Q_{eM} (%)$	$Q_e (m^3 / s)$	$L_1 (m)$
65,0	0,12	-0,937	40	58,4	37,7
37,7	0,07	-1,172	37	54,02	34,9
34,9	0,06	-1,208	36	52,56	33,9
33,9	0,06	-1,220	36	52,56	33,9

Finalement, on a obtenu  $L = 34$  m, un effet de contrôle ( $Q_{eM}/Q_{eM}$ ) de 36% et un débit du déversoir  $Q_{eM}$  de 52,56 m<sup>3</sup>/s.

#### b) Emplacement et section du déversoir

Comme l'indique la Figure 2.3.5, le déversoir de débordement d'eau sur la ligne centrale du barrage sera placé sur la rive gauche à une hauteur de 273,50 m. Les dimensions du déversoir sont les suivantes.

- Section : Section en dalle de béton de longueur 34 m, largeur 5 m, épaisseur 0,20 m, la dalle est immobilisée à 0,30 m de profondeur par des ancres de 0,15 m d'épaisseur.
- Largeur d'évacuation d'eau :  $L = 34,0$  m
- Pression de l'eau maximale :  $h = 1,00$  m
- Débit d'évacuation :  $Q_{eM} = 52,56$  m<sup>3</sup> / s
- Pente de talus :  $\frac{1}{m} = \frac{2}{3}$
- Hauteur maximale :  $H = 1,50$  m
- Revanche totale :  $P = 0,50$  m

Pour la partie inductrice, un canal en pierre de protection de 34 m de largeur sur 1,5 m de profondeur sera placé à un emplacement indiqué par la Figure 2.3.6, qui à son extrémité rejoint la rivière Lokapli.



## (f) Conception de l'ouvrage de prise d'eau

### a) Emplacement et hauteur de la prise d'eau

L'emplacement de la prise d'eau a été fixé sur la rive droite (Figure 2.3.6) à cause de la forme des fondations et de la hauteur d'installation. La hauteur d'installation de la ligne centrale du tuyau de prise a été définie à  $EL. 267,50 - 1,00 = EL. 266,50$  m tenant compte de la relation avec la profondeur de submersion (sup. à ID) du tuyau de prise dans le réservoir d'exutoire d'eau.

### b) Volume et section du tuyau de prise d'eau

Le volume de prise sera de  $336 \text{ l/s} = 0,336 \text{ m}^3/\text{s}$  sans tenir compte des pluies effectives. Le niveau d'eau de prise sera L.W.L. (niveau minimal d'eau) = 268,00 m. Le sommet d'eau perdue tolérée dans le tuyau de prise sera de 0,50 m compte tenu de la relation entre L.W.L. et le niveau d'eau de décharge (EL. 267,50 m). Le tuyau de prise sera un tuyau en fonte ductile (longueur 42.655 m) d'un diamètre  $D = 600$  mm d'après calcul hydrologique.

- Pour un diamètre de 500 mm: sommet d'eau perdue = 0,622 m, débit = 1,714 m/s  
---> non conforme avec la perte tolérée
- Pour un diamètre de 600 mm: sommet d'eau perdue = 0,258 m, débit = 1,187 m/s  
---> conforme

Pour la sécurité, on installera une protection en béton sur la partie digue du tuyau de prise.

### c) Installations annexes de l'ouvrage de prise d'eau

#### - Ouvrage de pénétration

Comme indiqué plus haut, il sera placé sur la rive droite. Il sera en béton armé, pourvu d'un écran en acier pour empêcher la pénétration de saletés.

#### - Réservoir d'exutoire

Un réservoir d'évacuation en béton armé sera installé pour partager l'eau prise par le barrage entre les canaux principaux. Le contrôle du débit sera fait aux vannes papillons

placées sur les canaux principaux sur les deux rives (diamètre 600 mm). L'évacuation vers les différents canaux principaux se fera en passant par le bassin d'amortissement. Le débit sera ajusté par la hauteur de l'eau du réservoir d'évacuation. Un indicateur de niveau d'eau sera installé dans le réservoir à cet effet.

- Ouvrage de vidange d'urgence

Le tuyau de prise d'eau servira également d'ouvrage de vidange d'urgence, et une soupape sera placée dans le réservoir d'évacuation pour la vidange d'urgence.

3) Spécifications du barrage

Sur la base des articles précédents, les spécifications du barrage sont abrégées comme suit:

- Capacité du réservoir maximale : 2.380.000 m<sup>3</sup>
- Niveau d'eau pleine permanente : 273,5 m
- Surface submergée lors du niveau d'eau pleine permanente : 83,18 ha
- Surface de collecte de l'eau : 55 km<sup>2</sup>
- Hauteur de la crête du barrage : 275,0 m
- Hauteur de la revanche : 0,5 m
- Hauteur de la digue : 9,0 m
- Longueur de la digue : 448,0 m
- Hauteur du fond de barrage : 266,0 m
- Débit du déversoir : 52,56 m<sup>3</sup> / s (rive gauche),  
profondeur du débordement d'eau 1,0m
- Débit de l'ouvrage de prise d'eau : 0,336 m<sup>3</sup> / s (volume maximal de conception,  
sans tenir compte des pluies effectives)

4) Plan de conception des installations du barrage

(a) Calendrier d'exécution (proposition)

Compte tenu des conditions climatiques sur place, le calendrier d'exécution sera comme suit.

- Commencement des travaux du barrage : septembre 1997
- Commencement de la constitution de la digue : novembre 1997
- Période de constitution de la digue : novembre 1997 - avril 1998  
(6 mois)

Les principaux travaux de la constitution de la digue seront effectués à sec pendant la saison sèche. La hauteur d'entassement mensuel sera de 2 m, soit 12 m en 6 mois.

(b) Excavation des fondations

L'excavation des fondations sera faite jusqu'à la couche de granite altérée. La profondeur à partir de la surface est de 2 m environ à l'aile de la rive gauche, et de 3 m environ entre la vallée du bas-fond et l'aile de la rive droite. La ligne d'excavation sera prévue de sorte qu'il n'y ait pas de fortes irrégularités. On estime que presque tous les matériaux excavés des parties ailes rives droite et gauche pourront être utilisés comme matériau pour la digue.

Comme le sol excavé dans la vallée du bas-fond est meuble, on éliminera entièrement le sol meuble. Le sol excavé sera en principe rejeté. L'eau de drainage de la partie fouille de fond du noyau par excavation sera rassemblée par un canal sans revêtement, et l'évacuation sera faite par pompe d'épuisement au moyen de puisard.

(c) Collecte de matériaux

Les volumes nécessaires de chacun d'eux sont comme suit.

- Sol : Digue env. 51.000 m<sup>3</sup>  
Partie para fouille de base : env. 9.000 m<sup>3</sup>,  
total env. 60.000 m<sup>3</sup>
- Gravier broyés : Filtre env. 1.000 m<sup>3</sup>
- Roches : Moellon en amont de la digue, etc. env. 5.000 m<sup>3</sup>

La collecte des différents matériaux est prévue comme suit.

- Sol

Le volume nécessaire étant d'environ 60.000 m<sup>3</sup>, on prévoira la collecte avec une marge de 1,5 fois, soit environ 90.000 m<sup>3</sup>. Parmi ces matériaux, on utilisera de la latérite contenant peu de graviers très imperméables comme matériau pour la partie noyau du centre de la digue et les environs. Le matériau adapté est une couche d'environ 1 m d'argile latérique de couleur brune située sous la couche superficielle sur un chantier de prise (5 ha) en amont sur la rive gauche. Le sol collecté sera de 5 ha x 1 m = 50.000 m<sup>3</sup> environ.

De plus, la couche superficielle contenant des substances organiques sera utilisée comme sol superficiel pour protéger le talus en aval de la digue. Par ailleurs, on utilisera de l'argile mêlée de gravier imperméable ou semi-perméable comme matériau pour la partie extérieure de la digue. Le matériau utilisable correspond à de l'argile mêlée de gravier et des roches altérées d'une épaisseur de 1,5 m environ, au-dessous de la couche superficielle sur un chantier de prise (2,6 ha) situé en amont sur la rive droite. Le sol collecté sera de 2,6 ha x 1,5 m = 39.000 m<sup>3</sup>; si l'on ajoute le volume collecté sur la rive gauche, on obtient 39.000 + 50.000 = 89.000 m<sup>3</sup>, ce qui correspond presque au volume nécessaire avec la marge de 1,5 fois prévue. Par ailleurs, l'altitude des chantiers de prise doit être plus de 277 m. Aucune collecte de terre ne sera faite à moins de 20 m de la ligne de chemin de fer sur la prise de terre sur la rive gauche, ni en aval de l'axe du barrage.

- Gravier et roches

On collectera le volume nécessaire en assurant une petite marge. A la carrière, le granite est broyé en matériau du grain souhaité.

(d) Travaux d'entassement de la digue

L'entassement du sol de la digue se fera par compactage au rouleau. Avant l'exécution, on effectuera des essais de compactage de ces matériaux pour vérifier si l'on peut obtenir la densité et la perméabilité souhaitées.

Les spécifications avant la vérification sont comme suit.

- Sol

- Profondeur de répannage : env. 20 cm
- Nombre de compactage : env. 10
- Densité exigée : plus de 1,9 t/m<sup>3</sup>
- Perméabilité exigée : moins de 1 x 10<sup>-6</sup> cm/s

- Graviers

- Profondeur de répannage : env. 30 cm
- Nombre de compactage : env. 6
- Densité exigée : plus de 1,8 t/m<sup>3</sup>
- Perméabilité exigée : env. de 1 x 10<sup>-3</sup> cm / s

(e) Gestion de l'exécution

La gestion de l'exécution sera faite sur la base des caractéristiques suivantes pour le sol et le gravier.

- Sol

- Teneur en eau pour l'exécution : teneur en eau idéale de  $\pm 2\%$  environ  
(arrosage en cas de sécheresse)
- Densité sur le site : plus de  $1,9 \text{ t/m}^3$
- Coefficient de perméabilité sur le site : moins de  $1 \times 10^{-6} \text{ cm/s}$

- Gravier

- Teneur en eau pour l'exécution : presque le même % que le teneur en eau sur place
- Densité sur le site : plus de  $1,8 \text{ t/m}^3$
- Coefficient de perméabilité sur le site : env. de  $1 \times 10^{-3} \text{ cm/s}$

5) Projet de gestion des installations du barrage

(a) Equipements de gestion des installations

Les principaux équipements prévus sont les suivants

- Indicateur d'affaissement de la surface

1 sur la crête de la digue (près de l'extrémité aval) et 2 sur la pente (partie supérieure moyenne et partie inférieure moyenne du flanc du talus aval).

- Indicateur de fuite d'eau

Un orifice sera installé sur le caniveau aux environs du pied du talus de la digue pour mesurer simplement les fuites.

(b) Projet de gestion des installations

Le projet de gestion prendra en compte les éléments suivants.

- Mesure des variations de la digue

Des mesures seront faites une fois par mois tant que les mesures d'affaissement par affaissement de la surface et de volume de fuite par indicateur de fuite n'atteindront pas des valeurs constantes, après une fois par an.

- Observation de visu des variations de la digue

On observera de visu si le talus de la digue ne présente pas de dégâts tels que l'affouillement, ou si le talus n'est pas devenu humide suite à des fuites. En cas de découverte d'anomalies, il faudra immédiatement étudier les mesures à prendre et les exécuter.

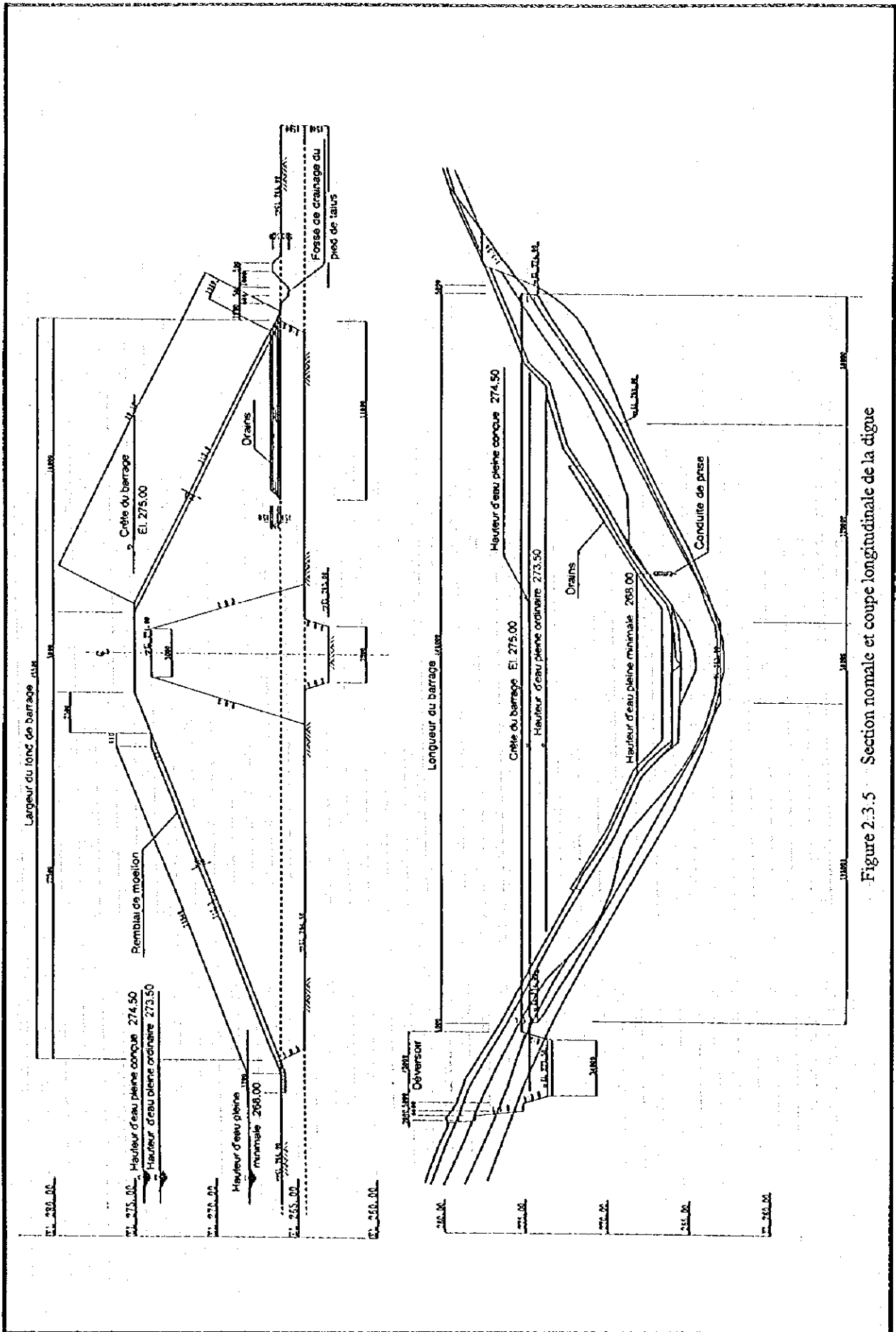


Figure 2.3.5 Section normale et coupe longitudinale de la digue

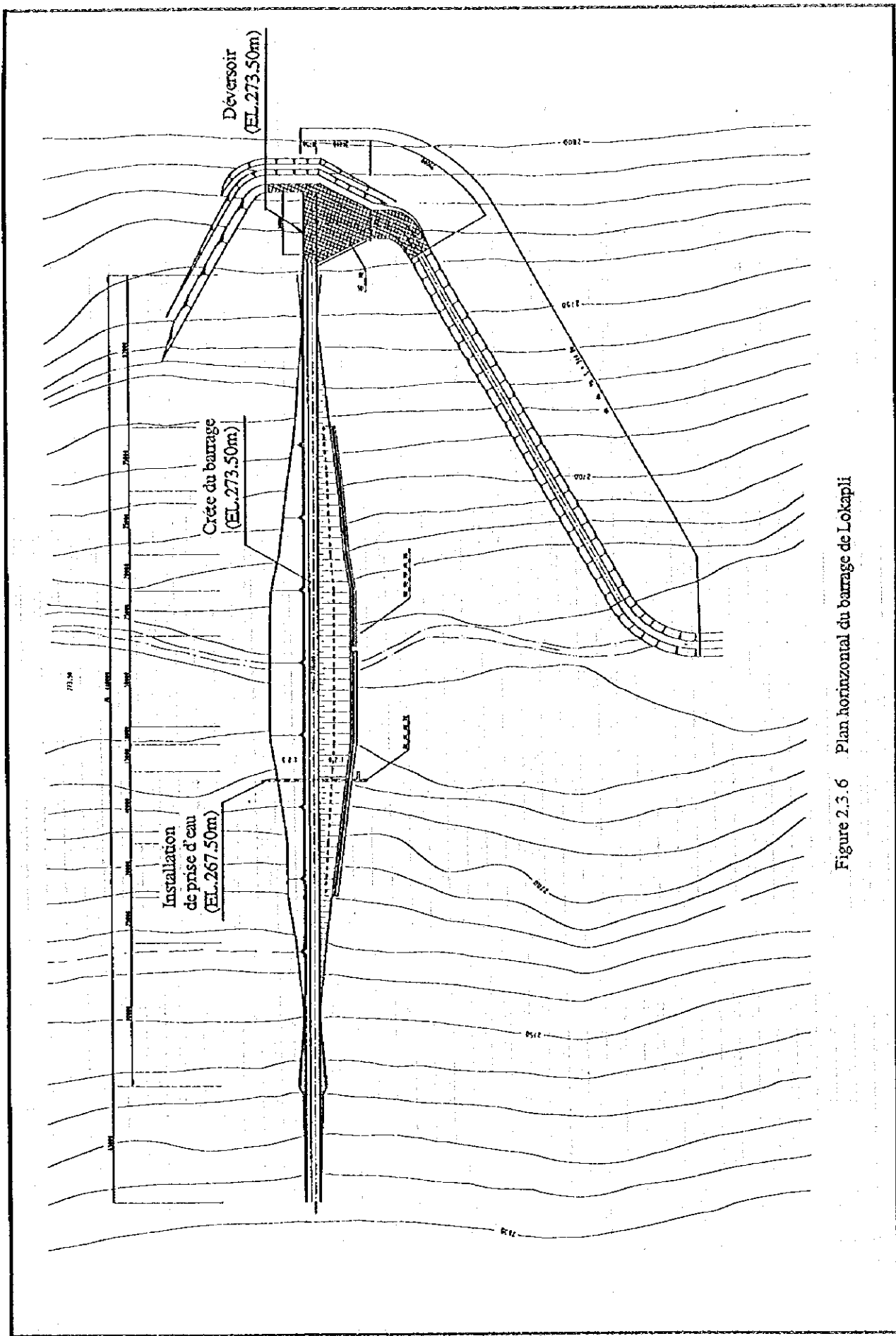


Figure 2.3.6 Plan horizontal du barrage de Lokapli



### (3) Construction des canaux d'irrigation principaux

#### 1) Volume d'eau passant

Le volume d'eau passant dans les canaux principaux (primaires) et les canaux secondaires est comme indiqué sur la Figure 2.3.1 Schéma du système de dose d'arrosage.

#### 2) Canaux principaux

Cette zone est une zone de bas-fonds étroits et allongés d'une largeur maximale de 200 m environ sur une longueur de 7 km environ, et comme la rivière Lokapli coule au milieu, il faudra des canaux principaux sur les deux côtés du bas-fond. Ces canaux d'eau d'irrigation principaux étant les principaux canaux de cette zone, et le niveau des canaux étant celui des fondations sablonneuses, ils seront construits avec trois faces en béton, et leur section standard sera comme indiquée sur la Figure 2.3.7.

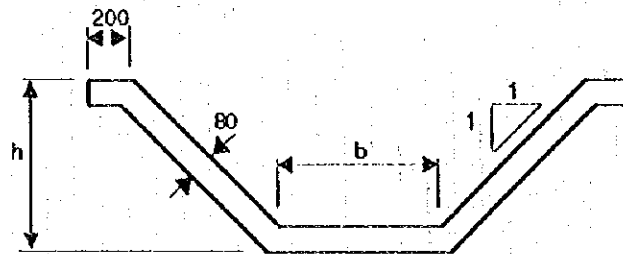


Figure 2.3.7 Section standard des canaux d'irrigation principaux

Les dimensions de la section de canal des canaux d'irrigation principaux de chaque tronçon ont été déterminées à partir du volume d'eau passant, de la pente des canaux et du flux toléré. Le flux minimal sera de 0,3 m/s pour empêcher l'adhérence des coquillages, parasités par des insectes porteurs de la bilharzie, sur les parois des canaux.

Les caractéristiques de ces canaux ont été calculées comme suit à partir de la formule de Maning.

$$V = 1/n \times I^{1/2} \times R^{2/3}$$

où: V : vitesse du flux (m/s)

I : pente du canal

n : coefficient de rugosité de Maning

= 0,013 = (canal en béton)

= 0,025 = (canal en terre)

Q : Débit (m<sup>3</sup>/s)

R : Profondeur (m)

Le Tableau 2.3.16 indique les caractéristiques des canaux de chaque tronçon.

Tableau 2.3.16 Caractéristiques de la section des canaux principaux

Tronçon	Débit Q (m <sup>3</sup> /s)	Pente du canal I	Largeur du fond b (m)	Profondeur de l'écoulement normal d (m)	Vitesse du flux V (m/s)	Revan- che Fb (m)	Profon- deur h (m)	Longueur L (km)
Réservoir d'exutoire ~ OPG1	0,128	1/2.000	0,400	0,349	0,490	0,132	0,500	0,100
~ OPG2	0,110	"	0,350	0,338	0,472	0,129	0,500	1,512
~ OPG3	0,092	"	0,300	0,325	0,451	0,125	0,450	0,958
~ OPG4	0,059	1/1.000	0,300	0,218	0,522	0,129	0,350	1,545
~ CSIG5	0,021	"	0,300	0,124	0,394	0,123	0,300	1,525
Réservoir d'exutoire ~ OPD1	0,157	1/2.000	0,500	0,359	0,516	0,139	0,500	0,050
~ OPD2	0,138	"	0,450	0,347	0,498	0,135	0,500	1,450
~ OPD3	0,126	"	0,400	0,346	0,488	0,132	0,500	0,760
~ OPD4	0,105	"	0,300	0,346	0,466	0,126	0,500	1,240
~ OPD5	0,073	"	0,300	0,290	0,426	0,124	0,450	2,000
~ OPD6	0,042	"	0,300	0,218	0,369	0,122	0,350	1,250
~ CSID7	0,011	"	0,300	0,103	0,254	0,122	0,300	1,950
Total de la longueur (m)								14,340

Note: La revanche des canaux a été établie sur la base de la formule  $0,5 d + hv + 0,1$ .

### 3) Canaux secondaires

Dans le cas de cette zone, à cause du relief, presque tous les parcelles touchent aux canaux principaux, et il est possible de ramifier directement depuis les canaux principaux aux canaux tertiaires pour irriguer chaque parcelles. Mais comme il y a env. 330 parcelles, il semble difficile au niveau des agriculteurs de gérer directement convenablement ces parcelles, conformément aux blocs de rotation depuis les canaux principaux.

D'après le projet d'aménagement du périmètre de la Côte d'Ivoire, toute la zone est divisée en 12 blocs d'irrigation. Par conséquent, on établira canaux secondaires par bloc, parce qu'on estime qu'il est pertinent que la gestion de chaque bloc se fasse sur place, au niveau des agriculteurs. Par ailleurs, sur le plan topographique, les canaux secondaires sont pratiquement parallèles aux canaux primaires.

Comme le montre la Figure 2.3.8, les canaux secondaires seront des canaux en terre de forme trapézoïdale.

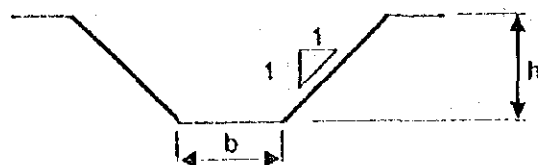


Figure 2.3.8 Section standard des canaux secondaires d'irrigation

Le Tableau 2.3.17 indique les dimensions de la section de chaque canal secondaire. La longueur totale des canaux secondaires sera de 16,512 km.

Tableau 2.3.17 Caractéristiques de la section des canaux secondaires

Tronçon	Débit du plan Q (m <sup>3</sup> /s)	Largeur du fond b (m)	Profondeur de l'écoulement normal d (m)	Revanche Fb (m)	Hauteur de canal h (m)		Vitesse du flux de plan V (m/s)
					Hauteur nécessaire	Hauteur du plan	
CSIG - 1	0,018	0,300	0,186	0,117	0,303	0,400	0,205
CSIG - 2	0,017	0,300	0,180	0,117	0,297	0,400	0,201
CSIG - 3	0,034	0,300	0,254	0,118	0,372	0,400	0,239
CSIG - 4	0,038	0,300	0,269	0,118	0,387	0,400	0,246
CSIG - 5	0,021	0,300	0,197	0,117	0,314	0,400	0,211
CSID - 1	0,020	0,300	0,192	0,117	0,309	0,400	0,208
CSID - 2	0,011	0,300	0,137	0,117	0,254	0,400	0,176
CSID - 3	0,022	0,300	0,202	0,117	0,319	0,400	0,213
CSID - 4	0,031	0,300	0,242	0,118	0,360	0,400	0,233
CSID - 5	0,031	0,300	0,242	0,118	0,360	0,400	0,233
CSID - 6	0,032	0,300	0,246	0,118	0,364	0,400	0,235
CSID - 7	0,011	0,300	0,137	0,117	0,254	0,400	0,208

#### 4) Installations annexes

##### (a) Partiteur

Des partiteurs seront prévus pour diviser l'eau des canaux principaux en canaux secondaires et l'eau des canaux secondaires en canaux tertiaires.

##### a. Partiteur en canaux secondaires

Le partiteur des canaux principaux aux canaux secondaires sera à vanne carrée (voir l'Annexe VIII, Plan n° 20). Le nombre d'ouvrages sera de 6 sur les canaux principaux de la rive droite, et 4 sur les canaux principaux de la rive gauche, soit un total de 10.

L'opération de cette vanne sera assurée par le Comité de Gestion et de Maintenance des installations.

b. Partiteur en canaux tertiaires

Cet ouvrage est simplement un type à débordement, utilisant une plaque en bois simple (voir l'Annexe VIII, Plan n° 21), et le nombre d'ouvrage sera de 177. Le fonctionnement de cet ouvrage sera assuré sous la direction du Comité de Gestion et de Maintenance des installations.

(b) Travaux de traversée d'affluent

Le canaux principal de la rive droite traverse un affluent de la rivière Lokapli. Cette traversée se fera par siphon.

On utilisera des tuyaux de 20 m en béton armé de 500 mm de diamètre, les ouvertures d'entrée et sortie seront en structure à béton armé.

(c) Ouvrage de traversée de route

a. Ouvrage de traversée de route

Les canaux principaux des rives droite et gauche traversent la route qui relie Bouaké à Katiola (largeur 10 m). La façon du passage de cette route se fait par l'installation de siphons à part du conduit souterrain existant tenant compte des raisons ci-dessous.

- D'après de l'analyse des inondations, il n'est pas nécessaire d'améliorer la capacité du passage d'eau du conduit souterrain existant.
- La façon du passage de cette route très simple se fait par deux siphons placés dans un conduit souterrain existant passant sous la route, mais le diamètre du siphon étant de 600 mm, il gêne la section de passage d'eau du conduit souterrain, et il n'est pas utilisé parce qu'on n'arrive pas à assurer un écoulement sûr au moment des inondations

Le siphon sera un tuyau en béton armé de 600 mm de diamètre pour les canaux principaux des rives droite et gauche.

#### b. Ouvrage de traversée de piste périmétrales

Les canaux principaux des rives droite et gauche coupent les pistes périmétrales secondaires (3 m de largeur) à 18 emplacements, et les pistes périmétrales principales (5 m de largeur) à 8 emplacements. La traversée se fait par conduit souterrain (tuyau en béton armé de 600 mm de diamètre). Les canaux secondaires coupent également les pistes périmétrales secondaires (largeur de 3 m) à 18 emplacements, et les pistes principales (largeur de 5 m) à 5 emplacements. La traversée se fait par conduit souterrain (tuyau en béton armé de 600 mm de diamètre).

#### (4) Projet de pistes périmétrales

Dans cette zone, on prévoit la mise en place de pistes périmétrales principales périphériques et de pistes secondaires à 500 m d'intervalle (pistes de traversée). Ces pistes de traversée seront de deux sortes: pistes pour traverser le canal de drainage (rivière Lokapli) qui passe au centre pour aller sur l'autre rive, et des pistes périmétrales jusqu'au canal de drainage central. On prévoit 4 pistes traversant vers l'autre rive: une en amont de la route nationale, une traversant l'affluent et deux en aval de la route nationale. Ces 4 pistes seront considérées comme des pistes périmétrales principales.

##### 1) Pistes principales

Les pistes principales périphériques et les pistes de passage sur l'autre rive deviendront des pistes périmétrales principales, et auront 5 m de largeur, conformément aux cas des autres zones en Côte d'Ivoire. Elles ne seront pas revêtues mais nivelées à la niveleuse. Ces pistes seront construites pratiquement telles quelles sans excavation ni remblai, sauf les zones basses terminales du bas-fond. Elles seront dotés d'un caniveau de petites dimensions pour évacuer les eaux pluviales venues de l'extérieur sur le côté de la colline. Il n'y aura pas de caniveau sur le côté vallée, mais il pourra être partiel en fonction du relief.

Le prolongement des pistes prévu dans le projet est comme suit.

Partie amont de la route nationale	: réfection	0 km
	nouveau tronçon	5,235 km
Partie aval de la route nationale:	: réfection	4,880 km
	nouveau tronçon	8,745 km

Total :	réfection	4,880 km
	nouveau tronçon	13,980 km
<b>Total général</b>		<b>18,860 km</b>

## 2) Pistes périmétrales secondaires

Des pistes périmétrales secondaires seront construites à environ 500 m d'intervalle entre la piste périmétrale principale périphérique et le canal de drainage central. Etant donné peu de circulation, la largeur de piste sera de 3 m. La piste descendant vers le canal de drainage dans la zone centrale se fait par le remblai de 50 cm par rapport à la surface de parcelles.

Le prolongement des pistes prévu dans le projet est comme suit.

Partie amont de la route nationale	: réfection	0 km
	nouveau tronçon	0,495 km
Partie aval de la route nationale:	: réfection	0 km
	nouveau tronçon	1,915 km
Total :	réfection	0 km
	nouveau tronçon	2,410 km
<b>Total général</b>		<b>2,410 km</b>

## (5) Projet de drainage

### 1) Types de canaux de drainage

Les canaux de drainage de cette zone se subdivisent comme suit.

**Canal de drainage principal** : va du barrage à la partie centrale; il s'agit du canal de drainage (rivière Lolapli) allant jusqu'à la rivière Moubé et des affluents de la rivière Lokapli.

**Canaux secondaires** : évacuent les eaux pluviales (celle de l'extérieur de la zone y compris) et les eaux d'irrigation en surplus. Ce sont des tronçons situés dans la zone des petits torrents venant de l'extérieur.

**Petits canaux de drainage** : drainent les parcelles.

Parmi ces canaux, les petits canaux de drainage sont placés dans les parcelles et la partie ivoirienne assurant leur mise en place, ils ne seront pas considérés dans ce Projet.

## 2) Volume drainé

Comme le montre la Figure 2.3.9, la zone est divisée en blocs de drainage, et le volume drainé dans chaque bloc a été calculé sur la base de données pluviométriques. Pour le volume drainé, on utilise une probabilité de 1/10, et en supposant 3 jours de drainage, on a obtenu les résultats suivants.

Bloc 1-1 (amont de la route nationale)	: 9,73 m <sup>3</sup> /sec
Bloc 1-2 (aval de la route nationale)	: 27,40 m <sup>3</sup> /sec
Bloc 2 (affluent)	: 14,12 m <sup>3</sup> /sec

## 3) Section de canal de drainage

On prévoit des canaux de drainage en terre trapézoïdaux. La section des canaux de drainage devra permettre un flux toléré de 1,0 m/s sur l'argile et 1,50 m/s en ajoutant une marge. Les canaux de drainage du Projet sont tous la réfection de tous les canaux de drainage existants.

Tableau 2.3.18 Tableau des dimensions des canaux de drainage

Tronçons	Débit du plan (m <sup>3</sup> /sec)	Pente du canal (I)	Dimensions						Puissance de l'écoulement (m <sup>3</sup> /sec)	Vitesse du flux du plan (m/sec)
			B	b1	b2	h	Fb	H		
CPE-1-1	9,730	1/700	9.000	3.000	3.000	0.982	0.518	1.500	9,732	1,431
CPE-1-2	27,400	1/1.200	15.000	7.000	4.000	1.473	0.527	2.000	27,410	1,443
CPE-2	14,120	1/700	11.400	5.000	3.200	1.035	0.565	1.600	14,134	1,494

- Note: 1. La vitesse du flux maximale tolérée du canaux de drainage est fixée à 1,50 m/sec, supposant qu'elle a une valeur de 1,5 fois plus que la vitesse du flux tolérée de l'argile, soit 1,0 m/sec.
2. Puisque la pente du talus est de 1:2,0, on a choisi d'élargir plutôt que d'approfondir le canal pour rendre la surface mouillée plus réduite.
3. La revanche est fixée à 0,5 m compte tenu de la hauteur de la bordure de la rizière.

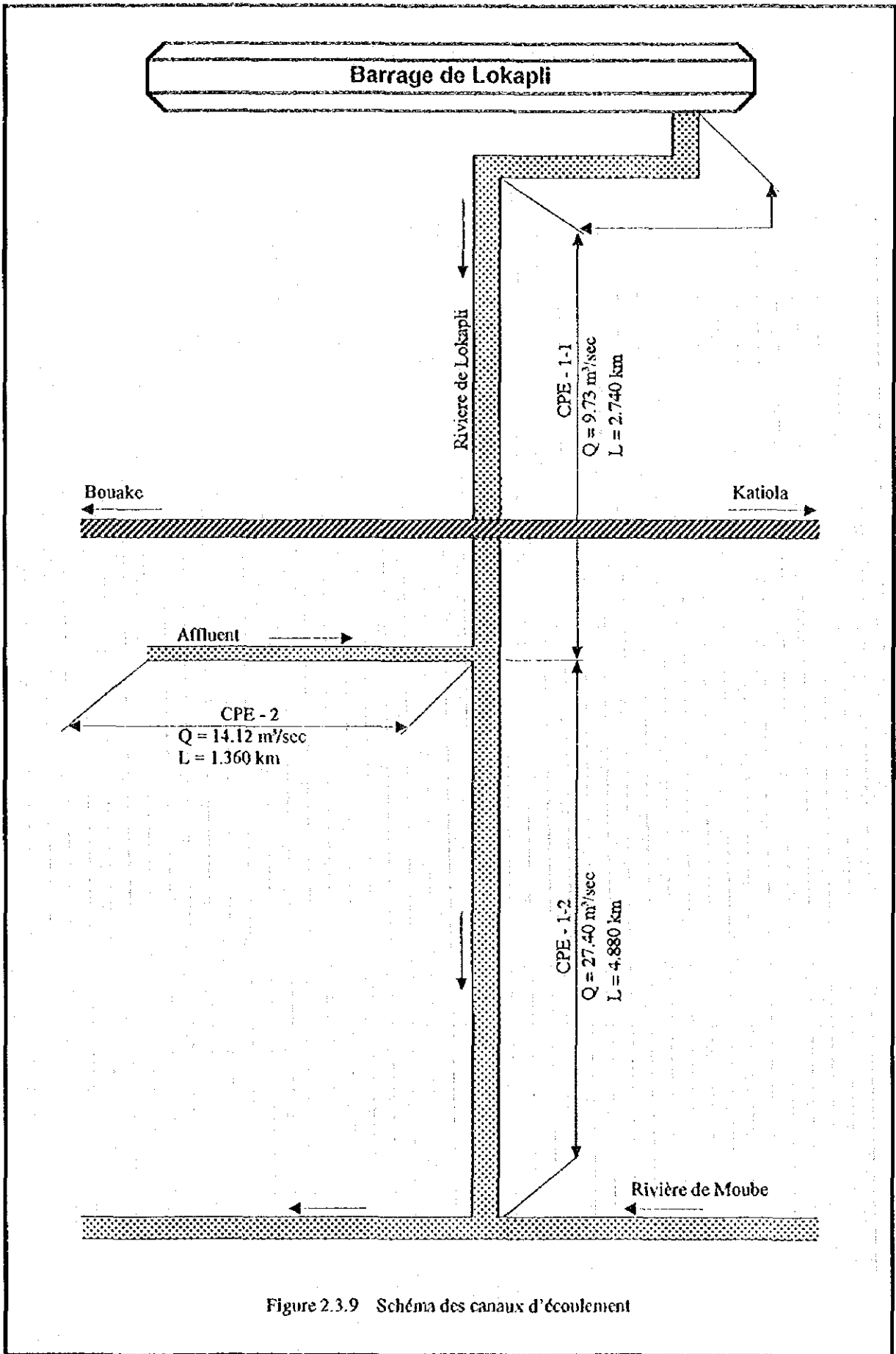


Figure 2.3.9 Schéma des canaux d'écoulement



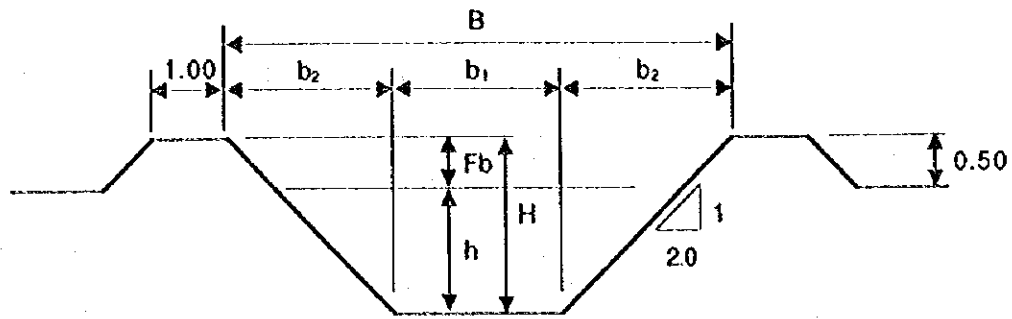


Figure 2.3.10 Section standard des canaux de drainage principaux

#### 4) Ouvrage de traversée de route

Les canaux de drainage principaux coupent les pistes périmétrales principales à 5 endroits. L'ouvrage sera une conduite souterraine exécutée sur place. Ils traversent également la route nationale à 1 emplacement, et la conduite souterraine actuelle (largeur 5 m x hauteur 5 m) sera utilisée telle quelle.

## (6) Contenu des installations et leurs dimensions

Le Tableau 2.3.19 montre le contenu des installations et leurs dimensions prévues dans le Projet.

Tableau 2.3.19 Contenu des installations et leurs dimensions

Nom des installations / ouvrage		Spécifications / dimensions	Quantité
<b>1. Installation de sources d'eau</b>			
- Barrage	Const.	Barrage en terre homogène, eau de stockage max. 2.375.000 m <sup>3</sup> , volume du barrage env. 60.000 m <sup>3</sup> , longueur de la digue 448 m, hauteur de la digue 9,0 m	1 emp.
- Ouvrage de prise d'eau et de vidange d'urgence	Const.	Tuyau en fonte ductile Ø 600 mm, longueur 50 m	1 emp.
- Ouvrage de déversoir	Const.	Entassement de pierres, canal en terre	1 emp.
- Ouvrage de traversée des pistes périmétrales principales du canal de drainage du déversoir	Const.	Conduit sous terrain	1 emp.
- Ouvrage de canal d'évacuation	Const.	Canal en terre	200 m
<b>2. Installation d'irrigation</b>			
- Canaux d'irrigation principaux	Const.	En béton	14,34 km
- Canaux d'irrigation secondaires	Const.	En terre	16,51 km
- Canaux de drainage principaux	Réhb.	En terre	8,98 km
- Canaux de drainage secondaire	Const.	En terre	1,44 km
- Partiteurs des canaux d'irrigation principaux	Const.	En béton	10 emp.
- Ouvrage de traversée de route des canaux d'irrigation principaux	Const.	Tuyau sous terrain, Ø 600 mm	28 emp.
- Ouvrage de traversée de canaux des canaux d'irrigation principaux	Const.	Tuyau sous terrain, Ø 600 mm	1 emp.
- Partiteur des canaux d'irrigation secondaires	Const.	En béton	177 emp.
- Ouvrage de traversée de route des canaux d'irrigation secondaires	Const.	Tuyau sous terrain, Ø 400 mm	23 emp.
- Ouvrage de traversée de route des canaux de drainage secondaires	Const.	Tuyau sous terrain, Ø 600 mm	10 emp.
<b>3. Installation des routes</b>			
- Pistes périmétrales principales	Réhab.	Largeur 5m, non- revêtu	4,88 km
- Pistes périmétrales principales	Const.	Largeur 5m, non- revêtu	13,98 km
- Pistes périmétrales secondaires	Const.	Largeur 3m, non- revêtu	2,41 km
- Ouvrage de traversée de canaux de drainage des pistes périmétrales principales	Const.	Conduit sous terrain	5 emp.

## 2-4 Système d'exécution du Projet

### 2-4-1 Organisation

L'organisme d'exécution du Projet est le Projet National Riz (PNR), un organisme sous tutelle du cabinet du ministre, Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales (MINAGRA). La Structure d'Organisation et de Promotion de la riziculture (SOPRORIZ) fondée sur la base d'un décret du 30 mars 1995 du MINAGRA et du cabinet dudit ministère a été restructurée en PNR conformément au décret ministériel daté du 4 juillet 1996 de ces deux mêmes organismes. Le PNR est l'agence chargée de l'établissement des projets concernant la culture du riz en Côte d'Ivoire, des projets et travaux relatifs aux projets d'irrigation. La Figure 2.4.1 indique son organigramme.

Le présent Projet est placé sous la tutelle du Bureau Aménagement et Infrastructures de Production (BAIP) du PNR, dont le directeur sera le responsable en chef du Projet. Le directeur du bureau local du Projet, qui sera créé sur place pour le Projet, comme chef de chantier, coordonnera les travaux entre le Consultant, l'entreprise exécutrice et les autres organismes concernés, et il sera chargé de l'inspection des installations et matériaux et de la gestion du chantier.

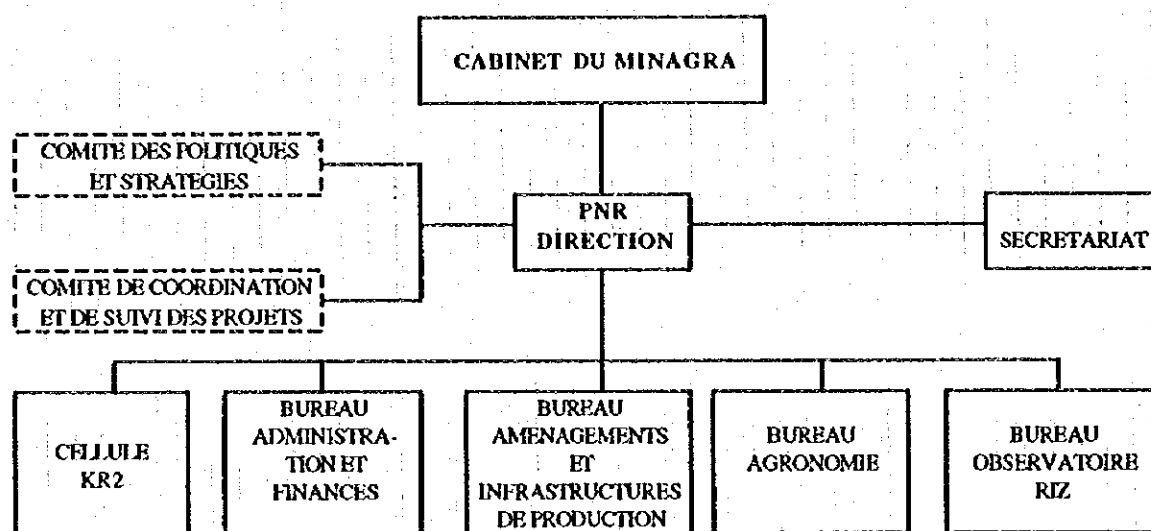


Figure 2.4.1 Organigramme du PNR

## 2-4-2 Budget

Le PNR, organisme objet de la construction, des installations et de la fourniture des équipements du Projet, vient seulement d'être fondé le 4 juillet 1996, et ses employés ont été mutés entre autres de la Direction de la Programmation (DP) et de Direction de l'Aménagement Rural (DAR). Jusqu'à présent, le MINAGRA s'occupait des projets similaires en Côte d'Ivoire. Le Tableau 2.4.1 indique le budget annuel de ce ministère. A titre de référence, le Tableau 2.4.2 indique le budget 1996 du PNR.

Tableau 2.4.1 Budget annuel du Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales

Item	1995	1996 (million de F CFA)
Salaire du personnel	9.319	10.922
Frais divers	563	1.641
Achat d'équipements	215	626
Frais de maintenance	208	607
Frais de carburant et d'entretien des véhicules	58	165
Frais de transferts et d'interventions	299	1.437
Total	10.662	15.398

Source: Document du MINAGRA

Tableau 2.4.2 Budget annuel du Projet National Riz (PNR)

Item	1996 (mille F CFA)
Salaire du personnel	100.940
Frais divers	49.600
Achat d'équipements	218.000
Réfection équipements de semences	35.000
Frais de carburant et d'entretien de véhicules	45.744
Frais de missions du personnel	51.400
Total	500.684

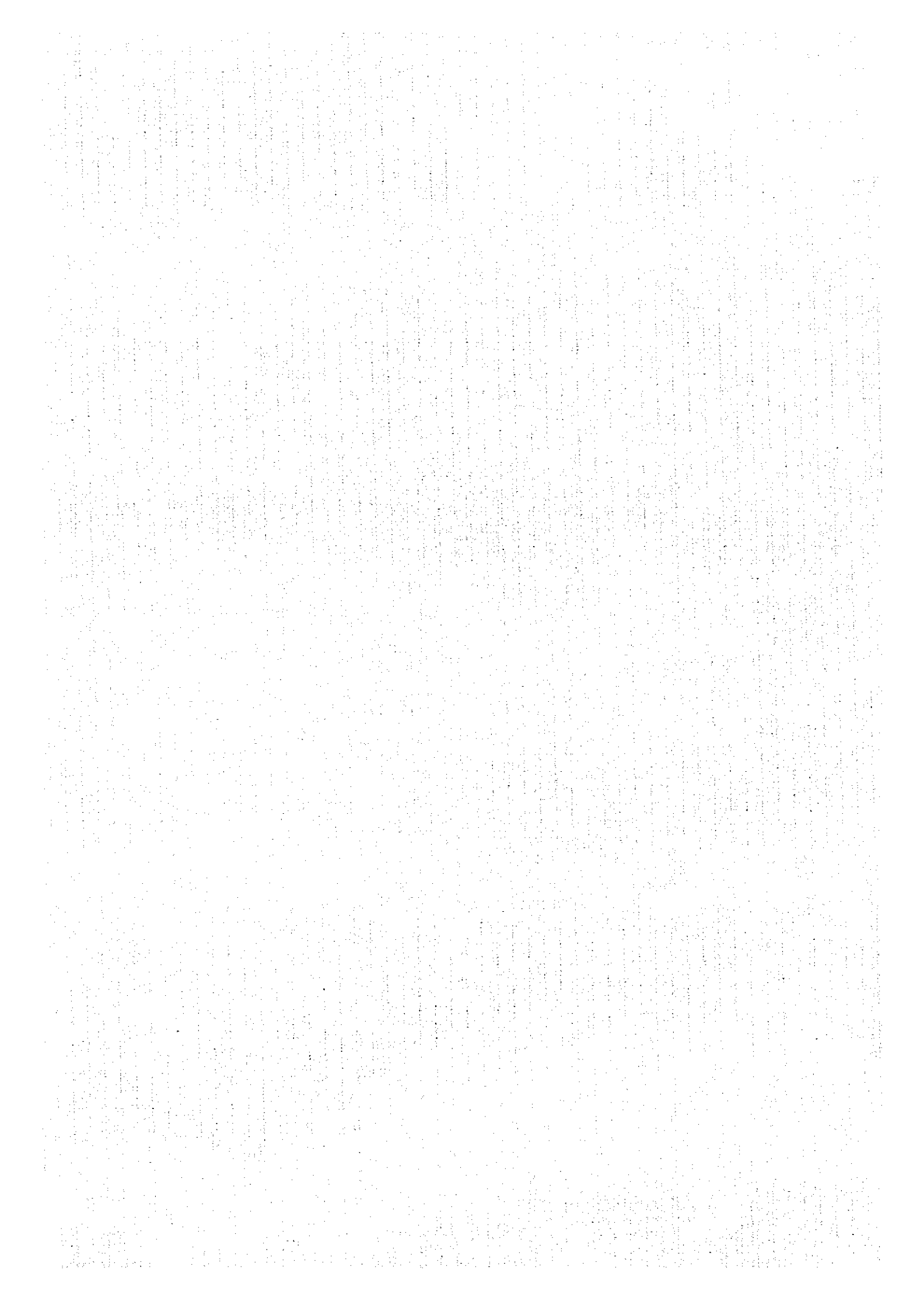
Source: Document du PNR

Quant aux mesures budgétaires concernant les frais du Projet pris en charge par la partie ivoirienne concernant la construction des installations du Projet, la répartition n'est pas encore faite, mais les mesures budgétaires nécessaires seront prises immédiatement, dès que la Coopération financière non-remboursable sera accordée au PNR pour ce Projet.

### 2-4-3 Niveau du personnel, niveau technique

Le PNR, organisme d'exécution du Projet, est l'organisme ivoirien responsable de l'exécution des projets d'irrigation et de drainage, et le Bureau Aménagement et Infrastructures de Production (BAIP), en charge du Projet, s'occupe de toutes les activités allant de la proposition des projets d'irrigation à la gestion de l'exécution. Ses employés ne sont pas seulement des spécialistes de la conception et de projet d'irrigation et drainage, mais possèdent des connaissances et des techniques étendues concernant l'expropriation, la gestion des travaux, la maintenance, et ne devraient pas avoir de problèmes pour l'exécution de ce Projet.

## **Chapitre 3 Projet d'exécution**



## Chapitre 3 Projet d'exécution

### 3-1 Projet d'exécution des travaux

#### 3-1-1 Orientations de l'exécution des travaux

Le Projet sera exécuté par la Coopération financière non-remboursable du Japon. Après la décision de la mise à l'exécution, l'organisme d'exécution le PNR, en collaboration avec le Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales et les organismes concernés de la République de Côte d'Ivoire, effectuera le bon déroulement de toutes les opérations telles que l'Echange de Notes (E/N) signé entre leur pays et le Japon, l'arrangement bancaire, l'acquisition du terrain ou la détaxation du matériel importé, et les diverses mesures de détaxation et formalités pour la délégation de techniciens japonais etc. De plus, le PNR, après la signature de l'Echange de Notes par le gouvernement du Japon et le gouvernement de la Côte d'Ivoire, sera en charge d'assurer le personnel nécessaire et de préparer l'emploi des consultants pour la planification et la direction des travaux engagés par la Coopération financière non-remboursable, et aussi le contrat relatif et la sélection préalable des sociétés qui fourniront les produits et les services nécessaires à l'exécution du Projet.

Par ailleurs, les sociétés et membres du personnel ivoirien s'engagent dans la mise en application du Projet sous la directive des techniciens japonais délégués sur place, on procède à l'exécution des travaux en considérant soigneusement un transfert technologique qui pourrait assurer harmonieusement dans l'avenir la direction, gestion et maintenance des installations.

L'orientation de l'exécution des travaux de construction sera la suivante:

- (1) Assurer l'achèvement des travaux dans les délais prévus tout en préservant le caractère intime de la correspondance ivoiro-japonaise
- (2) Superviser la réalisation harmonieuse des travaux et supporter le corps coopératif du maître d'ouvrage, du consultant et de l'entrepreneur.
- (3) Concernant les travaux de construction, chaque responsable doit veiller à la qualité des travaux et accomplir son devoir.
- (4) Dans le cadre des travaux de construction, prévoir un service de transfert technologique à la partie ivoirienne.
- (5) Les délégations de techniciens
  - Techniciens en génie civil : gestion et instruction des travaux de construction



- Techniciens en machinerie : instruction de la conduite et l'entretien des équipements de construction

### 3-1-2 Points à prendre en compte pour l'exécution des travaux

La ville de Bouaké, une des principales villes se trouvant à proximité de la zone concernée, ne possède, hormis des fournisseurs en matériaux et produits en béton tels que tuyaux centrifuges, aucune entreprise de fournisseurs pour des constructions d'envergure comme celles du Projet ni de fournisseurs de machines de location. Par conséquent, on envisage avec des gros fournisseurs de construction basés à Abidjan, à titre de collaborateur avec les sociétés japonaises de constructions.

On prendra en compte les points suivants :

- (1) Assurer la progression des travaux, dans un esprit de coopération réciproque tout en mettant au clair la répartition des travaux, entre côté ivoirien et côté japonais.
- (2) Pour les travaux pris en charge par la partie ivoirienne, permettre des réunions avec les agences responsables ivoiriennes pour éviter tout retard des travaux.
- (3) Alors qu'on prévoit avec les travaux et selon les zones des coupures d'eau, il est primordial que le PNR en informe par avance le Comité de l'Eau pour l'utilisation de l'eau et lance un avis de notoire auprès des agriculteurs de la région.
- (4) On compte environ 370 km entre Abidjan et la zone du Projet; considérant cette distance considérable, il nous faut porter une attention scrupuleuse à tout projet relatif au transport, l'approvisionnement de ciment etc.
- (5) En raison du passage de la route nationale sur le site et des problèmes divers que peut causer la période des travaux, on apportera une attention spéciale à la gestion du travail et des équipements et matériels etc.
- (6) Prendre en considération les conditions atmosphériques sur le terrain, en raison de la superficie en longueur de la zone de chantier et de l'exécution sur chaque site de travaux très variés, en examinant les procédés d'exécution, les capacités etc.
- (7) Afin d'assurer à partir de la fin des travaux la bonne gestion, maintenance et direction des installations, il est nécessaire d'instruire le PNR, et le comité de contrôle de la gestion et maintenance des installations, sur les manoeuvres de conduite des engins de chantier et des installations ainsi que sur leur entretien, même pendant la période des travaux.

### 3-1-3 Répartitions de l'exécution des travaux

La répartition des charges relatives à l'exécution du Projet des deux gouvernements sera comme suit:

(1) Contribution du gouvernement japonais

- Construction des installations d'irrigation et approvisionnement en équipements et matériaux de construction nécessaires au Projet.
- Frais d'assurance et frais de transport jusqu'au site des matériaux et matériel fournis
- Etablissement de la conception détaillée et supervision de l'exécution des travaux nécessaires à la Coopération financière non-remboursable

(2) Contribution du gouvernement ivoirien

- Préparation du terrain pour les installations du Projet
- Construction des installations terminales à commencer par les canaux tertiaires et aménagement des parcelles
- Aménagement des installations électriques existantes jusqu'au point d'alimentation prévu par le Projet
- Assurance des formalités douanières rapides et de la détaxation de tous les équipements livrés dans le cadre du Projet.
- Faciliter des formalités d'entrée/sortie et de séjour du personnel japonais délégué pour le Projet
- Faciliter l'approvisionnement des équipements du Projet à fournir sur le site
- Organiser des organismes des responsables pendant et après l'exécution du Projet, ainsi que procéder à la nomination et à la mise en poste d'une contrepartie/homologue.
- Gestion et entretien correctes après l'exécution du Projet et l'assurance du budget nécessaire aux celles-ci.
- Prise en charge des frais éventuels de transport, achat de matériel, construction, et tout autre frais d'installation n'étant pas pris en charge par la Coopération financière non-remboursable

3-1-4 Plan de supervision des travaux

- (1) Concernant la supervision des travaux, il est nécessaire de prévoir la délégation d'un superviseur permanent pendant toute la durée des travaux, apte à gérer et à instruire des directives techniques, considérant l'importance que prendront les points discutés lors des négociations, réunions de chantier et autres conciliations d'ordre technique et administratif qui auront lieux sur place.