



M.300 SDD

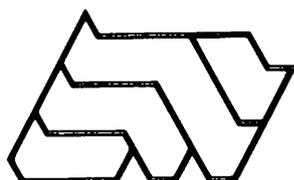
42a

REPUBLICQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SOCIETE DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET INDUSTRIEL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

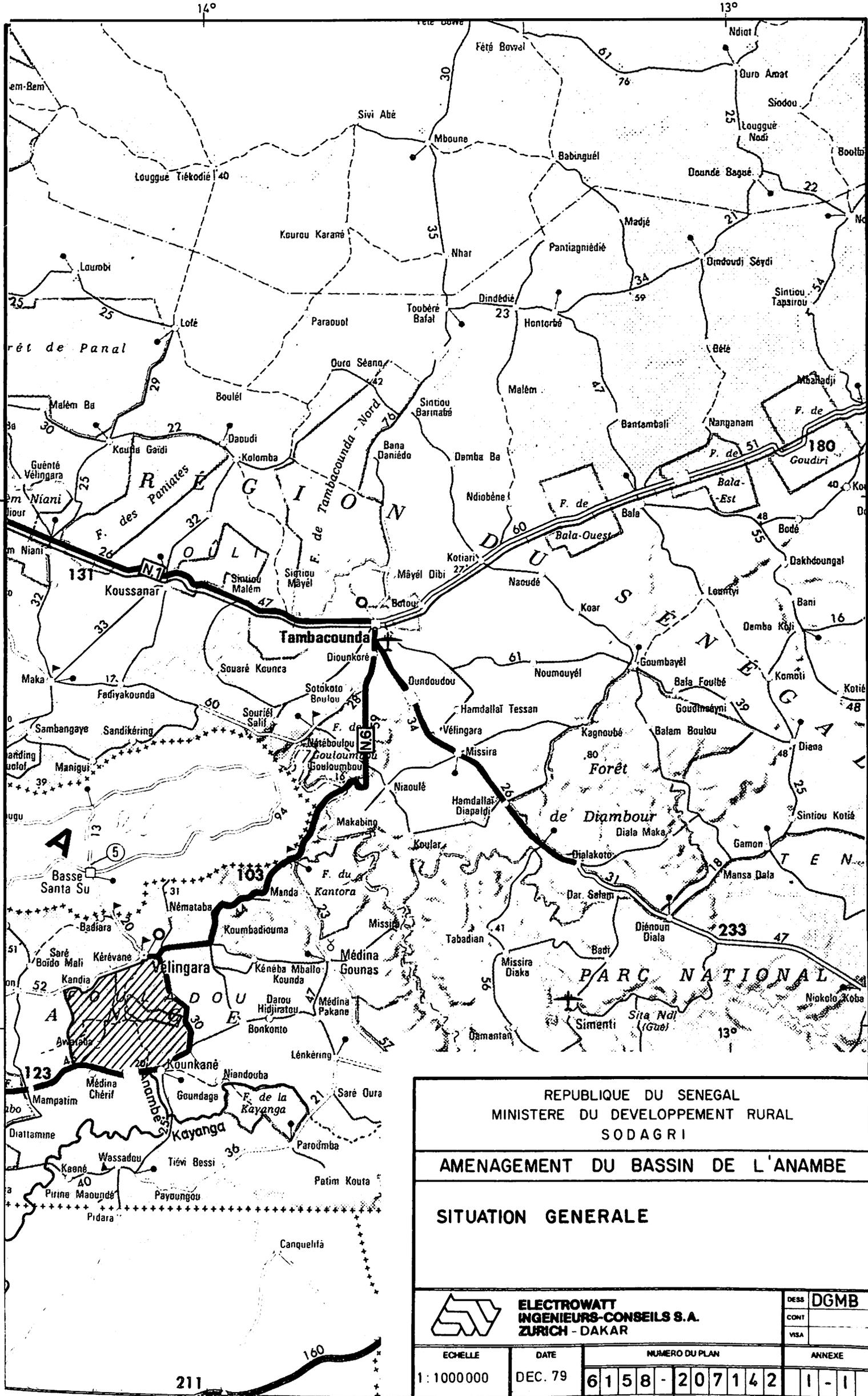
VOLUME I

RAPPORT DE SYNTHESE



ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR 1980





REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

SITUATION GENERALE

 **ELECTROWATT
 INGENIEURS-CONSEILS S.A.**
 ZURICH - DAKAR

ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN		ANNEXE
		61 58 - 207142	1 - 1	
1 : 1 000 000	DEC. 79			

DESS	DGMB
CONT	
VISA	

A M E N A G E M E N T D U B A S S I N D E L ' A N A M B E

LISTE DES RAPPORTS

VOLUME I

Rapport de synthèse

VOLUME II

Rapports

2 Hydrologie et climatologie

3 Hydrogéologie

4 Pédologie

VOLUME III

Rapports

5 Sociologie

6 Agronomie

7A Agro-industries

7B Elevage

7C Forêts

VOLUME IV

Rapport

8 Concept de l'aménagement

VOLUME V

Rapports

9 Barrages

10 Stations de pompage

11 Irrigation et drainage

VOLUME VI

Rapports

12 Organisation et gestion du projet

13 Analyse économique et financière

VOLUME VII

Appendice

A Pédologie dans la vallée de la Kayanga

T A B L E D E S M A T I E R E S

		Pages
	RESUME	
1.	INTRODUCTION	1 - 1
1.1	Le secteur agricole	1 - 1
	1.1.1 Généralités	1 - 1
	1.1.2 Plans et objectifs nationaux	1 - 1
	1.1.3 Plan de mise en valeur régionale	1 - 2
1.2	Demande et approvisionnement en céréales	1 - 3
	1.2.1 Le rôle des céréales	1 - 3
	1.2.2 Production et consommation de céréales	1 - 4
1.3	La région du projet	1 - 6
	1.3.1 Situation et étendue	1 - 6
	1.3.2 Communications	1 - 8
	1.3.3 Topographie et cartographie	1 - 8
	1.3.4 Economie	1 - 9
1.4	La SODAGRI	1 - 10
1.5	Etudes préliminaires	1 - 11
1.6	But et aspect de l'étude actuelle	1 - 12
2.	LA REGION DU PROJET	2 - 1
2.1	Le climat	2 - 1
2.2	Ressources en terres	2 - 3
	2.2.1 Introduction	2 - 3
	2.2.2 Les sols	2 - 4
	2.2.3 Aptitude des terres à l'irrigation	2 - 6
2.3	Ressources en eau de surface	2 - 12
	2.3.1 Les bassins des rivières	2 - 12
	2.3.2 Ecoulement de la Kayanga	2 - 14

T A B L E D E S M A T I E R E S

	pages
2.3.3 Crûes de la Kayanga	2 - 17
2.3.4 Le débit de l'Anambé	2 - 19
2.3.5 Crûes de l'Anambé	2 - 20
2.3.6 Qualité de l'eau	2 - 21
2.3.7 Implications pour le développement	2 - 22
2.4 Ressources en eau souterraines	2 - 23
2.5 Ressources humaines	2 - 26
2.5.1 Caractéristiques des communautés locales	2 - 26
2.5.2 Tenure des terres	2 - 27
2.5.3 Population et emploi	2 - 28
2.5.4 Attitudes et aspirations	2 - 30
2.5.5 Implication pour le développement	2 - 30
2.6 Développement agricole actuel	2 - 32
2.6.1 Utilisation des terres	2 - 32
2.6.2 Dimension des propriétés et répartition du travail	2 - 33
2.6.3 Pratiques culturelles	2 - 33
2.6.4 Assolements et production	2 - 34
2.6.5 Elevage	2 - 35
2.6.6 Valeur de la production et revenu agricole	2 - 36
2.7 Infrastructure et institutions	2 - 37
2.7.1 Infrastructure physique et sociale	2 - 37
2.7.2 Services administratifs	2 - 37
2.7.3 Autres institutions	2 - 38
2.7.4 SODAGRI	2 - 38
3. CONCEPT DE L'AMENAGEMENT	3 - 1
3.1 Potentiel de mise en valeur	3 - 1
3.1.1 Restrictions à la croissance de l'agriculture traditionnelle	3 - 1

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Pages
3.1.2 Besoins pour le développement	3 - 2
3.2 Directives de planification	3 - 2
3.3 Développement agricole	3 - 4
3.3.1 Cultures et assolements	3 - 4
3.3.2 Superficies cultivées	3 - 6
3.3.3 Systèmes d'exploitation agricole	3 - 8
3.3.4 Installations de transformation	3 - 9
3.4 Formulation du projet	3 - 10
3.4.1 Sélection du site du barrage de retenue	3 - 10
3.4.2 Système de distribution de l'eau aux périmètres irrigués	3 - 10
3.4.3 Alimentation en énergie	3 - 11
3.5 Besoins et alimentation en eau	3 - 13
3.5.1 Besoins en eau d'irrigation	3 - 13
3.5.2 Demande à l'aval	3 - 15
3.5.3 Retours dûs à l'irrigation	3 - 17
3.5.4 Gestion de la retenue	3 - 17
3.5.5 Optimisation des besoins du stockage et de la surface irriguée	3 - 19
3.5.6 Alimentation supplémentaire de l'Anambé	3 - 20
3.5.7 Conclusions	3 - 20
3.6 Programme de développement	3 - 21
3.7 Description du projet	3 - 25
3.7.1 Phase I	3 - 25
3.7.2 Phase II	3 - 26
3.7.3 Phase III	3 - 30
3.7.4 Phase IV	3 - 31
3.7.5 Phase V	3 - 33

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Pages
4. OUVRAGES D'IRRIGATION ET OUVRAGES ANNEXES	4 - 1
4.1 Barrages et usine hydro-électrique	4 - 1
4.1.1 Barrage de Niandouba et usine hydro-électrique	4 - 1
4.1.2 Barrage du confluent	4 - 3
4.1.3 Barrage de garde de l'Anambé	4 - 5
4.2 Stations de pompage	4 - 6
4.3 Réseau de distribution	4 - 9
4.3.1 Conception	4 - 9
4.3.2 Schéma du réseau principal	4 - 11
4.3.3 Description des ouvrages	4 - 12
4.3.4 Conversion de la surface brute en surface nette	4 - 14
4.4 Drainage	4 - 15
4.4.1 Introduction	4 - 15
4.4.2 Protection vis-à-vis du ruissellement extérieur	4 - 16
4.4.3 Drainage des terres irriguées	4 - 16
4.4.4 Drainage de la plaine centrale d'inondation	4 - 17
4.5 Mise en valeur des terres	4 - 18
4.6 Bâtiments	4 - 19
-	
√ 5. AGRO - ECONOMIE	5 - 1
5.1 Cultures et rendements	5 - 1
5.2 Façons culturales	5 - 2
5.2.1 Petits exploitants	5 - 2
√ 5.2.2 Ferme mécanisée	5 - 6
5.2.3 Division de production	5 - 6
5.3 Volume de la production agricole	5 - 8
5.3.1 Petites exploitations	5 - 8
5.3.2 Ferme mécanisée	5 - 11

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
5.3.3 Division de production	5 - 11
5.4 Revenu des exploitations agricoles	5 - 11
5.4.1 Petites exploitations	5 - 11
5.4.2 Ferme mécaniséé	5 - 13
5.5 Installations de transformation	5 - 13
5.5.1 Rizeries	5 - 13
5.5.2 Traitement des semences de riz	5 - 19
5.5.3 Elevage	5 - 19
6. AMENAGEMENTS COMPLEMENTAIRES	6 - 1
6.1 Introduction	6 - 1
6.2 Vallée de la Kayanga en aval de Niandouba	6 - 1
6.3 Réservoir de Niandouba	6 - 2
6.4 Elevage	6 - 3
6.5 Aménagement forestier	6 - 6
6.5.1 Utilisation actuelle des forêts	6 - 6
6.5.2 Impact du projet	6 - 7
6.5.3 Développement de la sylviculture	6 - 8
6.6 Pêcheries	6 - 9
6.7 Santé	6 - 11
6.8 Aménagement intégré du bassin	6 - 11
7. ORGANISATION ET GESTION	7 - 1
7.1 Structure de l'Administration du Projet	7 - 1
7.2 Départements de l'Administration du projet	7 - 2
7.2.1 Département technique	7 - 2
7.2.2 Département de la ferme mécaniséé	7 - 2
7.2.3 Département d'agriculture et de vulgarisation	7 - 3

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
7.2.4 Département commercial et administratif	7 - 5
7.3 Besoins en personnel	7 - 5
7.4 Formation et assistance technique	7 - 9
7.5 Organisation des travaux	7 - 13
7.6 Indemnisation des populations déplacées	7 - 14
7.7 Distribution des terres	7 - 16
7.8 Organisation des petits agriculteurs	7 - 18
8. COUTS	8 - 1
8.1 Introduction	8 - 1
8.2 Coûts d'investissement	8 - 2
8.2.1 Ouvrages d'irrigation et ouvrages annexes	8 - 2
8.2.2 Installations agro-industrielles	8 - 5
8.3 Coûts de fonctionnement	8 - 5
8.3.1 Coûts de remplacement	8 - 5
8.3.2 Coûts d'exploitation et d'entretien	8 - 8
8.3.3 Coûts de pompage	8 - 8
8.4 Répartition des coûts en devises et monnaie locale	8 - 11
8.5 Calendrier des dépenses d'investissement	8 - 11
9. BENEFICES ECONOMIQUES	9 - 1
9.1 Marché pour la production du projet	9 - 1
9.2 Prix	9 - 3
9.2.1 Valeur du paddy à la production et du riz à la rizerie	9 - 3
9.2.2 Valeur à la production du maïs et du sorgho	9 - 6
9.2.3 Valeurs des facteurs de production	9 - 6
9.2.4 Main d'oeuvre non qualifiée	9 - 6
9.2.5 Carburant	9 - 8
9.3 Bénéfices fournis par les cultures	9 - 8

T A B L E D E S M A T I E R E S

	Page
9.3.1 Introduction	9 - 8
9.3.2 Bénéfices nets avec le projet	9 - 9
9.3.3 Bénéfices nets sans le projet	9 - 9
9.3.4 Effets induits du projet sur les terres avoisinantes	9 - 13
9.4 Bénéfices des industries agricoles	9 - 13
9.5 Autres bénéfices directs	9 - 14
9.5.1 Approvisionnement en eau	9 - 14
9.5.2 Protection contre les inondations	9 - 17
9.5.3 Transports	9 - 17
9.5.4 Défrichage	9 - 18
9.6 Bénéfices secondaires	9 - 19
9.6.1 Emploi	9 - 19
9.6.2 Influence sur les réserves en devises	9 - 19
9.6.3 Bénéfices non quantifiables	9 - 19
10. EVALUATION ECONOMIQUE ET FINANCIERE	10 - 1
10.1 Evaluation économique	10 - 1
10.2 Evaluation financière	10 - 4
10.2.1 Sources de financement	10 - 4
10.2.2 Service de la dette	10 - 7
10.2.3 Frais de fonctionnement	10 - 7
10.2.4 Droits d'eau	10 - 11
10.2.5 Revenu de l'Administration du projet	10 - 13
10.2.6 Evaluation du flux financier	10 - 14
10.2.7 Imprévus financiers	10 - 16
11. QUESTIONS EN SUSPENS	

L I S T E D E S T A B L E A U X

<u>Tableau</u>		<u>Page</u>
1 - 1	PRODUCTION ET CONSOMMATION DE CEREALES AU SENEGAL	1 - 5
1 - 2	CEREALES IMPORTEES DE 1961 à 1974	1 - 4
1 - 3	DEMANDE, DISPONIBILITE ET BALANCE COMMERCIALE DU RIZ DANS LES PAYS MEMBRE DE ADRAO	1 - 7
2 - 1	DONNEES CLIMATOLOGIQUES	2 - 2
2 - 2	PROPRIETES GENERALES DES SOLS	2 - 7
2 - 3	CLASSIFICATION DES TERRES - CRITERES ET LIMITES	2 - 9
2 - 4	CARACTERISTIQUES GENERALES DES CLASSES ET SOUS-CLASSES DES TERRES IRRIGABLES	2 - 11
2 - 5	APTITUDE DES TERRES ET SURFACE A IRRIGUER	2 - 13
2 - 6	DEBITS MENSUELS DE LA KAYANGA OBSERVES AU PONT DE NIAPO ET AU PONT DE WASSADOU	2 - 16
2 - 7	ECOULEMENT ANNUEL DE LA KAYANGA: VARIATION STATISTIQUE	2 - 17
2 - 8	APPORTS MENSUELS SYNTHETIQUES AU PONT DE NIAPO EN FONCTION DES APPORTS ANNUELS DE DIFFERENTES FREQUENCES	2 - 18
2 - 9	KAYANGA - DEBITS ET VOLUMES DES CRUES	2 - 19
2 - 10	ECOULEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE	2 - 20
2 - 11	ANAMBE - DEBITS DE POINTE	2 - 21
2 - 12	QUALITE DE L'EAU DE LA KAYANGA	2 - 21
2 - 13	POPULATION DU BASSIN DE L'ANAMBE EN 1976	2 - 28
2 - 14	STRUCTURE DE LA POPULATION PAR AGE ET PAR SEXE	2 - 29
2 - 15	UTILISATION ACTUELLE DES TERRES	2 - 32
2 - 16	ASSOLEMENTS, RENDEMENTS, SUPERFICIES ET PRODUCTIONS	2 - 35
2 - 17	NOMBRE D'ANIMAUX	2 - 36
3 - 1	CULTURES, ASSOLEMENTS ET SUPERFICIES POUR LES PERIMETRES IRRIGUES	3 - 7
3 - 2	ALTERNATIVES D'ALIMENTATION EN ENERGIE POUR LES STATIONS DE POMPAGE	3 - 12
3 - 3	BESOINS EN EAU DES CULTURES	3 - 14
3 - 4	BESOINS EN EAU D'IRRIGATION	3 - 16
3 - 5	ETUDE DE GESTION DE LA RETENUE DE NIANDOUBA	3 - 18
3 - 6	SURFACES AMENAGEES PAR PHASE	3 - 22

L I S T E D E S T A B L E A U X

<u>Tableau</u>		<u>Page</u>
3 - 7	PROGRAMME DE MISE EN VALEUR	3 - 23
3 - 8	PROGRAMME DE CONSTRUCTION	3 - 24
3 - 9	BILAN HYDRIQUE PHASE I (PHASE PILOTE) - 1 420 ha	3 - 27
4 - 1	CONVERSION DE LA SURFACE BRUTE EN SURFACE NETTE	4 - 15
5 - 1	RENDEMENT DES CULTURES	5 - 2
5 - 2	PETITES EXPLOITATIONS - COUTS DE PRODUCTION ET REVENU NET	5 - 4
5 - 3	PRIX DES PRODUITS AGRICOLES, DES BATIMENTS ET SALAIRES	5 - 5
5 - 4	FERME MECANISEE; QUANTITES ET COUTS ANNUELS DES FACTEURS DE PRODUCTION	5 - 7
5 - 5	SURFACES ET VOLUMES DE PRODUCTION DES PETITES EXPLOITATIONS	5 - 9
5 - 6	PRODUCTION AGRICOLE	5 - 10
5 - 7	BUDGET DES PETITES EXPLOITATIONS	5 - 12
5 - 8	COMPTE D'EXPLOITATION DE LA FERME MECANISEE	5 - 14
5 - 9	PRODUCTION DES RIZERIES	5 - 15
5 - 10	CAPACITE DES RIZERIES ET COUT DE PRODUCTION	5 - 17
5 - 11	CARACTERISTIQUES ET COUT DE PRODUCTION DE L'INSTALLATION DE TRAITEMENT DES SEMENCES DE RIZ	5 - 20
5 - 12	CARACTERISTIQUES ET COUT DE PRODUCTION A PLEIN DEVELOPPEMENT DU CENTRE D'ELEVAGE	5 - 23
6 - 1	UTILISATION FUTUR DES TERRES	6 - 13
7 - 1	LISTE DU PERSONNEL	7 - 6/7/8
7 - 2	PROGRAMME D'ASSISTANCE TECHNIQUE	7 - 10
8 - 1	COUTS DE CONSTRUCTION	8 - 3
8 - 2	RESUME DES COUTS D'INVESTISSEMENT	8 - 4
8 - 3	COUTS D'INVESTISSEMENT DES INSTALLATIONS AGRO-INDUSTRIELLES	8 - 6
8 - 4	COUT ET DUREE DE VIE DES EQUIPEMENTS ELECTRO- MECANIQUES	8 - 7
8 - 5	COUTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN	8 - 9
8 - 6	COUTS ANNUELS DU CARBURANT DIESEL POUR LE POMPAGE	8 - 10

L I S T E D E S T A B L E A U X

<u>Tableau</u>		<u>Page</u>
8 - 7	DEPENSES EN DEVISES	8 - 12
8 - 8	FLUX DES COUTS D'INVESTISSEMENT	8 - 13
9 - 1	STRUCTURE DU PRIX DU RIZ EN 1985	9 - 4
9 - 2	VALEUR ECONOMIQUE DU PADDY A LA PRODUCTION ET DU RIZ A LA RIZERIE	9 - 5
9 - 3	STRUCTURE DU PRIX DES ENGRAIS, 1985	9 - 7
9 - 4	BENEFICES NETS DE LA PRODUCTION AGRICOLE	9 - 10
9 - 5	COUTS ANNUELS DES PETITES EXPLOITATIONS	9 - 11
9 - 6	BENEFICES DE LA PRODUCTION AGRICOLE SANS LE PROJET	9 - 9
9 - 7	BENEFICES NETS DES AGRO-INDUSTRIES	9 - 15
9 - 8	VALEUR AJOUTEE BRUTE DES INDUSTRIES AGRICOLES	9 - 16
10 - 1	FLUX ECONOMIQUE (CASH FLOW) - ENSEMBLE DU PROJET	10 - 2
10 - 2	TAUX INTERNE DE RENTABILITE ECONOMIQUE DE L'ENSEMB- LE DU PROJET - ANALYSE DE SENSIBILITE	10 - 3
10 - 3	FONDS DE ROULEMENT	10 - 6
10 - 4	SOURCES ET UTILISATION DES FINANCEMENTS	10 - 8
10 - 5	SERVICE DE LA DETTE; PHASE I (COMPRENANT FERME PILOTE)	10 - 9
10 - 5	(SUITE) SERVICE DE LA DETTE; PHASES II A V	10 - 10
10 - 6	DROITS D'EAU	10 - 12
10 - 7	REVENU DE L'ADMINISTRATION DU PROJET PROVENANT DE LA PRODUCTION AGRICOLE ET DES INSTALLATIONS AGRO-INDUSTRIELLES	10 - 15

LISTE DES FIGURES

Figure

- 1 - 1 SITUATION GENERALE
- 1 - 2 LIMITES ADMINISTRATIVES ET INFRASTRUCTURE
- 1 - 3 UNITES PHYSIOGRAPHIQUES
- 1 - 4 COUVERTURE PHOTOGRAPHIQUE ET CARTOGRAPHIQUE
- 2 - 1 CLASSIFICATION DES TERRES
- 2 - 2 RESEAU HYDROMETRIQUE
- 2 - 3 APPORTS DE LA KAYANGA A NIAPO
- 2 - 4 CARTE DE VEGETATION ET D'OCCUPATION DES TERRES
- 3 - 1 ASSOLEMENTS
- 3 - 2 PLAN DE SITUATION
- 3 - 3 SCHEMA DES OUVRAGES D'ALIMENTATION DU PERIMETRE (PHASE V)
- 3 - 4 VARIATION DE LA SURFACE CULTIVEE EN FONCTION DE LA
DISPONIBILITE EN EAU
- 3 - 5 SCHEMA D'AMENAGEMENT PAR PHASE
- 3 - 6 STATION DE POMPAGE PRINCIPALE DE LA RIVE DROITE
BILAN ENERGETIQUE, PHASE III, SAISON SECHE
- 3 - 7 STATION DE POMPAGE PRINCIPALE DE LA RIVE DROITE
BILAN ENERGETIQUE, PHASE III, SAISON HUMIDE
- 4 - 1 LA REGION DU RESERVOIR
- 4 - 2 BARRAGE DE NIANDOUBA; PROFIL TYPE ET DETAIL COURONNEMENT
- 4 - 3 BARRAGE DE NIANDOUBA; SITUATION DES OUVRAGES
- 4 - 4 BARRAGE DE NIANDOUBA; USINE VARIANTE 2
- 4 - 5 BARRAGE DU CONFLUENT; SITUATION
- 4 - 6 BARRAGE DE GARDE ET STATIONS DE POMPAGE PHASE II A V
SITUATION
- 4 - 7 STATION DE POMPAGE RIVE DROITE (PHASES II/III) $18.5 \text{ m}^3/\text{s}$
- 4 - 8 STATION DE POMPAGE PROVISoire $3,75 \text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE I)
- 4 - 9 UNITES TYPES D'IRRIGATION
- 4 - 10 PLAN D'AMENAGEMENT RIVE DROITE
- 4 - 11 PLAN D'AMENAGEMENT RIVE GAUCHE

L I S T E D E S F I G U R E S

Figure

- 4 - 12 CANAUX PRINCIPAUX ET SECONDAIRES; PROFILS TYPES
- 4 - 13 NIVEAUX DES EAUX DANS LA ZONE CENTRALE DE LA WAIMA
 ANNEES HUMIDES DE FREQUENCE 20 ET 50 ANS
- 5 - 1 INFRASTRUCTURE GENERALE
- 7 - 1 SOCIETE POUR L'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE;
 ORGANIGRAMME
- 7 - 2 ORGANISATION DU SERVICE DE VULGARISATION
- 7 - 3 ORGANISATION DES PETITS AGRICULTEURS

RESUME

Le Projet d'Aménagement du Bassin de l'Anambé doit être considéré dans l'optique des objectifs du Gouvernement et de sa politique visant à réduire la dépendance du Sénégal dans le domaine des importations de céréales et à développer l'économie rurale. Si l'on tient compte de l'importance actuelle des importations de denrées alimentaires face à la stagnation de la production agricole, la nécessité d'une telle orientation pour l'économie agricole est manifeste.

Situé en Haute Casamance, le Bassin de l'Anambé, qui s'étend sur 1 100 km², forme une dépression circulaire naturelle exceptionnelle, drainée vers le sud par l'Anambé, un cours d'eau non pérenne. L'Anambé est l'affluent le plus important du fleuve Kayanga en territoire sénégalais. La Kayanga prend sa source à l'est de la région du projet, aux pieds des monts du Fouta Djallon en Guinée et coule en direction du nord ouest, puis de l'ouest, reçoit l'Anambé sur sa droite avant de se diriger vers le sud pour entrer en Guinée Bissau.

- L'économie de la région est presque entièrement basée sur l'agriculture et l'élevage. La principale restriction à la production actuelle est l'eau, à savoir la courte saison de pluies et les pluies irrégulières. Sans le projet, les terres non exploitées susceptibles d'être cultivées avec les méthodes de cultures actuelles seront soumises à une pression croissante de la part de la population désirant les utiliser pour l'agriculture et l'élevage, conduisant à une migration rurale accrue et à un appauvrissement progressif du sol.

La zone à mettre en valeur couvre la moitié intérieure du bassin et comprend les terres identifiées comme étant les plus aptes à l'irrigation. La pluviométrie mise à part, elle possède un environnement favorable à un développement agricole intensif. Le climat permet la culture durant toute l'année et, avec une bonne exploitation, les sols sont capables de rendements élevés.

Alors que les autres ressources en eau de surface ou de sous-sol de la région sont insuffisantes, la Kayanga peut être exploitée pour la fourniture d'une eau d'excellente qualité destinée à l'irrigation de diverses sortes de cultures sur de grandes superficies du bassin. Les études agronomiques ont confirmé leur potentiel pour la production du riz, du maïs et du sorgho. En utilisant les moyens modernes, y compris l'eau d'irrigation, l'agriculture paysannale peut se dégager de son sous-emploi saisonnier et de sa dépendance des chutes de pluies irrégulières.

Etant donné que certaines des terres les plus aptes sont situées sur les sols lourds, éloignés des villages existants, l'aménagement se caractérise par un mélange flexible de fermes paysannales et d'unités d'exploitations mécanisées industrielles. Les terres lourdes destinées à la culture paysannale, seront initialement exploitées en culture mécanisée, puis transférées progressivement aux exploitants des petites propriétés. La répartition des terres et les assolements, au stade du plein développement, sont les suivants :

Assolements	Système d'exploitation	Superficie (ha nets)	Intensité de culture (moyenne) (%)
Riz - riz	Mécanisée	4 935 (30,3%)	175
Riz - riz	Ferme paysannale	7 210 (44,3%)	160
Riz - cultures diversifiées	Ferme paysannale	3 410 (21,0%)	160
Cultures diversifiées les deux saisons	Ferme paysannale	710 (4,4%)	160
		16 265 =====	moyenne 165 % =====

Le riz sera cultivé sur 96 % de la superficie cultivée en saison des pluies, et sur 75 % en saison sèche.

La Kayanga sera barrée par une digue homogène en terre compactée, située près du village de Niandouba et qui formera une retenue d'une capacité de 420 millions de m³ au niveau de retenue maximum. Les eaux d'irrigation fourniront de l'énergie électrique grâce à une centrale située au pied du

barrage, en utilisant la hauteur de chute disponible entre la retenue et le lit de la Kayanga.

Un second barrage sur la Kayanga, situé immédiatement en aval de son confluent avec l'Anambé, refoulera dans l'Anambé les eaux provenant des lâchers du barrage de Niandouba vers deux stations de pompage principales placées à 2 à 3 km au sud de la ville de Kounkané. Ces stations de pompage sont implantées à chaque extrémité d'un troisième barrage qui, en barrant le chenal de l'Anambé, protège le bassin contre les inondations et aide à maintenir le plan d'eau nécessaire à l'alimentation des pompes. Une des stations de pompage fonctionnera à l'électricité fournie par le barrage de Niandouba, tandis que la seconde sera entraînée par des moteurs diesel.

Les deux stations de pompage principales alimentent indépendamment les réseaux d'irrigation situés de part et d'autre du Bassin de l'Anambé. Le réseau de distribution est constitué de canaux principaux bétonnés et de canaux secondaires et tertiaires en terre. La distribution à la parcelle vers les bassins ou les raies se fait au moyen de rigoles en terre.

Les autres éléments du plan d'aménagement comprennent la construction d'un réseau de pistes, les installations de recherche en technologie appliquée, les rizeries, l'usine de traitement des semences, une ferme d'élevage de bétail et de volaille, et les services d'assistance et de vulgarisation aux agriculteurs.

Le programme d'aménagement agricole s'effectuera en cinq phases, de 1980 à 1996. La première phase sert de périmètre pilote mettant en valeur une superficie de 1 420 ha sur la rive droite de l'Anambé et près du village d'Anambé. Les ouvrages qui devront être construits pour cette première phase comprennent le barrage du confluent et une station de pompage provisoire. La phase pilote permettra de tirer des conclusions et fournira les directives pour l'aménagement à une plus grande échelle des phases ultérieures. La première récolte de saison sèche sera faite en 1982. La période de construction la plus importante se situe au cours de la phase II et s'étend de 1984 à 1987 ; la construction comprend les ouvrages de retenue

principaux, les ouvrages de protection contre les inondations et la station de pompage principale pour le périmètre de la rive droite. La construction du réseau d'irrigation du périmètre de la rive gauche débutera en 1987. Entre 1985 et 1995, la superficie sera mise en valeur à une cadence plus ou moins régulière, soit en moyenne 1 350 ha nets par an.

Les investissements de tous les ouvrages et équipements sont estimés à 40,3 milliards de FCFA (1 milliard = 1 000 millions) comprenant 19,8 milliards de FCFA (49 %) en devises étrangères. L'investissement pour la construction de la première phase est de 3,6 milliards de FCFA en termes mi-1979 ou 4,7 milliards de FCFA si l'on tient compte de l'inflation.

Les principaux bénéficiaires directs du projet, au stade du plein développement seront la production annuelle de 102 000 tonnes brutes de céréales, dont 88 500 tonnes de riz paddy, 7 000 tonnes de sorgho et 6 500 tonnes de maïs. Cette production satisfera les besoins des agriculteurs locaux et permettra de mettre sur le marché un surplus de 50 000 tonnes de riz traité, plus de 9 000 tonnes de maïs et de sorgho et 4 400 têtes de bétail engraisé. Un meilleur réseau routier et une meilleure alimentation en eau sont aussi des bénéficiaires directs du projet. Les bénéficiaires secondaires, quant à eux, consistent en une augmentation des possibilités d'emploi pour du personnel qualifié et de la main d'oeuvre non qualifiée, ainsi que l'économie de devises étrangères.

Les petits exploitants, recrutés essentiellement parmi la population du bassin, seront les principaux bénéficiaires du projet. Le revenu annuel par tête, comprenant la valeur imputée à la consommation du ménage, sera approximativement doublée, déduction faite des dettes et des charges d'eau, ces dernières couvrant tous les frais de fonctionnement et d'entretien du projet.

Le taux interne de rentabilité du projet est de 6 %. Ce taux est plutôt modeste et n'atteint pas le niveau qui est normalement considéré comme acceptable pour des projets d'investissement dans le secteur public.

faible !

Ce taux peut s'expliquer par les facteurs suivants:

- le taux de change actuel entre monnaie locale et monnaie étrangère
- la préférence du consommateur pour le riz brisé
- la distance entre la région du projet et les centres de consommation
- l'absence de toute infrastructure physique et économique existante.

Toutefois, ces facteurs sont également valables pour les autres régions du Sénégal qui pourraient produire du riz et l'on retrouve des résultats comparables pour des projets de même taille et nature. Ce taux modeste découle également de l'approche circonspecte que l'on doit adopter en planifiant le développement d'une agriculture moderne à grande échelle dans une région relativement éloignée et où la culture intensive est inconnue. Cette approche conduit nécessairement à des estimations prudentes des coûts et bénéfices.

Une bonne rentabilité est l'un des objectifs visés lors de l'établissement d'un projet, mais d'autres facteurs bien aussi importants méritent d'être pris en considération. Le projet de l'Anambé peut efficacement aider le Sénégal à devenir autosuffisant dans le domaine de la production de céréales. Ceci est d'autant plus important que le pays est de plus en plus exposé aux prix instables du marché mondial.

Le développement proposé représente la façon la plus efficace d'utilisation des eaux de la Kayanga aux fins de production agricole et forme l'élément clé d'un développement intégré du bassin de l'Anambé. Il sera le point de départ pour un développement économique plus généralisé. Il va créer maintes emplois dans la région et va aider à développer et stabiliser l'économie rurale. Sous cette optique l'exécution rapide de la première tranche du projet est dès lors fortement recommandée et permettra d'appliquer au mieux les expériences faites à l'exécution des phases futures.

1. INTRODUCTION

1. INTRODUCTION

1.1 Le secteur agricole

1.1.1 Généralités

En dépit de la pauvreté des sols et de l'irrégularité des précipitations, l'agriculture est la partie essentielle de l'économie du Sénégal. Elle assure les moyens d'existence d'environ 70% de la population, environ un tiers de la production nationale brute (PNB) et environ la moitié des exportations. L'agriculture continuera à être la principale source d'emplois dans un avenir prévisible.

L'économie agricole est dominée par les petites fermes familiales de moins de 10 ha produisant des céréales, principalement du mil pour la consommation, et des arachides destinées à la fabrication de l'huile en tant que culture commerciale. En 1975, le revenu agricole moyen par tête s'est établi à 31.000 FCFA.

1.1.2 Plans et objectifs nationaux

Depuis l'indépendance, les principaux objectifs du secteur agricole ont été:

- développer le mouvement coopératif en tant que moyen apte à intéresser la population rurale au développement économique
- diversifier les importations
- augmenter la production de denrées alimentaires domestiques
- augmenter le revenu agricole

Les résultats de ce secteur en regard des buts fixés ont été moyens. Les arachides de bouche, la fibre de coton et la pêche ont augmenté, mais la production d'arachides pour l'huile continue à dominer les exportations de produits agricoles. Dans la dernière décade la production de cultures vivrières a subi des fluctuations de marché sensibles, quoique malgré tout en légère augmentation. Ni les productions, ni l'élevage

n'ont pu répondre jusqu'ici à la demande et les revenus agricoles ont également subi de fortes fluctuations. Les coopératives se sont généralement avérées trop petites pour fournir la gamme de services demandés et pour atteindre l'indépendance financière désirable.

Tout en gardant les mêmes objectifs de base, les agences régionales semi-autonomes sont devenues de plus en plus responsables de leurs réalisations. Elles sont chargées de la coordination, du contrôle et de l'exécution des projets dans leur région.

Les programmes du Plan Gouvernemental destinés à soutenir ses objectifs comprennent :

- l'augmentation de la production d'arachides et de mil, spécialement dans le Bassin Arachidier.
- l'augmentation de la production du riz et du coton dans les régions de la Casamance et du Sénégal Oriental, qui bénéficient d'une pluviométrie plus élevée
- le développement du potentiel irrigable du fleuve Sénégal
- les projets de réinstallation dans le Sénégal Oriental

1.1.3 Plan de mise en valeur régionale

Grâce à ses précipitations annuelles relativement élevées, ainsi qu'à son état de relatif sous-développement qui créent les conditions d'un potentiel élevé pour une croissance de la production agricole, la Casamance est appelée à jouer un rôle de plus en plus important dans le Programme Gouvernemental visant à l'augmentation des productions vivrières. Pour coordonner les opérations de ce développement, le Gouvernement a créé une société de mise en valeur régionale, la SOMIVAC, basée à Ziguinchor.

Des 48 milliards de FCFA (1 milliard = 1 000 millions) alloués par 5ème plan quadriennale (1977-1987) au secteur agricole, 13 milliards de FCFA, soit 27% du total ont été attribués à la Casamance, région comptant 17% de la population rurale. La majeure partie devait être investie pour

des cultures irriguées, en particulier le riz, de sorte qu'en 1981 la Casamance serait devenue le principal producteur de riz, coton et maïs, fournissant respectivement 51 %, 44 %, et 30 % de la production nationale. En Basse Casamance, les cultures devaient se faire sur des terres protégées par des barrages anti-sel, en Moyenne Casamance par la mise en valeur de petites vallées, au moyen de structures de contrôle de l'eau simplifiées, et en Haute Casamance par le projet de l'Anambé. Des revers se sont produits récemment en Moyenne Casamance, ceci dû en partie à une série d'années de sécheresse. En Basse Casamance, il y a d'importants problèmes techniques à résoudre, surtout sur les terres à mangroves. La Haute Casamance, n'ayant pas de problèmes de sols salins, offrant de meilleures possibilités de ressources en eau, apparaît dès lors être une région favorable à un développement.

Le Plan Directeur du Développement Rural pour la Casamance (SOMIVAC, septembre 1978) propose que dans la Basse Casamance les efforts soient dirigés vers une intensification des cultures d'hivernage en zones non salines et que la Moyenne Casamance poursuive l'aménagement des petites vallées. En Haute Casamance le développement a été entrepris par la SODAGRI et la SODEFITEX du fait que la SOMIVAC n'a pas été active dans cette région (voir paragraphe 2.7 ci-après).

1.2 Demande et approvisionnement en céréales

1.2.1 Le rôle des céréales

Actuellement, l'emploi des céréales dans l'alimentation du bétail ou dans l'industrie de transformation est insignifiant. Au Sénégal, les céréales servent presque exclusivement à satisfaire les besoins alimentaires de la population.

Le riz est l'aliment de base des populations urbaines et des populations rurales de certaines régions, particulièrement en Basse Casamance. Les consommateurs en général, qu'ils soient urbains ou ruraux, montrent une préférence pour le riz. Ils apprécient également le blé sous forme de farine pour la préparation du pain.

Comparée aux autres céréales, la consommation du maïs est faible et son importance dans l'alimentation des citadins est très réduite. Le maïs a cependant sa place dans la cuisine traditionnelle et sa consommation est en augmentation, en fonction de sa disponibilité. Grâce au développement de la culture à traction animale et à l'application d'engrais chimiques, des progrès significatifs ont été réalisés dans la production du riz, surtout dans le Sine-Saloum, en Casamance et au Sénégal Oriental.

Le mil et le sorgho sont les céréales dont la consommation est la plus importante, en particulier dans les régions rurales où elles sont à la base de l'alimentation traditionnelle. A part deux moulins à blé et maïs situés à Dakar, la production céréalière au Sénégal n'a pas encore atteint un niveau de production où elle pourrait alimenter une industrie minotière importante.

1.2.2 Production et consommation de céréales

Les statistiques de la production et de la consommation de céréales pour la période de 1960 à 1975 sont données dans le tableau 1-1

Si l'on tient compte de l'aide alimentaire, les importations de ces dernières années ont atteint en moyenne 30 % environ du volume total de la consommation de céréales dans leur ensemble. Le riz représente environ 60% des céréales importées - voir tableau ci-dessous:

Tableau 1-2 CEREALES IMPORTEES DE 1961 à 1974 (tonnes)

	1961-65	1966-70	1971-74
Blé	40 625	59 313	91 840
Mais	13 922	16 372	30 403
Riz blanc	138 481	152 605	181 086
Mil/sorgho	16 535	9 759	22 325
Autres	3 110	10 032	19 317
Total	212 673	248 081	344 971

Tableau 1-1 PRODUCTION ET CONSOMMATION DE CEREALES AU SENEGAL (1 000 tonnes)

Année	Mil et sorgho		R i z		M a ï s		Blé	Divers	T O T A L	
	Produc- tion	Consom- mation	Produc- tion	Consom- mation	Produc- tion	Consom- mation	Consom- mation	Consom- mation	Produc- tion	Consom- mation
1960	392,4		81,5		27,2				501,1	
1961	406,5	398,9	83,8	157,6	28,3	36,7	52,7	4,5	518,6	651,4
1962	424,1	424,7	90,4	172,8	26,6	40,2	32,7	2,3	541,1	672,8
1963	478,4	460,7	105,8	157,2	26,6	47,0	45,2	3,7	610,8	713,9
1964	531,8	512,1	108,8	256,2	37,2	40,4	38,1	2,7	677,8	849,6
1965	554,1	559,8	125,2	254,8	40,8	54,7	34,3	2,3	720,1	905,9
1966	423,2	524,5	125,2	241,7	41,8	51,0	51,0	11,2	590,2	879,5
1967	654,9	484,4	134,5	239,4	56,8	65,5	52,4	4,4	846,2	846,2
1968	450,0	606,7	58,8	264,0	25,3	84,3	40,0	3,2	534,1	998,2
1969	634,8	535,0	140,8	201,3	48,8	72,4	69,1	25,2	824,4	903,1
1970	400,9	576,5	98,7	212,8	38,7	51,3	84,0	6,1	538,3	930,7
1971	528,7	476,6	108,2	251,1	38,5	71,5	105,4	6,3	675,4	910,9
1972	322,9	528,2	43,6	230,4	20,2	44,3	95,2	4,2	386,7	902,3
1973	510,8	411,2	64,3	221,2	33,8	77,9	105,4	51,4	618,9	867,1
1974	777,0	560,6	117,0	226,4	43,2	71,4	61,4	15,4	937,2	935,2
1975	630,0		144,0		45,2				819,2	

Source: Actions Planifières de Production Céréalière,
Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique,
Décembre 1976

Source : SONED, Etude sur la commercialisation et le stockage des céréales au Sénégal, 1977.

La demande en graines alimentaires s'accroît d'environ 3% par an, et en termes de grains non transformés, atteindrait en 1990, 2 millions de tonnes. La production pluviale y contribuerait pour 1 million de tonnes environ. Donc, à moins qu'il n'y ait une augmentation dans la production des céréales irriguées, les importations s'élèveront plus rapidement que la demande, augmentant ainsi le poids déjà important qu'elles représentent dans la balance des paiements. Même en supposant un taux de développement raisonnable de la production en Casamance, au Sénégal Oriental et dans la région du fleuve Sénégal, on ne peut pas s'attendre à ce que le volume des importations diminue avant 1990. En termes de grains non transformés, on prévoit qu'en 1990 le trou des importations atteindra 0,5 million de tonnes.

Pour le riz seul, un résumé de la demande, de la production et le résultat de la balance du commerce pour la région de l'Afrique de l'Ouest est indiqué au tableau 1-3. Le volume estimé des importations en 1990, qui est de 193 000 tonnes équivaut à environ 60% des 0,5 million de tonnes en grains non transformés. Par conséquent, on s'attend à ce que la part du riz, dans les importations de graines alimentaires, reste à son niveau historique.

La valeur des importations de riz entre 1972 et 1975 s'élève en moyenne à 9,5 milliards de FCFA et représente le 25% du déficit du marché et 75% du déficit de la balance commerciale totale.

1.3 La région du projet

1.3.1 Situation et étendue

La Casamance a été présentée ci-dessus comme une région ayant un important potentiel pour la production agricole. A l'intérieur de la Casamance, le Bassin de l'Anambé a été identifié depuis longtemps comme un des sites les plus prometteurs pour la culture du riz sur une grande échelle. Le Bassin de l'Anambé se situe en Haute Casamance et son centre se trouve à environ 13°00' de latitude nord et 14°08' de longitude ouest (figure 1-1). Le Bassin couvre une superficie de 110 000 ha et est le bassin versant de la rivière Anambé

ANNEXE. DISPONIBILITE ET BALANCE COMMERCIALE DU RIZ DANS LES PAYS MEMBRE DE ADRAO (1 000 tonnes)
 1975 a 1980

Tableau 1-3 DEMANDE, DISPONIBILITE ET BALANCE COMMERCIALE DU RIZ DANS LES PAYS MEMBRE DE ADRAO^{h)}
(1 000 tonnes)

Pays	1 9 7 5 ^a			1 9 8 0			1 9 9 0		
	Demande ^b	Disponi- bilité ^c	Balance commerciale ^d	Demande	Disponi- bilité	Balance commerciale ^d	Demande	Disponi- bilité	Balance commerciale ^d
Bénin	10,0	4,7	5,3	15,6	5,6 ^e	10,0	23,1	23,1 ^f	0,0 ^f
Gambie	39,0	21,9	17,1	47,7	28,0	19,7	67,9	50,0	17,9
Ghana	56,8	56,8	0,0	84,7	84,7 ^f	0,0 ^f	117,2	117,2 ^f	0,0 ^f
Côte d'Ivoire	206,0	204,0	2,0	378,8	293,0	85,8	613,6	394,0	219,6
Liberia	174,0	143,0	31,0	197,7	156,0	41,7	256,4	224,0	32,4
Mali	99,0	79,0	20,0	131,9	171,0	- 39,1	215,2	291,0	- 75,8
Mauritanie	13,2	2,2	11,0	31,3	6,7	24,6	47,2	35,0	12,2
Niger	25,8	17,2	8,6	26,8	24,0	2,8	52,1	41,4	10,7
Nigeria	304,7	299,7	5,0	400,1	400,1 ^f	0,0 ^f	689,9	689,9 ^f	0,0 ^f
Sénégal	245,0	121,2	123,8	277,0	102,0	175,0	404,3	211,3	193,0
Sierra Leone	330,8	332,3	- 1,5	387,7	388,0	- 0,3	496,3	541,0	- 44,7
Togo	7,0	6,0	1,0	13,0	8,8 ^e	2,5	15,3	15,3 ^f	0,0 ^f
Haute-Volta	27,3	17,6	9,7	33,8	26,3	7,5	54,3	53,7	0,6
Total ADRAO ^g	1 538,6	1 305,6	233,0	2 024,4	1 694,2	330,2	3 052,8	2 725,6	365,9

Notes:

- a) Source: Tableau 4: "Commerce régional potentiel du riz en Afrique de l'Ouest", ADRAO/77/STC 7/9, Septembre 1977
- b) Demande nette, calculée, comme la quantité de riz décortiqué équivalente à la production de paddy réduite des semences et des pertes, moins les augmentations de stock et plus les importations nettes
- c) Demande nette, moins les importations nettes
- d) Balance commerciale définie comme la différence entre la demande et la disponibilité
- e) Estimations pour 1980 basées sur les productions récentes
- f) En l'absence d'estimations pour la disponibilité, celle-ci est admise égale à la demande; la balance commerciale est alors égale à zéro
- g) Non compris Guinée et Guinée Bissau
- h) ADRAO = Association pour le Développement de la Riziculture en Afrique de l'Ouest

qui coule vers le sud pour se jeter dans la Kayanga à 10 km environ au sud de la petite ville de Kounkané. Cette étude concerne la mise en valeur agricole de 54 000 hectares de la partie centrale du bassin. Cette superficie est délimitée par la route de Vélingara-Kandia-Kolda au nord, la route principale de Vélingara-Téyéï-Kounkané-Kolda à l'est et au sud et par approximativement la courbe de niveau de 55 m IGN à l'ouest, passant par les villages de Saré Bourto, Kossanké et Saré Mardi (indiqués aux figures 1-1 et 1-2). Des études ont aussi été effectuées dans la région du barrage et dans la vallée de la Kayanga en aval de sa confluence avec l'Anambé. Ces deux zones sont aussi concernées par la mise en valeur agricole proposée.

Sauf la partie ouest, qui est dans le département de Kolda, le Bassin de l'Anambé est situé dans le département de Vélingara. La zone du futur barrage se trouve entièrement dans le département de Vélingara. (figure 1-2).

1.3.2 Communications

Depuis Dakar on atteint la région du projet en passant par Kaolack et Tambacounda par 565 km de routes goudronnées (N1 et N6) dont la plus grande partie a été terminée ces deux dernières années. La N6 relie Vélingara à Kolda et Ziguinchor. Ziguinchor est un port secondaire dont l'accès n'est pas possible aux très grands bateaux. Le port de Dakar est desservi par des lignes Européennes régulières et peut transiter tout le matériel nécessaire au projet. La station de chemin de fer la plus proche de Vélingara est à Tambacounda qui se trouve sur une ligne à voies étroites reliant Dakar à Bamako, au Mali. Il y a une ligne téléphonique reliant Dakar à Kolda, mais on ne peut pas compter sur elle. Air Sénégal effectue un service quotidien avec Ziguinchor et il y a plusieurs vols hebdomadaires pour Tambacounda. Il n'y a pas de terrain d'atterrissage entretenu dans le département de Vélingara.

1.3.3 Topographie et cartographie

Le relief général de la Haute Casamance présente un aspect très plat, coupé seulement par les vallées des fleuves, notamment la Gambie au nord, le Koulountou à l'est et la Kayanga au sud.

Le Bassin de l'Anambé présente la caractéristique topographique la plus

curieuse de la région. C'est une vaste dépression de forme à peu près circulaire ayant une seule issue, l'Anambé, qui coule en direction du sud pour se jeter dans la Kayanga. Les lits de l'Anambé et de la Kayanga ont un cours plat, ils sont encombrés de végétation et ont une faible capacité de débit.

Le ruissellement venant de la plus haute partie du Bassin versant, à 70-80 m, est concentré et dirigé vers la partie la plus basse par une série de vallées radiales peu profondes, ayant des lits mal définis, des dénivellations très plates et des débits très irréguliers. Le ruissellement provenant des zones du plateau sablonneux en dessus de 30 m d'altitude environ, qui couvrent presque les deux-tiers du Bassin, descend sur les terrasses alluvionnaires qui forment une vaste ceinture autour de la plaine centrale d'inondation (figure 1-3). Les terrasses alluvionnaires sont plates avec des pentes moyennes de 1 à 2 pour mille et presque entièrement non cultivées. Le ruissellement s'écoule donc très lentement dans cette zone remplissant plusieurs dépressions locales jusqu'à un mètre ou plus pendant une période, allant jusqu'à trois mois, suivant leur situation et la pluviométrie. Les terrasses alluvionnaires sont la zone qui présente le plus d'intérêt pour l'agriculture irriguée et constituent environ le quart du Bassin et la moitié de la zone de développement agricole.

Le centre du Bassin forme une plaine en dessous de 22 m qui, sauf en années de sécheresse, est sujette aux inondations saisonnières par accumulation du ruissellement de surface. Le débit de l'Anambé est freiné par le haut niveau de l'eau dans la Kayanga, et il peut même se produire que le courant soit inversé et reflue dans l'Anambé.

Les photographies aériennes du périmètre où se déroule les études et celles de la région de la retenue du barrage ont été réalisées respectivement à l'échelle de 1 : 25 000 et de 1 : 40 000 en 1978. Les cartes topographiques du périmètre ont été établies à 1 : 10 000 avec 1 mètre d'intervalle entre les courbes de niveau et celles de la région du barrage à 1 : 25 000 avec 2 mètres d'intervalle entre les courbes de niveau (figure 1-4). Ces cartes sont les seules existant à une échelle aussi détaillée.

1.3.4 Economie

L'économie de la région du projet est presque entièrement basée sur l'agriculture

et l'élevage de subsistance. La plus grande ville est Vélingara qui compte 9 000 habitants, suivie de Kounkané avec environ 1 640 habitants. Les villages les plus importants, tels que Kabendou, Médina Cherif et Diaobé dans le sud et Kandia au nord ont eux environ 500 habitants chacun. La principale industrie qui est l'usine d'égrenage du coton de la SODEFITEX, se trouve à Vélingara où se tient aussi le plus grand marché. D'autres marchés moins importants ont lieu à Kounkané et à Diaobé.

1.4 La SODAGRI

La SODAGRI (Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal) a été créée en 1974 en société mixte dont le capital social a été réparti entre le Gouvernement et des porteurs privés. La majorité et le contrôle appartiennent maintenant au Gouvernement dont les parts propres et le capital souscrit par l'ONCAD et la Caisse de Péréquation et de Stabilisation des Prix représentent le 79 % du capital social qui est de 120 millions de FCFA. Les parts restantes sont détenues par la BNDS.

Les objectifs assignés à la Sodagri par le Gouvernement ont toujours été et demeurent l'identification des régions à potentiel rizicole, les études de factibilité et l'exécution des projets et leur fonctionnement. Pour atteindre ces buts, la SODAGRI a :

- identifié le Bassin de l'Anambé en tant que région ayant un potentiel particulièrement intéressant
- effectué des études de pré-factibilité (SODAGRI, 1977)
- démarré la planification et l'implantation de 3 programmes dans le Bassin de l'Anambé et ses environs immédiats (voir paragraphe 2.7.4)
- commencé et coordonné les études de factibilité et les projets détaillés du développement de l'agriculture irriguée dans le Bassin de l'Anambé.

Le Conseil d'Administration de la SODAGRI est responsable vis-à-vis du Ministère du Développement Rural. Son siège est actuellement à Dakar. Le Bureau local de Vélingara, dirigé par un chef de projet est responsable des activités de la SODAGRI dans le Bassin de l'Anambé et la vallée de la Kayanga.

1.5 Etudes préliminaires

Durant les 20 dernières années, le Bassin de l'Anambé a été l'objet de trois études effectuées par GERCA, SERDA et SODAGRI.

GERCA (Groupement d'Etudes Rurales en Casamance) a effectué en 1962/63 des études portant sur l'agronomie, la démographie et la socio-économie. Un petit périmètre pilote a été mis en oeuvre en même temps à Kounkané et une campagne de collecte de données hydrologiques a été entreprise. Cette étude proposait la mise en valeur de petits affluents périphériques en contrôlant leurs cours d'eau, en améliorant l'évacuation des crûes et en distribuant le débit vers un réseau d'irrigation destiné à apporter un complément d'eau en saison des pluies. En aménageant la capacité d'écoulement de l'exutoire de l'Anambé et au moyen de digues de protection des rizières on devait aboutir à une diminution des inondations. L'étude mettait l'accent sur la nécessité de collecter de plus amples renseignements, sur l'établissement d'une ferme pilote afin de tester les pratiques culturales et le développement de nouvelles méthodes, et sur la nécessité de démarrer l'aménagement par un seul bassin secondaire.

L'étude de 1976 de SERDA n'a pas apporté de nouvelles données et il ne semble pas que des investigations sur le terrain aient été effectuées. Cette étude proposait une accumulation au centre du Bassin, entouré par une digue assurant le stockage et la protection contre les crûes. Une série de digues de contour de protection de 2 m de hauteur sur les terrasses alluvionnaires devaient compléter l'approvisionnement en eau en retenant le ruissellement de surface. La mise en valeur des terres hautes par l'aménagement des petits affluents, tel que le prévoyait l'étude GERCA a aussi été reprise. La surface totale irriguée était estimée à 22 500 ha.

L'étude la plus récente est l'étude SENERIZ effectuée par la SODAGRI et terminée en 1978. L'étude comprenait des recherches topographiques, pédologiques et sociologiques. La mise en valeur du Bassin de l'Anambé prévoyait la culture mécanisée du riz sur 25 000 ha de terrasses alluvionnaires ainsi que les ouvrages d'irrigation et de drainage nécessaires. La fourniture d'eau permettant une double culture était assurée par le stockage de l'écoulement

de la Kayanga derrière un barrage et envoyée dans le Bassin au moyen d'une station de pompage et d'ouvrages de transport de l'eau appropriés. L'intensification des cultures en saison des pluies sur les terres entourant le périmètre irrigué devait augmenter la production de céréales. Le périmètre était pourvu d'un complexe agro-industriel pour la transformation des céréales et l'engraissement du bétail.

1.6 But et aspect de l'étude actuelle

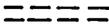
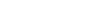
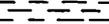
L'étude de factibilité présentée dans ce rapport a été effectuée dans le cadre du Marché d'Etudes No C/143/FM passé entre le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique représenté par la SODAGRI agissant en tant qu'agence exécutante et Electrowatt Ingénieurs Conseils SA à Zurich, daté du 1er août 1978.

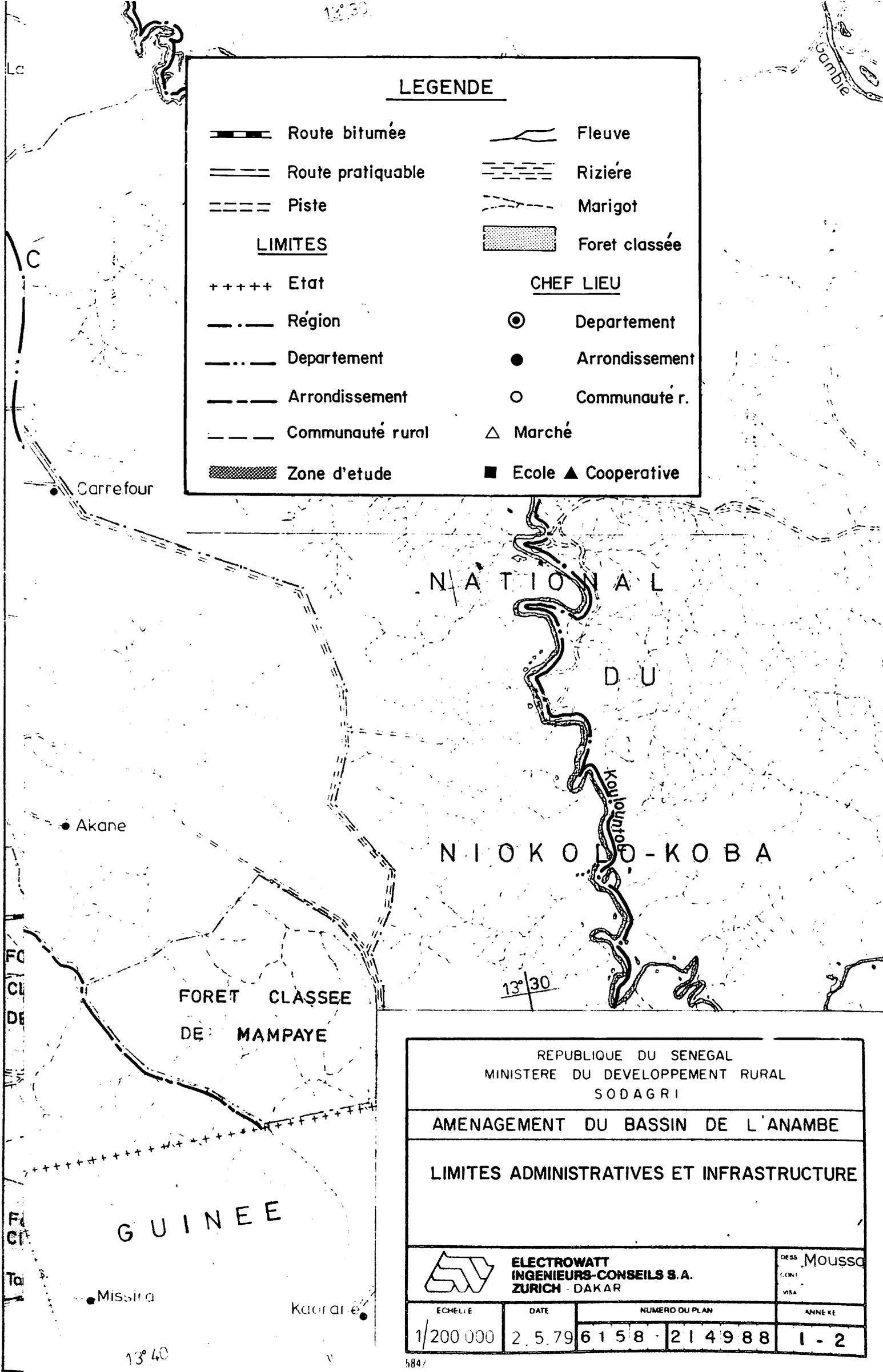
Le Marché stipule que le Consultant devra réviser et pousser plus avant les études de factibilité antérieures (études SENERIZ) et en particulier :

- installer et faire fonctionner une ferme pilote
- collecter et analyser les données de base et faire la planification du projet au niveau de la factibilité et de l'étude préliminaire
- effectuer le projet détaillé et la préparation des documents de soumission

Ces études ont commencé en août 1978.

LEGENDE

-  Route bitumée
-  Route praticable
-  Piste
-  **LIMITES**
-  Etat
-  Région
-  Département
-  Arrondissement
-  Communauté rural
-  Zone d'étude
-  Fleuve
-  Rizière
-  Marigot
-  Forêt classée
- CHEF LIEU**
-  Département
-  Arrondissement
-  Communauté r.
-  Marché
-  Ecole
-  Cooperative



REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
LIMITES ADMINISTRATIVES ET INFRASTRUCTURE			
		ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR	
ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN	ANNEE
1/200 000	2.5.79	6158 - 214988	1 - 2

LEGENDE



ZONE CENTRALE D'INONDATION (LAC DE WAIMA)



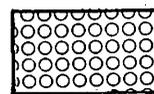
TERRASSES INFERIEURES



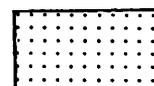
TERRASSES SUPERIEURES



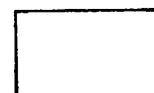
PENTES SABLEUSES



PLATEAUX



VALLES PERIPHERIQUES



RIVIERE ANAMBE ET MARIGOTS TRIBUTAIRES



LIMITE DE LA ZONE D'ETUDE

REPUBLICQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
UNITES PHYSIOGRAPHIQUES			
	ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR		DESS Moussa CONT VISA
	ECHELLE 1:100.000	DATE MAI 80	NUMERO DU PLAN 6158 - 211389

13°30

Gambie

LEGENDE

ROUTES

Bitumée

Pratiquable

Piste

Limite des photos aeriennes 1: 25000

Limite des photos aeriennes 1: 40000

Repartition des cartes orthophotos 1: 10000

Repartition des cartes orthophotos 1: 25000

Fleuve

Rizière

Marigot

Foret classée

(Prises de vue : Décembre 1978)

Carrefour

Akane

FORET CLASSEE
DE MAMPAYE

GUINEE

Missira

Kaorane

NATIONAL

DU

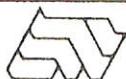
N I O K O D O - K O B A

13°30

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

COUVERTURE PHOTOGRAPHIQUE ET
CARTOGRAPHIQUE



ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR

DESS MOUSSA
CONT
VISA

ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN		ANNEXE
1/200 000	MAI. 80	6 1 5 8	2 0 9 0 1 7	1 - 4

Cartes ont été réalisées aussi en 1954
échelles: 1:50000 et 1:40000 par I.G.N.

2. LA REGION DU PROJET

2. LA REGION DU PROJET

2.1 Le climat /

Le climat de la région du projet est caractérisé par une saison des pluies allant de la mi-juin à la mi-octobre, suivie par une saison sèche d'environ 8 mois. La moyenne des précipitations annuelles à Vélingara dans le nord de la zone est de 1 063 mm et d'environ 100 mm de plus dans le sud. La moyenne des températures mensuelles varie entre 24⁰ et 32⁰ avec les maximums atteints en mai et les minimums en janvier. Les vents sont faibles à modérés tout au long de l'année.

Avec l'objectif d'un plan d'aménagement pour une agriculture irriguée, les paramètres essentiels du climat sont la température, l'insolation, les précipitations et l'évapotranspiration potentielle. Cette dernière correspond aux besoins en eau pour l'évaporation et la transpiration de terre qui a une couverture végétale maximum et une humidité du sol suffisante pour satisfaire tous les besoins de croissance des plantes.

Le résumé des paramètres estimés pour le Bassin de l'Anambé est donné au tableau 2-1. Les incidences de ces paramètres sur le projet d'aménagement sont les suivantes :

- sans irrigation, la culture ne peut être pratiquée que pendant la courte saison des pluies. Il est à remarquer que les observations des précipitations journalières décrites dans le Rapport 2 montrent qu'une année sur deux environ, il y avait pendant l'hivernage des périodes sans pluies d'une durée assez longue pour compromettre les récoltes.
- avec un approvisionnement correct en eau d'irrigation, il n'y a pas de restriction climatique significative pour réaliser la pérennité des cultures irriguées profitables. Bien que des températures minimales journalières modérément fraîches enregistrées en janvier empêchent la culture de variétés tropicales de riz, les rendements

Tableau 2-1 : DONNEES CLIMATOLOGIQUES

	Années de réf.	Station de réf.	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Année
1. Températures moyennes (°C)															
1.1	51 - 76	Kolda	34,6	37,3	39,6	40,3	39,6	35,8	32,1	31,1	31,6	33	34,2	33,3	
1.2	51 - 76	Kolda	13	16	18,9	21,2	23	24	22,9	22,7	22,5	22,3	18,9	14	
1.3	51 - 76	Kolda	23,8	26,7	29,2	30,7	31,3	29,9	27,5	26,9	27	27,6	26,6	23,7	27,6
1.4	72 - 77	Bassé	27,1	29,3	32,5	35,6	37,0	34,1	31	29,6	29,7	31	30,5	27,5	31,2
1.5	72 - 77	Bassé	29,3	30,4	32,6	35,0	36,7	35,3	33,2	34,7	31,1	32,3	32,3	30,1	32,5
2. Insolation (heures/mois)															
Durée moyenne															
	51 - 76	Kolda	270,3	257,9	291,9	288,3	284,6	236,7	211,1	181,2	180,5	226,3	244,1	245,2	264
3. Humidité relative (%)															
3.1	51 - 76	Kolda	88,6	82,3	81,6	80,6	83,3	91,5	96,8	97,5	97,5	97,9	97,8	94,8	90,9
3.2	51 - 76	Kolda	18,4	16,8	17,1	20,1	28,8	46,8	61,9	68,1	66,2	59,1	40,4	25,3	39,1
3.3	51 - 76	Kolda	53,5	49,5	49,4	50,4	56	69,2	79,4	81,8	81,9	78,5	69,1	60	65
4. Vent (m/s)															
Moyenne															
	72 - 77	Bassé	1,5	2,2	2,2	2,3	2,6	2,6	2,1	1,9	1,5	1,3	1,4	1,6	2,0
5. Précipitations (mm)															
5.1	32 - 77	Vélingara	-	-	-	3	24	132	218	314	276	90	6	-	1063
5.2	32 - 77	Vélingara	-	-	-	-	2	78	154	239	203	42	-	-	863
6. Evaporation (mm)															
6.1 Bac class A															
	77 - 78	Bassé	167	193	257	279	285	222	214	198	192	167	138	121	2439
6.2 Surface d'eau libre, Eo															
	-	Calculé ⁽¹⁾	161	164	200	217	238	201	167	123	116	150	152	156	2035
7. Evapotranspiration potentielle (mm)															
ETo zone projet															
	-	Calculé ⁽¹⁾	140	143	174	189	198	183	152	112	105	136	132	136	1800
8. Déficit ou excédent d'eau (mm)															
8.1 Moyenne (5.1 - 7)															
	-		(140)	(143)	(174)	(186)	(174)	(51)	66	202	271	(46)	(126)	(136)	(737)
8.2 Probabilité 80 % (5.2 - 7)															
	-		(140)	(143)	(174)	(189)	(196)	(105)	2	127	98	(94)	(132)	(130)	(937)

Remarque (1) : Voir rapport agronomique, tableau 6-5

n'en seront pas affectés et l'allongement de la période de végétation des cultures ne sera pas suffisante pour gêner la pratique de la double culture. Pareillement, l'insolation modérée pendant la seconde moitié de la saison des pluies gêne la croissance des plantes, mais ce problème a été résolu dans le passé par l'introduction de variétés mieux adaptées, Grâce au réseau d'irrigation la sélection des meilleures variétés sera mise en évidence.

En résumé, à part des contraintes d'eau, les facteurs climatiques critiques favorisent la pratique d'une agriculture pérenne. Les facteurs de moindre importance sont également favorables: il n'y a pas de risque de gelée et des dommages causés par des vents ou des pluies torrentielles sont si rares qu'ils ont des conséquences négligeables sur l'économie agricole.

2.2 Ressources en terres

2.2.1 Introduction

Une superficie d'environ 54 000 ha située dans la partie centrale du Bassin de l'Anambé a été étudiée pour apprécier l'aptitude des terres à supporter des cultures permanentes irriguées. Le système de classification de sol et de terre utilisé reflète directement les objectifs nationaux qui sont d'accroître la production du riz.

Les principaux facteurs étudiés sont les sols, la topographie et le drainage. Les autres facteurs tels que le microrelief, la végétation naturelle et l'occupation actuelle des sols ont aussi été examinés. Les caractéristiques principales de l'étude sont une étude pédologique semi-détaillée, avec en moyenne une observation sur 62 ha et une classification des terres aptes à l'irrigation. Des échantillons de sols provenant de 46 sites représentatifs des principaux types de sols ont été analysés pour déterminer leurs caractéristiques physiques et chimiques. Des analyses nécessaires à la cartographie ont été faites sur d'autres échantillons de sols. Sur plusieurs sites, des tests d'infiltration ont été effectués pour évaluer le taux d'infiltration de surface, la teneur en humidité, la capacité de rétention et la conductivité

hydraulique du sous-sol. Les limites des classes de sol et de terre ont été rassemblées en 1978 sur des photographies aériennes et ensuite compilées sur des cartes topographiques à l'échelle de 1 : 25 000.

2.2.2 Les sols

Dans le Bassin de l'Anambé, la répartition des terres, les conditions de drainage, les sols et la végétation sont grossièrement concentriques (fig. 1-3)

Les terres en pentes douces (en moyenne 1 % environ) au dessus de 28-30 IGN, dénommées les plateaux, ont des sols résiduels fortement altérés dérivés du Continental Terminal. C'est un sédiment secondaire composé principalement de quartz, de kaolin et de minéraux de fer. Au dessous de 28 m IGN, le matériel parental des sols est composé de sédiments plus récents dérivés en grande partie des plateaux du fait de l'érosion et des dépôts de l'eau. La texture de ces matériaux devient plus fine vers le centre du Bassin. De texture sableuse sur les pentes douces entourant les plateaux, les sols sont d'argiles lourdes au centre de la plaine d'inondation. Les plateaux sont découpés par plusieurs vallées périphériques peu profondes dans lesquelles les sols sont dérivés de sédiments alluvionnaires de texture variable.

Les quelques 27 000 ha de la partie intérieure de la zone étudiée sont en pentes très douces (en moyenne 0,1 % environ). Cette partie comprend la plaine d'inondation centrale qui s'étend entre 20,0 et 21,5 m IGN, les chenaux de drainage et les terrasses alluvionnaires qui s'étendent de la plaine d'inondation jusqu'à une côte maximum de 28 - 30 m IGN.

Les sols de la plaine centrale d'inondation, des chenaux de drainage et d'une partie des terrasses alluvionnaires et des vallées périphériques sont fortement influencés par la nappe phréatique peu profonde pendant plusieurs mois la plupart des années. Ces sols sont de couleur gris ou grisâtre, souvent avec taches. Ceci est dû à la formation de gley entraînée par la réduction des composants ferreux en conditions saturées et leur précipitation et réoxydation partielle lorsque la nappe phréatique s'abaisse et que le sol est à nouveau aéré. La fraction d'argile de ces sols est

composée principalement de kaolin avec de la montmorillonite, de chlorure et accessoirement de minéraux interstratifiés. Dans les autres zones où la nappe phréatique se situe à une plus grande profondeur, des effets marquants de gleyification se rencontrent seulement dans les couches inférieures du profil.

La classification de sol a déterminé des groupes de sols ayant un même potentiel pour la culture irriguée. Il en résulte que les critères pour l'identification des sols à cartographier sont la texture, le drainage interne, la profondeur d'enracinement et les caractéristiques de gonflement et de réduction.

Les sols convenant à la production de riz irrigué se rencontrent principalement sur les terrasses alluvionnaires et sur certaines parties des vallées périphériques. Les caractéristiques de ces sols sont une texture moyenne à fine et un drainage interne lent à très lent. Les sols de la plaine centrale d'inondation ont les mêmes caractéristiques mais d'autres propriétés physiques, spécialement le gonflement à l'humidification et la réduction à la dessiccation, les rendent moins favorables. Cette zone a en plus le désavantage d'être sujette aux inondations annuelles et a un microrelief modéré à fort sous forme de gilgai.

D'autres sols, spécialement sur les terrasses plus élevées ont un sous-sol modérément perméable. Ils exigeraient un apport d'eau relativement important s'ils servaient à la culture de riz de submersion. Si les autres facteurs sont favorables, ces terres peuvent être utilisées pour la production de riz en hivernage et pour les cultures de plateau, telles que le maïs en saison sèche. Ces sols ont un sous-sol fortement acide et ont souvent un taux d'aluminium échangeable de plus d'un milléquivalent pour 100 gr de sol jusqu'à 100 cm. Ce taux d'aluminium échangeable ne devrait pas être un problème pour la production de riz de submersion mais réduirait les rendements de certaines cultures de plateau.

Les sols des pentes sablonneuses qui relient les plateaux aux terrasses et aux vallées périphériques ont des textures grossières à moins de 50 cm de profondeur. A cause de la texture grossière du sol, le taux d'infiltration est très rapide et la capacité de rétention en eau est assez faible. Ces

deux propriétés sont fortement défavorables à l'irrigation gravitaire. Ces sols ont également une faible capacité d'échange de cations et peu de réserves nutritives .

Les sols des plateaux ont aussi la couche de surface de texture grossière mais dessous, la texture moyenne du sous-sol présente des conditions plus favorables pour l'irrigation. Les sols des plateaux sont pour la plupart modérément à bien drainés et sont généralement aptes à la production de cultures diversifiées irriguées. Toutefois certaines zones ont une profondeur d'enracinement insuffisante à la plupart des plantes à cause de la présence de minerai de fer induré près de la surface.

Aucun sol du périmètre étudié n'est salin. L'eau de la Kayanga, qui est la source d'eau pour le projet d'irrigation n'est que légèrement minéralisée et, avec une utilisation correcte de l'eau, il n'y aura vraisemblablement pas de problème de salinité.

Les caractéristiques générales des sols du périmètre étudié sont résumées dans le tableau 2-2.

2.2.3 Aptitude des terres à l'irrigation

Le but de la classification des terres est de déterminer les superficies de terres irrigables du Bassin de l'Anambé et leur relative aptitude pour la production du riz et des cultures diversifiées de plateau.

Considérant la capacité de production, les coûts de production et les coûts inhérents à l'aménagement, les classes de terre fournissent une indication approximative permettant de définir le revenu net relatif. Le défrichement est nécessaire sur presque toutes les terres potentiellement irrigables du périmètre du projet, mais les coûts ayant été imputés au projet, ils n'influencent pas la classe de terre.

Les terres les plus aptes à la culture du riz de submersion doivent, après une préparation appropriée, être suffisamment

Tableau 2 - 2

PROPRIETES GENERALES DES SOLS

Propriétés	Divisions	Superficie (ha) (1)	% de super- ficie étudiée
Texture du sol de surface (0 - 30 cm)	Grossière (>65 % de sable <18 % d'argile)	30 440	57
	Moyenne (plus fine qu'en haut <35 % d'argile)	14 750	27
	Fine (>35 % d'argile)	5 150	10
Texture du sous-sol (30 - 100 cm)	Grossière	3 690	7
	Moyenne	30 000	56
	Fine	16 700	31
Drainage interne	Très lent	18 790	35
	Moderé à lent	20 170	38
	Rapide	11 420	21
Réaction du sol de surface (pH dans l'eau)	Légèrement acide à neutre (pH 6,1 - 6,8)	19 170	36
	Modérément acide (pH 5,6 - 6,0)	25 620	48
	Acide (pH 5,1 - 5,5)	5 600	10
Réaction du sous-sol (pH dans l'eau)	Neutre à modérément acide (pH 6,8 - 5,6)	28 900	54
	Acide (pH 5,1 - 5,5)	17 700	33
	Fortement acide (pH 4,5 - 5,0)	3 800	7
Aluminium (0-100 cm); extractible par 1 N-KCl)	Bas (<0,2 méq/100 g)	23 860	44
	Modéré (0,2-1 méq/100 g)	16 450	31
	Elevé (> 1 méq/100 g)	10 130	19
Capacité d'échange de cation du sol de surface (méthode ammonium acétate; pH 7,0)	Basse (< 5 méq/100 g)	30 700	57
	Modérée basse (6-10 méq/100 g)	7 000	13
	Adéquate (> 10 méq/100 g)	12 750	24

(1) Non compris environ 3 270 ha de sols peu profonds et de sols de chenaux de drainage (représentant 6 % du périmètre étudié).

imperméables pour qu'un plan d'eau puisse être maintenu sur les champs sans pertes par percolation excessives. D'autre part, les terres aptes aux cultures de plateau ont un bon drainage interne et la nappe phréatique devrait rester au-dessous de la profondeur d'enracinement normale. Toutefois, ces catégories ne sont pas totalement exclusives et dans certaines zones, avec des pratiques culturales appropriées, riz et cultures de plateau peuvent être cultivées sur les mêmes terres. Ceci est vrai, notamment, pour certains sols de texture moyenne ayant un drainage restreint qui pourrait convenir au riz en hivernage, mais qui, à cause d'un besoin en eau excessif, ne conviendrait pas à la culture de riz en saison sèche. Ils pourraient être utilisés plus utilement pour certaines cultures de plateau.

Les terres étudiées ont été attribuées à l'une ou l'autre des classes de terres conformes aux critères indiqués dans le tableau 2-3.

Classe 1R - Riz de submersion

Très aptes à la culture de riz irrigué et capables de produire de hauts rendements à un prix raisonnable. La submersion du sol est assurée par les textures de surface et de sous-sol et les conditions internes de drainage. Les coûts d'aménagement sont faibles à modérés.

Classe 2R - Riz de submersion

Aptes à la culture de riz irrigué, mais de moins bonne qualité que la classe 1R, ces terres peuvent avoir une capacité de production moins bonne ou elles peuvent être plus coûteuses à l'exploitation ou à l'aménagement. Avec les techniques de production envisagées, un revenu net moyen peut être assuré.

Classe 2 - Cultures diversifiées

Terres modérément aptes à la production d'une gamme de cultures irriguées de hautes terres, mais en général pas de riz paddy. Certains sols à drainage limité sont aptes à la culture de riz en hivernage.

Classe 6 - Non irrigable

Ces terres ne réunissent pas les qualités minimales nécessaires pour l'irrigation à cause de sérieuses déficiences du sol, de la topogra-

après la culture de riz ob. par irrigation

Tableau 2 - 3 CLASSIFICATION DES TERRES - CRITERES ET LIMITES

Caractéristiques	Pour le riz irrigué		mm Pour les cultures diversifiées
	Classe 1R	Classe 2R	Classe 2
Texture du sol, 0 - 30 cm	limon fin sableux à limon argileux	sable limoneux à argile	sable limoneux à limon argileux
Texture du sous-sol	sable limoneux à argile	sable à argile	limon sableux à argile
Profondeur, minimum (cm)			
Jusqu'au sable ou aux pisolithes, dans une matrice perméable	60	30	60
De l'horizon dominé par une cuirasse de fer	60	40	100
Profondeur de l'horizon relativement imperméable (m)	moins de 2	moins de 2	plus de 2
Capacité de rétention en eau disponible, minimum (mm)			
0 - 30 cm	n.a (1)	n.a	25
0 - 100 cm	n.a	n.a	70
Réaction du sol dans la profondeur d'enracinement (pH dans l'eau)	n.a	n.a	plus de 5,0
Aluminium (2) (méq/100 g)	n.a	n.a	moins de 1,0
CEC (3), minimum			
0 - 30 cm	10	6	6
Pente (%)	moins de 1	moins de 3	0,2 - 4
Irrégularités des pentes	légères	légères à modérées	légères à modérées
Nécessité de nivellement (m ³)	0 - 250	0 - 500	0 - 500
Drainage interne	très lent	modéré à très lent	rapide
Drainage de surface	peut être lent	peut avoir des restrictions	sans restrictions

(1) n.a : non applicable

(2) Aluminium absorbé dans la profondeur d'enracinement

(3) Capacité d'échange de cation au pH 7,0 en milliéquivalents par 100 g de sol

phie ou du drainage. Ces déficiences comprennent également le microrelief et/ou le macrorelief marqué, la texture, la tendance à une inondation prolongée, les coûts élevés de drainage et les sols légers. Les terres occupées par des villes ou des villages sont comprises dans cette classe.

Le revenu net de la classe de terre 2 est considéré être du même ordre que celui de la classe 2R une fois que tous les frais directs et indirects sont pris en compte, y compris les besoins en eau plus élevés pour le riz irrigué.

La raison du déclassement des terres dans une classe plus basse que la classe 1 ou la classe 1R est indiquée par des symboles de sous-classes s, t ou d correspondant respectivement à des déficiences de sol, de topographie ou de drainage.

Le tableau 2-4 donne les caractéristiques générales des classes et sous-classes de terres irrigables avec les assolements correspondants recommandés. Sur les 53 670 ha de la superficie totale étudiée, 41 620 ha sont jugés irrigables et 12 050 sont jugés non irrigables. La répartition des terres en sous-classes est indiquée dans le Rapport 4, Pédologie, à la figure 4-4, à l'échelle de 1 : 25 000. L'aptitude des terres à l'irrigation est résumée à la figure 2-1 qui indique la répartition des terres en termes d'assolements proposés (signalés par les symboles de la carte, donnés dans la dernière colonne au tableau 2-4) et les limites des périmètres proposés pour l'irrigation.

Les terres aptes à la culture du riz se situent principalement sur les terrasses alluvionnaires mais aussi dans quelques très grandes vallées périphériques et sur certaines parties des plateaux où un horizon de minéraux de fer induré relativement imperméable se rencontre dans le sous-sol. Les terres convenant à des cultures diversifiées se situent principalement sur les plateaux et sur certaines parties des terrasses alluvionnaires à une altitude plus élevée.

La basse fertilité, associée à une texture grossière du sol de surface et à une perméabilité relativement élevée du sous-sol, impliquant des besoins en eau élevés, sont les facteurs principaux contribuant aux déficiences des sols de la classe 2R de terres à riz. La topographie, en particulier le

Tableau 2 - 4: CARACTERISTIQUES GENERALES DES CLASSES ET SOUS-CLASSES DES TERRES IRRIGABLES

Classe ou sous classe (1)	Drainabilité	Variétés de texture Couche Superficielle/Sous-sol	Autres Propriétés importantes	Superficie (hectares)	Assolements recommandés	Symbole (2)
1 R	Faible	Limon à limon argileux au dessus de limon argilo-sableux à argile		4.650	riz - riz	1 RR
2 Rt	Faible à restreinte	Limon à limon argileux au dessus de limon argilo-sableux à argile	Ondulations/grandes et nombreuses termitières	1.890	riz - riz	2 RR
2 Rd	Faible	Limon à limon argileux au dessus de limon argilo-sableux à argile	Sujette à des inondations saisonnières	1.930	riz - riz	
2 Rtd	Faible	Limon à limon argileux au dessus de limon argilo-sableux à argile	Topographie irrégulière(terres) sujettes à inondation	2.520	riz - riz	
2 Rs	Faible	Limon sableux à limon au dessus de limon argilo-sableux à argile	Faible fertilité (couche superficielle)	5.580	riz - riz	
2 Rsd	Faible	Limon sableux à limon au dessus de limon argilo-sableux à argile	Faible fertilité (terres) sujettes à inondation	1.030	riz - riz	
2 Rst	Faible	Limon sableux à limon au dessus de limon argilo-sableux à argile	Faible fertilité et topographie irrégulière	950	riz - riz	
2 Rstd	Faible	Limon sableux à limon au dessus de limon argilo-sableux	Légères limitations en fertilité et topographie; sujettes à inondation	4.260	riz - riz	
2 Rs	Restreinte	Limon sableux à limon argileux au dessus de limon argileux	Faibles fertilité (couche superficielle), drainage interne restreint, ça et là niveaux élevés d'al. échangeable	1.400	riz - polyculture	2 RD
2 Rst	Restreinte	Limon sableux au dessus de limon argileux	Faible fertilité (couche superficielle), légères ondulations /grandes et nombreuses termitières	1.200	riz - polyculture	
2 st	Restreinte	Limon sableux à limon au dessus de limon argilo-sableux à limon argileux	Faible fertilité (couche superficielle), niveaux élevés d'al. échangeable, ça et là drainage interne restreint, légères ondulations/grandes et nombreuses termitières	4.620	riz - polyculture	
2 st	Bonne	Comme 2 st	Comme 2 st mais avec une bonne drainabilité	6.300	polyculture	2 DD
2 s	Bonne à restreinte	Limon sableux au dessus de limon argilo-sableux à limon argileux	Faible fertilité (couche superficielle)	5.270	polyculture	

(1) Dans un ordre approximatif d'aptitude décroissante envers le riz irrigué.

(2) Symbole du plan "Classification des terres" (Figure 2 - 1)

relief ondulé et les caractéristiques du microrelief telles que les termitières et les déficiences du drainage dûes particulièrement au manque de chenaux naturels, sont d'autres facteurs qui ont contribué à ce que des superficies de terres à riz soient déclassées en classe 2R.

Toutes les superficies classées aptes à des cultures irriguées diversifiées ont des déficiences de sol. Ces dernières sont principalement associées à la texture grossière des sols de surface. Une bonne partie des terres de cette classe 2 a aussi des déficiences topographiques (le plus souvent légères) spécifiquement le relief ondulé et les fréquentes grandes termitières.

La culture irriguée peut être réalisée avec profit sur toutes les terres énumérées au tableau 2-4 avec un coût d'irrigation économique. Dans ce but, divers canaux et stations de pompage principales ont été envisagés pour doter le Bassin de l'Anambé du système d'irrigation le plus économique. Sauf pour le secteur de terres situé au sud et à l'ouest d'Awataba qui sera irrigué par pompage directement à partir du canal principal, toutes les terres se trouvant à une altitude au dessus des canaux principaux d'irrigation ne seront pas surmontées et ne seront pas irriguées.

Le tableau 2-5 donne un résumé de l'aptitude des unités de terres indiquées à la figure 2-1 et les surfaces prévues par le projet comme pouvant être irriguées. Ce sont des superficies brutes qui comprennent les routes d'accès, les petits villages et la surface nécessaire aux réseaux d'irrigation et de drainage. Sur une superficie totale de 41 620 ha aptes à l'irrigation, le projet prévoit l'irrigation d'une superficie brute d'environ 19 000 ha.

2.3 Ressources en eau de surface

2.3.1 Les bassins des rivières

Des études ont été effectuées dans les bassins des deux rivières, celui de la Kayanga et celui de son principal affluent l'Anambé. Les limites des bassins versants sont indiqués à la figure 2-2.

Tableau 2 - 5 : APTITUDE DES TERRES ET SURFACE A IRRIGUER

Classe des terres	Aptitude hivernage	Aptitude culturale contre saison	Classe de drainabilité (1)	Description	Surface totale (ha)	Surface à irriguer (ha)
1RR	Riz	Riz	Z	Terres convenant très bien à la riziculture irriguée avec de fort rendements et des coûts de production raisonnables.	4 650	2 600
2RR	Riz	Riz	Z	Terre aptes à la riziculture irriguée mais avec des rendements plus faibles que la classe 1RR et/ou des coûts de production plus élevés. Les coûts d'aménagement sont en générale plus élevés.	18 160	11 370
2RD	Riz	Poly-cultures	Y	Terres aptes aux cultures irriguées mais exigeant des apports d'eau plus élevés que celles des classes 1RR et 2RR. Dans certaines zones à drainage interne restreint, les polycultures ne peuvent être pratiquées qu'en contre-saison.	7 240	4 000
2DD	Poly-cultures	Poly-cultures	X	Terres aptes à un grand nombre de cultures irriguées autre que le riz.	11 570	2 840
6	-	-	-	Terres inaptes à toute forme de culture irriguée à cause des contraintes pédologiques, topographiques ou de drainage ou encore à cause d'une utilisation actuelle qui exclue leur aménagement pour l'irrigation.	12 050	0

(1) Classe de drainabilité : X-bon, Y-restreint, Z-faible

La Kayanga prend sa source en Guinée, à 80 m IGN, dans une région marécageuse aux pieds des monts du Fouta Djallon. Elle coule vers le nord-ouest, pénétrant au Sénégal à quelques kilomètres de sa source. Elle se dirige à l'ouest après 45 km et entre en Guinée Bissau 50 km plus au sud où elle prend le nom de Rio Geba. Sa longueur totale jusqu'à son embouchure à Bissau est de 335 km. Dans son cours inférieur, en aval du pont de Niapo, la rivière est très paresseuse. Au pont de Niapo, la superficie du bassin versant est de 1 755 km². Il est essentiellement recouvert par une savane légèrement boisée, excepté le long de la rivière où une galerie de forêt dense s'est formée.

L'Anambé est l'affluent principal de la Kayanga et draine un bassin versant de 1 100 km². Il se jette dans la Kayanga à 500 m en aval du pont de Niapo. Le Bassin est de forme circulaire avec sa ligne de partage des eaux à 75 m IGN environ. Il est drainé par un réseau de cours d'eau saisonniers aux lits larges et mal définis d'une pente d'environ 2 à 3^o/oo dans lesquels le riz est cultivé en saison des pluies. Les terres du fond du Bassin de l'Anambé sont régulièrement inondées pendant les hautes eaux de la Kayanga. Le bassin versant est couvert de savane et de terres cultivées.

2.3.2 Écoulement de la Kayanga

Le courant de la Kayanga augmente en saison des pluies pour atteindre une pointe en septembre-octobre et décroît rapidement en décembre et plus lentement par la suite jusqu'en juin.

Le réseau hydrométrique des bassins des deux rivières comprend les stations suivantes (cf figure 2-2)

rivière	situation	superficie du bassin (km ²)	date de lère installation	années des mesures	type
Kayanga	pont de Niapo	1 755	1962	1962,67-69 1976,78	enregistreur de niveau
Kayanga	pont de Wassadou	2 870	1976	1976-78	enregistreur de niveau
Anambé	pont de Kounkané	1 100	1977	pas d'écou- lement enregistré	enregistreur de niveau (retiré)

Les résultats des 7 années de mesures de l'écoulement de la Kayanga donnés dans le tableau 2-6 ont été extrapolés afin de préciser les estimations des écoulements moyens et extrêmes et de permettre des études d'opération du réservoir au moyen d'une séquence hydrologique longue et continue. Etant donné le caractère uniforme des variations du climat dans cette partie du monde, on peut s'attendre à une uniformité similaire de l'écoulement. L'écoulement annuel de la Kayanga a été comparé à ceux de la Casamance, de la Gambie, du Sénégal et du Falémé. La corrélation la plus satisfaisante ($r = 0,93$) est, avec le Falémé à Kédira pour lequel des mesures continues sont disponibles depuis 1930, et par corrélation et extension jusqu'en 1903 de ces mêmes mesures avec le fleuve Sénégal à Bakel. L'utilisation de cette corrélation permet une séquence hydrologique de l'écoulement annuel de la Kayanga étendue sur 76 ans.

L'analyse de la séquence synthétique de l'écoulement révèle une séquence de cycles humides durables de 20-25 ans et de cycles secs de 6-10 ans. Cette séquence est clairement démontrée par le graphique des moyennes glissantes de 5 ans et celui des apports cumulés (figure 2-3). Les caractéristiques de la séquence entière comparées à celles des cycles humides sont les suivantes:

Tableau 2 - 6

DEBITS MENSUELS DE LA KAYANGA OBSERVES AU PONT DE NIAPO
ET AU PONT DE WASSADOU (m³/s)

	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Total
A) PONT DE NIAPO													
1962 - 63	0,7	1,3	5,2	17,8	50,0	51,5	17,7	5,6	3,7	2,7	1,8	1,0*	13,2
1967 - 68	1,0*	2,88	5,71	6,26	30,64	86,03	14,84	5,24	3,30	2,55	1,94	1,42	13,59
1968 - 69	1,17	2,29	3,60	4,52	12,54	9,21	3,15	1,81	1,38	1,12	0,99	0,82	3,56
1969 - 70	0,69	2,30	5,97	4,50	13,44	10,38	5,88	2,05	1,33	1,07	0,96	0,82	4,12
1970 - 71	0,72												
1976 - 77	0,64	0,70	2,11	1,68	4,08	5,52	1,31	0,85	0,76	0,71	0,69	0,67	1,65
1977 - 78	0,61	0,61	1,01	0,84	2,66	1,50	0,73	0,66	0,65	0,63	0,62	0,61	0,93
1978 - 79	0,6	1,8	3,8	2,5	6,3	6,4	1,7						
Moyenne	0,77	1,70	3,91	5,44	17,09	24,36	6,47	2,70	1,85	1,46	1,17	0,89	6,18
Ecart type	0,21	0,86	1,87	5,76	17,29	32,05	6,95	2,18	1,31	0,92	0,57	0,29	5,72
	* valeurs estimées												
B) PONT DE WASSADOU													
1976 - 77	0,35	0,43	2,22	2,05	4,82	8,07	2,35	1,23	0,90	0,70	0,58	0,52	2,03
1977 - 78	0,46	0,47	0,88	0,86	3,13	2,32	0,70	0,54	0,53	0,53	0,58	0,64	0,97
1978	0,63	2,3	4,1	3,7	9,8	11,5							

Sources : 1962-63 Rapport GERCA
1967-71 et 76-77 Publication ORSTOM
1977-78 et 1978 Données brutes ORSTOM, non publiées

Table 2-7 ECOULEMENT ANNUEL DE LA KAYANGA : VARIATION STATISTIQUE

	Ecoulement annuel (millions de m ³)	
	1903 - 1976	1918 - 1938 et 1945 - 1967
Année moyenne	274	355
1 sur 10 années sèches	86	172
1 sur 20 années sèches	48	120
1 sur 10 années pluvieuses	475	538
1 sur 20 années pluvieuses	532	590

L'analyse de l'écoulement mensuel révèle un rapport avec l'écoulement annuel, ce qui permet d'établir l'écoulement mensuel pour chaque année du cycle élargi. La variation statistique des débits mensuels est donnée dans le tableau 2-8.

La superficie du bassin intermédiaire entre le pont de Niapo et le site du barrage, 15 km en amont, est d'environ 70 km² ou 4% de la superficie totale du bassin versant. Seule une petite proportion de l'écoulement est fournie par cette superficie étant donné que les coefficients de ruissellement sont plus élevés dans les parties amont du bassin versant de la Kayanga que dans la partie aval. Ceci est dû à la géologie du sous-sol. Aucune diminution des écoulements au pont de Niapo n'a été faite pour leur translation au site du barrage.

2.3.3 Crûes de la Kayanga

L'analyse des hydrogrammes de l'écoulement enregistrés pendant 7 ans permet d'isoler un certain nombre de crûes. Le plus fort débit enregistré a été de 135 m³/s en 1967. Les crûes sont caractérisées par un temps relativement long en montée en pointe et en durée. Les débits de pointe sont relativement bas.

Une corrélation entre le débit de pointe et le débit moyen du mois de pointe, a été établie et utilisée pour obtenir les débits de pointe de chaque année de la séquence de calcul des écoulements s'étendant sur 76 ans. Plusieurs autres méthodes d'évaluation des crûes extrêmes ont été utilisées pour confirmer

Tableau 2- 8 : APPORTS MENSUELS SYNTHETIQUES AU PONT DE NIAPO
EN FONCTION DES APPORTS ANNUELS DE DIFFERENTES FREQUENCES

Probabilité de dépassement			Mai	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	Moyenne/ Total
90 %	Débit	m ³ /s	0,7	1,1	2,6	2,8	8,4	9,4	2,9	1,3	1,0	0,9	0,8	0,7	2,7
	Volume	10 ⁶ m ³	1,9	2,9	7,0	7,5	21,8	25,2	7,5	3,5	2,7	2,2	2,1	1,8	86
80 %	Débit	m ³ /s	0,7	1,4	4,0	4,5	14,3	16,1	4,6	1,9	1,3	1,1	0,9	0,8	4,3
	Volume	10 ⁶ m ³	1,9	3,6	10,7	12,1	37,1	43,1	11,9	5,1	3,5	2,7	2,4	2,1	136
50 %	Débit	m ³ /s	0,7	2,0	7,5	8,4	28,5	32,1	8,5	3,0	1,9	1,4	1,1	0,7	8,0
	Volume	10 ⁶ m ³	1,9	5,2	20,1	22,5	73,9	86,0	22,0	8,0	5,1	3,4	2,9	1,8	253
20 %	Débit	m ³ /s	0,7	2,8	11,8	14,4	46,5	52,5	13,6	4,4	2,6	1,8	1,2	0,7	12,8
	Volume	10 ⁶ m ³	1,9	7,3	31,6	38,6	120,5	140,6	35,3	11,8	7,0	4,4	3,2	1,8	404
10 %	Débit	m ³ /s	0,6	3,3	14,5	16,5	57,8	65,3	16,7	5,3	3,1	2,1	1,3	0,6	15,7
	Volume	10 ⁶ m ³	1,6	8,6	38,8	44,2	149,8	174,9	43,3	14,2	8,3	5,1	3,5	1,6	494

(1) Par analyse des données existantes et extension au moyen d'un modèle mathématique (voir rapport 2, paragraphe 4.1.3)

la validité de la première. Les pointes de crûes et les volumes correspondants sont estimés comme suit:

Tableau 2 - 9 KAYANGA - DEBITS ET VOLUMES DES CRUES

Période de retour (années)	Débit de pointe (m^3/s)	Volume ($10^6 m^3$)	Durée (jours)
100	220	545	118
1 000	315	800	126
10 000	400	1 040	132

Le débit spécifique des crûes est relativement bas et n'est que de $0,13 m^3/s$ au km^2 pour la crûe de 100 ans. Ce chiffre est comparable avec le débit spécifique de la Gambie obtenu par l'ORSTOM et qui est de $0,06 m^3/s/km^2$ pour la crûe centennale.

L'évacuateur de crûe du barrage de Niandouba a été conçu en fonction de la crûe des 10 000 ans.

2.3.4 Le débit de l'Anambé

Il n'a pas été possible d'étalonner la station de jaugeage près de Kounkané et les estimations de l'écoulement de l'Anambé ont dû être faites à partir des différences enregistrées aux deux stations de jaugeage placées sur la Kayanga. Etant donné qu'une légère surélévation au pont de Kounkané sépare le lac de la Waima du lit aval, il est probable qu'il n'y a pas d'écoulement entre janvier et mai. Les estimations tirées des enregistrements effectués aux ponts de Niapo et de Wassadou donnent, pour trois années normales les résultats suivants:

	1976-77	1977-78	1978-79
Écoulement dans l'Anambé ($10^6 m^3$)	14	3	31
Coefficient d'écoulement (%)	1,5	0,5	2,6

La physiographie et la géologie du Bassin de l'Anambé sont dans leur forme plus proches de celles de la Casamance que de celles de la

Kayanga, ce qui est confirmé par les faibles coefficients d'écoulement. Pour une année moyenne celui-ci a été estimé à environ 5 %. La variation statistique de ce coefficient est supposé suivre une courbe parallèle à celle de la Kayanga (reproduite au rapport 2, figure 2-16). Les résultats concordent bien avec les valeurs obtenues par l'ORSTOM pour la Casamance et avec les résultats enregistrés. Ils sont nécessairement très approximatifs et ne sont valables qu'en l'absence de toute autre donnée. Compte tenu de la pluviométrie à Vélingara, l'écoulement de l'Anambé peut être estimé de la manière suivante:

Table 2-10 ECOULEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

Probabilité de dépassement (%)	Pluviométrie à Vélingara mm	Coefficient d'écoulement (%)	Volume écoulé (10 ⁶ m ³)
2	1 490	9,6	157
5	1 410	9,0	140
10	1 330	8,4	123
20	1 230	7,5	101
50	1 050	5,0	57
80	870	2,2	21
90	780	1,3	11

On estime que l'écoulement annuel est distribué de la manière suivante:

août	septembre	octobre	novembre
10%	40%	40%	10%

2.3.5 Crûes de l'Anambé

Les estimations des crûes de pointe de l'Anambé sont plutôt moins précises que celles des volumes écoulés. Ceci est dû non seulement au manque de données mais aussi à l'influence de la Kayanga sur le régime des débits du Bassin de l'Anambé et au stockage et à l'atténuation des crûes que provoque le lac de Waima.

On a estimé que les relations existant entre les débits de pointe et les débits maximaux mensuels trouvés pour la Kayanga pouvaient s'appliquer également à

l'Anambé. Il en résulte les débits de pointe suivants:

Tableau 2 - 11 ANAMBE - DEBITS DE POINTE

Période de retour (années)	Débit mensuel maximum (m ³ /s)	Débit de pointe (m ³ /s)
5	16	32
10	19	38
20	22	44
50	24	48

Ces débits de pointes peuvent apparaître peu élevés. Ils sont toutefois comparables avec le débit maximum de la Casamance à Kolda (superficie du bassin versant 3 700 km²) qui est de 113 m³/s sur une période de 10 ans d'observation.

2.3.6 Qualité de l'eau

Onze prélèvements d'eau de la Kayanga ont été effectués entre août 1978 et avril 1979, dont 10 au pont de Wassadou et 1 au pont de Niapo. Ils présentent les caractéristiques physiques et chimiques suivantes:

Tableau 2 - 12 QUALITE DE L'EAU DE LA KAYANGA

	Unité	Moyenne	Ecart
Conductivité électrique	µmho/cm	50	49 - 78
matière sèche	mg/l	64,1	49 - 78
Sédiment en suspension	mg/l	13,1	3,4 - 27,5
pH		6,4	6,2 - 7,3
Calcium Ca ⁺⁺	meq/l	0,25	0,19 - 0,35
Magnesium Mg ⁺⁺	meq/l	0,12	0,06 - 0,25
Sodium Na ⁺	meq/l	0,05	0,03 - 0,07
Potassium K ⁺	meq/l	0,02	0,01 - 0,03
Carbonate CO ₃ ⁻⁻	meq/l	0	0
Bicarbonate CO ₃ ⁻⁻	meq/l	0,32	0,26 - 0,42
Sulphate SO ₄ ⁻⁻	meq/l	0,03	0,00 - 0,16
Chlorure Cl	meq/l	0,08	0,03 - 0,22

Ratio d'absorption de sodium	(RAS) = 0,12
Pourcentage de sodium échangeable	(PSE) = 11,4 %
Carbonate de sodium résiduel	(CSR) = (négatif)

L'eau est caractérisée par une concentration globale en sels peu élevée et une basse teneur en sodium. Elle est apte à l'irrigation de la majorité des cultures sur la plupart des types de sols avec peu de risques que des problèmes de sels ou sodium se développent. Un peu de lessivage est nécessaire, mais ceci se produit avec les pratiques normales d'irrigation sauf pour les sols très imperméables.

Les concentrations de matières en suspension indiquées dans le tableau ci-dessus ne sont pas valables pour estimer le transport de sédiment car les échantillons ont été prélevés au moment d'écoulements faibles. De toute évidence, la quantité de matières en suspension est faible du fait du relief peu marqué et de la couverture végétale existante.

La courbe enveloppe des érosions spécifiques des bassins versants dans des régions subtropicales donne une érosion maximale de 0,1 mm par année. Cette valeur, qui se situe à la limite supérieure, donnerait comme résultat un volume de sédiments accumulés dans le réservoir de 20 millions de m³ sur 100 ans.

2.3.7 Implications pour le développement

Le développement sur une grande échelle de l'irrigation dans le Bassin de l'Anambé dépend de la régulation et de l'exploitation du débit de la Kayanga. L'hydrogramme de l'écoulement à long terme de la Kayanga démontre un régime cyclique. Etant donné la durée des cycles humides et des cycles secs, il n'est pas approprié d'adopter pour le dimensionnement du projet un critère consistant à satisfaire les besoins en eau avec une régularité spécifique, disons quatre années sur cinq. L'adoption d'un tel critère aboutirait à l'exploitation d'une part relativement faible de l'écoulement moyen annuel. Le système d'irrigation sera plutôt conçu pour exploiter l'écoulement durant les cycles humides prolongés qui dominent l'hydrogramme à long terme. Lorsque interviendront des cycles secs relativement brefs, la superficie irriguée durant la saison sèche sera fortement réduite, la sécurité des cultures de saisons humides étant le premier objectif.

Vers la fin octobre, la plus grande partie de l'écoulement annuel sera passé. Les apports attendus pendant la saison sèche pourront être déterminés d'une manière assez précise en fonction de l'écoulement total annuel. Par conséquent la quantité d'eau disponible pour l'irrigation durant la saison sèche pourra être estimée assez correctement. Ceci a l'avantage que, tandis que l'alimentation en eau d'irrigation peut varier, les risques d'un incident de culture dûs à un manque d'eau seront minimes du fait que la surface cultivée aura été ajustée à la quantité d'eau disponible.

2.4 Ressources en eau souterraines

Les ressources en eau souterraine disponibles dans le Bassin de l'Anambé sont insuffisantes pour approvisionner en eau d'irrigation un périmètre d'une étendue aussi importante. Aucune couche suffisamment productrice n'a été identifiée dans les roches sédimentaires qui recouvrent le socle cristallin de la région. Les résultats des forages d'exploration et des études géophysiques effectuées dans le cadre de la présente étude et les conclusions géologiques indiquent que les rendements de forages placés aux endroits les plus adéquats ne produiraient pas plus de 30 à 40 m³/heure. A titre comparatif, le débit économique minimum pour un forage d'irrigation dans le Bassin de l'Anambé est de l'ordre de 300 m³/heure ou plus. Les valeurs ci-dessus ont été estimées, et leur précision est suffisante pour en tirer des conclusions sans faire d'autres études. Par conséquent, l'utilisation d'eau souterraine en tant que source d'alimentation du périmètre irrigué du Bassin de l'Anambé peut être éliminée.

Toutefois, au fur et à mesure de l'aménagement du Bassin de l'Anambé, l'eau souterraine aura une utilité économique certaine en tant que source d'approvisionnement pour des débits relativement faibles mais de haute valeur, destinés aux besoins publics, domestiques et industriels. Ces besoins peuvent être couverts grâce à des forages d'une profondeur de 100 m ou moins implantés n'importe où dans le Bassin de l'Anambé, sauf probablement dans les parties centrales basses dont la couche de roches cristallines sous-jacente se trouve à une profondeur relativement faible.

Les considérations d'approvisionnement en eau mises à part, les conditions hydrogéologiques les plus importantes pour la planification de l'aménagement

dérivent directement de la présence d'eau souterraine découlant de la configuration et des fluctuations de la nappe phréatique. Dans ce genre de terrain et de climat, la nappe phréatique est essentiellement une réplique de la topographie, réplique quelque peu atténuée vers la fin de la saison sèche et plus fidèle vers la fin de la saison des pluies, lorsque la nappe phréatique s'approche de la surface du sol sur une grande partie du bassin. La recharge de la nappe phréatique pendant la saison des pluies dépend de la hauteur des précipitations quand celle-ci dépasse l'évapotranspiration potentielle d'environ 200 mm par mois en août et septembre en année moyenne. Le prélèvement en eau souterraine est largement dû à l'évaporation et l'évapotranspiration durant la saison sèche résultant des écoulements latéraux vers l'Anambé et le lac de la Waima situé dans la zone centrale d'inondation, et des retraits dûs à la végétation des terres environnantes. Les retraits occasionnés par les forages n'ont qu'un effet mineur sur le régime des eaux souterraines. Les gains et les pertes de la percolation en profondeur sont inconnus et probablement négligeables, toutefois il y a un sous-écoulement des eaux souterraines du bassin vers le chenal alluvionnaire de l'Anambé.

La fluctuation saisonnière résultante de la nappe phréatique varie plus ou moins avec la topographie et s'étend de 1 à 2,5 m dans les terres basses et 7,5 m ou plus dans les terres hautes aux environs de la côte 35 m IGN et au dessus. Les variations interannuelles des précipitations influencent également les fluctuations et la position de la nappe phréatique. Il n'y a pas de renseignements indiquant les fluctuations années après années, mais entre mars 1966 et mars 1978, période de sécheresse la plus longue et la plus sévère de ce siècle, la nappe phréatique a apparemment baissé de 1 à 2 m au-dessous de la plupart des terrasses alluvionnaires et jusqu'à 8 m ou plus au-dessous des plateaux les plus élevés dans la partie nord du bassin. Néanmoins, en mars 1978 la configuration générale de la nappe phréatique était quasiment la même qu'en mars 1968 et le drainage des eaux souterraines était toujours tributaire de l'Anambé dans le cadre du régime de drainage du Bassin.

En résumé, le régime des eaux souterraines du Bassin de l'Anambe est dominé par les conditions hydrologiques, géologiques et topographiques locales. La recharge provient des précipitations sur le bassin et la décharge est largement due à l'évapotranspiration dans le bassin. La configuration de la nappe phréatique reflète directement la topographie plus fidèlement durant les

périodes pluvieuses que durant les périodes sèches, mais elle est toujours concordante.

L'existence d'eau souterraine a un effet majeur sur la planification et la conception du projet et sur la façon de gérer l'eau. L'introduction d'une irrigation pérenne sur de grands blocs de terres virtuellement contiguës éliminera essentiellement le segment de saison sèche du cycle hydrologique annuel naturel pour les superficies irriguées. Cela aura pour résultat que le niveau moyen de la nappe phréatique s'élèvera sous les terres irriguées et si l'on ne supprime pas les fluctuations saisonnières, des problèmes de drainage se rencontreront vers la fin de la saison des pluies.

Compte-tenu des paramètres disponibles, le régime de drainage des eaux souterraines dans les futures conditions d'une irrigation pérenne intensive et étendue ne peut être estimée qu'approximativement. Comme le riz sera la culture principale, seuls des drains superficiels seront nécessaires si l'eau et les terres sont utilisées judicieusement et l'irrigation conduite correctement. La nécessité du drainage de surface pourra varier selon les endroits, mais chaque cas pourra être apprécié en particulier, dès les premières années d'irrigation, du fait que ses effets sur la nappe phréatique se manifesteront déjà.

L'existence d'eau souterraine a d'autres effets importants sur la planification du projet. Tel qu'il a été décrit au chapitre 3, les vallées de la Kayanga et de l'Anambé en amont de leur confluence et en aval du barrage de Niandouba seront utilisées pour transporter les eaux de la Kayanga dans le Bassin de l'Anambé et serviront à une régulation et un stockage intermédiaire. Cela nécessite la construction d'un petit barrage en dessous de la confluence pour créer un réservoir dont le niveau en fonctionnement normal sera à 23 m IGN, soit 7 à 8 m au-dessus du niveau d'étiage de saison sèche. La question est de savoir si les pertes par infiltration dans le chenal submergé seront excessivement élevées ou non, spécialement durant la première phase de l'aménagement quand le bassin de la confluence sera la seule source d'eau stockée pour l'irrigation de saison sèche.

Etant donné la configuration de la nappe phréatique naturelle qui est principalement une réplique adoucie de la topographie, les pertes par infiltration

pour le stockage d'eaux souterraines devraient être négligeables. Durant les premiers remplissages du bassin d'accumulation, il y aura des pertes d'emmagasiner, mais comme celà se passera pendant la saison des pluies, la gestion de l'eau du bassin pendant la saison sèche n'en sera pas affectée. L'effet principal de la création de ce bassin est l'élévation du niveau du drainage de surface dans le bief de la rivière situé en amont du barrage du confluent. Ceci à son tour causera une remontée de la nappe phréatique proportionnelle, le régime de drainage des eaux souterraines s'ajustant à un nouvel équilibre. Mais l'interdépendance entre les deux régimes restera inchangée. La nappe phréatique continuera d'être tributaire des rivières et le gradient hydraulique tendra vers celui des cheminements du drainage de surface. Dans ces conditions les pertes par infiltration seront exclues.

2.5 Ressources humaines

2.5.1 Caractéristiques des communautés locales

La Haute Casamance est habitée en dominance par la race Peul ou Fulani, un peuple traditionnellement nomade qui est devenu sédentaire depuis plusieurs centaines d'années, pratiquant l'agriculture et l'élevage en même temps. Les Fulani constituent le 82% de la population et sont, par rapport aux 7% de Mandingues, la plus grande minorité ethnique.

Les Fulanis appartiennent à plusieurs groupes : les descendants des premiers colons, immigrés de l'actuelle Guinée Bissau et de la République Guinéenne (ou Fouta Djallon), et les descendants de races soumises aux premiers colons. De même que l'on trouve une certaine uniformité culturelle et linguistique, il y a aussi un système de castes dans lesquelles les Fulanis sont groupés selon leurs origines. Des mariages entre ces groupes sont rares. Au niveau économique, ces distinctions disparaissent, et la richesse personnelle est peu liée aux origines.

Les migrations sont devenues moins significatives et la plupart des habitants de la région vivent dans le même village depuis plusieurs générations. Ils vivent surtout dans de petits villages ayant jusqu'à 200 habitants. Les agglomérations sont concentrées le long des nombreux petits cours d'eau et des routes principales. Dans les

vallées les plus reculées de la Kayanga et du Koulountou où la cécité est endémique, la population est clairsemée. La moyenne de densité de population pour la Haute Casamance est de 15 à 18 habitants au km². La population du Bassin de l'Anambé est plus dense. Elle est estimée à 40 habitants au km².

Les villages sont formés de concessions qui comptent en moyenne 14 à 16 membres. Chaque concession a un chef et une ou plusieurs cellules familiales ou ménages et des individus avec ou sans rapport qui accomplissent des tâches pour le chef de la concession.

En dépit du passé nomade des Fulanis, la culture a pris le pas sur l'élevage. La dimension des troupeaux est modeste comparée à celle des Fulanis nomades. Le bétail, toutefois, représente une richesse et la possession d'un troupeau donne du prestige à son propriétaire.

2.5.2 Tenure des terres

En accord avec la loi de 1964 sur le Domaine National, toutes les terres sans titre dans le pays appartiennent à l'Etat. Jusqu'ici, cette loi n'a pas été appliquée dans le Bassin de l'Anambé où les droits de terre continuent à être une pratique coutumière, les droits d'un individu ou d'une communauté occupant une terre en accord avec la loi et les coutumes traditionnelles. Les terres peuvent être louées, prêtées ou données à quelqu'un d'autre, mais les droits de terre ne peuvent normalement pas être vendus. Les droits de terre peuvent être dénoncés s'ils sont nécessaires à l'intérêt public ou dans le cas d'une absence prolongée du cultivateur.

Dans la pratique, les droits de terre se transmettent du père au fils aîné, situation régnant encore par le fait qu'il y avait jusqu'ici suffisamment de terres à défricher pour satisfaire aux besoins des autres fils. Seules les dépressions aptes à la culture du riz sont insuffisantes et sont souvent partagées entre les héritiers.

Les villages ont leurs champs et leurs pâturages traditionnels dont les limites se reconnaissent aux villages qui les bordent. La responsabilité des terres de la communauté incombe au chef du village, les concessions, familles ou individus ayant des droits sur les terres qu'ils défrichent et cultivent.

2.5.3 Population et emploi

On dispose de deux sources récentes pour estimer la population des sous-divisions administratives dans la Casamance. La première, le recensement national d'avril 1976, indique une population sensiblement plus élevée que la seconde, c'est-à-dire les données relevées localement au niveau de l'Arrondissement et Communauté Rurale en vue de l'impôt. Le recensement semble être plus exact.

Le Bassin de l'Anambé ne correspond pas à des limites administratives et la population a dès lors été estimée sur la base des populations villageoises obtenues au niveau de la Sous-Préfecture, justement augmentée pour compenser la sous-estimation relevée par le recensement de 1976. En 1976, la population était estimée comme suit:

Tableau 2 - 13 POPULATION DU BASSIN DE L'ANAMBE EN 1976

Ville/communauté rurale	A l'intérieur du Bassin	A l'extérieur du Bassin	Total
Velingara	8 775	-	8 775
Arrondissement de Kounkané			
Kounkané	9 603	1 811	11 414
Saré Coly Sallé	8 181	377	8 558
Kandia	6 836	1 602	8 438
Nématoba	33	3 930	3 963
Arrondissement de Dabo			
Mapatim	6 593	6 853	13 446
Total	40 021	14 573	54 594

L'accroissement actuel de la population est estimé annuellement à 3% et se compose du taux naturel d'accroissement de 2,4% et de 0,6% d'immigration, principalement de Fulanis en provenance de Guinée. Compte tenu de ces éléments, la population actuelle du Bassin (1979) est d'environ 44 000 âmes.

En l'absence d'un développement agricole, le taux actuel de croissance élevé de la population ne pourrait pas, à long terme, être soutenu. Toutefois, la

mise en valeur proposée du Bassin de l'Anambé créera un pôle d'attraction important et on peut prévoir une importante migration. Il est par conséquent supposé qu'avec le projet, la croissance de la population se maintiendra à 3 % durant la période de développement. Il en résultera une population de 75 000 personnes en 1997, lorsque le développement sera terminé.

Si l'on se réfère au recensement de 1976, la structure de la population de Velingara, selon l'âge et le sexe, est la suivante:

Tableau 2 - 14 STRUCTURE DE LA POPULATION PAR AGE ET PAR SEXE

Groupe d'âge	Masculin	Feminin	Total
0 - 14	22,1	21,0	43,1
15 - 64	26,9	26,6	53,5
plus de 65	2,2	1,2	3,4
Total	51,2	48,8	100

Sur la population actuelle de 44 000 habitants, environ 38 000, soit le 86% sont agriculteurs. Le reste de la population, surtout des habitants de Velingara, travaillent dans les divers services de l'administration, à la SODEFITEX ou dans l'artisanat et le commerce. En février 1977, il y avait 783 demandeurs d'emploi enregistrés, principalement en tant qu'ouvriers agricoles et agents de vulgarisation. La plupart était des jeunes gens de 20 ans habitant Velingara.

La migration saisonnière à la recherche d'emplois rémunérateurs est courante. Elle concerne les jeunes gens parmi la population locale qui aident à la récolte des arachides au nord du Bassin, et les migrants venus de Guinée qui se louent à des concessions et reçoivent en échange de leurs travaux aux champs, la nourriture, le logement et une surface de terre sur laquelle ils pratiquent des cultures de rente.

L'étendue de cette part et forme de migration fait que les cultures varient avec le climat politique et économique des pays avoisinants. En 1978/79 elle fournissait presque un tiers de la main d'oeuvre agricole masculine, mais elle semble avoir diminué quelque peu l'année suivante.

2.5.4 Attitudes et aspirations

Généralement les fermiers se montrent très favorables au projet d'aménagement, ayant l'espoir qu'il apportera de nouvelles possibilités de cultures vivrières et industrielles, et des travaux saisonniers. Leurs craintes concernent les effets que le projet aura sur le contrôle et les décisions relatives à leurs fermes et sur la possibilité qu'il aurait de changer leurs modes de vie. Aussi, ils expriment le désir d'être plus activement intéressés dans le processus de planification par l'intermédiaire d'un service de coordination ou d'un comité de citoyens. De plus ils manifestent clairement l'intention de continuer les cultures traditionnelles et l'élevage et espèrent que le projet tiendra compte de ces désirs. La distance des rizières aux villages auxquels les fermiers locaux sont si attachés est considérée comme un handicap possible.

Les gens s'opposent à céder le contrôle de leurs terres au projet et feront fortement objection à un schéma d'aménagement favorisant l'installation d'un grand nombre de fermiers étrangers à la région.

Les villageois sont conscients que l'utilisation des terres basses pour l'agriculture irriguée les privera de leur utilisation traditionnelle, qui est de faire pâturer et boire le bétail. Ils sont en général favorables à expérimenter la première solution, sans grand inconvénient, en déplaçant leur bétail sur des terres plus hautes si des points d'eau y sont aménagés.

2.5.5 Implication pour le développement

L'homogénéité culturelle et économique du Bassin et sa population jeune et active sont des facteurs favorables. Le projet sera garanti de trouver suffisamment de main d'oeuvre grâce aux demandes d'emploi déposées à la Préfecture de Velingara.

Le développement de la région du projet devra respecter autant que possible les droits de terre coutumiers. La redistribution des terres du village n'est pas souhaitable. D'ailleurs la plupart des terres détenues par les fermiers

sont morcelées, ce qui est un argument important pour que le projet exclue, du moins autant que possible, les superficies actuellement cultivées et aménage les terres basses non cultivées qui sont utilisées en commun pour le pacage, par les villages et les communautés et où il n'existe pas de droits de terre coutumiers.

Le développement devrait être basé en principe, sur l'actuelle population vivant dans le périmètre du projet et sur son taux d'accroissement naturel. Il pourra se produire une certaine migration interne spontanée, attirée par le travail procuré par le projet. Cette migration devrait être contrôlée dans les mêmes conditions que celles des années précédentes, afin que l'intégration des nouveaux migrants ne crée pas de tensions excessives dans les structures sociales actuelles.

L'agriculture irriguée des exploitations paysannes rivalisera, au point de vue main d'oeuvre, avec l'agriculture traditionnelle, surtout pendant les périodes de pointe du calendrier des cultures. L'aménagement devra se dérouler à une cadence déterminée, suivant les disponibilités de la main d'oeuvre, qui augmentera au rythme de la population, la réinstallation et l'utilisation des techniques culturales améliorées en terrain sec.

Dans la région du projet, la main d'oeuvre spécialisée est insuffisante. Un programme important de formation devra être établi pour former les chauffeurs, mécaniciens et personnel de surveillance nécessaires. Une grande proportion de techniciens et gestionnaires compétents devront venir de l'extérieur.

Afin de former une population rurale indépendante et sûre d'elle-même, il convient de mettre l'accent sur deux aspects de l'aménagement. Premièrement, il sera nécessaire d'introduire les nouvelles méthodes sur une petite échelle en y amenant autant de fermiers que possible, tout en minimisant les risques. Deuxièmement, il est essentiel que la communauté rurale participe au processus de planification dès ses débuts, de façon à établir une communication entre les agences d'exécution et les fermiers par l'intermédiaire de conseils locaux élus.

2.6 Développement agricole actuel

2.6.1 Utilisation des terres

L'utilisation actuelle des terres est indiquée à la figure 2-4. Le schéma d'utilisation des terres peut être représenté par une série de bandes concentriques. La zone intérieure, c'est-à-dire la plaine centrale d'inondation est un pâturage utilisé pour faire pacager et abreuver le bétail en saison sèche. Elle est entourée d'une vaste savane boisée de densité variable utilisée aussi comme pâture en saison sèche. Dans cette zone on rencontre quelques petits lopins de terres plus élevées qui sont cultivées. En allant vers l'extérieur, les terres cultivées remplacent les terres boisées. Le riz est cultivé localement en saison des pluies dans des dépressions et chenaux de drainage. Vers les limites du bassin, sur le haut des plateaux, les terres cultivées cèdent de nouveau la place aux terres boisées.

Le Bassin comprend la forêt classée de l'Anambé, une zone forestière protégée dont la superficie, selon l'administration, serait de 6 200 ha. Toutefois, se référant aux limites statutaires obtenues des Eaux et Forêts à Vélingara, la superficie de la forêt serait de 3 900 ha.

Des cartes et des photographies aériennes permettent les estimations suivantes relatives à l'utilisation des terres et à la végétation:

Tableau 2 - 15 UTILISATION ACTUELLE DES TERRES

Végétation	Utilisation des terres	Superficie (ha)	Unité physiographique
Terre défrichée arbres isolés	Culture	26 000	Plateaux
" "	Jachère	11 000	Plateaux
Savane boisée	Pâturage, combustible	66 600	Terrasses alluvionnaires et pentes sableuses
Savane boisée	Pâturage, Forêt classée	3 900	Terrasses alluvionnaires et pentes sableuses
Prairies	Pâturage	2 500	Plaine centrale d'inondation

2.6.2 Dimension des propriétés et répartition du travail

En se basant sur 30 concessions étudiées, une concession type, dans l'arrondissement de Kounkané comporte 16 membres dont 7 enfants âgés de moins de 15 ans. De plus, elle compte deux migrants saisonniers qui travaillent trois jours par semaine pour le chef de la concession. La concession cultive une superficie de 11 ha et possède un troupeau équivalant à 25 UBT, y compris deux paires de boeufs.

Un ménage moyen de 7 à 8 membres cultivera environ 5 ha de terre, les 2/3 étant travaillés collectivement et le 1/3 restant, individuellement, en majeure partie pour des cultures industrielles comme les arachides et le coton. Par tradition, le sorgho et le mil sont cultivés par les hommes et le riz et les légumes par les femmes; mais ils ont une tendance croissante à travailler les mêmes cultures bien que sur des champs différents, ce qui permet d'en déduire que le préjudice culturel dans le travail agricole est peu important.

En prenant en compte les douze mois de l'année, la main d'oeuvre agricole disponible n'est utilisée qu'à moins de 50 % pour la production agricole.

2.6.3 Pratiques culturelles

La plupart des concessions possèdent une ou plusieurs paires de boeufs et d'autres animaux de trait, chevaux et ânes. Plus de la moitié des concessions questionnées possèdent également des charrues, des barres porte-outils à plusieurs usages, des semoirs et des charrettes. Une bonne partie de cet équipement est dans un triste état ou attend des pièces de rechange.

La préparation des terres se fait principalement avec des boeufs. Les labours ne peuvent s'effectuer qu'après les premières pluies quand la terre est assez humide pour permettre aux charrues de pénétrer et de retourner le sol. La profondeur du labour est très faible; elle est estimée de 7 à 10 cm. Dans certains cas, le labour est suivi d'un hersage, le plus souvent pour le coton. Typiquement, le labour est la seule opération culturelle qui soit effectuée par un animal de trait (les autres opérations étant manuelles) quoique quelques

semailles et désherbages soient aussi mécanisés. Le désherbage est le travail monopolisant le plus de main d'oeuvre et constitue le goulot d'étranglement majeur.

L'utilisation d'apports diffère beaucoup avec les cultures. La SODEFITEX, ayant un monopole, distribue gratuitement les fournitures pour la culture du coton (semences, fertilisants et insecticides) récupérant les frais dans le prix payé à la récolte. Les approvisionnements annuels pour les autres cultures sont financés par l'ONCAD par l'intermédiaire des coopératives. Leur utilisation est presque négligeable. Par exemple, la quantité d'engrais utilisés est en moyenne de 5 à 6 kg/ha.

La rotation des cultures dépend de la distance de la concession aux champs. Le mil et le maïs sont cultivés chaque année sur les terres les plus proches du village. Les cultures industrielles et les jachères périodiques forment habituellement un cercle concentrique autour des cellules continuellement cultivées. Les champs les plus éloignés sont encore cultivés moins intensivement ou utilisés en pâturages.

Le riz est cultivé seulement en culture pluviale. La terre est préparée avec une houe ou un daba. Le semis se fait généralement en ligne avec un espacement de 20 à 25 cm, à un taux de 100 kg/ha. Le désherbage se fait à la main. La récolte est coupée à la faucille. Les insectes et maladies les plus courantes sont le stem borer et le pericularia oryzae. Les fertilisants sont utilisés en quantité négligeable. Les variétés cultivées comprennent le TS 123, le 302 B et le I Kong Pao.

2.6.4 Assolements et production

Des fluctuations importantes dans les assolements, spécialement pour les cultures industrielles telles que le coton et les arachides, sont dûes au climat, aux prix payés aux producteurs et à la disponibilité de main d'oeuvre saisonnière. En utilisant des données de 1977 et 1978, le tableau suivant donne la répartition des cultures dans le Bassin, les moyennes annuelles et la production totale.

Tableau 2-16 ASSOLEMENTS, RENDEMENTS, SUPERFICIES ET PRODUCTIONS

Culture	Répartition (%)	Superficie (ha)	Rendement (t/ha)	Production (t)
Mil	12	3 120	0,95	2 964
Sorgho	23	5 980	1,0	5 980
Mais	5	1 300	0,8	1 040
Riz	5	1 300	1,2	1 560
Arachides	29	7 540	1,1	8 294
Coton	26	6 760	1,2	8 112

Les cultures industrielles et les cultures vivrières (qui comprennent une partie des arachides) sont réparties sur des superficies approximativement égales. Le coton a connu sa plus grande expansion ces dernières années, les superficies cultivées sont passées de 1 000 à 14 000 ha dans le département de Velingara dans les 10 dernières années avant 1978. Cette expansion a été possible grâce à l'augmentation de la mécanisation.

Dans une année normale, la production de céréales est juste suffisante pour couvrir les besoins en calories et en protéines de la population du Bassin. Toutefois ceci cache des déficits saisonniers et le manque de régime équilibré.

2.6.5 Elevage

L'intégration de l'élevage avec l'agriculture est faible. Les boeufs sont utilisés comme animaux de trait, et le bétail parqué dans les champs, près des concessions, aide à la fertilisation du sol.

Les troupeaux sont formés avec le bétail appartenant à une ou plusieurs concessions et comptent en moyenne 50 à 60 têtes. Le bétail fournit le lait, les boeufs de travail et est une source d'argent en cas de besoin. Le bétail est rarement abattu pour la viande, les plus petits animaux, moutons, chèvres, cochons et poulets fournissent les principales protéines animales. Le nombre d'animaux estimés dans le Bassin est indiqué ci-dessous.

Tableau 2-17 NOMBRE D'ANIMAUX

Genre	Nombre d'animaux dans le bassin	UBT (1) par animal	Nombre d'UBT
Bétail	64 000	0,8	51 200
Moutons & chèvres	55 000	0,1	5 500
Chevaux	500	1,2	600
Anes	3 000	0,5	1 500

(1) L'UBT (Unité de Betail Tropical) correspond à un animal de 250 kg de poids vif.

- La race de bétail qui domine est la race N'Dama, avec quelques traces de croisement de Zébu. Elle est résistante au trypanosomiasis.
- Les services locaux de l'élevage estiment le taux de croissance du troupeau à environ 2% ; le taux de prélèvement à 10 %, le taux annuel de fertilité à 44 % et le taux de mortalité pendant les 3 premières années est de 40 %. La recherche de nourriture en saison sèche est caractérisée par de longues marches journalières, un surpâturage des pacages naturels et une perte de poids.

2.6.6 Valeur de la production et revenu agricole

La production dans le Bassin de l'Anambé est évaluée à 1 143 millions de FCFA, en tenant compte des prix actuels aux producteurs indiqués dans le tableau 5-3. La production animale est estimée à 295 millions de FCFA, ce qui donne un total de 1 438 millions de FCFA, soit 38 000 FCFA par an et par agriculteur. Les cultures représentent le 80% du revenu agricole, les arachides et le coton représentant à eux seuls le 53%.

Ainsi que le montre le budget d'une concession type (tableau 5-7) le revenu net par homme et par jour est de 436 FCFA, à peu près le salaire minimal en usage à Velingara.

2.7 Infrastructure et institutions

2.7.1 Infrastructure physique et sociale

Le réseau routier actuel de la région du projet est indiqué à la figure 1-2. A part la N6 et la route de latérite de Wassadou, les routes sont généralement un peu mieux que des pistes, virtuellement impraticables pour la plupart des véhicules en saison des pluies.

Peu de villages disposent d'une alimentation en eau sûre, les puits ayant généralement une profondeur limitée. Seule Vélingara a une usine électrique, la SENELEC, le réseau de distribution étant limité à la ville.

Les écoles sont indiquées à la figure 1-2. La scolarité de la Haute Casamance, à 18%, est un taux bas, comparé aux standards nationaux et la région du projet a indubitablement un niveau très bas.

Les villageois accordent une grande priorité aux services de santé. Actuellement ils souffrent du manque de produits pharmaceutiques et de services médicaux.

2.7.2 Services administratifs

A Vélingara et Kolda, les chefs-lieux de leurs départements respectifs, il y a les services administratifs suivants:

- Service de l'Elevage
- Eaux et Forêts
- Perception
- Travaux Publics
- Information
- Promotion Humaine
- Santé
- Enseignement

L'ISRA possède une petite station expérimentale simplifiée (PAPEM-Point d'Appui d'Etudes Multilocales) située à 2 km environ au sud de Vélingara.

2.7.3 Autres institutions

L'ONCAD est responsable de la fourniture des approvisionnements agricoles, opérant par l'intermédiaire d'un mouvement coopératif (c.f. figure 1-3).

SODEFITEX a une usine d'égrenage du coton à Vélingara, et a encouragé cette culture dans toute la région. La production du Bassin de l'Anambé représente environ 20% de la production nationale et semble avoir atteint le maximum de surfaces cultivées possibles. La SODEFITEX est aussi active en tant qu'agence de développement régionale en Haute Casamance et au Sénégal Oriental, mais dans le Bassin de l'Anambé et dans les basses vallées de la Kayanga, elle a cédé ses responsabilités à la SODAGRI.

2.7.4 SODAGRI

La SODAGRI a en cours trois programmes de développement de la production de riz. Le premier est concentré dans les plus basses terres du Bassin de l'Anambé où, vers mi-1979, elle a défriché une superficie d'environ 200 ha desquels 100 ha ont été planté en riz à la saison des pluies de 1979. Ces premiers essais avec du riz pluvial sont à faire suivre par l'aménagement d'une ferme pilote mécanisée et irriguée ainsi qu'elle est décrite au chapitre 3.

Le second programme envisage l'introduction progressive de l'agriculture irriguée chez les petits fermiers en utilisant dans un premier temps la traction animale pour réaliser deux cultures de riz et/ou d'autres céréales par an. La première phase du projet de l'Anambé procurera une superficie de 755 ha pour les petits fermiers.

Le troisième programme est l'intensification de la production des terres actuellement ou antérieurement cultivées en riz et généralement situées à un niveau plus élevé que celles devant être aménagées dans le cadre du second programme. Ce programme a déjà été réalisé sur 1 000 ha environ pendant la saison de culture de 1979.

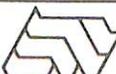
LEGENDE

Classe des terres	Aptitude hivernage	culture contre saison	Classe de drainabilité (1)	Description
 1RR	Riz	Riz	Z	Terres convenant très bien à la riziculture irriguée avec de forts rendements et des coûts de production raisonnables.
 2RR	Riz	Riz	Z	Terre aptes à la riziculture irriguée mais avec des rendements plus faibles que la classe 1RR et/ou des coûts de production plus élevés. Les coûts d'aménagement sont en générale plus élevés.
 2RD	Riz	Poly-cultures	Y	Terres aptes aux cultures irriguées mais exigeant des apports d'eau plus élevés que celles des classes 1RR et 2RR. Dans certaines zones à drainage interne restreint, les polycultures ne peuvent être pratiquées qu'en contre-saison.
 2DD	Poly-cultures	Poly-cultures	X	Terres aptes à un grand nombre de cultures irriguées autre que le riz.
 6	-	-	-	Terres inaptées à toute forme de culture irriguée à cause des contraintes pédologiques, topographiques ou de drainage ou encore à cause d'une utilisation actuelle qui exclue leur aménagement pour l'irrigation.

Périmètres d'irrigation

(1) Classe de drainabilité : X-bon, Y-restreint, Z-faible

(Figure dérivée de la figure 4-4 du rapport 4, pédologie)

REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
CLASSIFICATION DES TERRES			
 ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR		DESS	<i>jeu</i>
		CONT	
ECHELLE		DATE	NUMERO DU PLAN
1:100'000	12.8.80	6158 - 209016	ANNEXE 2 - 1

13°30

Gambie

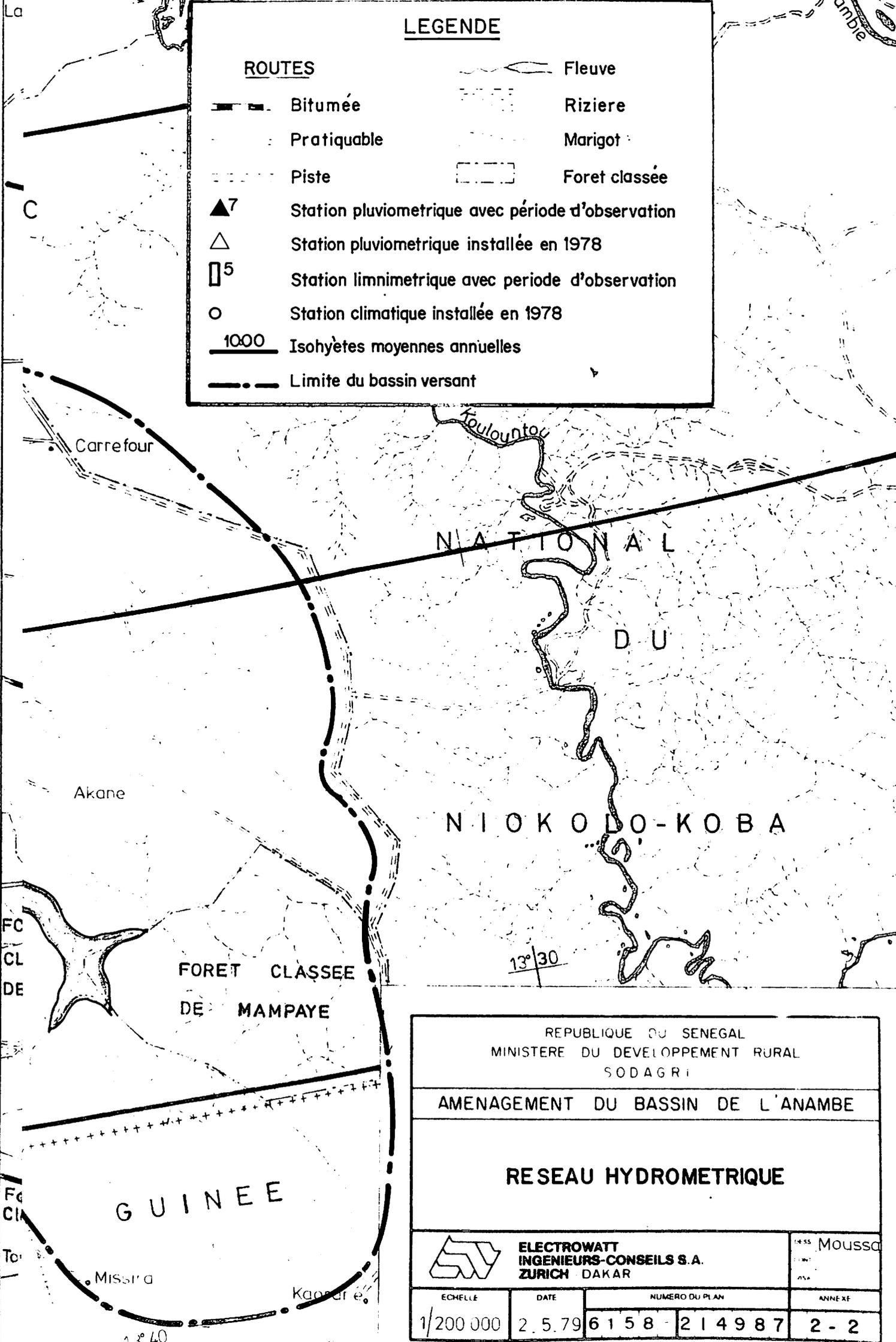
LEGENDE

ROUTES

- Bitumée
- Praticable
- Piste

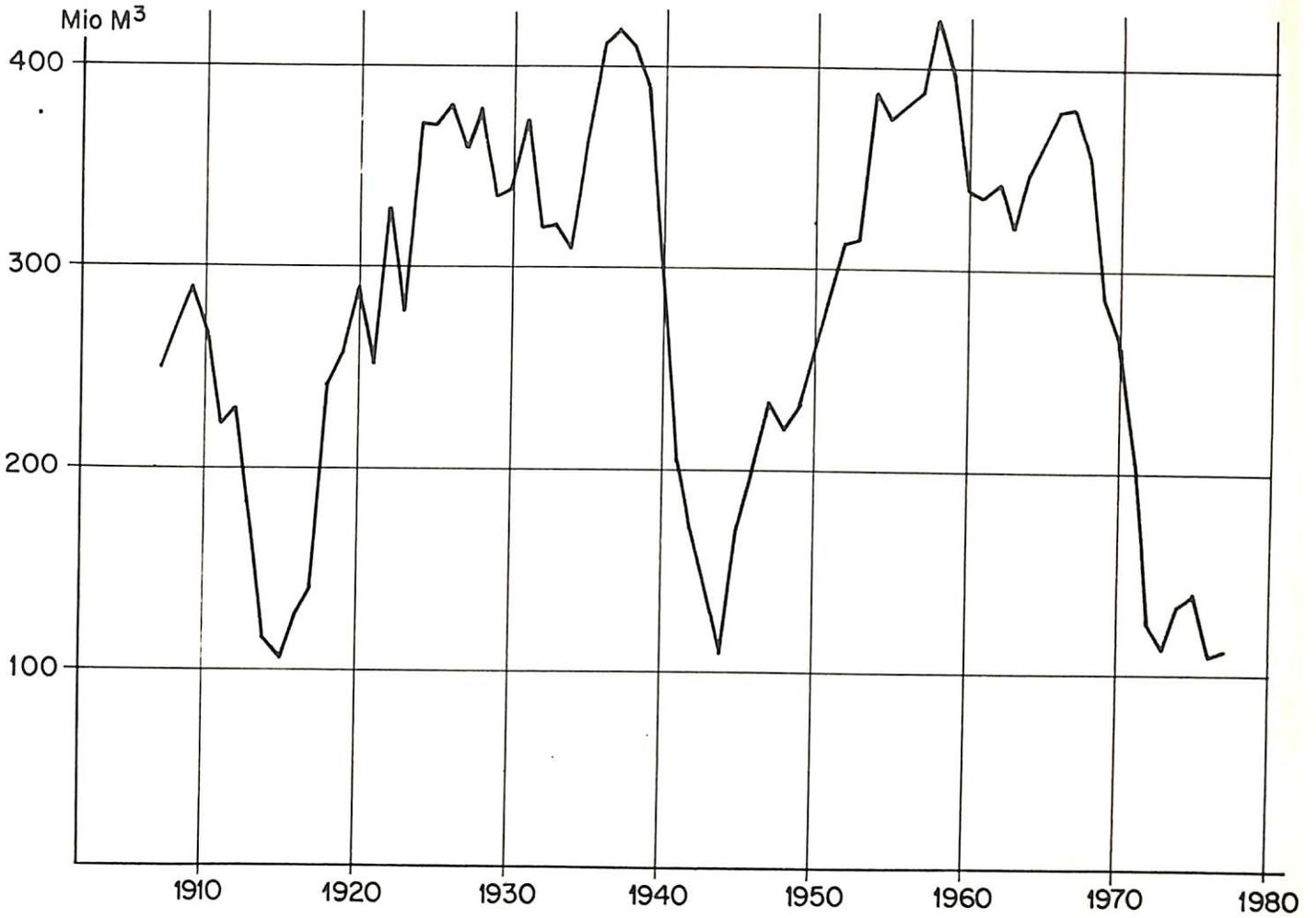
- Fleuve
- Rizière
- Marigot
- Forêt classée

- Station pluviométrique avec période d'observation
- Station pluviométrique installée en 1978
- Station limnimétrique avec période d'observation
- Station climatique installée en 1978
- Isohyètes moyennes annuelles
- Limite du bassin versant

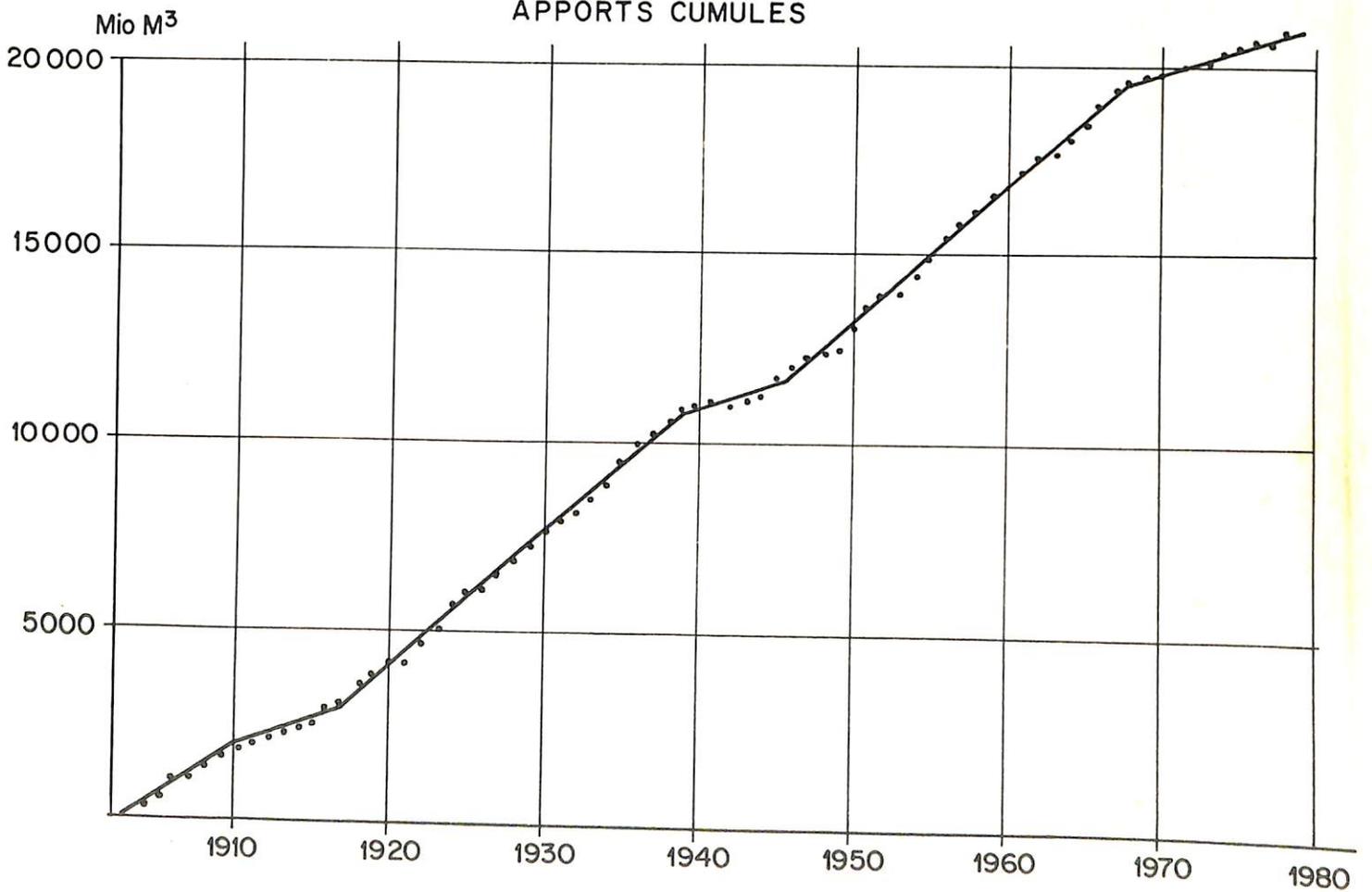


REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
RESEAU HYDROMETRIQUE			
ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH DAKAR			MOUSSA <small>1977</small> <small>254</small>
ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN	
1/200 000	2.5.79	6158 -	214987
			ANNEXE
			2 - 2

MOYENNES GLISSANTES DE 5 ANS



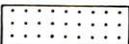
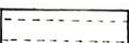
APPORTS CUMULES



APPORTS DE LA KAYANGA A NIAPO
Correlation avec la Falémé

FIGURE 2-3

LEGENDE

	FORET CLAIRE
	SAVANE BOISEE DENSE
	SAVANE BOISEE CLAIRE
	SAVANE ARBOREE
	SAVANE ARBOREE OU SAVANE PARC
	PLAINE HERBACEE OU DEFRICHE
	RIZIERES
	CULTURES DE PLATEAUX
	LIMITE DE LA FORET CLASSEE DE L'ANAMBE

Carte mosaïque non contrôlée, assemblée à partir des photos aériennes prises en 1978

REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL S O D A G R I			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
CARTE DE VEGETATION ET D'OCCUPATION DES TERRES			
	ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR		DESS Brup
			CONT VISA
ECHELLE ~ 1:100'000	DATE AVRIL 80	NUMERO DU PLAN 6 1 5 8 - 2 1 4 9 8 5	ANNEXE 2 - 4

3. CONCEPT DE L'AMENAGEMENT

3. CONCEPT DE L'AMENAGEMENT

3.1 Potentiel de mise en valeur

3.1.1 Restrictions à la croissance de l'agriculture traditionnelle

Jusqu'ici, la disponibilité de terre n'a pas été une contrainte à la croissance de l'agriculture traditionnelle. Le prix stimulant a été le facteur de l'impressionnante expansion des cultures industrielles, spécialement du coton. Les fermiers ont choisi de cultiver les sols plus légers des plateaux qui sont plus facilement cultivables en utilisant les moyens disponibles. Il y a encore des terres disponibles sur les plateaux, quoique la proportion de jachères semble être en diminution. Les terres qui constituent la plus grande partie du bassin intérieur ont un drainage de surface pauvre et sont sujettes aux inondations. Alors que celà peut sembler être en faveur de la riziculture, la profondeur, la durée et l'étendue de l'inondation sont en fait fortement variables. Dans ces conditions, la culture du riz effectuée avec des méthodes traditionnelles n'a pas été probante.

Les assolements traditionnels, le peu d'utilisation des moyens de production et les faibles rendements prévalant dans la région représentent pour l'agriculteur l'intégration la plus avantageuse des facteurs de production de toutes les cultures par rapport aux moyens de production, aux sols, aux problèmes de gestion et aux prix. Bien que ces facteurs jouent tous un rôle dans la limitation de la productivité, la restriction fondamentale à la production est l'eau - les courtes saisons des pluies et les précipitations irrégulières. La gestion de l'humidité et de la fertilité des sols, associée à des services inadéquats, est un problème pour les terres des plateaux.

Sans le projet, les terres non exploitées seraient soumises à une pression croissante de la part de la population désirant les utiliser pour l'agriculture et l'élevage, conduisant à une migration rurale et à un appauvrissement progressif du sol.

Les précipitations mises à part, le projet de l'Anambé qui couvre la partie intérieure du Bassin, possède un environnement favorable à une mise en valeur agricole intensive. Le climat permet la culture durant toute l'année et avec une bonne gestion, les sols sont capables de rendements élevés; une eau d'excellente qualité peut être mobilisée pour l'irrigation. Il y a un sous-emploi de la main d'oeuvre agricole pendant une bonne partie de l'année et un chômage global important.

3.1.2 Besoins pour le développement

Les principales composantes d'un programme de développement de l'agriculture irriguée dans le Bassin de l'Anambé doivent comprendre: la protection des crûes et le drainage du bassin, la mobilisation et la distribution de l'eau d'irrigation, l'établissement d'un réseau de routes d'exploitation, l'installation d'une ferme mécanisée industrielle et l'installation de petits fermiers sur des terres auparavant pas cultivées, l'infrastructure de recherche de technologie adaptée, l'équipement pour la transformation et le traitement des récoltes, un plan de l'élevage du bétail, un service de vulgarisation et une assistance technique agricole aux fermiers pour les aider à augmenter la productivité de leurs récoltes et de l'élevage. Tous ces programmes et besoins doivent être étroitement coordonnés. La façon dont ils devront s'organiser est expliquée ici et dans les chapitres suivants.

D'ailleurs le développement rural nécessite, non seulement un engagement pour la fourniture des équipements de production nécessaires, mais aussi des considérations relatives au bien-être et la création de services sociaux. Ceux-ci comprennent des programmes de santé et d'éducation, des écoles, de meilleurs marchés, non seulement pour la vente sur place des produits locaux, mais aussi pour satisfaire la demande croissante de marchandises venant de l'extérieur, et l'alimentation en énergie électrique et eau potable.

3.2 Directives de planification

Les principaux objectifs pour le développement d'une agriculture irriguée dans

Le Bassin de l'Anambé sont:

- promouvoir la culture du riz en tant que culture industrielle avantageuse plutôt que comme culture vivrière dans le but de diminuer la dépendance du Sénégal vis-à-vis des importations de riz.
- transformer les perspectives sociaux-économiques de la région par l'amélioration du revenu des agriculteurs en créant des conditions de travail agricole permanent à plein temps et d'autre part en stimulant le développement et la croissance de l'économie agricole.

La SODAGRI a poursuivi ses buts depuis sa création, intensifiant et étendant ses activités dans le Bassin de l'Anambé au cours des deux dernières années (voir paragraphe 2.7.4). Ces activités et la mise en valeur du Bassin en général ont été le sujet de discussions à un séminaire tenu à Vélingara en mars 1979, sous la présidence du Ministre du Développement Rural. En plus des buts et besoins déjà mentionnés, la recommandation suivante a été faite:

- que le développement forme intégralement les agriculteurs et qu'avec la ferme mécanisée et les fermes paysannes, des essais soient effectués à une échelle réduite sur les terres non cultivées du centre du Bassin en utilisant la traction animale aussi bien que les méthodes de cultures mécanisées.

Il a aussi été recommandé que l'élevage soit intégré à l'agriculture, que la structure existante des coopératives soit utilisée comme base de leur développement et que l'on soit attentif à la protection de l'environnement.

Ces objectifs et recommandations ont mené à l'adoption de certaines lignes de conduite spécifiques pour l'élaboration du projet, qui sont :

- l'installation tout au début d'une ferme pilote industrielle pour effectuer de la recherche appliquée sur la sélection de variétés, le choix des fertilisants, la protection des plantes et autres pratiques essentielles au développement de la monoculture du riz dans la région. La ferme pilote comprendra des zones exploitées mécaniquement et des zones en exploitations paysannes. La dimension

des parcelles et le principe des ouvrages permettront de tester la pratique de l'irrigation et des cultures proposées pour une application à plus grande échelle.

- l'aménagement par la suite se caractérisant par un mélange flexible de fermes paysannes et d'exploitations industrielles avec la participation maximale des fermiers au programme agricole. Des dispositions seront prises pour transférer progressivement aux paysans la responsabilité de l'exploitation des terres initialement aménagées pour la culture commerciale mécanisée pour satisfaire les futures demandes en petites propriétés
- la répartition des bénéfices du projet à la population agricole des deux rives du Bassin de l'Anambé avec équité et de manière à déranger le moins possible l'unité socio-économique du Bassin de l'Anambé
- l'aménagement du projet de l'Anambé, en prenant en compte étroitement le développement et la future intégration de toutes les ressources du Bassin comprenant l'agriculture pluviale, l'élevage et l'exploitation forestière.
- les ouvrages qui feraient appel à un minimum d'énergie importée.

3.3 Développement agricole

3.3.1 Cultures et assolements

Le climat de la région du projet permet presque n'importe quelle culture de région chaude. Toutefois le riz étant destiné à devenir la culture primordiale dans la région, cette condition a guidé l'étude des ressources en sols et la classification des terres aptes à l'irrigation. Trois assolements doubles sont indiqués :

- riz en saison des pluies et saison sèche
- riz en saison des pluies suivi de cultures diversifiées en saison sèche
- cultures diversifiées pendant les deux saisons

En fait, les superficies où il peut y avoir compétition entre le riz et d'autres cultures ne représentent qu'une petite partie de la superficie totale. Généralement pour une raison ou une autre, des considérations topographiques et de drainage empêchent soit la culture du riz soit celle d'autres cultures.

Les principales cultures étudiées comme cultures diversifiées sont : le maïs, le sorgho, le coton, le soja et la canne à sucre. Les cultures diversifiées seront cultivées presque exclusivement par les fermes paysannes. Ce facteur et le manque de terres aptes éliminent la culture de la canne à sucre. La culture de coton en saison sèche entraîne des infestations plus importantes par les insectes. De plus, le plus long cycle de végétation rend la double culture plus difficile. Le soja représente une alternative intéressante à la dépendance actuelle des arachides, mais le manque d'expériences pratiques et la nécessité d'avoir des installations de transformation font que l'introduction de cette culture à grande échelle est prématurée.

Le maïs et le sorgho ont donc été retenus comme cultures diversifiées. Ils ont l'avantage d'être bien connus dans la région et leur culture permet aux petits fermiers de produire leur propre nourriture. Leur production va dans le sens des objectifs du Gouvernement qui est de réduire le déficit en céréales. Il a été admis qu'ils seraient cultivés dans la proportion de 2 : 1 (sorgho/maïs) le sorgho étant plus largement utilisé pour la nourriture. Malheureusement, les rendements du sorgho et du maïs blancs, préférés par la population, sont bien au-dessous de ceux du sorgho rouge ou jaune et du maïs jaune. Ces derniers ont donc été limités à une surface peu importante de la ferme industrielle et sont destinés à la fabrication des aliments du bétail.

Des légumes seront certainement cultivés pour satisfaire les besoins locaux, mais comme les principaux marchés ne peuvent pas être touchés avec profit, ce qui veut dire qu'en termes économiques la production restera marginale. Ceci est également vrai pour la production fruitière.

La façon dont les trois assolements proposés s'adaptent au calendrier agricole est indiquée à la figure 3-1. L'importance relative du riz, du maïs et du sorgho dans l'assolement reflète aussi leur relative rentabilité.

3.3.2 Superficies cultivées

Les principaux facteurs qui déterminent l'intensité de culture et les surfaces cultivées sont la disponibilité de l'eau, les pratiques d'exploitation et la main d'oeuvre. La combinaison de la double culture, l'intensité des cultures saisonnières et les superficies cultivées par les petits propriétaires et par la ferme mécanisée est indiquée dans le tableau 3-1. Elles sont basées sur les considérations suivantes:

- les terres devront être cultivées avec le maximum d'intensité en saison des pluies
- la moyenne de l'intensité de culture en saison sèche, déterminée par la disponibilité en eau, est de 70%. La prédominance du riz, avec ses besoins en eau d'irrigation relativement élevés, exige, de la part du projet, l'approvisionnement et la distribution d'une quantité d'eau importante (aussi la prédiction d'assolements futurs précis n'est pas particulièrement essentielle).
- une jachère d'une saison ou plus tous les quatre ans est souhaitable pour détruire la mauvaise herbe. Donc l'intensité de culture maximale est de 175%, tandis que celle de saison sèche est de 80%.
- la ferme mécanisée doit réaliser une intensité de culture élevée pour justifier les investissements en matériel agricole. Les terres les plus basses peuvent le plus facilement assurer une intensité de culture élevée.

Les terres les plus aptes à l'irrigation sont celles des terrasses alluvionnaires qui forment une ceinture relativement étendue autour de la plaine centrale d'inondation et au-dessous des plateaux. Certaines parties inférieures de ces plateaux sont également compris dans le périmètre irrigué. La plaine centrale d'inondation elle-même a été exclue de l'aménagement agricole, les plus basses terres qui peuvent être irriguées économiquement se situant à la cote 22,0 m. L'aménagement des terres au-dessous de ce niveau demanderait une capacité de pompage plus élevée et augmenterait sensiblement les coûts de pompage. Cela réduirait d'une manière également importante la capacité de stockage sur les fonds et diminuerait considérablement la proportion du ruissellement du Bassin de l'Anambé qui

Tableau 3-1 : CULTURES, ASSOLEMENTS ET SUPERFICIES POUR LES PERIMETRES IRRIGUES (EN HA)

Type de ferme et assolement (Hiv. - C.S.)	Surface totale (nette)	Culture de		Total	Type de culture		
		Hivernage	contre-saison		riz	maïs	sorgho
<u>Paysannat</u>							
Riz - riz	7 210	6 850	4 687	11 537	11 537	-	-
Riz - divers	3 410	3 240	2 217	5 457	3 240	739	1 478
Divers - divers	710	675	462	1 137	-	379	758
Total	11 330	10 765	7 366	18 131	14 777	1 118	2 236
Intensité de culture moyenne		95 %	65 %	160 %			
<u>Ferme mécanisée</u>							
Riz - riz	4 685	4 450	3 750	8 200	8 200	-	-
Divers - divers	250	250	250	500	-	500	-
Total	4 935	4 700	4 000	8 700	8 200	500	
Intensité de culture moyenne		95 %	80 %	175 %			
Total paysannat et ferme mécanisée	16 265	15 465	11 366	26 831	22 977	1 618	2 236
Intensité de culture globale moyenne		95 %	70 %	165 %			
Distribution des cultures					86 %	6 %	8 %

pourrait être utilisée pour l'irrigation. Il a été prévu que la plus grande partie de la plaine centrale d'inondation servira comme zone de pacage importante, particulièrement vers la fin de la saison sèche.

Le périmètre irriguée comprend 16 265 ha nets (figure 3-2). Le riz sera cultivé sur 96 % de la superficie irriguée en saison des pluies, et sur 75 % en saison sèche. Les intensités de cultures adoptées sont de 175 % pour la ferme mécanisée et 160 % pour les exploitations paysannes, c'est -à-dire 165 % pour l'ensemble du projet. L'intensité de 65 % en saison sèche pour les exploitations paysannes est une valeur moyenne, compte-tenu d'intensités de cultures plus élevées en années humides et d'intensités de cultures plus faibles (occasionnellement 0) en saison sèche lorsque la disponibilité en eau est minime.

3.3.3 Systèmes d'exploitation agricole

La population agricole qui compte environ 38 000 personnes ne sera pas capable d'assurer l'exploitation de 16 000 ha de terres irriguées en plus de ses propriétés actuelles. C'est pourquoi le développement parallèle d'une agriculture paysannale et d'une riziculture mécanisée industrielle a été envisagé.

La superficie des fermes mécanisées a été limitée à un maximum de 5 000 ha situés sur les sols lourds des plus basses terrasses. Ces terres sont à la fois moins accessibles à partir des villages actuels et conviennent moins à la culture à traction animale. De grandes superficies contigues ont été sélectionnées pour simplifier les opérations mécanisées. La ferme mécanisée sera divisée en quatre secteurs ou unités d'environ 1 200 ha. Cette taille a été définie principalement par la répartition des terres aptes et leur aménagement par phases mais aussi parce que c'est une dimension pratique du point de vue exploitation (voir figure 5-1).

La superficie restant, environ 70% du total, devra être aménagée pour la riziculture et les cultures diversifiées irriguées des exploitations paysannes. Les terres à riz devront d'abord être mises en culture mécaniquement par l'administration du projet, les cédant aux petits propriétaires dès que

Les infrastructures institutionnelles et les services agricoles nécessaires seront créés.

La dimension des parcelles considérées valables pour les petites exploitations irriguées est d'environ 2,5 ha. Ceci correspond à la superficie qu'une famille type peut cultiver. Les dimensions effectives des fermes devront être adaptées aux capacités de chaque famille.

3.3.4 Installations de transformation

Le Bassin de l'Anambé est destiné à devenir une région de production agricole intense qui offre des possibilités pour le développement d'industries de transformation, utilisant la production des fermes mécanisées et des fermes paysannes. Toutefois, la distance qui sépare le projet des régions les plus peuplées du Sénégal et le manque actuel d'infrastructures fiables limitent les activités de l'agro-industrie à des transformations élémentaires. Au fur et à mesure des réalisations de l'aménagement, les contraintes existantes seront levées et des procédés de transformation plus élaborés deviendront possibles dans la région.

Le premier accent doit par conséquent être porté sur l'implantation de rizeries pour traiter le surplus de riz commercialisable produit par la ferme mécanisée et les fermes paysannes. Des installations de traitement des semences devront aussi être implantées. D'autres activités intéressantes, telles que le nettoyage et le conditionnement des légumineuses, le stockage et la vente des tubercules et oignons, pourront être envisagées une fois que le projet aura démarré.

A l'exception de la rizerie de Kedougou, l'exploitation au Sénégal de grandes rizeries est caractérisée par une faible utilisation et une capacité excédentaire. Le programme d'implantation de nouvelles rizeries devra être soigneusement planifié afin d'éviter ces erreurs. Dans cet esprit, deux types de rizeries sont proposés. Des rizeries de type industriel, capables de recevoir en vrac et de fonctionner 24 heures sur 24, installées pour les unités de fermes mécanisées, et des rizeries villageoises destinées à traiter le paddy aussi

bien en sacs qu'en vrac, fonctionnant avec une équipe de jour seulement, qui seront installées pour les fermes paysannes (voir figure 5-1).

3.4 Formulation du projet

3.4.1 Sélection du site du barrage de retenue

Divers aménagements possibles pour le stockage de l'eau ont été envisagés (se référer au rapport 8, Concept de l'aménagement), à savoir :

- le stockage dans l'exutoire de l'Anambé, entre deux barrages
- un barrage et réservoir dans la vallée de la Kayanga en aval du confluent
- une accumulation dans le centre du Bassin de l'Anambé contenue par une digue périphérique et un barrage en travers de l'exutoire
- le stockage dans la vallée de la Kayanga à l'amont du confluent, le site le plus favorable pour le barrage se situant près du village de Niandouba.

Les trois premiers aménagements ont tous présenté de nombreux désavantages dont des coûts importants de terrassements, une capacité de stockage limitée, des coûts de pompage élevés et la nécessité de stations de pompage pour le drainage. La construction d'un barrage de retenue sur la Kayanga, en amont du confluent avec l'Anambé est dès lors le seul moyen possible de mobiliser une quantité d'eau suffisante pour alimenter les cultures de saisons sèches des grandes superficies du Bassin de l'Anambé.

3.4.2 Système de distribution de l'eau aux périmètres irrigués

Le système de distribution de l'eau en tête des périmètres irrigués de la rive gauche et de la rive droite est indiqué à l'échelle dans la figure 3-2 et schématiquement dans la figure 3-3.

Les eaux de la Kayanga seront stockées derrière le barrage de Niandouba et relâchées dans la Kayanga après avoir été turbinées dans une usine hydro-

électrique située en aval, au pied du barrage. Un petit barrage, situé juste après le confluent de la Kayanga et de l'Anambé, 25 km en aval du barrage de Niandouba, détournera les débits de la Kayanga vers l'Anambé et les stations de pompage principales. Les deux stations de pompage principales sont disposées de chaque côté de l'Anambé, aux extrémités gauche et droite d'un barrage de garde. Ce dernier sert à la fois pour empêcher l'entrée des crûes de la Kayanga dans le Bassin de l'Anambé et pour maintenir le niveau du plan d'eau dans le chenal de l'Anambé.

La station de pompage principale de la rive droite fonctionne à l'électricité et reçoit le courant de l'usine électrique du barrage de Niandouba. La station de pompage principale de la rive gauche est entraînée par des moteurs diesel.

Plusieurs alternatives d'alimentation en eau des périmètres ont été étudiées dont différents types et dispositions de stations de pompage, de routes et d'ouvrages de transport. Ceux-ci ont été décrits dans le rapport 8. L'analyse des coûts permet d'éliminer toutes les alternatives, excepté celle remplaçant l'énergie hydroélectrique par des moteurs diesel entraînant la station de pompage principale de la rive droite.

3.4.3 Alimentation en énergie

Les plus gros consommateurs en énergie du projet sont les deux stations de pompage principales et la station auxiliaire. Du fait que les quantités et la sécurité des approvisionnements en fuel revêtent une importance toute particulière, différentes sources d'énergie ont été examinées. Elles sont:

Tableau 3 - 2 ALTERNATIVES D'ALIMENTATION EN ENERGIE POUR LES STATIONS DE POMPAGE

Alter- native	Stations de pompage			Remarques
	principale rive droite	auxiliaire	principale rive gauche	
1	Diesel	Diesel	Diesel	Présentement solution la moins coûteuse
2	Hydro- électrique	Diesel	Diesel	Energie provenant du barrage de Niandouba. Solution choisie.
3	Hydro- électrique	Diesel	Hydro- électrique	Station de pompage rive droite alimentée par le barrage de Niandouba. Aménagement rive gauche différé jusqu'à disponibilité d'hydroénergie provenant des barrages sur les fleuves Gambie ou Manantali.
4	Hydro- électrique	Thermique	Thermique	Centrale thermique alimentée au bois desservant 2 stations de pompage et les installations auxiliaires
5	Thermique	Thermique	Thermique	Identique à 4, sauf énergie totale fournie par centrale thermique

Le calendrier des aménagements hydro-électriques sur les fleuves Gambie et Sénégal est actuellement incertain de même que le coût de l'énergie distribuée dans la région du projet. Cette source d'énergie n'a donc pas été retenue.

Une possibilité de production d'électricité bien plus prometteuse consiste en une centrale thermique fonctionnant au bois, desservant non seulement les stations de pompage, mais aussi d'autres installations du projet ainsi que les villes et les villages de la région. Les études préliminaires présentées dans le rapport 7 montrent que les économies effectués sur le carburant ne suffisent pas à couvrir les investissements additionnels, nécessaires pour la centrale, les plantations et leurs coûts de fonctionnement. D'autres études devront être effectuées afin d'obtenir une meilleure évaluation des possibilités techniques et économiques de développement de cette source d'énergie (voir chapitre 12). Jusqu'à ce que ces résultats soient établis la planification du projet continuera de se baser sur des

sources d'énergie plus certaines. Néanmoins, la possibilité d'une complète indépendance en approvisionnement énergétique est un facteur positif de poids en faveur du projet.

L'énergie hydro-électrique fournie par Niandouba ne suffira que pour satisfaire la demande de la station de pompage principale de la rive droite qui sera construite la première. Une station de pompage semblable, mais entraînée par des moteurs diesel permet une diminution sensible du montant des investissements, mais augmente, par contre, les coûts annuels de fonctionnement. Cette diminution des investissements est entièrement compensée par les coûts de fonctionnement lorsque le prix du fuel atteint 100 FCFA par litre (équivalent à environ 45 \$ US par baril) à un taux de 6%, ou 150 FCFA à un taux de 10% (en termes mi-1979). Le premier de ces prix sera probablement atteint ou dépassé au moment où la centrale hydro-électrique de Niandouba sera opérationnelle.

Compte tenu de ces aspects et en considérant le fait que l'économie de devises est un objectif prioritaire, la solution avec une centrale hydro-électrique à Niandouba est préférable. Le choix de l'alimentation en énergie devra être révisé au moment du projet d'exécution sans que toutefois les conclusions principales de ce rapport n'en soient affectées.

3.5 Besoins et alimentation en eau

3.5.1 Besoins en eau d'irrigation

L'évapotranspiration potentielle (ETP) a été calculée, avec la méthode Blaney Criddle, pour les stations climatiques les plus proches de Bassé et de Kolda et les résultats ont été corrigés pour tenir compte de l'accroissement de l'humidité qui accompagnera le développement de l'irrigation sur une grande échelle dans le Bassin de l'Anambé. Les valeurs de l'ETP pour la région du projet sont données dans le tableau 3-3. Le tableau indique aussi le calcul des besoins en eau à la parcelle, tenant compte de :

- un coefficient de culture variant avec le stade de croissance de la plante
- la pluviométrie effective de fréquence 4 ans sur 5 en moyenne

Tableau 3-3 : BESOINS EN EAU DES CULTURES (MM) →

	Janvier		Février		Mars		Avril		Mai		Juin		Juillet		Août		Septembre		Octobre		Novembre		Décembre		T o t a l	
																										Hivernage
1. Evapotranspiration potentielle ETo (demi-mensuelle)	69	71	68	75	84	90	93	96	100	98	94	89	81	71	59	53	51	54	64	72	67	65	67	69		
2. Pluie utile, 4 ans sur 5											18	37	46	62	77	90	85	57	29	0						
<u>Riz mécanisé et paysannal</u>	15/1	110-120 jours										14/5	6/7	110 jours										23/10		
3. Coefficient de culture, Kc		0,62	0,93	1,01	1,11	1,16	1,16	0,92	0,60				0,50	0,80	1,00	1,09	1,15	1,16	1,00	0,65						
4. Besoins en eau de culture Kc X ETo		44	63	76	93	104	108	84	23 ⁽¹⁾				27	57	59	58	59	63	64	24 ⁽¹⁾						
5. Pré-irrigation																									411	595
6. Percolation 2 mm/jour		0	20	28	31	31	30	28	0		60													60	60	60
7. Besoins nets en eau 4+5+6-2		44	83	104	124	135	138	112	23		60 ⁽³⁾		0	16	31	31	30	30	22	0			60	60	60	60
8. Submersion			50	50				-100					0	11	13	0	4	36	57	24			60	60	60	60
9. Total besoins 7+8		44	133	154	124	135	138	12	23		60		0	11	13	0	4	36	57	24			60	60	60	60
10. Total applications (4)		59	177	205	165	180	184	12	0 ⁽²⁾		75		0	50 ⁽⁵⁾	0	0	50 ⁽⁵⁾	0	75	0 ⁽²⁾			80	80	80	80
<u>Maïs mécanisé et Maïs/sorgho (1:2)</u>																										
<u>paysannal (6)</u>	15/1	110 jours										4/5	6/7	110 jours										23/10		
3. Coefficient de culture, Kc		0,51	0,63	0,76	0,98	1,11	1,11	0,69					0,50	0,60	0,71	0,92	1,10	1,13	0,85	0,50						
4. Besoins en eau de culture, Kc X ETo		36	43	57	82	100	103	66					41	43	42	49	56	61	54	18 ⁽¹⁾						
5. Pré-irrigation																									364	487
6. Total besoins 4+5-2		36	43	57	82	100	103	66			40															
7. Total applications 6 ÷ 0,65		55	66	88	126	154	158	102			62		0	0	0	0	0	4	25	18			50	50	50	50
													0	50 ⁽⁷⁾	0	0	0	0	38	0 ⁽²⁾			77	77	77	77

Notes (1) Représente une partie de la période
 (2) Alimenté par l'humidité résiduelle du sol
 (3) Pluie utile non considérée
 (4) Rendement d'irrigation à la parcelle 75 % en contre-saison

(5) Deux irrigations nécessaires en mi-saison une année sur cinq ; dates d'irrigation variables

(6) Maïs 90 jours, sorgho 120 jours avec rapport 1 ha maïs : 2 ha sorgho

(7) Une irrigation nécessaire en mi-saison une année sur cinq ; dates d'irrigation variables

- des besoins de pré-irrigation pour reconstituer l'humidité du sol et permettre la préparation des terres et la plantation en temps voulu.
- les pertes par percolation des rizières
- une efficacité de l'irrigation de 75% pour le riz et de 65% pour le maïs et le sorgho.

La répartition dans l'espace des pluies durant la saison humide est plus importante pour la maturité et les rendements des cultures que les quantités totales annuelles, voire mensuelles. L'étude des précipitations journalières a montré que pour assurer les besoins en eau 4 années sur 5, deux irrigations supplémentaires étaient nécessaires au riz entre juillet et septembre. Pour les autres céréales, une seule irrigation suffit. Les besoins en eau d'irrigation ont été ajustés en fonction de ces nécessités.

Les besoins en eau mensuels par ha et les besoins totaux par phase de l'aménagement sont donnés dans le tableau 3-4. Les pertes dues au transport de l'eau entre le barrage de Niandouba et la station principale sont estimées à 10%. Pour tout le réseau de distribution, les pertes entre le barrage et la parcelle sont estimées à 25%. L'efficacité de l'irrigation peut être résumée comme suit:

	Riz	Cultures diversifiées
Efficiencce du réseau de transport et de distribution	75%	75%
Efficiencce à la parcelle	75%	65%
Efficiencce globale de l'irrigation	56%	49%

3.5.2 Demande à l'aval

Il y a peu d'informations disponibles concernant les prélèvements d'eau, effectifs ou prévus de la Kayanga en aval du barrage. En saison sèche, le débit au pont de Niapo tombe au-dessous de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ à la fin de la saison, en mai. Le débit moyen de décembre à juin, période du débit le plus bas, est de $1,6 \text{ m}^3/\text{s}$. Afin d'alimenter les usagers situés en aval et pour maintenir l'écologie de la rivière, un débit continu de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ a été retenu comme étant le débit minimal

Tableau 3 - 4 :

BESOINS EN EAU D'IRRIGATION

1) Par hectare

	A la parcelle (1)				Aux stations de pompage		Au barrage de Niandouba	
	Riz		Cultures diverses		Riz	Cultures diverses	Riz	Cultures diverses
	mm	m ³ /ha	mm	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha	m ³ /ha
Janvier	59	590	55	550	708	660	787	733
Février	382	3 820	154	1 540	4 584	1 848	5 093	2 053
Mars	345	3 450	280	2 800	4 140	3 360	4 600	3 733
Avril	196	1 960	260	2 600	2 352	3 120	2 613	3 467
Mai								
Juin	75	750	62	620	900	744	1 000	827
Juillet	50	500	50	500	600	600	667	667
Août								
Septembre	50	500			600		667	
Octobre	75	750	38	380	900	456	1 000	507
Novembre								
Décembre	80	800	77	770	960	924	1 067	1 027
Hivernage	250	2 500	150	1 500	3 000	1 800	3 334	2 001
Contre Saison	1 062	10 620	826	8 260	12 744	9 912	14 160	11 013
Total	1 312	13 120	976	9 760	15 744	11 712	17 494	13 014

2) Aux stations de pompage principales

	PHASE I 1 420 ha			PHASE II 4 440 ha			PHASE III 7 490 ha			PHASE IV 11 485 ha			PHASE V 16 265 ha		
	riz	cult. div.	total	riz	cult. div.	total	riz	cult. div.	total	riz	cult. div.	total	riz	cult. div.	total
Superficie cultivée en hivernage	1249	95	1344	3976	242	4218	6688	428	7116	10298	613	10911	14777	675	15452
Superficie cultivée en contre-saison	1052	84	1136	3180	372	3 552	4800	1192	5992	6640	2548	9188	9716	3296	13012
JANVIER	0,74	0,06	0,80	2,25	0,25	2,50	3,40	0,79	4,19	4,70	1,68	6,38	6,88	2,18	9,06
FEVRIER	4,82	0,16	4,98	14,58	0,69	15,27	22,00	2,20	24,20	30,44	4,71	35,15	44,54	6,09	50,63
MARS	4,36	0,28	4,64	13,17	1,25	14,42	19,87	4,01	23,88	27,49	8,56	36,05	40,22	11,07	51,29
AVRIL	2,47	0,26	2,73	7,48	1,16	8,64	11,29	3,72	15,01	15,62	7,95	23,57	22,85	10,28	33,13
MAI															
JUIN	1,12	0,07	1,19	3,58	0,18	3,76	6,02	0,32	6,34	9,27	0,37	9,64	13,30	0,58	13,88
JUILLET	0,75	0,06	0,81	2,39	0,15	2,54	4,01	0,26	4,27	6,18	0,30	6,48	8,87	0,47	9,34
AOUT															
SEPTEMBRE	0,75		0,75	2,39		2,39	4,01		4,01	6,18		6,18	8,87		8,87
OCTOBRE	1,12	0,04	1,16	3,58	0,11	3,69	6,02	0,20	6,22	9,27	0,23	9,50	13,30	0,36	13,66
NOVEMBRE															
DECEMBRE	1,01	0,08	1,09	3,05	0,34	3,39	4,61	1,10	5,71	6,37	2,35	8,72	9,33	3,05	12,38
Total hivernage	3,75	0,17	3,92	11,94	0,44	12,38	20,06	0,78	20,84	30,90	0,90	31,80	44,34	1,41	45,75
Total contre-saison	13,40	0,80	14,20	40,53	3,69	44,22	61,17	11,82	72,99	84,62	25,25	109,87	123,82	32,67	156,49
TOTAL GENERAL	17,15	0,97	18,12	52,47	4,13	56,60	81,23	12,60	93,83	115,52	26,15	141,67	168,16	34,08	202,24

à maintenir dans la Kayanga après le confluent avec l'Anambé, assurant ainsi un volume plus important et une plus grande sécurité de l'alimentation.

3.5.3 Retours dûs à l'irrigation

Les pertes moyennes dûes à l'irrigation atteignent environ le 45% des lâchers des ouvrages principaux et environ le 40% des volumes pompés. Une partie de ces pertes s'en ira par évaporation et par sous-écoulement, mais une grande partie sera drainée vers le centre du Bassin et pourra être réutilisée ou relâchée à la demande, réduisant ainsi d'autant la demande en eau à fournir par le barrage de Niandouba. Il a été estimé que le 50% de toutes les pertes d'irrigation pouvaient être redistribuées de cette manière. Au stade du plein développement les débits en retour égaleront à peu près les lâchers compensation.

3.5.4 Gestion de la retenue

L'étude de la gestion de la retenue a été faite en calculant un bilan strict des apports, des pertes et des lâchers. Ces calculs ont été faits pour 61 ans de l'enregistrement synthétique élargi de l'écoulement, couvrant deux cycles humides et deux cycles secs. Les calculs de routine ont été effectués sur ordinateur.

Les calculs mensuels ont été arrêtés chaque année à la fin de la saison des pluies pour déterminer le volume d'eau disponible pour les cultures de saison sèche. Le modèle tenait compte de l'écoulement durant la saison sèche et de l'évaporation de la retenue, le premier étant fonction de l'écoulement annuel et le second étant fonction du niveau de la retenue à la fin de la saison des pluies. Le volume disponible pour l'irrigation de saison sèche comprenait les lâchers de compensation et également une réserve pour les besoins de juin et de juillet de la saison des pluies suivante. Ainsi les besoins supplémentaires de la saison des pluies étaient couverts en priorité.

Le volume d'eau disponible pour la saison sèche a permis de déterminer la superficie irrigable. La figure 3-4 montre la superficie irriguée année par année, suivant le développement de la rive droite du périmètre (phase III)

Tableau 3 - 5 : ETUDE DE GESTION DE LA RETENUE DE NIANDOUBA

YEAR	VOLUME BEGIN NOV	INFLOW NOV - OCT	SPILL	IRRIGATION RELEASES	COMP. REL.	EVAP.	VOLUME END OCT
	(M ³)	(M ³)	(M ³)	(M ³)	(M ³)	(M ³)	(M ³)
1918/1919	420.0	190.3	0.0	223.1	2.0	112.0	273.2
1919/1920	273.2	301.2	0.0	205.2	2.0	72.4	294.5
1920/1921	294.5	101.4	0.0	221.9	2.0	79.0	93.2
1921/1922	93.2	524.5	107.7	35.4	2.0	52.6	420.0
1922/1923	420.0	322.5	1.3	206.9	2.0	112.4	420.0
1923/1924	420.0	555.0	217.6	225.0	2.0	112.4	420.0
1924/1925	420.0	365.4	54.7	199.6	2.0	109.1	420.0
1925/1926	420.0	140.8	0.0	221.5	2.0	110.3	226.9
1926/1927	226.9	488.8	67.2	161.4	2.0	65.1	420.0
1927/1928	420.0	377.8	82.1	205.5	2.0	108.3	420.0
1928/1929	420.0	377.4	48.6	217.6	2.0	107.1	420.0
1929/1930	420.0	349.4	46.7	200.6	2.0	100.1	420.0
1930/1931	420.0	295.2	0.0	225.8	2.0	116.7	379.7
1931/1932	379.7	231.6	0.0	231.9	2.0	109.5	267.9
1932/1933	267.9	370.3	0.0	227.6	2.0	76.7	331.8
1933/1934	331.8	315.5	0.0	215.1	2.0	83.6	346.6
1934/1935	346.6	583.8	196.4	222.3	2.0	89.7	420.0
1935/1936	420.0	544.3	220.4	217.1	2.0	104.8	420.0
1936/1937	420.0	266.4	0.0	209.8	2.0	114.3	386.3
1937/1938	386.3	347.2	0.0	230.8	2.0	105.2	389.5
1938/1939	389.5	214.8	0.0	202.1	2.0	95.0	305.2
1939/1940	305.2	123.3	0.0	199.6	2.0	75.6	151.3
1940/1941	151.3	112.4	0.0	111.9	2.0	52.5	97.3
1941/1942	97.3	74.8	0.0	40.4	2.0	48.2	81.5
1942/1943	81.5	200.2	0.0	27.6	2.0	46.9	203.2
1943/1944	203.2	58.0	0.0	195.8	2.0	59.8	43.5
1944/1945	43.5	358.8	0.0	45.0	2.0	42.4	312.9
1945/1946	312.9	300.6	0.0	211.6	2.0	89.8	319.2
1946/1947	319.2	232.9	0.0	217.0	2.0	83.9	249.2
1947/1948	249.2	163.2	0.0	193.8	2.0	67.1	154.6
1948/1949	154.6	180.1	0.0	114.1	2.0	56.7	82.0
1949/1950	82.0	490.6	77.9	25.8	2.0	47.0	420.0
1950/1951	420.0	426.5	116.9	199.6	2.0	106.0	420.0
1951/1952	420.0	371.2	67.2	199.6	2.0	102.5	420.0
1952/1953	420.0	193.9	0.0	212.2	2.0	109.4	290.4
1953/1954	290.4	418.5	0.0	225.6	2.0	82.3	399.0
1954/1955	399.0	480.7	140.3	213.4	2.0	103.9	420.0
1955/1956	420.0	451.0	118.9	219.3	2.0	110.8	420.0
1956/1957	420.0	335.5	88.0	199.6	2.0	105.9	420.0
1957/1958	420.0	360.5	25.4	224.3	2.0	108.7	420.0
1958/1959	420.0	331.2	0.0	224.2	2.0	112.4	412.5
1959/1960	412.5	215.6	0.0	224.2	2.0	107.6	294.4
1960/1961	294.4	392.3	0.0	216.1	2.0	77.8	390.7
1961/1962	390.7	418.8	82.4	207.6	2.0	97.6	420.0
1962/1963	420.0	264.7	0.0	199.6	2.0	108.2	374.6
1963/1964	374.6	444.0	85.0	221.0	2.0	90.9	420.0
1964/1965	420.0	298.4	0.0	213.6	2.0	114.3	384.5
1965/1966	384.5	465.4	140.6	199.6	2.0	91.6	420.0
1966/1967	420.0	433.9	113.6	216.6	2.0	107.5	420.0
1967/1968	420.0	156.5	0.0	223.1	2.0	110.5	240.0
1968/1969	240.0	127.7	8.8	160.2	2.0	69.0	137.3
1969/1970	137.3	155.2	0.0	101.0	2.0	56.7	132.8
1970/1971	132.8	201.9	8.0	108.0	2.0	56.4	178.3
1971/1972	178.3	49.0	0.0	129.9	2.0	58.5	30.0
1972/1973	30.0	40.6	0.0	52.1	2.0	35.9	0.0
1973/1974	0.0	211.7	0.0	47.3	2.0	31.2	147.7
1974/1975	147.7	195.4	0.0	128.7	2.0	60.2	152.3
1975/1976	152.3	72.3	0.0	116.3	2.0	56.7	49.6
1976/1977	49.6	33.2	0.0	50.4	2.0	41.5	0.0
1977/1978	0.0	186.1	0.0	38.9	2.0	29.9	136.9
1978/1979	136.9	37.8	0.0	118.3	2.0	64.6	0.0

et de la rive gauche du périmètre (phase V), telle qu'elle a été déterminée par le modèle de calcul du bilan de l'eau. Le tableau 3-5 donne le bilan complet de l'eau.

3.5.5 Optimisation des besoins du stockage et de la surface irriguée

Le modèle décrit a été utilisé pour étudier une gamme de différentes combinaisons de surfaces irriguées et des niveaux de stockage maximal dans la retenue. Les bénéfices dûs à un stockage additionnel dépassent les coûts de construction du barrage jusqu'au niveau de stockage maximal choisi de 37,0 m IGN, mais pas au delà.

Les calculs des coûts marginaux (rapport 8) montrent aussi que la surface irriguée pourrait, économiquement parlant, être augmentée jusqu'à ce que l'intensité de culture marginale de saison sèche tombe en dessous de 50 %. Le résultat des études de gestion de la retenue donne une intensité de culture, en saison sèche moyenne, de 71 % en phase III et 60 % en phase V. Une intensité de culture globale de 70 % pour une saison sèche moyenne et l'ensemble des superficies du projet est considérée comme appropriée, du point de vue de l'exploitation agricole (voir paragraphe 3.3.2).

Les études de gestion de la retenue ont tenu compte de l'écoulement de la Kayanga et des retours dûs à l'irrigation, mais pas de l'écoulement de l'Anambé pour laquelle les données sont extrêmement rares. Pour augmenter, sur l'ensemble de la superficie irriguée couvrant 16 265 ha lors du plein développement, l'intensité moyenne de culture en saison sèche de 60 % jusqu'à l'intensité de 70 % proposée, une alimentation complémentaire est nécessaire. Elle est de :

$$\frac{156,49 \times 10^6 \text{ m}^3}{80 \%} \times (70 \% - 60 \%) = 20 \times 10^6 \text{ m}^3 \text{ (cf. tableau 3-4)}$$

Ainsi qu'il l'est décrit dans le paragraphe suivant, l'écoulement de l'Anambé contribuera à atteindre facilement ce volume.

3.5.6 Alimentation supplémentaire de l'Anambé

L'écoulement annuel moyen du Bassin de l'Anambé est estimé à 55 millions de m³. Les trois facteurs de développement suivants contribueront à une augmentation significative de l'écoulement:

- La nappe phréatique plus élevée réduira l'infiltration et élèvera le coefficient d'écoulement dans la partie centrale du Bassin
- Les drains collecteurs et les drains principaux réduiront la quantité d'eau stagnante et les pertes par évaporation
- L'évapotranspiration qui se produit déjà actuellement sur toute la surface destinée à la culture irriguée, peut être portée au crédit du projet comme une ressource d'eau complémentaire.

Aucune de ces conditions influençant le bilan d'eau ne peut être facilement quantifiée, excepté peut être la dernière. L'évapotranspiration annuelle actuelle de la forêt a été estimée à 581 mm dans une étude antérieure (SODAGRI 1978), ce qui est près de la moyenne des précipitations effectives annuelles. Si le 75% seulement de cette quantité d'eau était crédité au bilan d'eau, cela donnerait une disponibilité supplémentaire de 71 millions de m³ en moyenne par an.

L'influence du projet sur le bilan hydrologique deviendra plus clair après que les premiers aménagements soient achevés. On peut déjà prédire que le ruissellement dans l'Anambé sera plus que suffisant pour fournir les 20 millions de m³ supplémentaires nécessaires au stade du plein développement.

3.5.7 Conclusions

L'alimentation en eau est suffisante pour l'irrigation complémentaire de saison des pluies et pour la pleine irrigation de saison sèche sur 16 265 ha à des intensités de culture moyenne de 95 % et 70 %, respectivement en saison des pluies et en saison sèche, en supposant que la séquence à long terme de

l'écoulement de la Kayanga puisse être évaluée approximativement à l'aide de la séquence des 61 années écoulées.

3.6 Programme de développement

Les considérations financières et socio-économiques ont dicté un programme d'aménagement par phases du projet. Le plein développement du projet en une seule et unique phase nécessiterait une dépense d'investissements qui représenterait une proportion démesurée des dépenses annuelles prévues par le plan de développement de l'agriculture pour la prochaine période. D'ailleurs, les restrictions de la cadence d'aménagement imposées par des facteurs sociaux-démographiques conduisent à une prévision économique inacceptable pour l'aménagement en une seule phase. Il s'ensuit que le projet doit être réalisé en plusieurs phases pour assurer un cash flow favorable.

Les autres considérations favorables à un développement par phases sont:

- Les premières phases permettent de tester les techniques culturales et la conduite pratique de la ferme sur une large échelle, de façon à fournir des justifications et lignes de conduite pour la suite du développement.
- Le projet pendant son aménagement peut être plus facilement adapté à un changement d'environnement économique, social et physique.

Etant donné l'importance des investissements nécessaires à la réalisation des ouvrages majeurs, y compris le barrage de Niandouba, la première phase du projet a été limitée à la création d'une ferme mécanisée de 665 ha de cultures irriguées et à 755 ha de parcelles de cultures paysannes situées aux alentours. Celà servira de schémas pilotes pour l'extension du projet. Cet ensemble sera situé sur des terres couvrant le mieux une gamme type de sols aptes à la culture irriguée.

Après l'aménagement et l'exploitation du périmètre pilote et de la première phase du projet Anambé, la mise en valeur se prolongera par 4 phases successives, deux sur chaque rive de l'Anambé (figures 3-2 et 3-5). Les surfaces aménagées dans chaque phase sont les suivantes:

Tableau 3 - 6 SURFACES AMENAGEES PAR PHASE

Phase	Situation	Ferme mécanisée riz-riz	Fermes paysannales			Total	
			riz-riz	riz-divers.	divers-divers. total		
I	Rive droite	665	650		105	755	1 420
II	Rive droite	1 445	1 215	210	150	1 575	3 020
III	Rive droite		2 025	830	195	3 050	3 050
IV	Rive gauche	1 485	815	1 500	195	2 510	3 995
V	Rive gauche	1 340	2 505	870	65	3 440	4 780
	TOTAL	4 935	7 210	3 410	710	11 330	16 265

Les surfaces seront aménagées pour l'irrigation à une cadence pratiquement constante à partir du démarrage de la phase II en 1984 jusqu'à l'achèvement de la phase IV en 1991, à une moyenne d'environ 1 250 ha nets ou 1 500 ha bruts par an. Vers la fin de cette période, la ferme mécanisée atteindra ses dimensions finales, soit environ 5 000 ha. Ensuite, le taux de croissance des superficies irriguées sera limité par le taux de croissance des cultures paysannales, supposé ne pas dépasser 1 000 ha par an sur chaque rive. La superficie du projet atteindra son plein développement (bien que non encore en pleine production) en 1996. L'aménagement par phase du Bassin de l'Anambé est illustré à la figure 3-5, et le programme d'aménagement des terres, donnant la cadence d'aménagement des terres en cultures paysannales et mécanisées est indiqué dans le tableau 3-7.

Le programme de construction indiqué au tableau 3-8 est basé sur le programme d'aménagement des terres indiqué ci-dessus. Les principaux ouvrages de la phase pilote (phase I) sont à réaliser pendant la période allant de fin 1980 à fin 1981, permettant l'irrigation de la première culture de saison sèche en 1982. L'aménagement des terres se prolongera pendant deux ans. La principale période de construction va de 1984 à 1987 et comprend les ouvrages de stockage principaux (barrage de Niandouba) le barrage de garde (barrage d'Anambé) la station de pompage principale de la rive droite et les ouvrages de distribution d'eau. La construction de la station de pompage principale de la rive gauche et des équipements de distribution de l'eau démarreront au plus tard en 1987. L'aménagement des terres comprenant les canaux secondaires, les drains,

Tableau 3 - 7: PROGRAMME DE MISE EN VALEUR

	Phase I				Phase II			Phase III		Phase IV			Phase V								
	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001-2030
AUGMENTATION DE LA SURFACE IRRIGABLE																					
Ferme mécanisée	ha	665			1 050	395				790	695		740	300	300						
Petites exploitations																					
riz - riz	ha		175	475	180	1 035	750	1 275	350	165	300	1 005	300	500	700						
riz - polyculture	ha				165	45	555	275	740	300	460	130	160	400	180						
polyculture - polyculture	ha		105		105	45	195		110	45	40	65									
total petites exploitations	ha		280	475	450	1 125	1 500	1 550	1 200	510	800	1 200	460	900	880						
Total augmentation annuelle	ha	665	280	475	1 500	1 520	1 500	1 550	1 200	1 300	1 495	1 200	1 200	1 200	1 180						
PETITES EXPLOITATIONS AMENAGEES																					
Exploitées par l'Administration du projet	ha		175	475	180	1 035	750	1 275	350	165	300	1 005	300	500	700						
Exploitées par les agriculteurs	ha		105	280	755	1 025	1 295	3 080	4 105	6 230	6 925	7 560	8 085	9 250	9 950	10 630	11 330			11 330	
Total	ha		280	755	755	1 205	2 330	3 830	5 380	6 580	7 090	7 890	9 090	9 550	10 450	11 330	11 330			11 330	
TERRES TRANSFEREES AUX PETITS EXPLOITANTS																					
Rive droite	ha		105	175	475	270	270	550	800	800	600	400	400	400	135						
Rive gauche	ha									400	600	800	800	800	865	985	700				
Total	ha		105	175	475	270	270	550	800	1 200	1 200	1 200	1 200	1 200	1 000	985	700				
SURFACE IRRIGUEE CUMULEE																					
Ferme mécanisée	ha	665	665	665	665	1 715	2 110	2 110	2 110	2 900	3 595	3 595	4 335	4 635	4 935	4 935					4 935
Exploitée temporairement par l'Administration du projet	ha		175	475		180	1 035	1 985	2 735	2 735	2 045	1 635	1 645	905	805	700					
Petits exploitants	ha		105	280	755	1 025	1 295	1 845	2 645	3 845	5 045	6 245	7 445	8 645	9 645	10 630	11 330			11 330	
Total	ha	665	945	1 420	1 420	2 920	4 440	5 940	7 490	8 690	9 990	11 485	12 685	13 885	15 085	16 265	16 265			16 265	

Tableau 3 - 8

PROGRAMME DE CONSTRUCTION

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
PHASE I (incl.périmètre pilote)																	
Avant projet détaillé	—																
Appel d'offres	—																
Construction du barrage du confluent et de la station de pompage		—															
Réseau de distribution et aménagement du périmètre		—															
Surfaces nettes aménagées (ha)		665	280	475													
PHASE II / III Rive droite																	
Avant projet détaillé			—														
Appel d'offres			—														
Construction :																	
Barrage de Niandouba					—												
Barrage de garde Anambè et modifications au barrage du confluent					—												
Station de pompage principale rive droite et ouvrages annexes					—												
Installation des groupes						—											
Fondations station de pompage rive gauche						—											
Déplacement de la station Phase I							—										
Station de pompage secondaire								—									
Réseau principal									—								
Réseau secondaire, aménagements tertiaires et réseau de drainage										—							
Surfaces nettes aménagées (ha)						1 500	1 520	1 500	1 550								
PHASE IV / V Rive gauche																	
Station de pompage principale rive gauche et ouvrages annexes					—												
Installation des groupes																	
Réseau principal																	
Réseau secondaire, aménagements tertiaires et réseau de drainage																	
Surfaces nettes aménagées (ha)											1 200	1 300	1 495	1 200	1 200	1 200	1 180
Surfaces nettes totales aménagées		665	945	1 420		2 920	4 440	5 940	7 490	8 690	9 990	11 485	12 685	13 885	15 085	16 265	

le défrichement, le nivellement et les ouvrages tertiaires sont programmés en fonction de l'extension de la superficie cultivée.

3.7 Description du projet

3.7.1 Phase I

Le stockage de l'écoulement de la saison des pluies, pour alimenter le périmètre d'irrigation de la phase I comprenant la ferme pilote, sera créé par le barrage du confluent. Avec un niveau de crête maximal de 22,30 m, le barrage formera une accumulation dans le Bassin et dans l'exutoire de l'Anambé couvrant une superficie de 55 km² et créera un volume de stockage utile de 48 millions de m³.

Le périmètre irrigué sera alimenté par une station de pompage entraînée par des moteurs diesel, située entre les villages de Soutouré et d'Anambé. Un canal d'amenée excavé conduira l'eau de la retenue vers la station de pompage. Dans les phases suivantes ce canal servira en partie à l'un des drains principaux. La station de pompage a une capacité de 3,75 m³/s à 13 m de hauteur manométrique.

Le canal desservant la ferme pilote et le secteur paysannal suit le même tracé que le canal principal de la phase II. Afin que la construction de la phase II n'interrompe pas l'irrigation de la ferme pilote, il sera nécessaire de construire le premier tronçon du canal, long de 3,4 km, à ses dimensions futures et de le bétonner.

Sans la protection fournie par le barrage de garde d'Anambé, 1 année sur 10 toutes les terres situées au-dessous de 23 IGN seraient inondées. Le périmètre irrigué a donc été placé au-dessus de 23 m IGN.

Les terres de la phase I représentent 1 420 ha nets, dont 665 ha de fermes mécanisées et 755 ha répartis entre les petits propriétaires. Le périmètre irrigué s'étend à l'est d'Awataba, sur les terres dont la pente vers le centre du Bassin est d'environ 1% au départ pour diminuer jusqu'à 0,1%. Les terres les plus basses sont parmi les plus aptes à l'agriculture intensive

mécanisée que l'on puisse trouver dans le Bassin. La double culture de riz sera l'assolement pratiqué sur 650 ha de fermes paysannes, les 105 ha restants étant aptes à des cultures diversifiées pendant les deux saisons.

Une rizerie industrielle devra être installée près de la ferme pilote.

Les besoins en eau d'irrigation du périmètre de la phase I peuvent être satisfaits 9 années sur 10, ainsi que le montre le bilan de l'eau pour l'année considérée, tableau 3-9. Le bilan de l'eau démarrera au début de juin, supposant que le réservoir soit à son niveau minimal de 20,5 IGN. En juin, le niveau descend légèrement avant de s'élever au fur et à mesure que le ruissellement de la Kayanga augmente. Le réservoir de Waima atteint son niveau maximal de 22,3 IGN en octobre. Après quoi les demandes d'eau d'irrigation, les lâchers en aval et les pertes par évaporation font que le niveau de la retenue s'abaissera continuellement jusqu'à fin mai, quand il est juste au-dessus du niveau de départ du nouveau bilan. Le bilan de l'eau ne tient compte ni de l'écoulement de l'Anambé, ni des débits provenant du drainage des terres irriguées. Par contre il tient compte d'un lâcher de compensation continu de $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$, correspondant au débit minimal de saison sèche de la Kayanga. Le lâcher de compensation de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ à fournir après la construction du barrage de Niandouba ne peut pas être assuré pendant la phase I.

Le calcul du bilan de l'eau confirme que la superficie de la phase I peut être entièrement desservie en eau d'irrigation 9 années sur 10 par les volumes disponibles dans la retenue de Waima entre les niveaux de 22,30 et 20,50 m IGN. Dans les années exceptionnellement sèches, les superficies irriguées en saison sèche devront être réduites en fonction des disponibilités d'eau prévues. Ces années-là, l'utilisation du ruissellement de l'Anambé et des retours dûs à l'irrigation sera aussi fortement réduite.

3.7.2 Phase II

Les principaux ouvrages à réaliser pour la phase II sont:

- Le barrage de Niandouba et l'usine électrique
- Le barrage de garde de l'Anambé

Tableau 3 - 9 : BILAN HYDRIQUE PHASE I (PHASE PILOTE) - 1 420 ha -

	Juin	Juillet	Août	Sept.	Octobre	Nov.	Décembre		Janvier		Février		Mars		Avril		Mai	
							I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Evaporation-précipitation ⁽¹⁾ (mm)	134	23	- 41	- 66	124	152	78	78	80	80	82	82	100	100	108	108	114	114
Plan d'eau (début période) (m IGN)	20,5	20,4	20,8	21,2	21,9	22,3	22,3	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,6	21,4	21,2	21,0	20,9	20,8
Surface retenue (km ²)	8	18	12	18	38	55	53	50	47	44	41	36	32	27	20	14	13	12
Volume d'eau (début) (10 ⁶ m ³)	11	10,1	14,7	21,4	42,3	60,2	58,0	55	51,0	47,9	44,2	38,7	33,1	27,8	22,8	18,0	16,4	15,2
Apport ⁽²⁾ (fréq. 90 %) (10 ⁶ m ³)	2,8	7,0	7,5	21,8	25,2	7,5	1,7	1,8	1,3	1,4	1,1	1,1	1,0	1,1	0,9	0,9	0,9	0,9
Besoins irrigation ⁽³⁾ (10 ⁶ m ³)	1,3	0,9	-	0,8	1,3	-	-	1,2	-	0,9	2,6	3,0	2,5	2,7	2,9	0,3	-	-
Evaporation (10 ⁶ m ³)	1,1	0,2	-0,5	- 1,2	4,7	8,4	4,1	3,9	3,8	3,5	3,4	3,0	3,2	2,7	2,2	1,5	1,5	1,4
Compensation ⁽⁴⁾ (10 ⁶ m ³)	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7	0,6	0,7
Volume d'eau (fin) (10 ⁶ m ³)	10,1	14,7	21,4	42,3	60,2	58,0	55	51,0	47,9	44,2	38,7	33,1	27,8	22,8	18,0	16,4	15,2	14
Plan d'eau (fin) (m IGN)	20,4	20,8	21,2	21,9	22,3	22,3	22,2	22,1	22,0	21,9	21,8	21,6	21,4	21,2	21,0	20,9	20,8	20,7

(1) Précipitations pour Vélingara avec fréquence 90 %

(2) Sans apport du bassin de l'Anambé

(3) Pour l'intensité de culture 95 % en hivernage et 80 % en saison sèche sur les 1420 ha de la phase I

(4) 500 l/s

- La station de pompage principale de la rive droite et les ouvrages auxiliaires; les fondations de la station de pompage principale de la rive gauche
- Les aménagements des lits de la Kayanga et de l'Anambé
- La surélévation du déversoir au barrage du confluent
- Canaux principaux 19,0 km
- Routes principales 13,6 km
- Drains principaux 19,2 km
- Canaux secondaires 40,6 km
- Aménagement de terres 3 020 ha
- Rizerie industrielle 1 u
- Rizeries villageoises 2 u
- Installation de traitement des semences
- Centre d'embouche du bétail

La construction du barrage de Niandouba commençant au plus tard en 1983, sera achevée en deux ans. Celle de la station de pompage principale de la rive droite devra démarrer en même temps. Le programme est établi de sorte que l'irrigation des superficies de la phase I puisse se poursuivre pendant la construction de la phase II. Ceci concerne en particulier le barrage de garde de l'Anambé. Les créneaux entre les saisons d'irrigation d'environ 2 mois, de novembre et décembre, et ceux de 2 1/2 mois de mi-avril à fin juin ne sont pas assez longs pour permettre la construction du barrage à sa hauteur finale. Il sera, par conséquent nécessaire de démarrer les travaux du barrage de l'Anambé en 1985, une fois que l'irrigation des cultures de la saison sèche sera terminée, afin qu'il atteigne environ le niveau de 21,5 m avant que la saison des pluies n'empêche la poursuite des travaux. La retenue de Niandouba se remplira pendant la saison humide de 1985 et l'eau pourra être relâchée d'une façon contrôlée pour les besoins d'une irrigation complémentaire. La construction du barrage d'Anambé se poursuivra après la saison des pluies de 1985, celui-ci devant être terminé avant la saison des pluies de 1986. En même temps, la station de pompage diesel desservant le périmètre de la phase I devra être démontée et les pompes et moteurs réinstallés dans la station de pompage principale de la rive droite. Le périmètre de la phase I et les terres de la phase II nouvellement aménagées seront alimentés par la station de pompage principale de la rive droite à partir de la saison sèche de 1986.

Les fondations de la station de pompage principale de la rive gauche devront faire partie du programme de construction de la phase II. Retarder ces travaux jusqu'à la phase IV impliquerait, soit de procéder à leur construction alors qu'un plan d'eau devrait être maintenu dans le chenal de l'Anambé pour alimenter la station de pompage principale de la rive droite, soit l'arrêt de l'irrigation. La première alternative est techniquement réalisable mais serait extrêmement coûteuse. La meilleure solution consiste à réaliser ces travaux pendant la phase II.

L'aménagement des lits consiste, pour la Kayanga, en un défrichement entre le barrage de Niandouba et le barrage du confluent juste à l'aval de celui-ci, en un abaissement du lit de la rivière sur les trois premiers kilomètres en aval du barrage de Niandouba, et pour l'Anambé en un défrichement et une légère excavation de l'exutoire entre Kounkané et le confluent.

Deux fermes mécanisées seront installées dans le périmètre irrigué de la phase II. La première située à l'est d'Awataba est une extension de la ferme de la phase I jusqu'à la courbe de niveau des 22,0 m (la protection contre les crûes étant maintenant assurée par le barrage d'Anambé) et couvrant une superficie totale de 1 325 ha. La seconde ferme, située à l'est du village d'Anambé s'étendra sur 785 ha comprenant une partie des terres actuellement défrichées et exploitées en culture pluviale par la SODAGRI. Les 1 575 ha restants seront transférés aux petits fermiers.

Pendant la période d'irrigation de pointe, les petits fermiers irrigueront leurs champs 14 heures par jour, avec une rotation de 7 jours. Sur les fermes mécanisées l'irrigation sera continue 16 heures par jour environ, ce qui nécessitera deux équipes. Des prises d'eau à structures contrôlées placées en tête des canaux secondaires et tertiaires contrôlent les prélèvements. Le canal principal est divisé en biefs à niveau constant réglé par une vanne automatique à niveau aval constant. Tous les changements de débits dus à l'ouverture ou à la fermeture des prises d'eau en tête du réseau secondaire se signalent par une variation du plan d'eau qui provoque à son tour l'ouverture ou la fermeture de la vanne automatique la plus proche située sur le canal principal. Le signal est envoyé progressivement en amont jusqu'au premier bief du canal. Le premier bief est dimensionné pour permettre le stockage

de la tranche de régulation nécessaire à la station de pompage principale. A l'intérieur de cette tranche, l'abaissement du niveau provoque la mise en marche d'un ou plusieurs groupes, tandis que la remontée du niveau en provoque l'arrêt de la même façon.

Du fait que la station de pompage de la rive droite est alimentée en énergie électrique principalement par l'usine de Niandouba, l'ordre de mise en route ou d'arrêt d'une ou plusieurs pompes doit d'abord être transmis à l'usine de Niandouba, de sorte que les turbines puissent être mises en marche ou arrêtées en conséquence. Ces opérations pourront être automatisées.

Des prises d'eau ont été installées de chaque côté du barrage d'Anambé pour permettre aux stations de pompage principales d'opérer avec un maximum de flexibilité. En fonctionnement normal d'irrigation elles peuvent pomper de chaque côté du barrage, soit dans le bassin de la Kayanga soit dans celui de Waima pour refouler dans le réseau; en fonctionnement drainage, elles peuvent pomper du lac de Waima dans le bassin de la Kayanga. Toutefois, en conditions normales, l'eau accumulée dans le bassin de la Waima sera drainée gravitairement en ouvrant les passes spéciales des prises d'eau jumelles des stations de pompage situées à chaque extrémité du barrage d'Anambé.

3.7.3 Phase III

Les principaux ouvrages à réaliser pour la phase III sont :

- L'installation de deux groupes supplémentaires dans la station de pompage principale de la rive droite
- Une station de pompage secondaire et les ouvrages annexes entre Anambé et Awataba
- Le prolongement du canal principal bas service P-1 1,4 km
- Le canal principal haut service P-2 et la branche 16,9 km
- Routes principales 19,0 km
- Drains principaux 27,2 km
- Canaux secondaires 36,5 km
- Aménagement de terres 3 050 ha
- Rizeries villageoises 3 u

La superficie de la phase III s'élève à 3 050 ha et forme deux périmètres, dont l'un près de Dialakegni, est une extension naturelle de la phase II, l'autre formant un arc au nord-ouest et au sud-est d'Awataba. De nombreux petits villages sont situés en bordure de ces deux périmètres, ce qui, en plus de l'absence de grandes superficies contigües aptes à l'exploitation mécanisée est favorable au développement de l'agriculture paysannale.

La plupart des années, l'énergie hydroélectrique est suffisante pour assurer la demande totale nécessaire au pompage de la phase III (station secondaire non comprise). Dans les années sèches, l'eau stockée dans la retenue de la Kayanga sera suffisante aux besoins de l'irrigation, mais insuffisante pour fournir l'énergie nécessaire au pompage. Cette situation s'explique par le fait qu'en moyenne 2 m³ d'eau doivent être lâchés au barrage pour produire l'énergie nécessaire au pompage d'1 m³ d'eau dans le réseau. Pendant ces années sèches, les pompes entraînées par des moteurs diesel compenseront tout ou en partie le manque d'énergie électrique (voir figures 3-6 et 3-7).

Sur la base des études d'opération réalisées, il a été admis que les deux groupes de pompage supplémentaires installés seraient entraînés à l'électricité provenant du barrage de Niandouba. S'il devait s'avérer plus tard que le second de ces groupes devait être entraîné par un moteur diesel, cela ne devrait créer aucune difficulté du fait que la station de pompage aura été prévue en conséquence.

3.7.4 Phase IV

Les principaux ouvrages de la phase IV comprennent:

- La construction de la station de pompage principale de la rive gauche sur les fondations érigées lors de la phase II
- Les ouvrages auxiliaires de la station de pompage comprenant le réservoir de régulation
- Le canal principal P-3 et les branches P-3/1 et P-3/2, 18,8 km
- Routes principales 24,0 km
- Drains principaux 27,1 km
- Canaux secondaires 42,5 km

- Aménagement de terres	3 995 ha
- Rizerie industrielle	1 u
- Rizeries villageoises	3 u
- Extension du centre d'embouche du bétail	

La station de pompage principale de la rive gauche sera entraînée avec des moteurs diesel. Elle refoule au moyen de deux conduites de 1 800 mm de diamètre dans un réservoir d'une capacité de 400 000 m³. Il sert à l'accumulation de nuit, ce qui autorise un pompage continu de 24 heures sur 24 en période de pointe et réduit ainsi les coûts totaux en comparaison d'un pompage réalisé seulement pendant les heures d'irrigation.

La superficie irriguée de 3 995 ha comprend la troisième ferme mécanisée de 1 485 ha qui occupe la zone des pentes douces au nord et à l'ouest du village de Koulinto. Les terres restantes sont bien situées pour être utilisées par les fermiers des villages avoisinants.

Le système de distribution de l'eau du périmètre de la rive gauche est le même que celui déjà décrit pour la rive droite. La demande est signalée automatiquement dans le canal principal et une vanne à niveau constant à la sortie du réservoir assure l'alimentation en eau en accord avec les besoins. Le réservoir, bien qu'ayant une fonction de stockage de nuit, contrôle également le fonctionnement de la station de pompage principale. Les pompes sont mises en marche ou arrêtées en fonction de signaux transmis par les différents niveaux dans le réservoir.

Lorsque l'aménagement de la rive gauche sera opérationnel, les règles régissant le mode opératoire du barrage de Niandouba devront être révisées. Pendant la phase II, l'exploitation de la retenue est conduite de manière à suppléer aux besoins du pompage, excepté dans les années les plus sèches. Pour les phases suivantes, le critère directeur de l'exploitation de la retenue deviendra l'alimentation en eau d'irrigation des stations de pompage. Le schéma des lâchers changera, une quantité d'eau relativement plus importante étant lâchée au début du cycle de culture de saison sèche, lorsque le niveau d'eau dans la retenue est élevé et moins d'eau étant lâchée vers la fin de la saison d'irrigation. Par contre-coup, cela aura pour effet d'augmenter la capacité de pompage effectuée par des groupes diesel sur la rive droite jusqu'à ce qu'une source

complémentaire d'énergie électrique soit devenue disponible.

Lorsque la rive gauche sera aménagée, le ruissellement de l'Anambé et les retours dûs à l'irrigation deviendront une source d'alimentation importante qui sera utilisée conjointement avec les lâchers venant du barrage de Nian-douba. En années normales, l'écoulement de l'Anambé sera stocké derrière le barrage de l'Anambé, du mois d'août jusqu'à la fin de la saison d'irrigation en octobre et fournira une source supplémentaire en eau d'irrigation. Si les niveaux maximaux admissibles dans l'accumulation de Waima sont dépassés, les volumes excédentaires seront évacués par gravité ou par pompage dans la Kayanga au moyen des stations situées aux extrémités du barrage Anambé. Pendant la saison sèche, les retours dûs à l'irrigation peuvent être exploités de la même manière.

3.7.5 Phase V

Les principaux ouvrages de la phase V comprennent:

- L'installation des groupes 3 et 4 dans la station de pompage principale de la rive gauche
- Le prolongement du canal P-3 et des branches P-3/3 et P-3/4, 29,5 km
- Routes principales 24
- Drains principaux 26 km
- Canaux secondaires 45 km
- Aménagement de terres 4 780 ha
- Rizerie industrielle 1 u
- Rizeries villageoises 4 u
- Extension du centre d'embouche du bétail

Les 4 780 ha de superficies irriguées comprennent la quatrième ferme mécanisée de 1 340 ha.

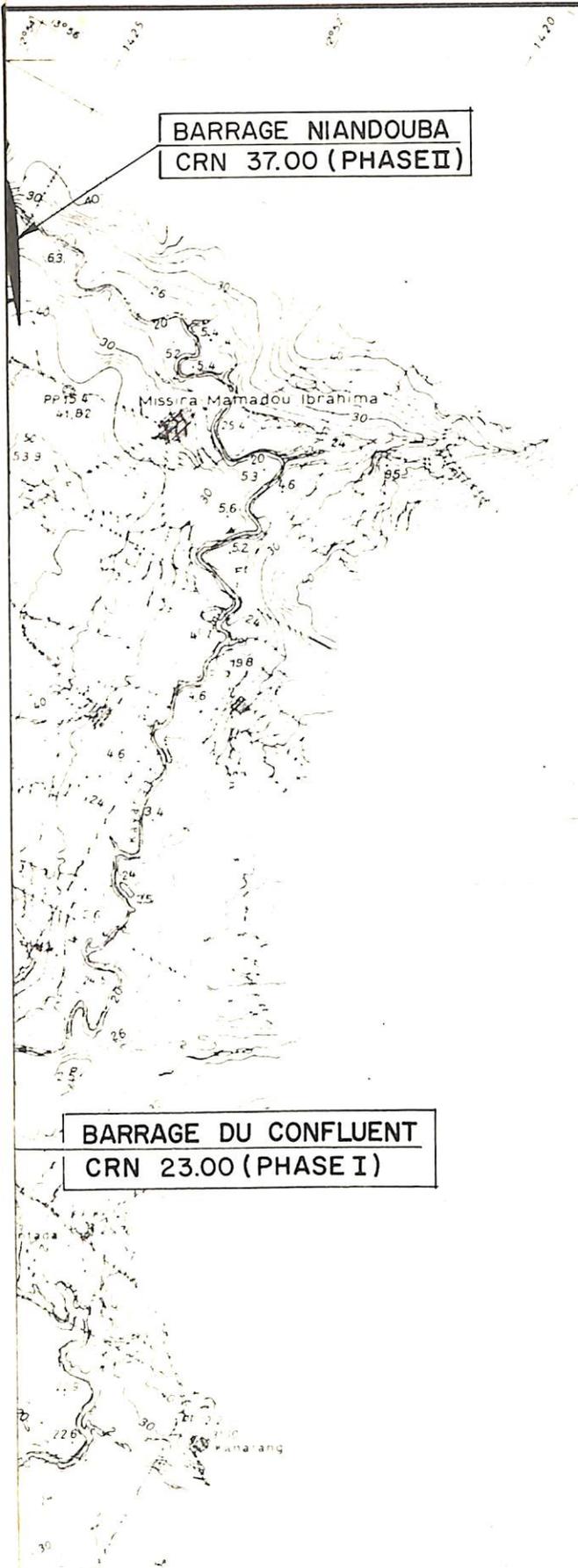
La gestion de l'eau de la phase V reste essentiellement la même que celle de la phase IV. Si, à un certain moment, un réseau de distribution électrique interconnecté, relié aux centres de production et de consommation d'autres parties du pays et éventuellement à d'autres pays, est établi

en Haute Casamance, l'énergie produite à Niandouba pourra être introduite dans le réseau et les règles régissant l'exploitation de l'accumulation ne dépendront plus seulement que des besoins en eau d'irrigation. L'exploitation de l'accumulation sera simplifiée.

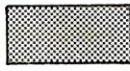
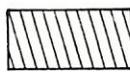
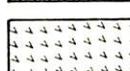
De plus, la gestion de l'eau pourra être simplifiée en réglant les lâchers en fonction du niveau de la Kayanga juste en aval du barrage. En effet, tout changement de demande en eau aux deux stations de pompage principales, situées aux deux extrémités du barrage d'Anambé provoque des variations du plan d'eau dans l'exutoire de l'Anambé qui se transmettent hydrauliquement jusqu'au barrage de Niandouba. Ces variations de niveau seront contrôlées dans des limites prédéterminées par une ouverture et une fermeture automatique des vannes à la prise d'eau du barrage. Les signaux électriques transmettant les débits et les niveaux en tête des systèmes de distribution prévus initialement, seront par conséquent remplacés par une liaison hydraulique. La figure 3-3 indique, sous forme de diagramme, le fonctionnement du système au stade du plein développement.

BARRAGE NIANDOUBA
CRN 37.00 (PHASE II)

BARRAGE DU CONFLUENT
CRN 23.00 (PHASE I)



LEGENDE

-  AMENAGEMENT PHASE I
-  " " II
-  " " III
-  " " IV
-  " " V
-  BARRAGE
-  STATION DE POMPAGE
-  CANAL PRINCIPAL

REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
PLAN DE SITUATION			
		ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR	
EHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN	DESS
1 : 100000	DEC. 79	6158 - 209003	DGMR
			CONT
			VISA <i>Pub</i>
			ANNEXE
			3 - 2

SCHEMA DES OUVRAGES D'ALIMENTATION DU PERIMETRE
(PHASE V)

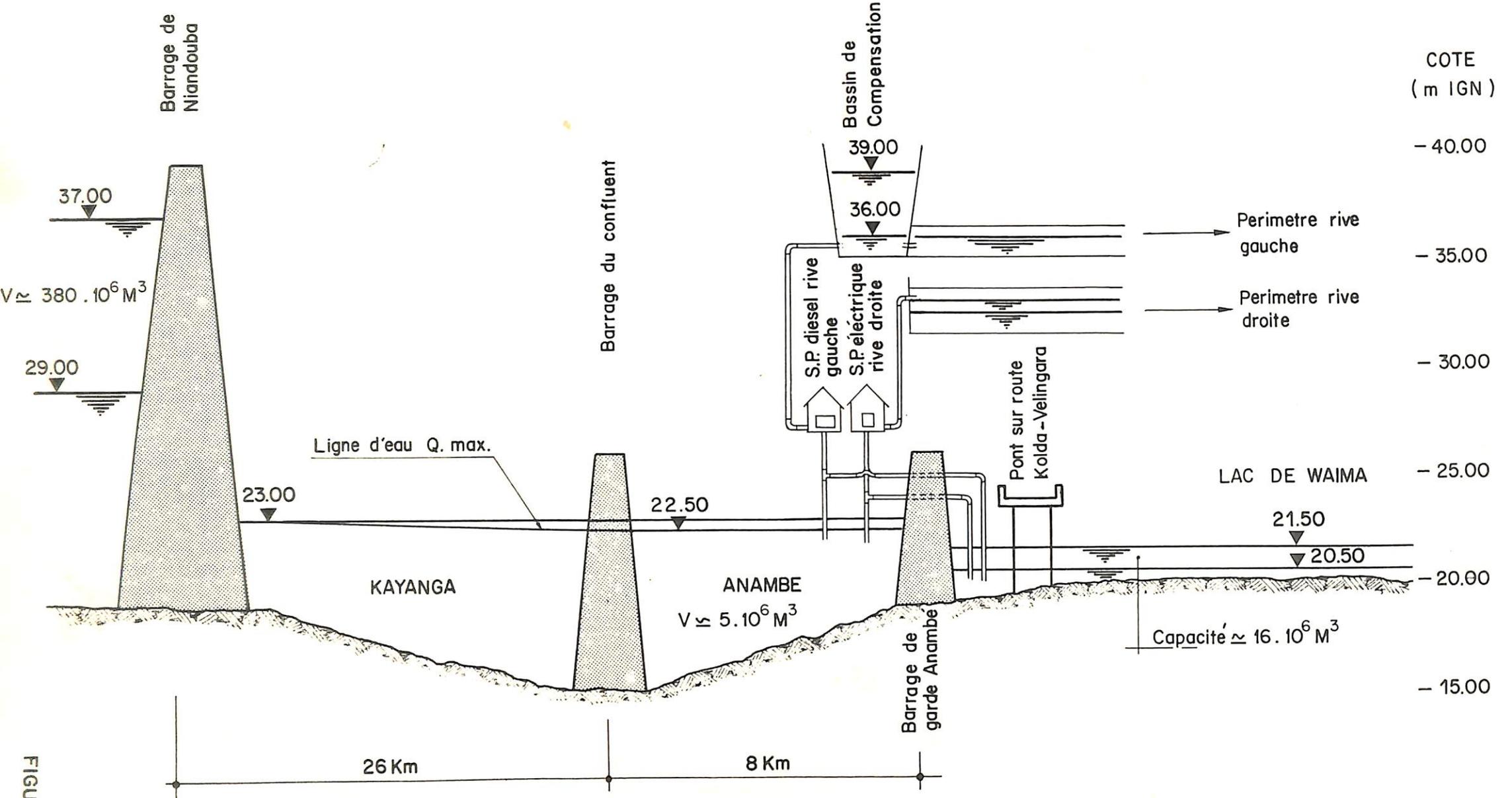
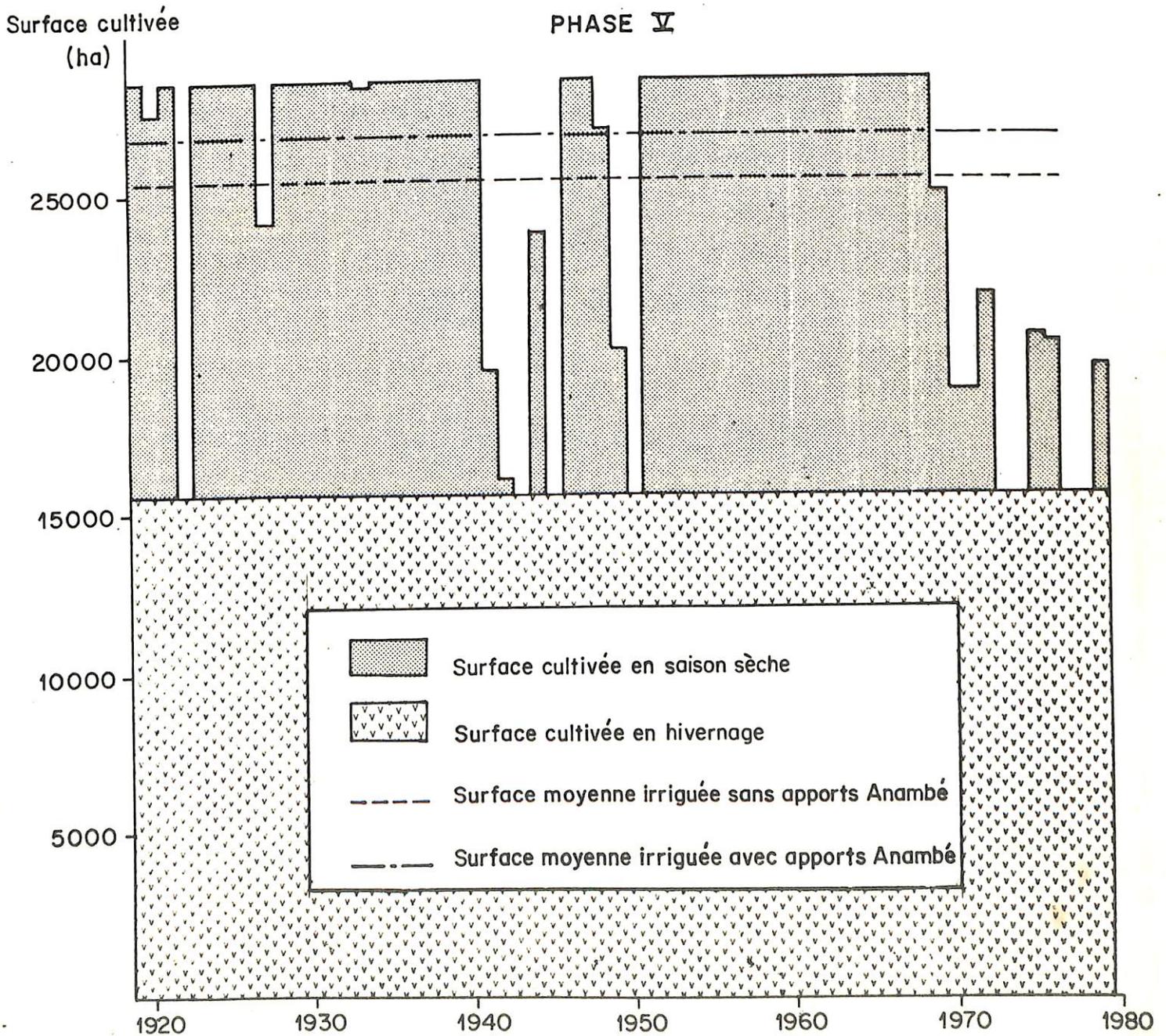
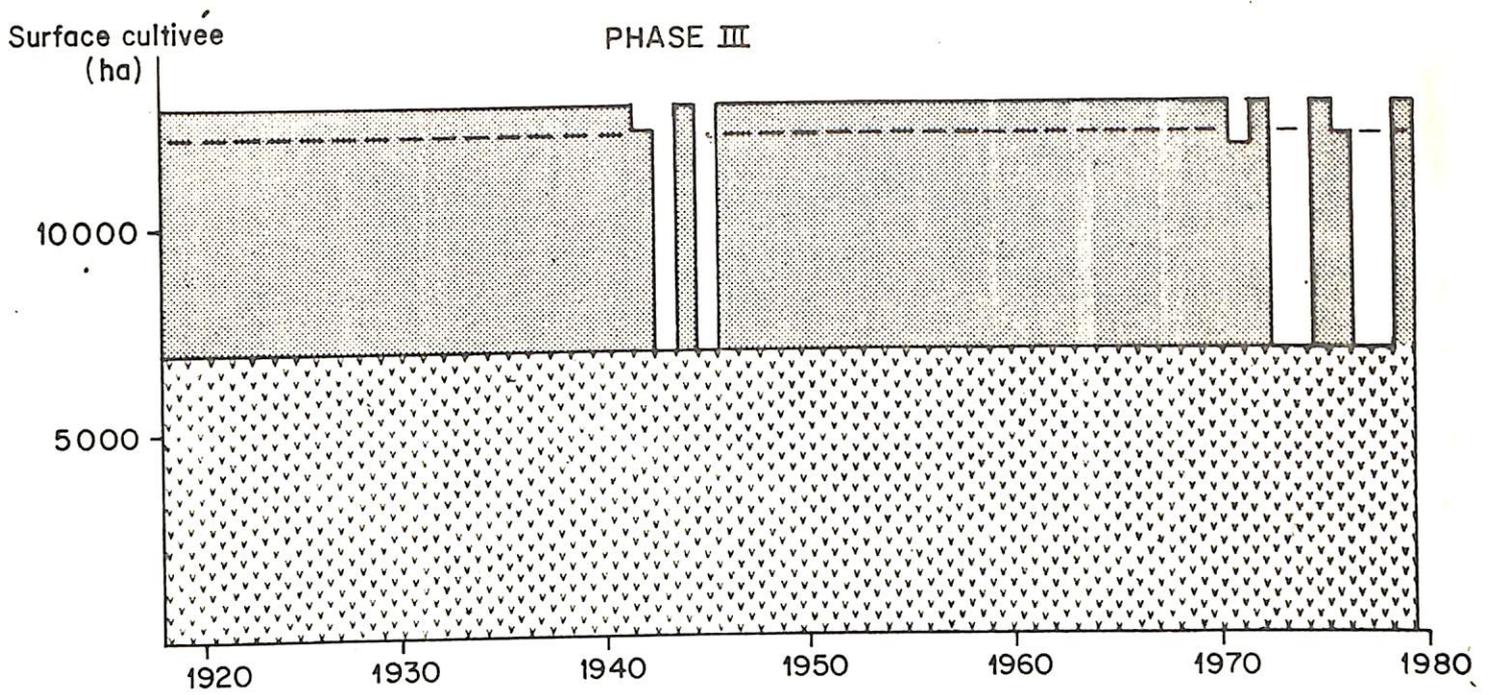


FIGURE 3-3



VARIATION DE LA SURFACE CULTIVÉE
EN FONCTION DE LA DISPONIBILITÉ EN EAU

LEGENDE



ZONE EN AMENAGEMENT



ZONE CULTIVEE



BARRAGE ET RETENUE



STATION DE POMPAGE



CANAL PRINCIPAL



ROUTE OU PISTE PRINCIPAL

REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

SCHEMA D'AMENAGEMENT PAR PHASE

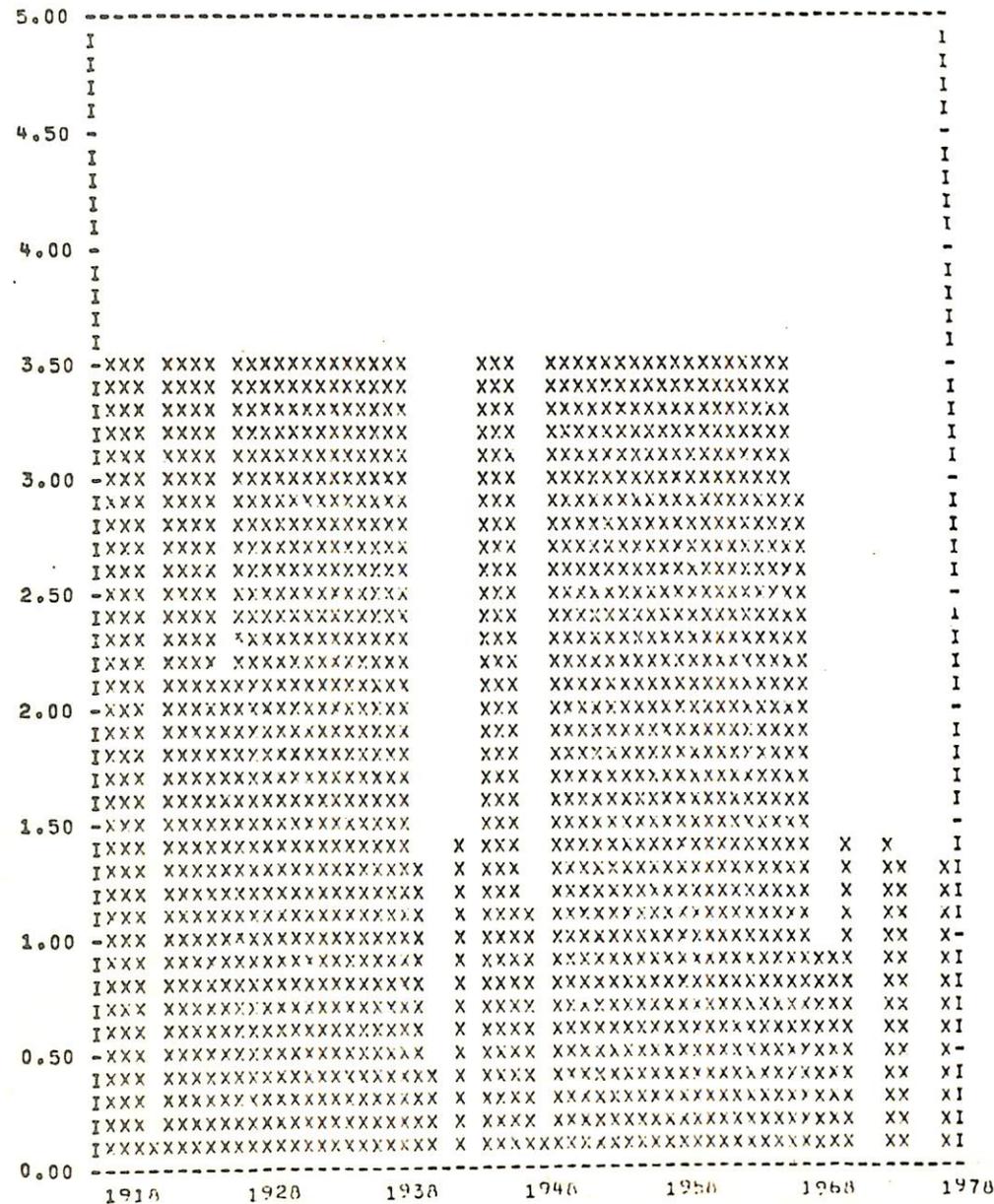


**ELECTROWATT
 INGENIEURS-CONSEILS S.A.
 ZURICH - DAKAR**

DESS **Niang**
 CONT
 VISA

ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN		ANNEXE
1/140.000	Avril 80	6 1 5 8 -	2 1 4 9 8 9	3 - 5

Energie électrique saison sèche (GWH)



Energie diesel saison sèche (GWH)

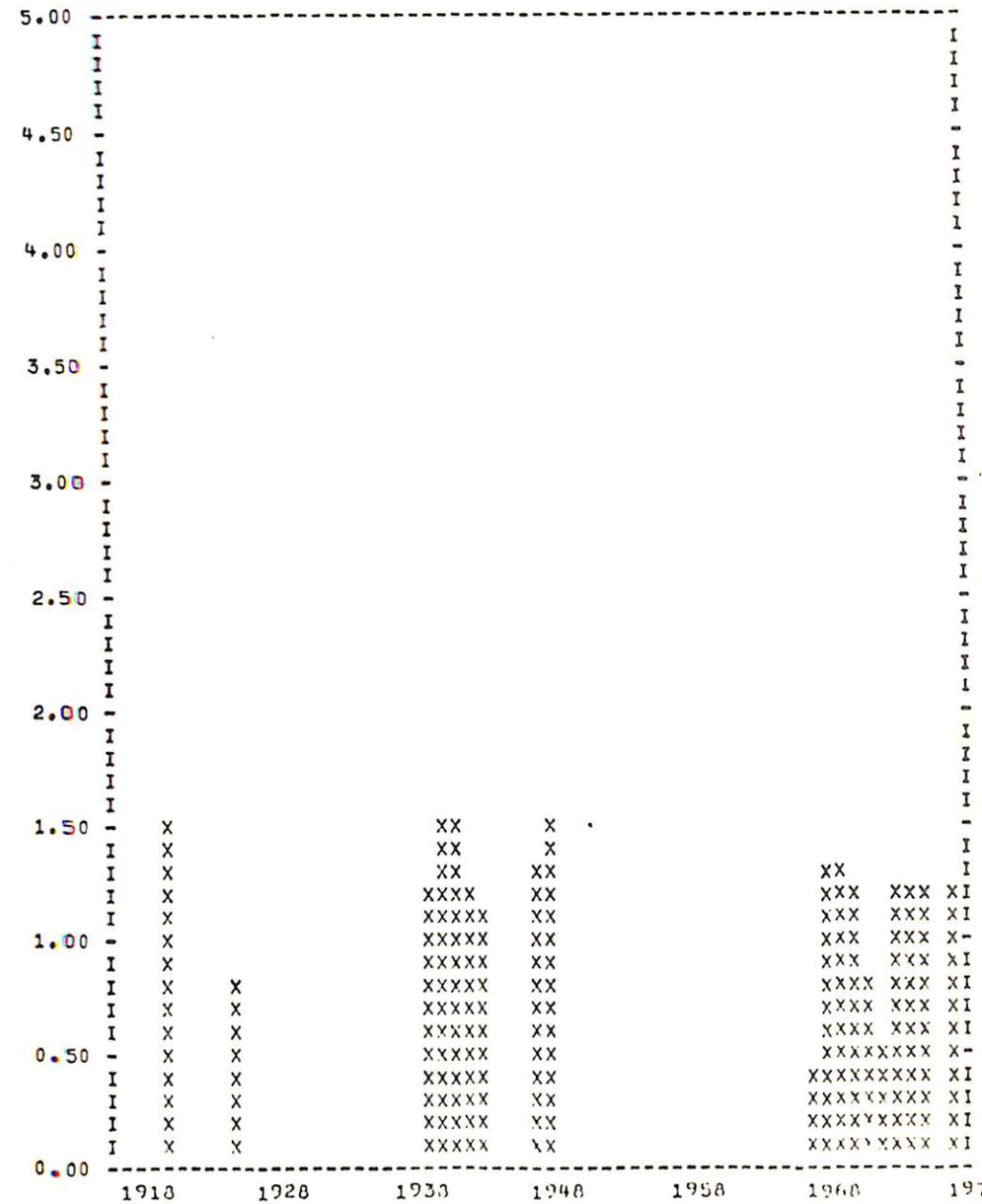
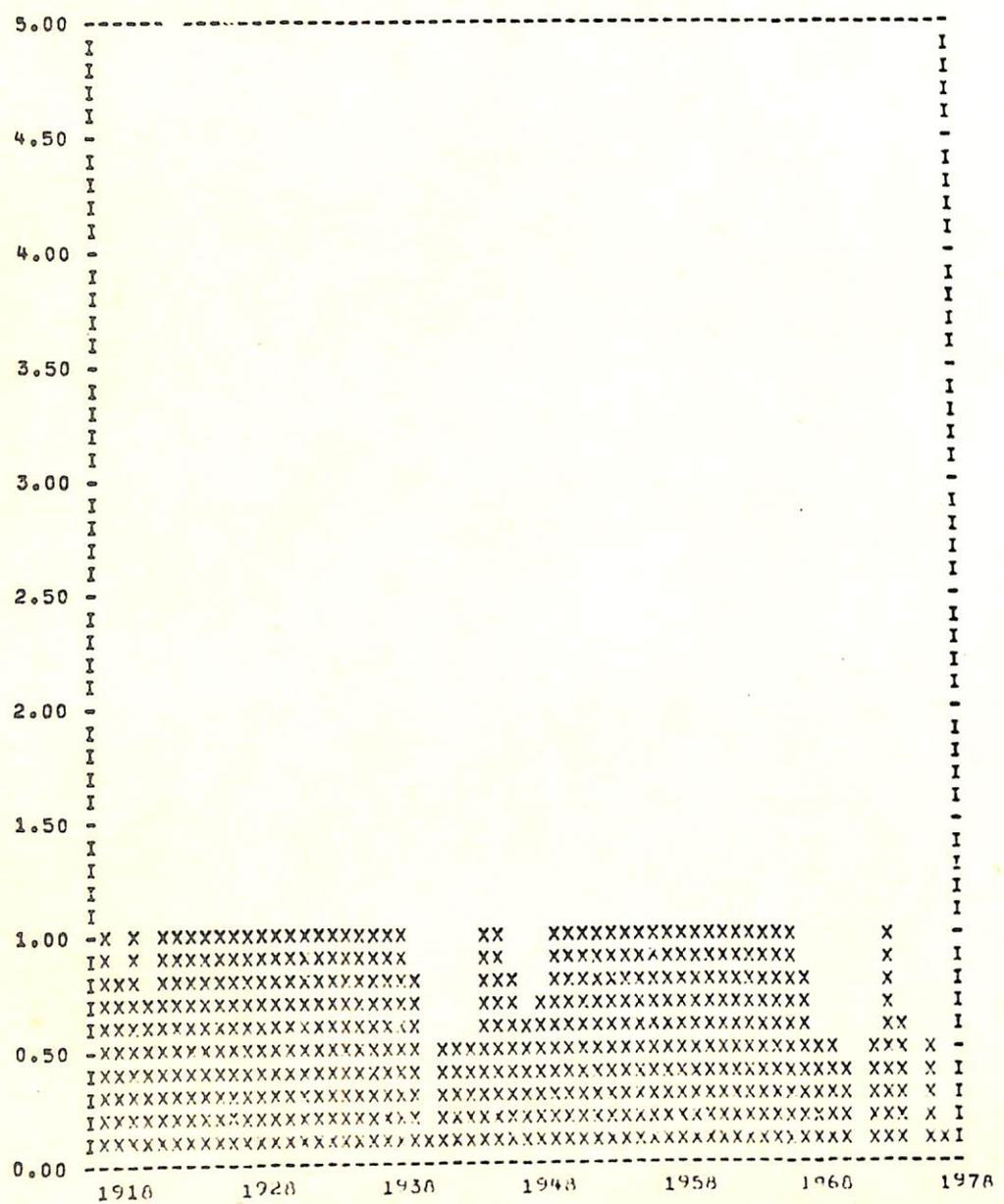


Figure 3-6

STATION DE POMPAGE PRINCIPALE DE LA RIVE DROITE
BILAN ENERGETIQUE, PHASE III, SAISON SECHE

Energie électrique saison humide (GWH)



Energie diesel saison humide (GWH)

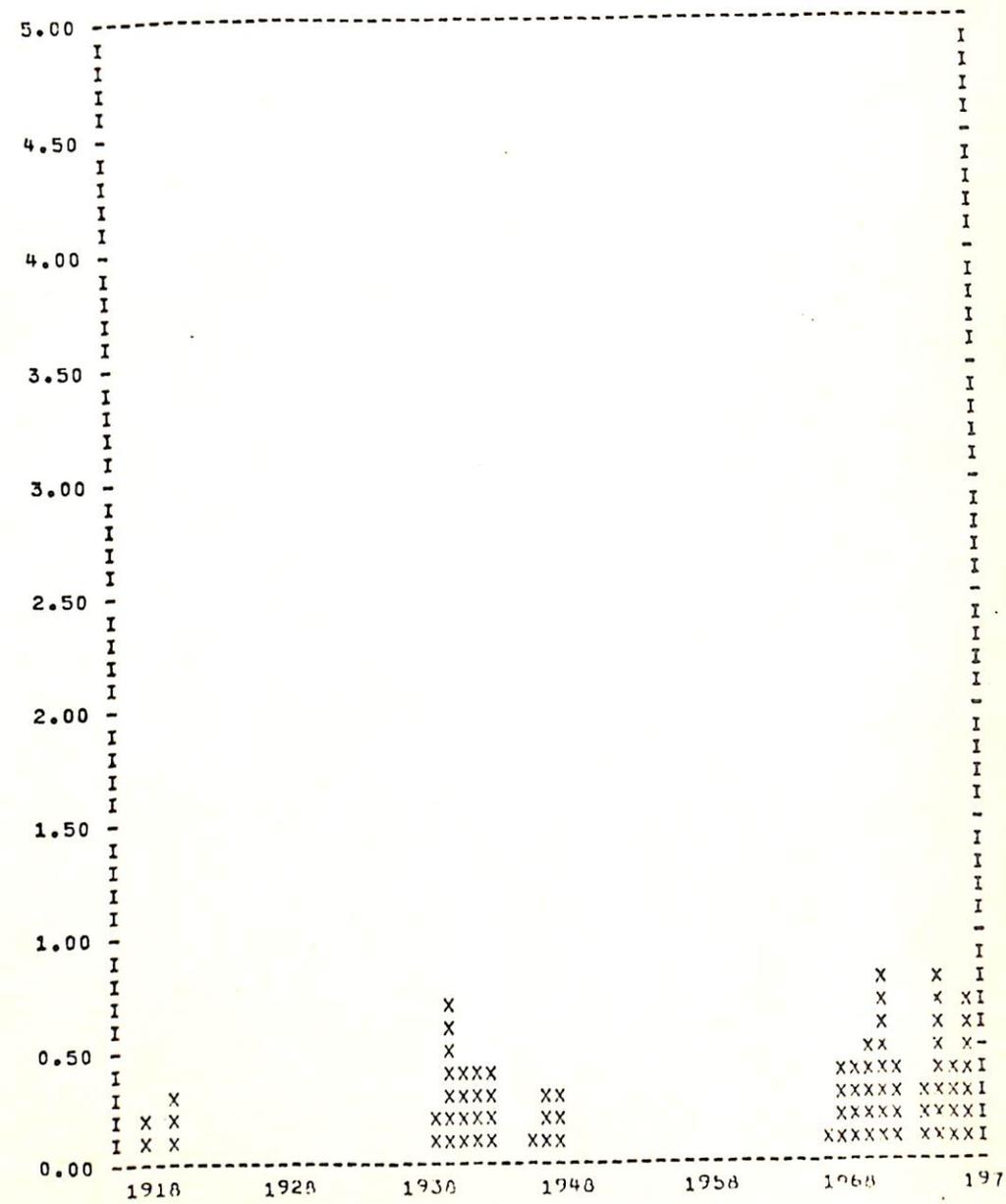


Figure 3-7

STATION DE POMPAGE PRINCIPALE DE LA RIVE DROITE
BILAN ENERGETIQUE, PHASE III, SAISON HUMIDE

4. OUVRAGES D'IRRIGATION
ET OUVRAGES ANNEXES

4. OUVRAGES D'IRRIGATION ET OUVRAGES ANNEXES

4.1 Barrages et usine hydro-électrique

4.1.1 Barrage de Niandouba et usine hydro-électrique

Le barrage de Niandouba sert à accumuler l'écoulement de la Kayanga pendant la saison des pluies et à relâcher l'eau pour l'ensemble des besoins d'une irrigation en saison sèche et pour le complément d'irrigation de la saison des pluies. Accessoirement une usine hydro-électrique produit de l'énergie destinée à alimenter la station de pompage principale de la rive droite.

Le barrage est situé dans un ressèment naturel de la vallée de la Kayanga, à 2 km au sud du village de Niandouba (figure 3-2). Au niveau maximal du plan d'eau de 37,0 IGN, le barrage forme une accumulation ayant un volume de 420 millions de m³ et une superficie de 85 km² s'étendant en amont sur 40 km allant presque jusqu'à la frontière avec la République de Guinée (figures 2-2 et 4-1).

Un massif latéritique forme la rive gauche jusqu'au voisinage de la berge de la Kayanga. Le fond de vallée, fortement boisé, est constitué de dépôts alluvionnaires de sables fins et limons plus ou moins argileux, légèrement consolidés et relativement imperméables. En rive droite, la cuirasse latéritique n'est rencontrée qu'au dessus de la cote 34,0 IGN.

Les conditions topographiques de même que les caractéristiques géotechniques des terrains de fondation, imposent un barrage du type digue en terre. En outre, l'absence dans la région de matériaux rocheux ou graveleux et l'existence de dépôts importants d'alluvions fines au voisinage immédiat du site, conduisent à prévoir une digue homogène avec drain central. Le profil type retenu pour l'ouvrage présente un talus incliné à 1:3 en amont et 1:2 en aval. Le parement amont de la digue est protégé par une couche de rip-rap de 4m (mesuré horizontalement), une couche de gravier drainant de 2 m de largeur et une membrane non tissée synthétique jouant le rôle de filtre. Le drain central de 2 m de largeur est également protégé par une membrane synthétique.

Une couche de gravier latéritique protège le parement aval du barrage. La section transversale du barrage est donnée à la figure 4-2.

Une étude d'optimisation faisant intervenir le coût du barrage lui-même et le type d'évacuateur le plus économique a été effectuée. La solution choisie est indiquée à la figure 4-3. Le déversoir situé sur la rive gauche est un déversoir à seuil fixe du type "bec de canard" ayant une longueur déversante de 100 m. Cet organe permet l'évacuation du débit de $400 \text{ m}^3/\text{s}$ pour une hauteur d'eau de 1,5 m. La longueur du chenal de restitution au cours d'eau a été réduite grâce à un axe du barrage infléchi vers l'amont de la rive gauche.

Le couronnement du barrage, d'une largeur de 5 m est calé à la cote 39,50 IGN soit 19 m au dessus du niveau du lit de la rivière, ce qui laisse une revanche de 2,5 m au dessus de la cote de retenue maximale. Il comporte une rangée de gabions du côté amont assurant une protection supplémentaire contre le déferlement des vagues.

Le niveau de retenue pour l'usine hydro-électrique varie entre la cote minimale de 29,0 IGN et la cote maximale de 37,0 IGN donnant une capacité utile de retenue de 380 millions de m^3 . Les lâchers de l'irrigation passent à travers les turbines de l'usine hydro-électrique située au pied aval du barrage (figure 4.4). Deux turbines utilisent la chute disponible entre le niveau de la retenue et le chenal situé en aval du barrage et développent 3,2 MW pour un niveau de la retenue de 34,5 IGN et 1,4 MW au niveau de 29,0 IGN. La production d'énergie correspond à celle qui est nécessaire à la station de pompage principale de la rive droite. Deux conduites traversent le barrage, l'une servant de vidange de fond et l'autre de conduite forcée. L'alimentation de ces conduites est effectuée à partir d'une tour d'entrée commune installée sur la face amont du barrage et que l'on atteint au moyen d'une passerelle. A l'aval, un chenal relie le bassin amortisseur au lit de la Kayanga.

Les caractéristiques principales du barrage et de l'usine de Niandouba sont récapitulées ci-après:

Retenue	cote de retenue maximale	37,0	IGN
	niveau minimal d'exploitation de l'usine	29,0	IGN
	niveau minimal pour les lâchers d'irrigation	26,0	IGN
	Volume utile entre 29,0 et 38,0 IGN	380	10^6 m^3
Barrage	cote du couronnement	39,5	IGN
	longueur du couronnement	1 705	m
	hauteur maximale du barrage	19	m
	volume total du barrage	587 400	m^3
Evacuateur de crûes	capacité sous 1,5 m de charge (cote 38,5 IGN)	400	m^3/s
Vidange de fond	capacité de décharge au niveau minimal de la retenue	20	m^3/s
	dimension de la vanne	2,10 x 1,90	m
Usine hydro-électrique	puissance nominale	3,2	MW
	débit nominal	17,5	m^3/s
	puissance au niveau minimal de la retenue	1,4	MW
	débit au niveau minimal de la retenue	17,5	m^3/s
Ligne électrique	longueur	20	km
	voltage	30	KV

4.1.2 Barrage du confluent

Le barrage du confluent sert à détourner les lâchers contrôlés du barrage de Niandouba aux deux principales stations de pompage situées de chaque côté de l'Anambé, à 2-3 km au sud de Kounkané. Pendant la première phase de l'aménagement, avant la construction du barrage de Niandouba, le barrage du confluent servira aussi à l'accumulation de l'écoulement de la Kayanga et de l'Anambé en créant une retenue dans le Bassin de l'Anambé et son exutoire d'une capacité utile de 48 millions de m^3 .

Le barrage est situé 300 m en aval du confluent de la Kayanga et de l'Anambé. A cet endroit la rivière coule au pied d'une colline relativement raide en rive droite, constituée par une zone de cuirasse latéritique. La rive gauche est formée d'un plateau dont l'altitude varie entre les cotes 22,0 et 24,0 IGN et qui est constituée de dépôts alluvionnaires sablo-limoneux avec des fractions d'argile légèrement consolidés. La disposition générale est montrée à la figure 4-5.

Compte tenu des conditions topographiques et géologiques, ainsi que de la nature des matériaux de construction disponibles, la solution d'une digue de terre homogène s'impose. Les talus amont et aval inclinés à 1:3 seront protégés par une couche en gravier latéritique de 2,0 m d'épaisseur. Une couche de protection supplémentaire d'enrochement recouvrira le talus amont au-dessous de la cote 24,0 IGN.

La cote de retenue maximale sera à 22,3 IGN pendant la première phase d'aménagement puis s'élèvera à 23,0 IGN après la construction du barrage de Nian-douba. Ces niveaux sont contrôlés à l'aide d'un déversoir en béton dont le seuil est arasé au niveau maximal de la retenue, précédé lui-même d'un chenal d'approche non bétonné. Le passage des crûes est assuré par un déversoir composé de gabions d'une longueur de 200 m. Il est arasé à la cote 22,6 IGN pendant la première phase, puis rehaussé à la cote 23,6 IGN par la suite. Un remblai de terre maintiendra la retenue sur la rive gauche.

La vidange de fond est contrôlée par une entrée installée dans la face amont du barrage et comporte une vanne plane de 2,0 m x 3,0 m. Une conduite métallique commandée par une vanne plane court-circuitée la vanne de vidange de fond et sert à entraîner les lâchers de compensation dans la Kayanga en aval du barrage. Le conduit bétonné traversant la digue est prolongé par un bassin amortisseur.

Les caractéristiques principales du barrage du confluent sont les suivantes:

Barrage	cote de couronnement	26,0 IGN
	longueur du couronnement	210,0 m
	hauteur maximale sur terrain	11 m
	volume total	34 000 m ³

<u>Vidange de fond</u>	capacité sous 3 m de charge		35 m ³ /s
<u>Evacuateur de crûes</u>		Phase I	Phase II-V
	déversoir de régulation	22,3 IGN	23,0 IGN
	déversoir de crûes	22,6 IGN	23,6 IGN
	capacité	510 m ³ /s	510 m ³ /s
	niveau de crûe de pointe	23,8 IGN	24,8 IGN

4.1.3 Barrage de garde de l'Anambé

Le Barrage de garde de l'Anambé sert à protéger le Bassin contre les inondations de la Kayanga lors des fortes crûes. Il est aussi destiné à contrôler le mouvement de l'eau à l'intérieur et à l'extérieur de la plaine d'inondation de l'Anambé. Le barrage de garde est complété par deux stations de pompage situées à chacune de ses extrémités.

Le barrage est situé 1,2 km en aval du pont-route de la N6 enjambant l'Anambé. Le choix du site a été dicté par deux considérations: La proximité des zones irriguées et la topographie locale qui influence directement le volume du barrage. Les sols alluvionnaires de sables fins et limons, plus ou moins argileux sur lesquels le barrage est construit sont relativement imperméables et conviennent parfaitement à la réalisation d'une digue homogène en terre avec la même section transversale que celle du barrage du confluent.

Le barrage dont la crête est à la cote 26,0 IGN est équipé en son milieu d'un évacuateur de crûes de 100 m de long, établi à la cote 25,0 IGN. L'évacuateur ne fonctionnera que dans le cas d'une crûe extrême dans le Bassin de l'Anambé.

La conception générale du barrage de garde est donnée dans la figure 4-6. Ses principales caractéristiques sont les suivantes:

cote du couronnement	26,0	IGN
niveau maximal du plan d'eau côté Kayanga	23,0	IGN
niveau de la crûe de pointe dans la Kayanga	25,0	IGN
niveau maximal du plan d'eau côté Anambé	21,5	IGN
longueur du couronnement	1 600	m

hauteur du barrage	8 m
volume du barrage	173 600 m ³

4.2 Stations de pompage

Au stade du plein développement il y aura trois stations de pompage en fonctionnement. Les périmètres de la rive droite et de la rive gauche sont alimentés indépendamment par des stations de pompage principales situées respectivement aux extrémités ouest et est du barrage de garde sur l'Anambé (voir figure 4-6). La troisième station de pompage, dénommée station auxiliaire (ou secondaire) est située au sud d'Awataba, le long du canal principal d'irrigation (figure 3-2). Par l'intermédiaire du canal haut service P-2, elle alimente une superficie de 2 255 ha.

Les stations de pompage définitives sont l'élément clé du système d'alimentation du réseau d'irrigation. Elles doivent par conséquent être simples, fiables et robustes. Elles sont toutes alimentées gravitairement et les pompes sont placées en charge par rapport au plan d'eau du chenal d'alimentation. Les pompes centrifuges verticalisées sont entraînées soit par des moteurs électriques, soit par des moteurs diesel suivant la station dans laquelle elles se trouvent. Les moteurs électriques sont montés sur un plancher situé sensiblement au niveau du terrain et entraînent les pompes situées au fond d'un cuvelage étanche au moyen d'un arbre de transmission vertical. Pour les pompes entraînées par des moteurs diesel, le principe est le même sauf que les moteurs sont placés horizontalement et sont accouplés à l'arbre de transmission au moyen d'un réducteur de vitesse et renvoi d'angle.

Les stations de pompage principales de la rive droite et de la rive gauche peuvent prélever l'eau des deux côtés du barrage de garde, soit dans l'Anambé, soit dans la Kayanga. L'eau parvient aux stations grâce à des chenaux d'approche excavés et des prises d'eau doubles en forme d'Y. Les prises sont munies de grilles et de vannes à glissement. Ces dernières permettent, suivant le cas, soit de prélever l'eau par pompage, soit de la transférer par gravité d'un côté ou de l'autre du barrage. En mode pompage, l'eau peut être pompée soit dans le réseau d'irrigation, soit être renvoyée dans la Kayanga pour drainer le Bassin de l'Anambé.

Le bâtiment de la station de pompage consiste en un cuvelage étanche surmonté d'une superstructure en béton armé et en maçonnerie. Le bâtiment de superstructure comprend le hall moteur, les locaux électriques, la salle de commande et de contrôle, l'atelier/pièces de rechange et les bureaux. Un pont roulant permet la manutention du matériel lourd lors des révisions.

Les conduites reliant les stations de pompage aux ouvrages de restitution des canaux principaux sont en béton armé et enterrées.

Le fonctionnement des pompes est régulé automatiquement par les variations de niveau du plan d'eau dans le premier bief du canal ou du réservoir de régulation.

La figure 4-7 montre la conception générale de la station de pompage principale de la rive droite.

Les trois stations de pompage définitives décrites ci-dessus seront construites et équipées durant les phases II à V. Pendant la phase I, le périmètre irrigué sera temporairement alimenté par une station de pompage diesel située entre les villages de Soutouré et d'Anambé. Un chenal d'amenée excavé conduit l'eau de la plaine centrale d'inondation de l'Anambé vers la station de pompage. La station est équipée de deux groupes de pompage ayant ensemble une capacité de $3,75 \text{ m}^3/\text{s}$. Elle refoule l'eau dans une conduite de 400 m de longueur et de 1 800 mm de diamètre. Les groupes de pompage, citernes à carburant et conduites seront démontés durant la phase II. Les pompes et les moteurs seront relogés dans la station de pompage principale de la rive droite où ils serviront de groupes de secours, tandis que la conduite sera réutilisée pour la station de pompage auxiliaire construite en phase III. Pendant la période où elle sera en service, la station fonctionnera manuellement selon un calendrier préalablement établi.

La station de pompage principale de la rive droite délivrera $11,25 \text{ m}^3/\text{s}$ aux 4 440 ha de la phase II au moyen de trois groupes de pompage électriques. Au cours de la phase III le nombre de groupes s'élèvera à cinq, qui délivreront ensemble $18,75 \text{ m}^3/\text{s}$ au périmètre irrigué de la rive droite couvrant 7 490 ha. La station reçoit son énergie électrique de l'usine hydro-électrique du

barrage de Niandouba par l'intermédiaire d'une ligne aérienne de 30 KV longue de 20 km. Les groupes transférés de la station de pompage de la phase I et entraînés par des moteurs diesel, serviront de réserve en cas de manque d'énergie hydro-électrique. La station fonctionnera environ 16 heures par jour en période de pointe, pendant la saison d'irrigation.

Le génie-civil de la station de pompage principale de la rive droite sera construit pendant la phase II. Elle est conçue de telle sorte qu'un ou plusieurs moteurs électriques puissent être remplacés par des moteurs diesel sans modifications importantes si le besoin s'en faisait éventuellement sentir à la suite du manque d'énergie hydro-électrique.

La station de pompage auxiliaire construite pendant la phase III fournira $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$ à une surface irriguée de 2 225 ha. Les quatre groupes de pompage, dont un de réserve, sont entraînés par des moteurs diesel. Le fonctionnement de la station est identique à celui de la station de pompage principale de la rive droite.

La station de pompage principale de la rive gauche dessert les surfaces aménagées pendant les phases IV et V et délivre ainsi $12 \text{ m}^3/\text{s}$ au périmètre de la rive gauche couvrant 8 775 ha. Les quatre groupes, dont un de réserve, seront installés en deux phases. La station est conçue pour pomper 24 heures sur 24 durant les périodes de pointe et alimente le système d'irrigation par l'intermédiaire d'un réservoir de $400\,000 \text{ m}^3$ qui sert également au stockage de nuit.

Les caractéristiques des stations de pompage sont récapitulées ci-dessous:

Désignation de la station	Phase I	S.P.principale rive droite	S.P. auxiliaire	S.P.princ. rive gauche
Surface desservie (ha)	1 420	7 490	2 255	8 775
Hauteur manométrique (m)	13	13	10	19
Débit total (m^3/s)	3,75	18,75	5,4	12,0
Moteurs	Diesel	Electrique	Diesel	Diesel
Puissance installée(KW)	1 800	3 225	1 050	4 500
Nbre groupes de pompage	2	5 (excl.réserve)	4	4
Conduite, diamètre (mm)	1 800	2 x 2 350	1 800	2 x 1 800
Conduite, longueur (m)	400	600	400	650

4.3 Réseau de distribution

4.3.1 Conception

Le réseau d'irrigation sert à distribuer l'eau d'irrigation selon les besoins, en quantité, à l'endroit et en temps voulu. Il consiste en canaux principaux et leurs branches, canaux secondaires, canaux tertiaires et arroseurs.

Les canaux principaux suivent généralement les courbes de niveau afin de surmonter le réseau. Des vannes automatiques à niveau aval constant divisent le canal en biefs successifs et assurent au système de distribution secondaire une alimentation en eau automatique et selon les besoins.

Les canaux secondaires suivent soit les courbes de niveau ou les coupes. La superficie desservie par un canal secondaire est dénommée l'unité opérationnelle. A l'intérieur de cette unité, la distribution de l'eau d'irrigation dans le temps et en quantité, peut être décidée de façon autonome et transposée en une action indépendante consistant à la manoeuvre appropriée des prises d'eau. La superficie desservie par un canal secondaire est généralement de 300 à 400 ha pour la ferme mécanisée et de 80 à 250 ha pour les exploitations paysannes. Ce système a l'avantage que, bien que durant les premières années qui suivront l'aménagement, le contrôle de la distribution de l'eau restera entre les mains de l'administration du projet, à un certain moment, ces responsabilités pourront être déléguées aux coopératives ou aux groupes d'agriculteurs exploitant une unité opérationnelle.

Les canaux tertiaires transportent un débit constant qui à son tour alimente les fermes de 2,5 ha, formant l'unité tertiaire ou l'unité de rotation entre les exploitations paysannes. Pour les fermes mécanisées, le canal tertiaire fonctionne de la même manière, le bloc tertiaire étant divisé de manière à permettre la rotation entre les différentes subdivisions. Le débit délivré à chaque ferme paysannale est constant, les différentes hauteurs d'eau appliquées étant obtenues par la variation de la durée d'ouverture de la prise d'eau sur le canal tertiaire. De cette sorte l'agriculteur manipule toujours un débit constant, ce qui est essentiel pour obtenir une bonne efficacité de

L'irrigation compte tenu de l'actuel manque d'expériences. Ce débit constant porte le nom de module ou main d'eau. Le module varie uniquement en fonction de la culture cultivée pendant la saison principale d'irrigation tel que riz ou autres céréales. Pour le riz, le module est de 40 l/s et pour les cultures diversifiées, 30 l/s.

Les canaux tertiaires transportent un ou deux modules, selon qu'ils alimentent 7 fermes de 2,5 ha (un module) ou 14 fermes de 2,5 ha ou des blocs tertiaires dans les fermes mécanisées (deux modules dans les deux cas). Les canaux secondaires transportent donc un débit égal au nombre de modules correspondant au nombre de fermes et de blocs tertiaires desservis. Le contrôle de l'alimentation et du débit correct dans les canaux secondaires et tertiaires est simplifié en utilisant des prises à débit constant. Une fois ouvertes, le débit de ces prises est virtuellement indifférent aux petites variations du plan d'eau amont.

Deux méthodes d'irrigation seront pratiquées, l'irrigation par bassin de submersion et l'irrigation à la raie. L'irrigation par bassin de submersion est la technique qui sera utilisée pour les assolements riz-riz et riz-cultures diversifiées. Elle sera dès lors la méthode la plus largement pratiquée, ces assolements ayant été adoptés sur tous les 16 265 ha à mettre en valeur par l'irrigation à l'exception de 710 ha destinées aux cultures diverses.

Chaque bassin sera nivelé et entouré de diguettes. L'agriculteur remplira progressivement ses bassins au moyen de canaux arroseurs ou en laissant couler l'eau d'un bassin dans l'autre. Dans le cas de l'irrigation à la raie, l'eau d'irrigation sera prélevée du canal arroseur au moyen de siphons. Les champs types auront 100 m de long, les raies suivront les pentes inclinées généralement de 0,2 % à 1,5 %.

La rotation de l'eau à l'intérieur d'un bloc tertiaire sera normalement de la responsabilité du groupe d'agriculteurs formant l'unité tertiaire, quoique une surveillance serrée par du personnel entraîné, appartenant à l'Administration du projet, sera nécessaire durant les premières saisons d'irrigation.

Deux schémas standards d'unités tertiaires ont été adoptés, un pour les exploitations paysannes et l'autre pour la ferme mécanisée. Ils sont donnés à la figure 4-9.

Pour l'exploitation paysannale l'eau est distribuée à des fermes situées d'un seul côté ou des deux côtés du canal tertiaire, l'agencement dépendant du terrain. Chaque ferme est équipée d'une prise d'eau tout ou rien. Une collature tertiaire évacue l'eau excédentaire dans un drain tertiaire. Une route revêtue de latérite suit le drain et permet un accès aux champs par tous les temps. Pour les fermes pratiquant des cultures diversifiées pendant les deux saisons le nivellement se limitera au réglage selon la pente naturelle. Ailleurs, le nivellement des terres sera nécessaire pour l'irrigation par bassin de submersion. Celui-ci sera effectué partiellement à l'aide de grosses machines au moment de l'aménagement et partiellement par les agriculteurs eux-mêmes pendant les saisons suivantes.

Les unités de la ferme mécanisée sont situées sur les terrasses basses formées de sols lourds à pentes douces. Les champs ont une surface nette de 37,5 ha et forment un bloc tertiaire qui est desservi par un canal transportant un débit de 80 l/s (2 modules). Sept prises d'eau sont implantées le long du canal tertiaire, chacune étant capable de prélever 40 l/s. Deux prises sont ouvertes en même temps pendant l'irrigation. Le schéma d'aménagement des unités est tel qu'elles puissent, dans le futur, être facilement subdivisées en 14 fermes de 2,5 ha chacune, et être transférées aux petits agriculteurs lorsque la demande s'en fera sentir. Dans ce cas là, une piste d'exploitation sera ajoutée au centre de chaque unité tertiaire afin de permettre l'accès à chaque ferme.

4.3.2 Schéma du réseau principal

Deux réseaux d'irrigation sont prévus pour desservir les périmètres de la rive gauche et de la rive droite (voir figures 4-10 et 4-11) chacun étant alimenté indépendamment par une station de pompage principale. Le réseau de la rive droite sera aménagé durant les phases I à III, celui de la rive gauche le sera durant les phases IV et V.

Le périmètre de la rive droite couvre une superficie nette de 7 490 ha. Il est alimenté par le canal principal P-1 qui a pour origine l'ouvrage de restitution des conduites de refoulement de la station de pompage principale de la rive droite. Le canal véhicule $18,5 \text{ m}^3/\text{s}$ en tête et a une longueur de 23,8 km. Le premier bief contient une tranche d'eau servant à la régulation

de la station de pompage. Au kilomètre 10,33, la station de pompage auxiliaire qui alimente le canal haut service P-2 prélève un débit de $5,4 \text{ m}^3/\text{s}$. Sur les 15,4 premiers km, le canal P-1 suit les flancs des plateaux, traverse des sables limoneux plutôt perméables et ensuite des sols plus lourds situés dans la plaine entre les villages d'Awataba et de Woloto.

Le canal P-2 tourne en arc autour des terres basses situées au sud et à l'ouest d'Awataba qui comprennent une forte proportion de terres aptes à la culture du riz. Une branche, dont la dérivation est située au km 0,5 dessert une zone de sols plus légers sur les parties basses des pentes des plateaux où des cultures diversifiées ont été prévues et qui sont déjà partiellement cultivées. Le canal haut service P-2 dessert une superficie de 2 225 ha.

La rive gauche couvre une superficie nette de 8 775 ha. Elle est alimentée par le canal principal P-3 qui a pour origine le réservoir de régulation. Sur son parcours long de 28,7 km, le canal P-3 se divise en quatre branches dérivant successivement aux points kilométriques 6,68, 8,90, 20,88 et 24,80. Ceux-ci à leur tour desservent 1 805 ha, 1 580 ha, 1 185 ha et 1 750 ha. Sur la majeure partie de son tracé, le canal P-3 traverse des sols sableux perméables.

4.3.3 Description des ouvrages

Canaux (figure 4-12)

Les canaux principaux, y compris leurs branches seront bétonnés et divisés en biefs de 3 à 4 km de long dont les niveaux et les débits seront automatiquement contrôlés par des vannes à niveau aval constant. Chaque fois que cela sera possible, les vannes seront placées immédiatement à l'amont d'une prise d'eau alimentant un canal secondaire.

Le choix consistant à revêtir les canaux principaux avec du béton est basé sur des considérations techniques, économiques et de fonctionnement. La comparaison des coûts entre les canaux revêtus ou non revêtus montre que la

différence est faible (rapport 11, annexe 7). Bien que l'investissement initial pour un canal non revêtu soit moins élevé, la différence est presque entièrement compensée par les coûts dus à un entretien et un pompage plus élevés, un tracé plus long et de plus grandes pertes par percolation. De plus, pour obtenir la même superficie de terres surmontées en fin de tracé, un canal en terre doit démarrer à une cote plus élevée, ce qui le situe dans des terrains moins favorables du point de vue tracé et pertes par percolation et augmente les frais de pompage. En outre, l'alimentation des canaux secondaires, compte tenu des tolérances de niveaux requises, est plus simple et d'un fonctionnement plus aisé avec un canal revêtu.

Les canaux secondaires et tertiaires ne seront pas revêtus. Afin d'assurer un compactage correct des berges, ils seront établis en construisant d'abord un cordon trapézoïdal de matériaux sélectionnés compactés puis en excavant la section trapezoïdale du canal.

Les prises secondaires sur les canaux primaires sont équipées de vannes à débit constant. A partir du secondaire, la distribution de l'eau se fait par l'amont, les besoins en eau de l'unité opérationnelle s'accordant avec un calendrier préalablement établi. Les prises tertiaires sont également équipées de vannes à débit constant, le niveau de réglage dans le canal secondaire étant assuré par un déversoir type Giraudet ou en diagonale. Cela permet de transformer les fluctuations du débit dans le canal par de faibles variations de niveau. Les canaux secondaires sont munis d'ouvrages d'extrémités qui restituent dans les drains. Des ouvrages de chute seront nécessaires chaque fois que la topographie l'exigera et ils seront placés généralement près des prises d'eau.

Pistes

Le réseau de pistes comprend les pistes principales , les pistes secondaires d'exploitation et les pistes de service.

Les pistes principales (figure 5-1) ont une largeur totale de 11 m comprenant une bande de roulement en latérite de 7 m de large et des accotements de 2 m de large. Elles suivent généralement les canaux principaux ou leurs branches.

La longueur totale de ces pistes sera de 45 km sur la rive droite et de 48 km sur la rive gauche. Elles serviront à un trafic relativement dense de machines agricoles, de camions et autres véhicules.

Les canaux principaux sont munis d'une piste de service utilisée exclusivement par le personnel de l'administration du projet. Elle est située sur l'une des berges et à une largeur totale de 6 m, dont une bande de roulement en latérite de 4 m de large. La berge opposée supportera une piste de 4 m de large, utilisée pour l'entretien du canal.

Les pistes secondaires longent les canaux secondaires et les drains et ont une largeur de roulement de 4 m et des accotements de 0,50 m. Les pistes tertiaires ou pistes d'exploitation ont 4 m de large et sont aussi recouvertes de latérite. Elles suivent les drains tertiaires. Il n'y a pas de pistes tertiaires dans la ferme mécanisée.

Des couloirs ont été prévus le long des drains principaux afin de permettre au bétail d'accéder aux pâturages situés dans la plaine centrale d'inondation. Ils ont généralement une largeur de 75 m.

Ouvrages divers

Divers autres ouvrages sont nécessaires, ils comprennent des ponts et des passerelles, des dalots et des abreuvoirs pour le bétail.

4.3.4 Conversion de la surface brute en surface nette

Les surfaces irrigables brutes ont été converties en surfaces nettes par l'application des facteurs de réduction indiqués dans le tableau suivant:

Tableau 4-1 CONVERSION DE LA SURFACE BRUTE EN SURFACE NETTE

	Ferme paysannale	Ferme mécanisée
Canaux tertiaires, arroseurs, drains, pistes, etc.	9,5 %	5 %
Canaux secondaires, pistes et drains	3 %	2,5 %
Terres actuellement considérées aptes mais risquant de devenir inaptés lorsque des renseignements plus précis seront disponibles	2,5 %	2,5 %
Total	15 %	10 %

4.4 Drainage

4.4.1 Introduction

La plaine centrale d'inondation est actuellement sujette à des inondations causées par les crûes de la Kayanga et le ruissellement des terres environnantes. De faibles gradients et des couches peu perméables font que le drainage de surface et le drainage souterrain sont lents. L'évacuation par la rivière Anambé des écoulements accumulés dans la plaine centrale d'inondation est retardée par un chenal d'écoulement très plat et de faibles surélévations du lit qui forment un obstacle naturel, créant ainsi, à la fin de la saison humide un lac dans la plaine d'inondation qui dessèche graduellement pendant la saison sèche.

Les ouvrages de drainage sont nécessaires dans les buts suivants:

- Pour collecter le ruissellement de surface provenant de l'extérieur du périmètre et pour le véhiculer à travers la zone irriguée et l'évacuer dans la plaine centrale d'inondation
- Pour évacuer dans le périmètre irrigué les excès d'eau dûs aux pluies sur les terres cultivées en riz et en cultures diversifiées

- Pour assurer une aération de la zone d'enracinement sur les terres portant des cultures diversifiées
- Pour évacuer vers la Kayanga les écoulements accumulés dans la plaine centrale d'inondation lorsque les niveaux dépassent les limites permises.

4.4.2 Protection vis-à-vis du ruissellement extérieur

Les terrasses alluvionnaires sont actuellement susceptibles d'être inondées par manque de chenaux de drainage bien définis. Durant la saison humide l'écoulement provenant des terres plus élevées remplit les dépressions locales et dépasse les capacités de drainage des cheminements naturels de sorte que l'eau traverse des terres sous la forme d'une nappe d'eau.

Cet écoulement devra être intercepté par des drains collecteurs situés en amont des canaux principaux et guidés vers des drains principaux traversant les périmètres irrigués. Les drains principaux suivant souvent les thalwegs de drainage naturels, seront terrassés à une profondeur et une section permettant le passage des débits résultant de l'averse critique d'une année sur dix.

4.4.3 Drainage des terres irriguées

Les terres à riz ne nécessitent qu'un drainage de surface. Les drains servent à vider les bassins pendant la période de croissance, si nécessaire, et à évacuer les excès d'eau dûs aux pluies afin d'éviter d'endommager les cultures.

Pour le drainage, un module de 4,5 l/s/ha a été adopté pour dimensionner le réseau de drainage secondaire et tertiaire. Cela permet d'évacuer les excès d'eau dûs à une pluie critique d'une année sur cinq en 4 jours. Le même module a été adopté pour les terres portant des cultures diversifiées. Cela a pour résultat l'accumulation pendant un certain temps de l'excès d'écoulement dans les parties basses des champs. Des dommages aux cultures seront rares et légers.

4.4.4 Drainage de la plaine centrale d'inondation

L'implantation du projet influencera l'écoulement de l'Anambé ainsi qu'il l'a été décrit dans le paragraphe 3.6.6. L'évacuation de l'écoulement vers la Kayanga sera facilitée par le débit réduit de cette dernière et la plus grande capacité du chenal de l'Anambé.

Ces changements résulteront en un volume d'écoulement du bassin de l'Anambé plus élevé, en un écoulement résultant des pluies vers la plaine centrale d'inondation plus précoce en saison humide et en un écoulement plus uniforme. Tous ces changements augmentent le volume de l'écoulement de l'Anambé qui peut être utilisé pour l'irrigation, principalement comme complément en saison humide. Le volume utile de la plaine centrale d'inondation se situe entre 15 et 20 millions de m³.

La manière dont le système de drainage est exploité sera variable et dépendra des quantités d'eau s'écoulant en saison humide dans la Kayanga et l'Anambé. Le mode d'exploitation en saison humide pour des années sèches, moyennes et humides est décrit dans les paragraphes qui suivent.

En année sèche, l'écoulement provenant du Bassin de l'Anambé sera faible. Afin d'assurer les besoins d'irrigation supplémentaires, le niveau du plan d'eau sera maintenu à la cote 23,00 dans l'exutoire de l'Anambé jusqu'en octobre, grâce aux lâchers effectués au barrage de Niandouba. L'écoulement accumulé dans la plaine centrale d'inondation de l'Anambé aura plutôt tendance à s'évaporer mais pourrait aussi être utilisé pour une irrigation supplémentaire.

En année moyenne, le niveau du plan d'eau sera maintenu dans l'exutoire de l'Anambé jusqu'à ce que la plaine centrale d'inondation soit remplie jusqu'à la cote d'environ 21 m. L'eau dans l'exutoire sera ensuite abaissée, tout d'abord en passant dans le Bassin de l'Anambé par les prises de chaque station de pompage et ensuite par l'ouverture de la vanne au barrage du confluent. La plaine centrale d'inondation de l'Anambé (lac Waima) fournira ensuite la réserve nécessaire. Le calendrier de ces opérations variera, mais s'effectuera

en août, lorsque le projet aura atteint son plein développement. Si les niveaux maximaux dans la plaine centrale d'inondation sont dépassés, l'eau sera relâchée dans la Kayanga grâce aux vannes installées dans les prises d'eau des stations de pompage. A la fin de la saison humide, l'écoulement de l'Anambé pourra continuer d'être accumulé ou pourra être relâché graduellement afin de maintenir un certain débit dans la Kayanga.

En année humide, le niveau du plan d'eau maintenu dans l'exutoire de l'Anambé sera abaissé tôt dans la saison humide. L'excès d'eau accumulé dans le Bassin de l'Anambé sera drainé par gravité dans la Kayanga. En années exceptionnellement humides, la combinaison de l'écoulement important de l'Anambé et de forts déversements du bassin de la Kayanga provoqueront un dépassement du niveau maximal de stockage dans le lac Waima. Pour un écoulement d'une année sur 20, les niveaux atteindront environ la cote des 22m, inondant ainsi les cultures pendant une période de quelques 10 jours. Cette durée d'inondation peut être tolérée par les plantes sans diminution de récolte significative. Dans les années extrêmes, les pompes seront utilisées pour maintenir le niveau de l'Anambé dans des limites tolérables (voir figure 4-13).

4.5 Mise en valeur des terres

Le 13% des terres destinées à être irriguées est actuellement cultivé. Les 16 400 ha de savane boisée qui devront être défrichés représentent une ressource substantielle qui pourrait être exploitée soit comme combustible, charbon de bois ou bois d'oeuvre (voir rapport 7). Le défrichement des terres sera soigneusement planifié afin d'obtenir le bénéfice maximal provenant des bois arrachés. Il a été prévu ici que des entreprises locales enlèveront la plupart du bois sur pied, soit sous forme de charbon de bois (90%) ou de bois d'oeuvre (10%). Elles payeront un droit basé sur les quantités enlevées.

A la suite du premier abattage effectué par les entreprises locales, l'entrepreneur principal effectuera le dessouchage, la mise en tas, le décapage, le nivellement et le disquage. Ces opérations seront suivies par le brûlage des souches et un nouveau disquage effectué au bulldozer. La cadence horaire de nettoyage, y compris opérations secondaires, avec des bulldozers D8 ou

équivalents, est estimée à 6 heures par ha si le premier abattage a été effectué, ou 4 heures par ha, s'il n'a pas été effectué.

La procédure de défrichement des terres décrite ci-dessus devra être revue après que la première phase aura été aménagée et après discussion avec les entrepreneurs et les autorités forestières.

Après les opérations décrites ci-dessus, d'autres passes effectuées par un tracteur à chenilles et un pulvérisateur offset sont nécessaires pour ameublir le sol sur les terres lourdes à riz pour les trois premières cultures et pour la première culture dans les autres zones. Pendant cette période de préparation des sols, l'Administration du projet sera responsable de l'exploitation des terres paysannes, une division de production mécanisée étant formée pour cette tâche. Après cela, ces terres seront cultivées au moyen de tracteurs à roues sur les fermes mécanisées ou au moyen de la traction animale sur les exploitations paysannes.

L'aménagement à la parcelle suivra le décapage et le nivellement grossier effectués dans le cadre du contrat général. Le petit agriculteur pourra décider, avec l'aide des spécialistes du projet, du meilleur moyen de faire parvenir l'eau d'irrigation de l'arroseur à chaque coin de sa parcelle. Ceci nécessitera la création de plus petits bassins comprenant des diguettes et un nivellement léger. Ces travaux seront effectués durant les premières saisons.

4.6 Bâtiments

Les bâtiments qui doivent être construits pour le projet comprennent les maisons pour le personnel senior, les quartiers d'habitations pour le personnel junior, les bureaux, ateliers et magasins.

Le département commercial de l'Administration du projet (SODAGRI) et le Directeur Général seront basés à Velingara, où la SODAGRI sera enregistrée après son transfert de Dakar. Des bureaux couvrant une superficie de 200 m² seront nécessaires après l'aménagement de la phase II. Les services centraux d'exploitation seront situés près de la ferme pilote entre Anambé et Awataba

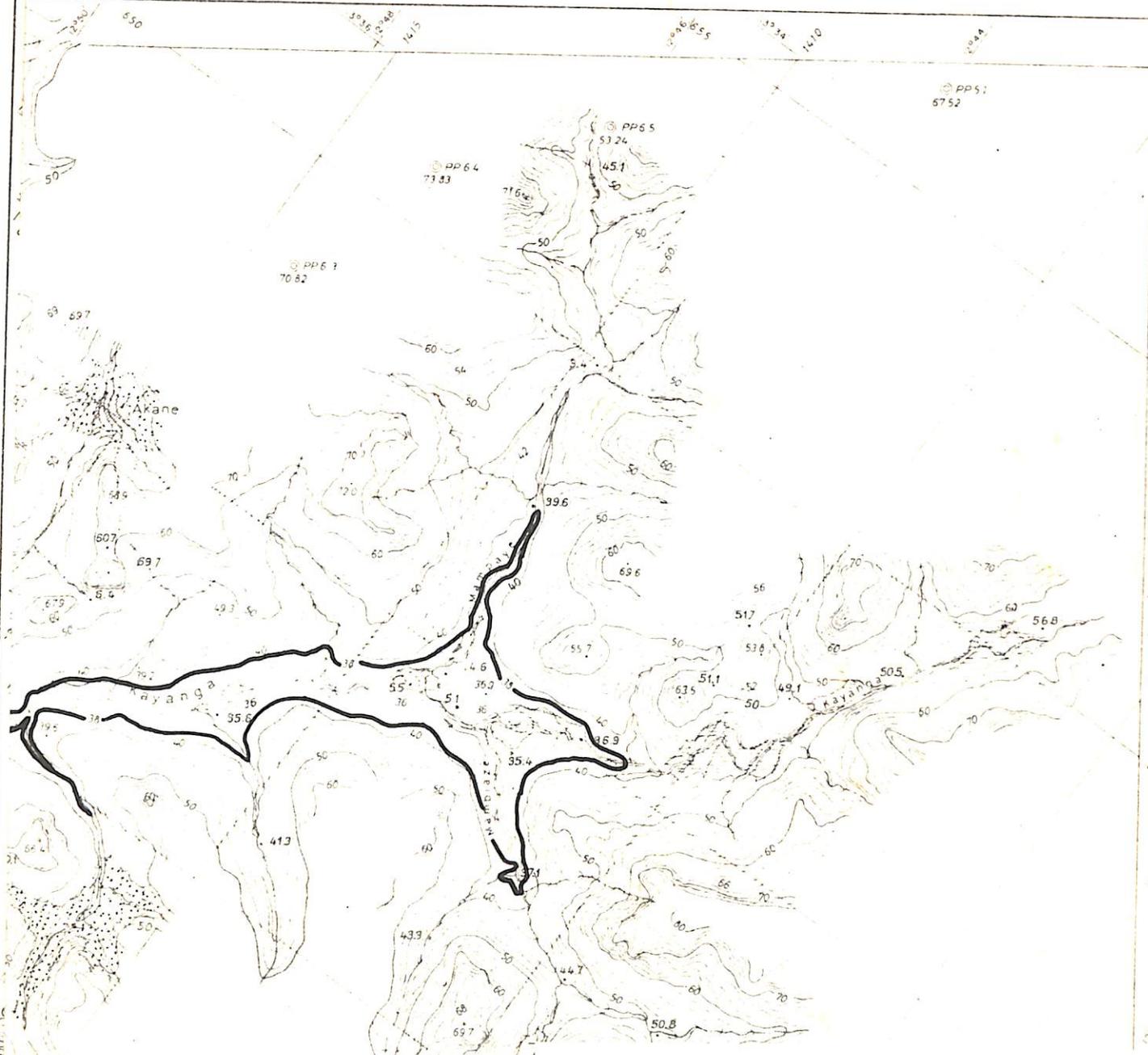
(figure 5-1) et comprendront les bureaux pour le personnel des départements de mécanisation, ferme mécanisée et agriculture/vulgarisation. Le bâtiment nécessitera d'une superficie de 200 m² en phase I, puis de 475 m² et 675 m² en phase II et phase IV.

Des bureaux seront aussi nécessaires aux services centraux des unions de coopératives (voir section 7.8). Un bâtiment d'une superficie de 100 m² est nécessaire. Un autre bâtiment de 40 m² est nécessaire pour les services centraux de chaque ferme mécanisée.

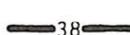
Les ateliers s'occupant des réparations importantes du matériel agricole seront situés près des services centraux du projet. Les ateliers seront au service de la ferme mécanisée, de la division de production, de la division d'exploitation et de maintenance et de la section mécanisation de l'Administration du projet. Ils s'occuperont aussi des véhicules utilisés par le personnel du projet. Au stade du plein développement, les ateliers couvriront une surface de 1 200 m². Chaque ferme mécanisée sera aussi dotée d'un atelier assurant le service et les réparations. Il couvrira une surface de 300 m² et sera situé près des services centraux de la division.

Pour l'emmagasiner des approvisionnements, une capacité de stockage de 200 m² est prévue aux services centraux des unions coopératives et une de 400 m² aux services centraux de division de la ferme mécanisée. Par ailleurs, un magasin de 500 m² est nécessaire pour les services centraux d'exploitation de l'Administration du projet, pour le matériel, les pièces de rechange et les lubrifiants.

Au total, 64 maisons en dur seront nécessaires pour le personnel sénior du projet, y compris celui de la division ferme mécanisée. Le personnel junior sera logé dans des blocs d'appartement. Un total de 100 appartements seront nécessaires, y compris les fournitures en dur.



LEGENDE

-  Surfaces cultivées
-  —38— Limite de l'influence directe du réservoir
(définie par la cote maximale pendant
une crue centennale)

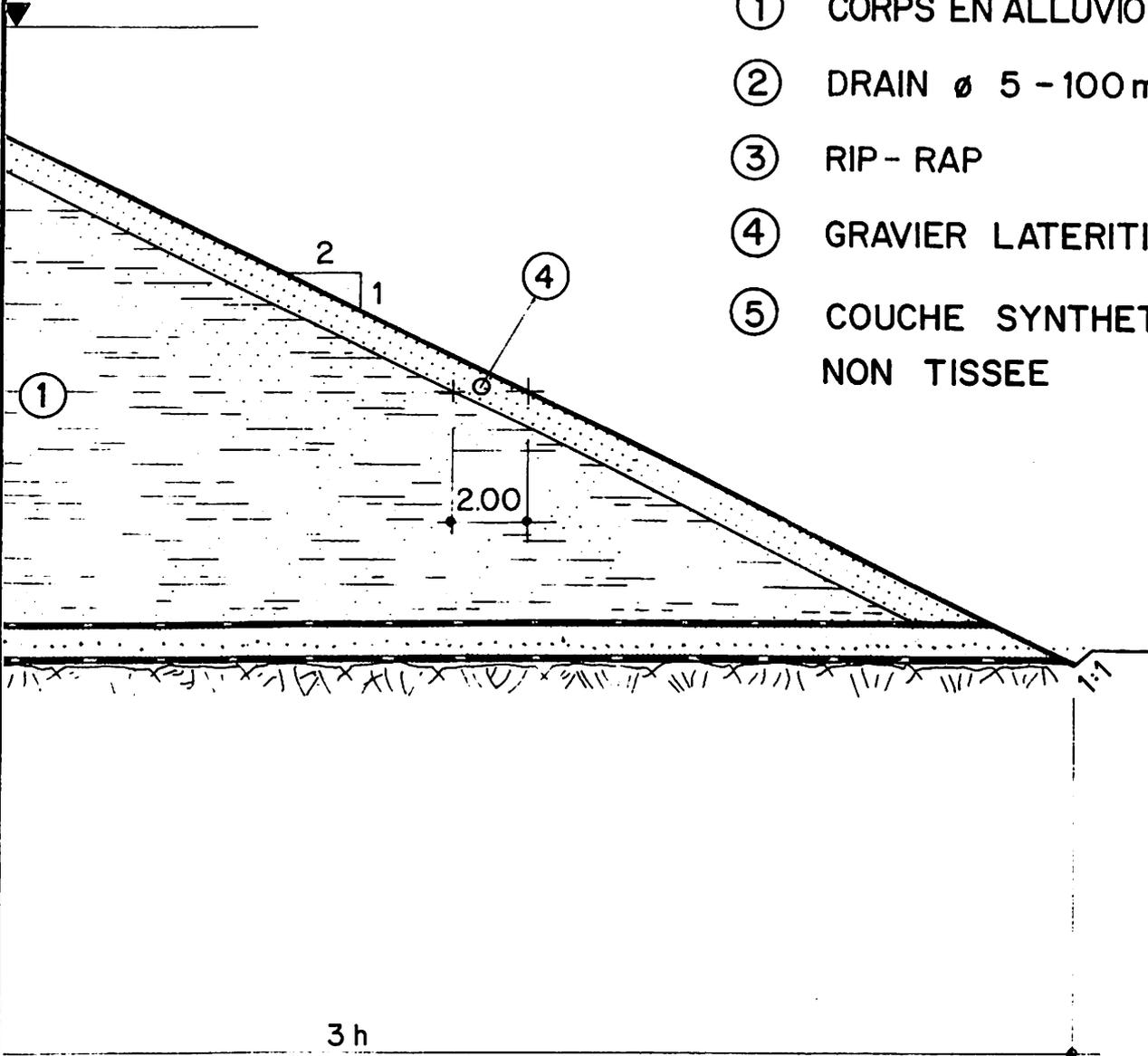
REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 SODAGRI
 AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE
 LA REGION DU RESERVOIR

	ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR		DESS	DGMB
			CONT	
				VISA
ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN	ANNEXE	
1 : 100 000	DEC. 79	6158 - 209004	4 - 1	

LEGENDE

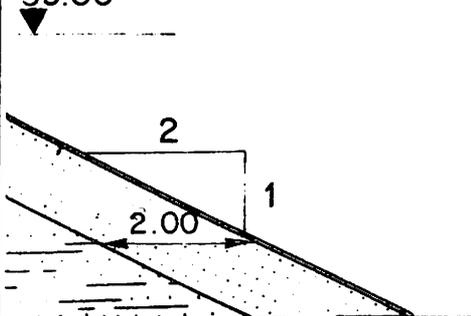
- ① CORPS EN ALLUVIONS FINES
- ② DRAIN \varnothing 5 - 100 mm
- ③ RIP - RAP
- ④ GRAVIER LATERITIQUE
- ⑤ COUCHE SYNTHETIQUE NON TISSEE

COURONNEMENT



COUCHE LATERITIQUE

39.50



REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
 SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

BARRAGE DE NMANDOUBA
 PROFIL TYPE
 ET DETAIL COURONNEMENT



ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
 ZURICH DAKAR

DES MC
 ON
 VSA

ECHELLE
 1:200
 1:100

DATE
 11.8.79

NUMERO DU PLAN

6 1 5 8 - 2 0 7 5 9 0

ANNEXE

4 - 2

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

BARRAGE DE NIANDOUBA
SITUATION DES OUVRAGES



**ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR**

DESS MC

CONT

VISA *Abbs*

ECHELLE

DATE

NUMERO DU PLAN

ANNEXE

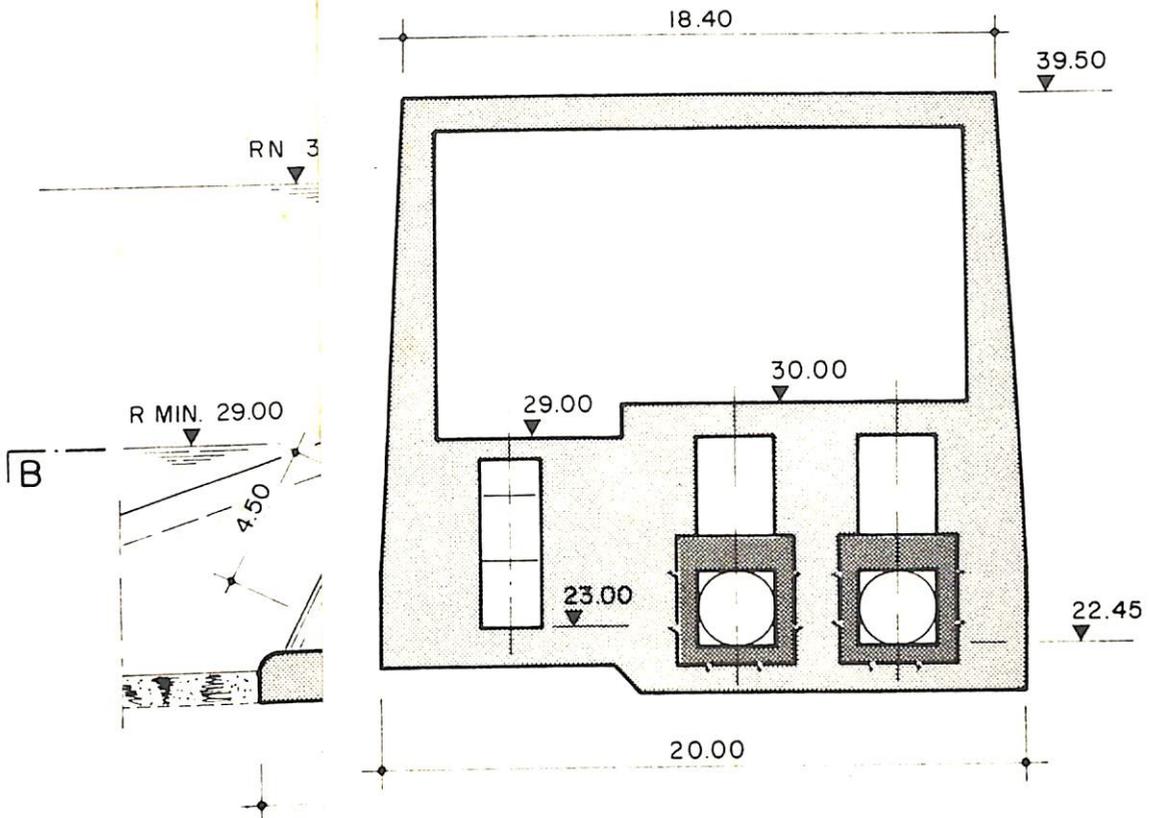
1:5000

22.9.79

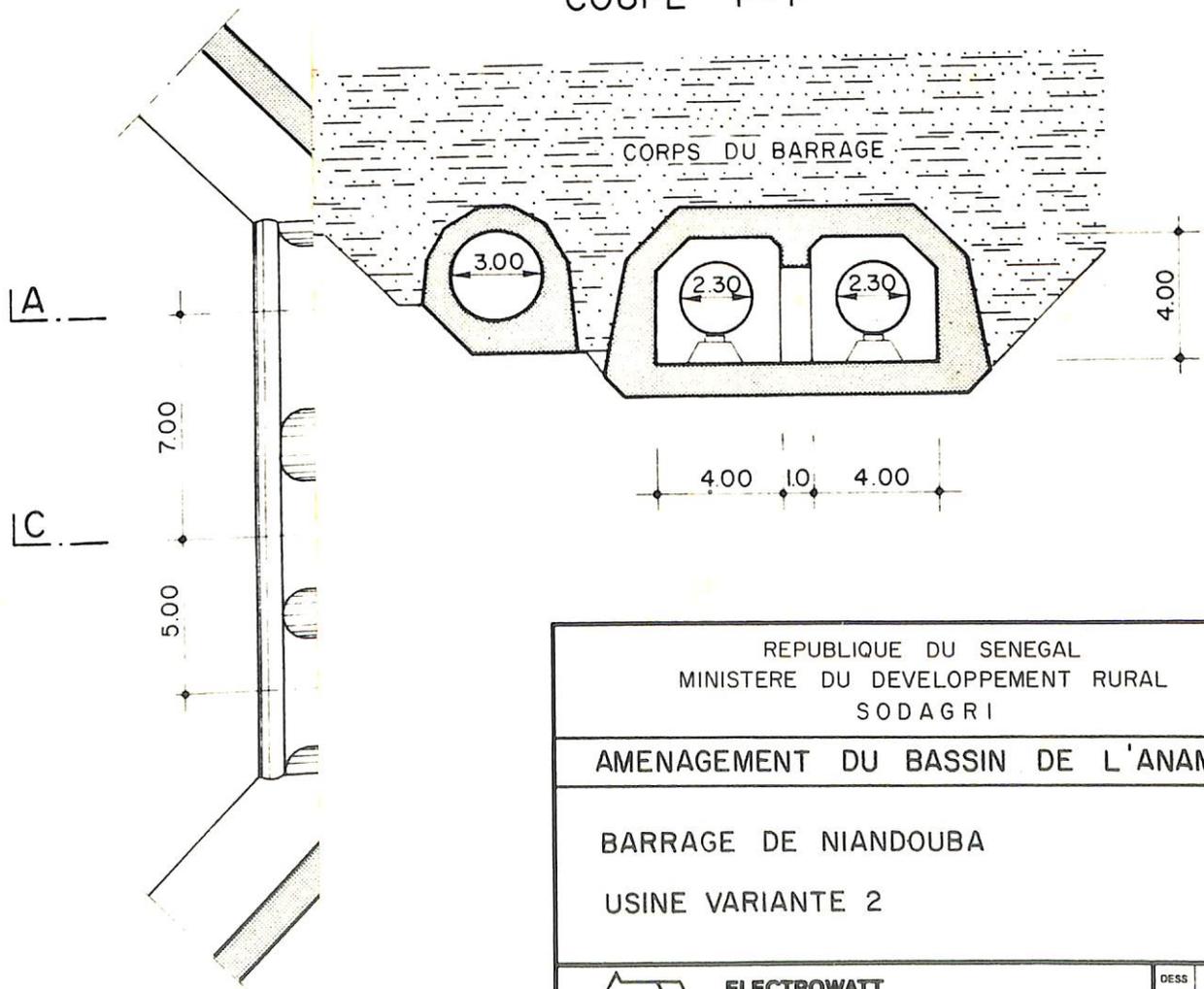
6158-207135

4-3

COUPE E - E



COUPE F - F

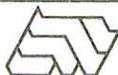


REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
BARRAGE DE NIANDOUBA USINE VARIANTE 2			
ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR		DESS	
		CONT	
		VISA	
ECHELLE 1:250	DATE Mars 80	NUMERO DU PLAN 6158 - 217578	ANNEXE 4 - 4

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

BARRAGE DU CONFLUENT
SITUATION



**ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR**

DESS **Moussa**

CONT

VISA *[Signature]*

ECHELLE

DATE

NUMERO DU PLAN

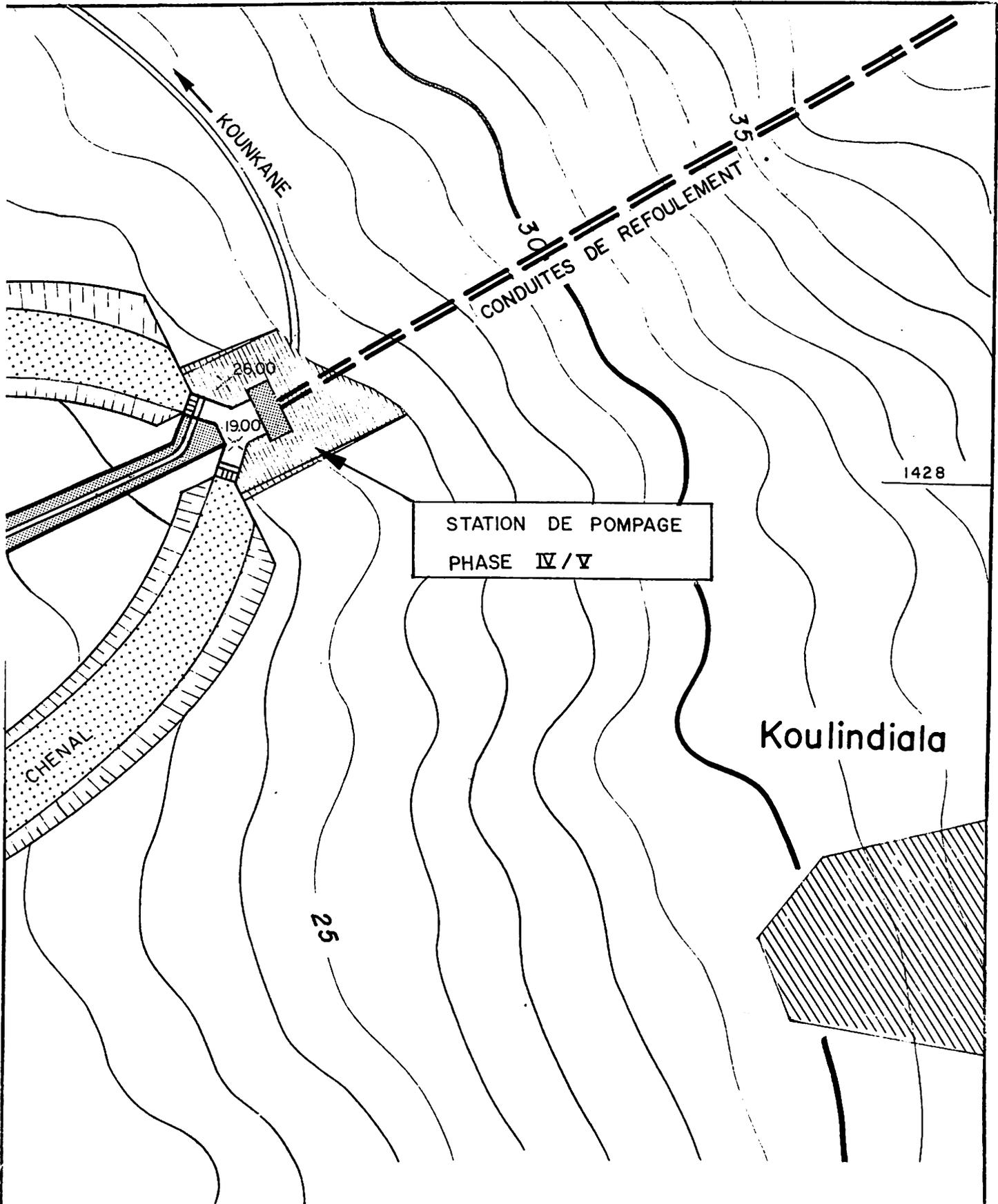
ANNEXE

1 : 5000

NOV. 79

6 1 5 8 - 2 1 1 3 9 9

4 - 5



REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

BARRAGE DE GARDE ET
STATIONS DE POMPAGE PHASE II A V
SITUATION



ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR

DESS MOUSSO
CONT
VISA

ECHELLE

DATE

NUMERO DU PLAN

ANNEXE

1: 5.000

NOV. 79

6158 - 211382

4 - 6

1427

REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

STATION DE POMPAGE RIVE DROITE
(PHASES II / III) 18.5 m³/s



**ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR**

DESS	MC - BD
CONT	
VISA	

ECHELLE

DATE

NUMERO DU PLAN

ANNEXE

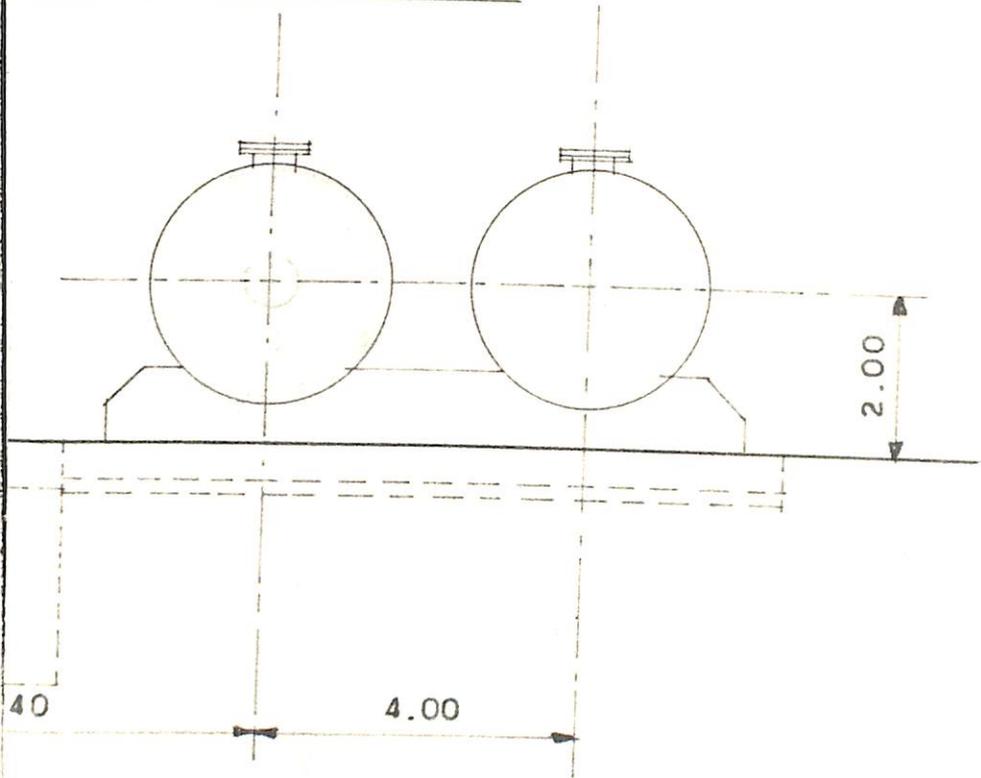
1 : 200

DEC 79

6 | 1 | 5 | 8 | - | 2 | 1 | 1 | 3 | 8 | 0

4 | - | 7

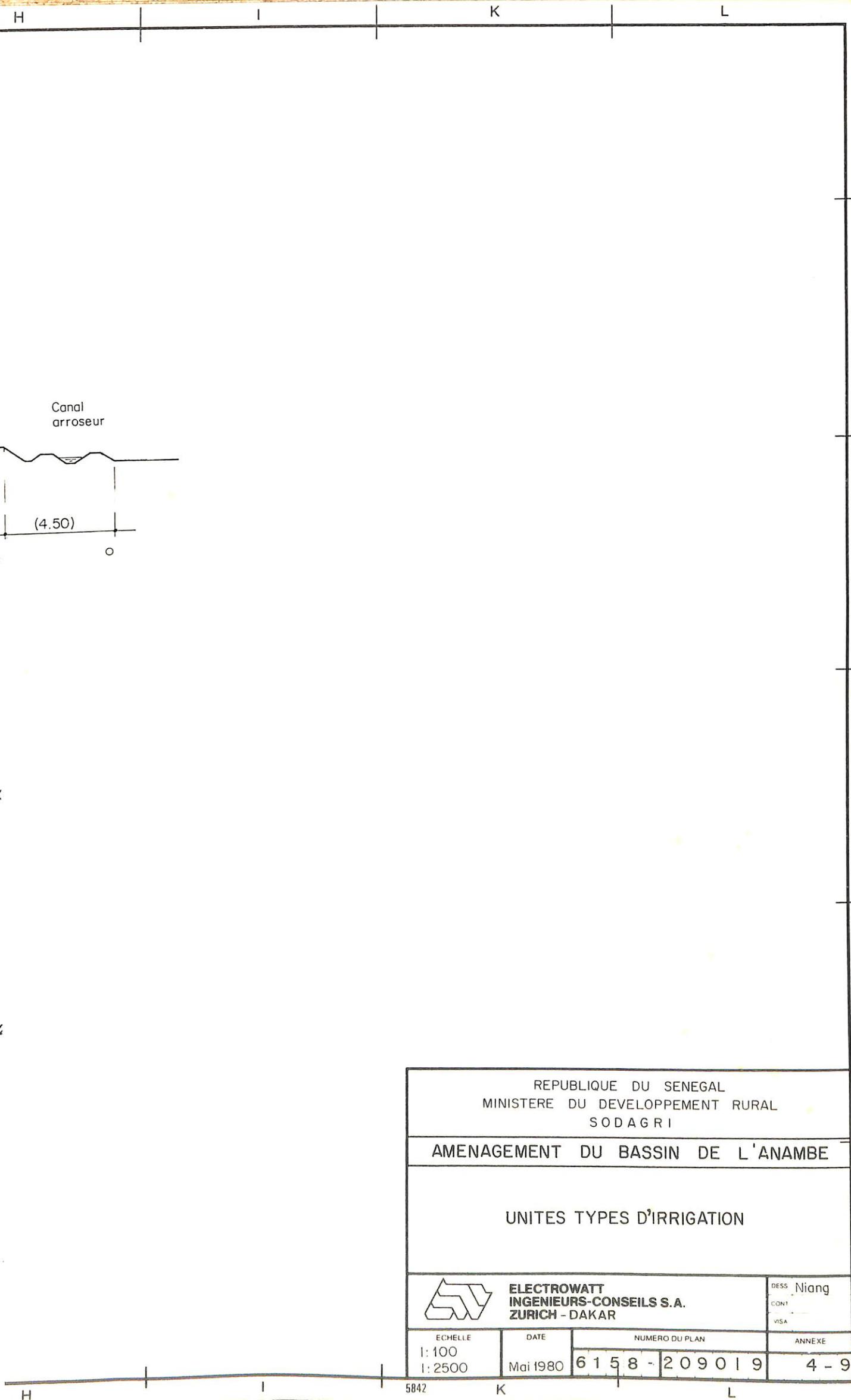
DE SECTIONNEMENT



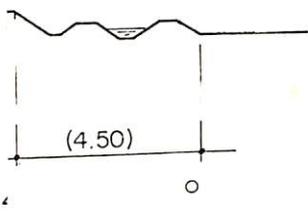
OMATIQUE

$3 \text{ m}^3/\text{s}$

REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
STATION DE POMPAGE PROVISOIRE $3,75 \text{ m}^3/\text{s}$ (PHASE I)			
 ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR		DESS MB. MD CONT VISA	
ECHELLE 1:100	DATE DEC. 79	NUMERO DU PLAN 6158 - 209002	ANNEXE 4 - 8



Canal
arroseur



REPUBLIQUE DU SENEGAL
MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SODAGRI

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

UNITES TYPES D'IRRIGATION



**ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
ZURICH - DAKAR**

DESS Niang
CONT
VISA

ECHELLE 1: 100 1: 2500	DATE Mai 1980	NUMERO DU PLAN 6 1 5 8 - 2 0 9 0 1 9	ANNEXE 4 - 9
------------------------------	------------------	---	-----------------

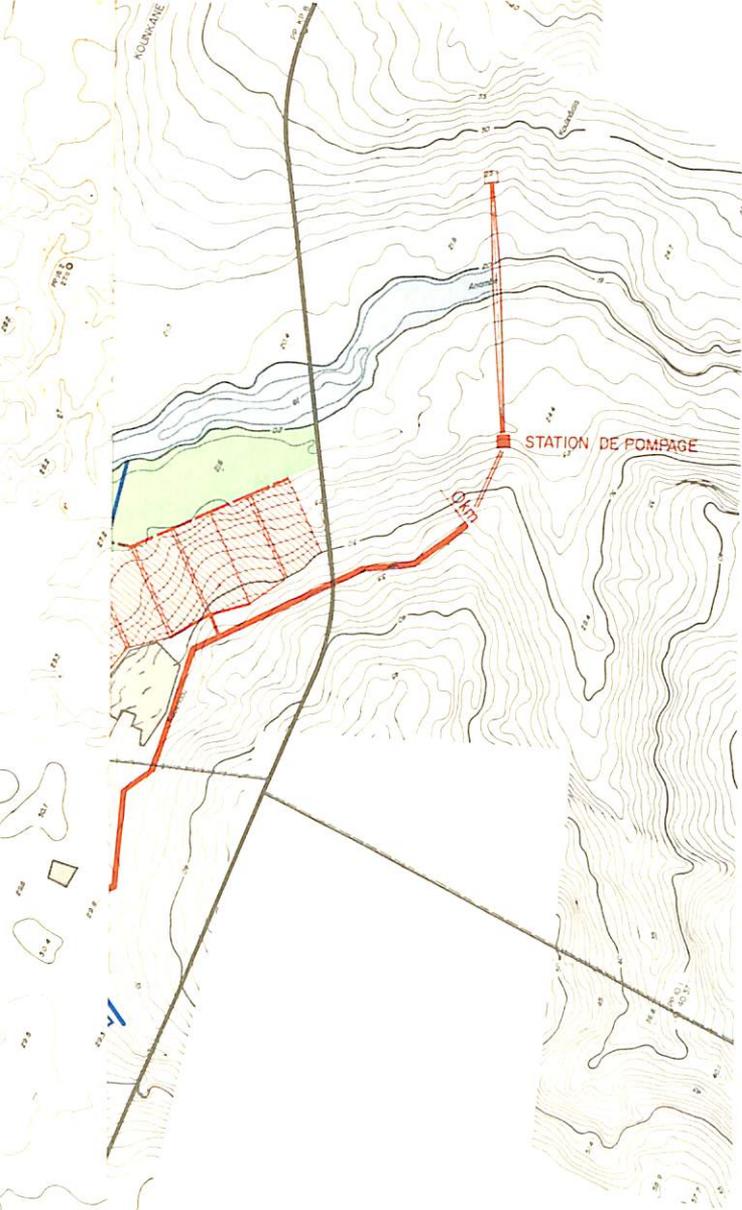
5842

H

I

K

L



LEGENDE

ASSOLEMENT RIZ-RIZ EN CULTURE MECANISEE	
ASSOLEMENT RIZ-RIZ EN CULTURE PAYSANNALE	
ASSOLEMENT RIZ-DIVERS	
ASSOLEMENT DIVERS-DIVERS	
PATURAGES DE BAS-FONDS	
PISTE POUR BETAIL	
ZONE INONDEE DE LA WAIMA	
CANAL PRINCIPAL	
CANAL SECONDAIRE	
CANAL TERTIAIRE	
DRAIN PRINCIPAL	
DRAIN SECONDAIRE	
DRAIN TERTIAIRE	

REPUBLIQUE DU SENEGAL
 MINISTERE DU DEVELOPEMENT RURAL
 SODAGRI
 (SOCIETE DE DEVELOPEMENT AGRICOLE ET INDUSTRIEL DU SENEGAL)

AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE

PLAN D'AMENAGEMENT RIVE DROITE



ELECTROWATT
INGENIEURS-CONSEILS S.A.
 ZURICH - DAKAR

DESS
 CONT
 VISA *DVB*

ECHELLE
 1:50'000

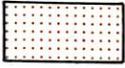
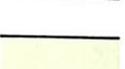
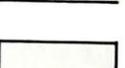
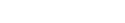
DATE
 DEC. 79

NUMERO DU PLAN
 6158 - 211396

ANNEXE
 4 - 10



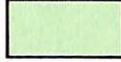
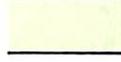
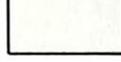
LEGENDE

- ASSOLEMENT RIZ-RIZ EN CULTURE MECANISEE 
- ASSOLEMENT RIZ-RIZ EN CULTURE PAYSANNALE 
- ASSOLEMENT RIZ-DIVERS 
- ASSOLEMENT DIVERS-DIVERS 
- PATURAGES DE BAS-FONDS 
- PISTE POUR BETAIL 
- ZONE INONDEE DE LA WAIMA 
- CANAL PRINCIPAL 
- CANAL SECONDAIRE 
- CANAL TERTIAIRE 
- DRAIN PRINCIPAL 
- DRAIN SECONDAIRE 
- DRAIN TERTIAIRE 

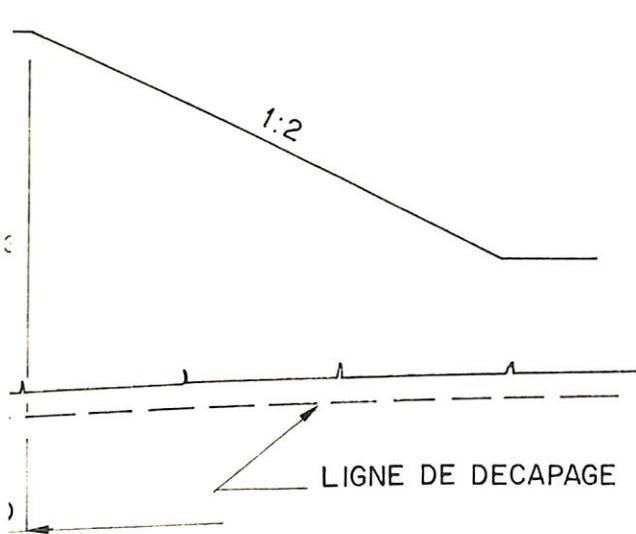
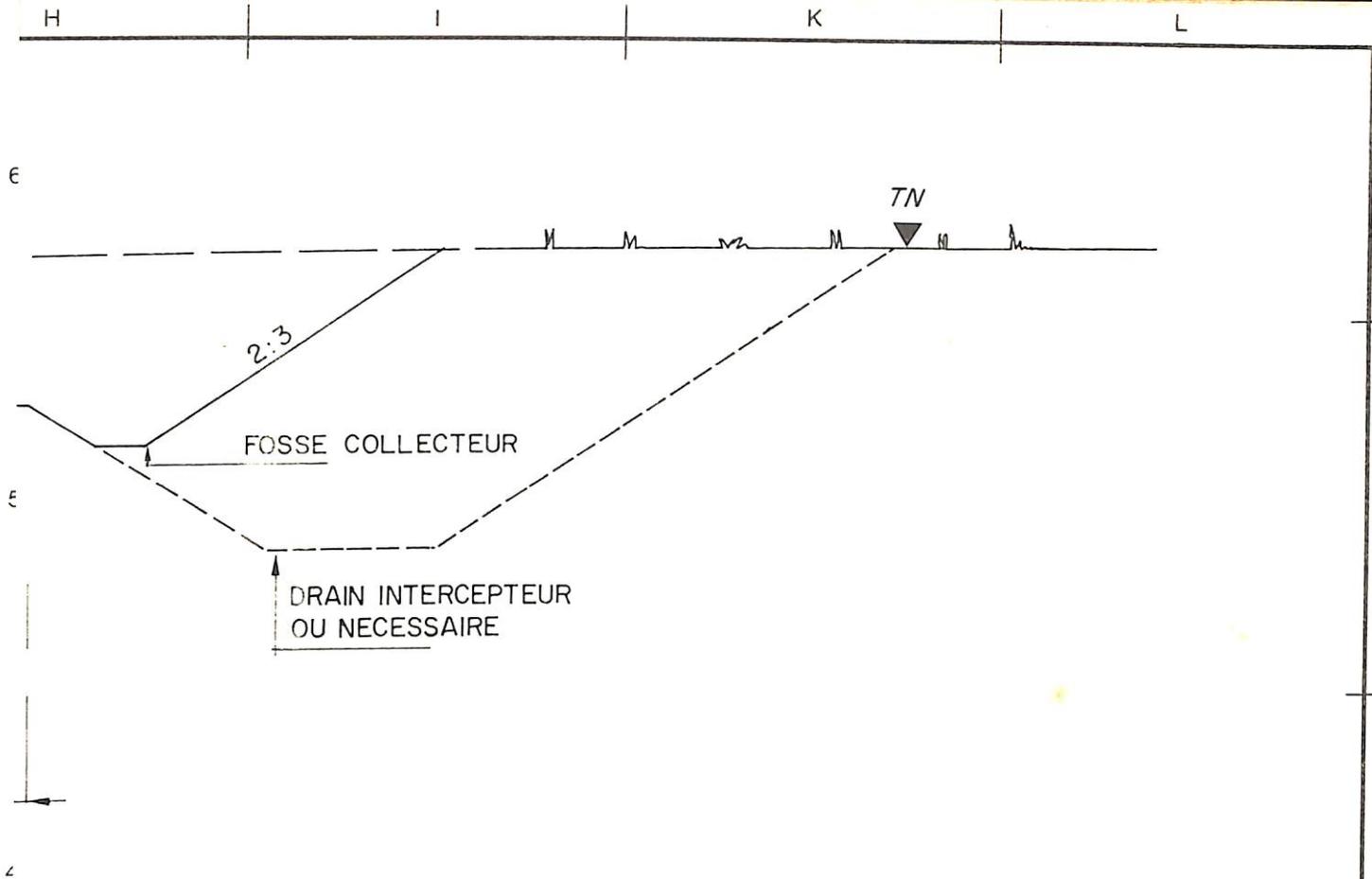
REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI (SOCIETE DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET INDUSTRIEL DU SENEGAL)			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
PLAN D'AMENAGEMENT RIVE GAUCHE			
		ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR	
ECHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN	DESS
1:50'000	DEC. 79	6158-211397	RUB
			ANNEXE
			4-11



LEGENDE

ASSOLEMENT RIZ-RIZ EN CULTURE MECANISEE	
ASSOLEMENT RIZ-RIZ EN CULTURE PAYSANNALE	
ASSOLEMENT RIZ-DIVERS	
ASSOLEMENT DIVERS-DIVERS	
PATURAGES DE BAS-FONDS	
PISTE POUR BETAIL	
ZONE INONDEE DE LA WAIMA	
CANAL PRINCIPAL	
CANAL SECONDAIRE	
CANAL TERTIAIRE	
DRAIN PRINCIPAL	
DRAIN SECONDAIRE	
DRAIN TERTIAIRE	

REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI (SOCIETE DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE ET INDUSTRIEL DU SENEGAL)			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
PLAN D'AMENAGEMENT RIVE GAUCHE			
	ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR		DESS CONT VISA <i>RUB</i>
ECHELLE 1:50'000	DATE DEC. 79	NUMERO DU PLAN 6158 - 211397	ANNEXE 4-11



CANAL PRINCIPAL
 $Q = 20 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $J = 0,15 \text{ ‰}$

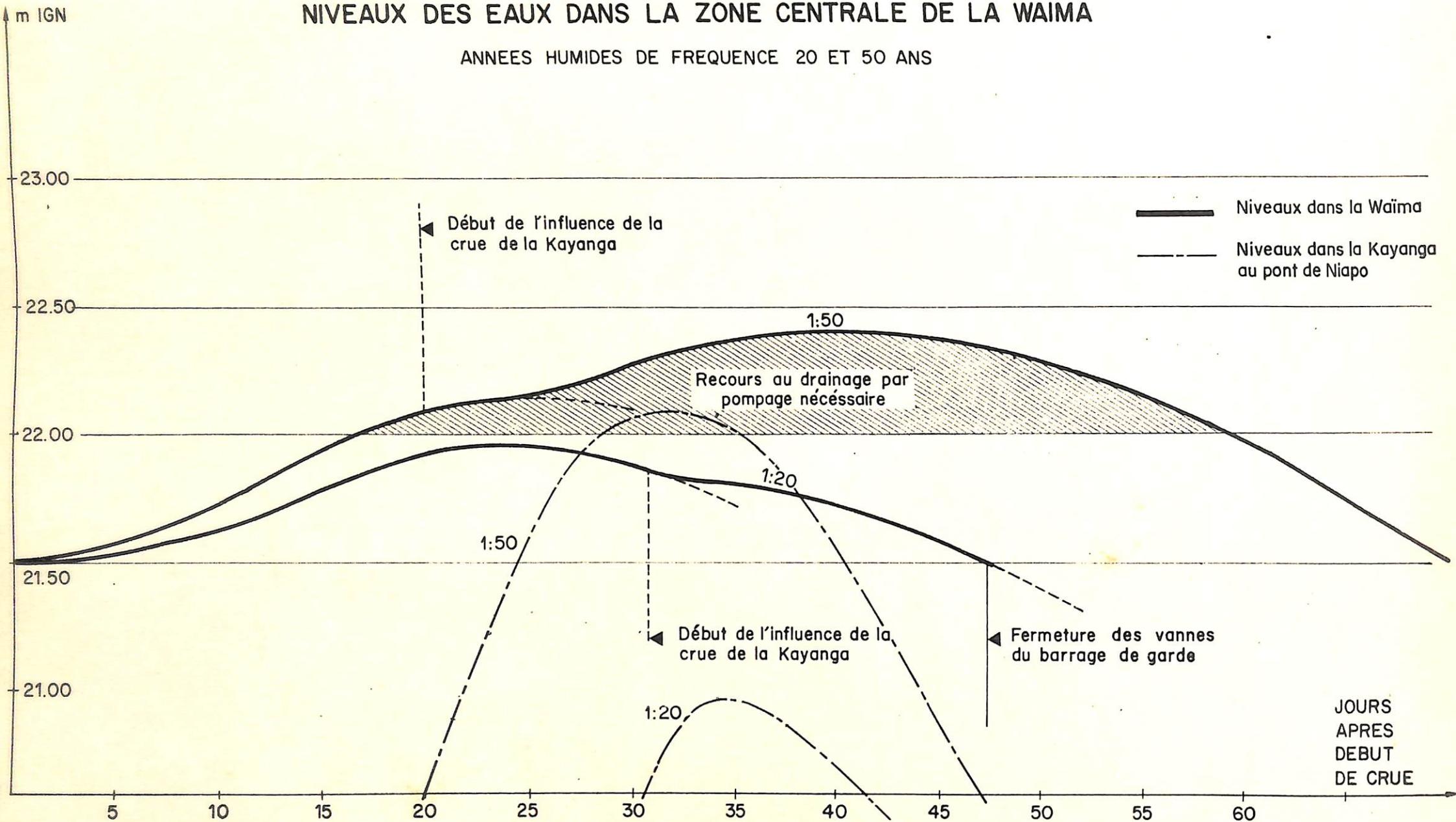
CANAL SECONDAIRE
 $Q = 0,5 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $J = 1,2 \text{ ‰}$

REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
CANAUX PRINCIPAUX ET SECONDAIRES PROFILS TYPES			
		ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR	
EHELLE	DATE	NUMERO DU PLAN	ANNEXE
1:100-1:50	Avril 80	6 1 5 8 - 2 1 4 9 8 6	4 - 1 2

DESS Niang
 CONT
 VISA

NIVEAUX DES EAUX DANS LA ZONE CENTRALE DE LA WAIMA

ANNEES HUMIDES DE FREQUENCE 20 ET 50 ANS



5. AGRO — ECONOMIE

5. AGRO-ECONOMIE

5.1 Cultures et rendements

La variété de riz la plus courante en Haute Casamance et celle qui a servi de base au projet est celle connue sous le nom d'I Kong Pao. C'est une variété résistante à la nielle (*pericularia oryzae*), une maladie répandue dans la région. Son cycle de croissance, normalement de 110 jours, peut parfois être prolongé lors de cultures en saison sèche du fait du temps frais au début de la saison. On a admis un cycle de 120 jours pour la saison sèche.

En ce qui concerne le sorgho, on a prévu l'introduction d'un sorgho blanc qui a un cycle plus court que les variétés cultivées actuellement, comme par exemple le 51-69, une variété d'un cycle de 120 jours. Pour le maïs la SODEFITEX et la SODAGRI ont introduit un hybride blanc d'un cycle de 90 jours, qui a été bien accepté.

Par la mise en place d'un service de vulgarisation efficient et une exploitation adéquate des terres, la production du projet pourra atteindre relativement rapidement des rendements appréciables. Les rendements auxquels on peut s'attendre sont résumés dans le tableau 5-1. Les chiffres indiqués sont le résultat d'une estimation prudente et sont notablement inférieurs aux rendements potentiels que l'on pourrait obtenir dans des conditions optimales. La différence entre les rendements potentiels et les valeurs retenues reflètent les résultats obtenus au Sénégal en culture irriguée et correspondent aux rendements obtenus ailleurs dans des conditions similaires.

Tableau 5-1 RENDEMENT DES CULTURES

	Ferme mécanisée		Adminis- tration du projet	Petits exploitants	
	4 premières années	plein dé- veloppement		4 premières années	plein dé- veloppement
Riz - saison humide	3,0	4,0	3,0	2,6	3,5
- saison sèche	3,5	4,5	3,5	3,0	4,0
Mais - saison humide	3,0	4,5	-	2,2	3,0
- saison sèche	4,0	5,5	4,5	2,8	3,7
Sorgho - saison humide	-	-	-	2,2	3,0
- saison sèche	-	-	-	2,4	3,2

5.2 Façons culturales

5.2.1 Petits exploitants

Les petits exploitants vont graduellement adopter des façons culturales plus perfectionnées, progressant des techniques actuelles à une agriculture semi-intensive tout d'abord, puis intensive. A aucun niveau il n'est prévu d'appliquer des techniques totalement nouvelles, l'irrigation mise à part. L'utilisation de variétés améliorées, d'engrais, d'herbicides et insecticides, l'incorporation de matières organiques, l'utilisation d'animaux de trait pour le désherbage et la formation de diguettes, comme ils sont proposés au niveau semi-intensif, ont déjà tous été introduits par la SODEFITEX dans les cultures de coton et ont été en général utilisés avec succès.

Le niveau intensif correspond à un stade de technique culturale plus avancé et à une utilisation plus importante de facteurs de production. Les services de vulgarisation et d'assistance aux agriculteurs auront aussi été développés à un niveau de plus grande efficacité. Il a été admis que le niveau intensif serait atteint après 4 ans de niveau semi-intensif.

Les techniques culturales proposées sont basées sur l'utilisation continue et intensive de boeufs de race améliorée et de machines agricoles appropriées. Le semis direct a été retenu pour le riz qui sera irrigué par submersion, tandis que les polycultures seront irriguées à la raie. Les agriculteurs qui planteront du riz suivi par une polyculture combineront les deux méthodes, selon le type de sol et la profondeur de la nappe phréatique en saison humide.

L'élimination des mauvaises herbes est impérative en riziculture si l'on veut obtenir des rendements élevés. Ceci sera obtenu par un contrôle de la nappe d'eau et un désherbage manuel, ainsi qu'une application d'herbicide sur la culture de saison sèche. Une jachère périodique est aussi prévue. Le maïs et le sorgho seront désherbés mécaniquement. L'introduction de ces façons culturales rendra nécessaire pour les petits exploitants d'acheter, individuellement ou en groupes, un certain nombre de machines agricoles additionnelles, comprenant des charrues réversibles, des semoirs, des barres porte-outils multiples et des épandeurs, des moissonneuses-batteuses et des récolteuses à maïs. Toutes les machines proposées sont fabriquées au Sénégal par SISCOMA. Les quantités et coûts des intrants nécessaires sont donnés dans le tableau 5-2. Les coûts sont basés sur les prix au producteur, donnés au tableau 5-3. Les études effectuées ont démontré qu'avec les façons culturales et les intensités de culture proposées il sera possible à un homme de cultiver 1,25 ha en saison humide. Une famille rurale typique, qui disposera d'une main d'oeuvre équivalent à 2 hommes, pourra donc cultiver 2,5 ha. Le tableau 5-2 donne aussi les besoins annuels en facteurs de production et les coûts correspondants, ainsi que le revenu net annuel d'une exploitation type de 2,5 ha.

Tableau 5-2: PETITES EXPLOITATIONS - COÛTS DE PRODUCTION ¹⁾ ET REVENU NET ²⁾

Niveau 3)			Semences		Engrais 14-7-7		Urée		Herbi-	Insec-	Traitement semences et stocks FCFA		Equipement agricole FCFA		Total 2) facteurs de production FCFA		Revenu brut FCFA		Revenu net FCFA		Main d'oeuvre journées		Revenu net par journée de travail FCFA	
			1	2	1	2	1	2	1 & 2	1 & 2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
Culture	Saison	4)	toutes les valeurs sont données par hectare																					
Riz	humide	A	100	120	100	200	80	120	-	5	1 900	2 500	14 264	14 264	29 664	34 664	107900	145250	78 236	110586	57,5	59,5	1 361	1 859
		B	4 500	5 400	2 500	5 000	2 000	3 000	-	4 500	2 100	2 750	14 264	14 264	34 114	38 164	124500	166000	90 386	127836	61	64	1 482	1 997
	sèche	A	100	120	100	200	100	120	8	2,5	1 200	1 600	16 464	16 964	26 414	29 064	81400	111000	54 986	81936	64	65	859	1 261
		B	4 500	5 400	2 500	5 000	2 500	2 500	6 000	2 250	1 500	1 950	17 064	17 964	27 314	32 164	103600	136900	76 286	104736	66	68	1 156	1 540
Maïs	humide	A	20	20	100	150	80	100	-	2,5	1 150	1 575	14 264	14 264	22 339	24 977	88000	120000	65 661	95023	61	62	1 076	1 533
		B	2 000	2 000	2 500	3 750	2 000	2 500	-	2 250	1 250	1 675	14 264	14 264	22 439	26 327	96000	128000	73 561	101673	64	65	1 149	1 564
	sèche	A	20	20	100	200	80	120	-	2,5	1 150	1 575	14 264	14 264	22 339	24 977	88000	120000	65 661	95023	61	62	1 076	1 533
		B	2 000	2 000	2 500	5 000	2 000	3 000	-	2 250	1 250	1 675	14 264	14 264	22 439	26 327	96000	128000	73 561	101673	64	65	1 149	1 564
Sorgho	humide	A	10	15	100	150	70	100	-	2,5	1 150	1 575	14 264	14 264	22 339	24 977	88000	120000	65 661	95023	61	62	1 076	1 533
		B	425	638	2 500	3 750	1 750	2 500	-	2 250	1 250	1 675	14 264	14 264	22 439	26 327	96000	128000	73 561	101673	64	65	1 149	1 564
	sèche	A	10	15	100	200	70	100	-	2,5	1 150	1 575	14 264	14 264	22 339	24 977	88000	120000	65 661	95023	61	62	1 076	1 533
		B	425	638	2 500	5 000	1 750	2 500	-	2 250	1 250	1 675	14 264	14 264	22 439	26 327	96000	128000	73 561	101673	64	65	1 149	1 564
Ferme de 2,5 ha																								
riz - riz		B	18 000	21 600	10 000	20 000	8 813	12 000	9 750	14 344	7 925	10 406	57 056	57 056	125973	144411	458600	614700	332627	470289	236	246	1 409	1 912
riz - polyculture		B	12 231	14 600	10 000	20 000	7 729	11 458	-	14 344	6 679	8 808	58 573	59 060	109558	128421	416400	557800	306842	429559	242	249	1 268	1 725
polyculture - polyculture		B	3 800	4 368	10 000	17 031	7 333	10 667	-	9 000	4 937	6 631	60 260	61 198	95420	108520	363900	490700	268480	382180	253	257	1 061	1 487

1) Coûts au producteur

2) Compte non tenu des droits d'eau

3) Niveau 1: agriculture semi-intensive

Niveau 2: agriculture intensive

4) Facteurs de production:

A: quantité (unité en tête de colonne)

B: coût (FCFA)

Tableau 5-3: PRIX DES PRODUITS AGRICOLES, DES BATIMENTS ET SALAIRES
(en FCFA)

	Unité.	Prix au ¹⁾ producteur	Prix économique
Riz (paddy)	kg	41,5	47
Maïs	kg	37	37
Sorgho	kg	40	40
Mil	kg	40	40
Arachide	kg	45,5	55
Coton (graine)	kg	55	90
Viande	kg	200	200
Semence riz	kg	52	70
maïs blanc	kg	100	75
maïs jaune hybride	kg	100	100
sorgho blanc	kg	50	70
arachide	kg	52	-
coton	kg	-	-
Engrais 14-7-7	kg	25	57
Urée	kg	25	77
Herbicide riz	l	750	750
Herbicide maïs	l	750	750
Insecticide	l	900	900
Traitement semences	kg	2 500	2 500
Traitement stocks	kg	833	833
Carburants:			
Essence	l	130	75
Fuel	l	85	65
Bâtiments:			
Hangar	m2	35 000	35 000
Magasin	m2	50 000	50 000
Bureau	m2	60 000	60 000
Logement	m2	75 000	75 000
Salaires:			
Manoeuvre	mois	30 000	400/jour
Aide mécanicien	mois	50 000	50 000
Mécanicien	mois	80 000	80 000
Chauffeur tracteur	mois	55 000	55 000
Gardien	mois	30 000	30 000
Magasinier	mois	40 000	40 000
Chef de culture	mois	150 000	150 000
Chef d'exploitation	mois	250 000	250 000

1) prix financier

5.2.2 Ferme mécanisée

L'exploitation de fermes mécanisées nécessite du personnel qualifié, dirigé par des chefs expérimentés et la mise en place d'une infrastructure physique et administrative pour le fonctionnement de la ferme et l'entretien des machines agricoles. Tous ces éléments doivent être fournis par le projet sur place ou amenés de l'extérieur.

Les techniques culturales proposées sont modernes. Il est prévu des applications aériennes d'urée et d'insecticide au cours du cycle de croissance, tandis que l'épandage de fumure de fonds serait effectué au moyen d'un épandeur à grande capacité tiré par un tracteur. Le désherbage chimique est réalisé par un pulvérisateur monté sur tracteur au moment du semis. Les facteurs de production nécessaires annuellement, y compris les machines agricoles, sont indiqués au tableau 5-4. Les coûts de production d'une ferme mécanisée ont été calculés dans l'hypothèse d'une exploitation de 1 200 ha. Chaque unité de ferme mécanisée aura ses propres bâtiments, hangars, ateliers, centrale diesel et véhicules pour l'entretien et pour le personnel de la ferme. L'exploitation sera dirigé par un directeur, secondé d'un adjoint. Les besoins en personnel sont indiqués au tableau 7-1. Une main d'oeuvre saisonnière d'environ 70 personnes sera nécessaire pendant les périodes d'irrigation.

5.2.3 Division de production

Durant la période de mise en valeur du périmètre irrigué, toutes les terres nouvellement aménagées seront cultivées tout d'abord par l'Administration jusqu'à ce qu'elles puissent être cédées aux petits agriculteurs. Ce transfert pourra avoir lieu immédiatement après la mise en valeur ou après quelques années, selon les exigences de l'amélioration des sols et le rythme d'installation des agriculteurs. Tant qu'elles seront sous la responsabili-

Tableau 5-4: FERME MECANISEE
 QUANTITES ET COÛTS ¹⁾ ANNUELS DES FACTEURS DE PRODUCTION

	Par hectare				Pour une unité de 1200 ha ²⁾		
	R i z		M a ï s		Quant. t ou m ³	Coût finan- cier 10 ⁶ FCFA	Valeur écono- mique 10 ⁶ FCFA
Quant. kg ou l	Coût FCFA	Quant. kg ou l	Coût FCFA				
<u>Facteurs de production</u>							
Semences	100	4 500	20	2 000	299	9,15	11,13
Engrais composé	200	5 000	200	5 000	420	10,50	23,94
Urée	120	3 000	200 ⁽³⁾	5 000	265	6,62	20,37
Herbicide	8	6 000	5	3 750	16,6	12,33	12,33
Insecticide	5	4 500	5	4 500	10,1	9,45	9,45
Traitement des semences	0,3	750	0,04	100	0,6	1,50	1,50
Total						49,55	78,72
<u>Machines agricoles pour une unité de 1200 ha</u>				Prix unitaire 10 ⁶ FCFA	Nombre		Coût 10 ⁶ FCFA
Tracteur à chenilles 80 CV				13,20	1		13,20
Tracteurs à roues 80 CV				7,50	5		37,50
Tracteurs à roues 40 CV				3,60	5		18,00
Moissonneuses-batteuses				12,60	4		50,40
Pulvérisateurs à disques				1,80	2		3,60
Remorques				0,85	10		8,50
Pulvérisateurs				1,40	2		2,80
Semoirs				1,05	2		2,10
Epandeur				1,20	1		1,20
Equipement divers					LS		8,05
Pièces de rechange					LS		21,80
Equipement additionnel pour la culture du maïs x 25 % ⁴⁾					LS		1,97
Total							169,12

1) Tous les coûts sont des coûts financiers (au producteur), sauf indiqué autrement

2) Intensité de culture: voir tableau 3-1

3) Augmenté à 250 kg pour les cultures de saison sèche, avec un coût de 6250 FCFA

4) Divisé entre les 4 unités de la ferme mécanisée

té de l'Administration du projet, ces terres seront cultivées par la Division de production du Département agricole, qui sera équipée des mêmes machines agricoles que la ferme mécanisée et qui profitera de son expérience. Les besoins en machines, bâtiments et personnel sont donc semblables à ceux de la ferme mécanisée.

On a tenu compte cependant d'un rendement plus faible des machines, dû au fait que les terres cultivées changent et que les parcelles sont plus petites, en réduisant les rendements des cultures et augmentant les besoins en machines agricoles. Les détails sont donnés dans le Rapport 13, Annexe 7.

Le coût de la préparation initiale des terres au moyen des tracteurs à chenilles a été estimé à 40 000 FCFA/ha pour les terres lourdes qui conviennent à la monoculture du riz et à 10 000 FCFA/ha pour les autres terres irriguées.

5.3 Volume de la production agricole

5.3.1 Petites exploitations

Les surfaces cultivées chaque année pendant la période d'aménagement jusqu'en 1996 sont indiquées dans les tableaux 3-7 et 5-5. Ce dernier tableau donne aussi la répartition de ces surfaces selon les assolements, les surfaces moyennes cultivées chaque année à chaque niveau d'intensité et les volumes de production de riz, de sorgho et de maïs. La production est résumée au tableau 5-6. A plein développement, on a prévu que 11 330 ha de petites exploitations produiraient 65 000 tonnes de céréales, à savoir 54 000 tonnes de paddy (83 %), 7 000 tonnes de sorgho (11 %) et 4 000 tonnes de maïs (6 %).

Tableau 5-6: PRODUCTION AGRICOLE

(en tonnes)

	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001-2030
Ferme mécanisée 1)																					
riz		3 541	3 541	3 541	3 541	10 230	12 333	12 333	12 333	14 066	18 924	22 625	22 625	26 565	29 466	32 211	32 211	33 432	33 927	34 422	34 422
maïs jaune						602	742	742	742	1 000	1 333	1 578	1 578	1 837	2 059	2 269	2 269	2 380	2 425	2 470	2 470
Terres exploitées temporairement par l'Adm. du projet 2)																					
riz			989	2 684		1 017	5 848	10 361	15 453	14 193	10 574	8 370	9 294	5 113	4 548	3 955					
maïs jaune								1 098		1 620	1 260	1 116									
Petits exploitants 3)																					
riz				774	2 876	3 281	4 189	5 532	8 656	13 047	17 682	22 205	27 191	33 638	38 754	44 177	48 690	50 392	51 637	53 006	54 060
sorgho			257	257	257	684	932	1 668	2 270	2 983	3 565	4 441	5 251	5 611	6 203	6 600	6 808	6 861	7 000	7 062	7 062
maïs blanc			137	137	137	377	509	916	1 266	1 665	1 995	2 489	2 952	3 156	3 495	3 719	3 838	3 866	3 944	3 979	3 979
Production totale																					
riz		3 541	4 530	6 999	6 417	14 528	22 370	28 226	36 442	41 306	47 180	53 200	59 110	65 316	72 768	80 343	80 901	83 824	85 564	87 428	88 482
sorgho			257	257	257	684	932	1 668	2 270	2 983	3 565	4 441	5 251	5 611	6 203	6 600	6 808	6 861	7 000	7 062	7 062
maïs blanc			137	137	137	377	509	916	1 266	1 665	1 995	2 489	2 952	3 156	3 495	3 719	3 838	3 866	3 944	3 979	3 979
maïs jaune						602	742	1 840	742	2 620	2 593	2 694	1 578	1 837	2 059	2 269	2 269	2 380	2 425	2 470	2 470
Total céréales		3 541	4 924	7 393	6 811	16 191	24 553	32 650	40 720	48 574	55 333	62 824	68 891	75 920	84 525	92 931	93 816	96 931	98 933	100 939	101 993

1) cf. Tableau 5-1 pour les rendements, Tableau 3-7 pour les surfaces et Tableau 3-1 pour les intensités de culture

2) cf. Tableau 5-1 pour les rendements, Tableau 3-7 pour les surfaces; intensités de culture identiques à celles de la ferme mécanisée

3) cf. Tableau 5-5

5.3.2 Ferme mécanisée

Les surfaces cultivées par la ferme mécanisée le sont à 95 % par du riz et 5 % par du maïs. La production est indiquée dans le tableau 5-6. A plein développement elle se monte à 37 000 tonnes, dont 93 % de riz et 7 % de maïs jaune.

5.3.3 Division de production

Les surfaces cultivées par la Division de production sont indiquées au tableau 3-7. La plupart de ces terres sont des rizières, mais certaines comprennent aussi de la polyculture en saison sèche. Il est prévu qu'en 1997, toutes ces terres auront été transférées aux petits agriculteurs.

Le volume de production de la Division de production est donnée aussi au tableau 5-6. Elle atteint son maximum en 1990 avec 16 000 tonnes.

5.4 Revenu des exploitations agricoles

5.4.1 Petites exploitations

Le revenu futur des agriculteurs établis dans la zone du projet doit pouvoir se comparer favorablement avec le revenu qu'ils obtiennent actuellement ou avec celui qu'ils pourraient obtenir d'autres activités. Il doit être suffisant, après paiement des droits d'eau et de tous les facteurs de production, pour retenir, voire attirer les agriculteurs sur le périmètre irrigué.

Des budgets d'exploitations typiques de 2,5 ha pour chacun des trois assolements sont donnés au tableau 5-7 et comparés au budget d'une exploitation agricole traditionnelle du bassin de l'Anambé.

Tableau 5-7: BUDGET DES PETITES EXPLOITATIONS

	Ferme traditionnelle de 16 ha	Ferme de 2.5 ha					
		riz - riz		riz - polyculture		polyculture - polyculture	
		Niveau 1 ¹⁾	Niveau 2 ¹⁾	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2
1. Données générales							
Surface de la ferme (ha)	16	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Habitants	18	5	5	5	5	5	5
Personnes actives (valeur pondérée)	10,2	2	2	2	2	2	2
2. Surface cultivée en année moyenne (ha)	11	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
3. Valeur brute de la production (FCFA) ²⁾	543 600	458 600	614 700	416 400	557 800	363 900	490 700
4. Coûts annuels de production (FCFA)							
Equipement, outils, boeufs, etc.		57 100	57 100	58 600	59 100	60 300	61 200
Semences		18 000	21 600	12 200	14 600	3 800	4 400
Engrais		18 800	31 200	17 700	31 500	17 300	27 300
Pesticides et autres produits chimiques		32 000	34 500	21 000	23 100	13 900	15 600
Total	42 600	125 900	144 400	109 500	128 300	95 300	108 500
5. Valeur nette de la production (FCFA)	501 600	332 700	470 300	306 900	429 500	268 600	382 200
6. Consommation familiale (FCFA) ³⁾	151 700	58 600	58 600	53 000	53 000	47 400	47 400
7. Service de la dette (FCFA) ⁴⁾	-	16 800	17 300	16 500	17 000	15 900	16 100
8. Revenu net avant paiement des droits d'eau (FCFA)	349 300	257 300	394 400	237 400	359 500	205 300	318 700
9. Droits d'eau (FCFA) ⁵⁾	-	77 500	155 000	67 500	135 000	57 500	115 000
10. Revenu net après paiement des droits d'eau (FCFA)	349 300	179 800	239 400	169 900	224 500	147 800	203 700
11. Journées de travail par an	1 148	236	246	242	249	253	257
12. Consommation familiale et revenu net après paiement des droits d'eau (FCFA)							
- par journée de travail	436	1 010	1 211	921	1 114	772	977
- par hectare de ferme	31 000	95 000	119 000	89 000	111 000	78 000	100 000
- par personne	27 800	47 680	59 600	44 580	55 500	39 040	50 220

Notes:

- 1) Niveau 1: les 4 premières années; Niveau 2: en régime de croisière
- 2) La valeur brute de la production comprend seulement la valeur de la production agricole. La valeur de production de l'élevage est estimée à 20 % du total du revenu de la ferme traditionnelle (cf. paragraphe 2.6.6) ou environ 8000 FCFA par personne et par an. On a admis que ce chiffre n'était pas modifié par le projet.
- 3) On a admis la consommation domestique suivante (tenant compte du fait que les céréales fournissent 80 % des besoins en calories):
- | | riz - riz | riz - polyculture | polyculture - polyculture |
|-------------|-----------|-------------------|---------------------------|
| Riz (kg) | 1 412 | 706 | - |
| Sorgho (kg) | - | 420 | 840 |
| Maïs (kg) | - | 187 | 374 |

La consommation domestique dans le cas de la ferme traditionnelle a été calculée par analogie à la consommation dans le cas de la ferme de 2.5 ha polyculture-polyculture.

- 4) Valeur de l'équipement de la ferme: 187 744 FCFA pour une ferme de 2.5 ha (cf. Rapport 6, Annexe 6, Tableau 5).
Intérêt à 7.5 %: 14 080 FCFA/an.
Le crédit pris sur la production de la saison humide est admis égal à 60 % du coût annuel de production, avec des intérêts de 7.5 % sur 6 mois.
- 5) Droits d'eau pris du Tableau 10-6.

Le revenu net avant paiement des droits d'eau est disponible pour l'achat de produits d'alimentation, de biens et de services, ainsi que pour la participation aux frais du projet. Le détail du calcul des droits d'eau indiqués au tableau 5-7, qui couvrent le coût des services rendus par le projet aux agriculteurs, y compris la distribution de l'eau, est donné au chapitre 10. Le revenu net des agriculteurs après paiement des droits d'eau est approximativement le double de celui qu'ils ont actuellement.

5.4.2 Ferme mécanisée

Les coûts d'investissement et de fonctionnement pour une unité de 1 200 ha sont donnés au tableau 5-8. Les détails sont donnés dans le Rapport 6.

La ferme obtient un revenu net de 55 millions FCFA par an, après déduction des frais de remplacement des machines agricoles, des bâtiments et des installations, paiement d'un intérêt de 10 % sur le capital investi et sur le fonds de roulement et paiement des droits d'eau. Le revenu net augmente à 66 millions FCFA si l'on admet, comme pour les petites exploitations, un taux d'intérêt de 7,5 %. Ces revenus représentent respectivement 13 et 15 % du capital total investi pour la ferme, y compris le fonds de roulement, mais non compris le coût du périmètre d'irrigation.

5.5 Installations de transformation

5.5.1 Rizeries

Les rizeries industrielles et villageoises traiteront la totalité du riz produit par la ferme mécanisée et l'Administration du projet et environ 80 % de la production des petites exploitations. Les quantités de riz traitées chaque année sont indiquées dans le tableau 5-9. A plein développement la quantité traitée correspond à 87 % de la production de 88 000 tonnes de paddy.

Tableau 5-8: COMPTE D'EXPLOITATION DE LA FERME MECANISEE
(unité de 1200 ha)

Position	Valeur (10 ⁶ FCFA)	
	financière	économique
1. <u>Investissements</u>		
Machines agricoles	169,12	
Bâtiments	56,53	
Equipement, véhicules, centrale diesel	34,95	
Atelier central (25 % du coût)	26,94	
Divers et imprévus (10 %)	28,75	
Total	316,29	
2. <u>Fonds de roulement</u>	116,20	
3. <u>Frais annuels fixes</u>		
Dépréciation de l'investissement	38,66	
Intérêt sur l'investissement (10 %)	31,63	
Intérêt sur le fonds de roulement (10 %)	11,62	
Personnel permanent	23,40	19,56
Atelier central	4,00	3,90
Divers	11,31	10,27
Sous-total frais fixes	120,62	33,73
4. <u>Frais annuels variables</u>		
Main d'oeuvre saisonnière	9,30	3,10
Facteurs de production	49,55	78,72
Entretien des machines	22,06	22,06
Carburant et huile	10,06	7,70
Traitement aérien	21,38	19,25
Divers	7,39	8,31
Sous-total frais variables	119,74	139,14
5. <u>Total des frais annuels (3 + 4)</u>	240,36	172,87
6. <u>Revenu de la production</u>	369,56	
7. <u>Revenu net avant paiement des droits d'eau (6-5)</u>	129,19	
8. <u>Droits d'eau (62 000 FCFA/ha)</u>	74,40	
9. <u>Revenu net après paiement des droits d'eau</u>	54,79	

Tableau 5-9: PRODUCTION DES RIZERIES

		1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001-2030
Paddy à traiter:																					
ferme mécanisée et Administration du projet 1)	t	3486	4460	6110	3425	11038	17851	22270	27221	28872	28813	30230	31084	30785	33039	35112	31183	32425	32909	33390	33381
petites exploitations 2)	t			619	2298	2625	3350	4426	6922	10437	14144	17764	21751	26906	31002	35341	38954	40315	41311	42403	43246
total	t	3486	4460	6729	5723	13663	21201	26696	34143	39309	42957	47994	52835	57691	64041	70453	70137	72740	74220	75793	76627
Rizeries industrielles en service 3)																					
Capacité de production des rizeries industrielles	t	5600	5600	6700	6700	15400	17500	17500	17500	17500	23100	28300	28300	33900	38100						38100
Capacité des rizeries villageoises nécessaire:																					
total	t						3701	9196	16643	21809	19857	19694	24535	23791	25941	32353	32037	34640	36120	37693	38527
rive droite	t						3701	9196	16643	17000	17000	17000	17700								17700
rive gauche	t									4809	2857	2694	6835	6091	8241	14653	14337	16940	18420	19903	20827
Rizeries villageoises: rive droite	nb						2	3	5	6											6
rive gauche	nb									2	2	2	3	3	4	5	5	6			6
Production des rizeries industrielles:																					
ferme mécanisée et Administration du projet	t	3486	4460	6110	3425	11038	15275	15275	15275	15275	18875	22875	24875	27875	31741	33833	30374	31619	32101	32580	32580
petites exploitations	t			619	2298	2625	2225	2225	2225	2225	2225	2225	2225	2225	2359	2267	5726	4981	4999	5020	5520
quantité totale de paddy décortiqué	t	3486	4460	6729	5723	13663	17500	17500	17500	17500	21100	25100	27100	30100	34100	36100	36100	36600	37100	37600	38100
Production des rizeries villageoises:																					
Administration du projet	t						2565	6995	11946	13597	9938	7355	6209	2910	1298	1279					
petites exploitations	t						1125	2201	4697	8212	11919	15539	19526	24681	28643	33074	34037	36140	37120	38193	38527
quantité totale de paddy décortiqué	t						3781	9196	16643	21809	21857	22894	25735	27591	29941	34353	34037	36140	37120	38193	38527

1) Production totale moins riz pour semences

2) Correspond à 80 % de la production de riz des petites exploitations, sur la base d'une intensité de culture de 160 %

3) E = augmentation de la capacité de stockage

Les rizeries industrielles sont destinées avant tout à traiter la production de la ferme mécanisée, la capacité supplémentaire étant utilisée pour le traitement de la production des petites exploitations et de l'Administration du projet. Toutes les rizeries industrielles auront une certaine capacité disponible dans les premières années après leur mise en service.

Les rizeries villageoises seront établies progressivement à partir de 1986. Au début la plus grande partie du riz traité proviendra des terres cultivées par l'Administration du projet, qui jouera donc un rôle important lors de la mise en service et des premières années d'exploitation de ces rizeries. Au total il est prévu d'installer 12 rizeries dans les villages.

Les rizeries industrielles auront deux lignes de production avec une capacité d'une tonne de paddy par heure chacune, des installations de stockage de paddy brut et de riz décortiqué, des installations de pesage, chargement et transport, et une centrale électrique qui utilisera comme combustible principalement la balle de riz. Une installation de séchage ne sera pas nécessaire. La rizerie produira deux qualités de riz, le riz à grains entiers et le riz brisé, dans la proportion 70 : 30 en ce qui concerne le riz provenant de la ferme mécanisée. Les caractéristiques et les coûts de production d'une rizerie industrielle typique sont donnés dans le tableau 5-10. Comme les chiffres de ce tableau l'indiquent, les rizeries industrielles auront une opération très rentable au prix que l'on a admis pour la valeur marchande du riz, et seraient encore rentables avec un prix du riz brisé de 80 000 FCFA par tonne.

Douze rizeries villageoises d'une capacité de 2 tonnes de paddy par heure seront établies dans la zone du projet pour traiter le riz des petites exploitations. Chaque rizerie comprendra jusqu'à 4 unités d'une capacité de 0,5 tonne chacune, des installations de stockage pour le riz blanc et le paddy, des installations de pesage et de transport, un bureau et un magasin de pièces de rechange. Chaque rizerie sera installée tout d'abord

Tableau 5-10: CAPACITE DES RIZERIES ET COUT DE PRODUCTION ¹⁾

	Rizeries industrielles ⁽²⁾ 2 lignes	Rizeries villageoises 4 unités
Capacité (tonnes de paddy par heure)	2 x 1 = 2	4 x 0,5 = 2
Stockage du paddy	silos	sacs et silos
Capacité de stockage (tonnes)	4 000	1 100
Nombre d'équipes	3	1
Quantité de paddy décortiqué (tonnes/an)	9 800	3 200
Production (tonnes/an) riz blanc 65 %	6 370	2 080
son 13 %	1 274	416
Coûts d'investissements (10 ⁶ FCFA):		
bâtiments	30,4	14,3
équipement	22,1	11,6
stockage	108,0	30,4
total	160,5	56,3
Fonds de roulement	8,5	
Coûts d'exploitation (10 ⁶ FCFA/an):		
personnel	33,8(24,26)	8,97 (5,33)
assurances	3,43	2,05
carburant et huile	2,57	2,79 (2,13)
sacs	8,91	3,80
entretien	4,49	1,83
coûts de stockage	-	3,58 (1,49)
divers 5 %	2,60	1,07 (0,76)
total	54,89(46,07)	24,09(15,90)
Dépréciation (10 ⁶ FCFA/an)	8,03	3,40
Intérêt 3) (10 ⁶ FCFA/an)	16,90	5,96
Coûts de production totaux (10 ⁶ FCFA/an)	79,82	33,45
Coût de production par tonne de riz blanc (FCFA/t)	12 531	16 082
Coût du paddy par tonne de riz blanc (FCFA/t) (41 500 + 0,65)	63 846	63 846
Valeur du son à 5 FCFA/kg (FCFA/t)	- 1 000	- 1 000
Coût de production du riz blanc à la rizerie (FCFA/t)	75 377	78 928
Proportion de riz à grains entiers et riz brisé (%)	70 : 30	50 : 50
Valeur marchande pondérée (cf. paragraphe 9.2.1) (FCFA/t)	100 000	95 000
Marge (FCFA/t)	24 623	16 072

- 1) en termes financiers, valeurs économiques entre parenthèses lorsqu'elles diffèrent
- 2) les chiffres indiqués concernent la première rizerie, prévue à la ferme pilote; les chiffres sont analogues pour les autres rizeries
- 3) y compris intérêt sur le capital de roulement

avec 2 unités, et pourra être agrandie jusqu'à 4 unités lorsque la production de paddy dans la région le rendra nécessaire. Avec 4 unités, chaque rizerie pourra traiter la production d'environ 600 hectares en travaillant avec une seule équipe. Les caractéristiques et le coût de production des rizeries villageoises sont indiqués au tableau 5-10.

Les rizeries villageoises seront la propriété et seront exploitées par les coopératives d'agriculteurs. L'Administration du projet sera responsable de leur installation, de la formation du personnel d'exploitation et de la mise en service et continuera de prêter son assistance selon les besoins durant l'exploitation.

Lors de la récolte, les agriculteurs amèneront leur paddy à la rizerie, où il sera acheté par la coopérative qui, par la même occasion, réglera ses comptes avec les agriculteurs, acceptant une certaine quantité de paddy en guise de paiement pour les approvisionnement qui leur auront été préalablement livrés. Une fois décortiqué, le riz sera commercialisé par les coopératives ou par l'Administration du projet, ou simplement vendu à l'Administration du projet ou à un autre organe responsable. Le système qui sera retenu dépendra du degré d'organisation des coopératives et des directives nationales en ce qui concerne la commercialisation et la distribution du riz.

Les rizeries industrielles seront situées le long de routes tous-saison le plus près possible de la ferme mécanisée. Les rizeries villageoises seront en général situées dans ou près des villages existants et proches des routes principales. Les emplacements envisagés pour les rizeries sont indiqués sur la figure 5-1.

Des détails complémentaires concernant les deux types de rizeries et en particulier leurs comptes d'exploitation sont donnés dans le Rapport 7.

5.5.2 Traitement des semences de riz

On a admis que la ferme mécanisée remplacerait chaque année la moitié de ses semences de riz par des semences sélectionnées et traitées, tandis que les petits agriculteurs renouvelleraient leurs semences sur un cycle de 3 ans. Sur cette base, le projet à plein développement nécessitera 1041 tonnes de semences par an. Une installation de traitement des semences d'une capacité de 0,5 tonne/heure est prévue à la rizeries de la ferme pilote. Fonctionnant partiellement avec deux équipes, elle sera en mesure de satisfaire aux besoins du projet. Le riz pour les semences sera cultivé dans des champs de la ferme mécanisée spécialement désignés à cet effet.

Les caractéristiques et le coût du traitement des semences sont donnés au tableau 5-11. Le prix actuel des semences, qui est contrôlé par l'Etat, comprend un subside de 15 à 20 FCFA par kg.

5.5.3 Elevage

L'élevage de bétail et de volaille est une entreprise complémentaire de la ferme mécanisée qui en utilisera les produits et sous-produits. La production de l'élevage comportera la viande et les oeufs qui seront vendus aux personnes travaillant ou habitant dans la zone du projet et d'autre part le bétail engraisé vendu en dehors de la zone du projet.

Par ailleurs, les entreprises d'élevage de bétail et de volaille serviront de démonstration et d'exemple pour les agriculteurs de la région qui pourront observer les résultats obtenus par l'utilisation d'aliments mélangés pour le bétail d'embouche. Ces aliments comprendront en importante qualité des sous-produits du riz, des arachides, du coton et du sorgho.

Tableau 5-11: CARACTERISTIQUES ET COUT DE PRODUCTION DE L'INSTALLATION DE TRAITEMENT DES SEMENCES DE RIZ

Caractéristiques de l'installation et frais d'exploitations 1)			Coût de production par tonne de semence traitée	
Semences nécessaires à plein développement	(t/an)	1 041	Coût du paddy à la ferme	(FCFA/t) 41 500
Semences nécessaires pour le semis de saison humide	(t)	568	Frais supplémentaires pour la production de riz semence à la ferme mécanisée	(FCFA/t) 2 500
Capacité de l'installation	(t/h)	0,5	Prix d'achat du paddy non traité	(FCFA/t) 44 000
Capacité par équipe	(t/an)	915	Prix d'achat du paddy par tonne de semences	(FCFA/t) 58 667
Paddy traité à plein développement (75 % de semences propres)	(t/an)	1 388	44 000 ÷ 0,75	
Utilisation de l'installation	(équipes-semaines)	79	Coût de traitement: dépréciation	(10 ⁶ FCFA) 2,05
Capacité de stockage du paddy	(t)	725	intérêt	(10 ⁶ FCFA) 3,40
Capacité de stockage des semences	(t)	75	frais d'exploitation	(10 ⁶ FCFA) 16,12
			total	(10 ⁶ FCFA) 21,57
Investissements (10 ⁶ FCFA)	bâtiment	27,0	Coût de traitement par tonne de semences	(FCFA/t) 20 720
	équipement	7,0	Coût total par tonne de semences	(FCFA/t) 79 387
	total	34,0	A déduire produit des ventes de semences non traitées à la rizerie	(FCFA/t) - 13 833
Frais d'exploitation (10 ⁶ FCFA/an)	personnel	3,95 (2,12)	Coût net	(FCFA/t) 65 554
	carburant et huile	0,70	Frais supplémentaires pour semences invendues 2)	(FCFA/t) 1 926
	sacs	1,70	Coût de distribution	(FCFA/t) 520
	entretien	1,11	Coût total par tonne de semences traitées	(FCFA/t) 68 000
	frais de stockage	1,77 (-)	Prix des semences certifiées	(FCFA/t) 52 000
	produits chimiques	5,20		
	assurances	0,94		
	divers 5 %	0,75 (0,59)		
	total	16,12 (12,36)		
			Notes: 1) Les valeurs économiques sont indiquées entre parenthèses lorsqu'elles diffèrent des coûts financiers.	
			2) Une quantité suffisante de semences sont traitées pour répondre aux besoins de la surface cultivée maximum; les frais indiqués reflètent la réduction de demande dans les années sèches.	

Au moment de la récolte, le maïs jaune sera amené en vrac dans des remorques depuis les champs et vendu au centre d'élevage. Là, il sera pesé et stocké dans des silos métalliques circulaires jusqu'au moment où on en aura besoin pour l'alimentation du bétail et de la volaille. Il sera alors extrait du silo et introduit dans le circuit de préparation et de mélange. Après avoir été broyé par un broyeur à marteau, il sera mélangé avec des sous-produits, tels que la balle de riz et de coton, les coques d'arachides et du tourteau d'arachides ou de coton, selon les disponibilités, pour en faire un aliment convenant à l'engraissement du bétail. Les aliments pour la volaille seront préparés à partir de maïs broyé, de tourteau d'arachides, de son et de farine de poisson si disponible. L'ensilage produit à partir de fourrages et de sous-produits de céréales est un aliment de valeur pour le bétail et sa production sera aussi développée progressivement.

Le bétail destiné à l'embouche, principalement des mâles, sera acheté mensuellement aux agriculteurs de la région à un poids vif de 70 à 120 kgs, engraisé pendant 12 mois et abattu lorsque les animaux atteindront un poids vif de 280 kgs.

En ce qui concerne la volaille, on achètera deux fois par an des poussins. Les mâles produiront en 3 mois d'élevage des poulets de chair et les femelles en 6 mois des poules pondeuses. Ces dernières seront utilisées pour la production d'oeufs pendant 12 mois, après quoi elles seront vendues comme poules à bouillir.

Le centre d'élevage comprendra les installations de stockage du grain, le broyeur d'aliments, l'équipement d'élevage du bétail, les enclos d'affouragement, les poulaillers et un abattoir. Le site envisagé pour ce centre d'élevage couvre 10 à 20 hectares et se situe sur une petite colline à 4 km à l'ouest d'Anambé (cf. figure 5-1).

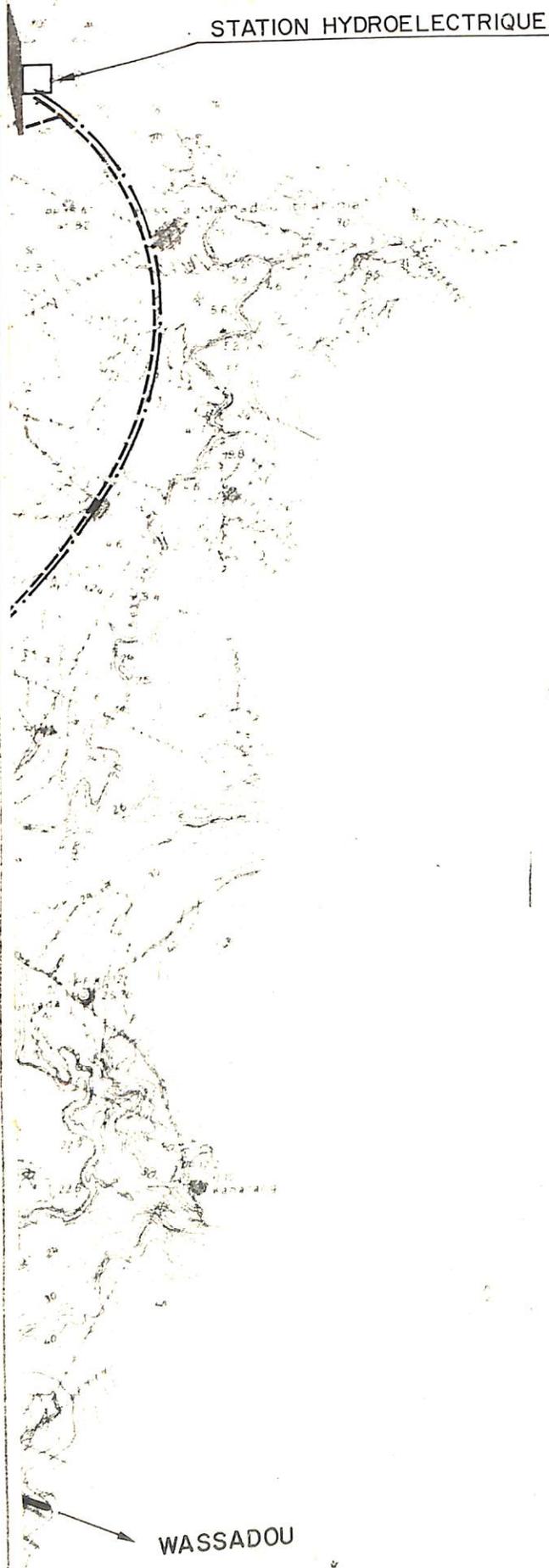
Les caractéristiques et le coût de production du centre d'élevage au stade de plein développement sont donnés dans le tableau 5-12. Le compte d'exploitation est donné dans le Rapport 7. La ferme d'élevage dans son ensemble a un rendement élevé en fonction du capital investi et remplit par ailleurs un rôle important de démonstration.

Tableau 5-12: CARACTERISTIQUES ET COUT DE PRODUCTION
A PLEIN DEVELOPPEMENT DU CENTRE D'ELEVAGE

		Total	Bétail	Volaille	
				viande	oeufs
Capacité du broyeur	(t/h)	2			
Capacité de stockage des grains	(t)	1 500			
Achats de bétail et de volaille	(nombre/an)		4 682	17 776	2 547
Taux de mortalité	(%)		5	10	15
Ventes de bétail et de volaille	(nombre/an)		4 459	16 160	2 160 poules 368 000 oeufs
Consommation de maïs par tête	(kg/an)		540	3,5	28
Pourcentage de maïs dans l'alimentation	(%)		50	70	70
Principaux autres aliments			balle de riz, graines de coton	tourteau d'arachides, son de riz, farine de poisson	
Investissements (10 ⁶ FCFA)	Broyeur, mélangeur et stockage d'aliments	30,0	28,0	0,8	1,2
	Stockage de graines	20,0	19,0	0,4	0,6
	Enclos, équipement	23,5	18,5	2,0	3,0
	Installations sanitaires, abattoir	4,5	4,0	0,2	0,3
	Total	78,0	69,5	3,4	5,1
Fonds de roulement (10 ⁶ FCFA)	Bétail et volaille	94,6	93,6	0,2	0,8
	Aliments	113,7	105,9	1,5	6,3
	Divers	49,4	45,7	0,6	3,1
	Total	257,7	245,2	2,3	10,2
Dépréciation des investissements	(10 ⁶ FCFA)	6,58	5,80	0,31	0,47
Intérêt sur capital, 10 %	(10 ⁶ FCFA)	7,80	6,95	0,34	0,51
Intérêt sur fonds de roulement, 10 %	(10 ⁶ FCFA)	25,77	24,52	0,23	1,02
Total des frais fixes	(10 ⁶ FCFA)	40,15	37,27	0,88	2,00
Frais fixes par animal	(FCFA)		8 358	55	924
Frais variables par animal 1)					
	Aliments (FCFA)		23 760	300	3 084
	Divers (FCFA)		10 240 (8 000)	150	1 416
	Total (FCFA)		34 000 (32 000)	450	4 500
Coût de production par animal	(FCFA)		42 358	505	5 424
Prix d'achat des jeunes animaux	(FCFA)		20 000	100	200
Production par animal			280 kg	1,4 kg	170 oeufs + 1 poule
Valeur marchande unitaire	(FCFA)		250	500	50/oeuf 600/poule
Revenu brut	(FCFA)		70 000	700	9 100
Marge	(FCFA)		7 642	95	4 400

1) valeur économique entre parenthèses

AMENAGEMENTS



- ▲ RIZERIE VILLAGEOISE
- RIZERIE INDUSTRIELLE
- CENTRE D'ALIMENTATION DU BETAIL
- TRAITEMENT DES SEMENCES
- 1 2
■ ■ PERIMETRE IRRIGUE
1.PAYSANNAT 2.MECANISE
- BARRAGE AVEC RETENUE
- STATION DE POMPAGE
- BASSIN DE COMPENSATION
- CONDUITES DE REFOULEMENT
- CANAL PRINCIPAL BETONNE
- ROUTE D'ACCES
- LIGNE DE TRANSMISSION
- PISTE PRINCIPALE
- PISTE PRINCIPALE (EXTENSION)

INFRASTRUCTURE EXISTANTE

- ROUTE NATIONALE
- PISTE PRINCIPALE

REPUBLIQUE DU SENEGAL MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL SODAGRI			
AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE			
INFRASTRUCTURE GENERALE			
 ELECTROWATT INGENIEURS-CONSEILS S.A. ZURICH - DAKAR			DESS NIANG. CONT VISA
ECHELLE 1 : 100.000	DATE MARS 80	NUMERO DU PLAN 6 1 5 8 - 2 0 9 0 1 0	ANNEXE 5 - 1

6. AMENAGEMENTS COMPLEMENTAIRES

6. AMENAGEMENTS COMPLEMENTAIRES

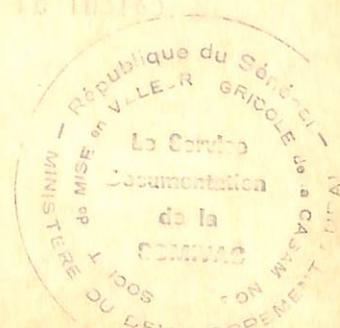
6.1 Introduction

Le présent chapitre décrit l'impact du projet sur l'environnement et, dans les domaines où cet impact pourrait être négatif, propose les mesures nécessaires pour parer aux conséquences.

Le projet d'aménagement du bassin de l'Anambé tel qu'il est présenté dans ce rapport ne prétend pas être un plan intégré de développement pour l'ensemble du bassin. Un tel plan aurait nécessité des investigations et des études qui dépassent de beaucoup le cadre de ce rapport. Il est cependant intéressant d'esquisser les grandes lignes dans lesquelles un tel plan pourrait s'inscrire et d'examiner comment le projet proposé s'y intègre. C'est en particulier l'objet du dernier paragraphe de ce chapitre.

6.2 Vallée de la Kayanga en aval de Niandouba

Le projet d'accumulation de la Kayanga au site de Niandouba aura pour effet de réduire fortement les débits de la Kayanga pendant la saison humide et de les accroître légèrement pendant la saison sèche. Mais ce qui est plus important, c'est que la variation du débit en saison sèche d'une année à l'autre et entre le début et la fin de la saison sera pratiquement éliminée. Lors des études d'exploitation on a donné la priorité aux lâchures de régularisation de débit par rapport aux lâchures pour l'irrigation de manière que la population établie sur le cours inférieur de la rivière bénéficie aussi du projet et que l'équilibre écologique de la rivière soit préservé. Les villages situés à l'aval bénéficieront par ailleurs d'une protection meilleure contre les crues.



On a procédé à un relevé pédologique au stade de reconnaissance de 39 000 hectares de terres de la vallée de la Kayanga situées entre le site du barrage et la frontière de Guinée-Bissau. Ceci a montré que les terres qui se prêteraient à la riziculture étaient relativement rares et dispersées. Il ne serait pas justifié d'aménager un périmètre irrigué pour une seule récolte par an. Par contre les terres qui pourraient produire une double récolte de riz et qui sont situées près des villages méritent un examen plus attentif. On a identifié 500 hectares de telles terres dans le fond de la vallée de la Kayanga. Les versements du réservoir de Niandouba à la fin de la saison humide pourraient cependant y causer des dommages aux cultures dans les années de forte hydraulité. Des superficies un peu plus importantes se prêteraient aussi à la polyculture irriguée, bien que les frais de pompage seraient élevés du fait de la situation élevée de ces terres.

On peut en conclure qu'il existe un certain potentiel dans la vallée de la Kayanga pour le développement de petits périmètres d'irrigation, s'alimentant en saison sèche par pompage de la rivière, comme on le pratique dans la vallée du Sénégal. Il est très peu probable que les besoins en eau de ces petits périmètres excèdent les débits disponibles dans le futur.

6.3 Réservoir de Niandouba

L'impact du projet sur la population et les cultures à l'emplacement du réservoir de Niandouba et la compensation prévue pour leur recasement sont décrits au paragraphe 7.6.

L'impact écologique de l'établissement du réservoir sera réduit par le défrichage de la forêt. On a tenu compte du coût de cette opération lors du calcul du devis du barrage.

Il n'y a actuellement qu'un point où l'on peut traverser la Kayanga, à Velingara Pakane (Koutyidi), sur la route reliant Paroumba et Linkering (cf. Figure 2-2). Cette route devrait être améliorée dans le cadre d'un programme de travaux publics ruraux. Il est proposé d'utiliser les fonds qui étaient prévus au budget pour l'amélioration de cette route à la construction d'une nouvelle route reliant les deux rives de la Kayanga et traversant la rivière soit sur le barrage de Niandouba, soit à un point juste à l'aval, par exemple Missira Mamadou Ibrahima.

6.4 Elevage

Le bassin de l'Anambé comporte environ 70 000 hectares de savannes boisées et de prairies qui peuvent être utilisés comme pâturages et qui sont particulièrement appréciés en saison sèche, lorsque les points d'eau et les pâtures se font rares dans la région.

Sur la base des études effectuées sur la valeur des pâturages naturels (IEMVT, 1970), la SOMIVAC estime que dans l'arrondissement de Kounkané la population de bétail atteint 70 % de la capacité de la région en saison humide, mais plus de 200 % de la capacité en saison sèche. Elle estime en effet la capacité du bassin de l'Anambé en saison sèche à 8 300 UBT (unités de bétail tropical) ou environ 10 000 têtes de bétail. Le cheptel effectif est un multiple de ce chiffre (cf. Tableau 2-16).

En plus de la surexploitation des pâturages, l'élevage en saison sèche est caractérisé par de longs déplacements jusqu'aux points d'eau. Des marches journalières de 15 km ne sont pas inhabituelles. L'énergie dépensée lors de ces déplacements doit être compensée par une nourriture supplémentaire, de l'ordre d'une unité de fourrage par tête, les besoins normaux journaliers étant de 3 unités de fourrage pour une jeune vache ou un veau et environ 4 unités pour un animal adulte. On ne peut éviter une perte sub-

stantielle de poids durant la saison sèche, particulièrement durant les 3 derniers mois, de mi-mars à mi-juin, lorsque les besoins en eau du bétail augmentent et les sources naturelles d'eau tarissent.

Le projet d'aménagement du bassin de l'Anambé influencera l'approvisionnement du bétail en nourriture et en eau de la manière suivante:

- réduction de 16 400 ha de la savanne boisée utilisée comme pâturage en saison sèche
- aménagement de points d'eau pour le bétail sur la périphérie du périmètre d'irrigation
- augmentation de la teneur en humidité des terres en dehors du périmètre irrigué sur 10 000 ha comprenant savanne boisée, terres cultivées et fond de vallée
- production d'une grande quantité de sous-produits de cultures qui serviront d'aliments pour le bétail

Les 16 400 hectares qui doivent être défrichés supportent actuellement selon les estimations de l'IEMVT un cheptel de 2 340 UBT, ce qui correspond à une utilisation moyenne de 7 ha par UBT. Les sous-produits de culture produits par le périmètre d'irrigation proposé vont correspondre à 30 millions d'unités de fourrage par an et, si la moitié sont utilisés et combinés avec d'autres aliments, ils pourront contribuer à la nourriture de plus de 12 000 UBT. Il est difficile d'estimer l'effet de l'augmentation de la teneur en humidité sur la végétation en saison sèche. Quoiqu'il en soit, les 2500 hectares de fond de vallée à eux seuls pourraient supporter environ 2500 UBT durant la période la plus critique (utilisant un taux de 1 ha/UBT pour les prairies de fond de vallée, selon IEMVT). Dans l'ensemble, l'approvisionnement du bétail en aliments en saison sèche devra être augmenté.

Des points d'eau établis le long des canaux principaux vont permettre l'abreuvement du bétail durant la saison d'irrigation, de janvier à la fin d'avril. Ensuite le bétail ira s'abreuver tout d'abord le long des fossés de drainage, puis finalement dans le centre du bassin où de l'eau devrait être disponible toute l'année.

Le système actuel de pâture sera donc légèrement modifié. Après la saison humide, le bétail va pâturer près des villages, où il recevra de plus grandes rations de foin et de sous-produits de culture et où il ne devra pas parcourir de trop grandes distances pour s'alimenter. Pendant la seconde moitié de la saison sèche, le bétail descendra vers la rivière Anambé et le lac Waïma pour y chercher de l'eau et du fourrage, ainsi que pour consommer les sous-produits de culture provenant de la récolte de saison sèche.

Un certain nombre d'autres mesures devront aussi être prises pour valoriser les pâturages, améliorer l'état sanitaire des troupeaux et augmenter leur valeur, (voir aussi rapport 7, partie C, Elevage), à savoir :

- maîtrise des incendies de brousse, en particulier à partir de la mi-février
- contrôle de l'intensité de pâture dans les pâturages naturels
- établissement de points d'inspection du bétail avec désinfection et approvisionnement en sels minéraux
- contrôle et supervision de l'accouplement et de la mise à bas afin d'améliorer la race
- élimination des animaux âgés et improductifs
- amélioration des pâturages naturels (par exemple par introduction de stylosanthes)

- ensilage du fourrage produit en saison humide
- amélioration du système de commercialisation et des prix

Cette dernière mesure exige une stimulation générale de l'économie pour augmenter le pouvoir d'achat. On ne peut s'y attendre pour l'avenir immédiat.

6.5 Aménagement forestier

6.5.1 Utilisation actuelle des forêts

Le bassin de l'Anambé est à la limite de la savanne soudanaise et de la savanne guinéenne. Sa végétation peut être classée comme savanne soudano-guinéenne selon la terminologie utilisée en Afrique Occidentale. Elle doit ses caractéristiques non seulement au climat, mais aussi à l'effet des feux de brousse, à l'utilisation des branchages pour l'alimentation du bétail, au pâturage des animaux et à leur piétinement du sol.

La quantité de bois que représente la forêt est estimée à environ 35 m³ par hectare, allant d'arbustes à de grands arbres. Là où c'est possible, ces derniers seront gardés pour leur ombrage et pour leur valeur économique.

La forêt utilisée principalement comme source de bois de feu pour la population locale et comme pâturage. Des études antérieures (IEMVT, 1970) estiment l'intensité actuelle de pâturage à 0,86 UBT par ha. La croissance naturelle de la forêt pourrait produire en moyenne deux stères de bois par an et par hectare, mais dans les conditions actuelles, la production est plus proche de 0,5 stère par ha par endroit.

Il est évident, lorsqu'on compare l'inventaire de 1952 avec celui de maintenant, que la forêt classifiée d'Anambé s'est passablement dégradée dans les vingt dernières années.

6.5.2 Impact du projet

Le projet prévoit le défrichage de 16 400 hectares de forêts sur une période de 15 ans. Cette superficie représente actuellement environ 665 000 m³ de bois, ce qui correspond à 950 000 stères de bois de feu ou un montant équivalent de charbon de bois et 66 000 m³ de bois de construction. En termes d'énergie, cela représente au total 417 GWh, ou 28 GWh par an pendant 15 ans. Utilisé comme bois de feu ou comme charbon de bois, ceci pourrait théoriquement satisfaire 80 % des besoins en énergie de la population du bassin, y compris la ville de Velingara, pendant la période de 15 ans que durera la réalisation du projet. La population actuelle, de l'ordre de 44 000 personnes, croît à un taux de 3 % par an et nécessite 1.5 stère (soit 0.95 m³) par personne et par an.

Dans le contexte du développement intégré du bassin de l'Anambé, il est essentiel que le bois résultant du défrichage soit exploité. Cela aura les effets suivants:

- conservation du reste de la forêt et par conséquent protection de l'environnement
- réduction du coût de défrichage d'environ 38 000 FCFA par hectare
- perception de revenus d'environ 12 000 FCFA par hectare pour le droit d'exploiter la forêt.

La forêt classifiée d'Anambé couvre une partie des terres les plus adéquates pour l'irrigation et constitue par conséquent un obstacle à la réalisation du périmètre d'irrigation envisagé, en particulier sur la rive gauche. Il

sera donc nécessaire de déclassifier cette partie de la forêt qui est un obstacle au projet d'irrigation et de la remplacer par une surface au moins équivalente quelque part ailleurs dans le bassin.

6.5.3 Développement de la sylviculture

En parallèle avec la réalisation du projet d'irrigation, il est prévu de procéder au développement de la sylviculture dans le bassin de l'Anambé de la manière suivante:

- protection et amélioration des forêts existantes
- plantations d'arbres pour la production de bois de feu pour compenser les surfaces occupées par le projet
- utilisation des zones boisées comme pâturages pour le bétail
- établissement de zone boisées et de brise-vents dans les périmètres d'irrigation

La forêt restante sera répartie en trois catégories, selon l'usage qu'il est prévu d'en faire:

- a) la forêt classifiée d'Anambé couvrant 6 870 ha, divisée en 8 secteurs répartis autour du périmètre aménagé
- b) la forêt protégée comprenant les 55 à 60 000 hectares de zones boisées dans le bassin
- c) la réserve naturelle couvrant une surface d'environ 2 500 ha au-dessous de la cote 21.50 IGN.

Parallèlement à la protection de la forêt naturelle, il sera nécessaire de procéder au reboisement de certains terrains actuellement cultivés ou en jachère. Les terrains abandonnés par les agriculteurs qui se déplacent pour aller cultiver de nouvelles terres dans le cadre du projet seront les premiers à être reboisés. On y plantera des arbres à haut rendement.

Sur la base d'essais effectués dans des conditions similaires, on peut attendre les rendements suivants de plantations bien gérées:

Espèce	Rendement (m ³ /ha/an)	Cycle d'abattage (années)
Eucalyptus hybride	15 - 20	6 - 8
Gmelina arborea	8 - 12	10 - 12
Bambusa vulgaris	20	4
Oxytenauthera abyssinica	15 - 20	4 - 5

Dans les périmètres d'irrigation où le riz est cultivé par submersion ou sur des sols saturés d'eau, les conditions ne sont pas favorables à l'établissement d'un réseau de brise-vents. Ceux-ci interféreraient d'ailleurs avec les opérations agricoles. Sur les autres terres, il est prévu de planter des haies d'arbres et des brise-vents le long des routes principales, le long des routes secondaires dans les zones de petites exploitations, le long des fossés de drainage et des chemins pour le bétail et à la périphérie de la zone du projet.

6.6 Pêcheries

Il n'a pas été possible d'obtenir des données précises sur la valeur de la pêche dans la rivière Kayanga. Le produit actuel de la pêche paraît cependant minime.

La construction du barrage de Niandouba et la régularisation du débit à l'aval en saison sèche vont contribuer à faire augmenter la population poissonneuse et à développer la pêche en saison sèche.

Le système d'exploitation du barrage de Niandouba ne va pas permettre d'obtenir de grands revenus de la pêche. La superficie du réservoir, de 85 km² au niveau maximum, va diminuer chaque année à environ 20 km² et fréquem-

ment même à 10 km². Cependant l'introduction d'un programme de pisciculture dans le réservoir va donner aux populations avoisinantes un certain revenu supplémentaire.

Ce programme de pisciculture comprendra entre autres l'élimination d'espèces indésirables avant le remplissage du réservoir et l'enlèvement des plantes aquatiques qui pourraient porter préjudice au rendement de l'opération. Une fois le réservoir rempli, on y introduira les espèces de poissons sélectionnées. Il est possible alors que la récolte de poissons augmente pendant quelques années, puis diminue si les conditions d'habitat ne sont pas idéales. Il sera alors nécessaire de prévoir un restockage annuel avec des espèces de poissons judicieusement choisies et d'organiser la pratique de la pêche de manière à pouvoir procéder chaque année à une récolte intéressante. On a estimé le rendement moyen du réservoir à environ 30 kg de poisson par hectare et par an. La valeur de cette récolte peut être calculée comme suit:

Surface moyenne du réservoir	5 000 ha
Rendement annuel	30 kg/ha
Récolte annuelle	150 000 kg
Valeur de la récolte à 150 FCFA/kg	22.5x10 ⁶ FCFA
Frais de pêche à 50 FCFA/kg	7.5x10 ⁶ FCFA
Rendement net de la pêche	15.0x10 ⁶ FCFA

Les possibilités de développer la pêche dans le cadre du projet méritent d'être étudiées plus en détail. Au stade actuel de l'étude, on n'a pas tenu compte dans l'étude économique des bénéfices potentiels qui pourraient en résulter.

6.7 Santé

Le développement de l'infrastructure rurale et de la coopération, le relèvement du revenu des agriculteurs et un approvisionnement plus stable en aliments vont améliorer les conditions de santé de la population. Par contre, la construction de réservoirs et de canaux d'irrigation et de drainage vont créer des conditions favorisant la prolifération des vecteurs de certaines maladies tropicales, en particulier la schistosomiasis et la bilharziose.

Les mesures qui devront être prises pour protéger la santé des agriculteurs et des employés du projet comprendront un examen des conditions actuelles, une gestion hydraulique du projet limitant autant que possible le développement de conditions pouvant contribuer à la propagation de maladies, un système de contrôle épidémiologique régulier de la population et des emplacements critiques, un service d'hygiène instruisant la population rurale et l'établissement de dispensaires au niveau des villages pour la distribution des médicaments. (voir aussi le rapport 12).

6.8 Aménagement intégré du bassin

Parallèlement à la réalisation du périmètre irrigué, les ressources du bassin de l'Anambé doivent être développées et exploitées dans le but d'atteindre les objectifs suivants:

- production d'aliments pour les besoins locaux
- production agricole pouvant être commercialisée pour fournir un revenu aux agriculteurs leur permettant de couvrir leurs autres besoins domestiques

- production de pâtures et d'aliments pour le bétail à base de sous-produits des cultures pour maintenir, voire développer le cheptel
- production de bois de feu pour les besoins locaux

Le système écologique actuel n'est pas en équilibre. Les forêts sont dégradées par les actions de l'homme, par le bétail et par le feu. L'agriculture et l'élevage se disputent l'utilisation de la forêt, avec pour résultat une pâture excessive et un risque augmenté d'érosion. Les terres en jachère représentent une proportion en déclin des terres cultivables, avec pour conséquence une réduction de la fertilité du sol et de sa productivité. La demande accrue de bois pour satisfaire non seulement les besoins locaux, mais aussi ceux de régions moins privilégiées du pays, a pour effet d'accélérer la surexploitation, voire par endroits la disparition de la forêt.

Les mesures qui doivent être prises pour arrêter et renverser cette dégradation écologique sont les suivantes:

- développement de l'agriculture irriguée sur 19 000 hectares (bruts) comme proposé par le présent rapport
- préservation de vastes étendues boisées sur les sols latéritiques superficiels sur la plus grande partie du pourtour du bassin
- création de secteurs de forêt classifiée dans le reste de la zone boisée entre les cotes 30 et 45 m IGN
- création de plantations d'arbres pour la production de bois sur les terres actuellement cultivées ou en jachère
- amélioration des pâturages dans les forêts aménagées et contrôle strict de la densité du bétail sur les pâturages naturels
- production de fourrage en saison humide sur les terres actuellement cultivées et conservation de ce fourrage en meules ou en silos
- mesures de protection des sols et d'utilisation des eaux, comprenant en particulier la mise en culture des ravins au-dessus du périmètre d'irrigation, selon ce qui avait été proposé par GERCA en 1962.

Si ces mesures sont prises, l'extension des cultures sera limitée aux périmètres d'irrigation, aux vallons périphériques et aux dépressions. Les terres cultivées sur les plateaux seront réduites au profit des plantations d'arbres pour la production de bois. Le bétail sera nourri à base d'aliments obtenus des cultures et de fourrages naturels et ensilés et pourra par ailleurs paître sur les pâturages aménagés sur les hauteurs et dans les fonds de vallée. L'utilisation futur des terres du bassin est indiquée au tableau 6-1 et à la figure 6-1.

Le projet d'irrigation joue donc un rôle vital dans la préservation des ressources en terres et en forêts du bassin. Dans l'optique d'un plan d'aménagement intégré, le projet permet de satisfaire les besoins à long terme de l'ensemble du bassin de l'Anambé.

Tableau 6-1 UTILISATION FUTUR DES TERRES

Description	Ensemble du bassin 110 000 ha	Zone d'étude 54 000 ha
Cultures pluviales		
Terres cultivées	24 200	5 900
Terres en jachère	10 300	3 100
Terres aménagées pour l'irrigation	18 800	18 800
Centre inondable	2 500	2 500
Forêt classée	6 900	6 900
Zone d'intensification fourragère	2 000	2 000
Forêt protégée	45 300	14 800

7. ORGANISATION ET GESTION

7. ORGANISATION ET GESTION

7.1 Structure de l'Administration du Projet

La réussite de projets d'irrigation de grande envergure dépend de plusieurs facteurs: disponibilité d'un personnel technique qualifié, fourniture de tous les facteurs de production en temps voulu, maîtrise complète de l'eau des ouvrages de retenue jusqu'aux parcelles, liaison entre agriculteurs, aiguadiers, vulgarisateurs et Administration, ainsi qu'entretien correct de tous les ouvrages du projet. L'établissement d'une organisation efficace est par conséquent indispensable pour planifier et administrer un tel projet avec succès.

La responsabilité de l'aménagement agricole du Bassin de l'Anambé a été confiée à la SODAGRI qui est chargée de la planification et de la direction du projet, en tant qu'Administration du projet, ou Société d'Aménagement du Bassin de l'Anambé, comme on pourrait la nommer. La structure et les fonctions de l'Administration du projet de l'Anambé sont donnés à la figure 7-1.

Le Directeur Général est responsable pour tout le fonctionnement. Il délègue ses pouvoirs à des chefs de département en accord avec les différentes fonctions administratives et techniques qui sont sous leur contrôle et il assure la coordination entre leurs activités.

Le Directeur Général a sous sa responsabilité quatre chefs de département qui dirigent les départements suivants:

- Technique
- Ferme mécanisée
- Agriculture et Vulgarisation
- Commerce et Administration

De plus, il est prévu, au moins pendant la phase de construction du projet, un groupe de programmation et d'évaluation, responsable directement vis-à-vis du Directeur Général, et dont la fonction principale est de contrôler dans quelle mesure les objectifs du projet sont atteints et de recommander les adaptations éventuellement nécessaires.

7.2 Départements de l'Administration du projet

7.2.1 Département technique

Le Département technique est responsable de la surveillance de la construction des ouvrages du projet, ainsi que de l'étude et de la réalisation d'ouvrages ruraux simples en marge du programme général de construction. Il est aussi responsable de la gestion de l'eau et de l'entretien des ouvrages et du réseau d'irrigation.

7.2.2 Département de la ferme mécanisée

Le Département de la ferme mécanisée comprend, d'une part la division exploitation avec des secteurs de production incluant les 4 unités de la ferme mécanisée, la ferme d'engraissement du bétail et les rizeries, et d'autres part celle des services. Ces services sont ceux qui sont requis par une partie ou l'ensemble des secteurs de production et qui peuvent être fournis avec le maximum d'efficacité par une équipe centralisée, ainsi que ceux qui demandent une certaine coordination avec d'autres départements de l'Administration du projet ou avec des organismes externes. Ces services comprennent en particulier l'acquisition d'approvisionnements agricoles, la commercialisation, la formation du personnel et la protection des récoltes par traitements aériens.

L'exploitation journalière des secteurs de production est assurée par les directeurs des fermes et des rizeries. Toutefois, l'Administration du projet, par le biais du chef de ce département, est responsable de la coordination, de la programmation, du contrôle financier et de l'appui logistique nécessaire.

7.2.3 Département d'agriculture et de vulgarisation

Le département comporte quatre divisions:

- service de recherche et vulgarisation
- relations avec les petits agriculteurs
- services d'assistance
- production

Une sous-station de recherche sera implantée dans le bassin de l'Anambé afin de compléter les stations existantes de Djibelor et de Sefa situées respectivement en Basse et Moyenne Casamance. La station de recherche de l'Anambé portera l'accent sur des essais dans les domaines qui sont d'une particulière importance pour le développement du projet et pour lesquels des résultats de recherches effectuées ailleurs sont difficilement applicables (cf. Rapport 12, Annexe 3).

La structure des services de vulgarisation est calquée sur l'organisation des coopératives des petits agriculteurs. Les agents de vulgarisation au niveau du village maintiennent le contact direct avec les agriculteurs et les petits groupements. Ils sont contrôlés par des chefs vulgarisateurs qui sont eux-mêmes responsables vis-à-vis de deux inspecteurs s'occupant chacun d'une rive de l'Anambé.

La division responsable des relations avec les petits agriculteurs remplit les fonctions suivantes:

- indemnisation des agriculteurs touchés par la construction du projet (habitations, terres agricoles) en coordination avec les autorités locales
- attribution des terres et installation
- organisation, assistance et supervision des coopératives
- distribution des approvisionnement agricoles
- organisation des crédits pour petits agriculteurs et recouvrement des dettes

La figure 7-2 montre l'organisation du service de recherche et de vulgarisation et celle du groupe des surveillants des coopératives qui font partie du service des relations avec les petits agriculteurs.

Le service d'assistance technique concerne la planification des cultures, la mécanisation (préparation des terres, essais de machines agricoles, location de tracteurs), la collection de données hydrométéorologiques, le stockage, le traitement et la protection des produits agricoles.

Enfin, le service de production s'occupe des terres récemment mises en valeur et qui doivent être transférées le plus rapidement possible aux petits agriculteurs. Au début, le rythme de la mise en valeur des terres excédera le taux auquel les petits agriculteurs pourront être installés sur de nouvelles terres, ce qui aura pour résultat que la superficie des terres temporairement exploitées par l'Administration du projet augmentera jusqu'à atteindre une pointe de 2735 ha en 1989/1990, pour diminuer ensuite et tomber à zéro en 1997. Lorsque la superficie exploitée par la division de production diminuera, le personnel et le matériel appartenant à cette division seront progressivement transférés aux fermes mécanisées ou aux services d'assistance des Départements de la ferme mécanisée et d'agriculture.

7.2.4 Département commercial et administratif

Ce département comprend trois divisions: une division commerciale, une division administrative et une division des finances. La première travaille en étroite collaboration avec la ferme mécanisée et le Département d'agriculture et de vulgarisation et coordonne les approvisionnements agricoles et la commercialisation des produits agricoles. La division administrative est responsable des questions concernant le personnel, la santé et les problèmes sociaux, l'habitat, la formation et les relations. La division des finances est responsable de la comptabilité, du contrôle financier du projet, de la perception des droits d'eau et de l'organisation de crédits.

7.3 Besoins en personnel

Le tableau 7-1 donne les besoins en personnel pour la gestion et l'exploitation du projet. Au stade de plein développement du projet, le personnel nécessaire à plein temps sera le suivant:

Cadres	39
Cadres inférieurs, techniciens	77
Contremaîtres, inspecteurs, magasiniers, meuniers, mécaniciens	83
Artisans	36
Personnel administratif et de bureau, agents techniques	41
Vulgarisateurs	60
Chauffeurs	87
Gardiens, plantons	15
Ouvriers	<u>225</u>
T o t a l	663

Tableau 7-1: LISTE DU PERSONNEL

Département	Division	Section	Position	Nombre par phase						Bureau	Habitat	Véhicule				
				I	II	III	IV	V	plein déve- lop.							
Direction			Directeur général	1	1	1	1	1	1	V	A	voiture				
			Directeur adjoint		1	1	1	1	1	HQ	A	voiture				
			Secrétaire	1	1	1	1	1	1	V						
			Réceptionnistes		2	2	2	2	2	V/HQ						
			Dactylos	1	2	2	2	2	2	V/HQ						
			Plantons	2	2	2	2	2	2	V/HQ						
			Chauffeurs	1	2	2	2	2	2	V/HQ						
Technique	Construction	Surveillance de la construction	Chef de département		1	1	1	1	1	HQ	A	tout-terrain				
			Ingénieur génie civil	1	1	1	1	1		HQ	A	tout-terrain				
			Agent technique		1	1	1	1		HQ	C	pick-up				
	Exploitation et entretien	Petits ouvrages		Ingénieur génie civil						1	HQ	A	tout-terrain			
				Agent technique						1	HQ	C	pick-up			
				Topographe	1	1	1	1	1	1	HQ	C	tout-terrain			
				Assistant topographe		1	1	1	1	1	HQ					
				Dessinateurs	1	1	2	2	2	2	HQ					
				Gestion de l'eau			Chefs aiguadiers	1	1	2	3	4	4	HQ	B	pick-up
							Aiguadiers	3	5	9	13	18	18	COOP	C	mobylette
	Chefs de station	1	2				3	4	4	4	HQ	B	pick-up			
	Assistants	1	2				3	4	4	4			mobylette			
	Gardiens	2	4				5	6	6	6						
	Entretien						Chef d'entretien		1	1	1	1	1	HQ	A	pick-up
							Ingénieur d'entretien	1	1	1	1	1	1	HQ	A	pick-up
				Techniciens		1	1	2	2	2	HQ	C	mobylette			
				Contremaîtres	1	2	2	3	3	3						
				Mécaniciens	1	2	2	3	3	3	HQ	C	mobylette			
				Chauffeurs	2	5	9	12	15	15						
	Ferme mécanisée	Exploitation	Ferme mécanisée unités 1-4	Chef de département		1	1	1	1	1	HQ	A	voiture			
				Directeurs de ferme	1	2	2	3	4	4	Ferme	A	pick-up			
				Directeurs adjoints	1	2	2	3	4	4	Ferme	B	pick-up			
				Employés	1	2	2	3	4	4	Ferme	B	mobylette			
Magasiniers				1	2	2	3	4	4	Ferme	C	mobylette				
Mécaniciens				1	2	2	3	4	4	Ferme	B	mobylette				
Assistants mécaniciens				1	2	2	3	4	4	Ferme	C	mobylette				
Chauffeurs				12	28	28	46	62	62							
Gardiens				1	2	2	3	4	4							
Ouvriers (1)				12	28	28	46	62	62							
Rizeries 1-4						Directeurs	1	2	2	3	4	4	Rizerie	A	pick-up	
						Employés seniors	1	2	2	3	4	4	Rizerie	C		
			Employés juniors			1	2	2	3	4	4	Rizerie	C			
			Dactylos			1	2	2	3	4	4	Rizerie				
			Chefs d'équipe			2	6	6	9	12	12	Rizerie	C			
			Mécaniciens			2	6	6	9	12	12	Rizerie	C	mobylette		
			Electriciens			2	6	6	9	12	12	Rizerie				
			Meuniers			4	12	12	18	24	24	Rizerie				
			Ouvriers (1)			20	60	60	90	120	120	Rizerie				

(1) ouvriers à temps partiel non compris

Tableau 7-1 (suite): LISTE DU PERSONNEL

Département	Division	Section	Position	Nombre par phase					Bureau	Habitat	Véhicule							
				I	II	III	IV	V				plein déve- lop.						
Ferme mécanisée	Exploitation	Centre d'en- graissement	Directeur de ferme		1	1	1	1	1		Ferme Ferme Ferme	A C C	pick-up mobylette					
			Employé		1	1	1	1	1									
			Dactylo		1	1	1	1	1									
			Mécanicien		1	1	1	1	1									
			Marchands de bétail		1	1	2	2	2									
			Vachers		5	8	11	14	14									
			Éleveurs de volaille		2	3	4	5	5									
			Ouvriers		2	3	4	5	5									
			Gardiens		2	2	2	2	2									
			Services d'assistance	Atelier central	Chef d'atelier	1	1	1	1	1				1		HQ HQ HQ HQ HQ	B C C	pick-up mobylette
	Mécaniciens	1			2	2	3	4	4									
	Assistants mécaniciens	1			2	2	3	4	4									
	Employé	1			1	1	1	1	1									
	Dactylo	1			1	1	1	1	1									
	Gardien	1			1	1	1	1	1									
	Coordination	Coordinateurs			1	1	2	2	2		HQ	B	mobylette					
		Dactylo	1	1	1	1	1											
Agriculture et Vulgari- sation	Recherche et vulgarisation	Recherche	Chef de département		1	1	1	1	1		HQ HQ HQ HQ HQ COOP HQ HQ HQ HQ HQ COOP HQ HQ HQ HQ	A A A A C B C	voiture pick-up pick-up pick-up mobylette pick-up mobylette bicyclette					
			Chef de division		1	1	1	1	1									
			Ingénieur machines agricoles	1	1	1	1	1	1									
			Agronome	1	1	1	1	1	1									
			Technicien de laboratoire	1	1	1	1	1	1									
		Service de vulgarisation	Chefs du serv.de vulgarisation	1	1	2	2	2										
			Chefs vulgarisateurs	1	3	7	10	14	14									
			Vulgarisateurs villageois	10	25	40	50	60	60									
			Relations avec petits agri- culteurs	Indemnisa- tion et ins- tallation	Géomètres	1	4	4	4	4								
					Assistants du géomètre	1	4	4	4	4								
	Sociologue (à temps partiel)	1			1	1	1	1										
	Dessinateurs	1			2	2	2	2										
	Production	Services cooperatives	Chefs du service des coopératives	Surveillants de coopéra- tive	1	1	2	2	2		HQ COOP HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ	B C	pick-up mobylette					
				1	3	7	10	14	14									
				Production	Chef de division	1	1	1	1	1								
					Chefs de section	1	2	3	3	2								
					Adjoints	1	2	2	2	1								
					Employés	1	2	3	3	2								
		Magasiniers	1		2	2	2	2										
		Mécaniciens	1		1	2	2	1										
		Services	Cultures	Agronome	Employés	1	1	1	1	1					HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ HQ	A C A C C C C C C C C C C	voiture pick-up pick-up pick-up mobylette	
					1	2	2	2	2									
					Mécanisation	Chef de section	1	1	1	1				1				
						Assistants	1	2	2	2				2				
	Mécanicien					1	1	1	1	1								
	Autres services				Météorologie	Technicien	Assistant mécanicien	1	1	1	1	1						
			Employé	1			1	1	1	1								
			Chauffeurs	4			8	11	10	9	8							
			Ouvriers	4			8	11	10	9	8							
			Coordinateurs	1			1	2	2	2								
			Dactylos	1			2	3	4	4	4							

Tableau 7-1 (suite): LISTE DU PERSONNEL

Département	Division	Section	Position	Nombre par phase						Bureau	Habitat	Véhicule	
				I	II	III	IV	V	plein déve- lop.				
Commerce et Administration	Commerce		Chef de département	1	1	1	1	1	1	V	A	voiture	
			Expert comptable	1	1	1				V	A	voiture	
		Achats, stockage, etc.	Coordinateurs		1	2	3	3	3	V	B	mobylette	
			Magasiniers		1	1	1	1	2	V	C		
		Administra- tion	Personnel, etc.	Chef du personnel	1	1	1	1	1	1	V	A	voiture
				Adjoints du chef de personnel		1	2	2	2	2	V	B	mobylette
	Finances	Comptabilité, etc.	Comptables	1	1	2	2	2	2	V	B	mobylette	
			Employés	1	2	3	4	4	4	V	C		
			Dactylos	1	2	3	4	4	4	V			
	Planification et évaluation			Agro-économiste		1	1	1	1		HQ	A	voiture
			Agents techniques		2	2	2	2		HQ	C	mobylette	

Notes:

- V = bureau de Velingara
 HQ = siège de l'Administration du projet
 COOP = sièges des unions de coopératives
 A = maison de 120 m2
 B = maison de 60 m2
 C = appartement

En plus, 400 ouvriers saisonniers seront employés, le maximum étant atteint juste après la récolte.

Le personnel à plein temps et saisonnier se répartit comme suit:

	<u>plein temps</u>	<u>saisonnier</u>
Ferme mécanisée	152	300
Agro-industries	224	100
Exploitation et entretien	105	-
Vulgarisation	76	-
Autres services	<u>106</u>	<u>-</u>
T o t a l	663	400

7.4 Formation et assistance technique

Le développement de la zone du projet de son état actuel en une région de production intensive demande une large et profonde compétence. Une partie de ces compétences sera acquise à travers la formation théorique et l'expérience pratique durant la période de réalisation du projet. Toutefois il sera nécessaire d'employer des experts étrangers comme consultants pendant la construction du projet et ensuite pour assurer les positions clés techniques et administratives. Leurs tâches comprendront également la formation du personnel sénégalais destiné à reprendre leurs fonctions.

Le coût des services de consultants pendant la construction des ouvrages est compris dans le montant prévu pour études, surveillance des travaux et administration.

L'assistance technique étrangère nécessaire pour le fonctionnement et la gestion du projet est indiquée au tableau 7-2.



Tableau 7-2: PROGRAMME D'ASSISTANCE TECHNIQUE

	Phase I 1982-1985	Phases II / III 1986-1989	Phase IV 1990-1992	Phase V 1993-1996	Total (hommes- années)
Agro-économiste	-----	—————			5
Ingénieur civil	—————				15
Directeur de ferme I	—————				15
Directeur de ferme II		—————			7
Directeur des rizeries	-----				12
Ingénieur d'entretien	—————				15
Ingénieur en machines agricoles	-----				8
Agronome	-----			-----	9
Expert comptable	—————				11
Total (hommes-années)	20	18+18 = 36	24	17	97

----- temps partiel (25 % du temps)

————— plein temps

Les fonctions de chaque expert sont résumées ci-dessous:

- L'agro-économiste dirigera la section de planification et d'évaluation.
- L'ingénieur civil pendant la Phase I assistera l'Administration du projet pour l'étude, les appels d'offres et la construction des ouvrages. Après il sera responsable du fonctionnement et de l'entretien du projet ainsi que de la supervision des contrats.
- Le directeur de ferme sera nécessaire dès le début du fonctionnement de la Phase I. Il sera chargé de la gestion quotidienne de la ferme mécanisée et de la formation des futurs directeurs de fermes. Un second directeur sera nécessaire de la Phase II à la Phase IV quand la superficie totale d'exploitation mécanisée sera plus étendue.
- Le directeur des rizeries sera principalement responsable du fonctionnement des rizeries villageoises. Il organisera un programme de formation de chefs de rizerie pendant les périodes d'arrêt des installations. Il sera aussi responsable de la fabrication des aliments pour le bétail.
- L'ingénieur d'entretien sera responsable de la mise en place et du fonctionnement des ateliers nécessaires à l'entretien et aux réparations des machines agricoles des unités de production et de l'équipement d'entretien du département technique. Il sera aussi appelé à former des techniciens sénégalais.
- L'ingénieur en machines agricoles sera chargé de tester et de développer l'équipement agricole, soit machines destinées aux unités mécanisées, soit équipement à traction animale.
- L'agronome sera responsable du fonctionnement de la sous-station de recherche de l'Anambé. Il sera employé de l'ISRA.

- L'expert comptable sera attaché au département commercial et administratif et sera responsable du développement du service comptable de toutes les divisions et sections décentralisées de façon que les analyses et les contrôles financiers puissent y être effectués. Il aidera les unions de coopératives à utiliser les méthodes comptables appropriées.

Outre les experts indiqués ci-dessus, une assistance technique occasionnelle sera nécessaire dans les domaines de gestion, formation, crédit, élevage, commercialisation et développement rural.

Le Sénégal manque cruellement de personnel qualifié. Il est donc important que le projet s'intéresse particulièrement à la formation de personnel et de techniciens sénégalais afin que les conseillers techniques étrangers nécessaires les premières années puissent être remplacés.

Une fois que la décision de démarrer la construction d'ouvrages de la Phase II aura été prise, le personnel sénégalais nécessaire devra être recruté et ses besoins de formation devront être définis. Dans la plupart des cas, une ou deux années de formation universitaire à l'étranger, combinées avec quelques mois de stage pratique en fin d'études, devraient être suffisants. Cette période de formation devrait être terminée au début de la Phase II. Le perfectionnement du personnel se fera ensuite sur le tas au fur et à mesure de la progression en responsabilité. Les besoins en assistance étrangère jusqu'à la fin de la Phase IV reflètent l'augmentation de la surface irriguée à gérer, ainsi que le temps nécessaire pour développer les compétences du personnel local à un niveau suffisant pour qu'il soit capable de prendre en main le projet.

Des cours accélérés seront donnés aux spécialistes techniques suivants:

- aiguadiers et chefs aiguadiers
- chefs de rizerie
- chefs de services de vulgarisation et chefs vulgarisateurs
- surveillants de coopératives
- mécaniciens

Des cours spécialisés de ce genre sont donnés par l'ADRAO et l'IRRI, ainsi que dans d'autres institutions du Sénégal (SAED, ISRA, SOMIVAC) et pourront être complétés par des cours de longue ou courte durée donnés sur le site du projet par des agents techniques.

La formation des chefs de coopératives, comptables et magasiniers, sera assurée par le personnel du projet ou des experts en mission.

7.5 Organisation des travaux

Le projet de l'Anambé nécessite la construction de nombreux ouvrages importants dispersés dans une région relativement reculée. De plus, chacun de ces ouvrages est un élément dans le système de distribution de l'eau, donc son fonctionnement est lié à celui des autres. La réussite de l'exécution du projet dépendra de l'expérience de l'Entrepreneur et de l'efficacité de la surveillance des travaux.

Le système de direction des travaux envisagé est celui recommandé par la FIDIC (Fédération Internationale des Ingénieurs-Conseils). La surveillance des travaux est effectuée par un Ingénieur agissant au nom du Maître d'Oeuvre. L'Ingénieur surveille l'exécution des travaux selon le cahier des charges et est responsable pour tous changements éventuels nécessaires durant l'exécution. Les travaux doivent être exécutés par l'Entrepreneur à la satisfaction de l'Ingénieur. L'Entrepreneur reçoit ses instructions et directives uniquement de l'Ingénieur ou de son représentant sur les lieux.

L'Ingénieur n'a à faire qu'à l'Entrepreneur seul. Lorsque des spécialistes et fournisseurs sont nommés, sélectionnés ou approuvés par le Maître d'Oeuvre ou par l'Ingénieur, ils sont considérés comme des sous-traitants de l'Entrepreneur. En principe, l'Entrepreneur est une entreprise de travaux de génie civil, la fourniture et le montage de l'équipement électromécanique étant sous-traités.

L'Administration du projet comprendra une section de surveillance des travaux chargée d'administrer et de surveiller les travaux de construction par l'intermédiaire de l'Ingénieur et de s'assurer que les intérêts de l'Administration sont sauvegardés. Elle est également chargée d'approuver les changements éventuels et d'effectuer la coordination au niveau le plus élevé entre l'Administration du projet et le Gouvernement.

Les ouvrages et les installations secondaires, non inclus dans le contrat principal, comprennent les routes d'accès, les bâtiments et magasins, les habitations et les installations agro-industrielles.

Les routes d'accès et les bâtiments feront l'objet d'appels d'offres locaux. L'Administration du projet et son Ingénieur prendront en main la réalisation des installations agro-industrielles et se chargeront de la coordination entre fournisseurs étrangers et entreprises de construction locales.

7.6 Indemnisation des populations déplacées

La construction du barrage de Niandouba et la retenue qui en résultera provoqueront la submersion d'un certain nombre de villages et d'une importante surface de terres cultivées. La surface qui sera occupée par la retenue et les villages et terres cultivées qui seront affectés sont indiqués sur la figure 4-1.

La population qui devra être recasée après la construction du barrage de Niandouba est celle dont les habitations seront touchées par l'inondation centennale qui atteindra la cote de 38 m. Au total, 22 villages sont concernés et la population qui devra être recasée avant mi-1985, date à laquelle il est prévu que la retenue sera remplie, est estimée à 3 000 personnes. La superficie arable perdue est d'environ 2 000 hectares au total, c'est-à-dire y compris les terres en jachère, ou 1 500 hectares de terres cultivées par les agriculteurs de 35 villages.

Les montants des indemnités seront discutés au niveau des villages. Les enquêtes n'ont pas révélé qu'une ligne de conduite générale existe dans ce domaine au Sénégal. Dans la région du fleuve, les familles déplacées récemment ont reçu un dédommagement de 100 000 FCFA par famille.

Le calcul de l'indemnité tient compte des terres cultivées, des arbres fruitiers et des habitations affectés. On a admis que chacune des 3 000 personnes déplacées cultive 1/2 hectare de terres qui seront submergées, dont elle tire un revenu net de 22 500 FCFA (sur la base de 45 000 FCFA/ha), et qu'elle occupe 5 m² de surface d'habitation traditionnelle évaluée à 2 000 FCFA/m². L'indemnité concernant les terres cultivées est admise égale au revenu net de ces terres pendant 2 ans. Le montant d'indemnité des terres et des habitations est augmenté de 6 % pour tenir compte des arbres fruitiers et des possessions personnelles des agriculteurs. Le montant d'indemnité qui en résulte se monte à 58 000 FCFA par personne, soit 125 millions FCFA pour les 3 000 personnes déplacées. Ce montant a été augmenté à 200 millions FCFA pour tenir compte des bâtiments communs, tels que magasins et écoles.

Le montant des indemnités pourrait être réduit du point de vue financier en proposant un échange de terres aux fermiers qui doivent être déplacés. On pourrait leur offrir 2,5 hectares de terres irriguées plus d'autres terres en fonction de la surface détenue auparavant. Si l'on admet arbitrai-

rement que 50 pourcent des agriculteurs acceptent ce procédé, la réduction du montant des indemnités serait de 67,5 millions de FCFA. On a donc adopté pour l'évaluation financière un montant d'indemnités de 135,5 millions de FCFA et pour l'évaluation économique de 200 millions de FCFA.

7.7 Distribution des terres

Les principaux bénéficiaires du projet de l'Anambé seront les agriculteurs qui seront les propriétaires et qui cultiveront les terres du projet. Le défrichage et l'aménagement des terres dans les parties basses du Bassin de l'Anambé vont poser de nombreux problèmes en ce qui concerne les droits de propriété. En vertu de la Loi sur le Domaine National de 1964, l'Etat seul a compétence en ce qui concerne l'attribution des terres. Un droit permanent d'usufruit est donné à celui qui cultive la terre, mais pas nécessairement à celui qui traditionnellement en a la propriété. Il ne faut pas sousestimer les possibilités de conflit entre les propriétaires traditionnels des terres et les agriculteurs ou groupes d'agriculteurs étrangers à la communauté auxquels les terres seront allouées.

Le succès de la distribution des terres dépendra dans une grande mesure d'une coordination étroite avec les autorités locales, notamment les Communautés Rurales, et de leur support.

Les directives qui régleront la distribution des terres, en particulier les critères pour la sélection des agriculteurs et la détermination des parcelles qui leur seront attribuées, n'ont pas encore été définies. Les critères généraux suivants devront toutefois être respectés:

- l'attribution des terres irriguées sera faite en priorité aux agriculteurs actuellement établis dans la région du projet

- les agriculteurs qui devront être déplacés parce que leurs terres seront submergées par les retenues ou occupées par des ouvrages du projet devront avoir la possibilité d'obtenir des terres du projet, pour autant qu'ils satisfassent à certaines autres conditions
- il faudrait s'efforcer d'attirer des agriculteurs qui ont déjà acquis une expérience en riziculture irriguée dans d'autres projets.

Les villages seront établis aussi près que possibles des terres arables, de préférence sur des coteaux dominant les périmètres d'irrigation ou sur des terres non irrigables enclavées dans les périmètres d'irrigation. On tiendra compte lors du choix des emplacements des nouveaux villages de l'environnement, des préférences locales, de la distance aux terres irriguées et de la topographie.

L'Administration du projet défrichera les terres et assurera l'approvisionnement en eau potable, en principe au moyen d'un ou de plusieurs puits par village. Des crédits seront accordés aux agriculteurs pour l'achat de matériaux de construction pour les habitations. On a tenu compte des dépenses de défrichage pour les zones occupées par les nouveaux villages en appliquant les coûts unitaires de défrichage aux surfaces brutes des périmètres d'irrigation. Le creusement d'un puits d'un diamètre de 2,50 m et d'une profondeur de 12 à 15 m est estimé à environ 1 million FCFA. Un tel puits peut desservir un village de 250 habitants, ce qui ramène le coût par habitant à 4000 FCFA. Ce coût n'a pas été inclus dans les coûts du projet, étant donné que les bénéficiaires représentés par une alimentation sûre en eau potable font plus que compenser le coût des puits.

7.8 Organisation des petits agriculteurs

Dans le cadre du plan d'aménagement du Bassin de l'Anambé, l'Administration du projet reprendra, au début, le rôle de l'ONCAD en ce qui concerne l'installation de coopératives et la surveillance de leur gestion et de leur fonctionnement. Ceci est dans la ligne de la politique récente du Gouvernement visant à investir les organismes régionaux de la mission de développer le mouvement coopératif.

Dans un futur stade l'aménagement, lorsque les coopératives auront réussi à former des équipes de direction indépendantes et auront acquis l'expérience de fournir les divers services nécessaires à leurs membres, l'Administration du projet pourra abandonner son rôle de contrôle et se limiter à l'approvisionnement en eau d'irrigation et aux conseils de vulgarisation.

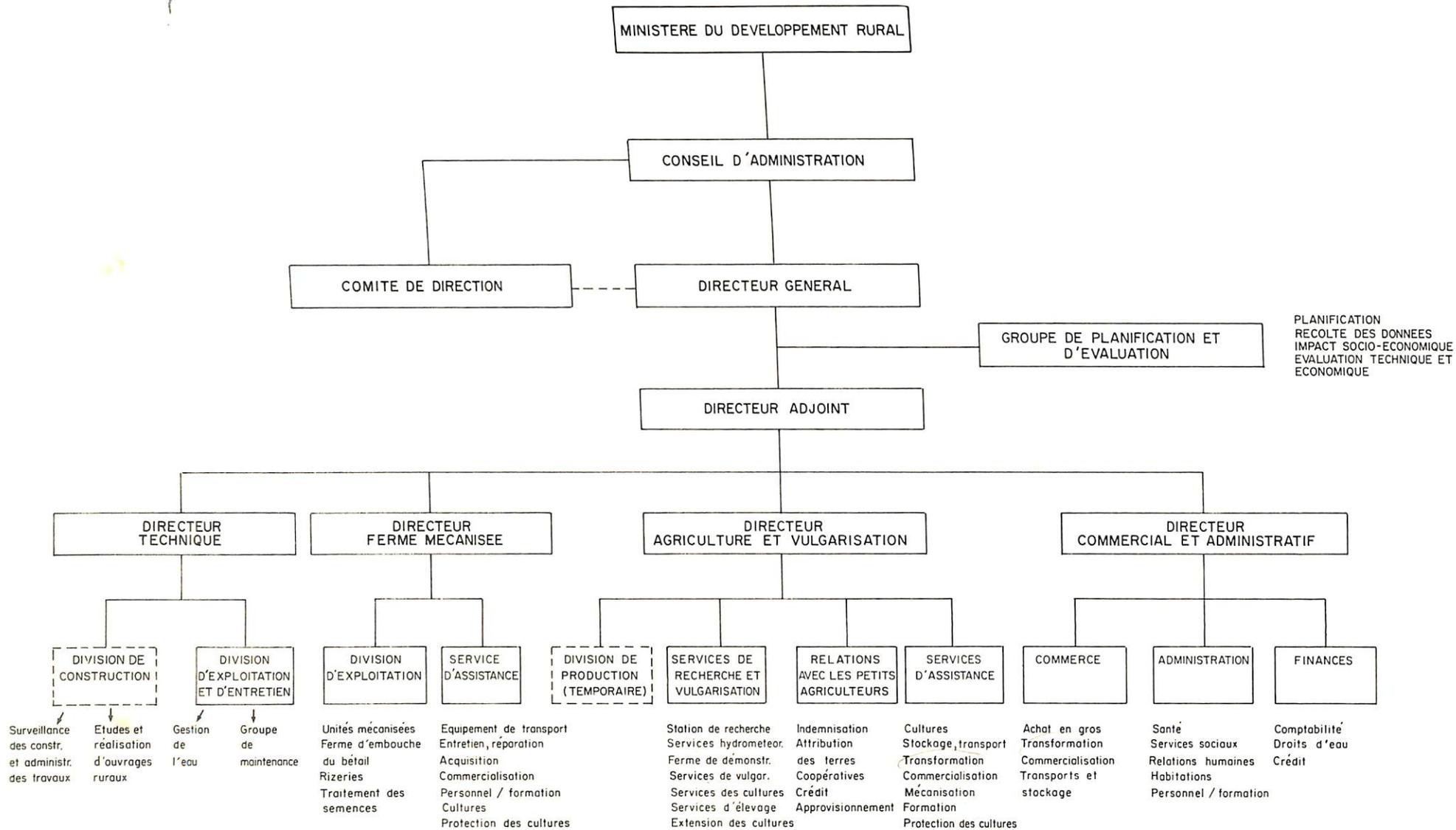
Le système selon lequel les petits agriculteurs seront organisés est indiqué à la figure 7-3. Il tient compte des besoins des petits agriculteurs. Les groupements de petits agriculteurs comprendront les agriculteurs desservis par une même prise d'eau dans le cadre d'un tour d'eau. Ils seront appelés à coordonner leur programme de cultures, l'utilisation du service de vulgarisation, leur commande d'approvisionnements agricoles, l'achat et l'utilisation de l'équipement commun et l'entretien des réseaux d'irrigation, de drainage et routier. Ils devront être sélectionnés avec soin, compte tenu de leur capacité à collaborer avec les autres agriculteurs du groupe.

Les coopératives villageoises serviront de base à l'agent de vulgarisation. Le village, en vertu de son homogénéité ethnique, sera aussi une base logique pour la création de services communautaires. C'est par contre une unité trop petite pour fournir aux petits agriculteurs les approvisionnements, les moyens de traitement et les services de commercialisation. Ces services seront assurés par les unions de coopératives. Chaque union aura une assemblée de délégués qui désignera l'équipe de gestion comprenant un directeur,

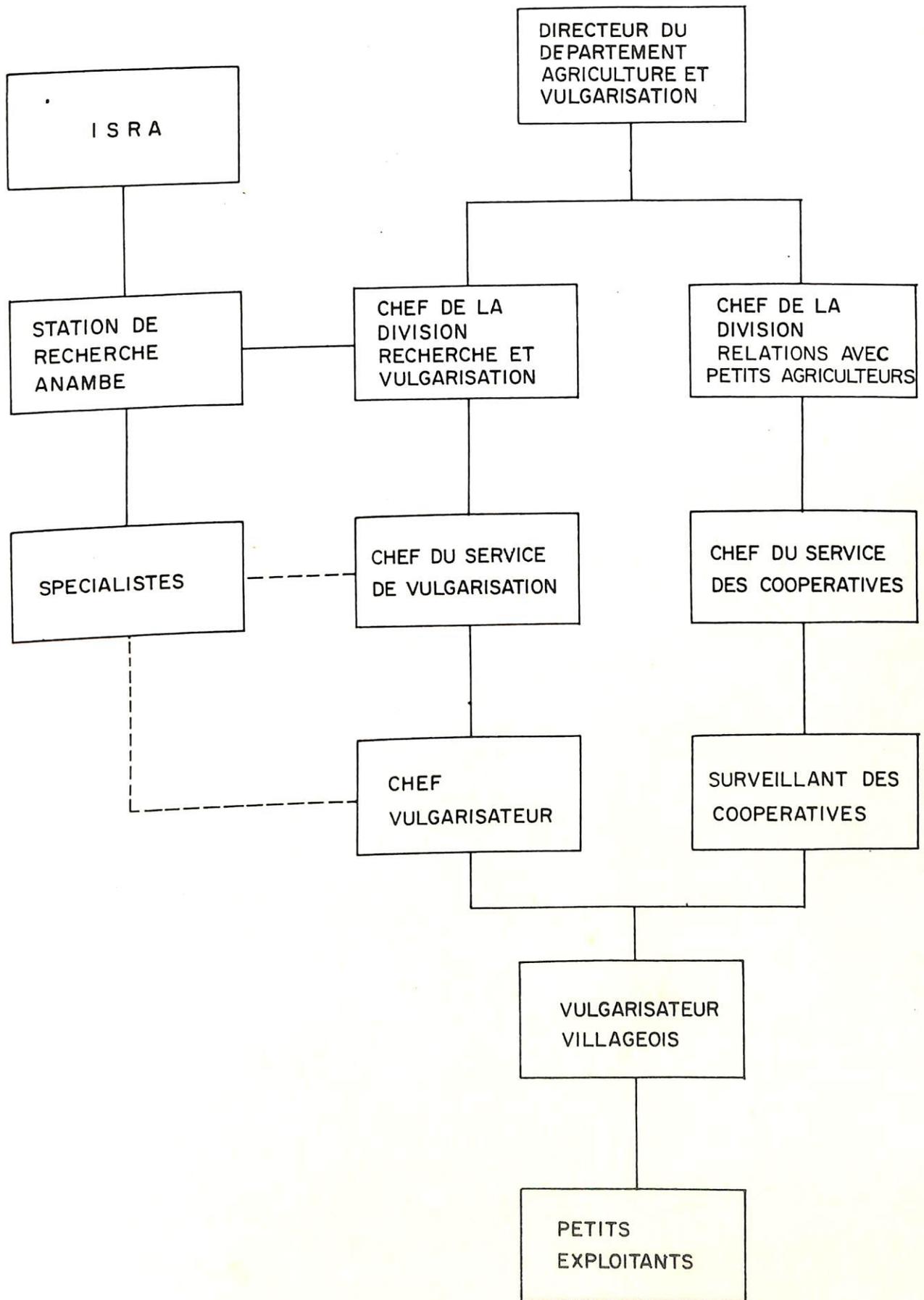
un comptable, un magasinier et un directeur de rizerie. Au début, cette équipe sera choisie, formée et supervisée par l'Administration du projet.

Les unions de coopératives disposeront d'installations de stockage, d'une rizerie, de bureaux et de magasins.

Il est prévu que, lorsque le plein développement aura été atteint, il y aura 14 unions de coopératives, à savoir 12 établies à côté des rizeries villageoises et 2 à côté de rizeries industrielles. Ces 14 unions de coopératives seront organisées en association pour coordonner leurs activités.



SOCIETE POUR L'AMENAGEMENT DU BASSIN DE L'ANAMBE
ORGANIGRAMME



ORGANISATION DU SERVICE DE VULGARISATION

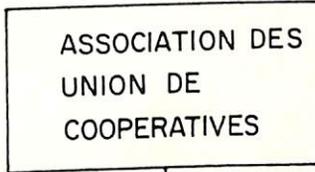
Relations courantes
avec l'administration

Superficie
cultivée (ha)

Production de
céréales (t/a)

(Valeurs indicatives)

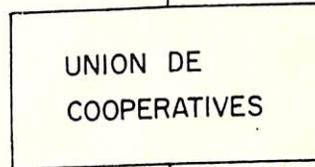
Chef du département
agriculture et
vulgarisation



11 000

52 000

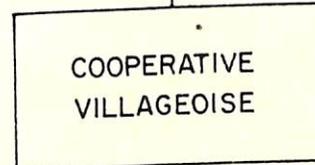
Surveillant de coopératives
Chef vulgarisateurs



800

3 700

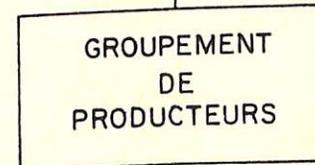
Vulgarisateur
villageois



150

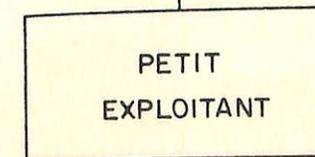
700

Vulgarisateur
villageois



17.5 - 35

80 - 165



2.5

15

ORGANISATION DES PETITS AGRICULTEURS

8. COUTS

8. COÛTS

8.1 Introduction

Lors de l'évaluation des coûts du projet, une distinction a été faite entre les coûts d'investissement et les coûts annuels de fonctionnement. Les coûts d'investissement comprennent les coûts de construction des ouvrages, les frais généraux et les coûts des bâtiments et des équipements des fermes mécanisées et des installations agro-industrielles. Les coûts de fonctionnement comprennent les coûts d'entretien et de remplacement et les coûts fixes et variables d'exploitation.

L'estimation des coûts de construction des ouvrages d'irrigation et ouvrages annexes a été faite sur la base de mètres calculés d'après les plans. Les prix unitaires ont été définis de manière à obtenir des devis estimatifs réalistes, tout en utilisant un nombre limité de positions. Ils incluent les coûts de mobilisation et démobilitation, les coûts des ouvrages temporaires, des installations et les frais généraux des entreprises.

Aucun projet d'aménagement agricole de l'ampleur du projet de l'Anambé n'a été construit récemment au Sénégal. Par contre des projets plus modestes ont été réalisés, ainsi que d'autres travaux d'infrastructure, tels que les routes principales construites dans les années 1978 à 1980. Les prix unitaires de ces ouvrages, ainsi que d'autres travaux de génie civil au Sénégal, ont été rassemblés. Une autre source d'information a été les fournisseurs locaux et étrangers de matériaux et d'équipements, ainsi que des projets réalisés à l'étranger, en particulier dans d'autres pays de l'Afrique Occidentale.

Les devis estimatifs ont été calculés sur la base des prix valables au 1er juillet 1979. Pour l'évaluation économique on a fait abstraction dans toute la mesure du possible de toutes taxes, impôts et subsides.

8.2 Coûts d'investissement

3.2.1 Ouvrages d'irrigation et ouvrages annexes

Les coûts des ouvrages d'irrigation et ouvrages annexes sont résumés dans le tableau 8-1, où ils sont indiqués par phases. Les détails des devis sont donnés dans les rapports suivants:

<u>Travaux</u>	<u>Rapport</u>
- défrichage	4 - Pédologie
- barrages, centrale hydro-électrique et ligne de transmission	9 - Barrages et réservoirs
- stations de pompage et ouvrages annexes	10 - Stations de pompage
- réseaux d'irrigation et de drainage	} 11 - Irrigation et drainage
- réseau routier	
- aménagement des terres	
- aménagement des lits de rivières	
- bassin de compensation	
- bâtiments	12 - Organisation et gestion

Un supplément de 10 % pour imprévus a été ajouté à tous les coûts de construction.

Les frais généraux comprennent les dépenses suivantes:

- administration et gestion du projet
- projet détaillé
- surveillance des travaux
- études et investigations complémentaires
- compensations et expropriations

Les quatre premiers postes ci-dessus ont été estimés à 8 % du coût de construction, imprévus compris. Les compensations et expropriations ont été estimées à 200 millions FCFA (cf. para. 7.6). Une récapitulation des coûts d'investissement est donnée au tableau 8-2.

Tableau 8-1: COUTS DE CONSTRUCTION

(en millions FCFA)

	Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV	Phase V	Total
1. BARRAGES ET OUVRAGES ANNEXES						
1.1 Barrage de Niandouba et centrale hydro-électrique:						
1.1.1 Route d'accès		142				142
1.1.2 Barrage		3 084				3 084
1.1.3 Centrale hydro-électrique - Génie civil		480				480
1.1.4 Centrale hydro-électrique - Equipement électro-mécanique		740				740
1.1.5 Lignes de transmission		88				88
1.2 Barrage du confluent:						
1.2.1 Route d'accès	68					68
1.2.2 Barrage	397	21				418
1.3 Barrage de garde		469				469
1.4 Défrichage et amélioration du lit de la rivière:						
1.4.1 Kayanga		173				173
1.4.2 Anambé		26				26
1.5 Sous-total	465	5 223				5 668
2. STATIONS DE POMPAGE ET OUVRAGES ANNEXES						
2.1 Station de pompage du périmètre pilote:						
2.1.1 Route d'accès	10					10
2.1.2 Génie civil	48					48
2.1.3 Equipement électro-mécanique	121					121
2.1.4 Conduite forcée	67					67
2.1.5 Chenal d'amenée	37					37
2.1.6 Démontage et réinstallation		55				55
2.2 Station de pompage principale de la rive droite:						
2.2.1 Génie civil (y compris route d'accès)		234				234
2.2.2 Equipement électro-mécanique		596	254			850
2.2.3 Conduites forcées		340				340
2.2.4 Chenaux d'amenée		49				49
2.3 Station de pompage auxiliaire:						
2.3.1 Génie civil			106			106
2.3.2 Equipement électro-mécanique			255			255
2.3.3 Conduite forcée			28			28
2.4 Station de pompage principale de la rive gauche:						
2.4.1 Route d'accès		5				5
2.4.2 Génie civil		141		38		179
2.4.3 Equipement électro-mécanique				400	330	730
2.4.4 Conduites forcées				270		270
2.4.5 Bassin de compensation				103		103
2.4.6 Chenaux d'amenée		21				21
2.5 Sous-total	283	1 441	643	811	330	3 508
3. RESAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE						
3.1 Canaux principaux	526	1 756	922	1 870	2 335	7 409
3.2 Collecteurs principaux		146	159	197	183	685
3.3 Routes principales	95	144	175	255	312	981
3.4 Canaux et collecteurs secondaires	160	380	395	506	537	1 978
3.5 Routes secondaires	118	343	289	408	487	1 645
3.6 Sous-total	899	2 769	1 940	3 236	3 854	12 698
4. AMENAGEMENT DES TERRES (y compris canaux tertiaires et système de distribution à la parcelle)	662	1 257	1 616	1 971	2 252	7 758
5. BATIMENTS	292	475	178	190	125	1 260
6. COUT TOTAL DES OUVRAGES	2 601	11 165	4 377	6 208	6 561	30 912
7. IMPREVUS 10 %	260	1 116	438	621	656	3 091
8. COUT TOTAL DE CONSTRUCTION	2 861	12 281	4 815	6 829	7 217	34 003

Tableau 8-2: RESUME DES COUTS D'INVESTISSEMENT

(en millions FCFA)

Position	Phase I (1420 ha)			Phase II (3020 ha)			Phase III (3050 ha)			Phase IV (3995 ha)			Phase V (4780 ha)			Projet total (16265 ha)		
	monnaie locale	devises	total	monnaie locale	devises	total	monnaie locale	devises	total	monnaie locale	devises	total	monnaie locale	devises	total	monnaie locale	devises	total
1. COUT DE CONSTRUCTION																		
1.1 Barrages et ouvrages annexes																		
Barrage du confluent	233	232	465	10	11	21										243	243	486
Barrage de Niandouba				1700	1699	3399										1700	1699	3399
Centrale hydro-électrique de Niandouba				585	723	1308										585	723	1308
Barrage d'Anambé				248	247	495										248	247	495
Sous-total	233	232	465	2543	2680	5223										2776	2912	5688
1.2 Stations de pompage																		
Périmètre pilote	120	163	283	55		55										175	163	338
Principale rive droite				502	717	1219	64	190	254							546	907	1473
Secondaire							157	232	389							157	232	389
Principale rive gauche				125	42	167				297	514	811	82	248	330	504	804	1308
Sous-total	120	163	283	682	759	1441	221	422	643	297	514	811	82	248	330	1402	2106	3508
1.3 Système d'irrigation																		
Canaux principaux	316	210	526	1054	702	1756	553	369	922	1122	748	1870	1401	934	2335	4446	2963	7409
Collecteurs principaux				73	73	146	80	79	159	99	98	197	92	91	183	344	341	685
Routes principales	48	47	95	72	72	144	88	87	175	128	127	255	156	156	312	492	489	981
Réseau secondaire	80	80	160	190	190	380	198	197	395	253	253	506	269	268	537	990	988	1978
Routes secondaires	59	59	118	172	171	343	145	144	289	204	204	408	244	243	487	824	821	1645
Sous-total	503	396	899	1561	1208	2769	1064	876	1940	1806	1430	3236	2162	1692	3854	7096	5602	12698
1.4 Réseau tertiaire et aménagement des parcelles	331	331	662	629	628	1257	808	808	1616	986	985	1971	1126	1126	2252	3880	3878	7758
1.5 Bâtiments	175	117	292	285	190	475	107	71	178	114	76	190	75	50	125	756	504	1260
Sous-total du coût de construction	1362	1239	2601	5700	5465	11165	2200	2177	4377	3203	3005	6208	3445	3116	6561	15910	15002	30912
1.6 Imprévus 10 %	136	124	260	570	546	1116	220	218	438	320	301	621	344	312	656	1591	1500	3091
TOTAL DU COUT DE CONSTRUCTION	1498	1363	2861	6270	6011	12281	2420	2395	4815	3523	3306	6829	3789	3428	7217	17501	16502	34003
2. FRAIS GENERAUX																		
2.1 Administration et études	120	109	229	502	481	983	193	192	385	282	264	546	303	274	577	1400	1320	2720
2.2 Recasement				200		200										200		200
TOTAL DES FRAIS GENERAUX	120	109	229	702	481	1183	193	192	385	282	264	546	303	274	577	1600	1320	2920
TOTAL DU COUT D'INVESTISSEMENT DU PROJET D'IRRIGATION	1618	1472	3090	6972	6492	13464	2613	2587	5200	3805	3570	7375	4092	3702	7794	19101	17822	36923
3. INSTALLATIONS DE PRODUCTION ET DE TRANSFORMATION																		
3.1 Ferme mécanisée (1)	94	219	313	108	251	359				98	229	327	98	229	327	398	928	1326
3.2 Division de production (1)	33	78	111	74	172	246	50	116	166							157	366	523
3.3 Installations agro-industrielles																		
Rizeries industrielles	74	60	134	105	86	191				105	86	191	97	79	176	381	311	692
Rizeries villageoises				101	68	169	65	43	108	158	106	264	121	81	202	445	298	743
Installations de traitement des semences				20	14	34										20	14	34
Installations pour l'élevage				24	19	43				13	10	23	7	5	12	44	34	78
Sous-total	74	60	134	250	187	437	65	43	108	276	202	478	225	165	390	890	657	1547
TOTAL DU COUT D'INVESTISSEMENT DES INSTALLATIONS DE PRODUCTION ET DE TRANSFORMATION	201	357	558	432	610	1042	115	159	274	374	431	805	323	394	717	1445	1951	3396
TOTAL DES COUTS D'INVESTISSEMENT	1819	1829	3648	7404	7102	14506	2728	2746	5474	4179	4001	8180	4415	4096	8511	20546	19773	40319

(1) comprend l'achat des machines agricoles initiales

8.2.2 Installations agro-industrielles

Les coûts des investissements pour les bâtiments et l'équipement des fermes mécanisées, ainsi que pour les installations de traitement des produits, sont résumés dans le tableau 8-3. Un détail de ces coûts est donné dans les Rapports 6 - Agronomie et 7 - Agro-industrie.

Le même tableau 8-3 indique aussi le coût des équipements et machines agricoles nécessaires pour les travaux effectués par l'Administration du projet sur les terres remises ensuite aux agriculteurs. Ces coûts sont détaillés à l'annexe 7 du Rapport 12.

8.3 Coûts de fonctionnement

8.3.1 Coûts de remplacement

Les coûts et la durée de vie des turbines, alternateurs, pompes, moteurs et équipements hydro-mécaniques des trois stations de pompage permanentes et de la centrale hydro-électrique sont indiqués dans le tableau 8-4. Les coûts de remplacement sont introduits dans le calendrier des dépenses (tableau 10-1) en fonction de la durée de vie des équipements.

Les coûts de remplacement des équipements des fermes mécanisées et des installations agro-industrielles sont aussi indiqués dans le tableau 10-1. Ils sont introduits dans le calendrier des dépenses selon la durée de vie des équipements jusqu'à l'année 22 du projet, après quoi ils sont introduits sous forme d'une annuité moyenne équivalente.

Tableau 8-3: COUTS D'INVESTISSEMENT DES INSTALLATIONS AGRO-INDUSTRIELLES
(en millions FCFA)

Année	Production		Transformation 3)				Total (1) à (6)
	Ferme mécanisée 1)	Administra- tion du projet 2)	Rizeries industri- elles	Rizeries village- oises	Traite- ment des semences	Elevage	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1980							432,6
1981	313,3		119,3				56,9
1982		56,9					67,9
1983		53,6	14,3				
1984							
1985	293,9		162,3		34,0	43,0	533,2
1986	64,9	73,0	28,6	90,9			257,4
1987		172,7		78,4			251,1
1988		166,3		107,4			273,7
1989				169,3			169,3
1990	221,9		119,4	49,5		23,0	413,8
1991	105,3		71,5				176,8
1992				45,4			45,4
1993	221,9		119,3	16,5		12,0	369,7
1994	64,9		57,2	45,4			167,5
1995	40,4			61,9			102,3
1996				16,5			16,5
1997				45,4			45,4
1998				16,5			16,5
1999							
Total	1 326	523	692	743	34	78	3 396

Note:

- (1) cf Rapport 6, Tableau 6-11
 (2) cf Rapport 12, Tableau A7-1
 (3) cf Rapport 7, Tableaux 7-3, 7-5, 7-6, 7-7
 Les fonds de roulement ne sont pas compris.

Tableau 8-4: COUT ET DUREE DE VIE DES EQUIPEMENTS ELECTRO-MECANIQUES

Equipement	Durée de vie (h)	Utilisation annuelle (h/an)	Durée de vie (ans)	Année et phase de l'investissement initial	Montant de l'investissement initial (millions FCFA)
<u>Station de pompage du périmètre pilote</u> 1)					
Pompes	30 000	1 200	28	1981/82 (I)	46,3
Moteurs (diesel)	15 000	1 200	14	1981/82 (I)	47,5
<u>Station de pompage principale rive droite</u>					
Pompes	30 000	1 050	28	1984/85 (II)	106,9
				1987 (III)	71,3
Moteurs (électriques)	40 000	1 050	38	1984/85 (II)	60,6
				1987 (III)	40,4
Equipement électro-mécanique	-	-	25	1984/85 (II)	83,2
<u>Station de pompage secondaire</u>					
Pompes	30 000	1 050	28	1987 (III)	90,3
Moteurs (diesel)	15 000	1 050	14	1987 (III)	95,0
Equipement électro-mécanique	-	-	25	1987 (III)	7,1
<u>Station de pompage principale rive gauche</u>					
Pompes	30 000	1 750	17	1989 (IV)	68,9
				1992 (V)	68,9
Moteurs (diesel)	15 000	1 750	8	1989 (IV)	154,4
				1992 (V)	154,4
Equipement électro-mécanique	-	-	25	1989 (IV)	83,2
<u>Centrale hydro-électrique</u>					
Turbines	30 000	1 200	28	1984/85 (II)	475,2
Alternateurs	40 000	1 200	33	1984/85 (II)	332,6

1) Cet équipement est déplacé à la station de pompage principale de la rive droite après 4 ans.

8.3.2 Coûts d'exploitation et d'entretien

Ils comprennent les dépenses directes encourrues pour l'exploitation et l'entretien des ouvrages du projet, ainsi que les dépenses correspondantes du Département Agricole de l'Administration du projet, qui comprendra les services de vulgarisation et autres services d'assistance aux agriculteurs. Les coûts d'exploitation et d'entretien ne comprennent par contre pas le coût des services rendus sur une base commerciale, comme par exemple la location de tracteurs, ni les coûts relatifs à la distribution des facteurs de production.

Il est commode d'exprimer les coûts d'exploitation et d'entretien en pourcentage des coûts de construction. Les pourcentages utilisés et les coûts annuels correspondants sont indiqués dans le tableau 8-5. Dans l'ensemble, les coûts d'exploitation et d'entretien représentent 1.4 % du coût de construction du projet.

8.3.3 Coûts de pompage

Une étude d'exploitation a été effectuée par simulation sur un modèle mathématique pour déterminer les quantités d'énergie qui peuvent être produites annuellement par la centrale hydro-électrique et transmises à la station de pompage de la rive droite. Les calculs ont été faits pour une série synthétique de 61 années, comprenant deux cycles humides et deux cycles secs. Cette étude a montré qu'en moyenne 86 % des besoins en énergie de la station de pompage de la rive droite peuvent être couverts par l'énergie hydro-électrique produite dans le cadre du projet, tandis que les 14 % restants doivent être fournis par des groupes diesel. Une représentation graphique du bilan énergétique annuel est donnée par les figures 3-6 et 3-7. Les coûts de pompage pour chaque station de pompage sont indiqués au tableau 8-6. Ils ont été calculés sur la base d'un prix du carburant de 65 FCFA par litre (cf. para. 9.2.5.).

Tableau 8-5: COÛTS D'EXPLOITATION ET D'ENTRETIEN

(en millions FCFA)

Position	Pourcentage annuel (%)	Total des coûts de construction ¹⁾	Coûts d'exploitation et d'entretien					
			Phase I	Phase II	Phase III	Phase IV	Phase V	
1. BARRAGES ET OUVRAGES ANNEXES								
1.1 Routes d'accès ²⁾	3	249	1,2	3,8	3,8	3,8	3,8	
1.2 Barrages	0,5	4 718	2,4	23,6	23,6	23,6	23,6	
1.3 Centrale hydro-électrique génie civil	1,5	570		8,6	8,6	8,6	8,6	
1.4 Centrale hydro-électrique équipement électromécanique	3	879		26,4	26,4	26,4	26,4	
1.5 Lignes de transmission	2	105		2,1	2,1	2,1	2,1	
1.6 Aménagement des lits des rivières	5	236		11,9	11,9	11,9	11,9	
1.7 Sous-total		6 757	3,6	76,4	76,4	76,4	76,4	
2. STATIONS DE POMPAGE ET OUVRAGES ANNEXES								
2.1 Routes d'accès	3	18	0,4	0,6	0,6	0,6	0,6	
2.2 Génie civil	1,5	616	0,8	6,7	8,6	9,3	9,3	
2.3 Equipement :								
2.3.1 électromécanique	3	1 872	2,9	24,1	39,4	49,1	56,2	
2.3.2 moteurs diesel	6	451	2,9	2,9	8,6	17,8	27,1	
2.4 Conduites forcées	0,5	849	0,4	2,0	2,5	4,3	4,3	
2.5 Chenaux d'aménée	2	127	0,8	2,5	2,5	2,5	2,5	
2.6 Bassin de compensation	2	122				2,4	2,4	
2.7 Sous-total		4 055	8,2	38,8	62,2	86,0	102,4	
3. RESEAUX D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE								
3.1 Canaux principaux	1,5	8 803	9,4	40,6	57,1	90,4	132,0	
3.2 Canaux et collecteurs secondaires	5	2 350	9,5	32,1	55,5	85,6	117,5	
3.3 Collecteurs principaux	2	815		3,5	7,3	11,9	16,3	
3.4 Routes principales ²⁾	3	1 166	1,7	4,3	7,4	12,0	17,5	
3.5 Routes secondaires	3	1 956	4,2	16,4	26,8	41,3	58,7	
3.6 Sous-total		15 090	24,8	96,9	154,1	241,2	342,0	
4. BATIMENTS ³⁾	1,5	1 497	2,6	6,8	8,5	10,2	11,3	
5. TOTAL			39,2	218,9	301,2	413,8	532,1	

1) y compris 10% d'imprévus et 8% de frais d'administration et d'études

2) 50% du coût d'entretien des routes sont à la charge du département local des Travaux Publics

3) 50% du coût d'entretien des bâtiments sont à la charge de l'Administration du projet

Tableau 8-6: COUTS ANNUELS DU CARBURANT DIESEL ¹⁾ POUR LE POMPAGE ²⁾

Année	Station de pompage du périmètre pilote (1 420 ha)			Station de pompage principale rive droite (7 490 ha)			Station de pompage secondaire (2 255 ha)			Station de pompage principale rive gauche (8 775 ha)			Ensemble du projet (16 265 ha)		
	Pompage (10 ⁶ m ³)	Carburant (10 ³ l)	Coût (10 ⁶ FCFA)	Pompage (10 ⁶ m ³)	Carburant (10 ³ l)	Coût (10 ⁶ FCFA)	Pompage (10 ⁶ m ³)	Carburant (10 ³ l)	Coût (10 ⁶ FCFA)	Pompage (10 ⁶ m ³)	Carburant (10 ³ l)	Coût (10 ⁶ FCFA)	Pompage (10 ⁶ m ³)	Carburant (10 ³ l)	Coût (10 ⁶ FCFA)
1980															
81	0	0	0										0	0	0
82	8,7	122,6	8,0										8,7	122,6	8,0
83	11,8	166,3	10,8										11,8	166,3	10,8
84	17,7	249,4	16,2										17,7	249,4	16,2
1985	16,8	236,7	15,4										16,8	236,7	15,4
86				1,8	24,8	1,6							1,8	24,8	1,6
87				4,3	61,2	4,0							4,3	61,2	4,0
88				7,8	110,2	7,2	9,0	97,6	6,3				16,8	207,8	13,5
89				12,5	176,4	11,5	26,3	285,1	18,5				38,8	461,5	30,0
1990				12,3	173,4	11,3	25,9	280,7	18,2	13,0	267,7	17,4	51,2	721,8	46,9
91				12,1	171,0	11,1	25,5	276,4	18,0	28,2	580,8	37,8	65,8	1 028,2	66,9
92				12,0	169,7	11,0	24,9	269,9	17,5	45,2	930,9	60,5	82,1	1 370,5	89,0
93				11,9	168,1	10,9	24,4	264,5	17,2	59,0	1 215,1	79,0	95,3	1 647,7	107,1
94				11,8	166,5	10,8	23,8	258,0	16,8	72,9	1 501,4	97,6	108,5	1 925,9	125,2
1995				11,8	166,1	10,8	23,6	255,8	16,6	86,1	1 773,3	115,3	121,5	2 195,2	142,2
96										99,3	2 045,1	132,9	134,7	2 467,0	160,3
1997															
2030				11,8	166,1	10,8	23,6	255,8	16,6	98,0	2 018,3	131,2	133,4	2 440,2	158,6

1) Calculé à la valeur économique de 65 FCFA/litre

2) Volumes de pompage: voir Annexe 2 du Rapport 13

8.4 Répartition des coûts en devises et monnaie locale

Les coûts du projet, y compris les coûts des facteurs de production, ont été répartis en dépenses en devises et dépenses en monnaie locale (cf. tableau 8-2), en appliquant les coefficients de dépenses en devises indiqués au tableau 8-7. La part en devises représente pour chaque position la part des biens et services qui doivent être achetés de l'étranger.

8.5 Calendrier des dépenses d'investissement

Le calendrier des dépenses d'investissement du projet est indiqué au tableau 8-8. Il est basé sur le devis estimatif des ouvrages donné au tableau 8-2, celui des fermes mécanisées et des installations agro-industrielles donné au tableau 8-3 et le programme de construction donné au tableau 3-8. Pour tous les travaux, on a admis que les entreprises recevraient un acompte initial de 20 %.

Tableau 8-7: DEPENSES EN DEVISES

	Proportion en devises %
1. <u>Coûts de construction</u>	
Barrages et ouvrages auxiliaires	50
Centrale hydro-électrique et stations de pompage	
Génie civil	25
Conduites forcées	55
Equipement électro-mécanique	75
Lignes de transmission	55
Collecteurs, chenaux d'aménée, défrichage, réseaux tertiaires, routes, bassin de compensation, canaux secondaires	50
Canaux principaux	40
Bâtiments et machines	40
2. <u>Coûts de recasement</u>	0
3. <u>Coûts des installations agro-industrielles</u>	
Rizeries industrielles et installations de traitement des aliments pour le bétail	45
Rizeries villageoises et installations de traitement des semences	40
4. <u>Coûts d'exploitation et d'entretien</u>	20
5. <u>Coûts de l'énergie de pompage</u>	65
6. <u>Machines agricoles</u>	80

Tableau 8-8: FLUX DES COÛTS D'INVESTISSEMENT
(en millions FCFA)

(lorsqu'ils diffèrent des coûts financiers, les coûts économiques sont donnés entre parenthèses)

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
PHASE I (y compris ferme pilote)																	
Projet de détail	—																
Appel d'offres	—																
Construction:																	
Barrage du confluent et de la station de pompage	266	623(582)															
Réseau de distribution et aménagement des parcelles	440	660	660	441(210)													
Installations agro-industrielles 1)		313	57	54													
		119		14													
PHASES II/III Rive droite																	
Projet de détail				—													
Appel d'offres				—													
Construction:																	
Barrage de Niandouba et centrale hydro-électrique				1448	2896	1448											
Barrage de garde d'Anambé et modification du barrage du confluent						25	235	353									
Station de pompage principale de la rive droite et ouvrages auxiliaires				434	724	290											
Installation des pompes								91	211								
Fondations de la station de pompage de la rive gauche						59	139										
Déplacement de la station de pompage de la Phase I							65										
Station de pompage secondaire								139	323								
Canaux et collecteurs principaux, routes et bâtiments				600	1795	1111	853	340									
Canaux secondaires et tertiaires, réseau de drainage, aménagement des parcelles				470	1412	1015	850	793	545								
Installations agro-industrielles 1)						294	138	173	166								
						239	120	78	108								
PHASES IV/V Rive gauche																	
Station de pompage principale de la rive gauche et ouvrages auxiliaires								146	342								
Installation des pompes								190	285			118	274				
Canaux et collecteurs principaux, routes et bâtiments								450	1935	1298	1937	875					
Canaux secondaires et tertiaires, réseau de drainage, aménagement des parcelles										(1034)		(614)					
Installations agro-industrielles 1)								350	900	900	850	1010	750	800	700	600	459
											222	105		222	165	40	
										169	192	72	45	148	103	62	17
TOTAL: coûts financiers	706	1 715	717	3 461	6 886	4 861	2 544	2 864	4 186	2 652	3 201	2 180	1 069	1 170	868	702	476
TOTAL: coûts économiques	706	1 674	717	3 230	6 886	4 409	2 544	2 654	4 186	2 388	3 201	1 919	1 069	1 170	868	702	476

1) Les coûts d'investissements pour les installations de production sont donnés au-dessus de la ligne et ceux pour les installations de transformation au-dessous de la ligne

9. BENEFICES ECONOMIQUES

9. BENEFICES ECONOMIQUES

9.1 Marché pour la production du projet

Le riz, le maïs et le sorgho produits par le projet vont contribuer à réduire l'important déficit actuel du Sénégal en céréales, qui oblige le pays à importer de grandes quantités de denrées alimentaires. Lorsqu'il aura été complètement réalisé en l'an 2001, le projet de l'Anambé fournira à la consommation domestique 57 000 tonnes de riz décortiqué. En 1990, à l'achèvement de la Phase III, la production de riz décortiqué atteindra 25 500 tonnes. Ce chiffre est à comparer avec le volume des importations qui est estimé à 193 000 tonnes pour l'année 1990. La production de maïs et de sorgho, respectivement 3 000 tonnes et 1 700 tonnes en 1990 (et à peu près le double à l'achèvement du projet) est insignifiante par rapport à la demande.

Le riz alimentera trois marchés. Le premier marché est constitué par la consommation locale dans la région du projet et aux alentours, qui absorbera environ 20 % de la production des petites exploitations. La plus grande partie de ce riz sera décortiqué de façon traditionnelle par les consommateurs eux-mêmes.

Le deuxième marché est celui du riz brisé. Ce marché, qui est concentré dans les principales villes du Sénégal et en particulier à Dakar, est actuellement alimenté essentiellement par les importations qui atteignent 175 000 à 200 000 tonnes par an. En régime de croisière le projet produira environ 24 000 tonnes de riz brisé qui viendront se substituer aux importations sur les marchés urbains. Les frais de transport entre la région du projet et Dakar et le fait que Dakar, étant un port, est favorablement situé pour l'importation, tendent à défavoriser sur le marché de

Dakar le riz brisé provenant du projet. Par conséquent le riz du projet doit autant que possible être substitué à du riz importé dans des villes proches de la région du projet, telles que Ziguinchor et Kaolack.

Le troisième marché alimenté par le projet concerne le riz à grains entiers. Les habitudes et le prix ont limité jusqu'à maintenant la demande de riz à grains entiers au Sénégal. Néanmoins on estime, sur la base des permis d'importation accordés, que les importations sont actuellement de l'ordre de 15 000 tonnes par an. L'élasticité de la demande par rapport au revenu est probablement plus élevée pour le riz à grains entiers, qui est considéré comme un produit de luxe par la grande majorité des Sénégalais, que celle de la demande de riz en général, qui est de l'ordre de 0,3. On estime que le projet produira environ 16 000 tonnes de riz à grains entiers en 1990 et plus tard, lorsqu'il aura atteint sa pleine production, 29 000 tonnes. On peut donc considérer que le projet sera en mesure de fournir une part substantielle de la demande locale de riz à grains entiers. L'exportation de riz de haute qualité produit par le projet est aussi une possibilité, mais qui correspond moins aux objectifs économiques et politiques du Sénégal.

On peut admettre qu'à plein développement, la production annuelle de riz par le projet se divisera entre ces trois marchés de la manière suivante:

	Petites exploitations		Fermes mécanisées		Total tonnes
	%	tonnes	%	tonnes	
Riz paddy pour la consommation locale	20	7 000	-	-	7 000
Riz brisé	40	14 000	30	6 500	20 500
Riz à grains entiers	40	14 000	70	15 000	29 000
Total	100	35 000	100	21 500	56 500

Le maïs et le sorgho seront consommés localement, le maïs jaune produit par les fermes mécanisées étant utilisé pour l'alimentation du bétail.

9.2 Prix

9.2.1 Valeur du paddy à la production et du riz à la rizerie

Les prix des céréales donnés au tableau 5-3 sont des prix fixés par le Gouvernement qui a donné à certaines organisations le monopole de la commercialisation de certains produits. Les prix payés aux producteurs par ces organisations sont uniformes par régions pour un certain produit, sauf pour le coton et le riz pour lesquels des déductions sont faites lorsque la qualité laisse à désirer.

Ces prix payés aux producteurs ont été utilisés pour l'établissement des budgets des exploitations et pour l'analyse financière (chapitres 5 et 10). Pour l'évaluation économique la valeur à la production du paddy a été calculée sur la base des prix mondiaux estimés par la Banque Mondiale pour 1985, ajustés à une valeur 1979 et corrigés pour tenir compte des frais intermédiaires de transport, stockage et traitement. Ce calcul est donné dans le tableau 9-1. Le paddy destiné à être vendu comme riz brisé dans les villes a une valeur économique à la production de 44 FCFA/kg. La valeur correspondante du paddy vendu comme riz à grains entiers à Dakar est 59 FCFA/kg. Si l'on se base sur les prix mondiaux, la valeur du riz consommé dans la région du projet serait de 98 FCFA/kg. Ce chiffre peut être comparé avec les prix constatés sur le marché local de 100 à 110 FCFA/kg. On a retenu finalement pour le riz vendu ou consommé localement le chiffre de 100 FCFA/kg, ce qui correspond à une valeur du paddy à la production de 65 FCFA/kg.

On a alors calculé, sur la base des prix ci-dessus et des pourcentages indiqués au tableau de la page 9-2, la valeur pondérée à la production du riz produit par les petites exploitations et par les fermes mécanisées. La valeur du riz blanc décortiqué à la rizerie a été obtenue en se basant sur les prix estimés pour 1985 sur le marché mondial et en tenant compte des frais de transport, traitement, stockage et des droits.

Tableau 9-1: STRUCTURE DU PRIX DU RIZ EN 1985

SUBSTITUTION D'IMPORTATION DU RIZ BRISÉ (THAÏLANDE) SUR LE MARCHÉ DE DAKAR

ET AUTRES VILLES

	Brisures FCFA/tonne	US \$/tonne	Grain entier FCFA/tonne
Riz prix exportation Thaïlande, 5 % brisé, FOB Bangkok (termes 1978)	100 450 ⁽²⁾	410 ⁽¹⁾	100 450
Augmenté en termes mi 1979		10 %	
Prix exportation mi 1979	99 000 ⁽³⁾	450	99 000
Riz prix exportation Thaïlande 100 % brisé	69 300 ⁽⁴⁾		
Transport maritime et assurance	11 000	50	11 000
Prix importation CAF, Dakar	80 300		110 000
Plus charges portuaires, douanes, manutention	3 700		3 700
Plus marge d'importation	1 000		1 000
Plus frais de stockage	2 500		2 500
Prix de la marchandise au débarquement à Dakar	87 500		117 200
Moins transport Dakar-Vélingara	10 000		10 000
Riz, prix sortie usine zone du projet	77 500		107 200
Prix paddy (65 % rendement)	50 375		69 680
Coût transformation	8 500		9 500
Coût d'achat et de collecte	1 000		1 000
Prix économique paddy au producteur, référence Dakar	40 875		59 180
Prix moyen au producteur, référence mélange de plusieurs centres urbains	43 960 ⁽⁵⁾		
Arrondi à	44 000		59 000

Notes (1) Prévisions Banque Mondiale de Mai 1977 en dollars constants 1977, augmentées en termes janvier 1978, conformément à Index Inflation dans les pays en voie développement.

(2) Taux de change 245 FCFA = 1 dollar (1978)

(3) Taux de change 220 FCFA = 1 dollar (1979)

(4) Obtenu en appliquant une réduction de 30 % au prix exportation Thaïlande 5 % brisé

(5) Pour la vente dans d'autres centres urbains :
- ajouter transport Dakar-centre urbain
- ajouter/soustraire différence dans les frais de transport de la rizerie de Vélingara au centre urbain

Centre urbain	Prix économique au producteur de référence FCFA/tonne
Dakar	40 875
Rufisque	41 632
Thiès	42 200
Diourbel	44 255
Kaolack	45 986
Ziguinchor	48 814
Prix moyen	43 960

On a obtenu les valeurs suivantes:

Tableau 9-2: VALEUR ECONOMIQUE DU PADDY A LA PRODUCTION
ET DU RIZ A LA RIZERIE

	Paddy à la production (FCFA/kg)	Riz à la rizerie (FCFA/kg)
Riz consommé localement	65	-
Riz brisé vendu dans les villes	44	82
Riz à grains entiers vendu à Dakar	59	107
Valeurs pondérées:		
paddy des fermes paysannes ou mécanisées	54	
riz des rizeries villageoises		95
riz des rizeries industrielles		100

Les valeurs obtenues pour le riz décortiqué sont comparables avec les prix pratiqués en Casamance dans les marchés échappant au contrôle gouvernemental. Elles sont aussi comparables avec les prix observés à Dakar à la fin de 1979, qui étaient influencés par les prix exceptionnellement bas sur le marché mondial, duquel le Sénégal importait alors le riz brisé.

9.2.2 Valeur à la production du maïs et du sorgho

La valeur à la production du maïs, basée sur les prix du marché mondial, pour vente à Dakar, correspond au prix d'intervention du gouvernement (cf. Rapport 13, Annexe 1). Les prix observés sur le marché local, tant pour le maïs que pour le sorgho, sont seulement faiblement supérieurs aux prix d'intervention du gouvernement. On a donc retenu ces derniers, c'est-à-dire 37 FCFA/kg pour le maïs et 40 FCFA/kg pour le sorgho, comme valeurs à la production.

9.2.3 Valeurs des facteurs de production

Les engrais bénéficient d'importants subsides au Sénégal. La valeur économique de l'urée et des engrais combinés a été calculée comme il est indiqué au tableau 9-3.

Comme il n'y a pas de subsides pour les produits chimiques pour l'agriculture, on a adopté comme valeur économique de ces derniers leur prix de vente sur le marché.

9.2.4 Main d'oeuvre non qualifiée

La valeur économique (shadow price) adoptée pour la main d'oeuvre non qualifiée n'a guère d'influence sur l'évaluation économique, étant donné que la main d'oeuvre non qualifiée ne constitue qu'une faible partie des coûts de construction et que très peu d'ouvriers sont engagés sur les petites exploitations. On a retenu le chiffre de 400 FCFA par jour (cf. Rapport 13, para. 3.2.5), qui est voisin du revenu actuel par journée de travail dans l'agriculture traditionnelle (voir tableau 5-7).

Tableau 9-3: STRUCTURE DU PRIX DES ENGRAIS, 1985

	FCFA/tonne	Dollar US/tonne
<u>Urée</u>		
Prix de base, termes 1979 ⁽¹⁾	50 600	230 ⁽²⁾
Transport maritime, assurance	7 700	35
Charges portuaires, douanes, manutention	3 700	
Marge d'importation, frais stockage	3 500	
Prix marchandise au débarquement à Dakar	65 500	
Transport Dakar - Vélingara 565 km à 20,8 FCFA/t.km	11 750	
Total	77 250	
Valeur économique marchandise livrée dans la zone du projet	77 FCFA/kg	
<u>NPK (14.7.7)</u>		
Prix de base, termes 1979 ⁽³⁾	30 800	
Autres charges comme ci-dessus	26 650	
Total	57 450	
Valeur économique marchandise livrée dans la zone du projet	57 FCFA/kg	

Notes : (1) FOB Europe, en sacs

(2) Index de 130,9 appliqué aux estimations de la BIRD de 1977 en dollars constants 1975

(3) Fondé sur le prix de l'urée et la proportion des substances nutritives (28 : 46)

9.2.5 Carburant

Le pétrole brut importé est raffiné au Sénégal par la Société Africaine de Raffinage et distribué par différentes compagnies pétrolières multinationales.

Le prix du carburant a évolué rapidement durant la période de l'étude. Le prix du carburant diesel vendu dans la zone du projet est calculé comme suit (sans taxes):

	Mi 1979 FCFA/tonne	Début 1980 FCFA/tonne
Carburant diesel à la raffinerie	55 000	74 000
Transport dans la zone du projet	<u>13 000</u>	<u>16 000</u>
Total	68 000	90 000
Prix équivalent par litre (FCFA)	57,8	76,5

Une valeur économique de 65 FCFA par litre a été utilisée dans la présente étude. Cette valeur représente la situation à la mi-1979, date de référence pour tous les coûts, avec cependant un ajustement pour tenir compte de la tendance à la hausse observée à l'époque. On peut comparer ce chiffre au prix de 85 FCFA/litre qui était demandé à la pompe à mi-1979.

9.3 Bénéfices fournis par les cultures

9.3.1 Introduction

Les bénéfices nets du projet, provenant de la culture du riz et d'autres céréales, sont obtenus en faisant la différence entre les revenus agricoles nets obtenus par le projet proposé et ceux que l'on obtiendrait

sans le projet. Dans les deux cas, on prend en considération les revenus nets, c'est-à-dire que l'on déduit de la valeur de la production agricole les coûts des facteurs de production, toutes les valeurs étant exprimées en termes économiques.

9.3.2 Bénéfices nets avec le projet

Les bénéfices nets provenant de la production agricole sont donnés par le tableau 9-4. Le détail des coûts de production des petites exploitations est indiqué au tableau 9-5.

9.3.3 Bénéfices nets sans le projet

Les terres actuellement cultivées qui sont comprises dans les limites des périmètres d'irrigation proposés sont indiqués dans le tableau 9-6. La plus grande partie de ces terres sont situées dans la région sud, près des villages de Kabendou et Kounkané, de part et d'autre de l'Anambé.

Tableau 9-6: BENEFCES DE LA PRODUCTION AGRICOLE SANS LE PROJET

		Riz	Cultures de plateau	Total
Terres arables, y compris jachères	(ha)	600	1 800	2 400
Pourcentage de terres en jachère	(%)	50	30	
Déduction pour voies d'accès et divers	(%)	10	10	
Surface cultivée nette	(ha)	240	1 080	1 320
Valeur annuelle de la production par ha cultivé net (cf. Rapport 13, tableau 13-23)	(FCFA)	50 000	60 000	
Bénéfices nets	(millions FCFA)	12	65	77

Tableau 9-4: BENEFACTES NETS DE LA PRODUCTION AGRICOLE

(en millions FCFA)

Année	Valeur brute de la production 1)				Coûts des facteurs de production						Valeur nette de la production agricole					
	Ferme mécanisée	Adminis- tration du projet	Petites exploit- ations	Total	Ferme mécanisée 2)	Administration du projet			Petites exploit- ations 5)	Total	Valeur nette avec le projet				Valeur nette de la pro- duction sans le projet 6)	Bénéfices agricoles nets
						Terres ex- ploitées temporai- rement 3)	Aménage- ment des terrains 4)	Sous- total			Ferme mécanisée	Adminis- tration du projet	Petits exploit- ants	Total		
1980																
1981					13					13	- 13			- 13	5	- 18
1982	191			191	109		5	5		114	82	- 5		77	5	72
1983	191	53	15	259	96	23	13	36	5	137	95	17	10	122	5	117
1984	191	145	57	393	96	63	10	73	16	185	95	72	41	208	14	194
1985	191		170	361	117		6	6	48	171	74	- 6	122	190	24	166
1986	575	55	218	848	276	24	25	49	63	388	299	6	155	460	24	436
1987	693	316	282	1 291	312	137	43	180	82	574	381	136	200	717	32	685
1988	693	600	400	1 693	304	262	43	305	114	723	389	295	286	970	41	929
1989	693	834	605	2 132	304	361	41	405	171	880	389	429	434	1 252	51	1 201
1990	797	826	886	2 509	320	361	14	375	252	947	477	451	634	1 562	61	1 501
1991	1 071	618	1 172	2 861	447	270	14	284	330	1 061	624	334	842	1 800	71	1 729
1992	1 280	493	1 469	3 242	532	216	28	244	412	1 188	748	249	1 057	2 054	71	1 983
1993	1 280	502	1 787	3 569	518	217	28	245	499	1 262	762	257	1 288	2 307	77	2 230
1994	1 502	215	2 157	3 874	639	119	20	139	595	1 373	863	76	1 562	2 501	77	2 424
1995	1 667	246	2 470	4 383	688	106	26	132	678	1 498	979	114	1 792	2 885	77	2 808
1996	1 823	214	2 788	4 825	723	92	14	106	759	1 588	1 100	108	2 029	3 237	77	3 160
1997	1 823		3 043	4 866	717				823	1 540	1 106		2 220	3 326	77	3 249
1998	1 893		3 138	5 031	711				842	1 553	1 182		2 296	3 478	77	3 401
1999	1 922		3 214	5 136	711				856	1 567	1 211		2 358	3 569	77	3 492
2000	1 950		3 291	5 241	711				871	1 582	1 239		2 420	3 659	77	3 582
2001- 2030	1 950		3 348	5 298	711				883	1 594	1 239		2 465	3 704	77	3 627

1) Production: cf. Tableau 5-6

Valeurs économiques: riz 54 FCFA/kg
maïs 37 FCFA/kg
sorgho 40 FCFA/kg

2) 144 000 FCFA/ha: cf. Tableau 5-8

3) 132 000 FCFA/ha: coûts de production de la ferme mécanisée, réduits de 12 000 FCFA/ha imputés aux frais généraux de fonctionnement

4) Coûts de l'aménagement des terres pour les petites exploitations, y compris terres cultivées temporairement par l'Administration du projet. Les coûts correspondants pour la ferme mécanisée sont inclus dans la colonne "Ferme mécanisée"

5) Cf. Tableau 9-5

6) Production supplantée par le projet.

Tableau 9-5: COÛTS ANNUELS DES PETITES EXPLOITATIONS

1. Coûts de production par hectare (FCFA)

	R i z				S o r g h o				M a i s			
	Saison humide		Saison sèche		Saison humide		Saison sèche		Saison humide		Saison sèche	
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2
Semences	5 900	7 080	5 900	7 080	475	713	475	713	2 000	2 000	2 000	2 000
Engrais NPK	5 700	11 400	5 700	11 400	5 700	8 550	5 700	11 400	5 700	8 550	5 700	11 400
Urée	6 160	9 240	7 700	9 240	5 390	7 700	5 390	7 700	6 160	7 700	6 160	9 240
Herbicides	-	-	6 000	6 000	-	-	-	-	-	-	-	-
Insecticides	4 500	4 500	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250	2 250
Traitement des semences	1 900	2 050	2 100	2 750	1 150	1 175	1 250	1 675	1 200	1 600	1 500	1 500
Équipement agricole	14 953	14 953	14 953	14 953	14 953	14 953	14 953	14 953	17 153	17 953	17 753	18 653
Total	39 113	49 223	44 603	53 673	29 918	35 341	30 018	38 691	34 463	40 053	35 363	45 043

2. Coûts total de production (en millions FCFA, sauf indiqué autrement)

Année	R i z				S o r g h o				M a i s				T O T A L			
	Saison humide		Saison sèche		Saison humide		Saison sèche		Saison humide		Saison sèche		Saison humide		Saison sèche	
	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 1	Niveau 2
Coût par ha FCFA/an	39 113	49 223	44 603	53 673	29 918	35 341	30 018	38 691	34 463	40 053	35 363	45 043				
1981																
1982					2		1		1		1			3	2	5
1983					2		1		1		1		11	3	2	16
1984	6		5		2		1		1		1		43	3	2	48
1985	24		19		4		5		2		3		49	9	5	63
1986	30		19		3	2	5	2	2	1	3	1	63	12	7	82
1987	39		24		7	2	10	2	4	1	6	1	81	21	12	114
1988	45	8	22	6	7	2	18	2	4	1	11	1	125	29	17	171
1989	57	30	15	23	7	2	18	2	4	1	11	1	125	29	17	171
1990	92	38	38	23	7	5	20	6	4	3	12	4	191	38	23	252
1991	126	49	55	29	7	6	24	8	4	3	14	5	259	45	26	330
1992	156	65	71	33	4	10	26	15	2	6	15	9	325	55	32	412
1993	169	103	84	40	5	10	25	25	3	6	14	15	396	65	38	499
1994	173	154	91	68	3	13	21	32	2	7	13	18	486	69	40	595
1995	167	208	87	95	2	14	21	39	1	8	13	23	557	76	45	678
1996	161	262	91	118	1	14	16	48	1	9	10	28	632	79	48	759
1997	144	315	91	142		16	10	57		9	6	33	692	83	48	823
1998	100	371	61	178		16	8	59		9	5	38	710	83	49	842
1999	63	418	44	199		16	2	66		9	1	40	724	84	48	856
2000	26	464	20	227		16		69		9			737	85	49	871
2001-2030	-	497	-	252		16		69		9		40	749	85	49	883

Sources: Valeurs économiques des facteurs de production: cf. Tableau 5-3
 Valeur économique de l'équipement agricole: cf. Rapport 6, Annexe 6
 Quantités des facteurs de production: cf. Tableau 5-2
 Surfaces cultivées: cf. Tableau 3-7

- 1) Niveau 1: agriculture semi-intensive (4 premières années)
 Niveau 2: agriculture intensive (régime de croisière)

La probabilité d'augmentation des surfaces cultivées dans les zones prévues pour les périmètres d'irrigation est faible, étant donné les façons culturales actuellement pratiquées. Il est nécessaire de laisser la terre retourner à l'état sauvage périodiquement si l'on veut qu'elle recouvre sa fertilité naturelle, à moins que l'on n'ait recours à une utilisation accrue d'engrais, ce qui est un développement peu probable. On peut donc admettre que les surfaces cultivées et les rendements actuels dans la zone prévue pour les périmètres d'irrigation représentent aussi les conditions futures.

Alors que les superficies mentionnées ci-dessus sont cultivées, la plus grande partie de la zone prévue pour les périmètres d'irrigation est boisée et sert à la pâture du bétail. La majorité des terres, celles qui forment les terrasses supérieures et inférieures et la plaine centrale d'inondation, sont situées en-dessous de la cote 29 m IGN et sont utilisées pour la pâture en saison sèche. Les études effectuées par l'IEMVT en 1970 indiquent que la capacité de la plaine centrale est de 4 à 5 ha/UBT et celle des terrasses de 6 à 10 ha/UBT, l'UBT étant l'Unité de Bétail Tropicale, représentant 250 kg vifs par animal. Les terres situées à une altitude plus élevée dans le périmètre sont utilisées pour la pâture toute l'année.

La valeur économique des terres du projet réside donc principalement dans leur utilisation comme pâturage durant la saison sèche. On a admis une valeur moyenne de 7 ha/UBT pour l'ensemble des 16 400 ha qui seront occupés par le projet. La valeur annuelle peut donc être calculée comme suit:

Nombre d'UBT supporté par la zone du projet:	$\frac{16\ 400}{7} = 2\ 343$
Rythme d'abattage:	10 %
Poids par UBT:	250 kg
Valeur de la viande:	200 FCFA/kg
Valeur du pâturage par année:	$10\% \times 2\ 343 \times 250 \times 200 = 11,7$ millions FCFA ou 710 FCFA/ha

Une fois le projet réalisé, les cultures de saison sèche dans les zones avoisinant les périmètres d'irrigation verront leur valeur augmenter. En outre le bétail aura un accès plus facile à l'eau du fait de la présence des canaux d'irrigation. Des déchets de cultures, tant en saison sèche qu'en hivernage, pourront être utilisés comme aliment pour le bétail. L'effet combiné de ces facteurs fera plus que compenser la réduction de surface de pâturage en saison sèche et par conséquent celle-ci peut être négligée dans l'évaluation économique.

9.3.4 Effets induits du projet sur les terres avoisinantes

Les petits agriculteurs qui vont venir s'établir dans la zone du projet proviendront partiellement des villages avoisinants et partiellement de plus loin. Il faut s'attendre à ce que la majorité fassent lentement et prudemment la transition de l'irrigation pluviale à l'irrigation intensive, se réservant la possibilité de revenir à leur agriculture traditionnelle s'ils sont déçus des expériences faites dans le cadre du projet.

Au début le transfert de main d'oeuvre des régions agricoles avoisinantes au projet peut résulter en une diminution de la production agricole aux alentours du projet. Cependant l'expansion démographique et la diffusion des techniques modernes apportées par le projet vont rapidement renverser cette évolution. A long terme l'effet du projet sera positif. Comme il est toutefois difficile de quantifier ce bénéfice, on n'en a pas tenu compte dans l'évaluation économique du projet.

9.4 Bénéfices des industries agricoles

Les bénéfices nets provenant des industries agricoles correspondent à la différence entre la valeur ajoutée brute et les coûts de production.

La valeur ajoutée brute pour chaque type d'entreprise industrielle est calculée au tableau 9-8. La valeur du riz blanc décortiqué produit dans les rizeries industrielles et villageoises a été admise égale à 100 FCFA/kg et 95 FCFA/kg respectivement. Une valeur de 5 FCFA/kg a été admise pour le son.

Les coûts de production sont résumés dans le tableau 9-7. Ils sont basés sur les flux de dépenses présentés dans le Rapport 7 - Agro-industrie, dont on a éliminé les frais d'intérêts et de dépréciation et où l'on a donné à la main d'oeuvre et au carburant leurs valeurs économiques.

Les bénéfices des industries agricoles sont résumés dans le tableau 9-7.

9.5 Autres bénéfices directs

9.5.1 Approvisionnement en eau

D'une manière générale l'approvisionnement en eau laisse actuellement à désirer dans le bassin de l'Anambé, tant du point de vue qualité que sécurité et accès. La réalisation du périmètre d'irrigation va remédier dans une grande mesure à cette situation pour les habitants de la zone du projet et des régions avoisinantes. Bien que les canaux d'irrigation ne soient pas une source d'eau potable pour les habitants, ils représentent une importante source d'eau pour le bétail et pour les besoins domestiques. La quantité d'eau prélevée des canaux pour ces usages est insignifiante en comparaison de la quantité utilisée pour l'irrigation.

Tableau 9-7: BENEFCES NETS DES AGRO-INDUSTRIES

(en millions FCFA)

Année	Valeur ajoutée brute 1)					Coûts de transformation 2)					Bénéfices nets				
	Rizeries industrielles	Rizeries villa-geoises	Traitement des semences	Elevage	Total	Rizeries industrielles	Rizeries villa-geoises	Traitement des semences	Elevage	Total	Rizeries industrielles	Rizeries villa-geoises	Traitement des semences	Elevage	Total
1980															
1981															
1982	39		1		40	28		1		29	13		0	13	
1983	50		1		51	31		1		32	21		0	21	
1984	73		2		75	37		1		38	41		1	42	
1985	66		2		68	34		1		35	33		1	34	
1986	156		3	61	220	72		3	40	115	87		0	108	
1987	204	42	4	74	324	83	19	4	48	154	121	23	0	170	
1988	204	103	6	78	391	83	46	5	51	185	121	57	1	206	
1989	204	186	8	79	477	83	83	7	51	224	121	103	1	253	
1990	204	244	9	107	562	83	109	7	69	268	121	135	2	296	
1991	247	244	10	137	636	112	109	8	88	317	135	135	2	319	
1992	293	258	11	159	721	124	114	9	103	350	169	144	2	371	
1993	317	287	13	170	787	130	129	10	107	376	187	158	3	411	
1994	352	308	14	190	864	156	138	11	122	427	196	170	3	437	
1995	398	334	15	210	957	168	150	12	135	465	230	184	3	492	
1996	422	382	16	229	1 049	173	172	13	148	506	249	210	3	543	
1997	422	380	15	229	1 046	173	170	12	148	503	249	210	3	543	
1998	427	403	15	239	1 084	175	181	12	154	522	252	222	3	562	
1999	433	414	16	243	1 106	176	186	12	157	531	257	228	4	575	
2000	438	426	15	247	1 126	178	191	12	160	541	260	235	3	585	
2001-2030	445	429	15	247	1 136	179	193	12	160	544	266	236	3	592	

1) Cf. Tableau 9-8

2) Cf. Tableaux 5-10, 5-11, 5-12 et Rapport 7

Tableau 9-8: VALEUR AJOUTEE BRUTE DES INDUSTRIES AGRICOLES

(en millions FCFA)

	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001-2030
I RIZERIES INDUSTRIELLES																				
Valeur du paddy acheté à 54 FCFA/kg	188	241	363	309	738	945	945	945	945	1 139	1 355	1 463	1 625	1 841	1 949	1 949	1 976	2 003	2 030	2 057
Valeur du riz blanc à 100 FCFA/kg	227	290	437	372	888	1 138	1 138	1 138	1 138	1 372	1 632	1 762	1 957	2 217	2 347	2 347	2 379	2 412	2 444	2 477
Valeur du son à 5 FCFA/kg	2	3	4	4	9	11	11	11	11	14	16	18	20	22	24	24	24	24	24	25
Valeur ajoutée totale I	41	52	78	67	159	204	204	204	204	247	293	317	352	398	422	422	427	433	438	445
II RIZERIES VILLAGEOISES																				
Valeur du paddy acheté à 51,25 FCFA/kg						194	471	853	1 118	1 120	1 171	1 319	1 414	1 534	1 761	1 744	1 852	1 902	1 957	1 975
Valeur du riz blanc à 95 FCFA/kg						234	568	1 028	1 347	1 350	1 414	1 589	1 704	1 849	2 121	2 102	2 232	2 292	2 358	2 379
Valeur du son à 5 FCFA/kg						2	6	11	15	14	15	17	18	19	21	22	23	24	25	25
Valeur ajoutée totale II						42	103	186	244	244	258	287	308	334	382	380	403	414	426	429
III TRAITEMENT DES SEMENCES																				
Valeur du paddy acheté à 54 FCFA/kg	4	5	8	8	15	24	30	41	44	49	55	60	64	70	76	74	72	73	74	75
Valeur du paddy vendu au moulin à 54 FCFA/kg	1	2	3	3	5	7	9	13	14	15	17	19	20	22	24	23	22	23	23	23
Valeur des semences à 70 FCFA/kg	4	4	7	7	13	21	27	36	39	44	49	54	58	63	68	66	65	66	66	67
Valeur ajoutée totale III	1	1	2	2	3	4	6	8	9	10	11	13	14	15	16	15	15	16	15	15
IV ELEVAGE																				
Bétail: achat à 20 000 FCFA par tête					22,7	28,1	27,7	27,7	37,2	50,1	59,7	58,9	69,0	77,7	85,8	85,8	90,2	91,9	93,6	93,1
vente à 70 000 FCFA par tête					75,6	93,7	92,3	92,3	123,9	167,1	198,9	196,5	230,1	258,9	286,1	286,1	300,5	306,3	312,1	312,1
Viande de volaille: achat des poussins					0,55	0,55	0,87	0,87	1,25	1,25	1,25	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78	1,78
vente de volaille					3,47	3,47	5,54	5,54	7,95	7,95	7,95	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31	11,31
Oeufs: achat des poussins					0,16	0,16	0,25	0,25	0,36	0,36	0,36	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51	0,51
vente des oeufs					5,65	5,65	9,00	9,00	12,90	12,90	12,90	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40	18,40
vente des poules						0,40	0,40	0,64	0,64	0,91	0,91	0,91	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
Valeur ajoutée totale IV					61	74	78	79	107	137	159	170	190	210	229	229	239	243	247	247

1) Valeur pondérée de la production des petites exploitations, consommation familiale exclue.

9.5.2 Protection contre les inondations

Les pointes de crues à l'aval du barrage de Niandouba seront fortement réduites, sauf dans les années très humides. Les dommages causés par les inondations sous forme de dégâts ou de pertes de production ne sont cependant pas très importants comparés aux bénéfices provenant de l'irrigation, de sorte que l'on n'a pas tenu compte des bénéfices provenant de la protection contre les inondations dans l'évaluation économique.

9.5.3 Transports

Le réseau de routes avec revêtement de latérite qui sera aménagé dans le cadre du projet jouera un rôle important dans le développement économique du bassin de l'Anambé. L'accessibilité améliorée des exploitations va réduire le coût de transport des produits agricoles des zones de production aux zones de vente. On en a tenu compte lors du calcul de la valeur à la production des produits agricoles.

Une grande partie du réseau routier du projet et des routes d'accès au barrage de Niandouba et au barrage du confluent va contribuer à relier les villages de la région au réseau routier national. Ainsi par exemple la route d'accès au barrage de Niandouba va fournir une liaison utilisable par tous les temps entre Kounkané et six autres villages situés directement sur la route d'accès. On a tenu compte des bénéfices résultant de l'utilisation du réseau routier du projet et des routes d'accès pour des buts étrangers au projet en n'incluant que la moitié des coûts de ces routes dans les calculs de l'évaluation économique.

9.5.4 Défrichage

Des 18 800 hectares bruts qui doivent être aménagés dans le cadre du projet, 16 400 hectares doivent être défrichés. Cette superficie occupée actuellement par la savanne représente une ressource importante qui peut être exploitée pour la production de charbon de bois et de bois de construction (cf. Rapport 7). Il est donc important que le défrichage soit soigneusement organisé et exécuté pour tirer le meilleur parti du bois disponible.

Les études effectuées ont montré qu'environ 90 % du bois pourrait être utilisé pour la production de charbon de bois, tandis que 10 % pourrait fournir du bois de construction, dont la valeur est plus élevée. Une estimation prudente du bois disponible dans la zone du projet permet d'estimer le droit payé pour son exploitation à environ 12 000 FCFA/ha. Dans l'évaluation économique on a admis que ce chiffre représente la valeur nette du bois après déduction des coûts d'abattage et de production. Ces derniers seront encourrus par l'entrepreneur exploitant le bois et ne représenteront donc pas un coût pour le projet, l'entrepreneur bénéficiant du bois produit. En conséquence les coûts de défrichage à la charge du projet seront substantiellement réduits. On a calculé que le gain de temps pour le défrichage dû à l'abattage préalable du bois résultait en une réduction du coût de défrichage de 38 000 FCFA/ha.

Le bénéfice provenant de l'exploitation commerciale du bois dans la zone du projet est donc égal, pour l'évaluation économique, à la somme de la valeur nette du bois et du charbon de bois produit et de la réduction du coût de défrichage, soit 50 000 FCFA/ha.

9.6 Bénéfices secondaires

9.6.1 Emploi

On a tenu compte de l'effet direct du projet de développement du bassin de l'Anambé sur l'emploi dans le secteur agricole en utilisant une valeur économique (shadow price) pour la main d'oeuvre lors du calcul des coûts du projet. Cependant cette manière de faire ne tient pas compte de l'effet du projet sur les revenus dans les autres secteurs de l'économie: services auxiliaires, petite industrie, transformation des produits, etc. Les emplois ainsi créés contribueront au développement de l'économie régionale et à la stabilisation de la population dans les zones rurales. Ces effets ne sont pas quantifiés dans l'évaluation économique, mais ils s'inscrivent dans les objectifs du gouvernement et doivent retenir l'attention des autorités chargées de la planification.

9.6.2 Influence sur les réserves en devises

Le Sénégal est un importateur important de céréales et la demande de céréales s'accroît. Le projet proposé va contribuer à réduire la dépendance de l'étranger et par conséquent va résulter en une économie substantielle de devises.

9.6.3 Bénéfices non quantifiables

Le projet aura de nombreux effets bénéfiques qui ne sont pas quantifiés dans l'évaluation économique. Ils comprennent en particulier les effets suivants:

- augmentation des revenus individuels
- augmentation de la sécurité d'approvisionnement en denrées alimentaires, tant pour les agriculteurs de la région que pour l'ensemble de la nation
- développement de l'économie régionale et stabilisation de la population rurale
- amélioration de l'infrastructure des transports
- développement de la coopération entre agriculteurs
- amélioration des techniques agricoles et de gestion dans la région

La plupart de ces bénéfices non quantifiables correspondent à des objectifs du Plan National de Développement.

10. EVALUATION ECONOMIQUE
ET FINANCIERE

10. EVALUATION ECONOMIQUE ET FINANCIERE

10.1 Evaluation économique

Le flux des coûts et des bénéfices de l'ensemble du projet est donné dans le tableau 10-1. On trouvera les flux partiels correspondant aux divers éléments (petites exploitations, ferme mécanisée agro-industries) dans le Rapport 13. Les coûts d'investissement du projet ont été répartis entre petits exploitants et ferme mécanisée en fonction des surfaces cultivées respectives.

Tous les coûts et bénéfices ont été exprimés en valeur 1979 et on a admis une durée de vie du projet de 50 ans, ce qui correspondent à la durée de vie admise pour les ouvrages de génie civil. On a obtenu sur cette base les taux internes de rentabilité économique suivants:

Agriculture	5,0 %	
- ferme mécanisée	4,9 %	— ?
- petites exploitations (y compris exploitation temporaire par l'Administration du Projet des terres cédées par la suite aux petits exploitants)	5,0 %	— ? <i>plus</i>
Agro-industrie	28,0 %	
Ensemble du projet (agriculture et agro-industrie)	5,9 %	

Il est intéressant d'examiner comment le taux de rentabilité économique de l'ensemble du projet, 5,9 %, change lorsque l'on varie certains hypothèses concernant les coûts et les bénéfices. L'analyse de sensibilité effectuée a donné les résultats suivants (tableau 10-2):

Tableau 10-1: FLUX ECONOMIQUE (CASH FLOW) - ENSEMBLE DU PROJET

(en millions FCFA)

Année	COUTS					BENEFICES			FLUX ECONOMIQUE (cash flow) (8)-(5)-(1)
	Investiss- ement	Coûts de fonctionnement				Production agricole	Agro- industries	Total (6) + (7)	
		Exploitation et entre- tien	Rempla- cement	Pompage	Total (2) à (4)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
1980	706								
81	1 674								- 706
82	717	38	3	8	49	- 18		- 18	- 1 692
83	3 230	39	3	11	53	72	13	85	- 681
84	6 886	39	3	16	58	117	21	138	- 3 145
1985	4 409	51	45	15	111	194	42	236	- 6 708
86	2 544	160	13	2	175	166	34	200	- 4 320
87	2 654	219	7	4	230	436	108	544	- 2 175
88	4 186	278	70	14	362	685	170	855	- 2 029
89	2 388	301	7	30	338	929	206	1 135	- 3 413
1990	3 201	390	123	47	560	1 201	253	1 454	- 1 272
91	1 919	402	44	67	513	1 501	296	1 797	- 1 964
92	1 069	464	95	89	648	1 729	319	2 048	- 384
93	1 170	521	52	107	680	1 983	371	2 354	637
94	868	532	21	125	678	2 230	411	2 641	791
1995	702	532	261	142	935	2 424	437	2 861	1 315
96	476	532	140	160	832	2 808	492	3 300	1 663
97	45	532	251	159	942	3 160	543	3 703	2 395
98	16	532	150	159	841	3 249	543	3 792	2 805
99		532	162	159	853	3 401	562	3 963	3 106
2000		532	427	159	1 118	3 492	575	4 067	3 214
2001- 2030		532	295	159	986	3 582	585	4 167	3 049
						3 627	592	4 219	3 233

Tableau 10-2: TAUX INTERNE DE RENTABILITE ECONOMIQUE DE
L'ENSEMBLE DU PROJET - ANALYSE DE SENSIBILITE

Variations	Taux de rentabilité économique (%)
Projet de référence	5,9
Augmentation de 20 % des coûts d'investissement	4,8
Inflation du coût du carburant	
- 3 % par an	5,6
- 5 % par an	5,0
Retard des bénéfices	
- d'une année	5,6
- de 2 ans	5,3
Variation du prix des céréales	
- augmentation de 20 %	8,4
- diminution de 10 %	4,6
Variation des rendements	
- augmentation de 20 %	8,4
- diminution de 20 %	2,9
Augmentation annuelle des bénéfices nets	
- 1 % par an	7,7
- 2 % par an	9,4
Irrigation 24 heures par jour	6,7

Actuellement il ne semble pas qu'une irrigation continue soit possible. Les essais qui seront effectués dans la Phase I montreront si une irrigation 24 heures sur 24 est possible à long terme.

Les résultats de l'étude de sensibilité donnés ci-dessus montrent que le projet n'est pas très sensible à des augmentations de coûts ou à des retards lors de la mise en valeur.

10.2 Evaluation financière

10.2.1 Sources de financement

L'ampleur du projet de l'Anambé tout à la fois pose des problèmes de financement et aide à les résoudre. Le montant nécessaire, lorsqu'on le compare au budget total du pays, exige que le projet soit financé par un ou plusieurs prêts extérieurs, plutôt que par les fonds du budget de l'Etat. Par ailleurs, l'ampleur du projet et son impact considérable sur l'approvisionnement en riz et sur le développement agricole de la Haute Casamance est une garantie pour le ou les bailleurs de fonds qu'ils participent à un projet d'importance nationale.

Etant donné que le projet sera réalisé et géré par une entité sénégalaise contrôlée par le Gouvernement, on peut admettre qu'il sera possible d'obtenir une garantie du Gouvernement. Par ailleurs, étant donné la nature du projet et la garantie limitée qu'il représente par lui-même, il est probable que les bailleurs de fonds exigeront une garantie gouvernementale.

Le marché financier privé au Sénégal n'est pas en mesure de fournir tous les fonds nécessaires. Par contre, on peut raisonnablement s'attendre à ce que les banques locales participent dans une certaine mesure au financement du projet, en particulier en ce qui concerne certaines dépenses locales.

Les sources de financement les plus probables pour les montants nécessaires en devises sont les instituts internationaux de financement accordant des prêts à des conditions de faveur et les gouvernements étrangers disposant de programmes d'aide financière au développement, tels par exemple que l'Association Internationale de Développement (IDA), la Banque Africaine de Développement, le Fonds Saoudien de Développement, le Fonds de Développement de la Communauté Economique Européenne, et les programmes d'assistance de l'Agence des Etats-Unis pour le Développement International (USAID) et l'Agence Canadienne de Développement International.

Au moment de la préparation de ce rapport, le schéma exact de financement du projet de l'Anambé n'est pas encore connu. Le Fonds Saoudien de Développement a donné son accord de principe d'accorder des prêts à la SODAGRI jusqu'à concurrence d'un montant de US\$ 25 millions, ce qui correspond à près de 6 milliards FCFA. De ce total, un premier montant équivalent à environ 900 millions FCFA est prévu pour le financement partiel de la réalisation de la ferme pilote. Les termes du prêt prévoient un différé de 5 ans, un remboursement s'étendant sur 15 ans et un taux d'intérêt de 3 %.

Pour que le projet soit financièrement viable, il faudrait que la majeure partie des fonds nécessaires proviennent de financements à des conditions de faveur semblables à celles du Fonds Saoudien, voire de dons. Etant donné que le projet répond aux objectifs les plus importants du Gouvernement et que les principaux bénéficiaires du projet sont de petits agriculteurs, on peut espérer obtenir un crédit de l'IDA ou d'autres instituts similaires.

Le prêt du Fonds Saoudien pourrait couvrir la part en devises du coût de la ferme mécanisée de 5000 hectares, comprenant 30 % de la part en devises du coût des ouvrages communs avec le reste du projet, et la totalité du coût en devises des bâtiments et de l'équipement de la ferme et des rizeries industrielles. Des prêts de faveur provenant d'autres instituts de développement pourraient couvrir les 70 % restants du coût en devises des ouvrages communs, la part en devise du coût d'aménagement des petites exploitations, le coût des rizeries villageoises, ainsi qu'une part des coûts en monnaie locale. On a admis par ailleurs que les fonds en monnaie locale fournis par le Gouvernement couvriraient environ un tiers des dépenses d'investissement nécessaires pour les ouvrages d'irrigation et les installations de traitement des produits. Les fonds de roulement nécessaires (cf. tableau 10-3) devraient aussi provenir de sources locales.

Ces indications concernant les sources de financement sont tentatives et sont faites seulement dans le but de permettre une évaluation financière préliminaire du projet.

Tableau 10-3: FONDS DE ROULEMENT

(en millions FCFA)

Année	Ferme mécanisée 1)	Rizeries indus- trielles 2)	Rizeries villa- geoises 2)	Elevage 2)	Exploitation et entretien du projet 3)	Total
1980						
81	64					64
82		6			24	30
83					3	3
84					3	3
1985	102				6	108
86	38	9		63	45	155
87			3	14	31	48
88			6	2	36	44
89			7		22	29
1990	77			27	56	166
91	67	7		34	19	127
92			6	25	46	77
93	72			4	41	117
94	29	11	9	24	17	90
1995	29			23	11	63
96				22	12	34
97			5			5
98				11		11
99			3	5		8
2000				4		4
2031	- 478	- 33	- 45	- 258	- 372	- 1 186

1) cf. Rapport 6, Tableau 6-11

2) cf. Rapport 7, Tableaux 7-3, 7-5 et 7-8

3) Pour financer sur 6 mois les frais d'exploitation, d'entretien et de pompage.

Les dépenses d'investissements pour les ouvrages du projet et autres installations, tant en monnaie locale qu'en devises, sont données dans le tableau 10-4 en monnaie constante. Les montants qui devraient être financés par des sources locales et ceux qui devraient être fournis par des financements extérieurs sont aussi indiqués.

10.2.2 Service de la dette

On a admis que les fonds provenant de financements extérieurs seraient disponibles aux conditions suivantes:

	<u>Phase I</u>	<u>Phase II à V</u>
Différé (années)	5	10
Taux d'intérêt pendant le différé (%)	3 3/4	3 3/4
Durée de remboursement (années)	15	20
Taux d'intérêt durant la période de remboursement (%)	3	3

L'intérêt accru durant la période du différé est ajouté à la dette. Le tableau 10-5 indique les frais du service de la dette et les programmes de remboursement pour les Phase I et II à V. Le total du service de la dette est donné au tableau 10-4. Tous les montants sont indiqués en monnaie constante.

10.2.3 Frais de fonctionnement

Les frais de fonctionnement sont indiqués au tableau 10-4 et comprennent les coûts de remplacement pour les installations agro-industrielles et pour la ferme mécanisée.

Tableau 10-4: SOURCES ET UTILISATION DES FINANCEMENTS

(en millions FCFA)

Année	I N V E S T I S S E M E N T S									F O N C T I O N N E M E N T										
	Fonds nécessaires						Sources			Dépenses					Revenus			Différence		
	Ouvrages et installations du projet			Intérêt pendant le différé	Fonds de roulement	Total	Financements extérieurs	Budget national	Total	Frais de fonctionnement				Service de la dette	Total	Agriculture et agro-industries	Droits d'eau perçus des petits exploitants	Total	Prix du riz unique (80 FCFA/kg)	Prix du riz différencié (80/100 FCFA/kg)
	Monnaie locale	Devises	Total							Exploitation et entretien	Remplacements	Pompage	Total							
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)	(18)	(19)	(20)	(21)
1980	365	341	706			706	471	235	706											
81	813	902	1 715	18	64	1 797	1 161	636	1 797											
82	376	341	717	61	30	808	539	269	808	38	3	10	51		51	13		13	13	13
83	1 759	1 702	3 461	81	3	3 545	2 388	1 157	3 545	39	3	14	56		56	93	3	96	40	81
84	3 563	3 323	6 886	171	3	7 060	4 762	2 298	7 060	39	3	21	63		63	145	8	153	90	151
1985	2 527	2 334	4 861	249	108	5 218	3 490	1 728	5 218	51	45	20	116	225	341	61	22	83	- 258	- 206
86	1 287	1 257	2 544	380	155	3 079	2 076	1 003	3 079	160	13	2	175	225	400	298	30	328	- 72	52
87	1 380	1 484	2 864	457	48	3 369	2 366	1 003	3 369	219	7	5	231	225	456	508	41	549	93	277
88	2 174	2 012	4 186	546	44	4 776	3 337	1 439	4 776	278	70	18	366	225	591	655	62	717	126	345
89	1 379	1 273	2 652	671	29	3 352	2 439	913	3 352	301	7	39	347	225	572	771	100	871	299	566
1990	1 732	1 469	3 201	763	166	4 130	2 897	1 233	4 130	390	123	61	574	225	799	873	143	1 016	217	518
91	1 117	1 063	2 180	871	127	3 178	2 324	854	3 178	402	44	87	533	225	758	906	186	1 092	334	668
92	469	600	1 069	959	77	2 105	1 672	433	2 105	464	95	116	675	225	900	987	218	1 205	305	682
93	549	621	1 170		177	1 287	780	507	1 285	521	52	140	713	1 831	2 544	1 026	296	1 322	-1 222	- 808
94	431	437	868		90	958	579	379	958	532	21	164	717	1 885	2 602	1 021	366	1 387	-1 215	- 762
1995	349	353	702		63	765	468	297	765	532	261	186	979	1 927	2 906	1 137	431	1 568	-1 338	- 833
96	239	237	476		34	510	317	193	510	532	140	210	882	1 963	2 845	1 256	495	1 751	-1 094	- 542
97	27	18	45		5	50	30	20	50	532	251	207	990	1 988	2 978	1 181	550	1 731	-1 247	- 697
98	10	6	16		11	27	11	16	27	532	150	207	889	1 990	2 879	1 258	586	1 844	-1 035	- 467
99					8	8		8	8	532	162	207	901	1 991	2 892	1 289	615	1 904	- 988	- 409
2000					4	4		4	4	532	427	207	1 166	1 991	3 157	1 323	644	1 967	-1 190	- 600
2001-2013										532	295	207	1 034	1 991	3 025	1 327	664	1 991	-1 034	- 436
2014-2030										532	295	207	1 034		1 034	1 327	664	1 991	957	1 555
2031					-1 186	-1 186		-1 186	-1 186											

Tableau 10-5: SERVICE DE LA DETTE
PHASE I (COMPRENANT FERME PILOTE)

(en millions FCFA)

Année	Investissements			Sources de financement		Intérêt durant le différé à 3 3/4 %	Montant total des prêts ²⁾	Service de la dette: intérêt à 3 % et remboursement sur 15 ans ³⁾
	Monnaie locale	Devises	Total	locales ¹⁾	extérieures			
1980	365	341	706	235	471		471	
81	813	902	1 715	572	1 143	18	1 161	
82	376	341	717	239	478	61	539	
83	264	245	509	170	339	81	420	
84						97	97	
1985- 1999								225

- 1) Un tiers des investissements en monnaie locale est fourni par le Gouvernement.
- 2) Les intérêts durant le différé sont capitalisés et ajoutés au principal.
- 3) Après 5 ans de différé.

Tableau 10-5 (suite): SERVICE DE LA DETTE
PHASES II A V

(en millions FCFA)

Année	Investissements			Sources de financement		Intérêt durant le différé à 3 3/4 %	Dettes		Service de la dette		
	Monnaie locale	Devises	Total	1) locales	extérieures		annuelle	cumulée ²⁾	Intérêt à 3 %	Rembourse- ment sur 20 ans ³⁾	Total
1980											
81											
82											
83	1 495	1 457	2 952	984	1 968		1 968	1 968			
84	3 563	3 323	6 886	2 295	4 591	74	4 665	6 633			
1985	3 527	2 334	4 861	1 620	3 241	249	3 490	10 123			
86	1 287	1 257	2 544	848	1 696	380	2 076	12 199			
87	1 380	1 484	2 864	955	1 909	457	2 366	14 565			
88	2 174	2 012	4 186	1 395	2 791	546	3 337	17 902			
89	1 379	1 273	2 652	884	1 768	671	2 439	20 341			
1990	1 732	1 469	3 201	1 067	2 134	763	2 897	23 238			
91	1 117	1 063	2 180	727	1 453	871	2 324	25 562			
92	469	600	1 069	356	713	959	1 672	27 234			
93	549	621	1 170	390	780		780	27 000	817	1 014	1 831
94	431	437	868	289	579		579	26 504	810	1 075	1 885
1995	349	353	702	234	468		468	25 840	795	1 132	1 927
96	239	237	476	159	317		317	24 969	775	1 188	1 963
97	27	18	45	15	30		30	23 760	749	1 239	1 988
98	10	6	16	5	11		11	22 494	713	1 277	1 990
99								21 178	675	1 316	1 991
2000- 2013									675	1 316	1 991

1) Un tiers des investissements en monnaie locale est fourni par le Gouvernement

2) Nette des remboursements. Les intérêts durant le différé sont capitalisés.

3) Avec un différé de 10 ans.

10.2.4 Droits d'eau

Le tarif à payer pour l'eau d'irrigation a été calculé sur la base des critères suivants:

- le coût d'investissement des ouvrages du projet doit être couvert sous la forme d'un subside du Gouvernement par l'intermédiaire de l'autorité responsable du projet, la SODAGRI en l'occurrence
- les droits d'eau perçus doivent permettre de couvrir tous les frais de fonctionnement du système d'irrigation, y compris frais d'entretien, réserves pour remplacements et frais de pompage
- les droits d'eau sont fonction de la consommation d'eau, selon les différents assolements prévus pour le projet
- les droits d'eau perçus durant les 4 premières années suivant la mise en valeur¹⁾ seront réduits, de manière à ne pas excéder la faible capacité initiale de paiement des agriculteurs.

Les droits d'eau ont été calculés, comme indiqué dans le tableau 10-6, en divisant la valeur actuelle des frais de fonctionnement par la valeur actuelle des surfaces irriguées et en tenant compte du fait que les droits d'eau perçus pendant les quatre premières années seraient égaux à la moitié de ceux perçus en régime de croisière. Pour le projet pris dans son ensemble, les droits d'eau se montent à 60 000 FCFA par hectare; ils sont un peu plus élevés pour les zones de riziculture et un peu plus faibles pour les zones de polyculture.

Les droits d'eau représentent les proportions suivantes du revenu net disponible des exploitations, après déduction de la consommation domestique et du service de la dette, pour chacun des trois assolements considérés:

¹⁾ période désignée "niveau 1"

Tableau 10-6: DROITS D'EAU

Année	Coûts de fonctionnement des ouvrages d'irrigation (en millions FCFA)				Surface irrigable nette (ha)	Superficie des petites exploitations (ha)		Droits d'eau imposés aux petits exploitants (en millions FCFA) ¹⁾
	Exploitation et entretien	Remplacements	Pompage	Total		Niveau 1	Niveau 2	
1980								
81								
82	38		10	48	665			
83	39		14	53	945	105		3
84	39		21	60	1 420	280		8
1985	51		20	71	1 420	755		
86	160		2	162	2 920	1 025		22
87	219		5	224	4 440	1 190	105	30
88	278		18	296	5 940	1 565	280	41
89	301		39	340	7 490	1 890	755	62
1990	390		61	451	8 690	2 820		100
91	402		87	489	9 990	3 750	1 025	143
92	464		116	580	11 485	4 400	1 295	186
93	521		140	661	12 685	4 800	1 845	218
94	532		164	696	13 885	4 800	2 645	296
1995	532		186	718	15 085	4 600	3 845	366
96	532	48	210	790	16 265	4 385	5 045	431
97	532	154	207	893	16 265	4 385	6 245	495
98	532		207	739	16 265	3 885	7 445	550
99	532		207	739	16 265	2 685	8 645	586
2000	532	154	207	893	16 265	1 685	9 645	615
2001-2030	532	27	207	766	16 265	-	10 630	644
							11 330	664

1) au taux moyen donné sous chiffre 6 ci-dessous; pour les exploitations au niveau 1, les droits d'eau sont réduits du moitié.

Calcul des droits d'eau

	Taux d'intérêt	
	8%	10%
1. Valeur actuelle des coûts de fonctionnement (millions FCFA)	4 596	3 217
2. Valeur actuelle des surfaces irrigables (1000 ha)	93,97	65,45
3. Coût par ha (FCFA)	48 909	49 152
4. Valeur actuelle des surfaces irrigables, tenant compte d'un retard de 2 ans (1000 ha)	80,56	54,09
5. Coût par ha correspondant (FCFA)	57 051	59 475
6. Droits d'eau admis pour l'évaluation financière:		
Assolement riz-riz	62 000 FCFA/ha	
Assolement riz-polyculture	54 000 FCFA/ha	
Assolement polyculture-polyculture	46 000 FCFA/ha	
Moyenne sur l'ensemble du projet	59 600 FCFA/ha	
Moyenne des petites exploitations	58 640 FCFA/ha	

Assolement	Revenu net disponible de l'exploitation de 2,5 hectares (FCFA)	Droits d'eau (FCFA)	Droits d'eau en fonction du revenu net disponible (%)
riz - riz	394 400	155 000	39
riz - polyculture	359 500	135 000	38
polyculture-polyculture	318 700	115 000	36

Les droits d'eau prévus permettraient donc aux agriculteurs d'avoir un revenu net attractif en comparaison de leur revenu actuel ou de celui qu'ils pourraient obtenir d'autres emplois. Le revenu provenant des cultures seulement, rétribuant la main d'oeuvre familiale en régime de croisière, est égale à environ 2,5 fois celui qu'ils ont actuellement (cf. tableau 5-7).

10.2.5 Revenu de l'Administration du projet

Le revenu de l'Administration du projet provient de son exploitation de la ferme mécanisée et des rizeries industrielles et de l'élevage. Les droits d'eau perçus des petits agriculteurs couvrent les frais de fonctionnement de la part des installations d'irrigation qui les concernent.

En ce qui concerne les rizeries villageoises, on a fait l'hypothèse qu'elles étaient la propriété et exploitées par l'Administration du projet, bien qu'il soit prévu que la responsabilité de traiter la production de riz des petites exploitations soit transférée à des coopératives. Les détails de cette opération, en particulier le système de remboursement des frais d'investissement, ne sont pas encore définis et c'est pourquoi on a considéré qu'il était plus simple pour l'évaluation financière de les grouper avec les autres installations agro-industrielles.

Le revenu de l'Administration du projet est donné dans le tableau 10-7. Le riz décortiqué produit par le projet consiste en riz à grains entiers et riz cassé comme il a été indiqué au chapitre 9. Le revenu indiqué dans le tableau 10-7 a été calculé tout d'abord sur la base d'un prix général du riz de 80 FCFA par kg. On a indiqué séparément le revenu que l'on obtient si l'on admet un prix de 100 FCFA par kg pour le riz à grains entiers et de 80 FCFA par kg pour le riz brisé.

10.2.6 Evaluation du flux financier

Le tableau 10-4 montre que le revenu de l'Administration du projet lui permet de couvrir sans peine les frais de fonctionnement. Les droits d'eau couvrent à long terme tous les frais de fonctionnement, sauf les frais de remplacement des installations agro-industrielles. Ceux-ci sont plus que couverts par les revenus de l'exploitation.

La différence entre revenus et dépenses, y compris les frais de financements extérieurs, et en admettant que les montants mis à disposition par le Gouvernement le sont sous forme de subsides, est indiqué aux colonnes 20 et 21 du tableau 10-4. On constate que, même si l'on tient compte du revenu supplémentaire dû à la production de riz de haute qualité, le flux financier global n'est guère satisfaisant, les surplus initiaux étant suivis par d'importants déficits dans les années 1993 à 2013, puis de nouveau par des surplus. Ceci suggère qu'il serait désirable d'obtenir des conditions de remboursement des emprunts mieux adaptées à l'évolution du revenu net du projet.

Tableau 10-7:

REVENU DE L'ADMINISTRATION DU PROJET PROVENANT DE LA PRODUCTION
AGRICOLE ET DES INSTALLATIONS AGRO-INDUSTRIELLES

(en millions FCFA)

Année	Agriculture 1)		Agro-industries				Revenu total I (2) à (7)	Supplément dû à la valorisation du riz à grains entiers à 100FCFA/kg (9)	Revenu total II (8 + 9)
	Ferme mécanisée	Terres exploitées temporairement	Rizeries industrielles	Rizeries villageoises	Traitement des semences	Elevage			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)
1980							- 13		
81	- 13		8				54	32	86
82	46		15		- 1		93	41	134
83	59	20	32		- 1		145	61	206
84	59								
1985	38		24		- 1		61	52	113
86	192	21	68		- 2	19	298	124	422
87	253	120	96	17	- 2	24	508	184	692
88	261	234	96	42	- 3	25	655	219	874
89	261	316	96	76	- 4	26	771	267	1 038
1990	326	323	96	99	- 4	33	873	301	1 174
91	422	242	104	99	- 5	44	906	334	1 240
92	509	194	134	104	- 5	51	987	377	1 364
93	523	190	148	117	- 6	54	1 026	414	1 440
94	583	104	153	126	- 6	61	1 021	453	1 474
1995	666	93	182	136	- 7	67	1 137	505	1 642
96	757	81	197	156	- 8	73	1 256	552	1 808
97	763		197	155	- 7	73	1 181	550	1 731
98	824		200	165	- 7	76	1 258	568	1 826
99	846		204	169	- 7	77	1 289	579	1 868
2000	869		208	174	- 7	79	1 323	590	1 913
2001-2030	869		211	175	- 7	79	1 327	598	1 925

1) Sans déduction des droits d'eau imputables à la ferme mécanisée et aux terres exploitées temporairement par l'Administration du projet.

10.2.7 Imprévus financiers

Les coûts d'investissement présentés au chapitre 8 ont été calculés sur la base du niveau des prix de mi-1979. Il est difficile de prévoir exactement quels seront les coûts de la main d'oeuvre, des matériaux et de l'équipement au moment où les contrats seront adjugés et durant la période de la construction du projet. L'expérience est un guide peu sûr pour ce genre de prédiction, surtout en ce qui concerne les phases ultérieures du programme de réalisation.

Il est cependant nécessaire de faire une estimation des coûts auxquels on peut s'attendre pour la construction de la Phase I, ainsi que pour les Phase II et III dont la réalisation tombera partiellement durant la période du prochain Plan, soit de mi-1981 à mi-1985. Sur la base de l'évolution récente des taux d'inflation au Sénégal et à l'étranger et des projections de coûts établies par la Banque Mondiale, on a été amené à admettre les taux d'inflation suivants:

	Part en devises	Part en monnaie locale
Inflation en 1980	12 %	15 %
Inflation en 1981	10 %	12 %
Inflation en 1982	8 %	10 %
Inflation en 1983	8 %	8 %
Inflation en 1984 et au-delà	8 %	6 %

Ces taux d'escalation ont été appliqués aux coûts d'investissements donnés au tableau 8-8, à partir du 1er janvier 1980 et d'une manière composée, en admettant que les dépenses sont toujours encourues à la fin de l'année qu'elles concernent. Les coûts supplémentaires obtenus sont alors les suivants:

	Phase I	Phases II - III
Début de la construction	1980	1983
Durée de la construction	3 ans	6 ans
Coût d'investissement valeur 1979 (millions FCFA)	3 647	19 980
Augmentations de prix (millions FCFA)	1 056	13 072
Coût total, y compris aug- mentations (millions FCFA)	4 703	33 052

11. QUESTIONS EN SUSPENS

11. QUESTIONS EN SUSPENS

Il n'y a pas de problèmes non réglés qui pourraient empêcher ou interférer avec la réalisation du projet, tel qu'il est prévu. Le potentiel que représente la région pour le développement d'une agriculture irriguée a été démontré. Les ressources en terres et en eau nécessaires sont disponibles et il n'y a pas d'autres projets qui pourraient y faire appel. Il y a un marché assuré au Sénégal et dans les pays avoisinants pour toute quantité de céréales qui pourrait être produite dans le bassin de l'Anambé.

Le rythme auquel les petits agriculteurs pourront reprendre les parcelles irriguées pourra être plus ou moins rapide que ce qui a été prévu. On en a tenu compte dans l'organisation de la Division de production de l'Administration du projet, qui peut être réduite ou augmentée selon les besoins, de manière à assurer la culture de toutes les terres mises en valeur quelle que soit la cadence de développement des petites exploitations et sans dépasser les capacités de la main d'oeuvre agricole locale.

Le seul aspect du projet qui peut être l'objet d'une modification est l'alimentation en énergie des stations de pompage qui doivent refouler l'eau au niveau des surfaces à irriguer. Le projet proposé prévoit l'alimentation de l'une de ces stations de pompage à partir d'une centrale hydro-électrique construite au pied du barrage de Niandouba. Comme il est indiqué au chapitre 3, les principales alternatives seraient d'utiliser des moteurs diesel ou des moteurs électriques utilisant l'énergie produite par une centrale thermique employant du bois comme combustible. Ces alternatives peuvent aussi être combinées de diverses manières. Les évaluations économiques préliminaires auxquelles on a procédé n'ont pas fait apparaître de grandes différences entre ces diverses solutions. Le choix de l'énergie hydro-électrique est basé sur le fait que les augmentations récentes du prix des produits pétroliers si elles se poursuivent rendront l'énergie hydro-électrique de plus en plus intéressante, tant en ce qui concerne le coût

que la sécurité de l'approvisionnement. En fait les prix des produits pétroliers ont continué à augmenter depuis que le devis du projet a été calculé. Il s'en suit qu'il sera judicieux, lors du projet de détail de la Phase II, de revoir la question de l'approvisionnement en énergie. Comme les modifications qui pourraient être faites n'auront vraisemblablement pas d'effet négatif sur le calendrier de réalisation du projet ni sur son coût, cette question peut être considérée comme un raffinement possible du projet des ouvrages, sans que ce soit un problème qui puisse mettre en jeu la rentabilité de l'ensemble du projet.

D'autres aspects du projet, qui n'affectent pas non plus sa rentabilité, pourront être revus sur la base des expériences de la réalisation et de l'exploitation de la Phase I. L'un de ces aspects concerne le défrichage où l'expérience permettra de choisir la meilleure solution, tenant compte des objectifs de protection des sols et des coûts des travaux. Aussi le degré et la précision des travaux de planage à faire effectuer par une entreprise spécialisée et ceux qui pourront être exécutés ensuite par les agriculteurs eux-mêmes devront être mieux définis.

Une autre tâche à entreprendre avant le début de la Phase II est un relevé de la zone de la retenue pour préciser l'importance des opérations de déplacement et de recasement de la population nécessaires. Comme il ne semble pas qu'il existe des directives gouvernementales à ce sujet, il sera nécessaire d'étudier suffisamment tôt ce problème, en coordination avec les autorités locales.

Tout au cours de la réalisation du projet, les essais et les travaux de recherche effectués dans le cadre de la ferme pilote vont permettre de définir de nouvelles variétés ou de nouvelles cultures pour les terrains qui ne se prêtent pas à la riziculture, ainsi que de nouvelles façons culturales. On a prévu que de tels ajustements seraient effectués et ils peuvent être introduits à n'importe quelle phase sans qu'il soit nécessaire de modifier les ouvrages du projet.

