

11699

DD C 25.55

MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL
SOCIETE DE DEVELOPPEMENT AGRICOLE
& INDUSTRIEL DU SENEGAL - SODAGRI -

NORMES TECHNIQUES D'AMENAGEMENT
UTILISEES PAR LA SODAGRI DANS LE
CADRE DE L'AMENAGEMENT HYDROAGRI-
COLE DU BASSIN DE L'ANAMBE

DAKAR -
DECEMBRE 1985

TABLE DE MATIERES

I.- PRESENTATION DU PROJET ANAMBE

1.1. Généralités

1.2. Phase I

II.- DONNEES DE BASE

2.1. Milieu naturel

2.1.1. Géographie

2.1.2. Géologie

2.1.3. Végétation

2.1.4. Climat

2.2. Hydrologie et Hydrogéologie

2.2.1. Apports naturels de la Kayanga au site du barrage

2.2.2. Crues exceptionnelles de la Kayanga

2.2.3. Transports solides

2.2.4. Régime de l'Anambé

2.2.5. Formation et fluctuation d'une nappe perchée dans le bassin de l'Anambé

2.2.6. ressources en eau souterraine

2.2.7. Qualité de l'eau

2.3. Pédologie

2.3.1. Systèmes de classification

2.3.2. Physiographie

2.3.3. Les sols

2.3.4. Les aptitudes des terres,

2.3.5. Classification des terres suivant leur aptitude d'irrigation

2.4. Drainabilité

2.4.1. Conditions naturelles du drainage de surface

2.4.2. Conditions naturelles du drainage du sous-sol

2.5. Topographie

2.6. Enquêtes foncières

2.6.1. Population agricole

2.6.2. Régime foncier et occupation des sols

III.- RESEAU D'IRRIGATION

3.1. Réseau de distribution

3.1.1. Efficacités

3.1.2. Paramètres techniques

3.1.3. Politique de revêtement

3.1.4. Réseau proprement dit

3.1.5. Techniques d'irrigation

3.1.6. Unités type d'irrigation

3.1.7. Ouvrages divers.

3.2. Réseau de drainage

3.2.1. Protection vis-à-vis du ruissellement extérieur

3.2.2. Drainage des terres irriguées

3.2.3. Drainage de la plaine centrale d'inondation

3.3. Réseau des pistes

IV.- STATION DE POMPAGE

Généralités :

4.1. Principes directeurs

4.2. Conception de base

4.3. Pompes

4.4. Moteurs

4.5. Génie civil

4.5.1. Prise d'eau

4.5.2. Bâtiment

4.6. Conduites de refoulement.

V.- ENDIGUEMENT

5.1. Synthèse des contraintes

5.2. Calage et dimensionnement hydraulique

5.2.1. Base de dimensionnement

5.2.2. Définition de la côte de couronnement des 3 barrages

5.3. Caractéristiques particulières de la digue du confluent

5.4. Fiches techniques barrage du confluent.

I.- PRESENTATION DU PROJET ANAMBE -

1.1. Généralités : -----

Le projet de l'Anambé dont la SODAGRI est le Maître de l'ouvrage, est une des priorités pour le Gouvernement Sénégalais dans le cadre de ses actions pour parvenir à l'autosuffisance alimentaire. Et le Gouvernement a très vite compris qu'on ne peut résorber ce déficit que par la maîtrise parfaite de l'eau.

C'est ainsi que depuis 1958, différentes études ont été menées dans le bassin de l'Anambé :

- Etude GERCA (1962/1963) ;
- Travaux de reconnaissance en agronomie, démographie, socio-économie ;
- Périmètre-test à Kounkané et campagne de collecte de données hydrologiques ;
- Observations réalisées en hivernage 1962 ;
- ORSTOM ;
- 1963 : recherches pédologiques régionales avec cartographie des sols de la Casamance au 1/200.000
- 1967/1970 : étude de la Kayanga au pont Niapo
- Etude SENERIZ (SODAGRI 1977) : préfactibilité ;
- Evaluation préliminaire des ressources en eau de surface des bassins de la Kayanga et de l'Anambé ainsi que des paramètres climatiques intéressant l'étude de développement hydroagricole de la région ;
- Recherches topographiques, pédologiques et sociologiques ;
- Rapport SOMIVAC 1979 : analyse des données disponibles de la Kayanga.

Ce n'est qu'en 1978/1980 que des études sectorielles de factibilité faites par ELECTROWATT-Ingénieurs-Conseils (EWI) ont permis d'apprécier les potentialités et contraintes de cette zone et de déterminer un schéma de mise en valeur. Ce schéma intègre définit les actions préconisées pour une exploitation rationnelle des potentialités du bassin de l'Anambé.

Ces actions comprennent :

- la réalisation d'ouvrages de stockage des eaux pour l'irrigation (3 barrages) ;
- l'aménagement et la pratique de l'agriculture irriguée et intensive sur 16.265 ha ;
- la mise en place des unités agro-industrielles pour la transformation de la production ;
- la construction d'infrastructures de gestion ;
- autres volets : sylviculture, pisciculture, ferme d'embouche de bétail, volail, santé, etc...

Le plein développement du bassin de l'Anambé permettra la production de :

- 85.500 tonnes de riz usiné
- 7.000 tonnes de sorgho
- 6.500 tonnes de maïs.

Cette production permettra de satisfaire les besoins locaux et de mettre sur le marché national un surplus de 50.000 tonnes de riz blanc ainsi que 9.000 tonnes de maïs et de sorgho et 4.400 têtes de bétail engraisé.

1.2. Phase I :

La réussite d'un programme aussi important que celui du projet Anambé nécessite que l'ensemble des facteurs déterminants soient maîtrisés. En ce sens, il devrait être possible, à tout moment d'apporter les correctifs nécessaires si le contexte politique, économique social ou même écologique l'exigeait.

Cette adaptation du projet ne saurait se faire que si la réalisation des aménagements s'opère par tranche successive. C'est ainsi que le programme d'aménagement du bassin de l'Anambé s'effectuera en 5 phases sur une période de 15 ans.

. La première phase pilote permettra la mise en pratique sur une grande échelle des pratiques culturales et des techniques de gestion agricole ; ce qui donnera la justification et les expériences nécessaires aux phases suivantes.

Les travaux de cette phase pilote sont achevés et ont permis une première mise en culture en vraie grandeur. Les réalisations sont les suivantes :

- le barrage du confluent qui permet d'accumuler un volume d'eau utile de 48 Millions de m³ pour faciliter l'irrigation de 1.420 ha de la première phase aussi bien pendant l'hivernage (appoint) qu'en contre-saison ; ce qui sécuriserait la riziculture sur les 1.420 ha , quelle que soit la pluviométrie.
- la station de pompage provisoire d'un débit de 2.400 l/s ;
- l'aménagement de 1.000 ha avec réseau d'irrigation, réseau de drainage et réseau de piste de production ;
- la rizerie d'Anambé d'une capacité de 2 tonnes/heure.

Les résultats de la campagne 1984/1985 sont tout à fait encourageants puisque les rendements moyens obtenus ont été de 4,5 tonnes/ha en culture irriguée et de 2,5 T/ha en culture pluviale.

Dans ce pays durement affecté par plus d'une décennie de sécheresse, la retenue d'eau de 50 Millions de m³ créée par le barrage du confluent, a de nombreux effets tout à fait appréciables et a permis en particulier de résoudre le problème d'alimentation en eau potable des populations et du bétail, sans oublier les autres effets que sont : le développement de la pisciculture, le désenclavement de la zone grâce aux pistes de production, le retour de la faune et de la flore (réhabilitation du milieu naturel), etc...

Devant ce succès, les bailleurs de fonds se déclarent prêts à poursuivre la mise en valeur du bassin de l'Anambé et on peut espérer que la 2ème phase verra le jour très bientôt.

déjà

La Banque Africaine de Développement s'est/engagée pour financer :

- l'aménagement de 420 ha en culture irriguée pour compléter la phase pilote ;
- l'aménagement de 415 ha en culture pluviale ;
- la construction d'un poste de santé à Anambé et la construction de 3 classes et de 2 logements pour enseignants ;
- le reboisement de 150 ha ;
- la réhabilitation du centre de formation de Kéréouane.

Les travaux d'extension devraient démarrer très prochainement.

II.- DONNEES DE BASE -

2.1. Milieu naturel :

2.1.1. Géographie :

Le bassin de l'Anambé est situé en haute Casamance à cheval sur les départements de Kolda et de Vélingara. De forme à peu près circulaire, il couvre une superficie de quelques 110.000 ha (bassin versant). Quelques 55.000 ha couvrant des terres plus ou moins aptes à supporter des cultures irriguées, ont fait l'objet d'études et enquêtes pédologiques, agronomiques, agro-sociologiques et hydro-géologiques.

Il est drainé par un réseau de marigots à lits très larges et peu marqués dont la pente est de l'ordre de 0,2 à 0,3 % et dont le principal l'Anambé, sert d'affluent à la Kayanga.

Le fond du bassin est en général inondé chaque hivernage d'une part du fait de la capacité limitée du cours inférieur de l'Anambé, et d'autre part parce que le lit de la Kayanga en aval de la confluence n'a pas une pente et une capacité suffisantes pour absorber ses débits.

2.1.2. Géologie :

Le bassin de l'Anambé se trouve dans la partie Sud-est du bassin sédimentaire sénégal-mauritanien, tout près de la bordure affleurante du socle cristallin du Sénégal Oriental. Ce socle formé de rhyolites et pélites du cambrien inférieur est en général recouvert par les dépôts maëstrichiens, marnocalcaires et calcaires du paléocène et de l'éocène et enfin du Continental Terminal. Tous ces dépôts sont d'épaisseur très variable, voire inexistante dans la zone Sud du bassin et son centre.

La plupart des terres du bassin se sont développées principalement à partir d'un matériel parental d'origine alluviale, déposé vraisemblablement pendant le quaternaire.

2.1.3. Végétation :

La végétation du bassin de l'Anambé appartient au secteur soudano-guinéen de type savane boisée à savane arborée, la plaine centrale d'inondation étant occupée par une savane herbeuse. Le profil général de cette végétation doit son aspect à l'action répétée des feux de brousse. Actuellement, l'action anti-érosive de cette végétation est très importante et toute action d'origine anthropique nécessitera l'introduction de plans de lutte érosive (principe de défense et de restauration des sols). Seules les terres de plateaux ainsi que quelques vallées et dépressions périphériques supportent des cultures.

Comme la plupart des terres du bassin se trouvent sous peuplements forestiers de densité variable mais souvent forte, il sera nécessaire préalablement à tout aménagement, de procéder à des opérations de défrichements.

2.1.4. Climat :

Le bassin de l'Anambé se situe à la limite des climats soudano-guinéen et sahélo-soudanien. Ses caractéristiques météorologiques principalement sont :

- une saison pluvieuse de 3 mois, caractérisée par une pluviométrie irrégulière mais relativement certaine (Juillet, Août, Septembre) précédée et suivie par des mois où les pluies sont aléatoires et peu abondantes (Mai, Juin et Octobre).

Pluviométrie moyenne annuelle = 1.040 m/m ;

- une saison sèche de 6 mois, avec quelques pluies sans intérêt agricole ;
- des températures atteignant leur maximum en Mai avant le début des pluies et diminuant l'hivernage ; un nouveau maximum apparaît en Novembre et une saison plus fraîche de Décembre à Février ;

- L'humidité relative atteint son maximum en Septembre (80%) et son minimum en Janvier (31%) ;
- les vents sont généralement modérés ; les vitesses observées étant de l'ordre de 2 m/s ;
- l'évapotranspiration est estimée à 1.800 mm/an (formule Blaney-Criddle).

2.2. Hydrologie et hydrogéologie :

Ce volet des études sectorielles a été consacré essentiellement à la définition des paramètres hydrologiques nécessaires au dimensionnement des ouvrages hydrauliques et à l'évaluation des besoins hydroagricoles. Il s'agit des paramètres suivants :

2.2.1. Apports naturels de la Kayanga au site du barrage :

Les débits journaliers de la Kayanga ont été observés au pont de Niapo peu en aval du site du barrage pendant huit années au total entre 1962 et 1978. Il a été possible de mettre en évidence une corrélation significative (le coefficient de corrélation étant égal à 0,93) entre les modules annuels de la Kayanga et ceux de la Falémé à Kidira et de reconstitution, ainsi que les apports annuels de la Kayanga pour une période de 70 années supplémentaires.

L'analyse des apports mensuels observés a permis de définir une loi de modulation en fonction de l'apport annuel pour la période 1903-1978.

L'analyse de cette séquence de 76 ans met en évidence une alternance de période humide et sèche indiquée ci-après.

! P E R I O D E !	! Durée !	! Module (m ³ /s) !	! Apport annuel ! 10 ⁶ m ³
! 1903-1910 !	! Cycle ! ! incomplet !	! 7.7 !	! 242 !
! 1911-1917 !	! 7 ans !	! 4.1 !	! 128 !
! 1918-1938 !	! 21 ans !	! 10.4 !	! 327 !
! 1939-1944 !	! 6 ans !	! 3.6 !	! 112 !
! 1945-1967 !	! 23 ans !	! 10.2 !	! 320 !
! 1968-1979 !	! 10 ans !	! 3.4 !	! 108 !

2.2.2. Crues exceptionnelles de la Kayanga :

La crue la plus importante observée au pont de Niapo a eu un débit de pointe d'environ 135 m³/s. L'analyse des crues observées a permis de définir les caractéristiques de leurs hydrogrammes en fonction du débit de pointe et d'évaluer ce dernier en fonction du débit de pointe et d'évaluer ce dernier en fonction du débit mensuel maximum. Un échantillon de 76 pointes annuelles synthétiques a été reconstitué et fait l'objet d'une analyse statistique donnant à la crue de dimensionnement un débit de l'ordre de 400 m³/s. Cette valeur a été confirmée par l'application d'une part de la méthode Gradex utilisant les précipitations exceptionnelles, et d'autre part par l'utilisation de diverses formules empiriques sur des observations dans des régions à caractéristiques similaires.

2.2.3. Transports solides :

En se basant sur la concentration moyenne des sédiments transportés en suspension dans la Kayanga mesurée en Août 1978 et en Août 1979, la quantité transportée en année moyenne serait de 4.000 tonnes ou $2.700 \text{ m}^3/\text{an}$, correspondant à une érosion globale de $0,02 \text{ mm}/\text{km}^2/\text{an}$.

Comme les évaluations faites sur le fleuve sénégal correspondent à une érosion globale de $0,1 \text{ mm}$, cette valeur a été proposée pour dimensionner la tranche réservée à l'envasement dans la retenue et qui devra donc avoir un volume de l'ordre de 10.10^6 m^3 pour compenser l'envasement se produisant en un siècle.

2.2.4. Régime de l' Anambé :

L'Anambé est l'affluent principal de la Kayanga mais ses débits n'ont jamais été observés directement. Il était cependant possible de les évaluer par différence des apports mesurés aux ponts de Niapo et de Wassadou, respectivement en amont et en aval du point de confluence, pendant trois ans d'observations communes. L'apport annuel a été estimé à 55.10^6 m^3 en année moyenne.

2.2.5. Formation et fluctuation d'une nappe d'eau perchée dans le bassin de l'Anambé :

D'après les expériences réalisées dans le cadre du périmètre pilote, pendant la campagne 1978, on a observé la présence en hivernage d'une nappe d'eau perchée dans le bassin de l'Anambé, se situant à des profondeurs variables suivant la position topographique et les caractéristiques des sols ainsi que les conditions pluviométriques de l'hivernage.

En année moyenne, pendant la première partie de l'hivernage, la nappe se forme et monte dans le sols sous l'action de l'infiltration verticale des eaux de pluies et de l'alimentation à partir des horizons perméables des sols sableux et limono-sableux se situant en bordure de la dépression. Pendant cette période, l'humidité du sol dépend du régime des pluies.

Dans le courant du mois d'Août, lorsque la nappe est proche de la surface, les eaux de pluie contribuent encore en partie à l'alimentation de cette nappe. Pendant cette période, l'humidité du sol dépend non seulement des pluies, mais aussi de la frange capillaire de la nappe perchée.

Dans des conditions de bonne pluviométrie (durée normale et excédentaire) et dans les dépressions ou dans les topo-séquences basses, la nappe ou sa frange capillaire peuvent être affleurantes dès la fin d'Août. L'humidité du sol dépend alors de la nappe ou de sa frange capillaire.

Enfin dès la fin des pluies, la nappe s'abaisse rapidement et les sols s'assèchent d'autant plus rapidement que la nappe est profonde (1 à 2 cm/jour en moyenne).

Compte tenu des déficits pluviométriques, c'est donc bien la formation de cette nappe qui assurera la plus grande partie de l'approvisionnement en eau des cultures en saison pluvieuse.

2.2.6. Ressources en eau souterraine :

L'étude hydro-géologique du bassin de l'Anambé comprenant trois forages de reconnaissance placés aux endroits les plus adéquats et une campagne géophysique, a mis en évidence outre la complexité structurale de la région, la pauvreté des ressources en eau souterraine dans la zone interne du bassin tout au moins. Cette pauvreté est due à la proximité immédiate du socle paléozoïque sous le centre du bassin et à l'accumulation de formations argileuses dans les dépressions ou gouttières tectoniques qui le ceignent. En effet, le sous-sol du bassin de l'Anambé est caractérisé par la présence d'un dôme de rhyolite appartenant au socle paléozoïque dont la complexité structurale a été partiellement révélée par la campagne géophysique.

Les résultats des forages d'exploration et les études géologiques montrent que les ressources en eau souterraine sont ainsi liées à la perméabilité primaire de formation, comme ce serait le cas des aquifères sableux, mais principalement à la perméabilité secondaire de fissuration.

Le complexe aquifère du socle s'avère donc très peu rentable, vu les débits soutirables, bien que probablement stable car lié à des systèmes d'écoulement régionaux. Les forages ne produiraient pas plus de 30 à 40 m³/heure ; à titre comparatif, le débit économique minimum pour un forage d'irrigation dans le bassin de l'Anambé est de l'ordre de 300 m³/h ou plus.

2.2.7. Qualité de l'eau :

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 sol avec peu de risque que des problèmes de sels et de sodium se développent.

2.3. Pédologie :

2.3.1. Systèmes de classification :

Les critères utilisés pour la détermination des unités cartographiques tant pédologiques que des aptitudes des terres à l'irrigation, sont basés sur l'appréciation des caractéristiques physiques et chimiques des sols.

Sur l'ensemble de la surface prospectée du bassin de l'Anambé, soit 54.000 ha, l'interprétation des photos aériennes prises en 1978, l'étude de 80 profils types et 740 sondages pédologiques, l'analyse en laboratoire de quelques 46 profils de référence ainsi que 36 tests d'infiltration et de perméabilité "in situ", ont permis de classer les unités complexes pédologiques suivant la taxonomie FAO-UNESCO et l'aptitude des terres à l'irrigation suivant la méthode USBR.

2.3.2. Physiographie :

Sept principales unités physiographiques ont été reconnues pour l'ensemble du bassin de l'Anambé dans le cadre de l'analyse des photos aériennes : la plaine centrale, les terrasses inférieures, les terrasses supérieures, les pentes sableuses, les plateaux, les dépressions périphériques, les vallées actuelles.

2.3.3. Les sols :

L'étude pédologique a permis de dresser la carte des sols du bassin de l'Anambé en regroupant différents types de sol en unités complexes pédologiques caractérisés par l'origine et la composition de leur matériel parental, leur position topographique ainsi que leurs caractéristiques pédologiques et les propriétés physico-chimiques.

2.3.4. Les aptitudes culturales des terres :

Les différents groupes de sols du bassin de l'Anambé sont uniformes au point de vue morphologique à l'exception des sols de la plaine centrale d'inondation.

Au point de vue analytique, les analyses effectuées permettent de tirer les conclusions suivantes :

- les données de laboratoires varient très peu en ce qui concerne le PH, les cations échangeables, les éléments totaux et la composition minéralogique. Font exception, les terres de la plaine centrale d'inondation qui sont influencées par la présence de montmorillonite ;
- par contre, on constate des différences significatives en ce qui concerne leur composition granulométrique et la capacité de rétention en eau qui lui est liée. Ce sont ces différences qui ont présidé aux choix des spéculations.

- La matière organique et le taux de saturation en éléments fertilisants sont en général faibles (environ 10 meq/100 g de terre). Font à nouveau exception, les sols de la plaine centrale d'inondation (25 meq/100 g de terre).;
- le PH ^{varie} entre 5 et 6 en fonction des types de sol et reste assez constant dans un même profil.

Du point de vue granulométrique, on peut distinguer :

- les sols de plaine centrale d'inondation très argileux de type vertique présentent une structure très bien développée et de nombreuses fentes de retrait, un microrelief à gilgai nécessitant des travaux de planage de l'ordre de 400 m³/ha ;
- les sols de pentes sableuses et des plateaux à texture grossière très perméables n'autorisant en général pas l'irrigation ;
- les sols des terrasses dont les horizons inférieurs sont en général assez argileux (40 à 50 %) ;
- la composition des terres est en proportion directe avec la teneur en argile et le degré de cimentation par les sesquioxides. C'est pourquoi les horizons inférieurs sont souvent très compacts.

D'une manière générale, on peut conclure que les sols de la zone prospectée présentent un niveau de fertilité assez bas. L'obtention de haut rendement sera donc conditionnée par l'établissement de plan adéquat de fumure et le travail de sol, facilité par l'introduction de la motorisation.

1.3.5. Classification des terres suivant leur aptitude à l'irrigation :

Le système de classification utilisé a permis de classer et de cartographier les terres en fonction de leur aptitude à rembourser les coûts de développement en fonction de leur productivité, des coûts de production et des coûts d'aménagement.

Quatre classes d'aptitude des terres à l'irrigation ont été ainsi déterminées en tenant compte des caractéristiques pédologiques des sols et leurs propriétés physico-chimiques, de l'aptitude au drainage, des coûts d'aménagement conditionné en grande partie par le relief et la topographie et la végétation ou l'utilisation des terres actuelles :

- classe 1 R : riziculture de submersion, coûts de développement modérés (4.650 ha) ;
- classe 2 R : riziculture de submersion, coûts de développement plus élevés que 1 R (20.760 ha)
- classe 2 : polyculture, coûts de développement plus élevés que ceux de la classe 1 (16.210 ha) ;
- classe 6 : non irrigable (12.050 ha).

2.4. Drainabilité :

2.4.1. Conditions naturelles du drainage de surface :

La zone centrale du bassin de l'Anambé est à l'heure actuelle sujette à des inondations par les crues de la rivière Kayanga et les apports associés à des couches peu perméables font que le drainage du sous-sol est lent. Le drainage par la rivière Anambé en direction Sud est incomplet. En fait un seuil naturel ne permet pas l'évacuation de la totalité des eaux, laissant à la fin de la période d'écoulement un lac qui s'assèche partiellement au cours de la saison sèche.

2.4.2. Conditions naturelles du drainage de sous-sol :

Les conditions de drainage interne dans le profil des sols ont été observées et mesurées pendant les investigations hydrogéologiques ; la position et les mouvements de la nappe ont été étudiés lors des reconnaissances hydrogéologiques. On observe trois types de sols :

- les sols à drainage interne très lent, avec une perméabilité inférieure à 0,2 cm/h dans tout ou une partie des deux premiers mètres ou dans lesquels la nappe phréatique est près de la surface ; sols prédestinés à la culture irriguée du riz. On les trouve dans la zone centrale du bassin, dans les terrasses supérieures dans la moitié environ des terrasses supérieures et dans certaines parties des vallées périphériques ;
- les sols à drainage lent modéré, avec une perméabilité de l'ordre de 0,2 à 2,5 cm/h, propres à la culture irriguée de riz. On les trouve sur les terrasses supérieures et dans les dépressions locales des plateaux ;
- les sols à drainage modéré à rapide, avec une perméabilité supérieure à 2,5 cm/h, propres à la polyculture. On les trouve sur les plateaux

2.5.- Topographie :

La topographie du bassin ne présente pas un aspect très accidenté. Les hauteurs entourant concentriquement les terrasses alluviales et la plaine centrale situées entre 20 et 30 mètres IGN, atteignent une altitude ne dépassant guère les 70m IGN. Les pentes terrains situées dans les futurs périmètres d'irrigation sont d'environ : 0,5 - 1,5 % dans les parties hautes, plus sableuses, souvent déjà cultivées, et de : 0,1 - 0,3 % dans les parties basses aptes à la double culture du riz.

La topographie ne pose pas de contraintes majeures pour le tracé des canaux et l'aménagement du périmètre. Toutefois, les nombreux marigots descendant radialement vers le centre du bassin et dont le lit est très accentué dans la partie supérieure de leur cours devenant plus ou moins indéfini dans les parties basses du bassin, devront être captés et canalisés à travers les périmètres d'irrigation impliquant ainsi des ouvrages importants au croisement des canaux primaires.

Ces drains étant d'une taille importante, la subdivision de la zone irriguée en secteurs, doit s'adapter au tracé de ceux-ci afin d'éviter des terrassements trop importants.

2.6.- Enquêtes foncières :

2.6.1. Population agricole :

La population du bassin de l'Anambé est évaluée à 43.000 habitants (1980). Elle est de caractère essentiellement rural. Si l'on exclut 50 % de la population de Vélingara présentant un caractère urbain, la population agricole s'élève à 38.000 habitants. La population active est de 25.000 habitants (20.000 résidents et 5.000 saisonniers).

2.6.2. Régime foncier et occupation des sols :

Les populations marquent leur droit d'usage sur les terres par le défrichement et l'occupation. Le Chef de carré détenant les droits est chargé de la gestion des terres défrichées en commun. Suivant les termes de la loi sur le domaine national, les terres dites de terroir sont sous la responsabilité de la Communauté rurale.

Sur les 37.000 ha de superficie agricole recensés sur les 110.000 ha du bassin de l'Anambé, les cultures couvrent 26.000 ha et les jachères 11.000 ha. Les meilleures sont toutes concentrées sur les plateaux situés à la périphérie du bassin proprement dit et les 73.000 ha restants sont utilisés pour le pâturage du bétail, y compris la zone inondable du fond du bassin (2.500 ha) et la forêt (3.857 ha). La superficie cultivée par actif, y compris les navétanes est donc de 104 ha.

Les cultures pratiquées en 1977/78 et 1978/79 se répartissent en superficie comme suit :

- mil et sorgho : (35%) avec 9.100 ha
- riz : (5%) avec 1.300 ha
- maïs : (5%) avec 1.300 ha
- arachide : (29%) avec 7.540 ha
- coton : (26%) avec 6.750 ha

Cultures vivrières et cultures de rente se partagent donc également l'espace. Quant à la riziculture, elle était très marginale.

La valeur alimentaire de la production disponible avec 33.10³ calories des 109 g de protides, couvre juste les besoins de base, en particulier en calories des populations en année normale, en admettant les valeurs de l'ORANA (2.200 calories et 60 g de protides/personne/jour).

Les besoins globaux en protides par contre, sont couverts si on y ajoute les apports de viande et de lait. Le bassin de l'Anambé est donc auto-suffisant en céréales, en année de pluviométrie, mais n'en exporte pas. Cet équilibre reste toujours précaire en période difficile de soudure et est déséquilibré qualitativement.

III.- RESEAU D'IRRIGATION -

3.1. Le réseau de distribution :

3.1.1. Efficiences de l'irrigation et pertes dans le réseau :

Les efficiences de l'irrigation sont estimées comme suit :

	<u>RIZ</u>	<u>MIL/SORGHO</u>
- Efficience de l'irrigation à la parcelle	75 %	65 %
- Pertes dans le réseau d'irrigation	25 %	26 %
Efficiencia globale	= 56 %	49 %
=====	=====	=====

3.1.2. Paramètres techniques :

<u>Canaux</u>	<u>en béton</u>	<u>en terre</u>
- Calcul de débit	formule Manning Strukler $V = K \ j^{1/2} \times R^{2/3}$	$Q = F \times V$
- Vitesse minimale de l'eau	= 0,6 m/s	0,25 m/s
- Vitesse maximale	= 1,2 m/s	0,6 m/s
- Hauteur de revanche		
débit 0-0,5 m³/s	0,2 m	0,4 m
débit 0,5 - 3 m³/s	0,2 m	0,6 m
débit 3 - 7 m³/s	0,2 m	0,8 m
débit 7 - 17 m³/s	0,4 m	1,0 m
- <u>Epaisseur de revêtement</u>		
débit 2 m³/s	6,5 cm	-
débit 2-5 m³/s	8 cm	
débit 5-15 m³/s	10 cm	-
- Forme	Trapézoïdale	Trapézoïdale
- Pentes des berges	3/2	3/2 et 2 : 1

3.1.3. Politique de revêtement :

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.

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 de percolation.

De plus, pour obtenir la même superficie de terres surmontées en fin de tracé, un canal en terre doit démarrer à une côte plus élevée ; ce qui le situe dans des terrains moins favorables du point de vue tracé de 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 sont pas revêtus. Afin d'assurer un compactage correct des berges, ils seront établis en contruisant d'abord un cordon trapézoïdal de matériaux sélectionnés compactés, puis en excavant la section trapézoïdale du canal.

3.1.4. Réseau proprement dit :

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.

. Canaux principaux :

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

Chaque fois que cela est possible, les vannes seront placées immédiatement à l'amont d'une prise d'eau alimentant un canal secondaire. Les prises secondaires sur les canaux principaux sont équipées de vanne à débit constant (type module à masques).

Canaux secondaires :

Les canaux secondaires suivent les courbes de niveau ou les coupes. La superficie desservie par un canal secondaire est dénommée 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, 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. A un certain moment, ces responsabilités pourront être déléguées aux coopératives ou aux groupes d'agriculteurs exploitant une unité opérationnelle.

Les canaux secondaires transportent 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 prises à débit constant (type module à masques). Une fois ouvertes, le débit de ces prises est virtuellement indifférent aux petites variations du plan d'eau amont ; le niveau de réglage dans le canal secondaire étant assuré par un déversoir de type Giraudet ou en diagonale.

Les canaux secondaires sont munis d'ouvrages d'extrémités qui restituent dans les drains ; des ouvrages de chute seront nécessaires généralement près des prises d'eau.

Canaux tertiaires :

Les canaux tertiaires transportent un débit constant qui à son tour alimente les fermes de 2,5 ha, formant l'unité tertiaire de rotation entre les exploitations paysannes. L'unité d'irrigation formée par l'ensemble des parcelles alimentées par un canal tertiaire est appelée quartier.

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 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 efficience de l'irrigation, compte tenu de l'actuel manque d'expérience.

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 le 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).

3.1.5. Techniques d'irrigation :

Deux méthodes d'irrigation seront pratiquées. 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 destinés 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 à l'autre. Dans le cas de l'irrigation à la raie, l'eau sera prélevée du canal arroseur au moyen de siphons. Les champs type auront 100 m de long ; les raies suivront les fentes 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, quoiqu'une surveillance serrée par du personnel entraîné, appartenant à l'administration du projet, fût nécessaire durant les premières saisons d'irrigation.

3.1.6. Unité type d'irrigation :

Deux schémas standards d'unités tertiaires ont été adoptés, un pour les exploitations paysannes et l'autre pour la ferme mécanisée.

. Pour l'exploitation paysannale, l'eau est distribuée à des fermes situées d'un seul côté ou de deux côtés du canal tertiaire, 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 piste revêtue de latérite nuit le drain et permet un accès aux champs par tous les temps.

. Pour les fermes pratiquement, des cultures diversifiées pendant les deux saisons, le nivellement se limitera au régalinge selon la pente naturelle. Ailleurs le nivellement des terres sera nécessaire pour l'irrigation par besoin 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 litres/seconde (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 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.

3.1.7. Ouvrages divers :

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

3.2. Réseau de drainage :

3.2.1. 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 guidé 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.

3.2.2. 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.

3.2.3. Drainage de la plaine centrale d'inondation :

Le plan d'eau de la plaine centrale sera contrôlé grâce aux vannes installées dans les prises d'eau des stations de pompage qui se trouvent sur le barrage de garde (voir plan de situation 61 53/209003).

3.3. Réseau des pistes :

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

. Les pistes principales ont une largeur totale de 7 m comprenant une bande de roulement en latérite de 5 m de large et des accotements de 1 m de large. Elles suivent généralement les canaux principaux ou leurs branches. 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 a 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 0,5 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.

IV.- STATION DE POMPAGE -

. Généralités :

Dans le projet d'aménagement de l'Anambé, l'alimentation ou la distribution par canaux nécessite le relevage des eaux d'irrigation au moyen d'une station de pompage.

L'appréciation à leur juste valeur des incidences économiques sur le projet dues à cette contrainte, a conduit à rechercher des sites d'implantation et des conditions de fonctionnement aussi favorables que possible, concrétisés par la minimalisation des hauteurs de refoulement.

En outre la quantité d'énergie consommée annuellement revêtant elle aussi une importance toute particulière, seul un mode de fonctionnement collant au plus près aux besoins a été prévu.

La création d'une centrale hydro-électrique au pied du barrage de Niandouba permet d'envisager partiellement un entraînement des machines à l'électricité. Un appoint de moteurs thermiques diesel est toutefois nécessaire.

L'équipement du périmètre est effectué en phases successives :

Phases	Nombre de stations	Débit m ³ /s	Hauteur de refoulement (HMI) m	Surface desservie (ha)	Mode d'entraînement	Emplacement
1	1	1,2	14	1.420	Diesel	Rive droite
2	1	11,25	13	4.440	Electrique +appoint diesel	Rive droite
3	1	18,5	13	7.490	Electrique appoint diesel	Rive droite
3	1	5,4	9,5	2.255	Diesel	Rive droite
4 - 5	1	2	20	8.775	Diesel	Rive gauche

4.1. Principes directeurs :

Les stations de pompage destinées à alimenter le périmètre de l'Anambé sont une pièce maîtresse du point de vue de la garantie de l'alimentation en eau d'irrigation. De leur bonne marche dépendra en fait la réussite ou l'échec des cultures établies sur les terres qu'elles desservent en eau. Elles doivent par conséquent être simples, fiables et robustes.

Par conséquent, toutes les stations, hormis celle de la phase I qui ne devrait pas travailler plus de 4 ans comme prévu par le programme de développement sont équipées de prises d'eau gravitaires et les pompes sont situées au-dessous du plan d'eau à l'aspiration. Cette disposition permet, non seulement de s'affranchir totalement des risques de désamorçage, mais aussi et surtout diminue les pertes de charge et autorise un fonctionnement dans les meilleures zones de rendement des machines.

4.2. Conception de base :

L'ensemble d'une station comprend essentiellement :

- le hall machine
- la salle de commande et de contrôle
- les locaux des cellules électriques (n'existent pas dans les stations diesel)
- un atelier de réparation et de stockage des pièces de rechange ;
- un bureau pour le responsable de l'usine ;
- les loges transformateurs extérieurs attenantes au bâtiment principal (n'existent pas dans les stations diesel) ;
- une plateforme de circulation ;
- une clôture métallique munie d'un portail.

Toutefois, en ce qui concerne la station de pompage de la phase I une conception moins élaborée a été retenue, ceci afin de réduire le montant des investissements. Dans ce cas, l'ensemble formé par les groupes de pompage et les moteurs diesel est simplement protégé par une charpente métallique ouverte sur les côtés, assurant ainsi la bonne ventilation des moteurs. Pareillement aux autres stations, le complexe est placé dans une enceinte clôture.

4.3. Pompes :

A cause de sa capacité d'avalement, de sa conception (facilité d'accès aux organes), de sa vitesse de rotation peu élevée, on choisira la pompe centrifuge ou hélico-centrifuge verticalisée, capable de travailler aux rendements les plus élevés. Elle est bien la pompe qui convient le mieux pour l'irrigation et répond parfaitement aux conditions requises pour l'équipement du périmètre de l'Anambé.

Pour la station de la phase I, en vertu des arguments déjà présentés dans cette description et du débit unitaire requis ($1,2 \text{ m}^3/\text{s}$), il a été prévu des pompes hélicoïdales verticales type forage. On peut penser que vu le temps limite de leur fonctionnement à cet endroit, les interventions de maintenance sont peu nombreuses.

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

4.4. Moteurs :

Suivant la phase d'équipement dans laquelle les futures stations se trouvent, leurs pompes sont entraînées par des moteurs électriques, soit par les moteurs diesel.

Lorsque les pompes sont entraînées par des moteurs électriques, ceux-ci sont disposés verticalement et reposent avec leur réducteur de vitesse sur un plancher situé de plein pied avec le terrain entourant la station. Un arbre de transmission vertical transmet l'effort à la pompe installée elle, au fond du cuvelage.

Ils sont alimentés en 5,5 Kw et leur démarrage s'effectue automatiquement successivement et en rotation les uns par rapport aux autres. Les ordres de démarrage sont donnés eux par la fluctuation du plan d'eau dans l'ouvrage de restitution et dans le canal destiné à alimenter le périmètre.

Cette disposition générale est maintenue dans le cas d'un entraînement des pompes par moteurs thermiques diesel. La seule différence consiste en la combinaison du réducteur de vitesse avec un réservoir d'angle, nécessite par une disposition horizontale du moteur diesel.

La puissance requise pour ces moteurs est dans des limites permettant un démarrage aisé par batteries d'accumulateurs. Le choix définitif portera sur des moteurs à régime lent, c'est-à-dire moins de 1.600 tours/minute. Le fonctionnement général s'apparente totalement au mode de régulation envisagé pour les moteurs électriques. Toutefois, par mesure de sécurité, un groupe électrogène de secours permettra soit une charge rapide des accumulateurs, soit un démarrage direct des moteurs.

4.5. Le génie civil :

Le génie civil des stations se compose de deux parties, la prise d'eau et le bâtiment contenant les machines; ces deux ouvrages ^{étant} intimement liés entre eux par les conditions hydrauliques d'une part, et les conditions topographiques d'autre part.

4.5.1. La prise d'eau :

Pour les stations situées directement sur l'Anambé, à cause d'une topographie très plate du lit de la rivière et du peu de hauteur de la lame qui y sera établie, seule une alimentation gravitaire peut être envisagée. Constituée devant la station par un chenal rectangulaire bétonné muni de pertuis et de grilles, elle se prolonge dans le lit de la rivière par une excavation assurant le passage de l'eau vers la station.

Les futures stations de pompage principales étant amenées à pomper l'eau aussi bien en amont qu'en aval d'une digue de garde qui coupe le cours de l'Anambé en 2, la prise d'eau en forme se divise en deux branches orientées l'une vers l'amont, l'autre vers l'aval. Un jeu de vannes permet de choisir le côté alimentation.

4.5.2. Le bâtiment :

Le bâtiment de la station de pompage consiste en un cuvelage étanche surmonté d'une superstructure en béton et en maçonnerie.

- . Le cuvelage contient les pompes, les éléments de tuyauterie d'aspiration et de refoulement ainsi que toute la robinetterie.
- . Le bâtiment de superstructure comprend le hall moteur, les locaux électriques, la salle de commande et de contrôle, l'atelier de dépôt pièces de rechange et les bureau. Un pont roulant permet la manutention du matériel lourd lors des révisions. Un portique roulant extérieur servira de mettre en place les batardeaux en cas de nécessité.

4.6. Les conduites de refoulement :

sont

Les tuyauteries de refoulement de chaque pompe, équipées chacune avec une vanne de fermeture programmée et une vanne de sectionnement commun. A partir de ce collecteur, la totalité du débit transite dans deux conduites de fort diamètre (une seule pour la station de la phase 1 et la station de haut service) constituées de tuyaux en béton armé. Elles restituent dans le canal qu'elles alimentent par l'intermédiaire d'un ouvrage particulier appelé ouvrage de restitution, lui aussi en béton armé.

C'est à partir des variations du plan d'eau enregistrées peu après cette restitution que s'effectue la régulation de la station de pompage. Les indications sont retransmises électriquement au moyen d'un câble enterré le long des conduites.

V.- ENDIGUEMENT -

5.1. Synthèse des contraintes :

Dans le projet d'aménagement de l'Anambé, il est prévu 3 barrages : le barrage hydroélectrique de Niandouba, le barrage du confluent (déjà fonctionnel) et le barrage de garde. Chaque barrage comprend au moins : une digue, un organe de vidange et un évacuateur de crue.

Pour un site donné, le choix du type de barrage le plus approprié et le plus économique nécessite l'examen d'un grand nombre de facteurs. Ce choix est conditionné essentiellement par la topographie, la géologie et la géotechnique, la disponibilité et le prix de revient des matériaux de construction intervenant aussi pour une part importante.

En ce qui concerne les 3 barrages, la solution des digues homogènes s'impose d'emblée, pour les principales raisons énumérées ci-dessous.

a)- Topographie : le relief très peu accidenté de la région du projet n'offre que des vallées évasées dont les points de resserrement maximum représentent encore de grandes largeurs ; soit une longueur de couronnement de :

- . 1.400 m pour le barrage de Niandouba,
- . 1.760 m pour le barrage du confluent y compris déversoir et digue collinaire,
- . 1.700 m pour le barrage de garde.

Cette forme de barrage exclut donc à priori un ouvrage de béton de type voûte.

b)- Géologie : l'épaisse couche d'alluvions (plus de 20 m d'épaisseur recouvrant le fond des vallées exclut toute solution en béton. Les seuls barrages envisageables dans la région sont donc des ouvrages souples de type digue en terre.

c)- Matériaux de construction disponibles sur place : les caractéristiques de ces matériaux limitent le choix du type digue. En effet, il existe sur place :

- des alluvions (perméabilité au moins 10 - 5 cm/s une fois compactée) qui peuvent servir de corps homogène ;
- des graviers latéritiques pour le RIP RAP ;
- des sables pour le béton. Les graviers propres à granulométrie étalée nécessaire pour le béton font partiellement défaut.

5.2. Calage et dimensionnement hydraulique :

5.2.1. Base de dimensionnement :

Le type de digues à envisager sera donc à corps homogène, avec ou sans drain central, en fonction de la hauteur du barrage et de la différence des niveaux d'eau entre l'amont et l'aval.

L'un des facteurs fixant la hauteur du barrage de Niandouba est la détermination du volume utile de sa cuvette de retenue ; il a été démontré que l'aménagement hydroagricole atteint son optimum économique pour 16.265 ha irrigués nécessitant une accumulation dont la cote de retenue normale est de 37 m IGN. Le volume total d'accumulation est de $420 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ avec un volume mort de $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Quant à la hauteur des barrages du confluent et de garde, elle va dépendre principalement des conditions d'exploitation de l'aménagement et de l'implantation des périmètres irrigués.

5.2.2. Définition de la cote de couronnement des 3 barrages :

La cote de couronnement d'un barrage dépend de 3 éléments, à savoir : le niveau de retenue normale, l'élévation de ce dernier lors du passage de la crue de dimensionnement de l'évacuateur et de la revanche calculée à partir de l'amplitude des vagues.

On retien en règle générale pour le dimensionnement de l'organe de l'évacuateur des crues d'une digue en terre non submersible, un évènement de fréquence d'occurrence décennale. C'est cette crue définie par l'étude hydrologique qui sera retenue comme base de dimensionnement. Le niveau maximum qui s'établira dans la retenue lors de son passage correspondra donc au niveau des plus hautes eaux possibles.

Le calcul de la revanche fait intervenir l'amplitude des vagues susceptibles de se produire sous l'effet d'un vent de vitesse donnée. La hauteur de déferlement est donnée par la formule en Wstergaard :

$$H_v = 3.2. \times H \times K \times t_g$$

ou t_g est la pente du talus égale à $1/3$; $K = 0,72$ pour un talus recouvert de Rip Rap de protection ; H est l'amplitude des vagues calculée avec les formules empiriques de Stevensen, Molitor, Greager-Justin, Kalal (vitesse vent max = 100 km/h et le fetch = 3 km).

./.

En retenant la valeur la plus forte calculée pour l'amplitude des vagues on obtient pour la hauteur de déferlement $h_v = 0,87$ m . Il est proposé de retenir une revanche de l'ordre de 1,0 m au-dessus du niveau des plus hautes eaux atteint lors du passage de la crue décennallénale.

5.3. Caractéristiques particulières de la digue du confluent :

Les trois digues ont des caractéristiques communes (largeur de couronnement, fondation, pente et protection des parements). Pour être plus pratique, nous nous contenterons de décrire les caractéristiques de la digue du confluent qui est déjà fonctionnelle.

Le profil type retenu est composé d'un massif homogène trapézoïdal. L'inclinaison des talus amont et aval a été fixée à 1 : 3 . La largeur de couronnement est de 5 m. Les parements amont et aval sont recouverts d'une couche de protection en gravier latéritique de 2 m mesurés horizontalement, qui est séparée du corps du barrage par une membrane synthétique non tissée destinée à éviter sa contamination par l'entraînement de matériaux fins du corps de la digue lors de l'abaissement du plan d'eau extérieur.

Cette protection est renforcée sur la partie du parement aval en dessous de la cote 20.50 ING et sur toute la partie du parement amont par une couche d'enrochements (Rip Rap) mesurés horizontalement. Une tranchée de 3 m de profondeur sera excavée dans la fondation de la digue et sera avec les matériaux constituant cette dernière afin d'augmenter le chemin de percolation et jouer le rôle de parafouille.

Afin d'éviter tout risque de sous-pressions excessives à l'aval de la digue, dues à des venues d'eau provenant de lentilles de sables dont la présence n'est pas exclue, un tapis drainant sera disposé à l'aval, sur une longueur égale au quart de l'emprise totale. Ce tapis est confectionné en gravier latéritique trié, enveloppé dans une membrane non tissée de type Bidim.

Enfin deux piézomètres sont mis en place dans la digue (1 sur la crête et 1 en aval) pour contrôler les mouvements de l'eau à l'intérieur de celle-ci. Des bornes sont placées le long du barrage pour le contrôle du tassement.

5.4. Fiche technique du barrage du confluent :

5.4.1. Généralités :

- Surface du bassin versant = 2.855 km²
- Crue de dimensionnement (pointe = 510 m³/s)

5.4.2. Retenue :

- Côte de retenue normale 1ère phase (IGN) = 22.30
- Côte minimale d'exploitation 1è phase (IGN) = 20.50
- Volume total accumulé 1è phase (10⁶ m³) = 59.00
- Volume utile accumulé 1è phase (10⁶ m³) = 48.00
- Côte de retenue normale 2è phase (IGN) = 23.00
- Côte de plus hautes eaux 2è phase (IGN) = 24.80
- Volume total accumulé 2è phase (10⁶) = 11.00

5.4.3. Barrage :

- Type = en terre homogène
 - Côte du couronnement (IGN) = 26.00
 - Longueur du couronnement (m) = 210
 - Largeur du couronnement (m) = 5
 - Hauteur max. sur terrain naturel (m) = 10,5
 - Pente des parements amont et aval = 1 : 3
 - Volume du barrage
 - . Corps homogène (m³) = 27.600
 - . Couches de protection (m³) = 4.800
 - . Rip Rap (m³) = 1.600
-
- TOTAL m³ 34.000
- Volume des excavations (m³) 8.000

5.4.4. Evacuateur de crues :

- Type	: déversoir frontal avec créneau	
- Côte d'arase du créneau 1ère phase (IGN)		= 20.30
- Côte d'arase du créneau 2è phase (IGN)		= 23.00
- Côte d'arase du déversoir 1ère phase (IGN)		= 22.60
- Côte d'arase du déversoir 2è phase (IGN)		= 23.60
- Largeur du créneau (m)		= 20
- Longueur du déversoir (m)		= 200
- Capacité sous charge max (2è phase) m³/s		= 510

5.4.5. Ouvrage de dotation/vidange :

- Equipement	= 1 vanne plane (m)	= 2,0/3,0
	= 1 vanne plane (m)	= 600
- Capacité sous 3 m de charge (m³/s)		= 40

VI.- INVESTISSEMENTS ANNEXES -6.1. Matériel agricole et matériel d'entretien :

Les besoins en matériel agricole ont été définis en tenant compte du temps des travaux unitaires, du nombre de jours de travail possibles et de la superficie effectivement emblavée ; ceci aussi bien pour la ferme mécanisée que dans les exploitations paysannes.

6.2. Bâtiments d'exploitation :

Les bâtiments d'exploitation qui doivent être construites pour le projet comprennent les maisons pour le personnel senior, les quartiers d'habitation pour le personnel junior, les bureaux, ateliers et magasins. Il a été prévu :

- à Vélingara : des bureaux de 200 m² de surface pour la Direction générale du projet.

./.

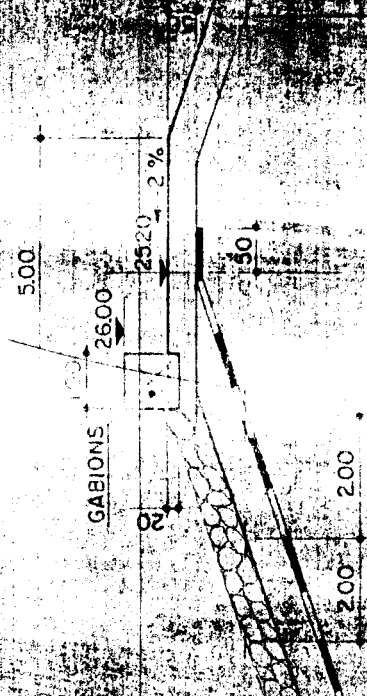
- A Anambé : où vont s'implanter les services centraux d'exploitation :
 - . des bureaux d'une superficie de 200 m² en phase II,
 - . puis 475 m² en phase III
 - . et 675 m² en phase IV ;
 - . des ateliers s'occupant des réparations importantes du matériel agricole avec une superficie de 1.200 m² au stade de plein développement;
 - . un magasin de 500 m² pour le matériel, les pièces de rechange et les lubrifiants.
- Chaque ferme mécanisée sera dotée de bureaux
 - . de bureaux de 40 m²,
 - . d'un atelier de 300 m²
 - . et d'un magasin de stockage de 400 m².
- Les services centraux des Unions Coopératives seront dotés de :
 - . 100 m² de bureaux,
 - . 200 m² de magasin de stockage.

6.3. Rizeries :

Il est prévu aussi 4 rizeries industrielles (capacité 2 T/h chacune) et 10 rizeries villageoises (0,5 T/h chacune).

Etant donné que le projet Anambé est du type intégré, les autres volets ne seront pas négligés notamment, l'élevage, la sylviculture, la pisciculture et la santé.

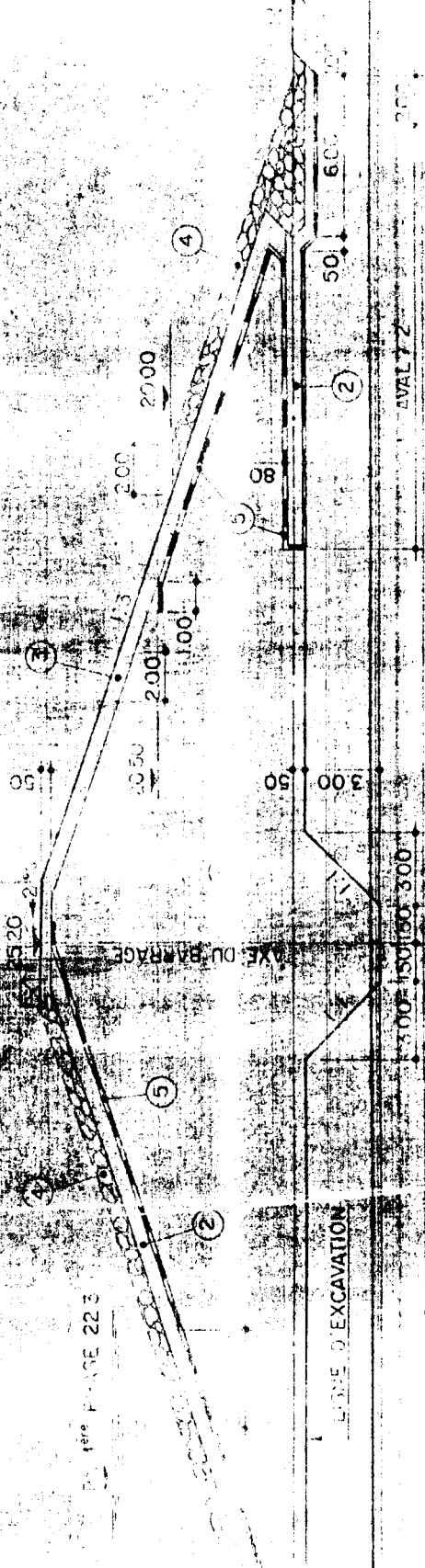
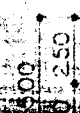
DETAIL DU COURONNEMENT 1:100



Legende

- ① Corps en alluvions fines
- ② Gravier latéritique 5mm < d < 20mm
- ③ Gravier latéritique tout-venant
- ④ Rip-Rap
- ⑤ Membrane non tissée

PROFIL TYPE 1:200



Barrage du confluent
Profil type en état de couronnement