

PLAN QUINQUENNAL 1985 - 1989

Classe 114/84/025

03/0043

Projet de la République du Mali

PLAN D'ACTION POUR L'AMENAGEMENT DE PETITES RETENUES

D'EAU VILLAGEOISES

03/0043

PLAN D'ACTION POUR L'AMENAGEMENT DE PETITES RETENUES D'EAU VILLAGEOISES  
AU MALI.

S O M M A I R E

I. INTRODUCTION

- I.1 Contexte du Projet et problématique
- I.2 Historique du Projet
- I.3 Situation actuelle dans la zone du projet
- I.4 Objectifs du Projet
- I.5 Justification du Projet

II. DESCRIPTION DU PROJET

- II.1 Les extrants du projet
- II.2 Les intrants du projet

III. INSERTION DU PROJET DANS LE CONTEXTE

- III.1 Impacts du Projets sur son environnement
- III.2 Acceptabilité du projet et conditions de réalisation

IV. COUT DU PROJET

- |        |     |                                   |
|--------|-----|-----------------------------------|
| ANNEXE | I   | Barrages en pays Dogon            |
|        | II  | Projets en rapport avec le Projet |
|        | III | Bibliographie                     |

## I. INTRODUCTION

### I.1. Contexte du projet et problématique :

L'importance de l'eau dans la vie quotidienne des communautés villageoises n'a pas échappé au gouvernement. Pourtant, jusqu'à présent, l'assistance du gouvernement dans ce domaine a porté sur l'aménagement des eaux souterraines alors que celui des eaux de surface, à quelques exceptions près, était laissé à l'initiative des villageois. Il semble que cette politique devrait être révisée, et qu'un effort beaucoup plus important devrait être consenti pour améliorer l'exploitation des eaux de surface à l'échelle villageoise.

Naturellement le problème est avant tout lié aux conditions climatiques prévalant au Mali, et à l'absence de pluies d'Octobre à mi-juin, d'où la nécessité pour les populations éloignées des cours d'eau pérennes de retenir l'eau en profondeur ou en surface. Ces conditions se sont exacerbées depuis 1967, en raison d'une sécheresse exceptionnelle.

Dans la zone soudanienne, au sud du Mali, les précipitations sont en moyenne de 1 200 mm, mais ont été insuffisantes pour pratiquer la culture pluviale dans de bonnes conditions ces dernières années :

Précipitations annuelles à quelques stations du sud du Mali						
Stations	Période d'observation	Précipitations mm				
		Moyenne	1981	1982	1983	1984
Sikasso	1935 - 1984	1 214	1 220	1 045	682	908
Kéniéba	1942 - 1984	1 248	1 178	1 212	671	-
Kita	1935 - 1984	1 062	829	(855)	653	734

Dans la zone sahélienne les pluies sont chroniquement insuffisantes, et un complément d'eau est presque une condition de survie.

Précipitations annuelles à quelques stations du nord du Mali						
Stations	Période d'observation	Précipitations mm				
		Moyenne	1981	1982	1983	1984
Kayes	1935 - 1984	726	593	532	431	602
Ségou	-"-	686	522	591	524	544
Tombouctou	1949 - 1984	185	162	113	73	229
Nioro	1935 - 1924	540	406	372	253	323

Peu sensibles aux variations climatiques annuelles, les aquifères profonds sont la solution idéale pour approvisionner en eau les villages pour leurs besoins domestiques. Mais les forages sont encore très loin de couvrir toutes les demandes et le rythme actuel de 600 forages productifs par an ne permettra pas de satisfaire avant longtemps les quelques 10 000 demandes urgentes.

Bon gré mal gré, ce sont donc toujours les puits traditionnels dans les nappes phréatiques qui satisfont plus ou moins bien les besoins domestiques des villages. Ces nappes sont dépendantes des variations annuelles de la pluviométrie, et du mode d'infiltration des précipitations, phénomène dont les villageois comprennent bien le processus. Les puits sont souvent établis en bordure des bas-fonds ou des cours d'eau, et quelques villages ont construit des endiguements pour concentrer les précipitations et recharger la nappe phréatique.

Dans un très grand nombre de villages installés en bordure de cours d'eau ou de mares se pratiquent des activités liées à l'exploitation des eaux de surface :

a) La fabrication des parpaings servant à l'édification des cases. Pour les villages anciens cette activité a créé des fosses profondes creusées dans les bas-fonds argileux. Ces fosses atteignent souvent des niveaux sableux, ce qui améliore la recharge de la nappe phréatique pendant l'hivernage. De plus les fosses conservent l'eau pendant plusieurs mois et permettent de puiser directement de l'eau pour les jardins ou d'autres usages.

b) Le jardinage familial en bordure des dépressions et des cours d'eau est très largement pratiqué au Mali. Le jardin d'une dizaine d'ares est clos par des branchages ou des murs de pierres. Cette activité apporte un appoint non négligeable à l'alimentation du village, tels que pommes

de terres, aubergines, tomates, salades d'autant bienvenu que les légumes verts et les fruits sont rares en saison sèche. Cette activité tombe également dans une période où les cultures pluviales sont terminées alors que les paysans disposent de tout leur temps. L'eau d'arrosage est généralement prise dans un puits au centre du jardin, dans la nappe alimentée par la mare voisine. Les revenus provenant du jardinage sont relativement importants, sans doute plus de 200 000 F CFA par saison et par jardin.

c) Des aménagements hydro-agricoles simples sont très souvent pratiqués en bordure des cours d'eau ; rizières en riz flottant, mil de décrue, etc. Ils consistent en constructions de diguettes retenant l'eau ou limitant les crues.

Ces aménagements produisent sans doute beaucoup moins que les cultures pluviales. Cependant multipliés par le nombre de villages la production représente au total un apport non négligeable à l'économie agricole du Mali (1).

Le gouvernement doit avoir conscience de l'accroissement démographique dans le monde rural. La population rurale atteindra 9 000 000 d'habitants en l'an 2 000, 50 % de plus qu'actuellement. Dans plusieurs régions du Mali on constate déjà une surexploitation et un surpâturage des terres (région de Sikasso par exemple). Le remède sera une exploitation intensive et une couverture végétale permanente nécessaire à la conservation de sols naturellement fragiles et épuisés.

La culture irriguée, peu pratiquée actuellement en dehors des grandes vallées, devrait donc se développer dans l'avenir.

De marginal, l'aménagement des eaux de surface à l'échelle villageoise, devrait donc se révéler essentiel. Mais il dépend d'un certain nombre de contraintes sociales et physiques, et pose une série de problèmes dont la solution n'est pas toujours donnée par les villageois eux-mêmes. Ces contraintes et ces problèmes sont énumérés ci-après.

#### 1. Contraintes d'établissement et d'implantation

- proximité des communautés villageoises d'un site favorable

---

(1) Cependant on estime, dans la région de Sikasso, que les cultures du coton et les jardins donnent des revenus équivalents.

- conditions physiques favorables (hydrologie, topographie, géologie) et existence de matériaux de construction convenables.

- existence de sols convenant à des cultures irriguées.

## 2. Problèmes de conception et de construction

- pertes d'eau par perméabilité et par évaporation
- danger de destruction par les crues exceptionnelles
- hésitations sur le mode d'utilisation
- risque sanitaire

## 3. Problèmes d'exécution et d'entretien

- nécessité d'un appui technique extérieur
- difficulté et lenteur du financement
- difficulté d'un suivi suffisant après la construction

## 4. Problème foncier (1)

- dédommagement des propriétaires dans l'emprise de la cuvette
- partage des terres irrigables, difficile quand plusieurs villages sont impliqués

## 5. Partage des eaux et éventuellement du coût de l'eau (1)

## 6. Problème d'intégration dans la vie de la communauté (1)

- acceptation d'activités nouvelles en saison sèche troublant le calendrier saisonnier traditionnel

---

(1) Ces problèmes internes sont réglés par les comités de village après de longues discussions, généralement bien avant la construction du barrage.

- choix de l'utilisation des eaux - cultures maraîchères, fruitières, riz, boisement, pêche, usage domestique
- commercialisation des produits de type individuel ou collectif
- aménagement des voies d'accès
- acceptation de techniciens et moniteurs étrangers

#### 7. Problème d'organisation de l'appui technique extérieur

- efficacité et coordination des structures institutionnelles chargées des petits barrages et aménagements connexes
- absence d'une politique nationale et régionale pour les petits aménagements villageois
- absence de coordination des aides latérales, non gouvernementales et diverses organisations.

#### 8. Problème d'évaluation de l'impact socio-économique des petits barrages.

- impact sur la santé, l'emploi, l'activité économique
- évaluation des alternatives : exode vers les villes des villages surpeuplés et sous-alimentés.

Quand un programme important de petits barrages sera lancé au Mali, le Gouvernement devra prendre ces divers problèmes en considération et étudier soigneusement leurs implications. Une étude d'ensemble des problèmes sera moins coûteuse que les études cas par cas pratiquées jusqu'à présent, ou même que l'absence d'étude.

#### I.2. Historique du projet

Les initiatives locales pour la construction de petites retenues datent sans doute de fort longtemps, en particulier sous l'impulsion des missions catholiques.

C'est cependant en pays Dogon qu'en 1952 a commencé un programme d'aménagement qui n'a cessé de s'amplifier. Le premier barrage est dû à une initiative privée, mais l'administration du Soudan, puis du Mali ont pris le relai et édifié des barrages en maçonnerie sur quelques sites rocheux, avec plus ou moins de succès.

Les ouvrages réussis ont provoqué une amélioration profonde des conditions de vie des populations (amélioration alimentaire, sanitaire) si bien que les autorités administratives ont été sollicitées pour la construction de nouveaux barrages et la remise en état des barrages réalisés.

En 1970 une quinzaine de barrages avaient été construits. Par la suite plusieurs missions d'études particulièrement la République Fédérale d'Allemagne, et des financements divers FAC, RFA, BIRD, USAID, CIMADE ont permis la mise en oeuvre de tranches de constructions importantes :

11 barrages	FAC	(dont 10 à reprendre et équiper)
5 barrages	RFA	(190 000 000 FM)
5 barrages	BIRD	( 75 000 000 FM)
2 barrages	USAID CIMADE	(1983-1984)

Plusieurs barrages ont été construits, ou sont en cours de construction, par les missions catholiques (16), la fondation Gougenheim et l'USAID (2 barrages), le FENU (1 barrage). Au total il existe actuellement 68 barrages sur le plateau Dogon, dont on trouvera la liste en annexe.

Jusqu'en 1970 le Service du Génie Rural a été chargé de la conception des ouvrages, dont la réalisation était faite en régie ou confiée à l'OTER.

Le Service des Travaux Publics a essayé, avec plus ou moins de succès, d'équiper de batardeaux les nouveaux ponts en construction.

Après 1970 la Direction Nationale du Génie Rural (DNGR) et la Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie (DNHE), ont été conjointement chargées des barrages du pays Dogon, sur crédit en majorité FAC et RFA.

On notera enfin que la Direction du Plan, dans le cadre d'une enquête inter-régionale sur les besoins en équipement rural, a enregistré



les demandes des villages de la région de Mopti pour de nouveaux barrages, dont le nombre serait de 382, alors que pour l'ensemble du Mali il est de 556. Cet engouement régional peut être attribué à un effet d'entraînement dû aux aménagements existants en pays Dogon.

En dehors du pays Dogon les constructions de petits barrages sont dûes aux initiatives d'organisations non Gouvernementales (ONG), telles que les Volontaires du Progrès, Peace Corps, secours catholique. Quatre barrages expérimentaux sont en cours de construction à Kita, avec le contrôle du Génie Rural, la direction des Volontaires du Progrès, et la participation de l'ODIPAC, la construction étant entièrement exécutée par les villages.

Les missions catholiques mettent en oeuvre des ouvrages relativement modestes, suivant une méthode simple, qui en principe pourrait être utilisée par les communautés sans intervention extérieure, dans les pays Bobo et Bambara et dans les régions de Kolokani et Ouéssébougou.

Le FAIB (Fonds d'Aide aux Initiatives de Base) finance déjà plusieurs barrages, ou aménagements hydro-agricoles connexes. Cet organisme aurait un rôle important d'animateur à jouer si un programme national de petits barrages est mis en chantier.

### 1.3. Situation actuelle dans la zone du projet

Il convient de délimiter, dans la mesure du possible à ce stade, quelle sera l'aire d'intervention du projet.

Le projet est à l'échelle nationale, mais, à priori, certaines régions sont exclues pour les raisons suivantes :

1. Dans le voisinage des cours d'eau pérennes, l'approvisionnement en eau est assuré. Le problème est donc de distribuer l'eau aux aménagements hydro-agricoles. C'est chose faite ou en cours de réalisation pour les grands périmètres rizicoles en bordure du Niger ou du Sénégal. Un projet d'aménagement devrait être conçu pour le bassin du Bani, mais avec une conception sans doute différente, en mettant l'accent sur l'approvisionnement des communautés villageoises, de préférence aux grands périmètres.

C'est donc exceptionnellement que des petits barrages seront nécessaires dans les vallées, l'eau étant disponible à peu de distance.

2. Dans la frange au sud du Sahara les cours d'eau ont un régime très particulier, fréquemment sectionnés par des dunes ou des mares. Le ruissellement des quelques averses annuelles provoque un écoulement local souvent anarchique, avec, occasionnellement, des inversions du sens du courant.

Les eaux sont canalisées par des endiguements dont l'emplacement peut différer chaque année et qui sont construits, en général, par les habitants. Ce sont des techniques très spéciales qui sortent du cadre de ce projet, du moins dans cette première phase.

L'aire du projet est donc limitée aux régions centre et sud du Mali, à l'exception des vallées des cours d'eau pérennes. L'un des premiers objectifs du projet sera de délimiter dans cette aire les zones où l'hydrologie, le relief et les concentrations de population sont à priori propices à l'établissement de petites retenues.

Dans ces régions seul, jusqu'à présent, le pays Dogon a bénéficié d'aménagements importants de petites retenues, alors que dans le reste du pays n'existent que quelques rares initiatives modestes et dispersées (1). Ces initiatives sont dûes souvent aux villageois eux-mêmes sans aucune intervention étrangère aux villages. Mais l'exécution de ces ouvrages laisse fort à désirer. Ceci est d'autant plus paradoxal que les difficultés techniques d'établissement sont beaucoup plus grandes en pays Dogon que plus au sud. Du fait d'une pluviométrie plus faible au nord, à volume égal de retenue, les bassins versants les alimentant devront être 10 fois plus étendus que dans le centre et le sud et les déversoirs de crues 4 fois plus larges. A priori les problèmes d'étanchéité sont moins difficiles à résoudre sur bedrocks granitiques ou métamorphiques du centre et du sud, que sur les grès du plateau Dogon, où les phénomènes karstriques sont fréquents. On doit pouvoir trouver dans le centre et le sud du pays des matériaux appropriés pour la construction de barrages en terre, seul le déversoir étant bétonné (2). Ce mode de construction devrait être plus économique que la maçonnerie (3). Dans l'ensemble donc l'expérience du pays Dogon ne sera guère transposable dans le sud. Le projet devra prendre en compte cette diversité régionale, et sans doute définir des unités géographiques de caractères physiques et humains à peu près homogènes à l'intérieur desquelles, à priori, les aménagements pourront être conçus de manière semblable.

---

(1) sauf dans le cercle de Kita où le développement des barrages en terre devient considérable : plus de 100 demandes, (soit 1 villages sur 3) ont été enregistrées.

(2) Technique utilisée avec succès dans le cercle de Kita.

(3) Grâce à la participation facile des villageois.

On notera que certaines des données rassemblées par d'autres projets - hydraulique souterraine - inventaire des ressources terrestres - développement rural - stratégie alimentaire, etc. seront utilisables dans ce projet.

Dans l'aire d'intervention du projet se posent les problèmes de protection de l'environnement, ou de la restauration de l'environnement, qui sont cruciaux pour la vie des communautés villageoises. A l'occasion de la construction de petites retenues beaucoup peut être fait, dans ce sens, par le reboisement, ou la correction des lits des torrents alimentant la petite retenue. De même l'interaction entre eaux souterraines et eaux de surface sera un point important du projet, la petite retenue pouvant alimenter la nappe phréatique utilisée pour les besoins domestiques (1).

#### I.4. Objectifs du projet

L'objectif du projet est d'assurer, dans les meilleures conditions techniques et économiques, la construction de petites retenues, et aménagements connexes, dans le but de contribuer à l'approvisionnement en eau des villages situés loin des cours d'eau pérennes et actuellement tributaires des précipitations et contribuer ainsi à :

- l'autosuffisance et l'équilibre alimentaire des villages
- l'arrêt de l'exode vers les villes
- l'accroissement de la production agro-pastorale commercialisée et des revenus des villages
- le reboisement et la protection de l'environnement
- une diminution de l'érosion, et l'amélioration du régime des cours d'eau (crues et étiages) par la stabilisation des têtes de rivières
- la recharge des nappes.

---

(1) C'est très souvent dans ce but que les retenues faites à l'initiative des villageois sont conçues. Le puits est encore préférable au forage si l'on doit parcourir 5 km pour atteindre ce dernier.

## I.5. Justification du projet

### I.5.1. Par rapport à la problématique

Comme il a été indiqué ci-dessus la construction de petites retenues, et leur exploitation, sont soumises à des contraintes et soulèvent un grand nombre de problèmes. Dès que le Gouvernement aura décidé de réaliser un programme de construction de petites retenues à l'échelle nationale, il deviendra possible de procéder avec méthode au stade des études, et avec efficacité au stade des réalisations. Le projet visera donc à proposer au Gouvernement un ensemble de mesures, et un plan d'action qui permettront de conduire "l'opération petites retenues" avec le maximum de succès, et au moindre coût. Les mesures et le plan sont spécifiés au point II "Description du projet".

### I.5.2. Par rapport à la stratégie alimentaire

Les expériences menées actuellement au Mali sur des petites retenues prouvent déjà amplement l'intérêt de ces aménagements pour la production des cultures vivrières et de rente.

Des résultats encore plus significatifs peuvent être espérés dans les régions centre et sud du Mali, où les conditions physiques sont moins drastiques qu'en pays Dogon. Le projet rentre donc directement dans le cadre de la stratégie alimentaire du Mali.

## II. DESCRIPTION DU PROJET

### II.1. Les extrants du projet :

Ils comprennent les volets suivants :

1. Méthode d'implantation, de construction et d'exploitation des petites retenues et aménagement connexes au Mali, présentée sous forme d'un manuel qui sera largement diffusé (1).

2. Fichier et inventaire des petites retenues

---

(1) Un enseignement ad-hoc devrait être pratiqué dans les écoles techniques du Mali, de manière à former des moniteurs et des techniciens en petits barrages. Le projet pourrait absorber 30 à 40 moniteurs par an.

3. Proposition de réorganisation institutionnelle.

4. Proposition de coordination des aides.

5. Résultats d'expérimentations en vraie grandeur.

6. Proposition d'un plan d'action déterminant les tranches annuelles de construction et les moyens nécessaires à mettre en oeuvre

## II.2. Les intrants du projet :

Dans le cadre du projet seront fournis les services d'experts, et les moyens logistiques appropriés pour mener à bien les études suivantes:

1. Délimitation des aires d'implantation possible et prospection des sites d'aménagement :

- . examen des données démographiques et physiques
- . prospection sur le terrain
- . sélection des sites.

2. Mise au point de technologies adaptées aux diverses conditions locales du Mali :

- . relatives aux barrages, et aux aménagements connexes, hydro-agricoles, forestiers, pastoraux,
- . relatives à la lutte contre l'érosion, l'amélioration des régimes de cours d'eau, etc,
- . relatives aux mesures sanitaires d'éradication des endémies d'origine hydrique.

3. Etude de l'intégration des aménagements dans le contexte socio-économique des communautés villageoises :

- . problèmes fonciers et partage des eaux
- . productions possibles et animation rurale
- . commercialisation des produits
- . rôle des voies d'accès.

#### 4. Etude financière et économique des aménagements

- . coût des ouvrages,
- . participation des villages,
- . appui extérieur du Gouvernement et des aides extérieures,
- . coût d'autres sources d'approvisionnement en eau et en alternative aux petites retenues,
- . bilan économique et financier.

#### 5. Rédaction et impression d'un manuel à l'usage des constructeurs de petits barrages au Mali (1), fournissant :

- . données scientifiques,
- . éléments de technologie de construction des barrages (2),
- . directives pour les aménagements connexes,
- . évaluation des coûts,
- . établissement des bilans.

#### 6. Etablissement d'un fichier et d'un inventaire informatisé

Chaque aménagement déjà réalisé, ou projeté sera analysé sur une fiche indiquant, ses coordonnées, le nom du village le plus proche, les moyens d'accès, l'état d'avancement de l'aménagement, la population concernée, les caractéristiques de l'ouvrage et aménagements connexes, le service du Gouvernement responsable, les aides impliquées, le coût des aménagements.

Ces informations seront mémorisées dans un inventaire national, permettant de comparer aisément les données.

#### 7. Examen des structures institutionnelles du Gouvernement chargées de la construction ou de l'exploitation des petites retenues et proposition de réorganisation.

#### 8. Recherche des différentes aides potentielles multilatérales et bilatérales, et des organisations non gouvernementales, et proposition de coordination des diverses assistances.

---

(1) et des écoles techniques du Mali.

(2) Il ne s'agit pas d'imposer une technique de construction, mais avant tout d'établir des normes, notamment en matière de sécurité, auxquelles les constructeurs seront tenus de se conformer.

9. Expérimentation des techniques, incitation au développement, recueil de données scientifiques sur les aménagements - tests. Cette expérimentation servira à affiner les méthodes de construction et d'exploitation présentées dans le manuel (paragraphe 5, ci-dessus).

Ceci comprendra entre autres des observations climatologiques et hydrologiques, l'examen des succès et des échecs lors de la construction des barrages, la comparaison des techniques employées et leur coût, les essais culturels, les bilans de l'intégration socio-économique (1).

10. Etablissement d'un plan d'action à long terme

Ce plan donnera l'ordre de priorité d'aménagement des ouvrages, déterminera les tranches annuelles de construction, les diverses mesures à prendre par le Gouvernement pour parvenir à une exécution rationnelle, le financement extérieur nécessaire, et le rôle des organismes d'appui (ONG, FAIB).

Le plan tiendra compte de l'harmonisation des programmes régionaux de petits barrages, et évitera les disparités entre régions.

---

(1) Sauf en cas de difficultés exceptionnelles (par exemple en Pays Dogon) la participation des villageois à la construction des villages doit être prépondérante d'où il résulte des coûts d'intervention très modestes (expertise, études, compacteurs, ciment) de 20 millions de F CFA en moyenne pour la construction d'une retenue de 50 000 m<sup>3</sup>, n'entraînant aucune charge récurrente. Ceci est à comparer avec les forages équipés de pompes solaires fournissant environ 10 000 m<sup>3</sup>/pendant une saison sèche. Coût d'installation 25 millions CFA, charges récurrentes très importantes, réparations nécessitant une intervention extérieure, durée de vie relativement courte.

Quand le barrage est possible il est sans aucun doute beaucoup plus pratique et économique que le forage. En raison de l'engouement croissant pour les ouvrages de surface on peut prévoir 2 000 interventions dans les 15 ans à venir, que l'on peut estimer grossièrement à 100 millions de dollars.

### III. INSERTION DU PROJET DANS LE CONTEXTE

#### III.1. Impacts du projet sur son environnement :

Ce projet d'étude ne prévoit pas la construction d'aménagements.<sup>(1)</sup> Il permettra au Gouvernement de prendre immédiatement un certain nombre de mesures qui favoriseront un développement accéléré des petits barrages :

- recensement des demandes d'intervention et formulation des projets grâce à des bases scientifiques et technologiques correctes.
- rapidité et efficacité dans l'étude et l'exécution, grâce à une restructuration institutionnelle qui aura pour but de dégager les responsabilités et d'utiliser toutes les compétences disponibles pour la construction des barrages, l'aménagement agricole et pastoral, l'animation dans les villages, la construction des accès etc.

Après l'exécution du projet : la parution du manuel, la mise en place du fichier, et l'exécution du plan d'action par des services bien coordonnés produiront un impact décisif sur le développement des aménagements.

#### III.2. Acceptabilité du projet et conditions de réalisation :

Ce projet sera un projet du Gouvernement, qui devra effectivement participer aux travaux en collaboration avec les experts du projet, qui seront d'ailleurs limités au strict nécessaire puisque le Mali ne manque ni d'ingénieurs, ni d'économistes compétents. De même il faudra obtenir une participation effective des communautés villageoises, et des autorités régionales pour tous les travaux d'enquête sur le terrain. Pour la réussite du projet, les projets de petits barrages inventoriés devront être réellement demandés et souhaités par les villages, et non pas imposés d'une quelconque manière ; les habitants devront être convaincus de l'utilité de l'aménagement, et conscients du surcroît d'activité qu'il engendrera. L'insertion des aménagements dans le contexte villageois sera donc considérée comme une tâche plus essentielle encore que la construction du barrage, même au stade des études.

(1) Un projet de construction de 50 petits barrages dans le cercle de Kita est proposé par ailleurs. Il permettra d'affiner l'expérimentation et assurera la formation de 45 ingénieurs maliens.



La formation d'ingénieurs et de techniciens spécialisés dans l'hydraulique villageoise, notamment la construction de barrages, digues, canaux, petits aménagements hydro-agricoles sera une composante importante du projet. Ce personnel sera, après la fin du projet, apte à conduire lui-même les aménagements demandés par les villageois, selon les règles de l'art.

#### IV. COUT DU PROJET

Le coût du projet (participation étrangère) est estimée à  
US \$ 784 000 :

Personnel étranger et engagé localement	580 000
Sous-contrats	110 000
Fonctionnement et équipements - transport	39 000
- équipements divers	30 000
- location bureau	15 000
- personnel local subalterne	10 000
	<hr/>
TOTAL	784 000

La participation du Gouvernement consistera en :

- direction du projet
- personnel de contre-partie
- mise à disposition du projet de toute la documentation existante
- expérimentation sur le terrain prévue dans le projet
- ouverture de pistes d'accès aux sites.

COUT DU PROJET (contribution étrangère)

		Total \$		Bureau		Terrain
<u>Personnel</u>						
Experts et consultants étrangers						
Conseiller techn.ppal	(24)	240 000			24	240 000
Experts et consultants	35	316 000	17	136 000	18	180 000
Total		556 000				
Personnel engagé localement		Total F CFA				
Agent administratif	24	2 400 000				
Techniciens supérieurs/ingénieurs	83	9 550 000	58	5 800 000	25	3 750 000
Total F CFA		11 950 000				
Total \$		24 000				
Total personnel					580 000	
<u>Sous-contrats</u>						
Topographie et cartographie			30 000			
Géologie-géotechnique-géophysique			60 000			
Impression rapports et manuel			20 000			
			110 000			
<u>Fonctionnement et équipement</u>						
Transports						
véhicule directeur projet (achat)			14 000			
véhicules experts location 18 mois			10 000			
véhicules techniciens location 25 mois			20 000			
			39 000			
<u>Equipements divers</u>			30 000			
<u>Location bureau, diverses fournitures</u>			15 000			
<u>Personnel local subalterne</u>			10 000			
Total général			784 000			

# PERSONNEL DU PROJET

Intrant	Tâche	Expert	Hommes-mois Experts étrangers		Hommes-mois Personnel national	
			total	terrain	total	terrain
1	répartition population voisinage site topographie (hydrographie) géologie (assise des barrages et retenue) hydrologie (ruissellement-écoul.-crues) sélection des sites construction barrages aménagement hydro-agricole	démographe (1) topographe (1) géologue (1) hydrologue (1) conseiller ppal. ing. génie civil ing. génie rural agronome hydrologue pédologue génie sanitaire juriste spécialiste D. T.P. économiste conseil. ppal. topographe hydrologue conseil. ppal. informaticien juriste conseil. ppal. divers experts conseil. ppal. conseiller ppal.	1 2 1 1 3 2 3 2 1 1 1 2 4 1 1 4 2 4 5 1 1 1 3 3 4 8	2 1 3 1 2 1	3 4 2 2 5 3 - 2 2 1 10 2 3 2 2 2 5 2	4 2 1 3 2
2	érosion-amélioration régime					
3	mesures sanitaires problèmes fonciers - partage des eaux animation rurale voies d'accès coût des ouvrages - bilans rédaction de manuel prospection générale des sites caractéristique fichier d'inventaire inventaire informatisé structures institutionnelles différentes aides dépouillement des expérimentations plan d'action à long terme gestion du projet					
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
		dont conseiller ppal. et autres experts	57 24 35 35	17	83	24

(1) sur cartes existantes.

PLAN QUINQUENNAL 1985 - 1989

Projet de la République du Mali

AMENAGEMENT DE PETITES RETENUES  
D'EAU VILLAGEOISES DANS LA REGION DE KAYES  
(CERCLE DE KITA)

# S O M M A I R E

## I. INTRODUCTION

- I.1. Contexte du projet et problématique
- I.2. Historique du projet
- I.3. Situation actuelle
- I.4. Objectifs du projet
- I.5. Justification du projet

## II. DESCRIPTION DU PROJET

- 2.1. Les extrants
- 2.2. Les intrants

## III. INSERTION DU PROJET DANS LE CONTEXTE

- 3.1. Impacts du projet sur son environnement
- 3.2. Influence du contexte sur le projet

## IV. COUT DU PROJET

## I. INTRODUCTION

### I.1. Contexte du projet et problématique

Le Mali, comme beaucoup de pays de l'Afrique tropicale, endure de très graves problèmes, se traduisant par une insuffisance alimentaire et des difficultés d'approvisionnement en eau.

Ces problèmes sont dûs, naturellement, à la grande sécheresse qui affecte le Sahel depuis 1967 presque sans répit, mais ils seraient moins graves si toutes les mesures appropriées avaient été prises à temps pour maîtriser les ressources en eau disponibles, ressources qui même en période de grande sécheresse sont considérables. En effet, au Mali, le problème n'est pas tant le manque d'eau que la concentration des précipitations de juin à septembre, conjuguée avec l'absence d'aménagements pour recueillir et conserver efficacement le ruissellement pour le reste de l'année.

Le Mali a jusqu'à présent compté sur l'approvisionnement en eau par les nappes souterraines, et en particulier les aquifères profonds peu sensibles aux variations climatiques. Mais la plupart des villages sont encore tributaires des nappes phréatiques dont l'approvisionnement dépend directement des précipitations et du ruissellement de la précédente saison des pluies. Les communautés villageoises sont conscientes de ce processus d'alimentation par infiltration, et de la possibilité de suralimenter les nappes par la création de petites retenues.

Les cultures maraîchères et fruitières, les rizières, le mil et le maïs irrigués sont des pratiques bien connues au Mali et les villages s'organisent quand leurs moyens le permettent, pour prolonger la période de l'année où ils peuvent irriguer ces cultures. Le riz à cycle long (5 mois) a un rendement beaucoup plus important que le riz hatif (3 mois). L'apport alimentaire, et les revenus des jardins sont loin d'être négligeables, malgré des surfaces cultivées réduites. Enfin l'activité maraîchère se développe en saison sèche, après la récolte des cultures pluviales alors que le paysan dispose de tout son temps.

Dans ces conditions il est surprenant que les différents procédés pour retenir l'eau ou favoriser son infiltration n'aient pas eu plus d'audience au Mali. Compte tenu de l'enseignement que l'on retire des projets réalisés au Mali dans ce domaine les raisons peuvent se classer ainsi :

### Situation et caractéristiques physiques :

- existence de sources d'eau permanentes à faible distance (rivière permanente, lac)
- absence de sites appropriés pour l'aménagement tels que bas-fonds, dépression, cours d'eau)
- absence ou extrême irrégularité des précipitations (zone désertique, ou subdésertique)

### Contraintes dues aux villageois eux-mêmes

- manque de sensibilisation, attitude fataliste
- difficulté d'identifier le problème par manque de base scientifique et technique pour le faire
- recul devant les travaux à entreprendre, absence de moyens financiers et d'organisation
- recul devant les problèmes fonciers, partage des terres et des eaux
- crainte de gêner les utilisateurs en aval
- complexe du cobaye : horreur des expériences.

### Problèmes d'organisation de l'assistance au village

- absence d'intérêt pour les petits barrages (1 à 40 ha)
- manque de temps pour identifier les problèmes village par village (il y a près de 11 000 villages au Mali)
- méconnaissance des technologies à employer pour résoudre les problèmes sans entraîner des charges abusives pour le village; ou des ouvrages qu'il sera incapable d'entretenir ou de réparer

- absence de techniciens nationaux du niveau agent technique, ou contremaître, capable d'animer et diriger les aménagements sur le terrain
- manque d'expérience pour l'organisation des chantiers à forte participation villageoise
- problème financier, considérable même si l'assistance de chaque village est faible

#### Problèmes institutionnels et fonctionnels :

- absence d'une direction unique et responsable des petits aménagements hydrauliques de surface
- nécessité de décentraliser l'assistance au niveau du cercle, voire de l'arrondissement
- complexité des formalités administratives
- situation défavorisée des ingénieurs et techniciens maliens envoyés "en brousse" par rapport à ceux employés à Bamako
- manque d'enthousiasme par suite d'un traitement et d'indemnités insuffisantes
- absence d'organisme pour suivre le projet et entretenir les ouvrages, quand l'assistance étrangère est épuisée.

#### I.2. Historique du projet

Au Mali les aménagements de petites retenues n'ont été menés sur une grande échelle qu'en pays Dogon, et, récemment dans le cercle de Kita.

Bien que remarquables à beaucoup d'égards les aménagements du pays Dogon s'appliquent à des conditions très spéciales qui ont imposé une prépondérance de l'assistance étrangère sur la participation des villageois eux-mêmes. Le climat et la géologie sont responsables de difficultés techniques exceptionnelles. En fait l'essai en pays Dogon, de par sa singularité, a quelque peu handicapé le démarrage d'un programme national de petites



retenues au Mali.

Il semble par contre que le programme en cours à Kita est en mesure de réhabiliter la pratique des petits barrages que l'on généraliserait avec profit dans le sud et le centre du Mali.

Le programme de Kita est le fruit de la coopération de l'ODIPAC, des Volontaires du Progrès et de l'aide des Pays-Bas avec le contrôle de la DGR. Cinq barrages sont en construction suivant des méthodes impliquant une forte participation de la main-d'oeuvre locale (en fait du village ou des villages intéressés) et un minimum d'intervention étrangère (études contrôle des travaux, compacteurs, ciment, brouettes, outils à l'exclusion de camions, bulldozer, etc.). Cette forte participation des populations favorise l'intégration de l'ouvrage dans le contexte villageois et garantit l'absence de charges récurrentes, ainsi que le suivi et l'entretien des aménagements après la construction.

Il semble donc judicieux de baser les futurs aménagements sur l'expérience de Kita, et d'employer, tant que cela est possible, des procédés de construction très simples à très forte participation villageoise.

### I.3. Situation actuelle

L'opération en cours est appelée "Leur propre barrage". Elle en est à ses débuts, mais l'engouement de la population est considérable. Une enquête sur les besoins d'intervention a déjà reçu 100 réponses alors que le cercle comprend 304 villages.

Les demandes sont variées et peuvent se classer en différentes catégories :

- petit barrage de retenue 40 000 - 150 000 m<sup>3</sup> (suralimentation de nappes - maraîchers)
- microbarrage, simple digue déversante stockant 1 000 m<sup>3</sup> environ pour irriguer une petite plaine
- aménagement de plaines pour la submersion contrôlée dans des rizières (à FOUNIA, rivière importante seuil déversant pour submersion contrôlée)

- aménagements en cascade type GUILABA, avec irrigation en aval du barrage

L'opération est actuellement suffisamment avancée pour prévoir un développement à plus grande échelle, et la possibilité d'absorber une assistance accrue.

#### I.4. Objectifs du projet :

La réalisation de petits aménagements à l'échelle du village dans le cercle de Kita contribue à :

- l'autosuffisance et l'équilibre alimentaire riziculture, maraîchers, et éventuellement pisciculture
- l'approvisionnement en eau domestique par recharge de la nappe phréatique
- l'accroissement de la production agro-pastorale, et des revenus des villages
- le reboisement et la protection de l'environnement
- une activité et une animation sociales nouvelles en saison sèche période normalement morte
- une incitation au progrès et à la modernisation
- la fixation des populations rurales à leur terroir

#### I.5. Justification du projet :

##### I.5.1. Par rapport à la problématique

Les problèmes évoqués ci-dessus concernant les interventions possibles en matière de petite hydraulique seront résolus en tenant compte de l'expérience acquise, grâce à l'expertise des spécialistes qui seront engagés dans le projet actuel, et aux mesures prises par le Gouvernement pour résoudre les problèmes institutionnels et l'engagement de personnel d'animation. Ce projet servira d'exemple pour la poursuite des opérations

dans les autres régions du Mali, et ses enseignements seront pris en compte dans le Plan d'action national.

#### I.5.2. Par rapport à la stratégie alimentaire

Les pratiques de la culture maraîchère et des rizières sont solidement ancrées dans les habitudes des villages du Mali ; un approvisionnement plus efficace en eau augmentera considérablement les rendements de ces cultures et contribuera donc à l'autosuffisance alimentaire du pays.

## II. DESCRIPTION DU PROJET

### II.1. Extrants du projet

1. Réalisation de 50 aménagements de petites retenues de type divers, choisis parmi les demandes des villages du cercle de Kita
2. Formation de 40 ingénieurs et techniciens maliens dans diverses techniques : topographie, technologie des barrages, horticulture, riziculture, animation rurale, etc.
3. Réseau de pistes d'accès aux villages bénéficiant des aménagements, et désenclavement
4. Recueil des résultats expérimentaux utilisables pour la poursuite des opérations dans la région de Kayes et les régions du Sud et du Centre du Mali, et à prendre en compte dans le projet de "Plan d'Action National pour l'aménagement de petites retenues d'eau villageoises".

### II.2. Intrants du projet :

Autant qu'à des réalisations concrètes et bien spécifiques, le projet vise donc à la formation et à l'expérimentation, ce qui impliquera la fourniture de services d'experts et de consultants plus imposante que celle strictement nécessaire pour la construction des barrages.

La durée du projet sera de 2 ans et comprendra les activités suivantes qui pourront se juxtaposer :

1. Reconnaissance et choix des sites d'aménagement
2. Travaux topographiques, rassemblement des données hydrologiques, géologiques, et pédologiques
3. Conception des ouvrages - définition des moyens d'exécution (en consultation avec les villages)
4. Achat et acheminement du matériel et des matériaux
5. Exécution des ouvrages (avec contribution majeure des villages)
6. Contrôle du fonctionnement et initiation des villageois
7. Evaluation des résultats obtenus.

Les ingénieurs et techniciens maliens seront formés sur le terrain dans toutes les activités ci-dessus, et il leur sera octroyé progressivement des responsabilités de plus en plus importantes.

Des observations seront faites à tous les stades sur la validité des méthodes employées, la capacité de travail des ouvriers, les caractéristiques des matériaux, la qualité des eaux pour les cultures pratiquées, la formation, etc. dans toute la mesure où elles pourront servir dans la suite des opérations dans d'autres régions.

On insistera sur la robustesse des réalisations et sur les solutions impliquant un maximum de main-d'oeuvre villageoise et de matériaux locaux, et un minimum d'intervention étrangère, même si cela se traduit par un coût réel plus élevé. On évitera toute complication technique ou fonctionnelle pouvant être la source de pannes ultérieures.

Tous ces travaux se feront en coopération étroite avec l'équipe de l'opération "Leur propre barrage".

### III. INSERTION DU PROJET DANS LE CONTEXTE

#### III.1. Impact du projet sur son environnement :

La construction de petites retenues modifiera considérablement la vie des villages, en améliorant l'approvisionnement en eau qui sera fournie en quantité suffisante pour développer l'horticulture, la riziculture et l'arboriculture. Ces activités auront lieu dans une saison ordinairement morte.

D'autres répercussions seront : la création d'emplois pendant la construction du barrage, le désenclavement par les pistes d'accès, le départ d'une certaine activité commerciale.

Sur un autre plan le projet permettra de former sur le terrain 40 ingénieurs et techniciens maliens, qui seront employés par la suite sur d'autres chantiers quand l'opération Petites Retenues se développera sur le plan national.

#### III.2. Utilisation du contexte dans le projet :

Comme il a été dit, la construction des barrages sera menée en utilisant dans toute la mesure du possible la main-d'oeuvre des villages, et les matériaux disponibles sur place, ou dans un voisinage immédiat.

De même les bâtiments des bases du projet seront construits par la main-d'oeuvre locale, en utilisant des matériaux locaux stabilisés, à proximité des chantiers de petits barrages.

Il sera également fait appel, dans la mesure du possible à l'assistance de l'administration, ou des organismes présents dans le cercle de Kita tels que l'ODIPAC (ou la région de Kayes en cas d'extension du projet).

#### IV. COUT DU PROJET

IV.1. Personnel étranger	mois	coût (US \$)
Ingénieur petits barrages (conseiller principal)	24	240 000
Ingénieur travaux ruraux (4)	96	768 000
Topographes (2)	24	192 000
Divers consultants	10	100 000
	<u>154</u>	<u>1 300 000</u>

#### IV.2. Personnel malien

Directeur du projet	24	P.M.
Ingénieur des écoles de l'Etat (40)	960	200 000
Secrétaires - dessinateurs - divers (5)	120	20 000
	<u>1 104</u>	<u>220 000</u>

#### IV.3. Matériel

Appareils (Topo - hydro - essais sols)	200 000	
Compacteurs vibreurs (40)	40 000	
Camions (3) 50 000	180 000	
Véhicules Tous Terrains (7)	80 000	
Compresseurs/marteaux piqueurs (4)	200 000	
Equipement des logements et bureaux	200 000	900 000

#### IV.4. Matériaux

Ciment 400 T	200 000	
Essence - huile - gaz oil	250 000	700 000
Bois - fers	250 000	

#### IV.5. Divers imprévus

700 000

TOTAL

2 820 000 US\$

(Coût par barrage = 28 000 000 F CFA)

Plan Quinquennal 1985 - 1989

Projet de la République du Mali

ETUDE DE L'AMENAGEMENT INTEGRE  
DU BASSIN SUPERIEUR DU BANI

## S O M M A I R E

### I. INTRODUCTION

- I.1. Contexte du projet et problématique
- I.2. Historique du projet
- I.3. Situation actuelle dans la zone du projet
- I.4. Objectifs du projet
- I.5. Justification du projet

I.5.1. par rapport à la problématique

I.5.2. par rapport à la stratégie alimentaire

### II. DESCRIPTION DU PROJET

- II.1. Extrants du projet
- II.2. Intrants du projet - description des études

### III. FINANCEMENT DU PROJET



## I. INTRODUCTION

### I.1. Contexte et problématique

Le Bani est un affluent de la rive droite du Niger. Le point de confluence se trouve en amont de Mopti, dans une plaine commune aux deux cours d'eau (le delta intérieur).

Les branches principales du Bani sont la Baoulé et la Bagoé qui prennent source en Côte d'Ivoire, et le Banifing en Haute-Volta.

Ces trois branches se réunissent près de Dioila, et donnent naissance au Bani inférieur, qui s'étale en crue dans de larges plaines d'inondations qui se confondent avec celles du Niger dans le triangle SEGOU, SAN, MOPTI :

- le bassin versant du Bani est estimé à 129 500 km<sup>2</sup>
- le bassin supérieur malien en amont de Dioila s'inscrit grossièrement dans un carré de 300 km de côté, couvrant dans sa totalité la région de Sikasso et marginalement celles de Ségou et Koulikoro. Les apports d'eau sont très importants :

APPORTS DES BRANCHES PRINCIPALES DE BANI MESURES AUX STATIONS HYDROLOGIQUES DE REFERENCE						
Rivière	Station	Superficie km <sup>2</sup>	Volume annuel 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>			lame ruisselée
			max.	moy.	min.	mm
Baoulé	Bougouni	15 700	6 611	3 854	1 711	245
Baoulé	Dioila	22 625	9 470	6 304	2 199	278
Bagoé	Pankourou	31 800	10 058	7 738	2 438	243
Bani	Douna	102 000	28 567	18 770	4 954	184
Banifing III	Kouoro	14 300	2 580	1 770	699	123
Total Bagoé - Bani, Bani-fing		148 100	41 205	28 278	8 091	190

La Monographie hydrologique du bassin du Niger, de l'ORSTOM qui concerne le haut bassin, fournit les données relatives au régime du fleuve BANI. Le régime est de type tropical de transition.

Débets moyens mensuels en m' / s

Stations	Juill.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Février	Mars	Avril	Mai	Juin
Baoulé à Bougouni 1956/1973	39	268	520	390	149	52	23	11	5	1,6	1,5	4,1
Baoulé à Diolla 1954/1973	22	410	811	634	255	92	46	21	10	4	2,7	18
Bagoé à Pankourou 1956/1973	78	522	1 070	777	277	103	49	24	10,5	5	5	15
Bani à Douna 1954/1973	157	988	2 248	2 138	893	313	152	89	52	28	22	40
Banifing III à Kouoro 1957/1972	24	93	190	193	101	27	13	8	5,5	4,5	5,4	8

Les crues maxima enregistrées sont les suivantes :

Stations	Crues annuelles
Baoulé à BOUGOUNI	de 281 à 890 m <sup>3</sup> /sec
Baoulé à DIOILA	de 311 à 1 414 m <sup>3</sup> /sec
Bagoé à PANKOUROU	de 508 à 2 025 m <sup>3</sup> /sec
Bani à DOUNA	de 878 à 3 549 m <sup>3</sup> /sec

La Monographie est basée sur les données recueillies jusqu'en 1966-67. Les observations sont poursuivies depuis .

Les volumes d'eau disponibles dans le bassin supérieur du BANI représentent un potentiel considérable, quoique difficile à exploiter du fait de l'irrégularité des débits.

Le problème qui se pose donc est l'exploitation de ce potentiel de manière à en faire bénéficier au maximum l'économie régionale et nationale.

Jusqu'à présent la stratégie de développement du BANI adoptée par le Gouvernement a porté sur deux objectifs :

1. Développement agricole de la vallée : mais il faut entendre par vallée seulement le bassin inférieur en aval de SAN.
2. Aménagement intégré du BANI : mais il faut entendre par là la régularisation annuelle des débits pour produire un maximum d'énergie hydro-électrique. Nous pensons que cette stratégie doit être révisée pour tenir compte d'un troisième objectif jusqu'ici non mentionné.
3. Aménagement intégré du bassin supérieur (3 branches : Baoulé, Bagoé, Banifing) dans le contexte du développement régional, principalement celui de la région de SIKASSO.

Examinons ces 3 objectifs qui ne sont pas absolument conciliables.

1er objectif : Développement agricole dans la vallée du Bani Inférieur  
"Opération Riz Mopti" Aménagement du seuil de DJENNÉ

En aval du confluent des 3 branches du bassin supérieur le Bani s'écoule dans une plaine basse, inondée en période de crue, qui est en fait une extension vers le sud des plaines du Niger. La pluviométrie y est de l'ordre de 800 mm. Les plaines sont partiellement cultivées en rizières par "submersion contrôlée", et également utilisées pour l'élevage et le reboisement. Les crues du Bani étant irrégulières, la submersion est aléatoire.

Il a été prévu d'aménager un barrage à Djenné équipé de fermetures mobiles, et d'une usine de 7 000 KW, destiné à contrôler le niveau des crues en amont du barrage, et de permettre le pompage dans les cuvettes (6 stations de pompage alimentées par une ligne HT de 150 km). Cette opération prévoit la mise en culture de 15 000 ha et l'amélioration de cultures rizicoles sur 19 000 ha. Elle comporte aussi des actions pilotes en matière d'élevage, plantations forestières et pêche .

Par conséquent, ce projet doit garantir un fonctionnement hydraulique correct dans cette partie du bassin du Bani, qui sera indépendant des aménagements qui pourront être exécutés dans le bassin supérieur, en amont de Dioila, à condition que les prélèvements amont soient raisonnables, et que les crues ne soient pas exagérément écrêtées par la régularisation amont.

L'aménagement de 25 000 hectares de périmètres hydro-agricoles dans le bassin amont (ce qui est déjà très optimiste) prélèverait 0,5 milliards de m<sup>3</sup>, ce qui est peu comparé aux apports totaux du Bani, même en année très sèche (8 milliards de m<sup>3</sup>).

Quant à l'impact de la régularisation des débits, c'est une question qui est controversée même dans le rapport de IL NUOVO CASTORO qui prévoit sans doute un écrêtement exagéré des crues.

Compte tenu de l'indépendance de fonctionnement hydraulique, conférée par le barrage de Djenné dans le cadre de "l'Opération Riz Mopti", il n'est pas prévu d'inclure l'aménagement de cette partie du bassin dans la présente étude de l'aménagement intégré du Bani.

2<sup>e</sup> objectif : régularisation et production d'énergie

L'étude a été demandée à la société d'Etudes Italienne IL NUOVO CASTORO, en collaboration avec C. LOTTI et associati. L'objectif de cette étude ne présente aucune ambiguïté, et la société d'études y a répondu de façon précise en recommandant la construction de barrages-réservoirs aux trois emplacements de Baoulé III, 60 km en aval de Bougouni, Baoulé IV près de Dioila, et Bagoé II 40 km en aval de la route Bougouni-Sikasso.

Ces ouvrages ont une production énergétique potentielle intéressante mais au prix d'investissements coûteux (ce sont les barrages eux-mêmes qui créent la chute) et d'inconvénients notables.

Le premier inconvénient est l'inondation de terres alluviales (sans doute propices à l'irrigation) des vallées des cours moyens de la Baoulé et de la Bagoé, sur une superficie de 2 000 km<sup>2</sup>.

Volumes et superficies des réservoirs prévus par IL NUOVO CASTORO		
	Volume stocké	Superficie de la cuvette
Baoulé III	3,525 10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup>	680 km <sup>2</sup>
Baoulé IV	1,197 -	358 -
Bagoé II	5,470 -	929 -
TOTAL des superficies des cuvettes		1 967 km <sup>2</sup>

Cette inondation des plaines est incompatible avec les aménagements hydro-agricoles que l'on peut concevoir dans ces vallées.

Le deuxième inconvénient est dû à une régularisation très poussée, qui peut nuire à la submersion contrôlée dans la basse vallée. On constate en effet que les retenues sont susceptibles d'emmagasinier la totalité d'une crue en saison sèche (théoriquement seulement puisque le Banifing ne comporte pas de régularisation).

Le 3<sup>e</sup> objectif, aménagement (réellement) intégré du bassin supérieur n'avait pas été mentionné jusqu'à présent. Il est prévu tout particulièrement à des fins hydro-agricoles, pastorales et forestières, dans le cadre du développement rural de la région de Sikasso. Il s'agirait essentiellement d'une aide aux communautés villageoises, pour conforter l'agri-

culture traditionnelle pratiquement uniquement pluviale. Il semble qu'en première étape l'objectif pourrait être limité à 25 000 hectares irrigués, ce qui peut paraître peu par rapport aux grands périmètres rizicoles du Mali, mais aurait un impact considérable sur l'économie des communautés villageoises riveraines. La consommation en eau de ce projet peut être estimée grossièrement à 0,5 milliards de m<sup>3</sup>/an, donc très largement couverte, même en année sèche, par les apports des trois branches du Bani. Les ouvrages nécessaires à ce projet consisteraient en ouvrages de régularisation en tête des 3 branches, de barrages de prises, de canaux ou de stations de pompage, alimentant un réseau primaire. A la charge des villageois seraient le réseau de distribution secondaire, et l'aménagement des casiers irrigués. Les ouvrages de régularisation en tête seraient beaucoup plus modestes que ceux prévus par IL NUOVO CASTORO, mais il est possible qu'il se révèle intéressant de les augmenter pour accroître la production d'énergie électrique pour l'usage interrégional.

Le problème de l'aménagement du Bani supérieur se résume donc à concilier ces 3 objectifs pour optimiser les bénéfices sociaux et économiques potentiels.

## I.2. Historique du projet

Les 3 études ayant eu trait à l'aménagement du Bani - d'un point de vue strictement hydro-électrique - sont les suivantes :

"Plan général des possibilités d'aménagement hydro-électrique de la République du Mali", Ivanhof 1966 (Electricité de France)

"Contribution à l'étude des possibilités d'aménagement hydro-électrique de la Haute Vallée du Bani, Pavel Sames 1972 (Nations-Unies et service de l'hydraulique)

"Recherche de sites de barrages pour la régularisation du fleuve Bani", IL NUOVO CASTORO, Rome Janvier 1976 (avec la collaboration de C. Lotti & Associati).

Comme il a déjà été expliqué l'étude de IL NUOVO CASTORO ne vise pas au développement régional des bassins du Bani supérieur, mais uniquement à la production d'énergie. L'étude a cependant le mérite d'indiquer un certain nombre de sites de barrages, et de chiffrer la capacité de leur

retenue.

La plupart de ces sites ne semblent pas devoir être retenu pour un aménagement hydro-agricole des vallées, puisque, situés dans le cours moyen, ils inondent les terres irrigables. Dans un aménagement intégré, par contre, il se pourrait que les sites des cours supérieurs tels que Baoulé II soient des sites convenables pour la régularisation en tête.

Dans le contexte actuel de développement de la production agricole, les hypothèses de départ et les conclusions de IL NUOVO CASTORO sont donc à réviser entièrement.

### I.3. Situation actuelle dans la zone du projet

Le projet concerne uniquement le bassin supérieur du Bani, situé presque entièrement dans la région de Sikasso dont les objectifs de développement sont décrits dans le "Pré-diagnostic régional". Les points saillants, en ce qui concerne le présent projet, sont les suivants (1) :

La région de Sikasso a une population de 1 389 721 habitants (1983) et une superficie de 76 480 km<sup>2</sup>. La population a donc une des densités les plus fortes du Mali, en moyenne 17,1 hbts/km<sup>2</sup>, bien répartie, avec des "pointes" dans le cercle de Sikasso (24,6), et Kadiolo (20,1). La croissance de la population a été de 2,55 % entre 1976 et 1983, plus forte que la moyenne nationale 2,4 %.

L'exode rural n'existe pas dans cette région, qui, au contraire reçoit des immigrants du Nord (Dogons). La population est très jeune : 44 % de moins de 15 ans. Les villes hébergent 12 % de la population, dont Sikasso 56 000 hab., Koutiala 33 000 et Bougouni 21 000.

L'activité économique est essentiellement agricole, pastorale et forestière :

- productions vivrières : Mil-sorgho : 250 000 T ; Maïs : 70 000 T
- " de rente : Coton : 88 000 T ; riz : 17 000 T ;  
arachide : 12 000 T ; thé : 450 T





Cercle	Plaines inondables	Aménagements réalisés		Remarque
	nombre	nombre	superfi- cie (ha)	
Sikasso	11	7	1 909	dont Kléla 1 100 hectares
Kadiolo	4	4	418	
Koutiala	4			
Yanfolila (Sankarani)	3	2	33	
Yorosso	3			
Bougouni	1	1	50	
TOTAL	26	14	2 410	

(Diagnostic page 59 et 60).

Les plaines irriguées jusqu'à présent dans la vallée ne représentent pas au total une grande superficie.

Toutefois ils témoignent d'une certaine expérience et aptitude à l'irrigation, qui devraient se développer si les moyens sont mis à la disposition des villageois.

Les problèmes agricoles ne sont pas les seuls à considérer dans l'usage de l'eau. Le reboisement et l'élevage doivent en profiter. Ceci doit s'accompagner d'un programme de réhabilitation des sols, et de contrôle de l'érosion des terres (érosion qui peut atteindre 20 à 40 T/ha/an sur sol non protégé).

Les villes et les aménagements devront être éventuellement protégés contre les crues exceptionnelles.

#### I.4. Objectifs du projet

L'objectif du projet est d'augmenter les productions agricoles, pastorales et forestières, et d'une manière générale toutes les activités de développement entreprises dans le bassin supérieur du Bani, dans le cadre du développement régional de la région de Sikasso. Des effets favorables sont attendus sur :

- la satisfaction des besoins alimentaires (régionaux et nationaux)

- le revenu des habitants
- la création d'emploi
- le développement des infrastructures de base
- la protection contre les crues
- la protection de l'environnement
- la production d'énergie à l'échelle régionale et nationale.

### I.5. Justification du projet

#### I.5.1. Par rapport à la problématique

L'aménagement d'un grand bassin consiste à concilier des objectifs de développement souvent contradictoires (voir I.1 ci-dessus). Les études du projet permettront de trouver les solutions optimales à ces problèmes.

#### I.5.2. Par rapport à la stratégie alimentaire

La "non maîtrise de l'eau" est un goulot d'étranglement au développement agricole. Concurrément avec l'utilisation de petites retenues et des eaux souterraines, l'aménagement des eaux fluviales permettra de lever cette hypothèque. Ce projet qui donne la priorité aux cultures irriguées est donc bien dans la ligne de la stratégie alimentaire.

## II. DESCRIPTION DU PROJET

### II.1. Extrants du projet

Les extrants comprendront un plan directeur et un programme d'aménagement des trois branches du Bani. Le plan et le programme seront cohérents avec les objectifs du développement de la région de Sikasso et du développement national dans son ensemble :

#### Plan directeur :

- a) secteur hydro-agricole, pastoral, et forestier, plan et description des zones favorables aux aménagements, comprenant l'extension des réseaux secondaires, les canaux primaires, les prises d'eau ; coût et consommation en eau des périmètres aménagés.
- b) secteur protection contre les crues  
ouvrages de protection des centres et des casiers, influence sur le régime ;
- c) modèle de gestion des eaux simulant les débits et les diversions à différents stades de développement
- d) ouvrages de production d'énergie locale par micro-centrales sur les prises d'eau pour les besoins locaux
- e) ouvrages de régularisation et production d'énergie en tête des aménagements des 3 branches (utilisation locale et inter-régionale).

#### Programme d'aménagement :

- a) étude du rythme des aménagements hydrauliques en fonction du développement régional
- b) échelonnement du financement des études et des réalisations
- c) étude de rentabilité et factibilité économique et sociale

## II.2. Intrants du projet, les études

### II.2.1. Phases des études

Les études se subdivisent en trois phases successives :

#### Première phase : Etudes préliminaires

La première phase des études consiste :

- a) à rassembler toutes les données de base nécessaires à l'élaboration du dossier de faisabilité
- b) à déterminer les caractéristiques optimales à donner à l'aménagement du fleuve Bani pour atteindre les objectifs assignés concernant l'irrigation et la production d'énergie électrique
- c) à proposer à l'approbation de l'Administration malienne, un scénario de mise en valeur hydraulique du fleuve Bani

#### Deuxième phase : Etudes d'avant-projet sommaire

Elle porte sur l'étude de l'avant-projet sommaire des premiers ouvrages programmés, définis au terme de la phase précédente, sur l'évaluation de son coût et sur le mode de gestion de la retenue

#### Troisième phase : Etude de faisabilité

Elle constitue l'étude de faisabilité proprement dite qui permettra d'apprécier l'intérêt économique et financier du projet en tenant compte de ses effets induits.

### II.2.2. Etudes préliminaires

#### INTRODUCTION

La première phase des études consiste à réactualiser et compléter les études de régularisation de 1976, à mieux définir les besoins, et à élaborer une politique d'aménagement hydraulique du haut bassin du Bani, qui sera soumise à l'approbation de l'Administration malienne. Les limites

géographiques de la zone sur laquelle porte l'étude préliminaire sont les frontières de la République du Mali avec la Côte d'Ivoire et la Haute Volta. La limite Nord correspond à la limite nord de la région de Sikasso.

## ETUDE HYDROLOGIQUE ET DE REGULARISATION<sup>1</sup>

### Examen des données disponibles

Les observations hydrologiques ayant, comme il a été dit, été poursuivies depuis l'établissement de la Monographie du haut bassin du Niger, il y aura lieu de préciser le régime du fleuve aux 5 stations les plus directement concernées par l'étude, à savoir Bougouni, Dioïla, Pankourou, Kouono, et Douna.

### Réactualisation des études de régularisation

Les études de régularisation de l'ensemble du bassin du Bani seront réactualisées.

En fait, la zone couverte par l'étude comporte trois unités, à savoir :

- a) le bassin de la Baoulé (32 700 km<sup>2</sup>)
- b) le bassin de la Bagoé (43 500 km<sup>2</sup>)
- c) le bassin du Banifing

## ETUDE DES POSSIBILITES D'IRRIGATION

### Potentiel des terres irrigables le long de la vallée :

L'étude donnera sur carte (en couleurs) au 1/50 000 la localisation des terres des vallées des trois branches qui peuvent être aménagées (terrasses et cuvettes), l'emplacement des endiguements des cuvettes et diverses autres caractéristiques pouvant être figurées. Le mémoire justificatif qui accompagnera ces cartes donnera les caractéristiques générales des cuvettes et terrasses aménageables, leur extension, ainsi que les principaux facteurs limitant leur aménagement. Le mémoire précisera également les principaux projets réalisés ou en cours, et déterminera le potentiel des terres irrigables le long de la vallée.

Un soin particulier sera donné à l'intégration future des irrigations dans l'économie des villages.

Les périmètres choisis devront être situés à proximité d'un village ou d'un groupe de villages.

On demandera l'avis des comités de village sur l'opportunité d'irriguer les terres, les cultures qu'ils veulent pratiquer, les rendements escomptés, la fertilité ou l'épuisement des sols, la manière de commercialiser les produits, compte tenu de ceux qui seront retenus pour leur consommation propre. L'enquête portera également sur les risques d'endémies d'origine hydrique puisque l'onchocercose sévit en bordure des branches du Bani, où des mesures sont prises pour son éradication.

Bref, les impacts économiques et sociaux des réalisations sur les communautés villageoises seront étudiés en détail, en considérant celles-ci comme les utilisateurs prioritaires des aménagements.

L'afflux d'autres populations dans les zones aménagées sera également à prévoir, soit du fait de l'exode de populations provenant de zones moins favorisées (les Dogons sont de plus en plus nombreux dans la région de Sikasso), soit du fait de l'accroissement démographique naturel qui atteint 2,5 % dans la région, soit une augmentation de 50 % d'ici l'an 2 000.

Dans l'évaluation de la faisabilité de l'aménagement seront pris en compte non seulement les bénéfices résultant de l'irrigation, mais de l'ensemble du développement rural induit.

## Schéma directeur des aménagements hydro-agricoles

Compte tenu des différentes études déjà intervenues et aux fins d'apprécier les investissements, les charges d'exploitation et les résultats économiques qui peuvent s'attacher à un développement de l'irrigation dans les terrasses et les cuvettes, l'Ingénieur-Conseil établira dans diverses hypothèses un schéma-directeur des aménagements hydro-agricoles qui peuvent être envisagés dans l'avenir pour mettre en valeur tout ou partie du potentiel aménageable défini au paragraphe précédent.

Le schéma directeur sera porté sur fond de carte au 1/50 000.

Le schéma directeur permettra de faire une appréciation globale pour l'ensemble des aménagements prévus :

- du montant des investissements relatifs à l'apport de l'eau d'irrigation et à l'aménagement complet des terres, y compris les investissements d'accompagnements ;
- du montant annuel des charges d'exploitation de toute nature ;
- de la valeur de la production agricole annuelle obtenue sur les terres aménagées ;
- de la valeur annuelle de ce qui serait la production agricole sur ces mêmes terres si la régularisation du fleuve Bani n'était pas réalisée.

Le schéma directeur sera accompagné d'un mémoire exposant notamment, en fonction des indications et des objectifs de production qui seront donnés ou confirmés par l'Administration malienne, l'échelonnement prévisibles des aménagements (vraisemblablement de l'ordre de 2 000 ha par an) et de la valeur ajoutée qui en résultera.

### Evaluation des besoins en eau d'irrigation

L'Ingénieur-Conseil procédera à l'évaluation mois par mois des besoins globaux en eau d'irrigation, tels qu'ils résultent du plan directeur et de ses annexes. Il en déduira, dans les diverses hypothèses, les prélèvements mensuels qui, si l'on fait abstraction des autres usages de l'eau, devraient être faits sur le fleuve Bani.

## ETUDE DU MARCHE DE L'ENERGIE

### Evolution en matière de production et de distribution de l'énergie électrique au Mali

Dans la zone urbaine de Bamako, l'énergie est fournie par l'usine hydro-électrique de Sélingué qui produit depuis 1982, 180 GWh/an et l'usine de Sotuba qui produit actuellement en moyenne 35 GWh/an. Un autre aménagement est projeté en aval de Sotuba, au Kénié.

### Evaluation des besoins en énergie :

Il y a lieu de procéder à une actualisation des données existantes. L'étude demandée comportera une prévision pour 1995 des besoins en énergie de la République du Mali. L'Administration malienne pourra fournir les données statistiques nécessaires pour bâtir et justifier cette prévision et guider les extrapolations. Devront notamment être pris en compte les besoins des installations minières, industrielles, commerciales, des stations de pompage pour l'alimentation en eau des zones urbaines et des réseaux d'irrigation, des services publics et des ménages. L'éventualité d'une fourniture d'énergie hors du territoire de la République du Mali ne devra pas être négligée. L'étude devra finalement aboutir à la détermination de la puissance à garantir et de l'énergie à fournir.

Il sera donné deux courbes prévisionnelles correspondant, jusqu'à l'année 2020 :

- 1'une à une hypothèse optimiste ou forte,
- 1'autre à une hypothèse moyenne de croissance de la consommation

### RECHERCHE DE LA SOLUTION OPTIMALE

Les caractéristiques de l'aménagement hydraulique du fleuve Bani en particulier, le dimensionnement des retenues et le programme de leur construction, dépendront du choix et des combinaisons des objectifs à atteindre.

La satisfaction des seuls besoins hydro-agricoles nécessiterait la construction d'ouvrages de dimensions relativement modestes. La satisfaction des besoins hydro-agricoles et hydro-électriques conduirait à des ouvrages déjà plus importants.



Les données ainsi recueillies et les études précédentes (régularisation, irrigations, énergie) devront permettre à l'Ingénieur-Conseil d'effectuer une étude d'optimisation globale dans l'optique de l'aménagement hydraulique du fleuve Bani à buts multiples et de déboucher sur le choix de la solution définitive à recommander à l'Administration : conception générale des aménagements et détermination de leurs capacités approximatives.

Cette phase des études se déroulera donc de la façon suivante:

- étude de scénarios avec évaluation du coût approximatif, ouvrages correspondants
- analyses des répercussions sur l'environnement
- recherche de la solution optimale et justifications de la solution à adopter.

#### Etude des scénarios

L'Ingénieur-Conseil déterminera les caractéristiques générales des aménagements et les capacités des retenues qui permettront de satisfaire à la fois les besoins hydro-agricoles et les besoins hydro-électriques à long terme, évaluée dans les études qui précèdent. Il tiendra également compte de l'importance des crues qu'il s'agit de conserver pour le Bani inférieur et la submersion contrôlée, données qui seront fournies par le projet "Opération Riz Mopti".

En s'appuyant sur les résultats ainsi obtenus l'Ingénieur-Conseil dressera le bilan de chacun des scénarios.

Au niveau de l'étude, il comparera essentiellement le coût de l'aménagement à la valeur ajoutée qui en résulte.

#### Analyse des répercussions sur l'environnement

Sur le régime du fleuve :

Dans chaque cas, il sera fait un fonctionnement simulé des ouvrages qui s'appuiera sur les données de la simulation hydrologique ; le débit

régularisé sera défini, suivant les scénarios.

Sur l'agriculture, l'élevage et la pêche :

L'Ingénieur-Conseil déterminera et évaluera les répercussions entraînées par les modifications du régime du fleuve après la construction des ouvrages, sur l'agriculture (rizières et autres cultures), l'élevage et la pêche.

Sur la protection des agglomérations contre les crues :

L'Ingénieur-Conseil établira la liste des agglomérations susceptibles d'être inondées en cas de crue. Il indiquera pour chacune d'elles le débit du fleuve pour lequel commence l'inondation. Il tentera d'évaluer l'importance des dégâts prévisibles lors des fortes crues.

#### Recherche de la solution optimale

L'Ingénieur-Conseil procédera ensuite à une étude d'optimisation globale du projet qui doit aboutir à retenir la solution qui, répondra dans les meilleures conditions aux objectifs poursuivis, à savoir, irrigation, production d'énergie électrique, en s'adaptant à leur évolution dans le temps, sous la forme d'une programmation des investissements correspondants.

#### II.2.3. 2<sup>e</sup> Phase APS (avant-projet sommaire)

##### INTRODUCTION

Dès que l'Administration aura fait connaître sa position quant au choix fixant les premiers ouvrages à entreprendre, sa cote de retenue et la conception générale de l'ensemble de l'aménagement, l'Ingénieur-Conseil entreprendra les études de l'avant-projet sommaire des ouvrages, formant la deuxième phase des études.

Il procédera d'abord à l'élaboration et à la collecte des données de base, concernant la topographie et la géologie du site retenu.

Il procédera ensuite à l'examen des diverses variantes techniques qui débouchera sur la détermination des caractéristiques définitives de

chacun des ouvrages qui composent cet aménagement.

Lorsque ces dispositions seront approuvées par l'Administration, l'Ingénieur-Conseil établira l'avant-projet sommaire des ouvrages qui doit aboutir à une évaluation correcte du coût de tous les travaux nécessaires.

## RECUEIL DES DONNEES DE BASE

### Etudes topographiques

Lever de la cuvette :

Le lever de la cuvette sera réalisé à l'échelle du 1/20 000.  
Il sera limité :

- sur le pourtour à la cote de la crête
- en aval, suivant un axe parallèle à l'axe probable du barrage et distant d'environ 2 kilomètres de ce dernier.

Les courbes de niveau seront reproduites sur les plans à l'équidistance de 2,5 mètres.

Seront également représentés les emplacements de zones d'habitation, ainsi que les tracés des routes et des pistes.

Vérification de l'étanchéité de la cuvette :

L'Ingénieur-Conseil s'assurera de l'étanchéité de la cuvette en procédant à tous les travaux de reconnaissance et aux mesures de perméabilité qu'il jugera nécessaires. Cette étude comportera une reconnaissance de zones où des fuites pourraient être à craindre.

Détermination des zones d'emprunt :

L'Ingénieur-Conseil effectuera toutes les investigations nécessaires pour localiser et délimiter les zones d'emprunt des matériaux de construction : terre, sable, gravier, enrochement. Il examinera les possibilités d'ouverture de carrières pour la fabrication des sables et graviers pour les bétons et les filtres.

Il exécutera un nombre suffisant de prélèvements pour estimer le volume des matériaux de bonne qualité susceptibles d'être extraits des gisements reconnus.

Les matériaux prélevés seront soumis à des essais in-situ et en laboratoire pour déterminer leurs caractéristiques géotechniques (courbes granulométriques, porosité, perméabilité, limites d'Atterberg, essais Proctor, résistance mécanique, etc.).

Modalités d'exécution :

Les études géologiques et géotechniques seront dirigées par un ingénieur géologue et un géotechnicien. Cette équipe sera chargée pour chaque barrage de :

- reconnaître le site du barrage et de la retenue
- préparer le programme détaillé des travaux de reconnaissance en précisant leur implantation et leur nature (forages, puits, galeries, géophysique, etc.)
- préciser le programme des essais de matériaux
- examiner les carottes des sondages, les coupes de puits, tranchées ou galeries, les résultats des mesures géophysiques
- interpréter l'ensemble des résultats des essais
- rédiger le rapport de synthèse des études qui devra permettre d'apprécier la faisabilité technique du projet.

Il sera également demandé d'établir :

- un tableau des superficies limitées par chacune des courbes de niveau
- un tableau des zones d'habitation situées à l'intérieur de la courbe des Plus Hautes Eaux, en mentionnant le nombre d'habitants de chacune d'elles.

Lever du site du barrage :

On effectuera sur le site du barrage dont l'axe sera fixé par l'Ingénieur-Conseil un lever régulier à l'échelle du 1/2 000ème limité de part et d'autre du fleuve à la cote de la crête des ouvrages.

Etudes géologiques et géotechniques :

Etude du site du barrage et des appuis :

L'objectif de cette étude est de définir la position du substratum, de connaître ses caractéristiques et celles des formations qui le surmontent.

Un soin particulier sera apporté à la détermination des systèmes de failles qui pourraient exister, ainsi qu'à la localisation d'éventuels lits anciens ou bras-morts du Bani.

L'Ingénieur-Conseil réalisera donc sur le site du barrage projeté, une série de sondages de reconnaissance qui devront être carottés. Ils seront poussés au delà du toit du substratum rocheux de manière à préciser l'importance de la couche altérée et fissurée.

Cette campagne de forages sera complétée par une campagne de reconnaissance géophysique : sismique-réfraction et éventuellement résistivité électrique et magnétométrie. Des forages supplémentaires complétés au besoin par des profils géophysiques seront réalisés à l'extérieur de la zone d'implantation ci-dessus définie de façon à localiser des fuites possibles de contournement et d'en préciser l'importance.

L'Ingénieur-Conseil effectuera également tous les essais nécessaires et mesures sur échantillons pour apprécier la perméabilité des diverses formations (essais Lugeon, Lefranc ou Nasberg) et déterminer les caractéristiques pétrographiques et mécaniques des sols de fondation du barrage, de l'évacuateur de crues, de la centrale hydro-électrique et des autres ouvrages annexes tels que ouvrages de restitution, prises d'irrigation.

Tout en restant responsable de l'exécution des travaux de reconnaissance, l'Ingénieur-Conseil pourra les sous-traiter à une ou plusieurs

entreprises spécialisées, agréées par l'Administration.

#### Etudes de sédimentation :

Afin de pouvoir évaluer les effets de colmatage et de sédimentation dans la retenue, l'Ingénieur-Conseil exécutera ou fera exécuter des analyses physico-chimiques et des mesures de transpots solides en suspension par prélèvements d'eau dans le Bani et dans la Baoulé, la Bagoé et le Banifing, en période de crues.

#### Etudes de climatologie

Des mesures d'évaporation sur bac, ainsi que des observations climatologiques classiques, y compris la mesure de l'évaporation Piche, seront entreprises pendant la durée des études, d'une part au droit du site du barrage, d'autre part à Bamako, évaporations observées aux deux sites.

#### ETUDE DES VARIANTES TECHNIQUES

L'Ingénieur-Conseil recensera, par catégorie d'ouvrages, les diverses variantes possibles.

On peut citer, à titre d'exemple :

- pour le barrage : digue avec noyau central ou digue homogène, barrage en enrochement, etc.
- diverses dispositions pour l'usine hydro-électrique, pour les équipements hydro-électriques et hydro-mécaniques, etc.
- divers types pour l'évacuateur de crue
- différents modes de batardage pour l'exécution des travaux
- etc.

Le degré de précision de ces études sera d'autant plus grand que la comparaison des variantes s'avèrera plus difficile. La solution à retenir sera, à qualité égale, celle qui apparaît la plus économique.

Ces études de variantes donneront lieu, par partie d'ouvrages, à l'établissement de mémoires descriptifs, de plans sommaires, d'avant-métrés et de devis estimatifs.

L'Ingénieur-Conseil exposera les résultats de ces études de façon homogène afin de faciliter la comparaison des variantes et proposera à l'Administration les caractéristiques générales et particulières des ouvrages qui lui paraissent devoir être retenues.

#### ETUDE DE L'AVANT-PROJET SOMMAIRE

L'avant-projet sommaire de la solution agréée par l'Administration comprendra :

- un mémoire explicatif décrivant la conception générale de l'ensemble de l'aménagement et les caractéristiques des différentes parties qui le constituent : barrage, évacuateur de crues, ouvrages de restitution, centrale électrique et poste de transformation, raccordement routier, etc.  
Dans ce mémoire, figurera également la description du programme d'organisation des chantiers.
- un plan d'ensemble
- les plans nécessaires à la définition des ouvrages.
- les avant-métrés et les devis estimatifs partiel et global incluant tous les travaux de génie civil, les équipements électro-mécaniques et hydro-mécaniques, les installations électriques, le raccordement routier et les frais d'installation de chantier.

#### ETUDE DE LA GESTION DE LA RETENUE

L'Ingénieur-Conseil déterminera, à partir des données hydrologiques et des objectifs à atteindre, le mode de gestion de la retenue.

#### II.2.4. 3è Phase Faisabilité

##### INTRODUCTION

La troisième phase des études consiste à analyser la faisabilité du projet tant sur le plan économique que financier.

Pour ce qui concerne l'analyse économique, l'Ingénieur-Conseil tiendra compte de tous les effets qui résulteront de la construction du barrage : production d'énergie électrique, développement agricole, etc.

Le dossier de faisabilité sera élaboré conformément aux normes fixées par les organismes de financement internationaux (BIRD, etc.).

##### ANALYSE ECONOMIQUE

L'Ingénieur-Conseil procédera à l'évaluation économique des effets induits par la construction des ouvrages et en déduira les incidences du projet, ainsi que son taux de rentabilité interne.

##### Production énergétique :

Compte tenu des résultats de l'étude du marché de l'énergie et de la puissance électrique susceptible d'être fournie, l'Ingénieur Conseil fixera le programme de mise en place des équipements électromécaniques.

Il déterminera le prix de vente de l'énergie et évaluera les coûts de transport et de distribution.

##### Production agricole :

L'Ingénieur-Conseil estimera la valeur ajoutée par le développement des irrigations, de l'élevage et de la pêche dans la retenue.

##### Autres effets :

Il essayera d'estimer les avantages dus à la diminution des risques d'inondation (agglomérations, périmètres hydro-agricoles) ainsi qu'à la régularisation du régime du fleuve sur le plan de la production



agricole en périodes de sécheresse.

#### Recensement des populations :

Les populations situées dans le périmètre de la retenue devront être recensées.

L'Ingénieur-Conseil établira, à partir de cet inventaire un plan directeur de recasement des populations tenant compte des surfaces à prévoir pour les cultures et l'élevage.

Ce plan directeur qui sera dressé sur des cartes à l'échelle du 1/50 000<sup>e</sup> déterminera l'implantation des villages et des terroirs à créer, le réseau de pistes à réaliser et les infrastructures communautaires (écoles, dispensaires, etc.).

L'Ingénieur-Conseil procédera à l'évaluation des frais entraînés par le recasement des populations.

#### Synthèse :

A partir des données qui seront ainsi rassemblées, l'Ingénieur-Conseil effectuera un travail de synthèse qui devra permettre d'apprécier l'intérêt économique du projet.

#### ANALYSE FINANCIERE

Elle comprendra, l'évaluation du taux de rentabilité interne avec tests de sensibilité et l'établissement de l'échéancier des charges financières sur toute la durée des travaux de construction du barrage et de son usine.

#### DOCUMENTS A FOURNIR

L'Ingénieur-Conseil réunira dans un document unique, assorti d'autant d'annexes qu'il sera nécessaire, tous les résultats des études de faisabilité.

Il y sera joint un résumé, rédigé en français et en anglais, permettant au lecteur d'appréhender l'ensemble des résultats des études

de deuxième et troisième phase.

### III. FINANCEMENT DU PROJET

Le coût des études mentionnées au chapitre II.2 ont été évaluées (voir annexe IV) et sont récapitulées ci-après en US \$ :

Phase	Personnel	Sous contrats	Fonction- nement	Frais administrat. au siège	Total
1°	171 000	20 000	50 000	20 000	261 000
2°	146 000	260 000	40 000	15 000	461 000
3°	62 000	5 000	4 000	6 000	77 000
Total	379 000	285 000	94 000	41 000	799 000

Le coût total des études financées par l'aide étrangère seront donc d'environ 800 000 \$ USA. Ce montant est donné à titre d'indication et sous toutes réserves.

## ANNEXE I :

Etude du Bani  
Personnel du projet

	Expert	Hommes-mois Experts			Hommes-mois Dessinateurs Agents techniques
		Total	Bureau	Terrains	
	Conseiller tech.ppal	24	12	12	
1ère phase	Hydrologue	3	1	2	
Etude Préliminaire	Agronome	3	-	3	
	Ingénieur G.R.	3	-	3	
	Modéliste	3.5	3.5		
	Electricien	1	.5	.5	
	Economiste	1	.5	.5	
	Ecologiste	1		1	
	Divers consultants	3	3		
	Dessinateurs				6
	Agents techniques				
	Total 1ère phase	18.5	8.5	10	6
2è phase	Topographe	2		2	
Avant-projet sommaire	Géologue	1		1	
	Géotechnicien	1		1	
	Géophysicien	1		1	
	Hydrologue	1.5		1.5	
	Ingénieur civil	2	2		
	Electricien	2	2		
	Modéliste	1	1		
	Divers consultants	5	5		
	Dessinateurs/Agents techniques				5
	Total 2è phase	16.5	10	6.5	5
3è phase	Electricien	2	1	1	
Faisabilité	Economiste	1.5		1.5	
	Socio-économiste	1		1	
	Analyste financier	.5	.5		
	Divers (rédaction)	3	3		
	Total 3è phase	8	4.5	3.5	
TOTAL GENERAL		67	35	32	11

# Etude du Bani

## Sous-contrats

1ère phase	ordinateur	10 000	
	impression cartes	5 000	
	impression rapport	5 000	20 000
2è phase	photo site et cuvettes	30 000	
	levens topograph.	50 000	
	sondages		
	géophysique - essais	170 000	
	rapport	10 000	260 000
3è phase	rapport		5 000
Sous-total sous-contrats			<hr/> 285 000

## Fonctionnement

### Transports

véhicule, achat, location, carburants 29 000

### Bureau

location, fournitures 15 000

### Personnel local

10 000

### Equipement

appareils hydro - topo - campement 40 000

Sous-total fonctionnement

---

94 000

## ANNEXE II :

Ordre de grandeur des volumes d'accumulation  
des retenues à prévoir en tête des aménagements  
hydro-agricoles du bassin supérieur du Bani

### 1) Hypothèses de base :

consommation quotidienne en eau	5 mm
consommation tenant compte des pertes	10 mm
consommation pendant 200 jours d'irrigation	2 000 mm
soit par hectare	20 000 m <sup>3</sup>

### 2) Superficies des périmètres irrigués et consommation :

Baoulé 10 000 ha consommant	200 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Bagoe	200 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Banifing 5 000	100 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
Total prélevé sur les apports du Bani	500 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>

### 3) Réservoirs et énergie électrique :

- débits minima dans les cours d'eau m<sup>3</sup>
- débits tenant compte des pertes dans les lits et de la production d'énergie m<sup>3</sup>
- volumes correspondant, millions m<sup>3</sup>
- volume mort pour maintenir une chute de 10 m au niveau minimum
- volume du réservoir plein, sans tenir compte des apports pendant 200 j millions m<sup>3</sup>
- Energie minima produite MW

Baoulé	Bagoe	Banifing
12	12	6
30	30	20
520	520	350
500	500	300
1 020	1 020	650
3	3	2

### 4) Ceci est à comparer avec le projet de IL NUOVO CASTORO :

	Volume 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Débit équipé m <sup>3</sup> /s	Equipement électrique MW
Baoulé III	3 525	environ 120	30
Baoulé IV	1 197	environ 150	30
Bagoe II	5 470	environ 200	45

5) On constate que l'irrigation du bassin supérieur ne consomme que 0,5 milliards de m<sup>3</sup> sur les 28 milliards en année moyenne et les 8 milliards en année sèche disponibles dans le bassin du Bani.

### ANNEXE III :

#### FRAGILITE ET EROSION DES SOLS DANS LE SUD MALI

d'après le rapport de mission de E. ROOSE, pédologue ORSTOM à M. N. H. VINK directeur des programmes de développement rural (1) - décembre 1984 et février 1985.

Dans le sud du Mali (région de Sikasso) la forte densité des populations 34 hab./km<sup>2</sup>, le surpâturage (800 bovins et 800 ovins/km<sup>2</sup>), le défrichage, les cultures coton/coton ou mil/mil sans assolement ou jachères ont entraîné la dégradation de la végétation, et à sa suite la dégradation des terres, le ravinement et la dégradation du régime hydrique.

Remède : agriculture intensive associée à élevage équilibré avec la production fourragère.

Schéma de paysage-profil en travers d'une vallée de tête de rivière :

1. Plateau cuirassé + éboulis de blocs + glacés gravillonnaires  
inapte à la culture intensive et favorable aux arbres fruitiers,  
forêt de protection, pâturage saison des pluies
2. Glacis cultivé à pente faible et sol de plus 50 cm épaisseur  
faire des bandes cultivées selon les isohypses - haies vives  
+ arbres peu denses + bande enherbée - nécessité de couvrir  
le sol (éviter battance de la pluie)
3. Bourrelet de berge - restaurer fertilité par fumier
4. Bas-fonds : haut potentiel et haut risque  
cultures fourragères ou riz + fourrage ou jardinage zone irrigable.

risque de perte de terre par érosion : 20 à 40 t/ha/an peut être considérable même réduit par le couvert végétal et les techniques culturales : cultures associées, aménagement des résidus de culture, billonnage cloisonné, jachère

---

(1) I.E.R. Institut d'Economie Rurale de Bamako en coopération avec I.R.R.T. Institut de Recherches Tropicales d'Amsterdam.

fourragère et pratiques anti-érosives (labour ou billonnage en courbe de niveau avec bandes d'arrêt)

Bilan de l'eau : la mise en culture a diminué l'évapotranspiration et augmenté le ruissellement (qui atteint 30 - 40 %) et diminué l'infiltration. Celle-ci est augmentée par cultures d'arbres et techniques culturales.

Bilan de la fertilité chimique : Pertes de nutriments augmentées par surpâturage et extension des cultures - ne sont plus équilibrées par les apports naturels - apports d'engrais minéraux - risque d'acidification et organiques (résidus de cultures - organiques).

Le troupeau : définir la charge optimale

Les arbres : rôles spécifiques : recycler les éléments nutritifs profonds et concentrés - donc associer arbres à cultures sur le glacis - promouvoir une vraie sylviculture en enrichissant forêts naturelles en essences précieuses ou à croissance rapide sans destruction de l'environnement.

Aménagement : au lieu des diguettes de protection, qui n'empêchent pas la dégradation des terres cultivées, employer méthode des terrasses progressives: suite de bandes cultivées peu pentues et de talus enherbés marqués par une haie vive.



ANNEXE IV : Potentiel de développement de l'irrigation et autres utilisations  
des eaux de surface dans la région de Sikasso (1)

Données démographiques

Région de Sikasso

Population :

	Urbain	Rural	Total
Population 1976	113 864	984 204	1 098 068
% du total	11.58	89.63	100
Population 1983	135 811	1 173 910	1 309 721
% du total	11.58	89.63	100
% Croissance 1976/1983	2.55	2.55	2.55

Villes principales :

Sikasso	55 466	hab	en 1983
Koutiala	32 390	hab	" - "
Bougoundi	20 766	hab	" - "

Densité de la population en 1983 :

Densité de la population en 1983 :

Cercles	Bougouni	Kadiolo	Kolondiéba	Koutiala	Sikasso	Yanfolilla	Yorosso	Total
Superficie Km'	19 100	5 375	9 700	13 420	15 375	8 800	5 200	76 480
Population 1983	238 680	108 228	134 458	238 573	378 252	115 607	95 923	1 309 721
Densité Hab/Km'	12,5	20,1	14,6	17,8	24,6	13,1	18,4	17,1

Groupes d'âges en 1983 :

de 0 à 6 ans	25,3 %	
7 à 14 ans	18,7 %	44,0
15 à 59 ans	49,7 %	
plus de 60 ans	6,3 %	

Remarque : plus forte densité démographique du Mali

plus forte croissance (moyenne nationale 2,4 %)

forte immigration dogon dans les cercles du nord

## ACTIVITE ECONOMIQUE

Principales activités : agriculture - élevage

L'agriculture est sujette aux aléas climatiques (cultures pluviales) très sensible ces dernières années.

Objectifs de développement : encadrement, vulgarisation, accès

Agro-industrie : usines d'égrenage du coton  
décorticage du riz  
huilleries cotonnières  
nouvel objectif : industries du bois

Mines d'or de Kalana : 36 g/Tonne

Echanges interrégionaux timides : céréales

### AGRICULTURE :

Productions principales en 1982-1983 :

	Superficie (mille hectares)	Rendement kg/ha	Production Tonnes	Prix par kg	Valeur en million
Riz (3 régions CMDT)	12,100	1.411,0	17.073	110	1.878,0
Arachide (source enquête DNSI)	17,7	6,8	12,207	90	1.098,6
Coton	67,5	1.310,4	88.453	130	11.498,9
Mil-sorgho (3 régions CMDT)	249,4	996,4	248.520	90	22.366,8
Maïs (3 régions CMDT)	39,8	1.764,4	70.223,6	95	6.671,2

Développement agricole :

Action de la CMDT

Encadrement technique

Action de la BNDA (prêts)

OPAM - CAC      achats vivriers

### Production de thé :

102 hectares

445 tonnes de feuilles fraîches achetées 50 F/kg

Thé brut : 97,55

Thé fini : 87,10

Valeur 1982-1983 : 382 millions FM

Commercialisation par la SOMIEX

Fruits : (manguiers, citronniers, orangers, mandariniers, pamplemoussiers, goyaviers, bananiers, ananas)

en particulier citronniers 206 T, manguiers 3 255 T, pamplemoussiers 84 T, bananiers 1 860 T.

Tubercules : surtout pomme de terre 3 060 T

surtout tomates 1 260 T

achats : foires, coopératives, OPAM, COPAC

### Elevage :

bovins 995 000 têtes (estimation)

ovins-caprins 532 670 têtes ( " )

vente bovins : 7 816 têtes/an environ

ovins-caprins : 24 632 " "

asins : 1 186 " "

charge des pâturages : en janvier 0,05 - en août-septembre 1,9

animaux de trait : 54,404 paires de boeufs

production de lait : 66 millions de litres.

### Production forestière :

bois de chauffage : 39 601 stères-quintaux

charbon de bois : 5 019 "

bois d'oeuvre : 717 "

bois de service : 17 298 "

## DEVELOPPEMENT DE L'AGRICULTURE ET DE L'ELEVAGE

La cause de la production en dent de scie est attribuée à la mauvaise "maîtrise de l'eau" et à l'irrégularité des pluies. Le pourcentage des plaines irrigables aménagées est très faible par rapport au potentiel existant dans la zone.

### Aptitudes des sols :

ferrugineux tropicaux, ou ferrugineux souvent hydromorphes ou bruns favorables aux cultures de diverses céréales, riz, cultures industrielles, cultures de tubercules.

Pour l'horticulture et l'arboriculture, l'irrigation et la fertilisation demeurent les facteurs essentiels d'amélioration des sols, le drainage apparaît rarement opportun.

Le développement du secteur primaire (1) est bloqué par la non maîtrise de l'eau, l'action proposée est la préparation d'un programme d'aménagement hydro-agricole à technologie simple (nivellements, drainages, digues, écluses, canaux, etc.) les services responsables étant DNHE, GR, eaux et forêts, TP. De plus la conservation des sols est essentielle (2).

## HYDROGRAPHIE DE LA REGION DE SIKASSO POUR LE BASSIN DU BANI

### Rivières :

- Bagoe : parcours de 300 km dans la région - concerne les cercles Sikasso - Kadiolo - Kolondiéba - amplitude crue-étiage 13 m 2 000 m<sup>3</sup>/s
- Baoulé : parcours de 500 km - cercle de Bougouni - débit 1 865  
affluents : Banifing II, Degou
- Banifing I : parcours de 200 km - affluent Lotié - cercle de Sikasso  
amplitude crue-étiage 10 m.

### Mares inondables :

Ces rivières arrosent des plaines très fertiles qui offrent à la région de grandes possibilités agro-pastorales.

Il existe des zones inondables peu étendues tarissables de février à juin.

#### a) Cercle de Sikasso :

Plaines de Kléla (1 100 ha aménagés, 1 000 à aménager)  
Tournadié, Lougorola, Samogossani, Poumanaba, Mambadougou, Danderesso, Niéna, vallée de Kobi, vallée de la Banakoni, vallée de la Lotié jusqu'à la plaine de Dandorso.

#### b) Cercle de Kadiolo :

Plaines de Kargouan, Kade-Kambo, Loulouni, Oulé

#### c) Cercle de Yanfolila :

Plaines de Faboulasso, Dialaban, Yoroba

#### d) Cercle de Yorosso :

Plaines de Mahou, Kengonara, Diarakongo

e) Cercle de Bougouni :

Plaines de Dalabani

La pollution des cours d'eau serait inexistante.

La protection contre les inondations a été réalisée à Sikasso (digue côté sud).

Irrigations réalisées :

barrage de Kléla (cercle de Sikasso) 1 100 ha  
casiers

Cercle de Sikasso, plaines de

Tourmadié (?) Longorola (41 ha)

Somogossoini (182 ha) Bambadoudou (246 ha)

Doumananba (200 ha) Niéna (E et W) (140 ha)

Cercle de Kadiolo, plaines de :

Kambo (120 ha) Kargouen (138 ha)

Loulouni (100 ha) Goriéné (60 ha)

Cercle de Bougouni, plaines de :

Dabani (50 ha)

Cercle de Yanfolila, plaines de :

Yoroba (33 ha) Faboulasso (?)

Eaux souterraines :

nappes phréatiques - 10 - 30 m - débit faible

nappes profondes - 60 - 80 m - 0,8 à 50 m<sup>3</sup>/h

nappes artésiennes à Sikasso 80 m et à Koutiala 60 m 12m<sup>3</sup>/h

Infrastructure énergétique :

Villes : Sikasso - centrale Diesel 900 KVA

Bougouni - centrale Diesel ?

Koutiala - centrale Diesel CMDT - HUICOMA - 1 260 KVA

Usines :	CMDT	Sikasso	1 175	KVA
		Bougouni	450	"
		Koutiala	1 075	"
		HUICOMA	2 400	"



LE DEVELOPPEMENT  
DES RESSOURCES EN EAU

## GENERALITES :

Les ressources en eau du Mali sont, au total abondantes, mais très mal réparties. Les deux tiers du territoire sont occupés par le Désert, le sud étant sous la dépendance de climats variant des types Soudano-Guinéen à Sahélien.

Les grands cours d'eau maliens ont leurs sources en zone guinéenne; la plupart pérennes, ils ont permis (ou permettraient moyennant la régularisation de leurs débits) un approvisionnement sûr, à diverses fins, le long de leur cours. L'irrigation est particulièrement développée en bordure du Niger et du Sénégal.

Mais dans la majeure partie du pays, dans les régions éloignées des cours d'eau pérennes, l'approvisionnement en eau est sous la dépendance des précipitations = Irrégularité saisonnière, la période sèche s'étendant d'octobre à mi-juin ; Irrégularité annuelle les pluies étant dramatiquement faibles depuis 1967. Dans ces régions la population a cruellement souffert du manque d'eau, pour son approvisionnement domestique et pour les activités agro-pastorales. Aussi est-il indispensable d'utiliser toutes les techniques disponibles pour exploiter avec le maximum d'efficacité les ressources en eau du Mali, en particulier en retenant les eaux de ruissellement avant qu'elles ne s'écoulent dans les rivières et en accroissant l'exploitation des nappes phréatiques et des aquifères profonds.

### Petites retenues, puits et forages :

L'approvisionnement en eau des populations villageoises par ces deux modes d'exploitation est un point essentiel de la stratégie du Gouvernement d'autosuffisance alimentaire par la maîtrise de l'eau.

Dans ce domaine le Gouvernement présente trois projets : deux concernant les eaux de surface, l'autre les eaux souterraines.

### 1. Plan d'action pour la construction de petites retenues d'eau villageoises

Les ouvrages que l'on peut envisager de construire pour retenir les eaux ruisselées avant qu'elles atteignent les grands cours d'eau sont de plusieurs types :

- barrage créant une petite retenue à l'échelle du villages ou de quelques villages (de l'ordre de 20 000 à 200 000 m<sup>3</sup>) et permettant des cultures maraîchères (souvent indirectement dans des puits creusés autour de la retenue) ou des rizières

en aval du barrage.

- microbarrage, simple digue déversante contrôlant le niveau d'un périmètre irrigué situé en amont, et contribuant à l'alimentation de la nappe phréatique.
- diguettes dans des rizières de bas-fonds, prologuant la période d'irrigation (de 3 à 5 mois pour la pratique du riz à cycle long).
- impluvium.

L'établissement de ces ouvrages nécessite une intervention technique extérieure les paysans maliens n'ayant pas encore l'habitude de les construire et de les utiliser. L'idéal est de limiter cette intervention aux études, au contrôle ainsi qu'à la fourniture de certain matériel et matériaux, et de faire appel presque exclusivement à la main-d'oeuvre villageoise, d'ailleurs disponible en saison sèche, pour les réaliser. De cette manière l'exploitation ultérieure des ouvrages n'est guère grevée d'aucune charge récurrente, et s'intègre réellement à la vie du village. Le projet proposé vise à organiser cette intervention en profondeur par un certain nombre de mesures : études scientifiques et techniques de base, inventaire, bilan des expériences, formation de moniteurs et enfin Plan d'action de réalisations.

Le recrutement des moniteurs pourra se faire parmi les ingénieurs et techniciens des écoles nationales. La mise en chantier de 200 à 300 interventions par an, pendant les 10 années à venir, nécessitera l'assistance d'une centaine de moniteurs qualifiés dans la petite hydraulique et les petits aménagements hydro-agricoles ou horticoles, grâce à une solide formation sur le terrain.

Les petites retenues souffrent au Mali d'un préjugé défavorable qui s'explique ainsi :

- Expériences malheureuses menées dans le Sahel par le service de l'élevage, dues à des difficultés techniques (hydrologie très irrégulière, crues catastrophiques inattendues) et sanitaires (pollution des mares par piétinement des animaux).

- Expériences très bénéfiques, mais aussi très coûteuses du pays Dogon, dues au climat sahélien et à la nature des fondations (grès, souvent perméable en grand) qui ne seraient vraiment étanches qu'avec des rideaux d'injection (mortier ou bentonite). La construction des ouvrages en maçonnerie, la sophistication des déversoirs et diverses décharges, entraînent l'expertise d'ingénieurs étrangers et la fourniture de matériaux et de matériels d'un coût très élevé à l'échelle d'un village, et pour l'utilisation qui est faite de l'eau.
- Campagnes anti-retenues des services sanitaires, qui y voient des réservoirs privilégiés pour le développement des endémies d'origine hydrique, ce qui est vrai mais n'est pas sans remède (conception des ouvrages, stérilisation de l'eau des retenues, campagne d'éradication au voisinage des retenues).

Par contre l'opération " Leur Propre Barrage " dans le cercle de Kita par les Volontaires du Progrès, assistés d'ingénieurs hollandais, avec l'appui financier et logistique de l'ODIPAC et le contrôle du Génie rural, donne des résultats très encourageants et montre la voie à suivre:

- Les ouvrages sont conçus de manière à permettre une construction presque exclusivement villageoise. Digue en terre homogène recouvertes d'un dallage. Déversoirs de crues centraux ou latéraux en maçonnerie, de dimensions raisonnables, parce que le bassin versant est choisi en fonction de la capacité de la retenue. De cette manière un ouvrage adapté à un village de 2 000 habitants, avec une capacité de 60 000 m<sup>3</sup>, nécessite une intervention de l'ordre de 28 millions de F CFA.
- La participation des villageois à la construction des barrages ne soulève aucun problème, du fait que les ouvrages sont désirés et demandés par les villages. De même leur utilisation est prévue par les villages et les terres réparties avant la construction.
- La mobilisation des villageois a lieu en saison sèche alors que l'activité est normalement nulle : les ouvriers ne sont pas payés si ce n'est en rations alimentaires PAM ou autres. L'ordre de grandeur de la prestation du village est de 6 000

Journées, soit deux mois fournis par roulement par 100 ouvriers.

- La demande d'interventions diverses dans le cercle de Kita dépasse actuellement la centaine, pour un ensemble de 300 villages, ce qui montre l'engouement des populations dès qu'elles sont informées d'une assistance possible.

On peut donc affirmer que l'opération "Leur Propre Barrage" est bien lancée, dans le cercle de Kita, grâce à des interventions soigneusement préparées, et techniquement et économiquement saines.

Dans le même ordre d'assistance, mais moins coordonnée et peut-être trop dispersée, les missions catholiques sont les promoteurs d'un type de barrage bien à l'échelle des moyens des villages : digues en gabions, avec un noyau de terre de termitière compacté, et déversoirs latéraux maçonnés. Ces barrages ont la réputation de tenir et sont à considérer pour des ouvrages sans doute plus modestes que les barrages en construction à Kita.

A l'inverse de ces deux exemples, les barrages construits par le GID à Kiban et à Touba, cercle de Banamba (région de Koulikoro) sont le type même de ce qu'il faut éviter. Aucune étude de base, en particulier sur les débits de crue. Fautes de conception : à Kiban trois fermetures du même cours d'eau se succédant sur 1 km, alors que le barrage le plus en aval aurait suffi. Danger d'inonder le village. Le radier censé évacuer les crues est de plein pied avec les digues en terre de part et d'autre. Les fondations sont insuffisantes (40 cm dans la terre) etc. Ces barrages n'ont aucune chance de résister à la première crue.

Il faut éviter ce genre de fiasco technique, et l'on conçoit la nécessité de faire respecter par les entreprises des normes de sécurité élémentaires.

Ceci explique bien des échecs, qui ont fait croire qu'une sorte de fatalité s'acharne sur les barrages maliens, alors que la technique prospère dans les pays voisins.

En conclusion le Gouvernement malien est décidé à réviser sa politique en matière de petits barrages suivant les axes suivants :

- cohérence et normalisation des études de base et des technologies,
- information des populations et recensement des demandes d'intervention,
- organisation des services du Gouvernement responsables des petits barrages, et de leur moyen d'intervention. Décentralisation des études et du contrôle au niveau des cercles,
- coordination des aides diverses et contrôle de leurs activités
- formation de moniteurs qualifiés en petite hydraulique de surface
- plan d'action national pour la construction de petites retenues qui pourrait prévoir un programme de 2 000 interventions en 10 ans.

Le projet "Plan d'action pour la construction de petites retenues villageoises" aura pour objectif d'aider le Gouvernement à mettre en oeuvre cette politique (montant environ 800 000 US \$).

Dans la région de Kayes, tenant compte de l'expérience acquise, un programme de construction peut être lancé avec des tranches annuelles de 30 interventions, chaque tranche annuelle demandant un financement extérieur d'environ 800 millions de F CFA (1 600 000 US \$). Un projet de construction de 50 barrages en deux ans, dans le but de former du personnel et de terminer l'expérimentation est présenté ci-après :

Note 1 : Une objection faite aux retenues de surface est l'évaporation, qui atteint 2 400 mm par an dans le Sahel. En fait les retenues ne sont faites que pour conserver l'eau quelques mois. Par exemple, pour les rizières: novembre et décembre, total 300 mm. Retenues pour les jardins (novembre à mai, total 1 600 mm). Ces pertes sont plus faibles en zone soudano-guinéenne (250 mm et 1 200 mm respectivement).

Note 2 : La capacité réelle des retenues est beaucoup plus importantes que la capacité apparente, si l'on tient compte de l'eau emmagasinée dans les sols saturés dans la cuvette et son pourtour. De même l'infiltration et les sources continuent à alimenter la retenue après la fin de l'écoulement en

en surface dans la rivière.

Note 3 : La décentralisation des services d'études et de contrôle dans les cercles est une condition essentielle du succès des programmes de petits barrages, ainsi que l'allègement des formalités administratives.

## 2. Aménagements de petites retenues d'eau villageoises dans le cercle de Kita

La sensibilisation des populations du cercle de Kita aux problèmes d'aménagement des eaux de surface à l'échelle villageoise, grâce à l'opération "Leur propre barrage" menée par les Volontaires du Progrès, et les nombreuses demandes d'intervention qui ont été faites par les villages, permettent de lancer un programme de réalisations immédiates dans cette région, prélude à une opération beaucoup plus vaste dans le sud et le centre du Mali.

Cette opération sera menée en coordination avec les Volontaires du Progrès, l'ODIPAC et les services maliens. Elle aura pour objectif la construction de 50 barrages et la formation sur le terrain de 40 ingénieurs et techniciens maliens, sortant de l'ENA et de l'ENI, aux techniques de la petite hydraulique, des aménagements hydro-agricoles et à la direction d'un chantier.

Le projet prévoit les services d'un ingénieur du Génie Rural (24 mois) de 4 ingénieurs T.R., de 2 topographes et de consultants, et la fourniture de matériaux, de matériel et de logements provisoires. La durée du projet serait de 2 ans.

Le coût du projet est estimé à US \$ 2 820 000.

### 3. Puits et forages :

L'intérêt d'exploiter les nappes pour l'approvisionnement des populations pour ses besoins domestiques n'est pas à démontrer. En période de disette ces besoins sont modestes : tout au plus 10 l/j/hab.

Les nappes phréatiques, même suralimentées par une infiltration prolongée des eaux de surface, s'épuisent généralement avant la fin de la saison sèche. La vraie solution est donc l'exploitation des aquifères profonds, 50 à 80 m, par des forages. Mais le réseau des forages est encore lâche, et dans la période de grande sécheresse que l'on connaît actuellement dès le mois de mars commencent sur les pistes les cohortes de porteuses d'eau. Les villages où l'absence d'eau nécessite des parcours de plus de 6 km en fin de saison sèche sont malheureusement la majorité.

Etablir des forages profonds, dans l'objectif de satisfaire les besoins essentiels sans imposer de tels portages, constitue donc un programme absolument prioritaire et urgent. En effet, du fait de ce portage les villages éloignés des forages profonds sont progressivement désertés et les conflits sociaux que cela entraîne sont aigus.

Considérant l'extrême gravité de ce problème et l'épuisement progressif des nappes depuis 1967 causé par un déficit pluviométrique chronique, l'activité principale de l'hydraulique souterraine est consacrée à sa solution : extension du réseau des forages aux zones qui n'en sont pas pourvues.

L'utilisation des forages pour l'irrigation de parcelles de quelques hectares, en complément de l'approvisionnement domestique se développe rapidement au Mali.

Ces parcelles sont destinées à la culture maraîchère qui prend une grande extension : cultures riches qui justifient les investissements relativement élevés et l'emploi de moyens d'exhaure sophistiqués, tels que les pompes solaires, à condition toutefois que le débit soit suffisamment important. Ainsi, la pompe solaire ne semble pas économiquement fiable pour l'irrigation, si le débit du forage n'est que de 20 m<sup>3</sup>/j, mais pour-



rait par contre le devenir pour les débits de 120 m<sup>3</sup>/j. La fiabilité pourrait s'améliorer à l'avenir quand le coût des installations solaires sera moins élevé, mais par contre, l'engouement pour le maraîchage se développe rapidement au Mali et les revenus provenant de la vente des fruits et légumes pourraient diminuer du fait de l'abondance de la production.

L'irrigation des maraîchers par la pompe à main ou à pieds ne pose pas de problème, bien qu'elle ne permette pas de cultures de superficies importantes.

Les irrigations par l'exploitation des eaux souterraines et des eaux de surface sont complémentaires.

Les puits des jardins sont directement alimentés par le cours d'eau ou le bas-fond aux bords desquels ils sont installés. L'irrigation par les forages crée une émulation incitant les villageois à utiliser des réserves plus abondantes et directement disponibles.

Cette complémentarité impose une coordination entre les deux modes d'exploitation. Le recensement des besoins et des possibilités d'utilisation, par exemple, peut être fait en commun.

#### Aménagement des grands cours d'eau :

L'aménagement des grands cours d'eau du Mali doit être continué, ou abordé, en tenant compte de toutes les possibilités d'utilisation des débits : irrigation, production d'énergie, navigation.

Bien que seule l'irrigation réponde directement à la stratégie du Gouvernement d'autosuffisance alimentaire et maîtrise de l'eau, la production d'énergie est un complément non moins indispensable pour assurer le fonctionnement des pompes, des industries agro-alimentaires etc. La navigation est également indispensable dans certaines régions du Mali où elle est le seul moyen de transport pour l'évacuation des produits agricoles. Les projets retenus par le Gouvernement sur le fleuve Niger lui-même sont les suivants :

#### 1. Barrage de KENIE :

L'aménagement du seuil rocheux de KENIE en aval de Sotuba, à des fins hydro-électriques, est dans la logique de l'équipement de barrages en cascade profitant de la régularisation des débits du Niger due au barra-

ge de Sélingué. Le moment opportun pour la réalisation du KENIE dépend de la consommation en énergie de l'agglomération urbaine de Bamako, et de la saturation des moyens de production actuels : Sélingué, Centrale thermique de Bamako et Sotuba.

## 2. Ligne de H.T Bamako-Ségou

L'opportunité de cette ligne est, comme KENIE, à examiner dans le cadre de la consommation des centres urbains entre Bamako et Ségou.

L'étude de cette ligne H.T. a été exécutée.

## 3. Centrale hydro-électrique de Markala :

La rénovation du barrage de Markala est à traiter dans le cadre des activités de l'Office du Niger. Son étude est en cours avec l'assistance de la Banque Mondiale.

## 4. Barrage de Tossaye :

L'irrigation des plaines du Niger au voisinage de Gao exige l'accroissement du débit d'étiage, insuffisant, et la production d'énergie pour le pompage, problèmes qui peuvent être résolus par la construction du barrage de Tossaye. Mais le coût de cet ouvrage très important semble hors de proportion avec le développement agricole et économique de la région de Gao. L'énergie produite par Tossaye pourrait se justifier par l'exploitation des phosphates de Bourem.

L'étude de Tossaye a déjà été faite en 1976 et pourrait être reprise avec des perspectives nouvelles. En particulier Tossaye pourrait jouer un rôle dans le relèvement des niveaux des crues dans la cuvette lacustre, niveaux actuellement insuffisants pour cultiver le riz en submersion libre, ou l'alimentation des mares du Sahel.

## 5. Barrage de Labezanga :

Ce barrage serait à examiner dans le cadre de l'aménagement international du LIPTAKO-GURMA, en conjonction avec KANDADJI.

Dans le bassin du Niger, mais en dehors du cours principal, il faut considérer comme un objectif prioritaire l'aménagement du bassin supérieur du Bani, d'un intérêt hydro-agricole certain, et, de plus, susceptible d'une production hydro-électrique importante.

Projet : Aménagement du Bassin supérieur du Bani (étude)

Le bassin supérieur du Bani, en amont de Dioila, est drainé par trois rivières : Baoulé, Bagoé et Banifing, et leurs nombreux affluents. Seuls les cours principaux de ces trois branches, qui prennent naissance en Côte d'Ivoire, et au Burkina-Faso ont un débit permanent, quoique très faible en saison sèche.

Ce bassin d'environ 90 000 km<sup>2</sup> se confond presque, au Mali, avec la région de Sikasso, qui occupe 80 % de sa superficie. Cette région est une des plus riches du Mali pour la production agricole : coton, arachide, thé, etc., en culture pluviale, maraîchère et fruitière en petite culture irriguée.

Les possibilités rizicoles des grandes plaines qui bordent les trois branches du Bani n'ont guère été exploitées jusqu'à présent, en partie à cause de l'onchocercose qui sévit dans cette région et que l'on s'efforce d'éradiquer.

Techniquement l'irrigation des plaines pose un certain nombre de problèmes dus à l'encaissement des lits de 7 à 10 m par rapport au niveau des plaines, en période de basses eaux, et à la faiblesse des débits d'étiage.

L'utilisation des plaines pour pratiquer une ou deux récoltes par an exige donc des aménagements hydrauliques comportant, en principe une retenue en tête de chaque branche. Cette retenue pourra être utilisée pour la production d'énergie hydro-électrique.

Plusieurs études du bassin du Bani ont été effectuées, la dernière en date par la société IL NUOVO CASTORO en collaboration avec CARLO LOTTI et associés, en 1979.

Ces études avaient pour but d'explorer les potentiels hydro-électriques des branches du Bani ; IL NUOVO CASTORO a conclu que trois

sites : Baoulé III, Baoulé IV et Bagoé II exploités simultanément assureraient la meilleure régularisation des débits, et la production d'énergie la plus importante. Mais l'aménagement des sites n'est guère compatible avec le développement de l'agriculture irriguée. Une superficie de 200 000 hectares de terres cultivables serait perdue dans l'emprise des cuvettes. Le laminage des crues rendrait plus difficile la riziculture dans le cours inférieur entre San et Mopti (inconvenient qui serait cependant corrigé par la construction du seuil de Djenné, dans le cadre de "l'Opération Riz Mopti"). De plus, situés dans les cours moyens de la Baoulé et de la Bagoé, ces ouvrages ne produiraient pas la régularisation du débit recherchée tout le long des cours de ces deux branches et qui nécessite des réservoirs en tête.

Il est donc nécessaire de reprendre l'étude de IL NUOVO CASTORO dans une nouvelle perspective, en prenant en compte non seulement la production d'énergie, mais aussi l'exploitation du potentiel hydro-agricole des vallées.

L'étude comprendrait :

- Identification des plaines susceptibles d'être aménagées en fonction des sols et des populations rurales installées dans le voisinage des cours d'eau
- Spécification des techniques les plus économiques pour irriguer les plaines (pompage-canaux)
- Modèles simulant les débits des 3 branches compte tenu des emprunts le long du cours, pour le stade final de l'aménagement
- Recherche et étude des retenues nécessaires pour régulariser les apports des trois branches, et produire les débits modulés requis pour l'irrigation en aval
- Adaptation du système à la production d'énergie hydro-électrique en accroissant les chutes aux barrages et les volumes des retenues

- Etude détaillée des ouvrages, factibilité de l'aménagement dans son ensemble
- Etapes de réalisation et financement

Le coût de cette étude serait de l'ordre de US \$ 800 000 et durerait deux ans.

RAPPORT DE MISSION  
EN REPUBLIQUE DU MALI

André BOUCHARDEAU, Consultant en  
Hydraulique (eaux de surface)

28 JANVIER - 14 MARS 1985

PROJET PNUD MLI-82-002 "ASSISTANCE A LA PLANIFICATION"

## S O M M A I R E

Termes de référence

Personnes rencontrées

Programme des tournées effectuées sur le terrain

Conclusions et recommandations

Le développement des ressources en eau (chapeau pour appui table ronde)

Projet Plan d'action pour la construction de petites retenues villageoises

Projet Aménagement du bassin du Bani-supérieur

Projet Aménagement de petites retenues d'eau villageoises dans la région de Kayes, cercle de Kita.

## TERMES DE REFERENCE

La mission a été exécutée dans le cadre des activités du Projet MLI/82/002 "Assistance à la Planification", dont l'organisme gouvernemental d'exécution est le Ministère du Plan, Direction Nationale de la Planification.

La mission de consultant avait pour but d'examiner et d'adapter les projets du Gouvernement à présenter à la Table Ronde des Bailleurs de Fonds (juin 1985) en matière de développement des ressources en eau de surface, dans la perspective de la stratégie du Gouvernement d'autosuffisance alimentaire" et "maîtrise de l'eau".



PROGRAMME DE TOURNEES

- 28 Janvier : Arrivée à BAMAKO
- 14 Février : BAMAKO BANDIAGARA (pays Dogon)
- 15 Février : Visite barrages DAGA et TEGOUROU (avec mission Allemande)  
sur rivière DJOUNJOUROU
- 16 Février : Visite barrages GR et Mission Catholique  
avec BONNARD, PAC  
ANAKANDA, DJAMBOLO, SIBI-SIBI, DJIBAIROU
- 17 Février : BANDIAGARA - SAN (nombreuse pannes)
- 18 Février : SAN - BAMAKO  
arrêt à Ségou, Office du Niger
- 28 Février : BAMAKO - KOULIKORO (visite Gouverneur)  
visite KOULA (retenue demandée village)  
(pompe solaire)  
KIBAN (3 barrages mal conçus SNE)  
TOUBA (2 barrages SNE mal conçus)  
Institut Islamique  
BANAMBA (mares traversant la ville - jardins)
- 1er Mars : BANAMBA - KOLOKANI  
SINZENA (au nord de Banamba)  
aménagement possible bras du Kolossa  
CHINDO (barrage en Gabion - Mission Catholique)  
petite digue submersible
- 2 Mars : KOLOKANI - KATI - SIBY  
NIOKHONA essai de barrage financé par LACIM  
(sur la route TIORIBOUGOU (forage) à  
Paladié)  
LAC WENYA (15 kms de NIOKHONA)  
DABAN digue en pierre faite par habitants  
SIBY rizières
- 3 Mars : SIBY - KOLLE - BAMAKO  
MISSIRA et TEMA sud de SIBY  
petite rizière, puits par Volontaires du  
Progrès et Peace corps  
KOLLE (périmètre O.H.V.) grandes rizières
- 5 Mars : BAMAKO - KITA  
Visite directeur ODIPAC N.S. DIARRA
- 6 Mars : KITA  
visite Volontaires du Progrès à KITA  
Directeur SAIBOU KEITA  
Responsable Equipe Technique VOS HANS  
SEME barrage en terre 80 000 m'  
BRINIMBA 50 000 m'  
BALANGOUDOU 20 000 m'  
Réunion Comité de Développement à KITA

7 Mars : KITA - BAMAKO - BOUGOUNI  
 visite commandant cercle BOUGOUNI BASSI LANE  
 rizières BOUGOUNI le long BAOULE  
 KOLOGO et DENIE Dépression rizières à aménager  
 pompe solaire à KOLOGO

8 Mars : BOUGOUNI - SANTIEBOUGOU - NIAGALE - BOUGOUNI - BAMAKO  
 NIAGALE en aval de BOUGOUNI sur le BAOULE  
 seuil granitique - plaines à irriguer

14 Mars : Départ de BAMAKO

## OBSERVATIONS ET CONCLUSIONS

Les quatre tournées faites au Mali pendant la mission avaient pour but d'examiner les possibilités réalistes d'implantation de petites retenues villageoises, ainsi que l'intérêt que les populations rurales portaient à ce genre d'aménagement, et les bénéfices qu'elles peuvent en tirer. Ceci a permis de formuler le projet "Plan d'Action pour la construction de petites retenues villageoises" en fonction de situations réellement constatées sur le terrain.

### 1. BARRAGES EN PAYS DOGON

Cette opération menée par la DGR et la DNHE avec l'assistance de toutes les aides bilatérales, mais surtout de la GTZ (assistance RPA) est la plus importante de celles engagées au Mali.

Les barrages sont tous construits en maçonnerie, et fondés sur le roc. Les barrages construits par l'aide RPA sont plus sophistiqués que ceux du Génie Rural et des Missions Catholiques, mais ces deux derniers sont, malgré cela tout à fait corrects du point de vue technique. Les complications (telles que batardeaux) sont d'ailleurs discutables et dangereuses si une crue arrive inopinément.

Le grand problème est celui de la fondation sur des grès qui peuvent être perméables en grand (phénomène bien visible à SANGA) Ainsi le barrage de DJIBAIBOU n'a jamais pu être rempli. Le courant qui passe sous les fondations sur la rive droite menace de ruiner définitivement l'ouvrage à brève échéance. Le remède serait sans doute un rideau d'injection de béton, mais il serait trop onéreux.

A Anakanda les cultures maraîchères sont faites dans la cuvette du barrage après retrait des eaux. De même aux deux barrages de SIBI-SIBI.

DAGA est une retenue de 1 300 000 m<sup>3</sup> sur la rivière DTOUNJOUROU. Un débit suffisant pour l'irrigation des cultures pratiquées en aval est relâché par une vanne de fond. Ce débit s'écoule dans la rivière, où il est repris par une cascade de barrages : TEGOUROU, KODJOUROU, DJINJOUROU. Les périmètres maraîchers sont situés sur les berges de la rivière et irrigués soit à la calebasse, soit au moyen d'un réseau de canaux (TEGOUROU). Les cultures sont l'oignon, les tomates, les pommes-de-terre, les patates douces - un peu de riz, de Dah et de Gombo. Les jardins sont entourés de murs en pierre sèche, que les Dogons excellent à construire. Les sols de cette partie du Plateau Dogon proche de la falaise, ont presque totalement disparus par érosion. Les Dogons transportent la terre sur les roches nues, et cultivent avec des épaisseurs de sol de 20 à 30 cm seulement. On peut se demander si l'aménagement en aval de DAGA n'aurait pas été plus efficace en amenant l'eau aux périmètres irrigués par des tubes en PVC (couramment utilisés pour les forages) évitant ainsi l'évaporation dans la rivière, le risque de développement des vecteurs de l'onchocercose, la construction des barrages de reprise en aval, et permettant une irrigation sous pression plus pratique.

Des précautions sont prises du point de vue sanitaire par traitement des eaux à la BILTRICIDE et BILHACIL, par éradication des endémies d'origine hydrique dans les villages voisins et par la construction de puits filtrants.

Bien que l'engouement pour les barrages en pays Dogon ne cesse de croître, et que beaucoup d'autres barrages seront construits en plus des 63 existants, il faut admettre que c'est une opération coûteuse, menée parcequ'il n'y a pas d'alternative. Compte tenu des observations hydrologiques faites sur les barrages existants il serait possible de mieux choisir les sites de retenue. Le barrage le plus économique est celui qui est alimenté par un bassin versant juste suffisant pour remplir la retenue. Le bassin versant minimum assure une crue minima, et des déversoirs de dimensions réduites. Ceci n'est certainement pas le cas, par exemple de DJIBAIROU.

Les prix des barrages du plateau Dogon sont très supérieurs, pour beaucoup de raisons, à ceux que l'on peut espérer pratiquer dans le reste du Mali, et il est dans un sens, regrettable que l'expérience "Petits barrages" ait commencé dans le secteur le plus difficile, où la participation des populations pour la construction ne peut pas être importante du fait des techniques requises par les conditions physiques.

Par contre le résultat très encourageant obtenu en pays Dogon est l'adaptation rapide des paysans à des techniques agricoles auxquelles ils n'étaient pas traditionnellement habitués.

## 2. BARRAGES DANS LE CERCLE DE KITA

Les conditions physiques dans la partie du cercle de Kita que nous avons visitée sont beaucoup plus favorables à l'établissement de petits barrages que le plateau Dogon :

- Précipitations plus fortes : 1 000 à 1 300 mm et ruissellement 200 mm. (Ka 45-100)
- Plaines alluvionnaires, mais avec un relief suffisant pour que les lits soient encaissés, et les bassins versants bien déterminés. Les alluvions argilo-sableux offrent un choix de bons matériaux pour la construction de barrages en terre. Les infiltrations dans les cuvettes des retenues sont lentes, le stockage des eaux dans les sols constituant une réserve d'eau complémentaire non négligeable.

L'opération "petites retenues" est menée dans la région par le projet "leur propre barrage" qui associe l'ODIPAC, les Volontaires du Progrès et l'aide des Pays Bas. La DGR effectue un contrôle de l'exécution.

4 types d'aménagements sont prévus :

1. Le petit barrage d'une retenue de 20 000 à 100 000 m<sup>3</sup> selon le village. Typiquement sa hauteur sera entre 3 et 7 m, sa longueur de 100 à 250 m et le volume du remblai de 2 000 à 4 000 m<sup>3</sup>. Bassin versant : en moyenne 10 km<sup>2</sup> avec des débits spécifiques de crue de 3 à 14 m<sup>3</sup>/s = 1 km<sup>2</sup> selon le relief.

2. Le microbarrage, simple digue déversante avec une capacité de 1 000 m<sup>3</sup>, retenant l'eau dans la vallée et favorisant l'infiltration dans la cuvette.

3. Aménagement de plaines type FOUNIA, un seuil déversant installé sur une rivière importante permettant la riziculture en submersion contrôlée.

4. Aménagements en cascade, ou irrigation à l'aval du barrage type GUILABA.

Les barrages visités de SEME (80 000 m<sup>3</sup>) BRINIMEA (50 000 m<sup>3</sup>) et BALANDOUGOU (20 000 m<sup>3</sup>) en construction, sont des digues en terre (pentes 1 : 2, 2 m en couronnement) avec des déversoirs maçonnés centraux et latéraux (cette dernière solution étant préférable). Le grès des maçonneries est disponible à proximité. Les digues, dûment compactées au compacteur vibreur sont recouvertes d'un perré en grès. La construction est entièrement réalisée par les villageois. Un remblai de 3 000 m<sup>3</sup> représente en gros 6 000 journées de travail. Un village de 2 000 habitants peut fournir 500 ouvriers et porteuses d'eau, qui travaillent par roulement (pas plus de 100 hommes à la fois sur le chantier). L'intervention étrangère est limitée aux études, au contrôle quotidien, à la fourniture de brouettes, deux compacteurs par barrage, ciments et outils divers. Accessoirement un marteau piquette et un compresseur. Aucun camion, ni bulldozer. Des rations alimentaires sont distribuées par le PAM. La construction du barrage est généralement étalée sur deux saisons sèches.

Les demandes d'intervention des villages pour la construction d'ouvrages divers, intéressant des cultures de 1 à 100 hectares ou plus, sont très nombreuses. Un recensement en cours compte 100 demandes pour un total de 304 villages. Un village sur trois est demandeur.

L'opération barrages de KITA suscite cependant quelques commentaires : le cercle de KITA s'étend loin au Nord, et cette zone est probablement plus difficile à équiper en petits barrages. Elle souffre actuellement d'un exode important.

L'opération telle qu'elle est montée actuellement ne peut pas couvrir toutes les demandes et il faudrait donc qu'elle soit développée très rapidement en faisant appel à d'autres aides. A priori la moyenne du coût, d'une intervention peut être estimée à 25 millions CFA, c'est donc 2,5 milliards F CFA qu'il faut prévoir pour la seule opération barrage du cercle de KITA, soit US \$ 5 millions. Le temps que prendra le montage de cette opération plus vaste, permettra à l'équipe sur place de poursuivre l'épreuve des procédés employés et au besoin à les perfectionner encore plus.

La formation accélérée de techniciens petits barrages est urgente. Les jeunes ingénieurs diplômés des écoles du Mali devraient trouver dans les opérations petits barrages des emplois, et acquérir une bonne formation sur le terrain.

Le rôle des TONS villageois est à préciser

L'association agriculture - élevage en relation avec l'exploitation des petits barrages est à suivre de près. La fumure animale est souhaitable pour les maraîchers, mais les animaux risquent de souiller les retenues. Il faut donc prévoir des abreuvoirs séparés.

La possibilité de pisciculture dans les retenues est à étudier dans le cadre d'une intervention des eaux et forêts, en même temps que la lutte contre l'érosion et le reboisement.

Enfin il faut noter que le succès de l'opération petits barrages de KITA est du à la décentralisation de toute l'ingénierie sur place, et l'absence, actuellement, de contraintes administratives. Elle marcherait beaucoup moins bien s'il fallait faire la navette entre KITA, KAYES et BAMAKO pour prendre les décisions.

### 3. BARRAGES DANS LES "AUTRES REGIONS"

Si l'on compare les "autres régions" aux cercles de BANDIAGARA et KITA, on est frappé de l'absence d'information des communautés villageoises, soit sur l'intérêt de retenir l'eau de ruissellement, soit sur l'aide qu'elles peuvent espérer dans ce domaine.

Les initiatives constatées sont timides et dispersées. Les demandes de barrages dans l'enquête préparatoire au Plan (1979) sont d'ailleurs très peu nombreuses en dehors de celles de la région de MOPTI.

Dans la région de KOULIKORO, nous avons visité les cercles de BANAMBA et KOLOKANI en compagnie de MM. KAMISSOKO, et THIEOULE W. KONE.

Au village de KOULA, où fonctionne déjà un forage avec pompe à main, irriguant un petit jardin, les villageois voudraient aménager un bas-fond, en tête du marigot que traverse la piste d'accès à KOULA. La cuvette est très plate, mais il y a un site possible 100 m en aval de la route. Les habitants nous ont dit vouloir construire un barrage par leurs propres moyens. En fait il faudrait faire un digue en terre de type KITA, avec un déversoir maçonné, qui nécessite malgré tout une assistance extérieure.

KIBAN est traversé par une dépression qui est un affluent du KOLOSSA. Cette dépression a été surcreusée par les emprunts de terre, pour la construction des cases du villages. Le GID (groupement d'ingénieurs conseils pour le développement) a construit 3 barrages en travers de cette dépression. Un seul aurait suffi, et le seuil en ciment ménagé pour le passage des crues est de plein pied avec les digues en terre latérale. Les fondations des murs du radin sont insuffisantes. La ruine prochaine de ces 3 ouvrages est donc certaine. Ceci est regrettable car l'utilité de ces retenues est évidente : des jardins sont établis sur les bords, et se développeraient sûrement s'il avait assez d'eau KIBAN étant un village important et actif : Il est donc urgent de réaménager correctement ces barrages, le plus urgent étant la surélévation et le renforcement des digues en terres latérales.

Même problème à TOUBA, Siège de l'INSTITUT ISLAMIQUE où le GID a construit deux autres barrages du même type que à KIBAN.

A SINZENA, au Nord de BANAMBA, nous avons visité un bas-fond large et déjà aménagé en rizières, mais où la submersion est irrégulière et pas assez longue. Il s'agit encore d'un affluent du KOLOSSA, dont les crues peuvent être brutales (un noyé en 1984).

A BANAMBA même problème qu'à KIBAN, dépression naturelle surcreusée par des emprunts de terre, jardins prospères sur les bords, mais dès Mars la dépression s'assèche. L'eau est encore disponible assez longtemps dans les puits bordant la dépression, témoignant de l'enmagasinement de l'eau dans les terres alluviales saturées.

Un aménagement d'ensemble des branches de KOLOSSA devrait être examiné. Cette rivière a des crues importantes à SEBETE, puis se perd entre GUIRE et NARA.

Près de KOLOKANI, un barrage en gabion et terre de termitières, type Mission Catholique, a été construit à CHINDO ; mais les déversoirs

latéraux en maçonnerie ont été contournés à la première crue et l'ouvrage est à réparer. Ce barrage est destiné à créer une mare pour suralimenter la nappe phréatique. L'aquifère serait, à cet emplacement profond de 80 m, donc difficile à exploiter. Les villageois vont actuellement chercher l'eau à 5 km.

A NIOKHONA à 30 km, de TIORIBOUGOU sur la route de FALADIE une ONG, la LACIM\* a tenté la construction d'une digue en travers du cours d'eau longeant le village, avec l'aide des T.P.. Le barrage érigé en poussant la terre du basfond au bulldozer, sans compactage et sans déversoir, a été emporté. Ce barrage aurait servi à suralimenter la nappe phréatique, évitant aux villageoises un parcours de 6 km pour quérir l'eau de leurs besoins domestiques. Les jardins sont abandonnés depuis Décembre, faute d'eau.

Sur la route TIOREBOUGOU - FALADIE, le lac WENYA, malgré l'absence d'eau dans la région n'est pas aménagé.

En continuant sur FALADIE, les habitants du village de DABAN ont construit de leur propre initiative une digue en pierre. Les pierres, en vrac, devraient être arrangées et bétonnées pour faire un déversoir de crue efficace. - Beaucoup d'autres sites d'aménagement possible ont été repérés le long de la route.

Dans le cercle de SIBY, dans le Sud de la région de KOULIKORO, on retrouve des conditions physiques semblables à celle de KITA. L'eau est abondante, mais s'écoule trop rapidement après la saison des pluies pour être utilisée dans des périmètres hydro-agricoles. (précipitation 1 200 - 1 300 mm).

A SIBY, la rivière est alimentée par les torrents descendant des Monts Mandingue. La vallée alluvionnaire et large est occupée de quelques rizières cultivées par les femmes en saison des pluies. Cette plaine de 50 à 100 hectares pourrait être aménagée rationnellement.

A MISSIRA et TEMA, où sont installées des délégations des Volontaires du Progrès et du Peace Corps, il y a également des possibilités d'aménagements rizières.

A KOLLE au voisinage du Niger, la rizière de quelque 1 000 hectares, est abandonnée parce que les crues du Niger, empêchées par le bourrelet de berge, ne l'irriguent plus depuis des années. Mais un petit affluent venant des Monts Mandingue, pourrait jouer ce rôle, moyennant la construction d'une digue l'empêchant de se jeter dans le Niger. Ceci serait à signaler à l'Opération Haute-Vallée.

Dans la région de SIKASSO, près de BOUGOUNI, aux villages de KOLOGO\* et DENIE, possibilité de prolonger la submersion du riz flottant de 3 à 5 mois, et de pratiquer le riz à cycle long, d'un rendement 3 fois supérieur.

De telles possibilités sont courantes dans le cercle de BOUGOUNI, dans les plaines constituant les têtes des affluents du BAOULE.

---

\* LACIM, "Les amis du coin de l'Inde et du Monde".

\* Kologo est équipée d'une pompe solaire, réservée aux besoins domestiques.

L'irrigation de grandes rizières à partir du BAOULE est également possible, mais ceci sort du cadre des petits aménagements (par exemple possibilité d'un barrage de reprise au seuil granitique de NIAGALE que nous avons visité.)

On constate donc que les possibilités d'intervention dans les villages pour améliorer la recharge des nappes et pratiquer la culture maraîchère, ou la riziculture, au moyen de petits aménagements, sont extrêmement nombreuses. Les villages demandant une intervention dans la région de Sikasso sont sans doute aussi nombreux qu'à KITA soit un village sur trois.