



11104

DOC (84) 83

TABLE DES MATIERES

	<u>Page</u>
I. INTRODUCTION	
A. Résumé et Recommandations	1
B. Objectifs du Projet	1
II. ELEMENTS DU PROGRAMME	
A. Projet de Développement Institutionnel et Données de l'OMVS	3
B. Programme Indicatif OMVS pour l'Aménagement Hydro-Agricole du Bassin du Fleuve Sénégal	4
C. Stratégie de Développement Régional de l'AID	6
D. Relation du Projet avec les Autres Projets	7
III. DESCRIPTION DU PROJET	
A. Vue d'Ensemble	9
B. Ressources Hydrauliques Souterraines	10
C. Volets du Projet	13
D. Procédures de Gestion et Opérations du Projet	14
IV. ANALYSES DE FACTIBILITE	
A. Analyse Technique	19
B. Analyse Economique	29
C. Analyse Institutionnelle	48
D. Analyse Sociale	73

## V. PLAN FINANCIER

A. Résumé	79
B. Dépenses de l'A.I.D.	79

## VI. PLAN D'EXECUTION

A. Direction	93
B. Bureaux Régionaux	94
C. Rôle et Responsabilités du Bureau de Coordination USAID/RBDO	94
D. Rôle et Responsabilités des Bureaux de l'USAID	95
E. Programme et Procédures Fiscales	96
F. Calendrier d'Exécution du Projet	97

## VII. PROGRAMMES DE SUIVI ET D'EVALUATION

A. Suivi	102
B. Evaluation	103
C. Application du Plan d'Evaluation et de Suivi	103

## VIII. BASES DE NEGOCIATION ET CONDITIONS PREALABLES

A. Bases de Négociation	104
B. Conditions Préalables	104

## ANNEXES

A. <u>ANALYSE TECHNIQUE</u>	
B. <u>TERMES DE REFERENCE POUR L'ASSISTANCE TECHNIQUE ET SERVICES PERSONNELS</u>	

- C. QUALIFICATIONS REQUISES DU PERSONNEL DES AGENCES NATIONALES  
DETACHE AU PROJET
- D. CADRE LOGIQUE DU PROJET
- E. PLAN POUR L'ACQUISITION DES BIENS D'EQUIPEMENT
- F. EXAMEN MESOLOGIQUE INITIAL
- G. MEMORANDUM DE G. TAYLOR
- L. PROJET D'ACCORD ENTRE L'ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR  
DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

LISTE DES TABLEAUX

<u>Tableau</u>	<u>Page</u>
I. Charges d'un système automatique comparées aux charges d'un système partiellement auto- matique pour 10 lignes de 10 piézomètres en dehors des périmètres	46
II. Prévisions des Dépenses du Projet	80
III. Frais du personnel AID/OMVS	88-92

LISTE DES SCHEMAS

<u>SCHEMA</u>	<u>Page</u>
1. Carte de la Zone du Projet	1.a
2. Carte de Lignes Piézométriques	14.a
3. Organigramme de l'O.M.V.S.	49
4. Organigramme de la Direction des Services Hydrauliques (Sénégal)	55
5. Organigramme de la Division de l'Hydraulique (Mauritanie)	59
6. Organigramme de la Division de l'Hydraulique (Mali)	66
7. Organigramme du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines	101

## I - INTRODUCTION

### A. Résumé et Recommandations

L'USAID/Sénégal recommande une subvention de 4.6 millions de dollars au titre du Budget de Développement du Sahel et octroyé à l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) pour le projet d'Aménagement des Eaux Souterraines (Projet No. 625-0958).

Le projet se concentrera sur l'implantation d'un réseau de puits d'observation et de piézomètres, et comprendra également une assistance à la capacité organisationnelle et d'appui institutionnel de l'OMVS. Le projet mettra l'accent sur la création d'une infrastructure institutionnelle pour étudier le régime des eaux souterraines de tout le bassin ainsi que la formation de nationaux des états membres de l'OMVS. Ces derniers seront recrutés dans les services hydrogéologiques de l'OMVS pour observer les effets de l'aménagement des eaux souterraines et autres activités de gestion hydraulique du système aquifère. De plus, les données recueillies seront utilisées par d'autres projets de développement agricole financés par l'AID tels que le Projet de Développement Intégré et le Projet de Recherche Agricole II.

### B. Objectifs du Projet

L'objectif d'ensemble du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines est d'accroître les revenus de la production alimentaire du BFS. Un objectif est d'appuyer l'exécution des projets prévus dans le plan de l'OMVS pour la mise en valeur du Bassin, à savoir les périmètres irrigués, les barrages, la production d'énergie hydroélectrique, la navigation fluviale et les ports. A cette fin, le but du projet sera d'instaurer un système efficace de suivi et de contrôle, qui identifie les problèmes actuels et potentiels (tels que la remontée de l'eau, la salinité, la qualité de l'eau) ainsi que les possibilités en matière d'exploitation et d'aménagement des eaux souterraines, et qui distribue les informations aux états membres.





Le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines comprend les éléments suivants:

1. L'assistance globale du développement institutionnel dans le but de renforcer les capacités de l'OMVS et des Etats Membres en matière de planification, d'exploitation et de contrôle des ressources hydrauliques souterraines;
2. L'assistance technique à court et moyen terme pour aider les services hydrogéologiques de l'OMVS à instaurer un système de gestion hydraulique pour le BFS.
3. L'implantation d'un réseau de puits d'observation et de piézomètres pour observer les effets de la construction des barrages sur les systèmes d'alimentation et de vidange des nappes aquifères;
4. L'assurance des ressources matérielles et humaines à l'OMVS et aux Etats Membres afin de continuer et d'élargir leurs capacités de contrôle, de gestion et de planification des ressources hydrauliques souterraines.

Les objectifs du projet seront réalisés à travers la collecte des données quantitatives nécessaires à l'évaluation et à l'exploitation de la dynamique hydraulique souterraine. L'AID financera l'achat du matériel, des véhicules et l'assistance technique expatriée, une partie des frais de fonctionnement et la construction des piézomètres. Un programme de formation à long-terme aux Etats-Unis, une formation dans d'autres pays, ainsi qu'une formation sur-le-tas sur les aspects de l'hydrologie souterraine sera prévu pour le personnel des Etats Membres participant au projet.

## II. Eléments du Programme

Trois principaux rapports donnent le cadre général du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines. Il s'agit du Projet de "Développement Institutionnel et Données de l'OMVS", le "Programme Indicatif de Développement

Hydro-Agricole" de l'OMVS (1981-1990), et la Stratégie du Développement Régional de l'AID appuyé par le CILSS et le Club du Sahel. Chacun de ces rapports est présenté ci-dessous de façon à définir les relations entre le projet et la planification de l'OMVS et de l'USAID.

#### A. Projet de Développement Institutionnel et Données de l'OMVS

Le projet de Développement Institutionnel et Données a été approuvé en 1977 avec trois sous-projets à savoir, Développement Institutionnel, Collecte de Données sur les Eaux, et Levés Aérophotogrammétriques et Cartographie du bassin. A l'époque, seul le sous-projet Cartographie du bassin a été financé. Les ressources en eaux souterraines ont fait l'objet d'une série de rapports financés par l'USAID, mais aucun sous-projet n'a été élaboré.

Une étude plus approfondie et les recommandations de G. Taylor dans son rapport d'Octobre 1979 (Joint à l'Annexe F) ont réexaminé les besoins de ce sous-projet.

La structure du Projet DID souligne que les données actuelles sur la présence et la qualité des eaux souterraines sont suffisantes pour construire des puits, pour développer l'approvisionnement des villages et l'alimentation du bétail.

Cependant, les données sont insuffisantes pour évaluer les méthodes d'exploitation hydraulique ou pour établir un programme de développement à grande échelle de l'irrigation, en particulier en ce qui concerne les nappes aquifères du Maestrichtien qui constituent probablement la seule source potentielle régionale d'eau pour l'irrigation dans le bassin. Il n'existe cependant pas de données sur les relations hydrodynamiques entre les aquifères du Maestrichtien, les aquifères sous-jacents, et le fleuve Sénégal. Celles-ci sont nécessaires pour évaluer les méthodes de gestion hydraulique et pour déterminer le potentiel de développement des aquifères du Maestrichtien avec différentes méthodes de mise en valeur des ressources agricoles et hydrauliques du Bassin du Fleuve Sénégal.

Théoriquement, les nappes aquifères Maestrichtiennes peuvent être aménagées pour l'irrigation dans toute la zone de la vallée. Mais la zone comprise entre Matam et Boghé est la plus favorable. Cette partie est probablement la principale source d'alimentation naturelle de la nappe aquifère Maestrichtienne; elle comprendra également plusieurs aménagements hydrauliques importants qui peuvent produire des changements notoires dans le régime des nappes souterraines; et en dehors de toute considération, cette zone verra l'exploitation des ressources souterraines pour satisfaire les demandes sans cesse croissantes de fourniture industrielle et domestique d'eau qui augmenteront en raison des activités d'irrigation.

En résumé, le Projet de Développement Institutionnel et Données considère les activités de contrôle des ressources souterraines comme un élément complémentaire dans l'aménagement du bassin. En outre, il constate que le besoin de sous-projet est plus sensible aux données actuelles. Cet élément est traité directement par le projet à travers la création d'un local central pour les données hydrauliques concernées et l'assistance institutionnelle aux stations hydrauliques de l'OMVS.

B. Le Programme Indicatif OMVS pour l'Aménagement Hydro-Agricole du Bassin du Fleuve Sénégal

L'OMVS s'est fixé quatre (4) objectifs principaux qui sont:

1. d'améliorer le revenu du plus grand nombre d'habitants vivant dans la Vallée et les zones avoisinantes;
2. sauvegarder l'équilibre entre l'homme et son environnement;
3. rendre l'économie des trois pays moins vulnérable aux aléas climatiques et aux facteurs externes; et
4. accélérer le développement économique des trois états à travers la coopération inter-étatique.

Ces objectifs sont en voie de réalisation à travers le programme sus-mentionné qui comprend la construction du:

a. Barrage de Manantali -- ce barrage à buts multiples qui aura une capacité de retenue de 11 milliards de mètres cubes aura pour fonctions d'assurer l'irrigation de 225.000 hectares, la production d'énergie hydro-électrique et la navigation fluviale, grâce à un débit régularisé de 300 m<sup>3</sup>/sec. en aval de Kayes, au Mali. Bien qu'il entraîne un écrêtement des crues en années normales (écoulements moyens), le barrage de Manantali ne provoquera pas un abaissement suffisant des pointes de décrue exceptionnelles pour éliminer entièrement des submersions imprévues, étant donné que l'effet de la retenue de Manantali, sur le Bafing, sera en partie annulé par un rétrécissement de la plaine d'inondation, suite à la construction de routes, endiguements et autres ouvrages alors que les débits du Bakoye et de la Falémé ne seront pas modifiés.

b. Barrage de Diama -- barrage bas, destiné à empêcher l'intrusion de l'eau de mer et à permettre l'irrigation d'environ 55.000 ha. Avant la mise en eau d'un réservoir amont, comme celui de Manantali, le niveau d'eau dans la retenue de Diama subira des fluctuations saisonnières allant de 0m à 1,50 m au-dessus du niveau de la mer; sa capacité de rétention beaucoup plus modeste (250 milliards de mètres cubes) doit satisfaire à la demande en eau d'irrigation dans le Delta. Une fois que Manantali sera devenu opérationnel, le niveau de l'eau dans la retenue de Diama sera presque constant et maintenu à 1,5m pour faciliter la navigation fluviale.

A l'issue de la construction des barrages, les cultures de décrue qui ont jusqu'alors permis la subsistance d'une population de quelques 400,000 habitants le long des rives du fleuve changeront. On s'attend à ce que le contrôle du débit du fleuve proposé par l'OMVS apporte des changements à ce type de culture. Le programme de l'OMVS pour l'opération du barrage

de Manantali prévoit un débit artificiel de 2.500 m<sup>3</sup>/sec en Août et Septembre et ceci pour une période de transition estimée à 7 ans (la durée est en fait encore à l'étude). L'objectif de cette période artificielle est de permettre l'affermissement du passage de la culture de décrue à une agriculture irriguée intensive. Durant cette période de transition, la culture de décrue pourra bénéficier d'un apport d'eau sûr et les débits seront plus stables.

La culture de décrue sera réduite au fur et à mesure que les périmètres irrigués se développeront, mais ne sera pas supprimée par l'opération Manantali. Les cours du Bakoye et de la Falémé ne seront pas régularisés et ceux-ci fournissent environ 50% du nombre du volume de crues. Ce n'est que lorsqu'on aura développé tous les autres sites de retenue en amont du fleuve que la culture de décrue disparaîtra. En ce moment, près de 400.000 hectares pourront être irrigués dans le Bassin .

Une fois accompli, le calendrier d'ouverture annuelle des vannes pour une crue artificielle, la submersion des rives du fleuve sera réduite ou éliminée à plusieurs endroits, ce qui posera le problème d'une réduction possible de la recharge des nappes aquifères. Cet aspect, ainsi que celui du drainage, fera l'objet d'une étude distincte dans le cadre du projet.

#### C. Stratégie de Développement Régional de l'AID

La méthode d'approche du projet est conforme aux priorités énoncées dans le document en question, dans la mesure où l'AID entend accorder une haute priorité au développement de l'agriculture irriguée, de la planification du bassin et la conduite d'études connexes aux projets futurs. De surcroît dans la SDR, l'accent est placé sur une méthode d'approche régionale au développement et confirme le souhait de l'AID d'aider les organismes internationaux tels que l'OMVS à formuler des stratégies optimales pour le développement du BFS. La formulation pour l'irrigation optimale et le développement du bassin nécessite la collecte et l'analyse de données, par le projet, sur l'hydraulique aquifère, la régime des eaux souterraines,

l'approvisionnement, la qualité de l'eau et les changements résultant du développement.

En qualité d'effort d'appui institutionnel, le projet servira à renforcer les capacités de l'OMVS et des Etats Membres à étudier et à gérer l'exploitation. L'OMVS et les services des Etats Membres seront directement affectés comme bénéficiaires. Les vrais bénéficiaires de cette amélioration institutionnelle demeurent les 2.0 millions d'habitants du Bassin du Fleuve Sénégal. Ils bénéficieront de l'amélioration dans la planification du développement et dans l'aménagement des ressources hydrauliques souterraines, une fois accomplie par l'OMVS et les Etats Membres.

#### D. Relations du Projet aux Autres Projets

##### a) Projets financés par l'AID

En dehors du présent projet, l'AID finance actuellement à travers l'OMVS, le Projet de Recherche Agricole (625-0957). Ce projet aidera l'OMVS à mener la recherche adaptative sur l'amélioration des cultures par la formation du personnel et la réhabilitation des centres de recherche sis au Sénégal, au Mali et en Mauritanie. D'autres programmes d'assistance des Etats-Unis à l'OMVS incluent le Projet d'Evaluation des Effets sur l'Environnement<sup>1/</sup> (625-0617) du Plan de Développement du Bassin du Fleuve Sénégal, et une étude Socio-économique co-financé par le PNUD.

L'aide future des Etats-Unis à l'OMVS inclura un Projet de Développement Intégré (625-0621), actuellement au stade d'élaboration finale. En Juillet 1981, il y avait au total 29,700 ha de périmètres irrigués dans le BFS, soit 24,500 ha au Sénégal, 4,900 ha en Mauritanie, et 280 ha au Mali. Le plan d'aménagement de périmètres irrigués de l'OMVS présenté dans le "Programme indicatif pour le Développement Hydro-Agricole du BFS, 1981-1990 prévoit l'aménagement de 41,000 ha supplémentaires d'ici 1990. Le rythme du développement est estimé à 3,500 ha/an au début de la période de planification; pour atteindre plus tard 5,100 ha/an.

---

<sup>1/</sup> Ce projet a identifié les problèmes de salinité, les changements dans la quantité d'eau souterraine pour la recharge, et l'utilisation des pesticides et engrais. Le "Plan d'Action a recommandé l'instauration d'un programme de contrôle des eaux souterraines de concert avec la construction comme moyen d'atténuer les effets nefastes causés aux eaux souterraines. Des détails sup-

La contribution du PDI dans la mise en valeur des périmètres irrigués consistera à aménager environ 703 ha des périmètres actuels et à construire 2,120 ha de nouveaux petits périmètres, 1,663 ha de périmètres moyens et 933 ha de périmètres irrigués par gravité. De plus, le projet financera les études de factibilité de 15,000 ha supplémentaires. D'autres activités de développement agricole comprennent la mise en valeur de 2250 ha de grands périmètres dans la région du Delta qui seront fonctionnels d'ici 1984. Ceux-ci comprennent 750 ha à Bébi-Tiguet qui seront financés par le Gouvernement du Koweït, 250 ha à Kassack Nord; et 750 ha à Ndombothiogo. Certains grands périmètres seront rénovés à Dagana; Nianga et Boundoum. Dans la haute vallée, une étude est actuellement effectuée dans les vallées de Terekolé et de Lake Magui, 30,000 ha, dans les régions de Karakaro et Falémé, ainsi que dans les plaines de Bafoulabé, Kita, 20.000 ha.

Le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines sera complémentaire au projet de Développement Intégré, de même que d'autres projets financés par les Etats-Unis à travers l'OMVS, à savoir le Projet de Recherche Agricole, et le Projet de Cartographie du Bassin, car il fournira aux responsables de décisions, d'importantes informations sur les questions de drainage et de salinité qui affectent la conception et la localisation des projets d'irrigation, et sur la possibilité d'augmentation des eaux d'irrigation à partir des nappes souterraines. De plus, ce projet utilisera également des données collectées par le projet AGHRYMET qui est en cours d'exécution par le CILSS.

#### b) Projets Mauritaniens

En Mauritanie, les volets nationaux du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines et le Projet AGHRYMET seront placés sous les auspices de la Division de l'Hydraulique. Le Directeur de l'Hydraulique se propose d'intégrer les activités actuellement menées dans le cadre du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines à celles de l'AGHRYMET. Le Projet AGHRYMET aide à l'instauration d'une capacité de prévisions hydrologiques et agro-météorologiques dans le but de créer un réseau d'élaboration et de collecte de données hydrologiques. Etant donné la similitude et l'objectif

---

plémentaires sont fournis aux pages 15 et 16.

commun de ces deux projets, le Directeur envisage de coordonner éventuellement les activités de ces deux projets en une seule activité qui sera désignée sous le nom "Services Nationaux d'Agro-météorologie".

### c) CILSS et le Club du Sahel

Le projet est aussi conforme aux objectifs de l'AID dans le contexte du CILSS et du Club du Sahel. La stratégie CILSS/Club du Sahel met l'accent sur la nécessité d'exécuter rapidement les études de factibilité et de planification afin de permettre le démarrage des grands projets pluri-disciplinaires vers la mi ou fin de la décennie 1980. Le projet créera un système d'aménagement d'analyse et de planification des eaux souterraines. Il servira en outre à créer une banque de données hydrauliques et une base institutionnelle nécessaire au développement approprié et à l'exploitation des ressources hydrauliques du Bassin du Fleuve Sénégal. Ces données serviront à identifier les dangers actuels et potentiels qui menacent les terres irriguées en facilitant une meilleure conception du drainage. De plus, ils aideront à déterminer toute détérioration de la qualité de l'eau dans les puits domestiques et abreuvoirs causée par les travaux d'irrigation; enfin, il s'agira en outre de définir les zones considérées critiques par les Etats Membres et l'OMVS (Voir Fig. 1: Carte de la Zone du Projet p. 1a.). Le projet est techniquement fiable et approprié ainsi qu'il a été indiqué.

## III. DESCRIPTION DU PROJET

### A. Vue d'Ensemble

Le fleuve Sénégal, 1800 km de long est l'un des principaux fleuves d'Afrique de l'Ouest et s'étend sur environ 300.000 km<sup>2</sup>. Ses principaux affluents sont le Bakoye, le Bafing et la Falémé. Cette zone regroupe les principales ressources hydrauliques et agricoles de l'Afrique Occidentale Sahélienne et sa mise en valeur est d'une importance capitale pour les Etats Membres de l'OMVS, à savoir le Sénégal, le Mali, et la Mauritanie.



## B. Ressources Hydrauliques Souterraines

Les ressources hydrauliques souterraines du bassin ont été étudiées par divers organismes. Une bibliographie des études pertinentes se trouve à l'Annexe I. La majeure partie de ces études ne concernent que des recherches sur l'identification de ces ressources et leur disponibilité pour l'approvisionnement des villages et l'alimentation du bétail. Ces études ont eu des objectifs limités, à court terme avec peu d'attention accordée à la formation d'experts en matière d'hydrologie et de techniciens qui sont des nationaux des trois Etats Membres.

De toutes les études examinées, celle de Illy (1973)<sup>1/</sup> financée par l'OMVS et la FAO décrit le mieux les relations hydrodynamiques entre le fleuve, la nappe alluviale contiguë et les aquifères sous-jacents de la région.

Les principales conclusions d'Illy sont les suivantes:

1. Le fleuve et la nappe alluviale contiguë, constituent une source de recharge pour les aquifères profonds contenus dans les formations du Continental Terminal, de l'Eocène et du Maestrichtien dans les parties Ouest du Bassin du Fleuve Sénégal et en Mauritanie.

2. La nappe alluviale est alimentée par le fleuve en période de crues et réciproquement, sa vidange se fait au bénéfice du fleuve en saison sèche, elle soutient de la sorte le débit de base du fleuve en aval de Bakel;

3. Les conditions hydrogéologiques sont favorables au développement de l'irrigation par les eaux souterraines dans la zone de la vallée comprise entre Matam et Boghé, mais des recherches supplémentaires, avec sondages de reconnaissance et essais de nappes sont nécessaires pour définir les limites d'un tel développement.

---

<sup>1/</sup> Illy. P. Etudes Hydrogéologiques de la Vallée du Fleuve Sénégal. 3 Parties OMVS/FAO. Etudes Hydro-Agricole, FAO, RAF/65/061, 1973.

Illy a recommandé de poursuivre les observations du niveau de la qualité des eaux dans les piézomètres qui avaient été construits au cours de son étude et l'établissement d'un projet pilote d'irrigation dans le secteur Matam-Boghé. Bien que les recherches sur la qualité et le niveau de l'eau furent poursuivies par l'OMVS entre 1973-1974, elles furent arrêtées par la suite, faute de fonds de fonctionnement, de personnel et de véhicules. Le projet pilote recommandé par Illy ne fut pas implanté, probablement parce que considéré prématuré par l'OMVS qui accordait à cette époque d'avantage d'importance à la mise en valeur des eaux de surface.

Une autre étude financée par l'OMVS et la FAO fut menée par Audibert<sup>2/</sup>. Cette étude concernait le delta du fleuve et concluait que:

(1) la presque totalité des nappes du delta et de ses extensions en amont jusqu'à Podor, contiennent de l'eau salée ou saumâtre;

(2) sous la majeure partie du delta les nappes sont sursalées et se situent à une profondeur de moins de 3 Mètres;

(3) il importe d'aménager des structures de drainage en profondeur dans les périmètres irrigués afin de contrôler la remontée des eaux souterraines et la salinité du sol.

Audibert recommandait également de considérer le contrôle qualitatif et quantitatif des eaux souterraines, comme un élément nécessaire à "l'économie" de l'eau dans les périmètres irrigués, car la méconnaissance de ce fait mettrait en péril tout l'investissement.

L'installation d'un réseau de puits d'observation dans le Bassin du Fleuve en aval de Bakel a été recommandée par une étude préparée,

---

<sup>2/</sup> Audibert, M - Delta du Fleuve Sénégal, Etude Hydrogéologique, 4 parties OMVS/FAO, Etude Hydro-Agricole du Bassin du Fleuve Sénégal - Prof. MAR/REG 61. 1970.

à la demande de l'USAID par le Bureau de Réclamation des Terres des Etats-Unis (Avril 1976)<sup>1/</sup>. Ce réseau a été recommandé pour étudier la réaction de la nappe libre en fonction des changements dans le régime du fleuve, les activités d'irrigation et les mécanismes d'alimentation et de vidange des nappes. Le nombre, la situation et la spécification des puits d'observation, les aquifères concernés ainsi que les coûts n'ont pas été précisés.

Le manque de données sur la gestion des ressources en eau et les caractéristiques d'alimentation a fait avorter un projet potentiel. Bechtel proposait la mise en valeur par l'irrigation de 2,800 ha sur sols "diéri" pour la production maraîchère à Matam<sup>2/</sup>.

Greenman a proposé un programme de collecte et d'analyse de données sur tout le bassin qui comprend des volets de développement institutionnel et formation pour l'OMVS. Il avait proposé une première phase d'une année de travail consacrée à l'identification des modalités de collecte des données, à la formulation d'un programme et au développement institutionnel et ensuite une seconde phase d'assistance à long-terme<sup>3/</sup>.

Une étude détaillée sur les eaux souterraines a été menée durant l'année 1977-78 sous forme d'une série d'études effectuées par Gannett Fleming, Corddry et Carpenter pour le compte de l'USAID. Les conclusions de ces études sont les suivantes:

1. les niveaux des eaux souterraines et l'eau salée, des nappes aquifères peu profondes qui tendent à monter autour de la digue construite par le barrage de Diama dans le Delta du Fleuve;
2. la remontée des eaux souterraines et du sel augmentera probablement dans les périmètres irrigués à moins d'une gestion adéquate de l'eau;

---

<sup>1/</sup> U.S. Bureau of Reclamation, Senegal River Basin - "Preliminary Basic Data and Examination and Suggested Study Program", 1976. USAID Report.

<sup>2/</sup> Bechtel Overseas Corp. "Development of Irrigated Agriculture at Matam, Senegal. Feasibility Study", USAID Report, 1976.

<sup>3/</sup> Greenman, D.W. "Proposal to assemble groundwater data in the Senegal River Basin", USAID/OMVS, Dakar 1977.

3. la potabilité de l'eau alimentée par les puits domestiques et les abreuvoirs qui pourrait être affectée de manière défavorable par l'utilisation accrue des engrais et pesticides;

4. la régulation du débit du fleuve par le barrage de Manantali devrait réduire quelque peu la recherche périodique des nappes alluviales et aquifères profondes.

En conclusion, le rapport de Gannett Fleming recommandait fortement l'établissement d'un programme de surveillance des niveaux piézométriques et de contrôle de la qualité des eaux souterraines. Cette conclusion a été étayée et développée par le rapport Taylor.

### C. Volets du Projet.

#### 1. Buts du Projet

Ce projet vise l'instauration au sein de l'OMVS d'un système de contrôle et d'identification des problèmes potentiels qu'engendreront le développement de l'irrigation et la construction des barrages de Diama et de Manantali. Le système identifiera les problèmes suivants:

a. la remontée des eaux souterraines et la salinité dans les périmètres irrigués actuels et prévus;

b. la détérioration de la qualité de l'eau dans les puits domestiques et les abreuvoirs due à une utilisation accrue des engrais et pesticides;

c. les mécanismes d'alimentation et de vidange entre le fleuve Sénégal, ses nappes aquifères et aquifères sous-jacentes de la région;

d. les changements dans le régime des nappes occasionnés par la construction des barrages de Diama et Manantali et les modifications dans le régime de crues du fleuve qui en découleront; et

e. les possibilités de développement de l'irrigation par les eaux souterraines dans le secteur Matam-Boghé.

## 2. Exécution

Le projet sera exécuté pendant quatre ans pour permettre de rassembler d'importantes données d'observation pour une analyse d'interprétation, et pour établir les capacités institutionnelles de l'OMVS étant donné les contraintes financières et les restrictions de main-d'œuvre des agences techniques des Etats Membres et de l'OMVS. Les résultats à la fin du projet seront les suivants:

(a) un système d'aménagement des eaux souterraines y compris un réseau de piézomètres et de puits d'observation;

(b) la formation d'un personnel qualifié pour l'OMVS et les Etats Membres pour la collecte et la planification de la gestion; et

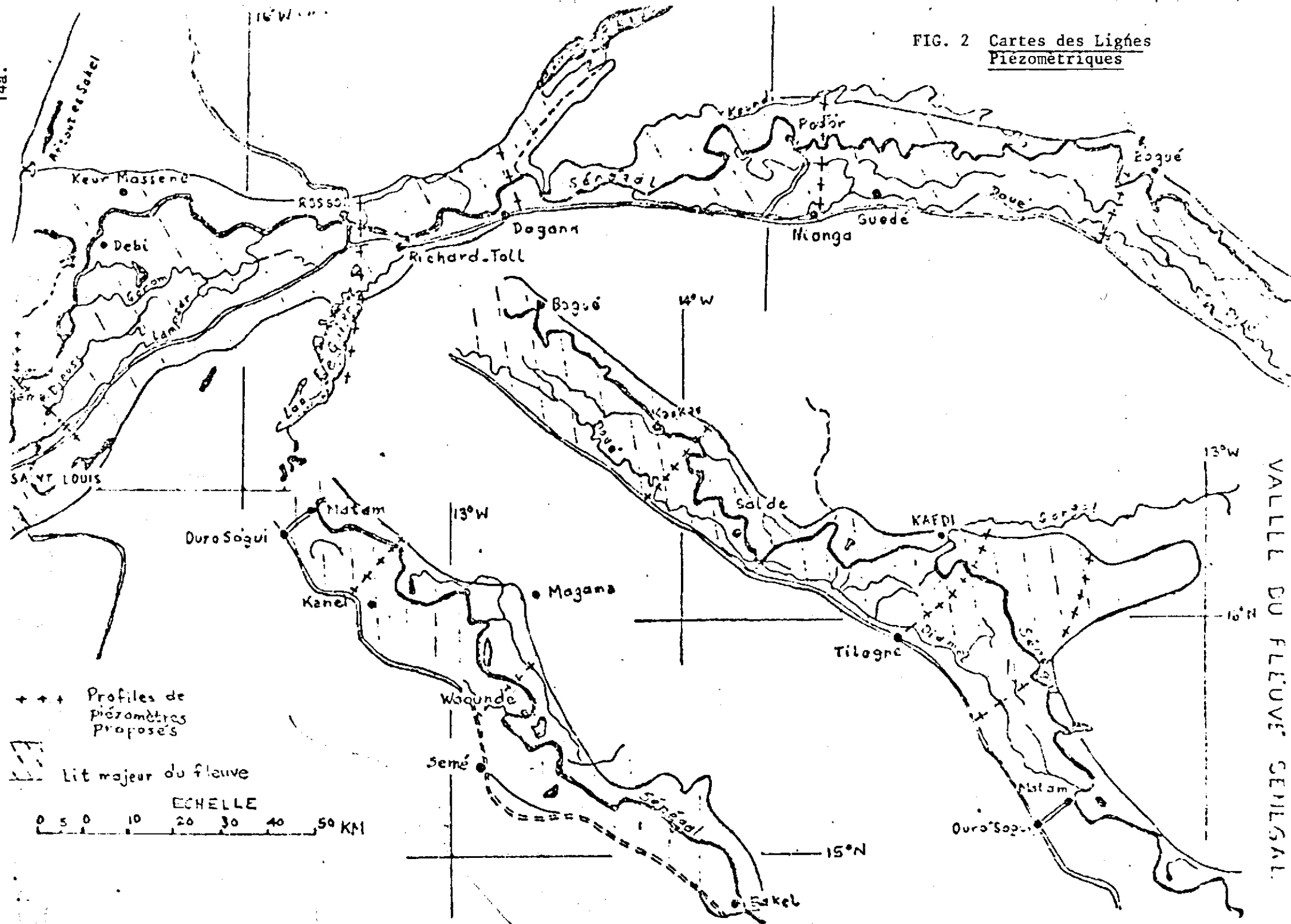
(c) le renforcement des capacités de l'OMVS pour la collecte et l'analyse des données sur les eaux souterraines.

## D. Procédures de Gestion et Opérations du Projet

La direction et la gestion du projet seront assurées par un service central d'hydrogéologie et d'hydrologie qui sera installé à l'OMVS à Saint-Louis, Sénégal. Le personnel du bureau central sera composé de:

1. Le Chef de Projet de l'OMVS
2. L'Adjoint au Chef de Projet
3. Un Directeur Administratif
4. Un Hydrologue, responsable de la collecte et de l'analyse des données et de la formation;
5. Un Hydrogéologue ou un ingénieur chargé des opérations du secteur.
6. 3 Chefs de secteurs (techniciens)

FIG. 2 Cartes des Lignes  
Piezométriques



VALLÉE DU FLEUVE SÉNÉGAL.

- 7. 2 Dessinateurs industriels
- 8. 3 Secrétaires
- 9. Un traducteur
- 10. Un Comptable
- 11. 2 Chauffeurs/Mécaniciens.

Les 3 chefs de secteurs désignés par leurs agences nationales respectives seront orientés au bureau central et par la suite, lorsque les activités démarreront, ils seront transférés aux bureaux centraux de Saint-Louis, Kaédi et Manantali.

Les 3 chefs de secteurs superviseront l'exécution des travaux de terrain qui seront effectués par les équipes chargées de la construction et de la topographie et ils contrôleront le travail des équipes d'observation. Ces équipes seront constituées par des employés des services nationaux au Sénégal, au Mali et en Mauritanie. L'organisation administrative et l'exécution du projet sont exposées en détail dans le paragraphe IV.C. "Analyse Administrative" et VI. "Plan d'Exécution". Afin d'atteindre ce but, le projet prévoit le financement de l'assistance technique, de la formation, de l'équipement, de la construction et les frais d'exploitation. L'OMVS supervisera l'ensemble du projet et les activités sur le terrain avec son propre personnel, mais l'essentiel des activités de collecte de données sera assuré par l'intermédiaire des agences nationales des pays membres. L'OMVS assurera donc l'encadrement professionnel administratif et logistique du projet nécessaire à l'exécution et au contrôle des activités du projet.

De manière plus précise, l'exécution du projet comprend une assistance technique, des biens d'équipement, des frais de fonctionnement et de construction. L'assistance technique prévue est pour un total de 94 personne-mois dont 36 personne-mois pour les services d'un Directeur Adjoint de Projet recruté à long-terme et spécialisé en hydrologie et en gestion des eaux souterraines. Le Chef Adjoint assistera directement le Chef de Projet dans l'établissement d'une méthodologie, l'acquisition de biens d'équipement, la formation du personnel sur le terrain, et dans la mise au point d'un système central de collecte de données et d'analyse.

Outre l'Adjoint au Chef de Projet, 13 mois d'assistance technique supplémentaire à court-terme seront consacrés à l'analyse des bilans d'eau et de salinité, l'analyse de la qualité de l'eau, et le modèle mathématique. Cette assistance technique sera fournie par un Service d'Etudes Géologiques sous contrat PASA<sup>1/</sup>. De plus, l'AID financera les services d'un Directeur Administratif/Financier pour un total de 45 mois (voir Annexe B - 4 pour description détaillée de ses responsabilités).

Les biens d'équipement que ce projet devra financer comprennent un matériel technique; des fournitures de bureau, du matériel et véhicules. Le matériel technique comprend des sondes électriques, des rubans d'acier, des conductivimètres, des niveaux de topographes, des limnigraphes enregistreurs, des tarières à main, des tarières mécaniques, des coupes-tubes et divers outillages.

L'équipement de bureau comprend des tables, des chaises, des machines à écrire etc. Le matériel comprend les tubes, le gravier, le ciment etc. nécessaires à la construction des piézomètres et des puits.

La construction de piézomètres le long des 10 lignes piézométriques prévues au Sénégal et en Mauritanie sera effectuée sous contrat direct AID. La construction de piézomètres de profondeur faible (moins de 5 m) et moyenne (5 à 30 m) sera assurée sous la direction des chefs de secteurs à Saint-Louis et Kaédi et par les équipes chargées de la construction qui utiliseront des tarières à main et des tarières mécaniques. Au Mali où tous les piézomètres doivent être construits dans le roc dur jusqu'à une profondeur de 60 m en moyenne, la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie du Mali fournira un équipement spécial et des équipes de forages compétentes sur une base de remboursement direct. L'emplacement des piézomètres sera choisie sur la base des analyses photogéologiques précédentes et des études géophysiques effectuées par un personnel Malien qualifié.

---

<sup>1/</sup> Au cas où le Service d'Etudes Géologiques des Etats-Unis ne serait pas en mesure de fournir un hydrologue qualifié, l'AID engagera les services de ce professionnel à travers un contrat institutionnel.



Les frais de fonctionnement imputables au projet comprennent: le personnel administratif de l'OMVS, le salaire des employés à court-terme au bureau de Saint-louis, l'achat de carburant et les frais d'entretien des véhicules, et les frais de transport pour les missions de contrôle. Les Etats Membres de l'OMVS se chargeront progressivement des frais récurrents. Plusieurs coûts récurrents seront cependant directement à la charge des Etats Membres.

Le programme de formation prévue comprendra:

1. La formation pratique sur le tas à long-terme des équipes sectorielles; et

2. La surformation du personnel central de l'OMVS dans les domaines de l'analyse et la collecte des données hydrologiques, tous deux sous la direction du Directeur de la Formation de l'OMVS assisté par l'Adjoint du Chef de Projet et.

3. La formation à long et court terme de participant qui sera accomplie ainsi:

- a. USAID/RBDO fournira les contrats d'assistance à long et court-terme. Ces participants seront placés dans des institutions Américaines par le Bureau de Formation Internationale (ST/IT).

- b. Les candidats à la formation seront désignés par l'OMVS pour chaque Etat Membre et sélectionnés conjointement par les bureaux respectifs de l'AID, l'OMVS et le bureau de coordination de l'USAID/RBDO. Un programme de formation pour chaque candidat sera proposé par le Service d'Etudes Géologiques des Etats-Unis et approuvé par l'USAID, et comprendra les activités de recherche sur le terrain. Les candidats seront sélectionnés parmi le personnel du service d'hydrologie des trois pays participants.

c. Un programme d'Anglais sera coordonné par USIS/Sénégal pour la formation des étudiants candidats aux diplômes de Licence et de Maîtrise aux USA.

La formation universitaire fournira à l'OMVS le personnel nécessaire aux opérations de suivi du projet après la fin de l'assistance de l'AID. Cette formation identifiera tous les aspects relatifs à la méthodologie et l'exécution du projet qui seront nécessaires pour institutionaliser et poursuivre le Projet d'Aménagement des Ressources Souterraines et par conséquent couvrira une large gamme d'activités depuis l'analyse des données hydrologiques jusqu'à l'entretien des instruments techniques et de l'équipement.

De même bien que le projet n'ait aucune incidence directe sur la structure sociale de la population du Bassin du Fleuve Sénégal, une analyse sociale a également été ajoutée à l'Analyse Economique (Sections IV.B et IV.D). Les activités de recherche proposées peuvent affecter l'apparence physique de la localité, toutefois elle n'aura pas un effet important sur l'environnement en raison de sa portée limitée, sa nature bien contrôlée et sa supervision efficace. L'Examen Initial de l'Impact sur l'Environnement (IEE) est négatif et les détails de cet examen ont été joints à l'Annexe F.

Comme condition préalable au décaissement des fonds du projet, l'OMVS établira une cellule d'hydrologie et d'hydrogéologie au siège de Saint-Louis. Pour la création de cette cellule, il conviendra de nommer

un chef de projet et du personnel administratif pour le bureau central. Le Chef de Projet et le personnel logistique seront nommés préalablement au décaissement des fonds du projet et les Chefs de Secteurs seront nommés avant le décaissement de la 2ème tranche des fonds du projet destinés à la formation, aux opérations sur le terrain, et à la construction. Les conditions de financement des frais de certains membres du personnel des services nationaux des Etats Membres travaillant sous la supervision des chefs de secteurs, seront régies selon un accord passé entre l'OMVS et chaque Etat Membre participant au projet. Les attributions et la coordination du travail de ce personnel sont traitées dans l'"Analyse Institutionnelle" et le "Plan d'Exécution", section IV.C et VI.

Le financement total de 4.6 millions de Dollars est requis pour 4 ans. L'exécution du projet pendant cette période s'effectuera conformément au calendrier qui figure dans le Plan d'Exécution. Un montant de un million de Dollars est requis pour la première année, en même temps que l'approbation de ce document de projet.

#### IV. ANALYSES DE FACTIBILITE

##### A. Analyse Technique

La factibilité technique de ce projet a été examiné par George C. Taylor, de la CH2M-Hill International en Octobre 1979, dans un rapport intitulé "Planification de la Gestion des Eaux Souterraines par l'USAID" (Annexe A.). La conception technique du projet se base sur des critères de fiabilité élaborés par le consultant. L'équipe d'élaboration estime que le projet est réalisable et conforme aux objectifs visés par le projet.

A ce jour, la gestion hydraulique est pratiquement inconnue dans le Bassin du Fleuve Sénégal. Ainsi des problèmes causés par la remontée des eaux salées ont surgi dans plusieurs régions de la vallée. La Banque Mondiale, le FED et l'USAID proposent d'investir des millions de dollars dans des périmètres irrigués endigués du Bassin du Fleuve Sénégal.

Ces investissements, s'ils sont réalisés, peuvent être compromis par l'absence d'un système adéquat de gestion des ressources hydrauliques. Ce projet peut servir de lien entre la mise en valeur prévue de l'agriculture irriguée et une infrastructure appropriée pour appuyer et améliorer l'exploitation des eaux du Bassin.

#### 1. Programme de Contrôle et de Collecte de données proposé

Pendant quatre ans, le projet instaurera un système de collecte de données pour contrôler et étudier les problèmes actuels ou potentiels qui pourraient résulter de l'exploitation et de la gestion des eaux souterraines. Ce système portera sur les questions suivantes:

- a. Mécanisme d'alimentation et de vidange des eaux entre le Fleuve Sénégal et les nappes phréatiques;
- b. Modifications du régime des nappes dûes à la construction des barrages de Diama et de Manantali et changements apportés au régime des crues du fleuve;
- c. Développement éventuel de l'irrigation, à partir des eaux souterraines, dans le secteur de Matam-Boghé;
- d. La détérioration de la qualité de l'eau dans les puits domestiques et les abreuvoirs, suite à une utilisation accrue des engrais et pesticides;
- e. La remontée et/ou la salinité des eaux dans les périmètres irrigués actuels ou prévus.

L'échelonnement du projet sur 4 ans permettra à l'OMVS de former le personnel, de se doter d'une structure institutionnelle, et de recueillir un bon nombre de données hydrologiques statistiquement importantes. Le projet tient compte des difficultés de personnel et de financement des services

techniques des Etats Membres et de l'OMVS, c'est pourquoi un volet important est accordé à la formation sur le tas d'une part et d'autre part la prise en charge des frais d'exploitation se fera d'une manière progressive. La Direction de l'Infrastructure Régionale de l'OMVS sera chargée de recruter la majeure partie du personnel administratif et spécialisé nécessaire au projet. Les compétences requises existent au niveau des services techniques des Etats Membres et à l'OMVS et une formation avancée est proposée pour les techniciens qualifiés pour assurer le suivi voulu.

## 2. Assistance Technique

49 personne-mois d'assistance technique seront prévus pour la formation sur le tas, l'élaboration finale des stratégies d'exécution et de contrôle, et pour les études spécialisées sur la qualité de l'eau, l'analyse du taux de salinité, le bilan hydraulique, et le modèle mathématique. Un Directeur Adjoint au projet à long terme, ayant de l'expérience en hydrologie générale et en contrôle des eaux souterraines travaillera 36 mois au total sur le projet. Ce technicien travaillera avec le Directeur du Projet à Saint-Louis à partir de la fin de la première année du projet. Le Directeur Adjoint aidera également aux achats, à la formation et aux activités de planification. Une assistance technique supplémentaire à court-terme de 13 homme-mois sera fournie pour une formation spécialisée en études de bilan d'eau, analyses du taux de salinité, formulation mathématique.

## 3. Plan de Travail

"L'Annexe technique" (Annexe A) examine en détail les cinq principaux volets du projet qui sont: la planification, le recueil et l'analyse des données, la formation, les opérations sur le terrain et la construction. Les activités de planification comportent l'élaboration des systèmes appropriés pour la gestion du projet, le contrôle et l'exécution, l'enregistrement des données, ainsi que les autres activités du projet. La construction d'une large réseau de puits d'observation et de piézomètres nécessitera une planification soignée.

Le recueil et l'analyse des données impliquent la mise à jour des études antérieures, le relevé d'informations à partir des rapports déjà publiés, et l'utilisation de ces informations et de nouvelles données pour établir les cartes hydrologiques, ainsi que le bilan d'eau et le taux de salinité dans les périmètres irrigués. Le personnel du projet préparera les rapports techniques interprétant ces données pour les planificateurs et gestionnaires.

La formation sur le tas et les séminaires porteront sur l'utilisation et l'entretien de sondes électriques, du matériel d'échantillonnage de l'eau, d'instruments de nivellement, de limnimètres, et autres appareils pour l'enregistrement systématique des mesures de terrain; la formation des contrôleurs, des surveillants des puits, des mécaniciens et autre personnel. Le personnel spécialisé recevra une formation plus poussée sur l'établissement de profils hydrauliques, le tracé de la nappe aquifère, la qualité de l'eau et toutes autres cartes sur les eaux souterraines. Au stade ultérieur du projet, une formation sera donnée en matière de bilan d'eau, analyses de taux de salinité, et formulation mathématique. De plus, des candidats pour une formation à long-terme aux Etats-Unis et un pays tiers (Sénégal ou Niger) en hydrologie et autres domaines seront identifiés au cours de l'exécution du projet. Cette formation débutera très tôt de façon à ce que le personnel formé soit intégré au projet avant son achèvement.

Les travaux de construction et les activités sur le terrain seront supervisés par les trois secteurs à Saint-Louis, Kaédi et Kayes (Fig. 1). La construction des piézomètres de faible profondeur, nouveaux ou de remplacement, s'effectuera dans des sites choisis à l'intérieur et autour de chaque grand périmètre endigué et près du réservoir de Diama. On construira également 10 lignes de piézomètres de faible profondeur (à moins de 5 mètres), de profondeur moyenne (5 à 30 m) et de grande profondeur (30 à 60 mètres) selon les profils décrits dans les études d'Illy et de Bechtel.

En tout, 450 piézomètres environ de faible profondeur ou de profondeur moyenne seront construits à l'intérieur et à proximité des grands périmètres irrigués endigués, 200 piézomètres de faible profondeur, de moyenne et de grande profondeur, ainsi que des puits d'observation (Fig. 2, p. 14a.) répartis dans la vallée. Vingt piézomètres de grande profondeur seront également construits près du réservoir de Mañantali pour observer les effets de la captation de la rivière Bafing sur le régime des eaux souterraines.

Les calculs de niveau d'eau et conductivité spécifique, auront été effectués une fois par mois au début. Quand les équipes auront acquis de l'expérience, la fréquence augmentera et elles deviendront hebdomadaires, si nécessaire, surtout en saison des pluies. Des échantillons d'eau seront également prélevés pour des analyses chimiques détaillées qui seront entreprises à la "Direction des Mines et de la Géologie", soit environ 150 échantillons pendant la durée du projet. Les essais sur les pesticides/herbicides seront effectués aux Etats-Unis, étant donné que les moyens ne sont pas disponibles localement. Les résultats des calculs et analyses seront assemblés et évalués par le personnel technique du bureau central de Saint-Louis.

Outre l'enregistrement des niveaux et de qualité des eaux souterraines, on notera également les caractéristiques géologiques des formations de surface rencontrées lors de la construction des piézomètres et des forages d'observation. Le Directeur Adjoint du projet aura pour tâche supplémentaire de déterminer le programme des recherches hydrologiques ultérieures qui devront être entreprises dans le bassin, suite à ce programme de contrôle, et de faire savoir à l'OMVS quel matériel technique sera nécessaire. A cette fin, le Directeur Adjoint du Projet consultera l'OMVS et les organisations des Etats Membres ayant des responsabilités dans la recherche hydrogéologique à long-terme.

#### 4. Stratégie Technologique

La technologie sélectionnée pour le projet est la plus simple possible, et est conforme aux conditions requises pour un contrôle de la nappe et un recueil de données valables sur le plan technique. A l'exception

des 10 enregistreurs automatiques qui seront utilisés sur les piézomètres en grande profondeur, sur chacune des 10 lignes de piézomètres , et sur cinq piézomètres de grande profondeur dans la zone du réservoir de Manantali, tous les appareils utilisés pour les observations de terrain seront à usage manuel. L'investissement proposé en équipement de terrain (non compris la construction des piézomètres) est de 45.000 dollars. Après examen du Document de Projet initial, le bureau de REDSO, USAID/Abidjan a suggéré d'automatiser le réseau de piézomètres en utilisant des enregistreurs de niveau d'eau numériques, susceptibles de transmettre les données par ordinateur. Cette suggestion a été faite dans le but de réduire les frais périodiques du personnel chargé d'observer les puits en utilisant l'équipement manuel.

Il convient toutefois de faire remarquer que le coût d'investissement de ce système automatique serait de l'ordre de 2.000.000 de dollars (voir "Analyse Economique", Section IV.B). Un transmetteur radio à chaque puits d'observation à chacune des lignes piézométriques implique que l'on ajoute environ 10.000 dollars au coût d'un enregistreur automatique, qui s'élève à 2.700 dollars. Il faut ajouter à cela le prix d'une station réceptrice centrale pour le réseau des puits d'observation, soit environ 50.000 dollars, et un ordinateur pour le traitement des données, soit environ 100.000 dollars.

Non seulement ce système serait onéreux, mais il poserait des problèmes d'utilisation et d'entretien. Tous ces appareils sont très sensibles et délicats et doivent être régulièrement utilisés par des techniciens hautement spécialisés s'ils doivent fonctionner efficacement. Aussi, si l'on veut être réaliste, il n'est pas nécessaire de recueillir des données à un moment précis dans le contrôle des eaux souterraines, car la plupart des changements de niveau et de qualité de l'eau s'effectuent très lentement au cours des siècles, comparativement par exemple au dévalement des eaux de crue d'un fleuve. En raison des problèmes financiers et de personnel précédemment décrits, et compte tenu de l'infrastructure limitée de la région, il a été décidé que la technologie la plus simple est celle susceptible de mieux convenir au projet. Il est donc prévu que les frais périodiques du personnel d'observation des puits seront assurés par des budgets réguliers de fonctionnement des Etats Membres à la fin des 4 années du projet.



## 5. Calendrier d'Exécution du Projet

Au cours de la préparation de l'Amendement du Document de Projet initial, la question s'est posée à savoir quel était le meilleur moment pour lancer le projet, compte tenu des changements qui modifieront le régime du fleuve du fait de la construction des barrages de Diama et Manantali. Eu égard aux modifications qui surviendront, les activités réelles d'observation de la phase de contrôle devraient commencer deux à trois ans avant la phase réelle de fonctionnement des barrages et continuer indéfiniment après l'exécution. Un tel programme laisserait suffisamment de temps pour acquérir des données de base qui pourraient ensuite être comparées avec les données effectuées ultérieurement lors du fonctionnement des barrages.

La construction du barrage de Diama a débuté en novembre 1981 et la fin des travaux est prévue 70 mois après la passation des marchés de construction. La construction sur une grande échelle du barrage de Manantali doit commencer au plus tard en 1982 et il est prévu qu'il deviendra opérationnel en 1988-89 selon les niveaux de financement.

Les activités de collecte de données du Projet Aménagement des Eaux Souterraines doivent dans un premier temps se concentrer sur le Delta du Sénégal et dans la vallée inférieure en aval de Podor et devraient avoir la priorité dans ces zones. Dans le delta les problèmes de remontée des eaux souterraines et de salinité sont déjà manifestes dans les anciens périmètres endigués, tels que M'pouré près de Rosso, et peuvent prendre rapidement de l'ampleur dans les nouveaux périmètres de Savoigne-Lampsar et Grand Digue-Kassack, qui s'étendront le long de la périphérie Sud du réservoir de Diama. Dans la vallée inférieure, la remontée des eaux souterraines salées pose déjà des problèmes dans certaines parties du chantier de Guédé, à Nianga, et dans les périmètres endigués de Dagana, qui commencent à fonctionner. Ces problèmes s'accentueront à défaut d'une bonne gestion hydraulique. La construction de périmètres endigués supplémentaires, non encore identifiés, est à recommander dans le cadre du Projet de Développement Intégré USAID/RBDO.

Ainsi, dans le cas des impératifs du Delta et de la vallée inférieure, les activités de collecte de données devraient débuter aussitôt que possible. Compte tenu des retards habituels inhérents à l'élaboration, l'approbation, et l'exécution des projets, il paraît maintenant peu probable que les activités de collecte de données de ce projet puissent démarrer avant la mi 1985. Ceci est conforme au calendrier de construction du barrage de Diama.

Une priorité moindre sera accordée au démarrage des activités de collecte de données dans la vallée moyenne jusqu'à ce que celle-ci soient pleinement fonctionnelles dans la basse vallée et le delta. De toute façon, les activités de collecte de données de ce projet dans cette partie de la vallée ne seront prêtes à démarrer avant la mi 86, donnant ainsi assez de temps pour acquérir des données de base avant que le barrage de Manantali ne commence à fonctionner.

#### 6. Protection des piézomètres et des puits d'observation

Les études effectuées sur les eaux souterraines indiquent que les piézomètres ou les puits d'observation ont été sujets à des actes de vandalisme de la part des villageois. Les calottes sont enlevées des tubes piézométriques et ceux-ci sont remplis de sable ou de débris, rendant impossibles les observations sur le niveau ou la qualité de l'eau.

Il importe de trouver un moyen de protéger les nouvelles installations. Dans certaines localités on pourrait créer un comité consultatif sous l'égide du préfet ou des chefs de village pour palier à ces problèmes.

L'expérience a montré que le recrutement d'un "gardien" ou le fait de placer de nouvelles installations sous l'égide du Chef du village peut être le meilleur moyen de protection contre le vandalisme. Ainsi les participants au projet devront être endoctrinés sur l'importance de veiller sur les piézomètres.

Les piézomètres situés dans les sites exposés à l'inondation, tels que les cuvettes et les bassins de crues nécessitent d'être protégés contre l'intrusion d'eau boueuse dans les tubes piézométriques. Ce qui veut dire que chaque tube doit être placé de 3 à 5 m au dessus du sol, selon la hauteur maximale des crues anticipées. D'après l'étude d'ILly (1973) on a ajouté 1 à 2 m de tuyaux de raccord au piézomètre durant la haute crue pour les détacher durant la baisse des crues. De plus, durant la saison des crues, ces piézomètres ne sont accessibles que par pirogue. On estime que 20 à 25 pour cent des piézomètres situés en dehors des périmètres endigués irrigués seront dans des sites exposés à l'inondation. Cela va sans dire qu'on ne saurait les protéger par la méthode sus-décrite.

#### 7. Aménagement des Eaux Souterraines dans la Zone du Bassin Supérieur

Au cours des discussions qui ont eu lieu avec l'équipe chargée de l'élaboration du projet, la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie (DNHE) du Mali a souligné qu'elle accordait une plus haute priorité aux activités d'aménagement des nappes souterraines dans les environs du barrage et du réservoir de Manantali que vers les fleuves Sénégal et Bafing en aval du barrage. Le plan de contrôle des eaux souterraines au Mali comprend l'aménagement d'un réseau de points d'observation dans la zone des puits découverts et forages situés le long du fleuve Bafing entre le barrage de Manantali et Bafoulabé et aussi, le long du fleuve Sénégal de son point de jonction avec le fleuve Bafing, en aval de Bafoulabé, jusqu'à la frontière Malienne. De plus, 20 piézomètres seraient construits

en amont du barrage de Manantali dans les régions ayant une importance sur le plan hydraulique, adjacents à la digue.

Le réseau de piézomètres situé le long des fleuves Bafing et Sénégal en aval du barrage de Manantali servirait à contrôler les fluctuations des nappes aquifères à la suite de la construction du barrage. Les données collectées au cours de la période de suivi seront utilisées dans l'élaboration des plans pour observer les effets défavorables au régime des crues du fleuve, à savoir une diminution éventuelle de l'alimentation des nappes aquifères avec une baisse consécutive du niveau d'eau; et, aussi dans la planification d'autres projets qui envisagent d'utiliser les ressources hydrauliques (irrigation, approvisionnement en eau domestique, etc). Les piézomètres à construire dans la zone du réservoir de Manantali fourniront des données hydrogéologiques sur les effets de la construction de la digue et de la variation saisonnière dans les niveaux d'eau du réservoir sur le régime actuel des eaux souterraines des zones périphériques reliées à la digue. Ce réseau de piézomètres fourniront aux agences de planification, les agences du gouvernement Malien et à l'OMVS, les informations nécessaires à l'utilisation des ressources en eaux souterraines de la zone située autour du Réservoir de Manantali. L'utilisation des données sur les eaux souterraines dans le programme de recasement des 12.000 habitants des villages de la zone de Manantali qui seront déplacés par le projet, revêt une importance particulière.

Les possibilités de fuite à travers les failles identifiées au niveau du bassin durant les études géologiques préliminaires, ont également posé de sérieux problèmes.

Des études photogéologiques et géophysiques prévues dans le cadre de ce projet seront menées pour l'emplacement stratégique des piézomètres afin d'identifier les zones de fuite et d'évaluer leur importance.

## B. Analyse Economique

### 1. Avantages Economiques

Etant donné que ce projet est une activité d'appui institutionnel, de collecte de données et de recherche et non un projet de rapport, les avantages économiques directement imputables au projet sont difficiles à évaluer. Cependant, le fait de collecter des données sur les niveaux et qualité des eaux souterraines fournira des informations essentielles pour une meilleure gestion des ressources hydrauliques du Bassin du Fleuve Sénégal en ce qui concerne la production agricole. L'utilisation la plus directe des données se fera par l'agriculture irriguée, mais les informations seront également importantes pour gérer les ressources hydrauliques de la zone pour la consommation domestique et le bétail. Les problèmes suivants ont été analysés: (a) problèmes de salinité et de remontée d'eau dans les terres irriguées, (b) écoulement du barrage de Manantali, et (c) amélioration de la capacité de contrôle, de gestion et de planification du développement de l'OMVS.

#### A. Nature du Risque

Remontée d'eau dans les périmètres irrigués et accumulation des éléments toxiques.

##### (1) Quantification des Avoirs Affectés

Ce risque se situe au niveau des périmètres irrigués. Deux méthodes d'évaluation sont possibles: (a) la valeur actuelle de l'infrastructure installée (préparation du sol, système de contrôle de l'eau, etc) et (b) la valeur réelle de la production. En admettant que celles-ci soient égales et soient représentées par les récents résultats de la mise en valeur des périmètres actuels à Bakel par exemple:

Zone:	500 ha
Rendement:	4T/ha
Valeur:	400.000 dollars
Par hectare:	800 dollars
Déduction:	300 dollars coûts d'intrants (à vérifier)
Net par ha:	500 dollars par an, prix actuels

(2) Déficit Eventuel

Plusieurs types de perte sont possibles: (a) perte due à une sélection inappropriée du site. En supposant que ceci soit permanent, inévitable (une fois que l'investissement a été fait imprudemment) et total (la production baisse au-dessous des frais de fonctionnement; la terre est abandonnée), ce type de perte n'est pas pris en considération, (b) perte due à une application inadéquate des intrants (quantité d'eau et pesticide excessive). En supposant que ceci puisse être corrigé en modifiant les intrants et en apportant une infrastructure (drainage) supplémentaire. La perte réelle équivaut à une baisse de production sur plusieurs années avant que des mesures correctives ne soient prises.

Soit: période d'analyse:	25 ans
production réelle avant	
perte:	500 dollars par hectare
probabilité de perte	
sur plus de 25 ans:	50%
probabilité en une année	2%
moyenne de la production	
affectée:	10 dollars
type de déficit	20% par an (jusqu'à <u>redressement</u> )

Année	1	2	3	4	5 et plus
Perte dans l'année	2\$	4	6	8	10
Cumulatif	2\$	6	12	20	30

### (3) Mesures Correctives

Celles-ci comprennent (a) modification des intrants (y compris l'eau) ou (b) infrastructure supplémentaire. Aux fins de cette analyse, on admet que ces mesures correctives soient éventuellement prises dans tous les cas. Ni leur coût, ni leur taux de réussite finale, n'affecte l'analyse.

Remarque: La capacité de redressement; (réussite potentielle de la mesure corrective) peut dépendre de la rapidité avec laquelle la mesure corrective a été engagée.

### (4) Identification de Perte Imminente

Sans ce projet, le déficit ne serait pas décelé avant une ou plusieurs années après qu'il soit intervenu. On admet qu'en moyenne la période d'identification est de deux ans.

Avec le projet, le déficit imminent, serait identifié une année avant qu'il soit intervenu en évaluant les modifications marginales de la qualité de l'eau.

Remarque: Ceci est une hypothèse

La mesure corrective nécessite un an.

Donc sans le projet, le déficit moyen serait de 12 dollars par ha, alors qu'avec le projet il serait nul.

(5) Coût d'Identification

Deux options de coût au moins sont possibles; (a) relatif au coût total du projet, ou (b) relatif au sous-système qui s'adressera le plus directement à ce risque spécifique. Dans l'analyse spécifique suivante, l'option (b) est utilisée.

Description du Sous-Système: un mélange de 450 piézomètres de faible et moyenne profondeurs permettant de contrôler 45.000 ha environ de terres irriguées, si l'on se base sur un piézomètre par périmètre irrigué de 100 ha.

Coût unitaire des Piézomètres

Coût total du projet	\$ 5.202.000
Moins coût du volet malien	- 618.000
	<hr/>
	\$ 4.584.000
Moins coûts de construction des 200 piézomètres et 10 forages par contrat ("lignes")	- 770.000
	<hr/>
	\$ 3.814.000
Moins coût des matériaux des piézomètres (tuyaux, \$144.000 <sup>1/</sup> / + matériaux locaux \$12,000 = \$156.000	- 156.000
	<hr/>
	3.658.000

Ce montant, \$3.658.000 représente les différents frais d'exécution des volets Sénégalais et Mauritaniens tels que: les frais d'assistance technique, véhicules, équipement technique, frais de fonctionnement, administratifs et de formation; moins le coût des matériaux de construction des 450 piézomètres. En admettant que ce coût réparti équitablement entre les activités concernées par le système de suivi et entre les piézomètres et forages construits sur les lignes, la tranche qui est attribuée aux terres irriguées est de 1.829.000 dollars.

---

<sup>1/</sup> Frais de tuyauterie y compris le transport et l'inflation.



Le coût total d'installation de 450 piézomètres est de 1.829.000 plus le coût des matériaux 156.000 dollars, soit 1.985.000 dollars.

Le coût/ha est de 1985.000 dollars pour 45.000 ha, ou 44 dollars/ha.

#### Coûts Périodiques

Bureau OMVS Saint-Louis	\$141.600
Secteur Sénégal	43.100
Secteur Mauritanie	38.400
Total .....	\$223.100

En admettant que les coûts périodiques des piézomètres dans les périmètres irrigués sont proportionnels au rapport du nombre des piézomètres dans les périmètres sur le nombre de piézomètres sur les 10 lignes, 450 sur 210, les frais périodiques imputables au périmètre irrigué sont de  $\frac{2}{3} \times 223.100$  dollars ou 149.000 dollars/an. Sur la base de 45.000 ha, les frais périodiques annuels par ha s'élèvent à 3.30 dollars.

#### Coût par hectare

Investissement	\$44.00
Périodique	\$ 3.30

#### (6) Analyse Coût/Bénéfice

Le sous-système proposé de 450 piézomètres dans ce cas serait suffisant pour surveiller 45.000 ha. Les coûts et bénéfices seraient de:

#### Coûts

Investissement	\$1.985.000
Périodiques	149.00/an
<u>Bénéfices</u>	\$ 540.000 par an
(perte écartée)	(à 12 dollars par hectare).

On admet (très largement) que les frais d'investissement pour l'installation de piézomètres sont tous contractés un an avant le début de la production, et que la durée du projet est de 25 ans.

Année	Investissement	Opération & Entretien	Total	Ammor- tisse- ment 10%	Valeur Actuelle	Béné- fice	Valeur Actuelle Bénéfice
1	1.985.000	149.000	2.143.000	.909	1.939.000		
2 - 25	-	149.000	149.000	9.276	1.382.100	540.000	5.009.000
Total	603.000	2.362.500	3.060.000		3.321.900		5.009.000

$$\text{Rapport Coût-Bénéfice} = \frac{5.009.000}{3.321.900} = 1.51$$

#### (7) Conclusions

Selon les hypothèses assez raisonnables mais toutefois non vérifiées présentées dans cette analyse, le bénéfice net du projet, en éliminant les pertes dues à la remontée de l'eau et sa toxicité, apparaît important. Le rapport coût-bénéfice implique que le volet de ce projet vaut l'investissement.

B. Nature du Risque - Réduction de la capacité d'énergie hydraulique du barrage de Manantali. Le barrage doit se situer dans une zone géologique caractérisée par des failles à travers lesquelles l'eau du réservoir pourrait s'échapper à mesure que le réservoir se remplit et que le niveau de l'eau et la pression augmentent, produisant ainsi une perte d'eau, une baisse du niveau d'eau supportable dans le réservoir et, provoquant éventuellement un danger à l'infrastructure du barrage elle-même.

### (1) Quantification des éléments affectés

On suppose que le principal risque est une baisse du niveau d'eau en arrière du barrage. Il semble que l'eau perdue pénètre à nouveau dans le fleuve sans affecter le débit aval (valable à condition que le taux de perte n'excède pas le taux minimum de décharge prévu à partir du barrage de façon à ce que le débit aval puisse être compensé par la régulation de celle-ci est maintenue comme prévue). Le risque de dégât à la structure du barrage ne peut être mesuré par ce projet.

Le principal élément affecté sera la capacité de rendement énergétique, en supposant que la mesure de production est de compenser les pertes en réduisant le débit à travers la turbine, de façon à ce que le débit aval total (décharge plus perte) soit stable.

- potentiel de rendement énergétique est de 800 Megawatts/h/an
- valeur unitaire au barrage est supposée être 0.1 dollar par Kwh.
- valeur de la production annuelle - 80 millions de dollars.

### (2) Perte Potentielle

Sans des données d'ingénierie et scientifiques élaborées et des modèles, l'importance et la probabilité de la perte de rendement énergétique peuvent être évaluées. Dans ce but, on admet que:

la perte maximale est de : 20% de la capacité

(Etant donné la stratégie arrêtée ci-dessus, ce taux de perte ne semble pas réaliste).

Probabilité de réalisation : 50%

En se basant sur ces hypothèses, la perte maximale pour une année donnée serait de 16 millions de dollars et la perte probable de 8 millions de dollars.

On suppose que (a) toute perte possible aura lieu seulement durant les 10 premières années de fonctionnement du barrage, et que (b) une fois identifiée et remédiée, elle ne se reproduira plus.

(3) Mesures Correctives

On suppose que des connaissances d'ingénierie sont disponibles pour empêcher les fuites de manière à pouvoir exploiter à pleine capacité le rendement énergétique (des études connexes se réfèrent aux mesures prises par le Tennessee Valley Authority, toutefois les détails ne sont pas disponibles). Le risque de ne pas pouvoir exploiter le rendement énergétique n'est pas couvert par le projet. On présume également qu'il sera nécessaire d'encourir des coûts pour les mesures correctives, que le projet soit exécuté ou pas; donc la présente analyse n'en fait pas cas.

(4) Identification de Pertes

Un objectif complémentaire à ce projet relatif à l'aménagement du barrage de Manantali consiste à fournir plus tôt des données plus précises sur les fuites d'eau qui pourraient menacer la capacité de rendement énergétique permettant ainsi une méthode de décision plus efficace quant à (a) la gestion systématique et (b) les interventions d'ingénierie correctives.

En l'absence d'une formule modèle de la probabilité de détection avancée des délais pour compléter les actions correctives, on suppose que:

- sans le projet la période de relèvement des coûts sera de 3 ans, soit 24 millions de dollars;
- avec le projet, cette période couvrira seulement un an, soit 8 millions de dollars.

(5) Coûts d'Identification

Le système connexe relatif à ce risque comporte un ensemble de 20 piézomètres profonds autour du barrage.

Commentaire: la probabilité et l'opportunité d'une détection précise sera certainement fonction du nombre de piézomètres au-dessus ou en-dessous de ce niveau de planification.

On a calculé les coûts comme suit:

Installation:

- Identification du site	\$ 60.000
- Construction &	
- Installation des instruments (véhicules, équipement, etc.) <sup>1/</sup>	618.000
- Coûts Annexes du projet <sup>2/</sup>	610.000 (pro-rata des coûts de construction).
	<u>\$1.288.000</u>

Coûts Récurrents

- Suivi	\$4.200 (210\$ par forage, par an)
---------	------------------------------------

(6) Analyse Coûts/Bénéfices

On suppose un investissement accompli en 1987, et les calculs commencent à cette date.

Il est prévu que le rendement énergétique se fasse en pleine capacité en 1993.

<sup>1/</sup> En se basant sur le memo du 15 Novembre 1982, précisant les frais du volet Malien.

<sup>2/</sup> Frais d'assistance technique, de fonctionnement, administratifs, de formation et d'évaluation, estimés à 20% des 3.054.000 dollars soit 610.000 dollars.

Le bénéfice net est la différence entre les pertes cumulatives probables sans le projet (à savoir 3 ans à 8 millions de dollars) et avec le projet (1 an à 8 millions de dollars) ou 16 millions de dollars. Cet avantage est calculé une fois seulement et ce, durant la décennie du projet. Donc la moyenne de bénéfice durant la première décennie est de 1,6 million de dollars.

Aménagements des Eaux Souterraines  
à Manantali  
Analyse Coûts/Bénéfices  
(en milliers de \$)

Année	Coûts				Bénéfices		
	Inves- tissement	F&E	Total	10% Amortiss.	Valeur actualisée	Valeur courante	Valeur actualisée
1	1,288	4.2	1,292.2	.909	1,175	- 0 -	- 0 -
2 - 5	- 0 -	4.2	4.2	2.881	12	- 0 -	- 0 -
6 - 15	- 0 -	4.2	4.2	3.815	16	1,600	6,104
16 - 25	- 0 -	4.2	4.2	1.483	6	- 0 -	- 0 -
	<u>1,307</u>	<u>105</u>	<u>1,412</u>	<u>-</u>	<u>1,209</u>	<u>1,800</u>	<u>6,104</u>

$$\text{Ratio Bénéfice-Coût} = \frac{\$6,104}{\$1,209} = 5.04$$

(7) Conclusion

L'analyse essentiellement illustrative des coûts/bénéfices présentée ci-dessus, suggère que le sous-système de piézomètre du barrage Manantali pourrait permettre de produire un bénéfice net puisqu'il s'agirait de réduire les risques de diminution de la capacité de rendement énergétique.

(8) Etudes de Sensibilité aux Hypothèses

Le projet produirait toutefois des avantages économiques si les risques évités n'étaient supérieurs que de 6% à ceux indiqués ci-dessus. Un niveau aussi bas de risques évités pourrait être associé à une sévérité ou une probabilité de perte moindres, moins de capacité effective prévue du sous-système de piézomètres ou, à l'inefficacité des mesures correctives d'irrigation.

Tous les aspects de cette analyse méritent d'être précisés d'avantage. Etant donné les risques (peut être élevés) de perte d'eau causée par la structure géologique du site du barrage de Manantali, il semble probable qu'un système de prévention, tel que celui proposé par ce volet représente un investissement rentable.

C. Nature du Risque: Echec quant aux capacités de la planification, de gestion et de contrôle du Bassin.

L'un des principaux objectifs de ce projet consiste à améliorer les instruments disponibles aux chargés de planification du développement de l'irrigation, de plus il s'agit de maximiser l'utilisation potentielle des eaux souterraines du grand bassin alimentées par les nappes aquifères du Fleuve Sénégal.

(1) Calcul des Avoirs Affectés

Il est difficile de chiffrer les risques à éviter et les bénéfices à réaliser. L'alinéa suivant est un plan schématique d'une méthode d'étude de ces facteurs, à savoir:

- (a) les pertes économiques causées par le mauvais choix d'emplacement de périmètres. Réciproquement, il résulte des bénéfices lorsque les périmètres sont aménagés dans des emplacements de choix.

- (b) Les pertes économiques dûes à la déficience de l'utilisation courante ou planifiée des eaux souterraines (pour la consommation humaine, animale, l'irrigation par pompage ou pour l'agriculture). Vice-versa, des avantages économiques proviendraient de l'exploitation optimale de ces ressources (par exemple, les mesures actuelles excluent l'utilisation intensive des eaux souterraines pour l'irrigation en raison du manque de connaissances sur la dynamique d'approvisionnement).
- (c) La pollution du sous-sol due aux facteurs urbains, industriels et agricoles et les liens avec les changements dans la qualité des eaux de surfaces.
- (d) Avantages et pertes économiques connexes aux trois catégories sus-citées et liées aux décisions sur l'aménagement des eaux dans les deux sites et le captage pour l'irrigation.

## (2) Impact du Projet

Le sous-système élaboré en vue de résoudre les problèmes de planification générale représentent un réseau de 10 lignes piézométriques situées à distance plus ou moins égale de Diama et Bakel, sur quelques 25 kms de chaque côté de la rivière.

Ce sous-système devrait représenter le moyen d'obtenir les données de planification liées aux quatre types de risques soulignés ci-dessus et donc d'éviter les erreurs coûteuses de commission et d'omission au cours de l'aménagement du bassin.

Finalement (et peut être plus important) ce projet développera les capacités institutionnelles de l'OMVS à gérer le cadre de l'exploitation des eaux souterraines à l'avenir.

## (3) Analyse Coûts/Bénéfices

Etant donné la large gamme "d'inconnus", une analyse coûts/bénéfices standard ne peut être effectuée. Toutefois il semble que des avantages



(en présumant un ratio bénéfice/coût de 1,00 ou mieux) résulteraient du projet en question, si la valeur actuelle des sous-systèmes est calculée et comparée sur une période de temps appropriée (25 ans).

## 2. Rentabilité des Coûts

Outre les ouvrages sus-décrits qui résulteront du projet, la rentabilité des coûts peut s'illustrer comme suit:

- la projet coûte relativement peu en comparaison aux plus grands programmes d'irrigation et de développement agricole du Bassin du Fleuve Sénégal, prévus pendant les deux prochaines décennies, de plus, il protège de plus gros investissements.

- la structure d'encadrement choisie et la combinaison d'organisations régionales et nationales la plus économique et

- la technologie choisie est la plus économique.

### a. Coût du Projet versus Total du Coût d'Investissement

Le coût total du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines s'élève à 5.2 millions de dollars; la contribution de l'AID est de 4.6 millions. Cet investissement jouera un rôle clef parmi les activités de développement du Bassin du Fleuve Sénégal et servira de base à des investissements plus importants étant donné que le portfolio total d'investissement pour le Bassin du Fleuve Sénégal s'élève à 1 milliard de dollars. De cette somme, l'investissement des Etats-Unis représente approximativement 100 millions de dollars en dix ans. Ce projet dont l'investissement s'élève à 4.6 millions, ce qui étaye la base des autres activités de développement agricole et d'irrigation du BFS, ne représente qu'un faible pourcentage du total des investissements.

Donc, l'importance et la rentabilité des coûts du projet sont évidentes. L'importance du contrôle des eaux souterraines s'avère essentielle pour l'investissement destiné à l'irrigation, à l'approvisionnement en eau pour l'usage domestique et le bétail et pour l'utilisation rentable du système hydraulique (le fleuve et les nappes aquifères sous jacentes).

b. Incidence des Charges Récurrentes

A la fin de ce projet, les coûts récurrents de l'OMVS seront relativement bas. En résumé, le total des frais récurrents dans l'année est ainsi estimé:

I. Bureau OMVS à Saint-Louis

a) Location et équipement bureau	30,000	
b) Personnel	102,000	
c) 2 véhicules (huile et entretien)	9,600	
Sous-total		141,600

II. Secteur Sénégal

a) 1 équipe (y compris véhicule)	24,000	
b) Remplacement des piézomètres	7,100	
c) Location bureau et fournitures	12,000	
Sous-total		43,100

III. Secteur Mauritanie

a) 1 équipe (y compris véhicule)	24,000	
b) Frais de remplacement des piézo- mètres	2,400	
c) Location Bureaux et fournitures	12,000	
Sous-total		38,400

## IV. Secteur Mali

a) 1 équipe (y compris véhicule)	27,000	
b) Location bureau et fournitures	12,000	
		<hr/>
Sous-total		39,000
Total estimatif des charges récurrentes dans l'année	262,100	<hr/>

Le total des charges récurrentes dans l'année ne représente que 5% du coût total du projet qui est de ~~5.2 millions~~ de dollars. En fonction du portfolio de l'investissement total de 1.0 million de dollars environ qui doit être exécuté dans la région du Bassin du Fleuve Sénégal, et que le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines doit appuyer en fournissant des données clés sur la qualité et la quantité de l'eau, les frais récurrents de ce projet seraient négligeables.

Etant donné que ces frais seraient partagés entre les trois pays, les coûts récurrents de ce projet auront une faible incidence sur la capacité du service de la dette des Etats Membres.

- L'AID obtiendra de l'OMVS un engagement écrit, assurant que les Etats Membres garantiront les frais de ces employés nécessaires dès l'achèvement de ce projet.

c. Choix de la structure d'encadrement

L'OMVS et l'AID se sont penchés sur diverses options ouvertes à l'organisation du projet. Au début, le Sénégal avait prévu de créer des opérations de contrôle des eaux souterraines dans les zones riveraines considérées importantes.

La méthode d'approche, si elle avait été adoptée plus tard par la Mauritanie et le Mali, aurait nécessité la création de trois organismes pour le contrôle des eaux souterraines.

Ceci aurait créé une duplication onéreuse d'activités d'analyse de données et au plus haut niveau de la gestion administrative -- c'est-à-dire 3 Chefs de Projets - bureaux pour les analyses et études - 3 maitres d'ouvrage pour la construction des piézomètres et des puits d'observation etc.

L'option choisie par l'AID et les Etats-Membres est que le projet soit exécuté par les unités hydrauliques des Etats-Membres mais sous le contrôle de l'OMVS à travers un bureau d'Hydrologie et d'Hydrogéologie qui serait créé à Saint-Louis. Plusieurs techniciens supérieurs et un personnel logistique fourni par les Etats Membres seront détachés à ce bureau de l'OMVS. Toutefois la plupart de ces employés ne seront pas nouvellement recrutés. Seuls quelques uns resteront à Saint-Louis après l'exécution du projet. Les cadres retourneraient dans leurs services, munis de nouvelles connaissances techniques. Ce choix permet de faire une transaction "horizontale" au niveau des secteurs. En d'autres termes, le secteur de Kaédi dirigera toutes les activités prévues pour la rive Mauritanienne, le bureau du secteur de Saint-Louis s'occupera des activités Sénégalaises et celui de Kayes dirigera les actions de la Vallée Supérieure. On se servira du personnel déjà en service dans les unités hydrauliques sauf pour l'encadrement à court terme et lestravaux de construction d'un grand nombre de piézomètres de petite et moyenne profondeur. Ainsi qu'il a été noté plus haut, des marchés seront passés avec des firmes privées pour la construction d'un certain nombre de puits d'observation profonds qui seront construits dans chaque secteur.

Donc, ces mesures permettent de mettre en oeuvre une coordination régionale au niveau de l'OMVS. La responsabilité de l'analyse des données et la formation ne seront requis qu'aux échelons supérieurs de l'OMVS. Ce choix permettra en outre d'utiliser les structures des unités hydrauliques nationales pour des activités spécifiques du projet. Puisqu'elle empêche la duplication d'activités onéreuses et d'analyses complexes tout en utilisant le personnel en poste et les structures existantes pour les activités sectorielles, elle représente l'option de la structure

administrative la plus économique.

d. Technologie Economique

Durant l'élaboration du projet, certains participants ont suggéré qu'un système automatique d'enregistrement de données et de transmission par radio sur Saint-Louis serait préférable à un système de collecte manuelle pour les centaines de piézomètres. Ceux qui ont suggéré l'emploi de cette méthode sont convaincus que le taux des charges récurrentes sont suffisamment bas pour justifier le niveau plus ou moins élevé de cet investissement.

Une révision comparative des coûts des deux systèmes suit cette analyse. Cette étude n'est que partielle parcequ'elle n'inclut que 10 des 20 lignes piézométriques qui traversent la vallée à divers points. Ceci n'inclut pas la majorité des piézomètres qui a été planifiée pour des piézomètres irrigués, ce qui est d'autant plus urgent que les autres piézomètres en raison de la nécessité d'observer minutieusement la salinité et la remontée des eaux salées vers la terre. Toutefois, aucune charge récurrente supplémentaire n'est associée aux piézomètres à installer dans les périmètres irrigués étant donné que le personnel de la SAED et de la SONADER seront chargés de rassembler des données dans le cadre de leurs activités normales.

Tableau 1.

Charges d'un système automatique comparées aux charges  
d'un système partiellement automatique pour 10  
lignes de 10 piézomètres - en dehors des  
périmètres

Système non-automatique

- aura 10 lignes piézométriques avec 20 piézomètres par ligne plus 10 forages à grand diamètre sur chaque ligne.
- 75 piézomètres peu profonds répartis sur 10 lignes. Coût unitaire moyen approx. 50 soit 3,750 dollars pour 75.
- 80 piézomètres de petit diamètre et de moyenne profondeur répartis sur 10 lignes.
- 45 piézomètres profonds de petit diamètre répartis sur 10 lignes
- 10 piézomètres de grand diamètre répartis sur chaque ligne.

Coûts de Construction770,000 dollars<sup>1/</sup>Instruments

- 10 enregistreurs analogues de niveau d'eau, à 1.800 dollars/unité = 18.000 dollars.

Instruments manuels à 16.000 dollars

Total Coûts Instruments

34.000 dollars

Capital d'investissementConstruction + Instruments  
= 804,000Charges RécurrentesEntretien et Observation

- 2 équipes d'observation à 21.000 /an chacune, soit 42.000 dollar/an soit 42.000 dollars/an.

Total:42.000 dollars/an pendant 10 ans ou 420.000 dollars.  
62.000 dollars/an pendant 10 ans ou 620.000 dollars

En supposant que les piézomètres et instruments fonctionnent pendant 10 ans, le coût total de:

(A)

804.000  
+ 420.000  
1.224.000 dollars

Système automatique

Nécessiterait que tous les piézomètres soient installés dans les forages de grand diamètre.

200 puits d'observation de grand diamètre.  
Coût estimé à 1,140,000 dollars au total<sup>2/</sup>

\* Abris à construire pour abriter les instruments à 500 dollars chaque, soit 100,000 dollars.

Coûts de Construction

1,240,000 dollars

Instruments

200 enregistreurs d'eau quartz à cadran et pièces assorties à 2.700 dollars chaque = 540.000 dollars.

200 postes émetteurs à 10.000 dollars chaque  
= 2.000.000 dollars.

1 centre receptrice principal - 50.000\$

1 ordinateur pour le traitement des données - 100.000\$

Total Coûts intruments

2.690.000 dollars

Capital d'investissementConstruction + Instruments  
3,930,000Charges RécurrentesEntretien et Observation10 gardiens à plein temps à 3.000 dollars/an  
chacun ou 30.000 dollars2 techniciens pour les instruments à 12.000/an chacun  
= 24.0002 chauffeurs/mécaniciens à plein temps à 4.000 dollars/an  
8.000 dollars.

(B)

3.930.000 dollars  
620.000 dollars  
4.550.000 dollars

La solution (A) est 3.7 fois moins chère que (B).

<sup>1/</sup> Y compris imprévus (voir Analyse Technique, Annexe A).<sup>2/</sup> En se basant sur un prix unitaire de 220 dollars/an plus les imprévus.

Donc, cette comparaison de coûts révèle que le système non automatique de 200 piézomètres reviendra à 1/5 des coûts d'investissement du système automatique. Quant aux charges récurrentes, le système non automatique coûterait environ les deux tiers des charges récurrentes requises par le fonctionnement du système automatique. Ceci est dû au fait que les instruments sont modernes et fragiles et que le système automatique nécessite une surveillance et une protection plus coûteuses ainsi que des techniciens perfectionnés dans le domaine de l'ajustement et des réparations.

---

## C. Analyse Institutionnelle

### 1. L'O.M.V.S.

Comme l'indique la Charte de l'Organisation (Fig. 3), l'OMVS est régie par la Conférence des Chefs d'Etats. Cette Conférence constitue l'organe suprême de prise de décision en matière de politique générale. Ces décisions doivent être unanimes et ont force de loi dans les états respectifs. La Présidence de la Conférence est assurée chaque année à tour de rôle par chaque Etat Membre. L'organe suivant est le Conseil des Ministres.

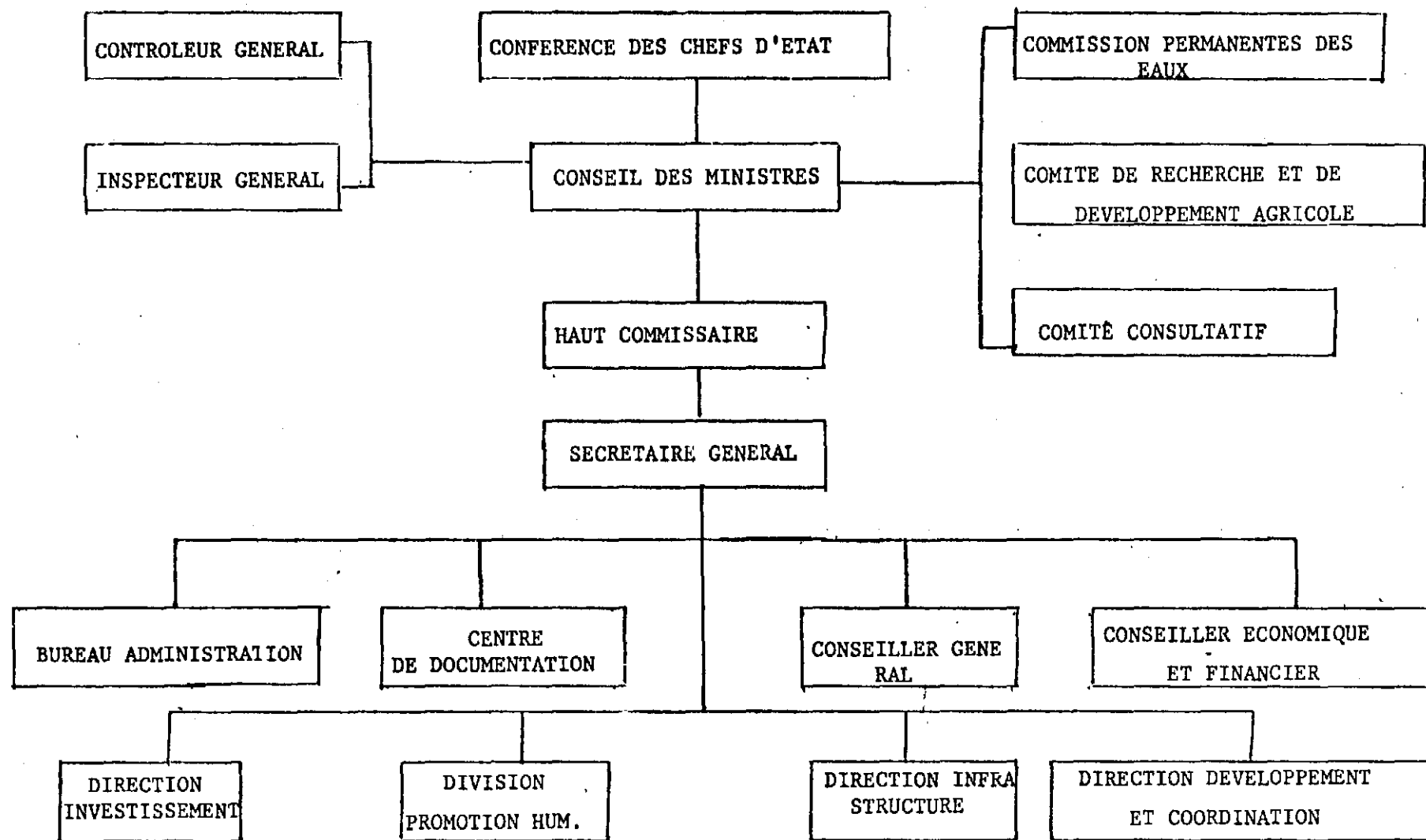
Il est composé d'une personnalité de rang ministériel désigné par chaque Etat, dont l'un est nommé Président de l'OMVS. Le poste de Président est occupé tous les 2 ans à tour de rôle. Le Conseil des Ministres dirige les opérations de l'OMVS en définissant les priorités des projets de développement, autorise les prêts et les subventions, et répartit les engagements de dépenses parmi les Etats Membres.

En 1975, le Bureau du Haut Commissariat fut créé par le Conseil des Ministres qui lui a délégué un grand pouvoir d'exécution. Le Haut Commissaire est nommé par les Chefs d'Etats pour une période de quatre ans. La Charte de l'OMVS a été amendée en Décembre 1979. Le Haut Commissaire s'est vu attribuer encore plus de pouvoir dans l'exécution de toutes les études, la gestion des aménagements de périmètres irrigués, et le contrôle de l'administration et du personnel de l'OMVS. Il existe 4 principales directions au sein du Haut Commissariat. Ces directions sont :

#### (a) Développement et Coopération (Planification et Coordination)

Cette direction est chargée du Plan Directeur à long terme pour le





Le Projet Aménagement  
des Eaux Souterraines  
sera établi comme une  
nouvelle unité au sein  
de cette Division.

développement intégré de tout le Bassin du Fleuve Sénégal, de l'harmonisation des plans nationaux de développement avec le Plan Directeur, de la planification et de l'évaluation des activités spécifiques de mise en valeur du Bassin.

(b) Formation et Promotion Humaine Cette Direction planifie et identifie tous les besoins en main d'oeuvre du programme de l'OMVS, y compris la formation du personnel du Haut Commissariat et du personnel nécessaire à l'aménagement et au fonctionnement de toute l'infrastructure au sein du programme de mise en valeur de l'OMVS. La direction coordonne également toute la formation nécessaire dans les Etats Membres à l'exécution des projets de développement de l'agriculture irriguée dans le Bassin.

(c) Programmation et Finance Cette Direction programme et exécute le budget global de l'OMVS, y compris l'exécution et le contrôle des procédures de passation de marchés; elle tient toute la comptabilité. Ces activités sont menées conformément aux lignes directrices qui régissent les relations entre les Etats Membres de l'OMVS et en étroite liaison avec les sources externes de financement.

(d) Infrastructure régionale Cette Direction s'occupe de toutes les tâches associées aux études, à la construction, à l'aménagement et à l'exploitation des barrages de Diama et de Manantali, à l'énergie hydro-electrique, aux ports et à la navigation fluviale.

Le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines sera établi comme une nouvelle unité au sein de la Direction de l'Infrastructure Régionale de l'OMVS (voir Fig. 3) étant donné que les responsabilités de cette Direction concernent les études, la construction, l'aménagement et la gestion des ressources hydrauliques de la vallée. Cette Direction est également chargée de superviser les activités ayant trait à l'étude et à l'exécution des travaux de construction qui consti-

tuent l'infrastructure de base du Bassin du Fleuve Sénégal tels que: (a) le Barrage de Diama, (b) le barrage de Manantali, (c) le barrage hydroelectrique de Manantali et les réseaux d'electrification, (d) les ports et les systèmes de navigation sur le fleuve, et (e) levés (cartographie, hydrologie et hydrogéologie).

La Section des Opérations sera dirigée par un ingénieur qui supervisera les 3 Chefs de Secteurs détachés à St-Louis (Secteur 1), Kaédi (Secteur 2), et à Kayes (Secteur 3).

Le Secteur 1 s'étend à l'ouest de la vallée du Fleuve Sénégal ("Rive Gauche") jusqu'à l'embouchure du Fleuve Falémé. Le Secteur 2 comprend la vallée, à l'est du Fleuve Sénégal (Rive Droite) en amont jusqu'au Mari-got de Karakoro. Le Secteur 3 comprend les 2 rives des fleuves Sénégal et Bafing en amont entre les Secteurs 1 et 2, jusqu'à la limite de la zone du reservoir de Manantali.

Le Chef des Opérations de l'OMVS coordonnera les calendriers de construction et de surveillance des piézomètres par l'intermédiaire des 3 Chefs de Secteurs pour s'assurer qu'ils sont conformes. Les employés des agences nationales désignés comme surveillants resteront sous le contrôle de l'agence nationale.

Cependant, le Chef de Secteur coordonnera leurs activités et l'OMVS se chargera de leur transport.

Les Chefs de Secteurs de la Rive Gauche (Sénégal) et de la Rive Droite (Mauritanie) auront sous leur contrôle 2 brigades de 5 personnes chacune pour la construction des piézomètres de faible profondeur (moins de 5 m de profondeur) pour la géodésie, et pour l'entretien et la surveillance des piézomètres.

Les 2 équipes de construction et de surveillance aux Secteurs 1 et

2 seront constituées par les employés des agences nationales financés par leurs gouvernements respectifs à travers l'OMVS. Le Chef de Secteur assurera la supervision et la direction de ces employés. Il coordonnera ses activités avec les services hydrauliques nationaux afin de s'assurer qu'elles sont conformes aux plans et objectifs nationaux des Etats Membres. Deux brigades travailleront aux secteurs 1 et 2. Seule une brigade de surveillants sera suffisante en raison du nombre limité de forages à construire. Un opérateur de tarière mécanique et 2 aides travailleront directement sous le contrôle du Chef de Secteur pour la construction des piézomètres de profondeur moyenne (5 à 30 m). Un géomètre travaillera également sous le contrôle direct du Chef de Secteur. Le géomètre sera chargé de fixer un repère ou un point de référence de l'altitude près de chaque piézomètre ou puits d'observation. Il sera également chargé de charger de déterminer la hauteur de chaque point de calibrage de chaque piézomètre ou puits d'observation par rapport au niveau moyen de la mer.

L'emplacement de chaque piézomètre et puits d'observation sera également décrit par rapport à des bornes et indices facilement repérables. Ces descriptions seront conservées dans les dossiers du secteur principal et au bureau du Projet OMVS à St-Louis.

Etant donné que tous les piézomètres de grande profondeur situés dans le Haut Bassin (Mali) seront tous construits au moyen d'un appareil de forage par le personnel qualifié de la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie, une seule brigade serait suffisante pour assurer l'entretien et la surveillance des puits d'observation. Un géomètre travaillera sous la direction du Chef de Secteur du Bassin Supérieur, ses tâches et responsabilités comparables à celles des secteurs de la Rive Gauche et de la Rive Droite sont décrites ci-dessous. Une formation sur-le-tas sera fournie dans le cadre du projet par les Chefs de Secteurs, les brigades de construction des piézomètres peu profonds, les géomètres et les surveillants.

La Section des Services Administratifs fournira toute une série de responsabilités de gestion administrative et financière. Un Directeur

Administratif payé par l'AID, dirigera cette section, il rendra compte au Chef de Projet par l'intermédiaire de son adjoint. Cette section sera chargée de faire face à tous les besoins administratifs non techniques du projet, y compris le secrétariat, la traduction, le transport et l'entretien des véhicules, les achats (y compris les passations de marchés), le stockage et les responsabilités de gestion financière en général. Puisque le Directeur Administratif assistera à l'établissement et au démarrage des activités des secteurs décentralisés, cette fonction devrait être remplie aussitôt après l'exécution du projet.

## 2. Sénégal

Au Sénégal, la Direction des Etudes Hydrauliques est l'entité nationale responsable du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines. Elle constitue l'une des quatre Directions du Ministère de l'Hydraulique. Elle a les responsabilités suivantes:

1. Prospection, documentation et étude de toutes les ressources en eaux de surface et souterraines du Sénégal;
2. Etudes de base nécessaires aux études hydrauliques et de développement rural dans les domaines de la topographie, de l'agroclimatologie, l'hydrométéorologie et la géophysique, la géomorphologie, l'hydraulique agricole, l'hydraulique du Bassin Fluvial, etc;
3. L'analyse des données et ses relations avec la législation des ressources en eau, en particulier la conservation de l'eau;
4. En collaboration avec les laboratoires privés, elle est responsable du calibrage des instruments hydrauliques et géo-

physiques, de l'analyse économique et statistique et de toute la programmation et du contrôle technique des ressources en eau du Sénégal.

#### a) Organisation

Comme l'indique l'Organigramme (Fig. 4), la Direction des Etudes Hydrauliques comprend:

1. La Direction La Direction est responsable de la planification de toutes les activités de recherche qui déterminent la quantité, la qualité et la localisation des ressources en eaux de surface et souterraines du Sénégal. Elle est également chargée de coordonner ces activités avec la Direction de l'Hydraulique Urbaine et Rurale qui exécute les activités de forage. Cette dernière dispose de plusieurs brigades de forage (50 hommes au total) pour la construction de puits et piézomètres de faible profondeur. La construction de piézomètres profonds est cependant faite par des compagnies de forage privées installées au Sénégal.

La Direction des Etudes Hydrauliques comprend 2 services principaux:

1. Le Service de l'Hydrologie chargé de la construction d'un réseau de puits d'observation, des études d'aménagement des systèmes fluviaux au Sénégal, de la prévision des crues; de l'étude de la régulation et du contrôle des eaux de surface, et de la collecte des données sur les eaux de surface

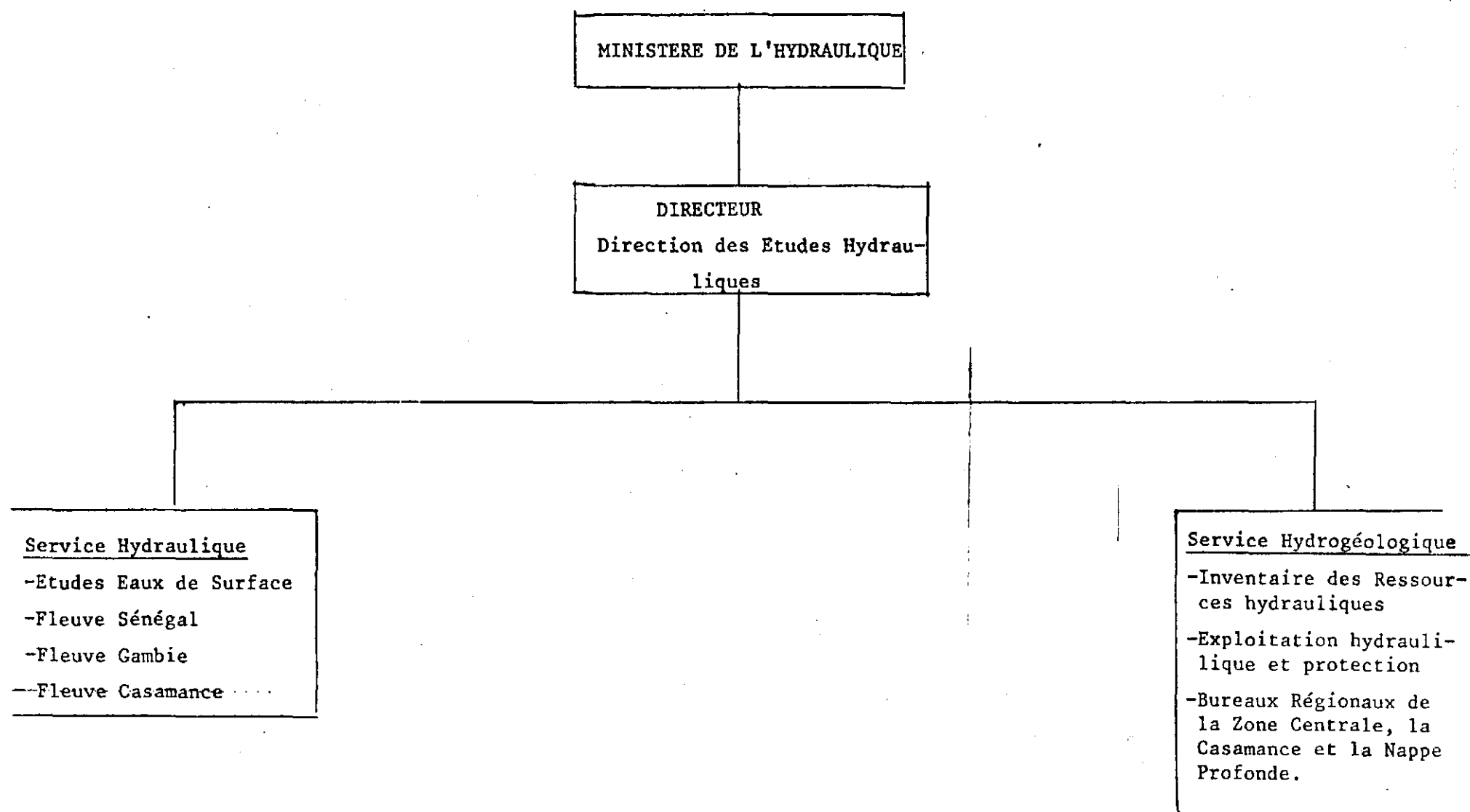
2. La Division de l'Hydrologie est responsable de la documentation et de la recherche sur les ressources souterraines et leur potentiel de développement.

#### b) Personnel

La Direction des Etudes Hydrauliques compte actuellement 40 employés

FIG. 4 Organigramme de la Direction des Services Hydrauliques (Sénégal)

55.



environ= 10 ingénieurs, 20 techniciens qualifiés et 10 employés administratifs. Il existe également 5 expatriés.

De plus, il y a plusieurs employés cadres en formation qui retourneront à la Direction des Etudes Hydrauliques dès la fin de leur stage. Parmi eux, on compte 2 ingénieurs qui font actuellement des études d'hydrogéologie en France, et 6 étudiants qui suivent une programme de formation AGHRYMET de 2 ans pour techniciens en hydrologie. Il a été souligné que la Direction des Etudes Hydrauliques recrute de temps en temps son personnel des écoles nationales de formation professionnelle.

Pour cette raison, le Directeur est assuré qu'il existe au Sénégal suffisamment de personnel ayant un haut niveau de qualification pour le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines. Il a cependant été souligné que le personnel subalterne requis pour la construction des piézomètres est rare ou non disponible, et devra donc être recruté.

Le Bureau Régional de Saint-Louis est encadré par:

- a) 1 technicien (Chef de secteur)
- b) 2 chauffeurs / mécaniciens
- c) 1 géomètre
- d) 2 brigades qui seront composées de 2 chefs d'équipe et de 8 manoeuvres.
- e) 1 opérateur de tarière mécanique
- f) 2 aides pour cet opérateur
- g) 1 secrétaire

L'A.I.D. financera les frais du personnel du bureau régional. Il est prévu que ces employés commenceront leur service vers la 2ème année du projet.



### c) Activités en Cours

La Direction des Etudes Hydrauliques est actuellement engagée par divers projets, dont certains bénéficient d'importantes contributions de la part d'autres donateurs. Par exemple, le FED finance un système de distribution d'eau dans les industries chimiques pour explorer les possibilités d'accroître la production chimique au Sénégal en augmentant les facteurs de production des ressources en eau. Plus précisément, le projet étudiera la possibilité de produire 12000 m<sup>3</sup> par jour à la Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taïba. Dans le cadre de ce projet de FED finance le contrat d'un ingénieur (hydrogéologue) et un technicien. En outre, il y a un ingénieur hydrologue sur le terrain responsable du contrôle et de la supervision des activités du projet. Une société privée de forage, la SASIF est responsable du forage et des activités de terrain connexes. La Direction des Etudes Hydrauliques est également chargée d'une autre étude intitulée Programme d'Etude des Ressources et Besoins au Nord du Sénégal qui est financée par la FAC et la Caisse Centrale (prêt assorti de conditions de faveur octroyé par la France). Cette étude examinera les ressources en eau, en particulier dans le Bassin du Fleuve Sénégal, et dans les régions de Diourbel et Louga. Dans la région du Sine-Saloum, la Caisse Centrale et la Banque Mondiale financent à travers la Direction des Etudes Hydrauliques, une étude de factibilité pour déterminer les besoins de ressources en eau de la population locale.

### d) Conclusions

Le Directeur des Etudes Hydrauliques est assuré que le personnel qualifié a l'expérience nécessaire pour se décharger de ses responsabilités dans le cadre du Projet d'Aménagement des Ressources en Eaux. Comme il a été indiqué plus haut, le Directeur a souligné cependant,

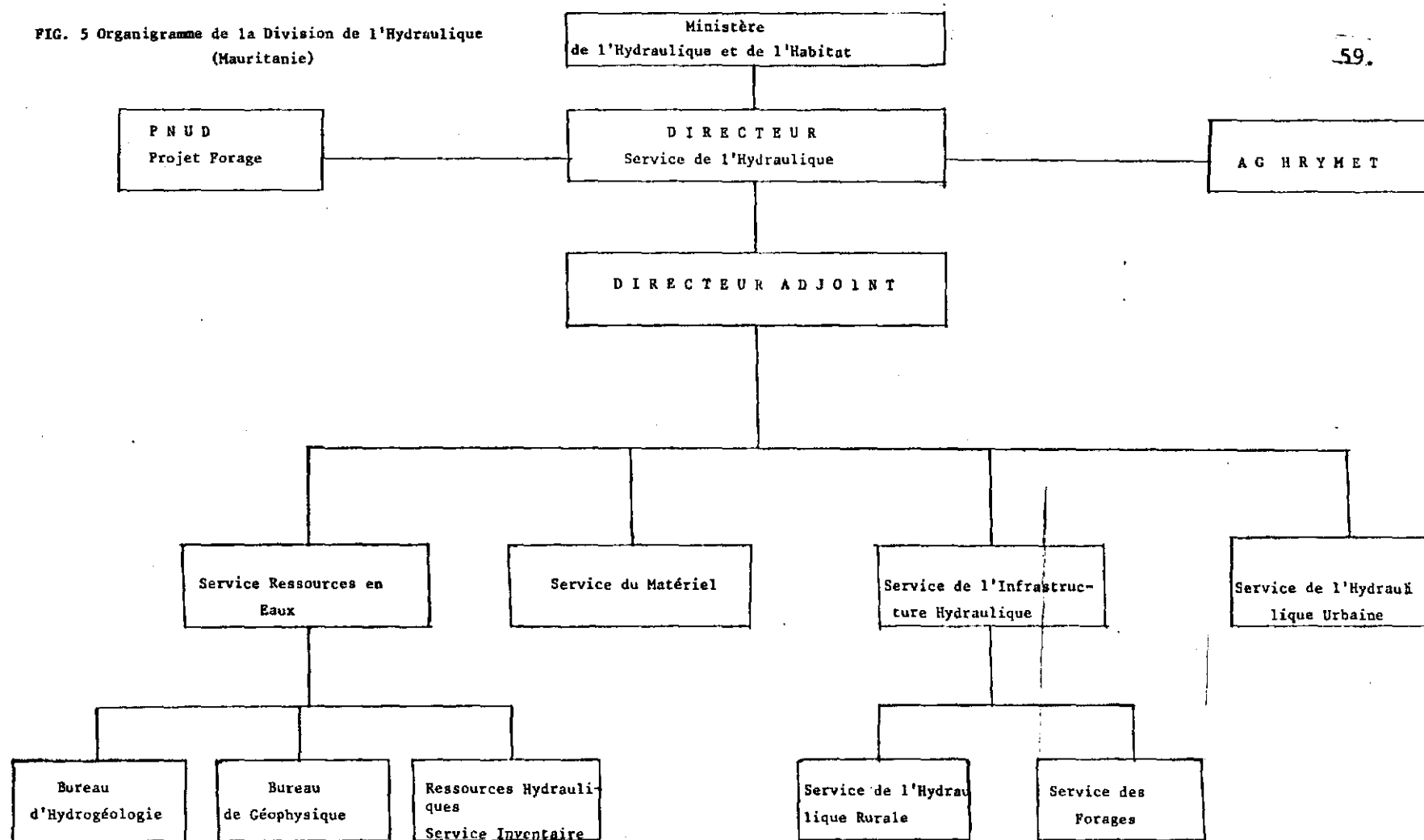
que le personnel du Projet ayant un niveau moins élevé tel que les brigades de construction, les géomètres, les opérateurs de tarières etc.. ne sont pas actuellement disponibles et devront être recrutés localement.

### 3. Mauritanie

L'organe national responsable du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines en Mauritanie est la Division de l'Hydraulique qui se trouve au sein du Ministère de l'Hydraulique et de l'Habitat. La Division de l'Hydraulique est responsable de :

- (a) la prospection et de l'aménagement hydraulique ainsi que de sa conservation;
- (b) du contrôle et de l'étude des ressources en eaux souterraines
- (c) la planification, l'exécution et la supervision de la mise en valeur des ressources en eau à travers la construction de puits, de forages etc.. ainsi que leur entretien;
- (d) études hydrologiques;
- (e) études de contrôle et d'installation des réseaux agrométéorologiques;
- (f) formulation des procédures législatives ainsi que la réglementation sur l'utilisation des eaux de surface et souterraines;
- (g) production et distribution d'eau et aménagement de systèmes de traitement des eaux;

FIG. 5 Organigramme de la Division de l'Hydraulique  
(Mauritanie)



- (h) étude, construction et entretien du réseau de canalisations d'eau, et du système d'évacuation;
- (i) étude, exécution et contrôle des installations électriques des zones urbaines et projets spéciaux;
- (j) supervision technique de la SONELEC (la Compagnie Mauritanienne d'Electricité).

Comme l'indique l'organigramme (Fig. 5), la Division de l'Hydraulique est composée de :

a) La Direction

Le Directeur et son assistant sont responsables des activités qui sont menées par 4 services (le Service des Ressources en Eaux, le Service de l'Equipement, le Service de l'Hydraulique Urbaine). D'autres activités de projet dont le Directeur est directement responsable, comprennent le projet AGHRYMET, un projet de forage du PNUD qui consiste à construire 36 forages pour la mise en valeur de la production maraîchère et l'élevage, principalement dans la région de Trarza, mais également dans les régions d'Assaba et de Brakna, et, les brigades de construction de puits. Le Chef des 10 brigades (à Atar, Nouakchott, Rosso, Kaédi, Sélibaby, Aleg, Kiffa, Aïou, Néma et Tidjikja) rend compte directement au Directeur, bien qu'ils opèrent sous les auspices du Bureau de l'Hydraulique Rurale, un des 2 bureaux du Service de l'Infrastructure Hydraulique.

b) Service des Ressources en Eaux

Le Service des ressources Hydrauliques est composé de 3 bureaux qui sont:

- 1) le bureau d'hydrogéologie: les activités de ce bureau comprennent la synthèse hydrogéologique du Bassin S.E. Mauritanien, et, une étude hydrogéologique pour Kiffa, Aïoun et Tidjika.
- 2) bureau de Géophysique : Parmi les activités de ce bureau se trouvent la prospection entre Kikka et Néma le long du tracé de la route Kiffa-Néma, la prospection dans la région de Zouerate pour une étude du Bassin de Taoundeni; recherche d'eau dans la Batha de Taidjikja; et, recherche géophysique dans la région d'Aftout.
- 3) bureau d'Inventaire des Ressources Hydrauliques: ce bureau est responsable de l'élaboration et de la documentation sur des études et recherches hydrauliques.

#### c) Service du Matériel

Les activités de ce service comprennent des marchés de fourniture de matériel de bureau, de forage et de puits, inventaire et contrôle du matériel, des réparations et de l'entretien.

#### d) Service de l'Infrastructure Hydraulique

Ce service comprend 2 bureaux, le service des forages et le service de l'Hydraulique Rurale.

- 1) Service des Forages: Ce bureau construit actuellement de grands forages à Kiffa et il est prévu la construction de petits et moyens forages à Atar et Tidjikja.

- 2) Service de l'Hydraulique Rurale: Des puits sont actuellement en construction par des équipes dans 10 endroits (se référer au paragraphe Direction pour l'emplacement de ces puits).

e) Service de l'Hydraulique Urbaine

Ce service est responsable de l'extension du réseau eau de Nouakchott, de la réalisation de l'adduction d'eau de Rosso, de l'extension et la refecton du réseau d'eau de Moudjeria; et, le renforcement du service hydraulique urbain et de la supervision de la SONELEC.

En 1981, le budget du Service Hydraulique était de 14,5 million de \$ environ, et 1982 il avait été réduit à 14. millions de \$. Le montant alloué au personnel s'élève à environ 7.7.millions de \$.

Le Service Hydraulique se trouve confronté à de nombreux problèmes administratifs notamment :

- le manque de personnel qualifié
- le manque de structure pour la formation et le perfectionnement des cadres moyens dans les spécialités hydrauliques;
- difficultés de formation des cadres supérieurs et leur réintégration dans les structures nationales;
- le manque de structure appropriée aux entreprises qui doivent exécuter l'hydraulique;
- l'exode des cadres supérieurs et moyens dû aux conditions matérielles offertes par le Gouvernement Mauritanien et le manque de techniciens valables,
- difficultés avec les autorités régionales qui mobilisent le personnel et matériel limitant le rendement et l'efficacité;

- manque de systèmes de liaison et de coordination;
- manque de locaux et bureaux dans les régions, et
- manque de moyens financiers pour l'entretien et la réparation du matériel.

En dépit de ces difficultés, le Directeur du Service de l'Hydraulique est assuré qu'il est en mesure de mobiliser le personnel nécessaire au Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines, à l'exception du géomètre qui doit être affecté au bureau régional de Kaédi. On a envisagé d'intégrer l'équipe de construction des puits qui travaille actuellement à Kaédi et l'installation du Bureau régional de l'OMVS pour exécuter ce projet. Technicien compétent, le Chef de brigade est affecté à Kaédi et il semble assez qualifié pour occuper le poste de Chef de secteur des projets d'aménagement des eaux souterraines. Cependant, l'idée d'intégrer le bureau régional de l'OMVS et la brigade de construction des puits du service national, a été abandonnée car les domaines d'autorités et de responsabilités des deux activités distinctes pourraient être confondus. Le Directeur a donc décidé qu'un bureau régional serait créé pour exécuter le volet Mauritanien du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines.

The bureau régional de Kaédi est encadré par:

- a) 1 technicien
- b) 2 Chauffeurs/mécaniciens
- c) 1 géomètre
- d) 2 brigades qui comprendront 2 chefs d'équipe et 8 manoeuvres
- e) 1 opérateur de tarière mécanique
- f) 2 aides
- g) 1 secrétaire

L'A.I.D. financera les frais du personnel énuméré ci-dessus qui pour la plupart commenceront leur service vers la 2ème année du projet.

En ce qui concerne les domaines de responsabilités et d'autorité, le bureau régional de Kaédi serait sous la supervision du Chef de Service Opérations, pour les questions techniques, mais pour les problèmes administratifs (i.e recrutement et financement de certains employés locaux), il devrait rendre compte au Service de l'Hydraulique de la Mauritanie. Un accord écrit entre l'OMVS et le Service de l'Hydraulique ou le représentant du Gouvernement Mauritanien concerné devrait être exécuté. Cet accord devra définir les responsabilités et relations du Service de l'Hydraulique vis à vis du bureau régional de l'OMVS à Kaédi et le rôle du bureau de l'OMVS à St-Louis, préalablement à tout décaissement de fonds dans le cadre du projet.

#### 4. Mali

Le Ministère du Développement Industriel, notamment son service technique appelé Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie avec son service "Eaux Souterraines" est chargé de prospecter les ressources en eaux souterraines et de veiller à leur exploitation. Des subdivisions régionales, une pour chacune des 7 régions du territoire Malien assurent les liens entre les activités en matière hydraulique des régions et la



direction générale de la DHNE. L'organigramme définit les responsabilités et position du "Service Eaux Souterraines" , en ce qui concerne toutes les questions hydrogéologiques en territoire Malien.

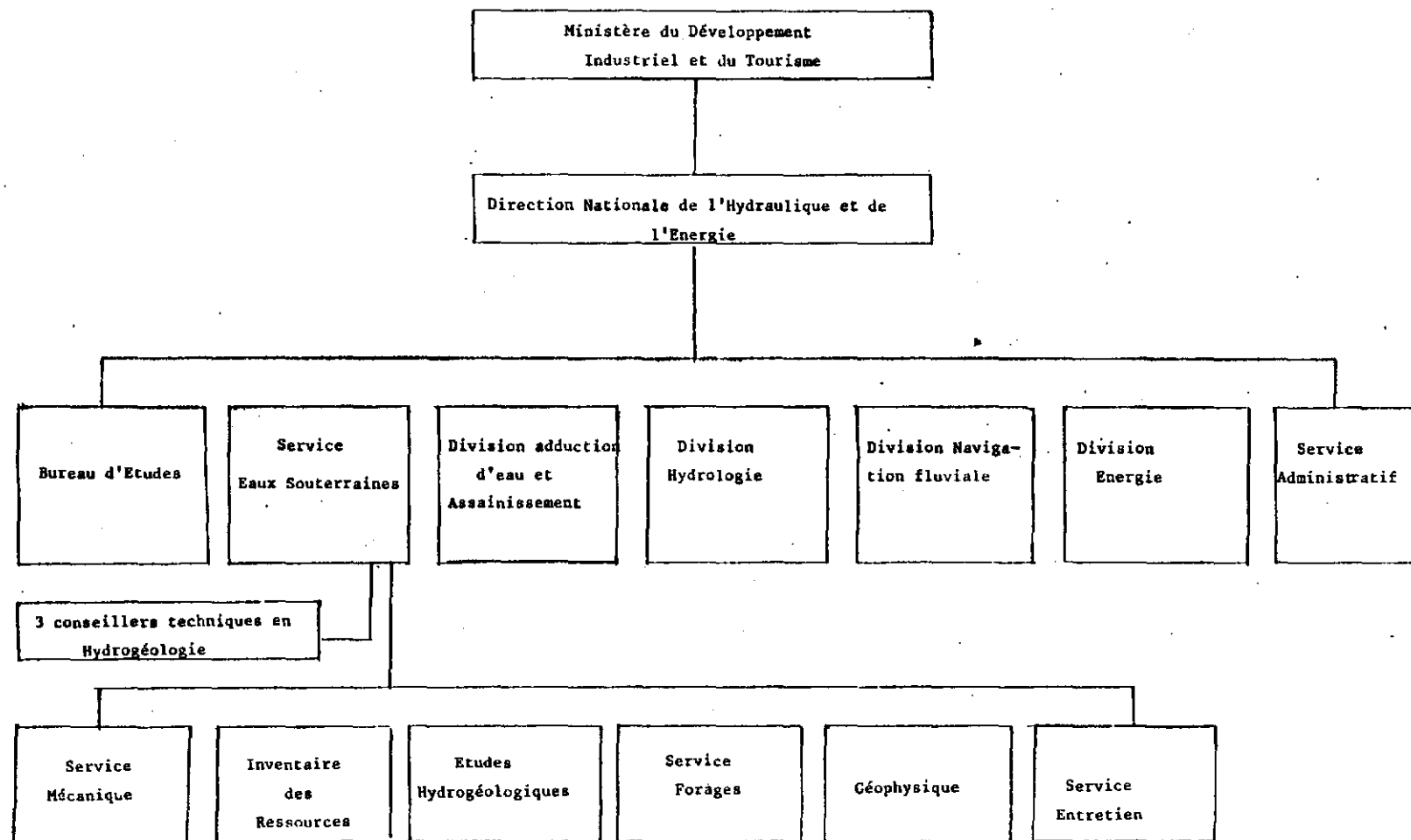
Le Service "Eaux Souterraines" assure les tâches suivantes:

a) Au niveau de la Direction

- 1) Inventaire de toutes les données hydrogéologiques obtenues lors de l'exécution de projets de forage et de construction de puits.
- 2) Etablissement d'une carte de points d'eau (forages et puits) et mise à jour des résultats sous forme d'un fichier et de documents établis.
- 3) Planification et organisation des études hydrogéologiques en collaboration avec les organismes de financement et des organismes chargés des études.
- 4) Supervision de tous les projets d'exécution de forages et de construction de puits, soit les projets au niveau
  - de la DNHE
  - des autres départements, au sein du Ministère du Développement Rural, Ministère de Travaux Publics, etc., quand il s'agit des "volets hydrauliques".
- 5) Examen des besoins en eau et établissements de programmes de réalisation des points d'eau.
- 6) Définition d'une politique d'eau compte tenu des besoins évalués, des travaux d'exploitation des eaux souterraines réalisés et des aspects techniques des services voisins (aspects socio économiques et géographiques, ethniques, élevage, agriculture etc.).

ORGANIGRAMME DE LA DNHE (MALI)

FIG. 6



b) Au niveau de l'exécution de Projets

1) Etudes hydrogéologiques

- Supervision des études et de toutes activités hydrogéologiques financées et exécutées par des organismes internationaux.
- discussion et adaption des résultats obtenus au niveau du Ministère du Développement Industriel et de la Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie. Par la suite sensibilisation de la population (rurale) et des services régionaux en vue de réalisations de points d'eau en proche collaboration avec les autres départements (P;e santé publique et hygiène, travaux publics, agriculture et élevage etc.)

2) Execution de projets

- Supervision des projets de forages d'eau et de construction de puits en cours d'exécution, financés et dirigés par des organismes internationaux ou non-gouvernementaux (O.N.G.).
  - Elaboration des résultats obtenus lors du déroulement des projets. En cas de nécessités, transmission et distribution des documents établis aux services et organismes intéressés en vue d'assurer une exploitation satisfaisante des eaux souterraines.
  - Donner l'accent sur le service d'entretien des ouvrages hydrauliques.
- (i) Formation dans le domaine de la Géologie et de l'Hydrogéologie au Mali.

A Bamako, il existe 2 institutions publiques assurant la

formation des cadres techniques:

- Ecole Nationale d'Ingénieurs
- Ecole Centrale pour l'Industrie, le Commerce et l'Administration.

(ii) Aide et Coopération Internationale dans le domaine de la Recherche et de l'Aménagement des Eaux Souterraines.

Actuellement plusieurs projets de forages d'eau sont en cours d'exécution dans différentes régions de la république du Mali. Ces projets sont soumis à l'autorité du Service "Eaux Souterraines" auprès de la DNHR. Aucun projet fonctionne sur un propre budget d'état; le financement est assuré par l'extérieur, et la gérance est également aux mains des experts expatriés. Compte tenu des différentes sources de financement, et de la nature des projets à exécuter, il existe plusieurs catégories de projets de forage.

#### 1. Projets hydrauliques

Les projets hydrauliques sont directement soumis à la DHNE, notamment au Service "Eaux Souterraines". Ce dernier assure la supervision et veille à la bonne exécution suivant les besoins en eau régionaux et suivant l'urgence des cas. Ces projets servent de base de développement régional en vue d'améliorer les conditions d'approvisionnement en eau en milieu villageois et rural. Il est donc à souligner que ces projets de forage font partie d'une stratégie globale pour tout le Mali dont l'objectif est de satisfaire les populations rurales en approvisionnement en eau.

#### 2. Projets hydrauliques exécutés par des organisations non-gouvernementales

Le financement de ces projets est assuré par plusieurs organismes, surtout des organismes privés caritatifs. Ils reçoivent aussi des subventions des gouvernements étrangers et des organisations internationales. La gérance et la direction se trouvent entre les mains d'un Direc-

teur de projet, en principe représentant d'une institution religieuse représentée au Mali.

### 3. Projets "Volets Hydrauliques"

Certains projets de développement régional comprennent "des volets hydrauliques" en vue d'assurer l'approvisionnement en eau de la population de la région. Il s'agit habituellement des études hydrogéologiques et géophysiques suivies par une ou plusieurs campagnes de forage d'eau ou de construction de puits. Il est bien évident qu'il est nécessaire de créer des points d'eau avant de prendre des mesures au niveau de la santé publique, hygiène, élevage, et de l'agriculture.

Huit projets sont actuellement en cours d'exécution par le service "Eaux Souterraines".

- (1) PNUD/UNICEF Il s'agit d'un projet de 5 ans (1977-82) de 11 millions de \$ (UNICEF - 2,5 millions de \$ et PNUD 8.5 millions de \$) pour accroître l'approvisionnement en eau des petits villages et améliorer les conditions d'hygiène. Ce projet est exécuté dans la région centrale du Mali.
- (2) Mali-Sud Helvetas. Le but de ce projet est d'approvisionner le Mali Sud en eau (Bougouni, Yanfolila, Koloudieba). Le projet a démarré en 1978 et sera achevé en 1983.  
Coût : 4.0 millions de \$
- (3) Mali Aqua Viva. Ce projet d'approvisionnement en eau des villages de 6 millions de \$ a démarré en 1975 et est en cours d'exécution au centre du Mali (Djenné, San, Tominian, Koutiala, Yorosso, Bla et Ségou).

- (4) OMBEVI (Organisation Pour la Mise en Valeur du Bétail et la Viande). C'est un projet de 25 ans qui a débuté en 1978 et dont la 1ère phase continuera jusqu'à 1983. Ce projet aidera dans la mise en valeur des ressources en eau et pâturage de la région Kayes-Nord et Nara-Est. Le coût total du projet est de 14.9 millions de \$, dont 3 millions de \$ sont destinés à l'aménagement des ressources en eau.
- (5) ODIK. Il s'agit d'un projet de développement agricole intégré comprenant la construction de 50 puits et 100 forages pour améliorer l'approvisionnement en eau des zones rurales dans la région Nord Ouest du Mali (Nioro). Le coût du projet est de 1.9 millions de \$. Il a débuté en 1973 et doit prendre fin en 1983.
- (6) ODEM. Ce projet de 12.8 millions de \$ est un volet du développement régional de l'élevage, 3.0 millions de \$ sont destinés à l'approvisionnement en eau. Environ 70 puits et 50 points d'eau doivent être construits et remis en état dans le cadre de ce projet. La durée du projet est de 10 ans (1973-1983) et il est en cours d'exécution dans les régions de Senomango et Dioura au Mali.
- (7) Projet Japonais . Ce projet qui est en cours d'exécution à l'Est du Mali (Kidal, Gao, Ansonga) comprend la construction de 70 puits, des études hydrologiques, des forages de reconnaissance, et la formation de sondeurs, d'hydrogéologues et de mécaniciens. Le

Le coût de ce projet est de 4.0 millions de \$.

- (8) Plateau Bandiagara. Le but de ce projet est d'accroître l'alimentation en eau des zones rurales à travers la construction de puits, de forages de reconnaissance et la formation de personnel pour la construction des puits.

### c. Personnel

L'organigramme (Fig. 6) indique que tous les projets hydrauliques relèvent du service "Eaux Souterraines" et "Etudes Hydrogéologiques" qui est chargé de réaliser des points d'eau afin d'exécuter ses activités.

- Le personnel de ce service compte 20 ingénieurs (i.e des géologues, hydrologues, géophysicien, etc.. 10 techniciens et 10 mécaniciens). La formation rapide du personnel technique est nécessaire pour participer aux différents projets d'aménagement des eaux souterraines au Mali, organisés et financés par les organismes internationaux. Il est prévu que ce personnel qui a été formé par les 2 écoles techniques à Bamako, prendra en main l'organisation et la direction des projets en cours.
- Les diplômés des écoles techniques seront pour la plupart, embauchés par le gouvernement, notamment, par le Ministère du Développement Industriel et la DNHE.

Le personnel du bureau régional de Kayes sera soit pris du personnel actuel ou recruté, s'il n'est pas disponible à la DNHE.

- a) 1 technicien (Chef de secteur)
- b) 1 chauffeur / mécanicien
- c) 1 géomètre
- d) 1 équipe qui sera composée d'un chef d'équipe, et de 3 manoeuvres.

e) 1 employé de bureau/dactylo

L'A.I.D financera les frais du personnel du bureau régional.



## D. Analyse Sociale

### 1. Bénéficiaires

Le personnel administratif et technique de l'OMVS et des Agences rattachées seront les premiers bénéficiaires de ce projet. Ils bénéficieront de l'assistance technique et du programme de formation qui amélioreront leurs capacités pour l'exploitation des eaux souterraines. L'étude des effets de la construction des barrages sur le régime hydraulique et l'écoulement des eaux de la zone sera l'une des activités qui renforcera le travail des autres projets de l'USAID. Donc, le projet fournira les données qui rehausseront les chances de réussite des programmes actuels et des projets dont les avantages iront directement aux populations visées.

Selon les dernières estimations, la population du Bassin du Fleuve Sénégal s'élève à 1.9 millions d'habitants, soit approximativement 14% de la population totale des 3 Etats membres de l'OMVS. Cette population, qui englobe six groupes ethniques, a pour principale activité économique une production vivrière de subsistance; en effet, 85% de la population rurale et une part importante des citadins s'adonnent à l'agriculture de subsistance. Dans la majeure partie Sénégalaise et Malienne du bassin fluvial, la population s'est depuis longtemps sédentarisée. En Mauritanie, la sécheresse a causé une mutation considérable des éleveurs nomades vers la sédentarisation. Cette mutation a été l'un des grands facteurs de déstabilisation de l'activité économique de la région, et a encore aggravé l'incertitude des habitudes locales de production.

### 2. Activités Productrices

Bien que l'agriculture soit la principale activité économique dans le Bassin du Fleuve Sénégal, les cultures industrielles font maintenant leur apparition dans le delta, faisant suite à 150 ans d'expérience

dans l'agriculture irriguée. La moyenne vallée se caractérise par deux saisons de culture: la culture pluviale des terres de diéri éloignées du fleuve, suivie par la culture à hauts rendements sur les terres de oualo, qui est une culture de décrue mise en place après la décrue du fleuve sur les terres riches de la plaine d'inondation. Dans la haute vallée, la culture de diéri prédomine. La principale culture est le mil, suivi par le riz, le maïs et divers légumes.

L'élevage est l'activité secondaire de la région. Le cheptel bovin, ovin et caprin représente à lui seul 20% de la richesse du bassin fluvial. Néanmoins, l'élevage n'est en général pas considéré en fonction de la production mais plutôt en tant qu'investissement - comme un moyen d'épargne. Le capital constitué par le bétail représente une plus grande valeur sociale qu'un montant équivalent en espèces investi ailleurs. De nombreux éleveurs nomades se sont trouvés obligés de se déplacer ou forcés de s'intégrer dans des systèmes d'agriculture intensifiée par suite de la sécheresse et de la dégradation des terres de pâturage qui en résulte.

L'eau est essentielle aux activités de tous les paysans et demeure le besoin primordial du Sénégal. Dans ce contexte, le projet aura à rassembler des données utiles selon les perceptions des populations locales quant à leurs besoins en eau.

### 3. Factibilité

Etant donné que la factibilité socio-culturelle d'un projet dépend de la relation entre les utilisateurs et la technologie proposée dans la mesure où ils doivent l'adapter et en bénéficier; les barrages auront divers effets sur la population du bassin. La gestion des eaux souterraines en tant que technologie identifiera et trouvera des solutions pour

remédier aux effets négatifs des barrages. Le recasement de 12,000 personnes résultera certainement en des modifications dans les activités agricoles de la région, donc l'eau d'irrigation ou l'exploitation de sa source affectera sûrement l'ensemble de la production.

Bien que l'OMVS prédise une baisse dans l'agriculture de décrue, l'aménagement des eaux souterraines peut servir à atténuer cette baisse. Dans la mesure où on arrive à maintenir la qualité et la disponibilité des points d'eau, on pourrait accroître en retour les activités d'élevage et d'embouche.

#### 4. Impact Social du Projet

Ce projet aura entre autres conséquences permis aux populations locales de mieux comprendre les relations entre les ressources souterraines et les activités agricoles. Cela résultera en grande partie par des activités visant à éduquer les collectivités, activités qui seront menées dans le cadre de ce projet et à faire participer certains villageois locaux aux activités de collecte et d'évaluation des données dans leurs localités. Plus précisément, la réalisation des objectifs de ce projet permettra aux villageois d'identifier les risques éventuels des terres irriguées ainsi que toute détérioration de la qualité de l'eau dans les puits domestiques et les abreuvoirs actuels qui peut provenir de la mise en valeur de l'irrigation. La réalisation des objectifs du projet démontrera surtout l'importance des données sur la gestion des ressources souterraines pour éviter des pertes de terres à la production agricole.

Les agences nationales de développement se serviront des données du projet comme un outil pour planifier la mise en valeur des ressources souterraines du Bassin du Fleuve Sénégal.

Il importe toutefois d'attirer l'attention sur l'un des problèmes inhérents à ce type de projet; à savoir le vandalisme. Les actes de vandalisme pratiqués dans le passé par les populations locales ont été un problème chronique. Les couvercles de tuyaux sont souvent enlevés et les piézomètres remplis de débris, ce qui rend impossible les observations de niveau et de qualité d'eau. Bien que ces actes de destruction soient souvent l'oeuvre d'écoliers oisifs, les adultes sont parfois impliqués.

Ce projet résoudra ces problèmes en: (a) créant un programme d'éducation collective et (b) en surveillant les piézomètres et autres équipements.

#### 5. Participation des Populations Locales/Vulgarisation

L'expérience a montré que la meilleure méthode de résoudre ce problème est de mettre en place un programme d'éducation collective visant à éduquer les populations locales dans les objectifs essentiels du projet et/ou les faisant participer directement dans les activités du projet. De cette façon, la participation locale non seulement protège l'investissement réalisé dans les piézomètres, mais permettra également de faire participer les pauvres dans le processus de développement lui-même.

Dans un premier temps, le bureau d'Aménagement des Ressources Souterraines de St-Louis sera chargé de planifier les programmes d'éducation locale, et inclura la participation locale dans le projet. Cette stratégie comprendra des plans spécifiques qui tiennent compte de la diversité socio-culturelle du Bassin du Fleuve Sénégal. Par la suite, les Chefs de Secteurs seront formés dans la méthodologie de terrain avant d'aller travailler aux villages avec les chefs locaux et les "autres

responsables. Ils expliqueront le programme, plus précisément, la façon dont les piézomètres et le recueil des données ont trait au bien être des populations locales.

Les Chefs de Secteurs seront également chargés de choisir si possible certains membres des communautés locales pour aider comme moniteurs salariés. Il conviendra de sélectionner également à titre d'essai des femmes pour aider dans ce travail de moniteur.

#### 7. Considérations Mésologiques

Les volets essentiels de ce projet comprennent: le recueil, l'analyse des données, et l'appui institutionnel. Les données souterraines ainsi obtenues et analysées par le projet amélioreront la qualité des décisions relatives aux conséquences de la mise en valeur sur les eaux souterraines, les terres agricoles, et sur l'environnement. Le projet aura cependant très peu d'effet direct sur l'environnement car la plupart des piézomètres seront construits à l'intérieur ou à proximité des champs irrigués qui ont déjà été modifiés au cours de l'aménagement des périmètres irrigués. En outre, le projet sera soigneusement suivi pendant toute la durée et se limitera aux activités de collecte de données.

Une Evaluation Initiale de l'Environnement (EIE) a été préparée par le Responsable des problèmes d'environnement de l'USAID et une décision négative a été recommandée (Voir Annexe G).

## V. PLAN FINANCIER

### A. Résumé

Les coûts du projet sur une durée de 4 ans s'élèvent à 5.2 millions de Dollars. L'AID octroie une subvention de 4.6 millions de \$.

L'OMVS et ses Etats Membres contribueront 551,000\$ de ce montant au titre des dépenses du projet.

Le tableau II résume les principales catégories de dépenses.

### B. Dépenses de l'A.I.D.

#### 1. Assistance Technique

L'assistance technique (voir Section "Analyse Technique" pour les détails concernant les catégories d'assistance technique à pourvoir), sera pourvue par un contrat institutionnel. Les services à long terme d'un hydrologue (Responsable Adjoint de Projet) et d'un Assistant Administratif coûteront respectivement 135.000\$ et 90.000 , y compris les frais de transport à l'intérieur du pays, de soutien logistique, per diem etc. Il est prévu que l'hydrologue commencera son travail au début de la deuxième année du projet (13 ème mois) pour une durée de 36 mois, et l'Assistant Administratif vers le 3ème et 6ème mois du projet pour une période contractuelle de 45 mois au plus.

En outre, les frais de 13 mois de services techniques de consultant à environ 15,000\$ par mois sont prévus dans le budget : (1) sur ces 13 mois, 3 mois serviront à mettre au point et à faire démarrer les activités des bureaux régionaux à St-Louis, Kaédi et Manantali, (2) établir un système de contrôle d'informations dès le début du projet et (3) procéder à une évaluation du projet jusqu'à son achèvement.

#### 2. Biens d'Equipement

Divers équipement, matériel et fournitures de bureau, et véhicules seront achetés dans le cadre du projet. L'équipement technique, le maté-

1. Assistance Technique

- a) Hydrologue, Adjoint Responsable Projet (36 mois à 135,000\$ par an)
- b) Assistant Administratif/Financier (45 mois à 90,000\$ par an)
- c) AT Court terme (13 mois à 15,000\$ par mois)
- Total Partiel

2. Biens d'EquipementA. Origine Etrangère

1. Matériel Technique + tuyauterie (168,000 + 96,000)
2. Equipement de Bureau
3. Véhicules
- a. Réhabilitation (5 à 5,000\$ chacun de l'AID et à 10,000\$ chacun de l'OMVS)
- b. Véhicules tout-terrain; 6 véhicules, 2 de fabrication étrangère pour la Mauritanie, 25,000\$ chacun, et 2 pour le Mali, 2 pour le Sénégal à 15,000\$ chacun).
- c. Camions 1,5 t (4 à 35,000\$ chacun, 2 camions pour le Sénégal et la Mauritanie)
- d. Voitures de Tourisme (3 à 9,000\$ chacune)
- e. Mobylettes (30 à 850\$)
- f. Pièces détachées (15% du prix des véhicules; qui revient à 303,000\$)

Total Partiel

4. Transport et Assurance (40% du prix des biens d'équipement, qui est de 640,000\$)
5. Inflation (10% du prix des biens d'équipement qui est de 640,000\$)
6. Services (Agent de Service d'Achat) (7%)

B. Biens d'Equipement achetés localement

1. Matériel de Bureau
- Bureau de St-Louis (6,000\$/an x 3 ans et 1/2 = 20,000\$ photocopie des machines Roneo à 6,500\$)
- Bureaux Régionaux (5400\$/an x 3 ans)
2. Ciment+matériaux de construction locaux
3. Inflation (10% des frais locaux de biens d'équipement, ou 48,200\$)

Total Partiel

1/ L'inflation totale n'est rajoutée qu'à la 4ème année plutôt que d'être répartie durant tout le projet afin de simplifier le calcul du budget.

	1ère Année		2ème Année		3ème Année		4ème Année		TOTAL		GRAND TOTAL
	AID	OMVS	AID	OMVS	AID	OMVS	AID	OMVS	AID	OMVS	
a) Hydrologue, Adjoint Responsable Projet (36 mois à 135,000\$ par an)	67,500		67,500		135,000		135,000		405,000		405,000
b) Assistant Administratif/Financier (45 mois à 90,000\$ par an)	45,000		90,000		90,000		112,500		337,500		337,500
c) AT Court terme (13 mois à 15,000\$ par mois)	45,000		30,000		75,000		45,000		195,000		195,000
Total Partiel	157,000		187,500		300,000		292,500		937,500		937,500
1. Matériel Technique + tuyauterie (168,000 + 96,000)	264,000								264,000		264,000
2. Equipement de Bureau	10,000								10,000		10,000
3. Véhicules											
a. Réhabilitation (5 à 5,000\$ chacun de l'AID et à 10,000\$ chacun de l'OMVS)	25,000	50,000							25,000	50,000	75,000
b. Véhicules tout-terrain; 6 véhicules, 2 de fabrication étrangère pour la Mauritanie, 25,000\$ chacun, et 2 pour le Mali, 2 pour le Sénégal à 15,000\$ chacun).	50,000		60,000						110,000		110,000
c. Camions 1,5 t (4 à 35,000\$ chacun, 2 camions pour le Sénégal et la Mauritanie)	105,000		35,000						140,000		140,000
d. Voitures de Tourisme (3 à 9,000\$ chacune)	18,000		9,000						27,000		27,000
e. Mobylettes (30 à 850\$)	13,000		13,000						26,000		26,000
f. Pièces détachées (15% du prix des véhicules; qui revient à 303,000\$)	45,000								45,000		45,000
Total Partiel	530,000		117,000						647,000	50,000	697,000
4. Transport et Assurance (40% du prix des biens d'équipement, qui est de 640,000\$)	209,000		47,000				64,000		320,000		320,000
5. Inflation (10% du prix des biens d'équipement qui est de 640,000\$)							64,000		64,000		64,000
6. Services (Agent de Service d'Achat) (7%)	45,000								45,000		45,000
	784,000	50,000	164,000				128,000		1,076,000	50,000	1,126,000
1. Matériel de Bureau											
Bureau de St-Louis (6,000\$/an x 3 ans et 1/2 = 20,000\$ photocopie des machines Roneo à 6,500\$)	24,500		6,000		6,000		2,000		38,500		26,500
Bureaux Régionaux (5400\$/an x 3 ans)	11,400		5,400		5,400				22,200		16,200
2. Ciment+matériaux de construction locaux			6,000		6,000				12,000		12,000
									72,700		72,700
3. Inflation (10% des frais locaux de biens d'équipement, ou 48,200\$)							5,500		5,500		5,500
Total Partiel	35,900		17,400		17,400		7,500		78,200		78,200

	1ère Année		2ème Année		3ème Année		4ème Année		T O T A L		GRAND TOTAL
	AID	OMVS	AID	OMVS	AID	OMVS	AID	OMVS	AID	OMVS	
3. Construction (piézomètres et forages)											
Sénégal et Mauritanie	-	-	200,000	-	400,000	-	100,000	-	700,000	-	700,000
Mali (Bureau régional inclu)	25,000	-	70,000	-	85,000	-	-	-	180,000	-	180,000
Total Partiel	25,000	-	270,000	-	485,000	-	100,000	-	880,000	-	880,000
Inflation <sup>1/</sup> (10%)	-	-	-	-	-	-	88,000	-	88,000	-	88,000
	25,000	-	270,000	-	485,000	-	188,000	-	968,000	-	968,000
4. Frais d'Exploitation											
a) Etudes géophysiques (Mali)	-	-	30,000	-	30,000	-	-	-	60,000	-	60,000
b) Analyses hydrauliques (150)	-	-	5,000	-	15,000	-	15,000	-	35,000	-	35,000
c) Fonctionnement et entretien véhicules (60,000\$ par an x 3 ans)	-	-	60,000	-	60,000	-	60,000	-	180,000	-	180,000
d) Location bureaux et ateliers											
1 bureau St-Louis (30,000\$/an x 4 ans, location + frais de fonctionnement)	-	30,000	-	30,000	-	30,000	-	30,000	-	120,000	120,000
-atelier St-Louis (12,000\$/an x 3 ans)	6,000	-	6,000	-	12,000	-	12,000	-	36,000	-	36,000
-Bureaux régionaux (36,000\$ par an X 3 ans)	18,000	-	18,000	-	36,000	-	36,000	-	108,000	-	108,000
e) Personnel											
(1) Siège St-Louis	26,000	95,250	30,000	95,250	22,000	95,250	10,000	95,250	88,000	381,000	469,000
(2) Bureau Régional Sénégal	26,000	-	35,000	-	100,000	-	79,500	-	240,500	-	240,500
(3) Bureau Régional Mauritanie	26,000	-	35,000	-	100,000	-	79,500	-	240,500	-	240,500
(4) Mali	26,000	-	35,000	-	43,000	-	27,000	-	131,000	-	131,000
Total Partiel	128,000	125,250	254,000	125,250	418,000	125,250	319,000	125,250	1,119,000	501,000	1,620,000
5. Frais de Soutien Logistique USAID											
3 Assistants de Projet pour USAID/Dakar; Nouakchott et Bamako (8,000\$ par an pour 3 ans chacun)	-	-	24,000	-	24,000	-	24,000	-	72,000	-	72,000
6. Formation											
a. 3 Stagiaires US à long terme (20,000\$/an x 4 ans et demi chacun, ou 90,000\$ par participant)	-	-	45,000	-	75,000	-	150,000	-	270,000	-	270,000
b. 6 Stagiaires Pays tiers à long-terme (au Sénégal ou Niger pour Maliens et Maurita- niens; 3,000\$/an pour 2 ans)	-	-	15,000	-	21,000	-	-	-	36,000	-	36,000
c. Formation Sur-place	-	-	-	-	7,000	-	7,000	-	14,000	-	14,000
Total partiel	-	-	60,000	-	103,000	-	157,000	-	320,000	-	320,000
7. Evaluation et Suivi (3 pm)	-	-	-	-	-	-	45,000	-	45,000	-	45,000
8. Imprévus	-	-	-	-	20,300	-	15,000	-	35,300	-	35,300
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>1,130,400</b>	<b>125,250</b>	<b>976,900</b>	<b>125,250</b>	<b>1,367,700</b>	<b>125,250</b>	<b>1,176,000</b>	<b>125,250</b>	<b>4,651,000</b>	<b>551,000</b>	<b>5,202,000</b>



riel de bureau et les tuyaux seront achetés aux Etats-Unis (Code 000) ou dans les pays tiers (Sénégal, Mali ou Mauritanie).

L'Adjoint au Chef de Projet OMVS supervisera l'achat de la plupart des biens d'équipement à acheter dans le cadre de ce projet. USAID/RBDO aidera l'OMVS à établir une liste de biens d'équipement de base qui devront être achetés dès l'arrivée de l'hydrologue recruté par l'AID (Adjoint au Responsable du Projet).

Le projet financera l'achat de 13 véhicules pour la première année. Les nouveaux véhicules de la 1ère année comprendront 6 véhicules tout-terrain pour le transport au site, 4 camions de 1,5 t, et 3 voitures passagers pour le bureau de contrôle à St-Louis. Les véhicules seront utilisés par les 3 secteurs à St-Louis, Kaédi et Manantali. Etant donné qu'il n'existe pas en Mauritanie et au Mali de service d'entretien adéquat pour les voitures Américaines, les véhicules pour Kaédi et Manantali seront achetés du Monde Libre. Une demande de dérogation pour ces véhicules est jointe à l'Annexe E. En outre, la création d'un centre d'entretien principal n'est pas possible. Une formation en entretien sera fournie à chaque secteur mais les services et réparations non usuels seront effectués dans des garages privés.

L'achat des rubriques disponibles sur place s'effectuera pour les divers matériaux de construction et fournitures de bureaux dont la valeur unitaire ne dépasse pas \$5000 et la valeur totale n'excède pas 10% du total des coûts locaux du projet.

La mission de l'USAID fournira l'assistance et tous les conseils nécessaires. Le transport maritime et les règles d'assurance maritime seront appliquées. Les biens d'équipement à acheter et leurs prix estimatifs figurent à l'Annexe E (Plan d'Acquisition).

### 3. Biens d'Equipement

La rubrique des biens d'équipement achetés localement a été estimée comme suit :

#### Matériel de bureau

Bureau central de St-Louis	38,500
3 Bureaux régionaux	22,200
Divers matériaux de construction	12,000
	<hr/>
Inflation (10%)	5,500
Total	78,200
	<hr/>

### 4. Construction

La construction des 450 piézomètres de faible (moins de 5 m) et moyenne profondeur (5 à 30 m) autour des périmètres irrigués sera effectuée sous la supervision des bureaux régionaux de l'OMVS. Les 210 piézomètres seront construits par des sociétés de forage Américaines ou locales recrutées sous contrat par l'AID. Une dérogation quant à la source et l'origine sera demandée pour permettre aux firmes du Code 941 de soumettre leur proposition de contrat. Au Mali, les 20 piézomètres proposés seront construits par la Direction Nationale de l'Hydraulique en utilisant le matériel de forage et les brigades du département.

#### a) Construction des puits d'observation (Contrat)

Un puits d'observation sera construit sur chacune des 10 lignes proposées, en travers de la nappe aquifère alluviale au Sénégal et en Mauritanie. Ces puits seront équipés d'un enregistreur de niveau d'eau pour examiner de façon continue toutes les fluctuations observées sur le niveau des eaux souterraines.

Les forages d'observation de 20 cm de diamètre chacun et 30 à 60 m de profondeur (une moyenne de 45 m) pour un total de 450 m de forage et de

tubage. Le tubage de chaque forage sera muni de crépine sur les 3 à 5 derniers mètres, et d'un massif de gravier de ramblayage. L'espace annulaire entre le tubage et le trou sera rempli d'argile. Le puits sera cimenté sur environ 5 m au-dessous de la surface du sol et compacté à l'air comprimé. L'entrepreneur construira également un abri en béton de 15 m sur 1,5 m muni d'une porte de sécurité en acier installée sur chaque forage. L'abri sera muni d'une plate-forme en bois placée à 80 cm au-dessus de la base pour installer l'enregistreur (voir schéma 3, Annexe A). Le devis pour les 20 forages est indiqué ci-dessous. D'après l'entrepreneur, le prix unitaire de 220\$/mètre comprend les opérations de forage, de tubage et de réhabilitation.

Coût forage d'observation

10 forages à 45 m = 450 m X 220\$/m	99,000\$
10 abri par enregistreur à 500\$	5,000
	<hr/> 104.000\$
Imprévus (10%)	10,000\$
	<hr/> 114.000\$

b) Coût - piézomètres le long des lignes (Contrat)

Faible profondeur - 75 de 8m = 375 m x 125\$/m	46.875 \$
Profondeur moyenne - 80 de 26m = 2080 m x 125\$/m	260.000 \$
Grande profondeur - 45 de 40 m = 1800m x 125\$/m	225.000 \$
	<hr/>
Total partiel	531.000 \$
Imprévus (10%)	53.125
Total	<hr/> 585.000 \$

Résumé des coûts du contrat

Forage d'observation	140.000 \$
piézomètres	585.000 \$
TOTAL DES COUTS DU CONTRAT	<hr/> 699.000 \$
Arrondi à	700.000 \$

c) Volet Malien - Construction par la "DNHE"

Vingt forages de 13 à 18 cm de diamètre et 60 à 80 m de profondeur, seront construits par la Direction de l'Hydraulique du Mali dans la zone du réservoir de Manantali en utilisant le matériel de forage du département et des brigades de forage très qualifiés. Le plan de ces forages figure à l'Annexe A, schéma 4. Une étude détaillée du volet Malien se trouve

au paragraphe 6, de l'Annexe A. Les coûts sont basés sur la proposition de la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie pour l'exécution d'Etudes Hydrologiques". Le devis suivant comprend également les coûts de construction d'un petit bureau dans la zone du reservoir de Manantali.

#### Estimation des coûts - Volet Malien

##### Construction de Forage

Mobilisation	8,000 \$	
Forages , 20 de 70 m = 1400 m x 90\$/m	126,000 \$	
Démobilisation	7,000 \$	
		141,000 \$

##### Installation de bureaux

Bureau 60 m2 x 300\$/m2	18,000	
Magasin de stockage 12 m2 x 300\$/m2	3,600	
Latrine	400	
	22,000 \$	
Total partiel	163,000 \$	
Imprévus	17,000	
Total	180,000 \$	

#### d) Construction de piézomètres de faible et moyenne profondeur par les brigades des secteurs

Les 450 piézomètres proposés seront construits à l'intérieur et autour des périmètres irrigués par les équipes sectorielles en utilisant le matériel et l'équipement fournis par le projet. La technique à employer est décrite en détail à l'Annexe A et les coûts des travaux sont inclus aux budgets du

projet pour l'équipement, les matériaux et le support logistique.

### 5. Frais d'exploitation

a. Coûts des études géophysiques et photogéologiques par la DNHE du Mali pour sélectionner les 20 forages d'observation dans le réservoir de Manantali : 3000\$/par site.

60.000 \$

### b. Analyses chimiques

Analyses chimiques à Dakar de 150 échantillonnages, 60\$ chacun, 9,000 \$

Pesticide, herbicide aux Etats-Unis, 40 échantillonnages à 500 \$ chacun; 20,000 \$

Fourniture 3,000 \$

32,000 \$

Imprévus (10%) 3,000 \$

Total 35,000 \$

### c. Fonctionnement et Entretien des Véhicules

à 60,000 \$/an - (véhicules de remplacement non compris pour 3 ans 180,000

### d. Location de bureaux et entrepôts

Atelier de St-Louis à 24,000\$/an pour 3 ans 72,000

3 bureaux régionaux à 36,000\$/an pour 3 ans 108,000

### e. Personnel

Budget du personnel à la charge de l'AID a été établi selon les principes suivants :

- (1) L'OMVS et les Etats Membres devront payer les frais de tout le personnel permanent affecté au bureau central du projet à St-Louis;

- (2) L'AID payera le salaire des employés temporaires à St-Louis ainsi que le per diem de tous les employés permanents qui en ont besoin, et,
- (3) De plus, l'AID devra payer le salaire et per diem de tous les employés des secteurs régionaux pendant la durée du projet.

Tableau 3. Frais du Personnel AID/OMVS

<u>Permanent/*</u> <u>Temporaire</u> <u>(P ou T)</u>	<u>Nombre/Position</u>	<u>Total Coûts</u>		<u>Total Coûts</u>	
		<u>AID</u>		<u>OMVS</u>	
		<u>Salaires</u>	<u>Per Diem</u>	<u>Salaire</u>	<u>Indem- nités</u>
<b>I. ST-LOUIS</b>	(Cellule Principale Aménagement des Eaux Souterraines)	\$	\$	\$	\$
P	1 Chef de Projet à 16.000/an pour 4 ans	-	10.000	64.000	18.800
P	1 Hydrogéologue à 12.000/an pour étu- des + analyses pour 4 ans	-	10.000	48.000	17.000
P	1 Ingénieur/hydrologue à 12.000/an pour 4 ans (formation+opéra- tions)	-	10.000	48.000	17.000
P	1 Comptable/magasinier à 8000/an pour 39 mois	-	3.000	26.000	13.130
P	1 Dessinateur/techni- cien à 10.000/an pour 39 mois	-	-	32.500	13.130
T	1 Dessinateur/techni- cien à 10.000/an pour 2 1/2 ans	25.000	-	-	13.130
P	2 Employés de bureau/ dactylo à 5000/an pour 4 ans	-	-	40.000	-
P	2 chauffeurs/mécani- ciens à 5000/an pour 3 ans	-	6.000	30.000	-

(voir verso)

T	1 traducteur/inter- prète à 8000/an pour 3 ans	24.000	-	-	-
	T O T A L	49.000	39.000	288.500	92.190

GRAND TOTAL AID = 88.000\$

GRAND TOTAL OMVS 381.000\$

- \* Employé Permanent — L'AID financera les coputs des employés temporaires (1 Dessinateur et un Traducteur/Secrétaire pendant toute la durée du projet. De plus, l'AID payera le per diem de tous les employés qui travaillent pour ce projet.



<u>Permanent/ Temporaire</u> (P ou T)	<u>Nombre/Position</u>	<u>Total Coûts AID</u>	
		<u>Salaires</u>	<u>Per Diem</u>
		\$	
<u>BUREAU SECTEUR SENEGAL</u>			
P	1 technicien (Chef de Secteur) à 10.000\$/an pour 3 ans	30.000	10.000
P	1 chauffeur/mécanicien à 5.000\$/an pour 3 ans	15.000	5.000
T	1 chauffeur/mécanicien à 5000\$/an pour 2 1/2 ans	12.500	3.000
T	1 géomètre à 8000\$/an pour 2 ans	16.000	4.000
P	2 chefs d'équipe à 4000\$/an pour 3 ans	24.000	9.000
T	8 manoeuvres à 3.000\$/an pour 3 ans	72.000	
T	1 opérateur tarière mécanique à 5000\$/an pour 2 ans	10.000	3.000
T	2 aides pour l'opérateur de tarière mécanique à 3.000\$/an pour 2 ans	12.000	
P	1 employé de bureau/dactylo à 5000\$/an pour 3 ans	15.000	-
T O T A L		\$ 206.500	\$ 34.000
<u>GRAND TOTAL</u>		<u>240.500\$</u>	

1 équipe et 1 chef d'équipe seront maintenus après le projet  
pour les activités de suivi.

(voir verso)

<u>Permanent/ Temporaire</u> ( P ou T )	<u>Nombre/Position</u>	<u>Total Coûts AID</u>	
		\$	
		<u>Salaires</u>	<u>Per Diem</u>
<u>BUREAU SECTEUR MAURITANIE</u>			
P	1 technicien (Chef de Secteur) à 10.000\$ par an pour 3 ans	30.000	10.000
P	1 chauffeur/mécanicien à 5000\$/an pour 3 ans	15.000	5.000
T	1 chauffeur/Mécanicien à 4.000\$/an pour 2 ans et demi	12.500	3.000
T	1 géomètre à 8000\$/an pour 2 ans	16.000	4.000
P	2 chefs d'équipe à 4000\$/an pour 3 ans	24.000	9.000
T*	8 manoeuvres à 3000\$/an pour 3 ans	72.000	-
T	1 opérateur tarière mécanique à 5000\$/an pour 2 ans	10.000	3.000
T	2 aides pour l'opérateur de tarière méca- nique à 3.000\$/an pour 2 ans	12.000	-
P	1 employé de bureau/dactylo à 5000\$/an pour 36 mois	15.000	-
TOTAL		\$ 206,500	\$ 34.000
GRAND TOTAL		240,500 \$	
=====		=====	

\*1 équipe et 1 chef d'équipe seront maintenus après l'achèvement du projet pour les activités de suivi et de collecte des données.

<u>Permanent/ Temporaire</u> (P ou T)	<u>Nombre/Position</u>	<u>Total Coûts AID</u> \$	
		<u>Salaires</u>	<u>Per Diem</u>
IV. <u>BUREAU SECTEUR MALI</u>			
P	1 technicien (Chef de secteur à 8.000\$/an pour 3 ans	24,000	10,000
P	1 chauffeur/mécanicien à 4000\$/an pour 3 ans	12,000	5,000
T	1 géomètre à 6000\$/an	6,000	2,000
P	1 manoeuvre à 4000\$/an pour 3 ans	12,000	3,000
P	1 gardien à 3000\$/an pour 3 ans	9,000	
P	3 surveillants à 4000\$/an pour 3 ans	36,000	
P	1 employé de bureau/dactylo à 4000\$/an pour 3 ans	12,000	-
	Total \$	111,000	20,000
	<u>Grand Total \$</u> =====	131,000 =====	

## VI. PLAN D'EXECUTION

### A. Direction

La Cellule d'Aménagement des Ressources Souterraines de l'OMVS sera responsable de la planification et de la coordination des activités et jouera le rôle de conseiller technique auprès des Etats Membres. De plus, elle sera responsable de la formation du personnel de façon à renforcer la capacité institutionnelle des services hydrauliques nationaux. Cependant, l'exécution des activités de projet de chaque pays sera la responsabilité des agences hydrauliques nationales respectives.

La Cellule d'Aménagement des Ressources Souterraines dirigera toutes les activités et servira de service d'appui aux 3 secteurs décrits à la Section C " Analyse Institutionnelle".

Pour que ce projet réussisse, il importe que toutes les missions de l'USAID concernées, l'OMVS et les 3 Etats Membres disposent de connaissances solides et continues en matière de gestion de projet, de soutien logistique et d'expertise technique. A cette fin, la structure administrative suivante sera mise en place, en se basant sur les besoins en personnel de la cellule. Un Responsable de Projet sera nommé par l'OMVS pour assurer la direction et la gestion de la cellule et pour coordonner les activités d'exécution du projet qui seront menées par les agences hydrauliques nationales des Etats Membres. Parallèlement, le Responsable de Projet collaborera et travaillera étroitement avec l'USAID/RBDO pour s'assurer que le projet a été exécuté comme prévu.

Le Responsable de Projet sera aidé d'un Assistant, recruté sur la base d'un contrat d'assistance technique avec l'accord de l'OMVS. Cette personne, de préférence un hydrologue, supervisera la formation du personnel de la cellule, et des 3 secteurs. De plus, il identifiera et assistera dans la mise en place d'un programme de formation sur-le-tas y

compris les séminaires.

### B. Bureaux Régionaux

Les bureaux régionaux de la Cellule d'Aménagement des Ressources Souterraines seront installés et financés par l'A.I.D. pendant toute la durée du projet. Sous la supervision du Chef de la Division Opérations, ces bureaux organiseront, coordonneront, et superviseront le personnel\* affecté à la surveillance des puits d'observation qui est composé d'employés des agences hydrauliques nationales. Le Chef de Secteur sera chargé d'assurer la coordination des activités des agences hydrauliques nationales concernant la planification du travail des brigades d'observation pour s'assurer que les besoins et priorités de ces agences ont été respectés.

Le plein succès de l'exécution de ce projet dépend d'une bonne coopération sur le terrain entre les employés nationaux et les superviseurs. Il conviendra d'obtenir de chaque Etat Membre un engagement écrit concernant sa contribution en personnel pour chaque agence hydraulique nationale. Ces accords stipuleront de même la hiérarchisation applicable en matière technique et administrative entre l'OMVS et les services nationaux hydrauliques. Ils s'engageront à entreprendre les activités de contrôle des eaux souterraines dans le Bassin du Fleuve Sénégal après la fin du projet.

### C. Rôle et Responsabilités du Bureau de Coordination USAID/RBDO

L'USAID/RBDO est chargée de la planification, de la coordination et du contrôle des activités du projet; elle sera enfin responsable vis à vis de l'AID à Washington de l'exécution du projet. Un membre du bureau de l'AID à Washington sera nommé Directeur du Projet. Il sera chargé d'entretenir une collaboration étroite avec le personnel homologue de l'OMVS et avec les membres de l'équipe du projet détachés à Nouakchott et Bamako. Le Directeur du Projet soumettra tous les 6 mois des rapports d'exécution qui seront examinés conjointement par l'OMVS et les bureaux de l'USAID concernés.

---

\* le personnel de la SAED et de la SONADER travaillant déjà dans les périmètres irrigués où la construction de 450 piézomètres est prévue.

#### D. Rôle et Responsabilités des Bureaux de l'USAID

Les bureaux de l'USAID du Mali et de la Mauritanie seront chargés de superviser l'exécution des activités spécifiques nationales. Il sera créé au niveau de chaque mission USAID, une équipe du Programme OMVS qui sera ainsi constituée:

1. Responsable National de Projet, Un fonctionnaire du bureau de l'AID à Washington détaché ou un fonctionnaire détaché d'un autre bureau Fédéral, désigné par la Mission AID.

2. Responsable Adjoint de Projet. Le Projet de Développement Intégré assurera le financement de son contrat (625-0621).

3. Assistant du Responsable de Projet. Le Projet de Recherche Agricole Phase II assurera le financement (625-0605) de son contrat.

4. Secrétaire. Le Projet d'Aménagement des Ressources Souterraines financera son contrat.\*

Les Responsables du Programme OMVS seront sous la supervision générale et devront rendre compte aux Directeurs de Mission respectifs. De plus, ils coordonneront les activités d'exécution du programme avec chaque service hydraulique national et avec chaque Chef de Secteur de leur pays. Les Responsables du Programme OMVS devront cependant soumettre périodiquement à l'USAID/RBDO des rapports sur l'état d'exécution du projet et recevront des rapports de la Cellule de St-Louis.

#### 5. Calendrier de Recrutement

Sous réserve que les Conditions Préalables au décaissement sont remplies, le bureau USAID/RBDO produira si possible les documents d'exécution du pro-

---

\* Au cas où les autorisations du Projet de Développement Intégré (625-0621) et du Projet de Recherche Agricole II (625-0957) enregistreraient un retard, le personnel actuel des missions de l'USAID se chargeront des activités de contrôle et d'exécution de ce projet.

jet simultanément après signature des accords de subvention.

Un Consultant sera engagé pour 3 à 6 mois pour assister dans la mise en place de la structure organisationnelle globale c'est-à-dire le bureau central à St-Louis et les bureaux régionaux.

Un Directeur Administratif / Financier sera engagé pour travailler avec le Consultant dans la création des bureaux régionaux. Ce Directeur sera indispensable pour l'achat des fournitures de base des divers bureaux, pour la gestion financière et les salaires.

Le Directeur Adjoint sera recruté à travers un contrat institutionnel dont le contrat d'assistance technique sera préparé à temps opportun pour faciliter son arrivée vers le 13<sup>ème</sup> mois du projet.

Le Hydrologues des services techniques et opérations seront nommés par leur gouvernement respectif et soumis à l'approbation de l'AID.

Les Chefs de Secteurs seront également sélectionnés parmi les services hydrauliques nationaux et affectés aux bureaux régionaux; ils participeront en retour à la sélection du personnel des bureaux régionaux (Comme indiqué à la Section IV.C Analyse Institutionnelle).

L'organigramme du projet suit ce chapitre.

#### E. Programmation et Procédures Fiscales

Après que le projet ait été autorisé par l'AID/Washington, un Accord de Projet sera exécuté entre le Directeur de l'USAID/Dakar, ou celui qu'il aura désigné, et l'OMVS. Un seul accord de projet couvrant l'autorité et les responsabilités de l'OMVS, de l'USAID/RBDO, USAID/Nouakchott, USAID/Bamako, USAID/Dakar, ainsi que celles des services hydrauliques nationaux respectifs sera nécessaire pour ce projet. L'accord de projet, les documents d'exécution et les lettres d'exécution de projet concernant chaque pays

seront soumis aux visas de l'USAID/Nouakchott, USAID/Bamako et l'USAID/Dakar avant leur exécution et/ou leur émission.

Toutes les affectations de fonds du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines seront faites au Bureau USAID de la Comptabilité Régionale sera chargé de coordonner, de recueillir les données et de rendre compte de l'état d'avancement du projet. Le Directeur Administratif et Financier du Projet détaché à Saint-Louis, aidera dans l'exécution de ces tâches. Etant donné que les dépenses en monnaie locale (c'est-à-dire les salaires, frais de construction, rubriques, per diem, etc. seront contractées aussi bien au Mali qu'en Mauritanie, des avances seront faites aux bureaux USAID à Bamako et à Nouakchott pour couvrir de telles dépenses.

Le Directeur Administratif et Financier aidera les agences hydrauliques nationales et les bureaux de l'USAID à préparer les demandes d'avance, les salaires à payer par l'AID, les bons d'achat de biens d'équipement etc.. La certification et la paiement des dépenses en monnaie locale seront la responsabilité des bureaux de l'USAID qui soumet des rapports financiers périodiques au bureau régional de la comptabilité à Dakar.

#### F. Calendrier d'Exécution du Projet

##### 1er Mois

- Signature de l'Accord de Projet
- Installation du bureau du projet à St-Louis par l'OMVS
- Nomination d'un Directeur de Projet
- Négociation d'un contrat de location de bureau à St-Louis (6 à 8 mois)
- Préparation des documents du projet (Contrats d'achats de biens d'équipement (PIO/Cs et d'assistance technique PIO/Ts.

##### 2ème Mois

- Conditions Préalables remplies.



- 3ème Mois -Rapports de travail du Directeur Administratif (expatrié)  
-Arrivée de l'assistant technique à court-terme et démarrage des activités.
- 6ème Mois -Début des activités de planification pour l'installation des bureaux régionaux à St-Louis, Kaédi, Manantali.  
-Rapport d'exécution des 6 premiers du projet + étude avec l'OMVS
- 9ème Mois -Rapport de l'ingénieur de l'OMVS (opérations)  
-Rapport de l'Hydrogéologue de l'OMVS (collecte et analyse de données et formation)  
-élaboration d'un système de classement et de conservation des données pour le bureau du projet à St-Louis;  
-Les Chefs de secteurs rendent compte à leurs secteurs respectifs et s'occupent d'installations de bureaux, de construction locale et du personnel responsable.  
-plan de travail établi pour la 1ère année.
- 10 ème Mois -Arrivée des biens d'équipement  
-Négociations de contrats de location de bureaux à St-Louis  
-Fin de la phase de planification des activités sur le terrain;  
-Négociation de contrats de location de bureau à Kaédi et à Manantali.
- 11ème Mois -Ouverture des bureaux régionaux
- 12ème Mois -Arrivée du technicien en hydrologie recruté sur contrat à long terme; (Adjoint au Chef de Projet)  
-Début de la formation des cadres supérieurs de l'OMVS et des Chefs de secteurs. Formation complète des chefs de secteurs.  
-Arrivée du consultant (court terme) pour organiser le système de contrôle.  
-Livraison de l'équipement des bureaux régionaux.

- Formation des cadres supérieurs
- Constitution des brigades de construction dans les bureaux régionaux;
- préparation des appels d'offres pour les compagnies nationales de forage pour la construction de piézomètres profonds;
- Rapport d'examen sur l'exécution du projet pendant les 2ème et 6ème mois.

13 ème Mois -Poursuite de travaux sur le terrain (1) construction de piézomètres de faible et moyenne profondeur;  
 (2) identification et selection des puits d'observation;  
 (3) établissement des points de jaugeage; (4) collecte des échantillons d'eau pour l'analyse.

-Rapports semestriels sur l'exécution du projet.

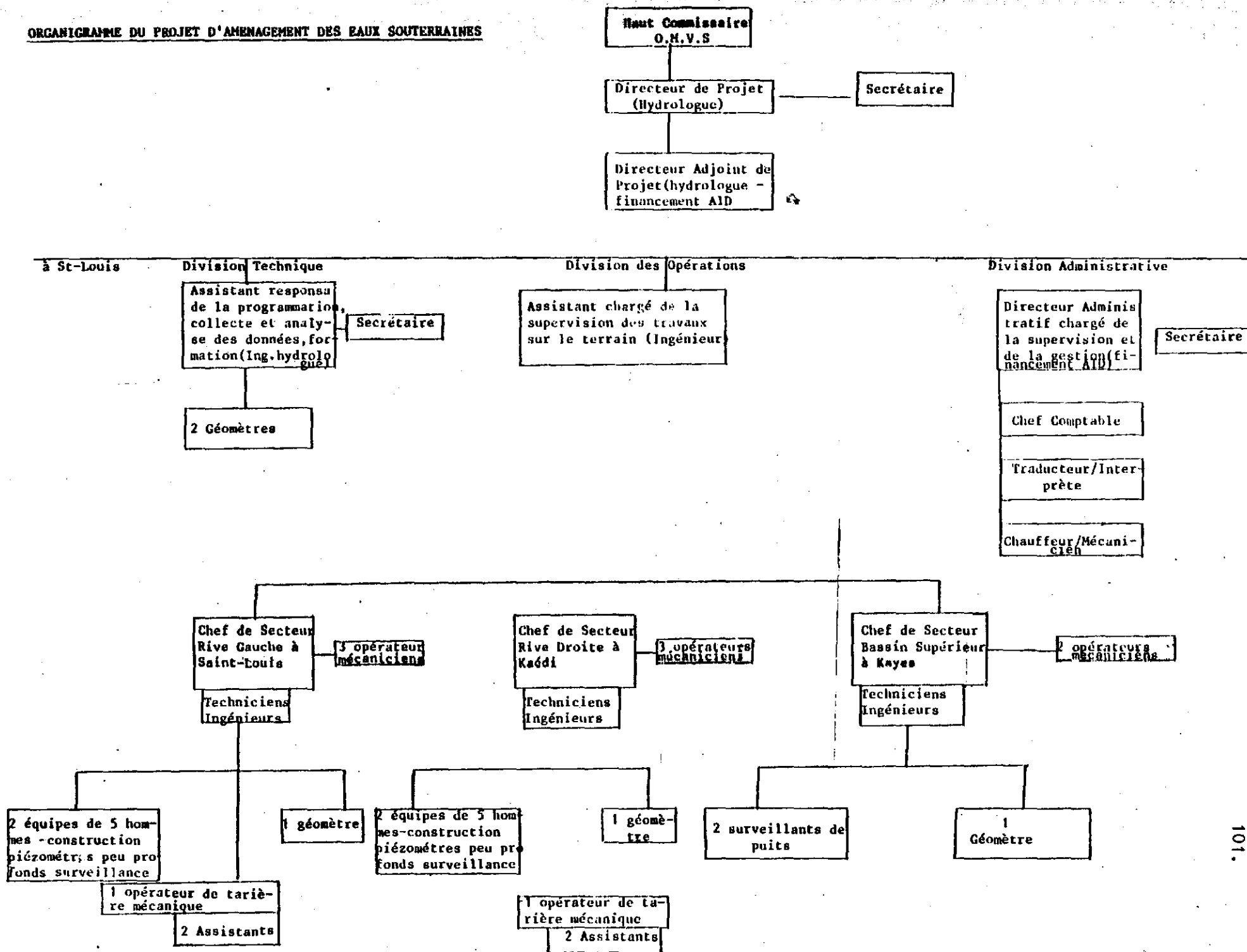
14 ème Mois -Début du contrat de construction de piézomètres profonds par  
 (Juil 83) des sociétés de forage;  
 -poursuite de la collecte des données et planification.  
 -Assistance technique pour formation sur-le-tas des géomètres, des "surveillants" des puits, des mécaniciens etc..

15 ème Mois -Rapports des Chefs de Secteurs à St-Louis pour l'orientation initiale.

25ème -41ème -Rapports d'examen semestriels sur l'exécution du projet.  
 Mois -poursuite des opérations sur-le-terrain (1) construction terminée (2) réseau de piézomètres et de puits d'observation établi; (3) collecte et analyse de données en cours.

- 44<sup>ème</sup> Mois -Evaluation principale de projet, avec assistance contractuelle (" personne-mois).
- 36<sup>ème</sup>-48<sup>ème</sup> Mois
- Rapports d'examen semestriels sur l'exécution du projet;
  - Poursuite des opérations sur le terrain (1) entretien des piézomètres (2) collecte de données par les brigades d'observation, etc..
  - Collecte et analyse de données
  - Assistance technique à court terme pour des consultants pour des études de bilan et de qualité d'eau, des profils hydrauliques, de formulation mathématique, etc..
  - Remplacement des véhicules obtenus;
  - Fonctionnement effectif du Bureau d'Aménagement des Eaux Souterraines et mise en place du système.
- 48<sup>ème</sup> Mois -Départ du technicien à long terme (Adjoint au Responsable de Projet).

**ORGANIGRAMME DU PROJET D'AMENAGEMENT DES EAUX SOUTERRAINES**



## VII - PROGRAMME DE SUIVI ET D'EVALUATION

Les activités du projet incluent (a) l'évaluation et (b) le suivi. L'assistance technique à court-terme permettra d'instaurer un système de gestion, d'aider le personnel du projet et l'USAID/RBDO à faire le bilan des activités dès la troisième année du projet, et d'aider à mener l'évaluation générale du projet durant la quatrième année.

### A. Suivi

Pendant la deuxième année du projet, l'AID fournira un mois d'assistance technique pour aider le personnel du projet à instaurer un système d'informations de suivi. Ce système apportera au personnel du projet, à l'OMVS et à l'USAID/RBDO des informations de base sur les progrès réalisés pour atteindre les objectifs en ce qui concerne la formation, la collecte des données, et la construction des piézomètres. Les informations du système de suivi fourniront les éléments essentiels aux rapports d'exécution semestriels que le Directeur de projet USAID/BRDO préparera et qui formeront la base des Evaluations Conjointes bi-annuelles. L'OMVS, le Bureau de Coordination USAID/RBDO et les bureaux de l'USAID au Sénégal, au Mali et en Mauritanie participeront à ces Evaluations Conjointes bi-annuelles sur l'avancement des projets.

Sur la base des informations recueillies à travers le système de suivi et les évaluations semi-annuelles, un consultant à court-terme participera à une évaluation du projet pour examiner un certain nombre de questions parmi lesquelles:

- les ajustements nécessaires pour permettre au projet d'atteindre ses objectifs initiaux;
- la qualité de la formation, la construction des piézomètres, les efforts de collecte de données et améliorations nécessaires;
- les mesures que l'OMVS et ses Etats Membres doivent prendre pour couvrir les dépenses périodiques du projet lorsque le financement de l'AID prendra fin;
- le calendrier approprié et la nature des 9 mois d'assistance technique à court-terme prévus pour les 4ème et 5ème années du projet;

- avec les données recueillies, les problèmes (de salinité, de remontée de l'eau, etc...) qui sont susceptibles de surgir et qui nécessiteront l'action de l'OMVS, et les systèmes requis afin de s'assurer que l'OMVS et les Etats Membres agissent conformément aux recommandations correctives qui ont été données.

Cette évaluation de projet indiquera les changements de stratégie nécessaires pour atteindre les objectifs du projet.

#### B. Evaluation

Toutes les activités de suivi qui ont été passées en revue permettront de procéder à une évaluation plus approfondie du projet, durant la 4ème année du projet. Les évaluations périodiques auraient constitué la base pour une institutionalisation des activités du projet au sein de l'OMVS et des Etats Membres. Une assistance technique étrangère de 3 personne-mois aidera le personnel du projet et l'USAID/RBDO à tirer des conclusions plus élargies en ce qui concerne le succès et l'impact du projet dans son ensemble.

#### C. Application du Plan d'Evaluation et de Suivi

Le budget du projet prévoit 3 mois d'assistance technique à la gestion et pour l'évaluation. La plupart des résultats du projet concernent la collecte et l'analyse des données et des études de planification hydraulique dont l'évaluation correcte nécessite une expertise spéciale.

L'expertise hydraulique sera requise pour l'assistance aux activités d'évaluation et de suivi: (1) création du système d'informations de suivi. Le Directeur du Programme, USAID/RBDO coordonnera les évaluations plus élargies du projet. Tous les rapports et documents du projet seront disponibles pour le contrôle ainsi que les autres documents et fiches financières de l'USAID et de l'OMVS.

# VIII. BASES DE NEGOCIATION ET CONDITIONS PREALABLES

## A. Bases de Négociation

Etant donné que le projet est avant tout un projet de création d'une structure institutionnelle orienté vers l'amélioration des capacités de l'OMVS et des services nationaux des Etats Membres à planifier l'aménagement des ressources souterraines du Bassin du Fleuve Sénégal, il conviendra que l'OMVS et les Etats Membres s'engagent pleinement et activement dans ce projet. L'AID financera la plupart des frais administratifs de l'OMVS pendant les trois premières années d'exécution du projet, et l'OMVS prendra par la suite la relève au cours des 4ème et 5ème années du projet. Le Sénégal, le Mali et la Mauritanie fourniront le personnel de terrain pour les travaux de construction, les brigades d'observation et les géomètres qui seront affectés dans les bureaux régionaux à Saint-Louis;, Kaédi et Manantali.

## B. Conditions Préalables

Afin d'assurer l'engagement de l'OMVS dans ce projet, la création officielle; au sein de l'OMVS d'un bureau d'aménagement des ressources souterraines et la nomination d'un Directeur de Projet seront posées comme conditions préalables aux décaissements de tout fonds pour ce projet. En outre, un engagement écrit sera conclu entre l'OMVS et chaque pays participant et déterminera les responsabilités de chaque partie vis à vis du projet, particulièrement ses contributions en personnel de terrain affecté au Service d'Aménagement des Eaux Souterraines par chaque service national. Enfin la condition préalable au décaissement des fonds de la deuxième tranche (2ème année du projet) sera la désignation des Chefs de Secteurs et l'installation officielle des bureaux de Saint-Louis, Kaédi et Manantali. L'OMVS s'engagera à fournir le soutien administratif nécessaire tel que défini dans le Document du Projet: l'appui administratif portera sur le paiement des salaires, la fourniture des bureaux, les travaux de secrétariat et autres dont une grande partie sera assurée par les services nationaux des Etats Membres. Cette contribution est estimée à 551.000 \$ et couvrira toute la durée du projet.

Comme l'indique le Tableau 3 "Coûts Personnel IAD/OMVS" (page 88), la contribution totale nécessaire de tous les Etats Membres de l'OMVS pour couvrir les frais de ce personnel affecté au siège de Saint-Louis s'élève à 381.000\$. Cependant, puisque le Responsable de Projet est déjà sur place 298.000\$ seulement (381.000\$ moins 64.000 et 18.000\$) seront nécessaires pour couvrir la contribution de l'OMVS pour les frais de personnel. Celle-ci reviendrait à 100.000\$ en moyenne par pays. La contribution annuelle par pays serait donc de 25.000 pour les quatre années du projet.

Comme condition préalable au décaissement de tout fonds de ce projet et afin d'assurer un soutien logistique approprié et opportun, chaque Etat Membre devra verser une première avance de 25.000\$ dans un délai de 90 jours après signature de l'Accord de Subvention pour couvrir les frais de personnel de la première année d'exécution de l'Accord de Subvention. A la fin de la 1ère, 2ème et 3ème année d'exécution de l'Accord de Subvention, chaque Etat Membre devra verser une autre tranche de 25.000\$ qui complétera sa contribution de 100.000\$. Au cas où les Etats Membres manqueraient d'apporter leur contribution 90 jours après les dates d'expiration des 1ère, 2ème et 3ème années d'exécution, aucun financement supplémentaire de l'AID ne sera prévu pour eux pour le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines jusqu'à ce que les arriérés soient complètement payés.



ANNEXE A

ANALYSE TECHNIQUE

## A N N E X E A

### ANALYSE TECHNIQUE

Mr. Georges C. Taylor, Fils, de CH2M Hill a, en octobre 1979, analysé la fiabilité technique de ce projet dans un rapport intitulé "USAID/Planification de la Maîtrise de Eaux Souterraines". La présente annexe contient la justification du projet ainsi qu'un programme de travail détaillé, adapté du rapport de Mr. Taylor.

#### Justification du Projet

A l'heure actuelle, plusieurs périmètres endigués et irrigués sont en voie d'aménagement, ou ont été complétés, dans le Bassin du Fleuve Sénégal avec l'appui financier de divers bailleurs de fonds, y compris la Banque Mondiale, le Fonds Européen de Développement et l'USAID. Plusieurs milliers de dollars ont été investis dans la construction, et on prévoit que, durant la prochaine décennie, les coûts de construction dépasseront 1 milliard de dollars. Malgré l'ampleur de ces investissements, peu d'attention a été accordée, hormis les plantations sucrières de la CSS à Richard Toll, à la maîtrise de l'eau dans le Bassin du Fleuve Sénégal. En résultat, les problèmes de remontée des eaux et de salinité sont évidents dans les périmètres rizicoles de M'Pourié, près de Rosso, dans ceux de Dagana et dans les périmètres en chantier de Nianga et de Guédi; de surcroît, ces problèmes menacent d'autres périmètres.

Une bonne maîtrise de l'eau dans les périmètres irrigués nécessite un calibrage précis des rendements de pompage, de l'arrosage des cultures, de l'évapotranspiration, des pertes dues aux fuites des canaux et à la profonde percolation des champs irrigués, sans oublier le contrôle des fluctuations des nappes aquifères et de la salinité. Si des mesures appropriées de maîtrise de l'eau ne sont pas identifiées et mises en vigueur, des investissements importants pourraient être nullifiés en quelques années par la remontée des eaux et/ou la salinité. Dans un proche avenir, la maîtrise de l'eau est probablement le problème le plus critique des périmètres irrigués endigués du delta et dans la vallée en aval de Podor; elle s'avère tout aussi critique pour la vallée du Centre et du Nord.

Des études précédentes sur les eaux souterraines ont démontré le rôle que joue le Fleuve Sénégal et ses nappes aquifères alluviales, dans le rechargement des nappes aquifères sous-jacentes qui alimentent des centaines de puits domestiques et d'abreuvement. La nappe phréatique alluviale se déverse en alternance durant la saison sèche, et se réapprovisionne pendant l'hivernage. Dans la mesure où le mécanisme d'alimentation et de vidange demeure incompris, l'un des objectifs du projet sera de compiler et d'analyser les données relatives aux eaux souterraines connexes à ce mécanisme.

La nécessité d'une analyse des eaux souterraines deviendra primordiale lors de la construction des barrages de Diama 1/ et de Manantali 2/ , qui modifieront le régime du fleuve et des eaux souterraines adjacentes.

Le barrage de Diama, situé à l'embouchure du fleuve, empêchera la remontée de l'eau salée en amont et facilitera le captage d'eau douce. Les effets de concentration de transports de ce réservoir pourraient causer le flux latéral des nappes souterraines salées ou aggraver les problèmes liés à l'irrigation. A cet effet, la maîtrise des eaux souterraines revêt une importance particulière dans les terres avoisinantes au barrage. De même, le barrage de Manantali changera le régime des eaux du fleuve en les régularisant et en modifiant le débit. L'inondation des crues sera aussi réduite. Tout ceci pourrait affecter le réapprovisionnement des nappes aquifères alluviales et, indirectement, les nappes aquifères sous-jacentes. La maîtrise des eaux, instaurée avant la régularisation du débit d'eau par le barrage de Manantali, sera une source de donnée de base importante qui permettra de quantifier l'ampleur des changements à apporter. — La zone qui sera étudiée par le le projet, inclut les bassins du Bafing et du Fleuve Sénégal qui seront affectés par la régularisation des débits. En outre la DNHE du Mali accorde une haute priorité à l'emplacement de forages d'observation (piézomètres de grand diamètre) de la région de Manantali. Les enquêtes géologiques menées durant les études de factibilité sur le site du barrage et dans la zone du réservoir ont révélé l'existence d'un réseau important de failles qui risquent de devenir des fuites, pendant et après le captage des eaux du Bafing. Les piézomètres sont nécessaires pour observer l'effet des revêtements bitumeux sur la charge hydraulique ou l'effet du captage sur les eaux souterraines contenues dans la série de failles. La contamination des hauts fonds par les engrais et insecticides dont on fait progressivement usage dans les périmètres irrigués, est un autre problème potentiel, étant donné que ces hauts fonds alimentent plusieurs puits domestiques et d'abreuvement. Donc, un autre objectif visé par le projet serait de contrôler la qualité des eaux souterraines dans les domaines afférents à ces dangers.

Finalement, comme il a été décrit dans les rapports Illy (1973), Bechtel (1976) et d'autres, le secteur Matam-Boghé recèle un important potentiel d'exploitation des eaux souterraines pour l'irrigation. Ce projet fournirait les données nécessaires sur la maîtrise et les nappes aquifères qui serviront à quantifier ce potentiel et ses limites.

- 
- 1/ Les travaux de construction du barrage de Diama ont débuté en novembre 1981 et seront achevés en 1986.
  - 2/ Les travaux de construction du barrage de Manantali devront commencer vers la mi-/fin 1982. Le barrage sera mis en fonctionnement en 1988-1989, selon la disponibilité de financement.

## Plan de Travail

La zone concernée par le projet comprend le delta du Fleuve Sénégal et la vallée de Bafoulabé à Saint-Louis, ainsi qu'une bande de terre de 10 à 12 km. de largeur, des deux côtés de la vallée. La région du réservoir de Manantali et la région en aval du Bafing à partir de Manantali, y sont aussi incluses. On peut diviser les divers volets du projet en activités de planification, de collecte et analyse de données, de formation, d'opérations sur-le-terrain et de construction.

### A. Planification

Durant les activités de planification qui débiteront avec le projet, il importe:

1. de concevoir un système de classement des données hydrogéologiques, des détails sur la construction, les sites, les inventaires d'équipement de chaque puits, forage, piézomètre et puits d'observation de la zone du projet.
2. De concevoir des fiches appropriées pour enregistrer les données hydrogéologiques, les détails sur la construction, les sites, les listes d'équipement de chaque puit, forage, piézomètre et puits d'observation.
3. D'élaborer un système de classement approprié pour inscrire les données résultant du calibrage périodique du niveau d'eau et de la conductivité au niveau de la direction du projet à Saint-Louis.
4. De concevoir une fiche appropriée pour enregistrer les données sur le niveau d'eau et le calibrage spécifique de conductivité de chaque puit d'observation et piézomètre.
5. De planifier la répartition d'un réseau de puits d'observation à une densité moyenne de 1 puit par 100 km<sup>2</sup> au long de la vallée en aval du Bafoulabé et sur une bande de terre d'environ 10 à 12 km de largeur des deux côtés du bassin. On choisira avec précaution des puits existants qui peuvent servir à l'observation en même temps que les piézomètres proposés.
6. De planifier un réseau de piézomètres de petite profondeur dans chacun des périmètres irrigués endigués du bassin alluvial de plus de 100 ha. Dans la mesure du possible, on installera un piézomètre dans chaque bloc de 100 ha. On installera des piézomètres juste après chaque périmètre à des fins d'observation.
7. De planifier un réseau de piézomètres de petite profondeur adjacent au site du réservoir proposé pour Diama, afin d'observer les effets de la captation sur la nappe phréatique et sur la qualité de l'eau dans le delta.

8. De planifier un réseau de piézomètres profonds et de petite profondeur dans le secteur Matam-Boghé pour examiner en plus de détails, les observations rapportées par Illy (1973) sur le mécanisme alimentation-vidange du Fleuve Sénégal, des nappes aquifères de son bassin et des nappes aquifères régionales contiguës. Ce secteur détient le potentiel le plus intéressant d'aménagement des eaux souterraines pour l'irrigation du bassin et des "dieri" adjacents.

## B. Collecte et Analyse des Données

Les activités de collecte des données débiteront avec le projet et continueront durant l'exécution du projet. L'analyse des données s'effectuera seulement durant les étapes intermédiaires et finales du projet, après la compilation d'une banque de données.

La première tâche de collecte consistera à mettre à jour les inventaires de puits et les données concernant les eaux souterraines qui ont résulté de l'Etude Hydroagricole OMVS/FAO. L'étude en question inclut les travaux d'Audibert (1970), Illy (1973) et Hamdinou (1974), sur le bassin du fleuve.

La deuxième tâche comprendra la recherche et l'identification de toute la documentation et des données aux objectifs identifiés; cette recherche sera menée dans le Centre de Documentation à Saint-Louis.

La troisième étape sera la recherche et l'identification d'informations non-publiées qui se trouvent dans les dossiers de la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie, et de l'OVSTM, à Bamako; de la Direction de l'Hydraulique et de la SONADER, à Nouakchott; de la Direction de l'Hydraulique à Dakar et la SAED à Saint-Louis.

Lorsqu'une quantité suffisante de données sur le niveau et la qualité de l'eau aura été rassemblée, il conviendra alors de commencer les analyses et interprétations des données. Ces activités inclueront:

1. le tracé de cartes sur la salinité des eaux souterraines; sur la profondeur de la nappe phréatique dans les plus grands périmètres endigués et irrigués (données concernant la couche souterraine).
2. L'établissement et l'analyse de profils hydrauliques le long des piézomètres pour observer le mécanisme pression de l'eau et qualité de l'eau du fleuve, les nappes aquifères du bassin et les aquifères profonds de la région, ceux du secteur Matam-Boghé en particulier.
3. L'examen des fluctuations de la qualité de l'eau dans les puits domestiques et d'abreuvement ainsi que les tendances saisonnières ou à long terme des niveaux d'eaux souterraines.
4. L'examen des bilans d'eau et de l'équilibre de salinité des périmètres sélectionnés.

Ces examens se baseront sur la comparaison entre les fluctuations observées sur le niveau d'eau et la qualité de l'eau, avec les aménagements d'irrigation, les estimations d'infiltration et d'évapotranspiration.

### C. Formation

Les activités de formation débuteront très tôt et continueront pendant l'exécution du projet. Les éléments relatifs à la formation inclueront:

1. la formation professionnelle dans les domaines de l'utilisation et de l'entretien des rubans électriques, instruments d'échantillonnage de l'eau, manomètres de conductivité, instruments de nivellement, enregistreurs de niveau, et autre équipement connexe.
2. La formation professionnelle en matière d'enregistrement des données de calibrage sur les fiches. Les fiches inclueront les dates et moments de calibrage ainsi que des observations pertinentes sur les situations qui pourraient affecter le calibrage.
3. Dès l'instauration du projet, il conviendra de faire participer les cadres supérieurs de l'OMVS à un séminaire à Saint-Louis, sur le cadre et les objectifs du projet. Cette formation sera alliée à celle des chefs de secteur.
4. La formation d'arpenteurs (géomètres) et d'assistants qui seront répartis en équipes de trois personnes.
5. La formation professionnelle des surveillants de puits pour qu'ils puissent assurer le fonctionnement individuellement ou en tandem.
6. La formation s'effectuera par des stages intensifs alliés à l'instruction sur-le-terrain, sur l'utilisation des instruments.
7. La formation et l'endoctrinement des observateurs et des villageois quant à la fonction, l'importance des piézomètres et la nécessité de les protéger contre le vandalisme. L'anthropologue/sociologue de l'USAID/REDSO sera consulté à ce sujet.
8. L'inspection périodique par le personnel de gestion, des activités entreprises par les enquêteurs et les équipes d'enquêtes, et des activités de collecte des données pour en assurer la qualité.
9. Plus tard durant le projet, la formation du personnel professionnel détaché aux bureaux de l'OMVS à Saint-Louis, dans les domaines de l'équilibre hydraulique et les analyses de salinité, la qualité de l'eau, l'hydraulique souterraine, la formulation mathématique et la préparation des rapports techniques pour usage lors de la planification de la mise en valeur des terres et de l'exploitation des eaux.

#### D. Activités sur le terrain

Les activités de fonctionnement au niveau du terrain qui seront entreprises sous la direction du personnel professionnel de Saint-Louis, comprendront:

1. L'identification et la sélection de puits d'observation, parmi les puits villageois, d'abreuvement et les forages. On estime que quelque 400 puits d'observation seront nécessaires à la création du réseau.
2. L'identification visuelle des puits d'observation que l'on pourrait marquer sur les margelles.
3. Vérifier, par comparaison, les points de calibrage grâce aux données terre-surface-niveau mer au niveau d'instrumentation.
4. Vérifier, sur le terrain, les piézomètres construits pour les études de Illy (1973) à Kanel (rive gauche); Matam (rives droite et gauche); Guédé (rive gauche); Nianga (rive gauche); Boghé (rive droite) et Podor (rive gauche). La même activité sera entreprise pour les études menées par Audibert (1970) dans le delta et par Betchel (1976) à Matam.
5. Remplacer ou le cas échéant, réhabiliter les piézomètres selon les besoins.
6. Sélectionner des sites pour la construction par le projet, de piézomètres de petite profondeur à l'aide de tarières manuelles ou mécaniques. Environ 10 à 15 piézomètres de petite profondeur seront installés dans ou près de chaque périmètre irrigué endigué, et 25 à 30 dans le voisinage du réservoir de Diama. Au total, environ 450 piézomètres de 3 à 15 m de profondeur seront nécessaires dans et près des grands périmètres irrigués de la région du projet. Environ la moitié pourrait être aménagée avec des tarières manuelles et le reste avec des tarières mécaniques.
7. Sélectionner des sites pour l'aménagement, le long de la ligne piézométrique, d'une série combinée de piézomètres de petite profondeur (moins de 5 m), intermédiaires (5 à 30 m) et profonds (30 à 60m) le long de la ligne étudiée par Illy et Betchel. Certains piézomètres seront aménagés en "batterie à trois trous" avec des piézomètres de petite profondeur, de profondeur moyenne et profonde, pour mesurer la charge représentative de la pression et la qualité de l'eau courante à différentes profondeurs d'aquifères du même site. On estime qu'environ 20 piézomètres seront nécessaires pour chacune des dix lignes piézométriques jusqu'à un total de 200. De ces derniers, environ 75 pourront être construits à l'aide de tarières manuelles; 80 par des tarières mécaniques et 45 seront installés avec un équipement de percussion ou rotatif capable d'atteindre 60 m de profondeur.

8. Entre Bakel et le site du barrage de Manantali, le Fleuve Sénégal et le Bafing coulent sur des pierres consolidées. Dans cette partie du Bassin, des puits existants et des forages près des rivières seront inclus au réseau de puits pour observer les fluctuations dans l'écoulement de la rivière vers la nappe phréatique.

9. Dans les environs et au site du barrage et du réservoir de Manantali, il importera de contrôler les effets du captage des eaux du Bafing sur le régime des eaux souterraines surtout quant aux possibilités de fuites par le système de faille qui traverse la région du réservoir. A cet effet, une vingtaine de piézomètres d'une profondeur d'environ 60 m seront creusés autour de la périphérie du réservoir pour l'observation périodique du niveau d'eau. De plus, les puits environnants seront mesurés périodiquement pour un contrôle supplémentaire des données.

10. Une fois que les puits d'observation ont été sélectionnés et identifiés sur le terrain, le calibrage périodique pourra commencer. Il est recommandable que les vérifications s'effectuent mensuellement au début pour tous les puits d'observation, les piézomètres et les forages. Au fur et à mesure que l'équipe acquiert de l'expérience, on augmentera les efforts visant à contrôler, hebdomadairement, le niveau et la conductivité spécifique, particulièrement pendant la saison des crues.

11. Des copies de prélèvements de contrôle de tous les surveillants de puits seront envoyées au siège de l'OMVS à Saint-louis pour le dépouillement et l'analyse dès réception. Un calibrage de contrôle sera effectué de temps en temps durant les inspections du personnel technique de l'OMVS, pour s'assurer que les surveillants de puits assument leurs responsabilités.

## E. Construction

### 1. Méthode de construction traditionnelle

De nombreux piézomètres de petite profondeur ont été installés dans le BFS au moyen de tarières à main et selon les techniques simples de puisage. L'excavation sera pratiquée à l'aide d'une tarière à main et l'opération se poursuivra jusqu'à ce que les matériaux d'éboulement ou l'équipement de la tarière à main soient atteints. Une fois que ces matériaux sont atteints, le tuyau du piézomètre est introduit dans le trou et poussé vers le bas en creusant et en renforçant le tuyau. Si le matériau de puisage est dur, on se servira d'eau pour faciliter le puisage. Les piézomètres construits d'après cette méthode auront 6 à 8 m de profondeur. Des tuyaux en acier galvanisés de 6, 6,4 et 7 cm ont été utilisés dans la construction des piézomètres.

Toutefois, les tuyaux de <sup>6</sup>5,5 cm ont tendance à se désamorcer durant l'enfoncement et des tuyaux de 6,4 cm sont recommandés comme dimension minimum pour ce genre d'opération. Une entaille dans la partie inférieure du tuyau est pratiquée avec une scie à métaux. Le matériel requis pour cette opération est bon marché et simple. Ceux-ci comprennent une tarière à main, et un bailer de fabrication locale, un trépied, une corde et une poulie.



## 2. Détails sur la construction

Les travaux de construction pourront commencer à n'importe quel moment après sélection des sites de piézomètres. La plupart des piézomètres auront 6,4 cm de diamètre. Ces piézomètres sont adaptables au ruban électrique ou autre équipement de calibrage hydraulique, et seront assortis d'une auge tabulaire pour l'échantillonnage de l'eau. Généralement, les piézomètres seront jointoyés en ciment ou avec un coulis et un block de béton armé pour empêcher le tuyau de sortir. Cet assemblage sera ajusté par une calotte filetée qui ne s'enlèvera qu'avec une clé anglaise. Là où le vandalisme pose une menace sérieuse, les piézomètres seront équipés d'une calotte cadénassée ou d'un bloc de béton armé posé en couverture para fouille et protégé par une plaque cadénassée.

D'après les études précédentes, la destruction des piézomètres, causée par le vandalisme des habitants, a toujours été un problème. Il convient d'identifier un moyen de protéger des nouvelles installations contre les vandales. on pourrait peut-être envisager un programme avec l'aide des chefs de village ou la police pour conseiller les gens du village (voir Analyse Sociale).

## 3. Piézomètres de petite profondeur

1. Les piézomètres de moins de 5 m de profondeur seront construits par les équipes du projet sous la direction du personnel technique de secteur. La méthode de construction sera la méthode traditionnelle décrite au paragraphe No.1. Deux équipes de 3 à 4 hommes chacune, 2 du secteur de la rive gauche et 2 du secteur de la rive droite, seront occupées simultanément durant l'exécution du projet, à l'installation de piézomètres de petite profondeur et au remplacement des piézomètres abîmés. Les piézomètres de petite profondeur seront tout simplement des tuyaux dont les derniers 50 cm d'extrémité seront entaillés et enveloppés de nylon qui servira de filtre; ils seront posés à environ 2 m en-dessous de la nappe phréatique, dans le sable saturé.

## 4. Piézomètres de profondeur moyenne

Les piézomètres de 5 à 30 m (Fig. 1, p. ) de profondeur seront installés par une tarière mécanique montée sur un camion, sous le contrôle des ouvriers et des responsables sectoriels de Kaédi et de Saint-Louis. Deux tarières mécaniques seront fournies au titre du projet. Les équipes sectorielles de Kaédi et de Saint-Louis seront chargées de la supervision technique.

La technique de construction sera semblable à la méthode traditionnelle sauf que la tarière mécanique permettra aux bureaux régionaux de creuser des forages plus profonds.

## 5. Piézomètres profonds et forages d'observation (Sénégal et Mauritanie)

Les piézomètres profonds et les forages d'observation seront aménagés dans les cesteurs des rives droite et gauche sur la base d'un contrat avec une compagnie de forage locale. Il existe 2 compagnies de forage à Dakar qui ont beaucoup d'expérience. Le travail à accomplir sur la base d'un contrat

comprend la construction d'environ 45 piézomètres profonds et 10 forages d'observation de grand diamètre à installer le long des lignes piézométriques prévues.

Chaque forage d'observation sera équipé d'un enregistreur de niveau d'eau encaissé dans un abri en béton armé muni d'un cadenas (Voir Fig. 3, p. ). Un surveillant sera assigné pour l'entretien de chaque enregistreur et pour les protéger des vandales.

Les documents d'appel d'offres élaborés par le personnel de la cellule d'Aménagement des Ressources Souterraines de l'OMVS et l'Adjoint au Responsable du Projet (hydrologue de l'USGS) qui fournit l'assistance technique dans l'installation des piézomètres/forages profonds et dans le développement des spécifications techniques.

Le Bureau de RBDO qui aura un ingénieur fournit son personnel, s'assurera que les documents d'appels d'offres sont conformes aux exigences de l'AID en matière de contrat avec les pays hôtes. Le contractant sera chargé de toute la construction, y compris la construction des forages, leur coupe géologique, l'équipement et l'installation du tubage et de moustiquaire, un tubage provisoire si nécessaire, essai de la pompe des forages d'observation si cette option est recommandée par le personnel technique de la Cellule d'Aménagement des Ressources Souterraines. A l'exception de l'enregistreur du niveau d'eau, le Contractant sera chargé de fournir tous les matériaux nécessaires y compris la construction de l'abri en béton pour l'enregistreur.

## 6. Volet Malien

1. Réseau d'Observation - Fleuves Sénégal et Bafing en aval du barrage de Manantali.

Le travail prévu dans la zone d'étendant entre le barrage de Manantali en aval vers la frontière Malienne comprend:

- (a) l'identification et la sélection des puits et forages actuels qui forment le réseau d'observation.
- (b) levés pour établir la localisation et les points de mesure.
- (c) exécution du programme d'aménagement des eaux souterraines, i.e. le calcul des niveaux d'eau et des paramètres de l'eau (conductivité, Ph et température) à des intervalles réguliers.

Cette opération sera menée à Kayes où la DNHE a créé un bureau pourvu d'un personnel technique. La partie du fleuve à étudier a 300 m de long et a été divisée en 2 secteurs pour des besoins opérationnels. Le projet d'Aménagement des Eaux Souterraines fournira un véhicule tout-terrain et des mobylettes, de même que des radios pour transmettre les informations et toutes communications d'ordre général. La communication par radio est essentielle pour la coordination entre le bureau sous-régional à Kayes et le bureau régional qui sera créé à Manantali. Le projet fournira également des indicateurs de niveau d'eau et autres instruments nécessaires à la collecte des données.

## 2. Réseau d'Observation - Zone de réservoir de Manantali

Les travaux à accomplir dans cette zone comprennent:

- (a) la reconnaissance géologique
- (b) sélection du site des piézomètres en utilisant des méthodes de photographie aérienne et géophysique
- (c) construction de piézomètre
- (d) construction de petits bureaux près du Réservoir.

Les études de photographie aérienne et géophysique seront accomplies par le personnel de la DNHE sous la supervision du Chef de Secteur et du personnel de l'OMVS. Les méthodes géophysiques consisteront en des méthodes de résistivité électrique, des méthodes sismiques et gravimétriques. La DNHE dispose de l'équipement nécessaire.

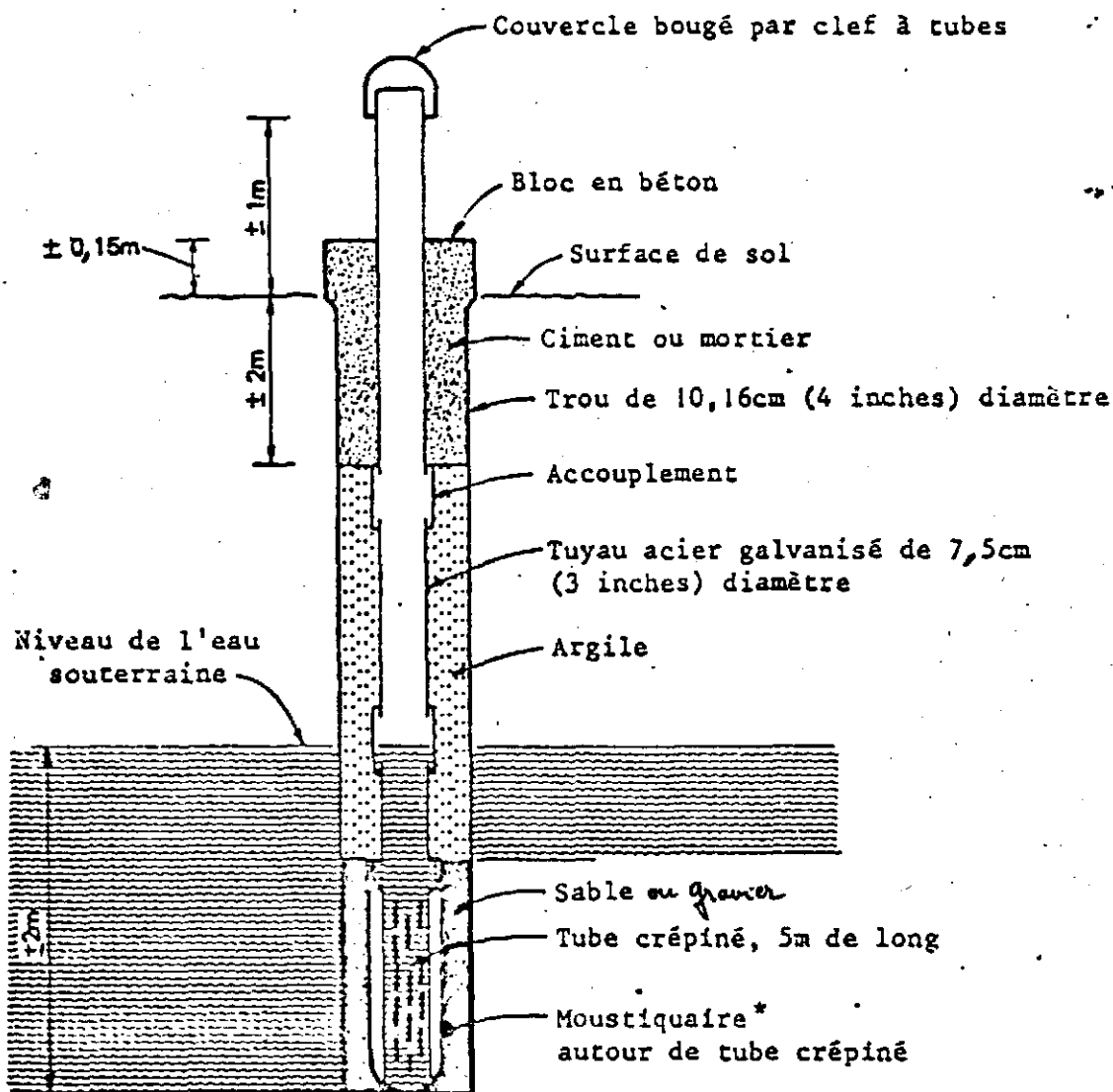
Les 20 piézomètres seront construits par le personnel de la DNHE en utilisant l'équipement de forage de la DNHE. La conception des piézomètres figure également au Schéma 4 et comprend essentiellement un forage de 6-8" de diamètre équipé d'un tuyau en acier galvanisé de 4-6". Un filtre PVC sera utilisé et le puits sera remblayé avec du gravier. La profondeur moyenne des piézomètres est d'environ 60 à 80m. Il convient de noter que le diamètre du puits et le tubage sont plus grands que nécessaires pour les observations piézométriques; toutefois la DNHE justifie cet état de fait en se basant sur l'utilisation éventuelle des piézomètres pour l'approvisionnement en eau. Aussi, 4 à 5 enregistreurs de niveau d'eau seront utilisés; nécessitant le tubage de diamètre supérieur.

Des locaux pour effectuer les opérations de contrôle et de construction de puits ne sont pas disponibles dans la zone de Manantali; il conviendra donc de construire un local supplémentaire simple et économique dans la zone. A la suite des discussions qui ont eu lieu avec la DNHE, il a été convenu d'installer 3 bureaux de 4m sur 5. Le service d'ingénierie de l'AID à Bamako recommande la construction d'un aggloméré avec une toiture en tôle. Il sera également construit une petite pièce pour le stockage du matériel et une latrine. Le logement du personnel sera la responsabilité de la DNHE.

### F. Contrôle de Qualité d'Eau

Les opérations de contrôle de la qualité de l'eau comprennent à la fois le calcul sur le terrain des paramètres de qualité d'eau et des analyses au laboratoire des divers constituants. Les essais sur le terrain seront réalisés d'abord dès l'achèvement de la construction d'un piézomètre et se poursuivront sur une base régulière conformément au programme d'observations du niveau d'eau qui sera exécuté par les bureaux régionaux. Les paramètres à calculer comprendront la température, le PH et la conductivité électrique spécifique. Le personnel du secteur sera également chargé de rassembler les échantillonnage d'eau pour les analyses de laboratoire. Ils recevront aussi une formation dans

Le Schéma Proposé pour Piézomètres  
de Faible et Moyenne Profondeur



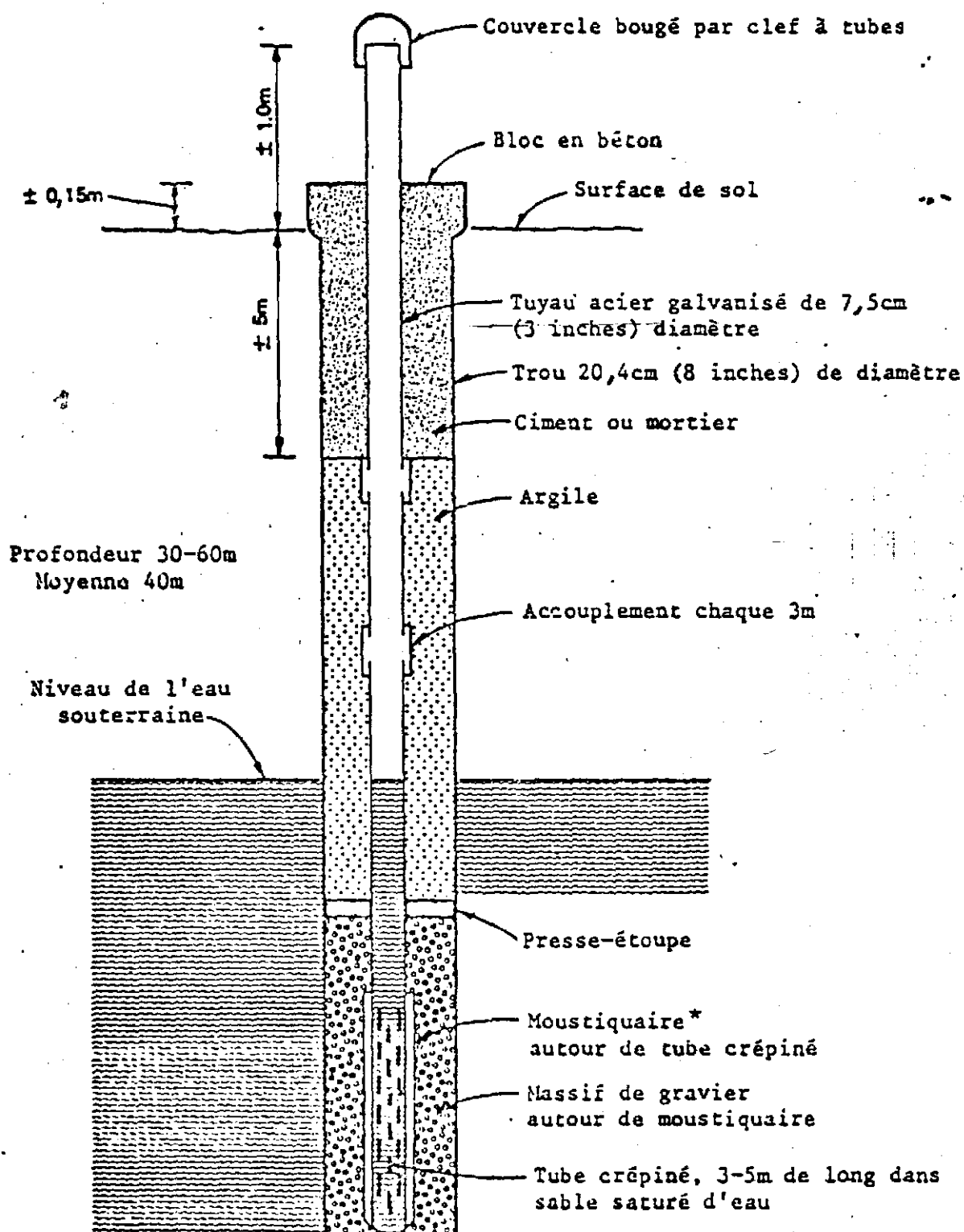
Piézomètres moins de 0,5m de profondeur,  
installé avec une tarière à main;

Piézomètres plus de 5m mais moins de 30m  
de profondeur, installé avec tarière mécanique

\*Il s'agit de substance utilisée habituellement pour  
les moustiquaires

Schéma 1

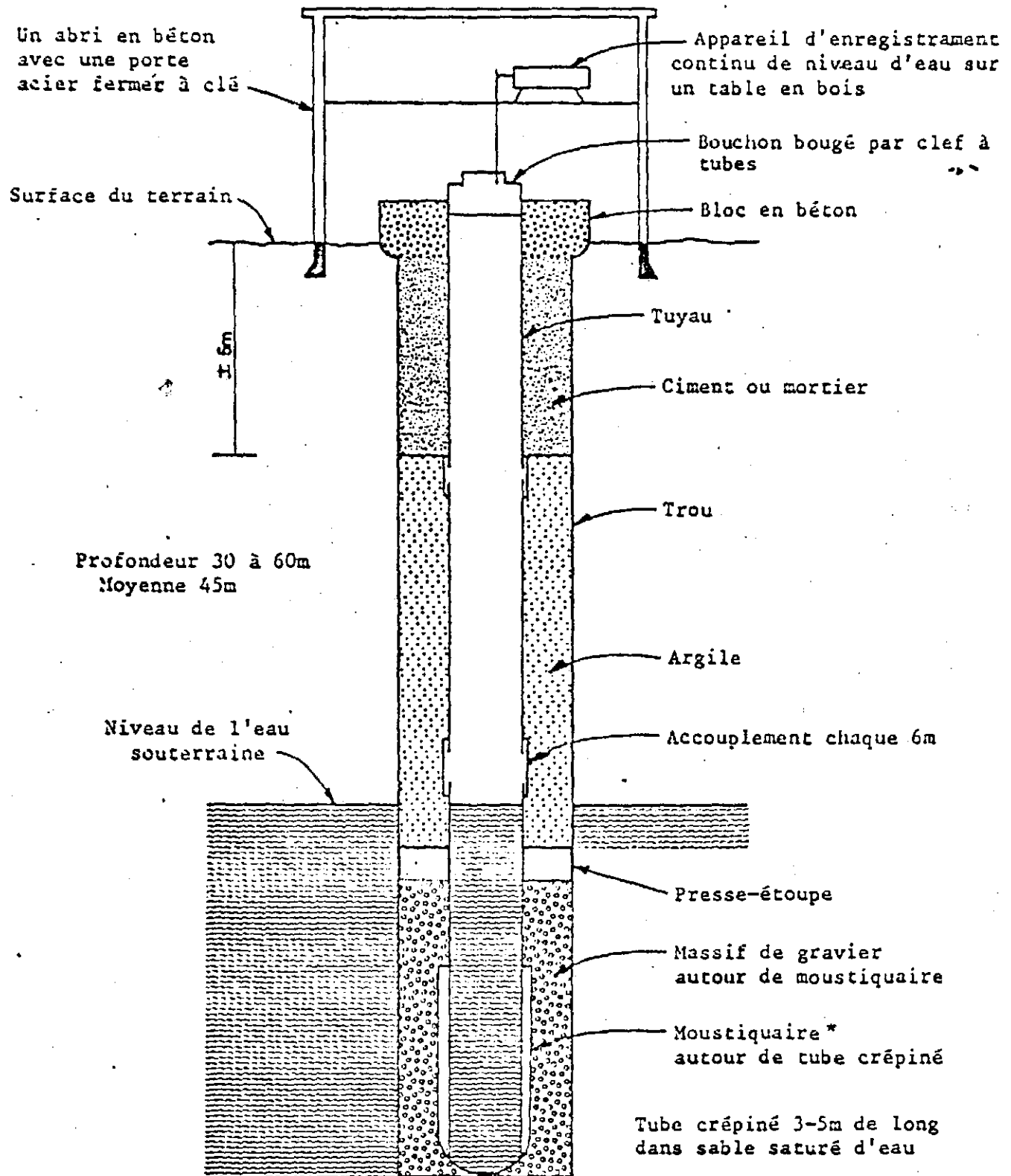
Le Schéma Proposé pour Piézomètre profond  
(installé sous contrat)



\*Il s'agit de substance utilisée habituellement pour les moustiquaires

Schéma 2

Le Schéma Proposé pour les Forages  
(installée sous contrat)



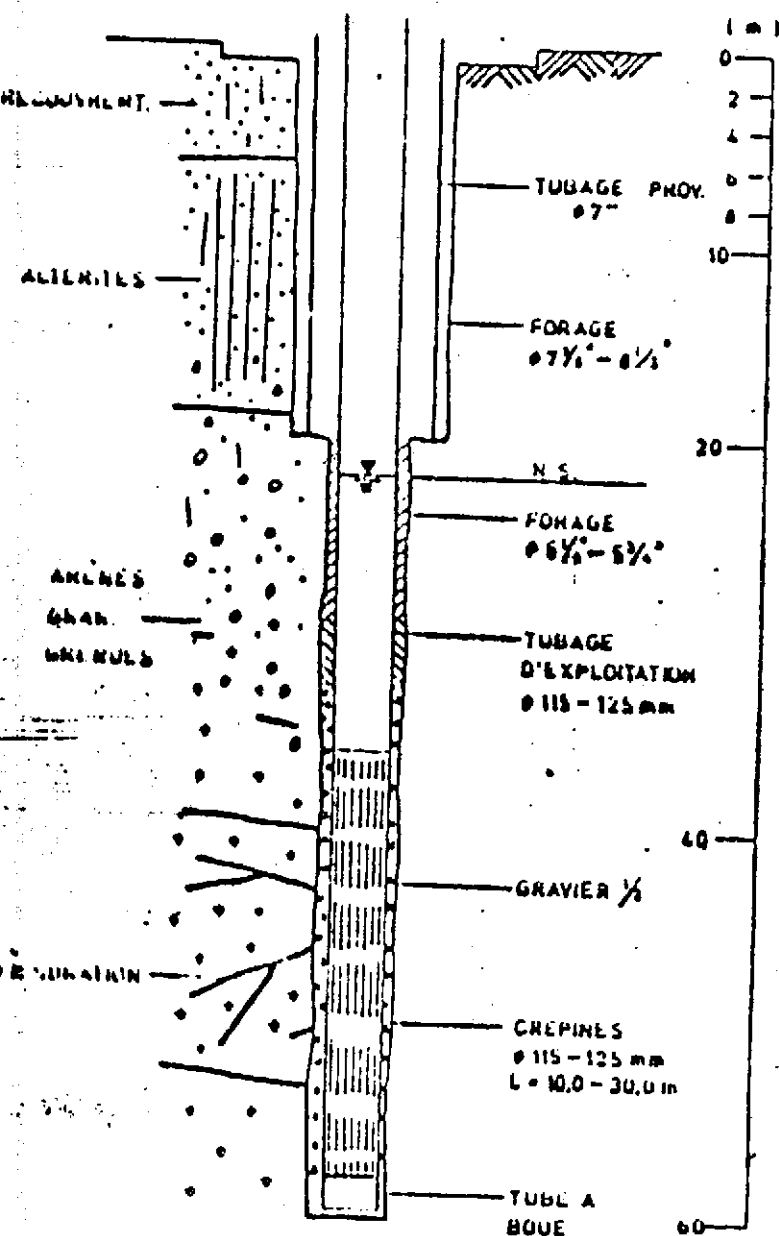
\*Il s'agit de substance utilisée habituellement pour les moustiquaire

# FORAGE TYPE "SOCLE"

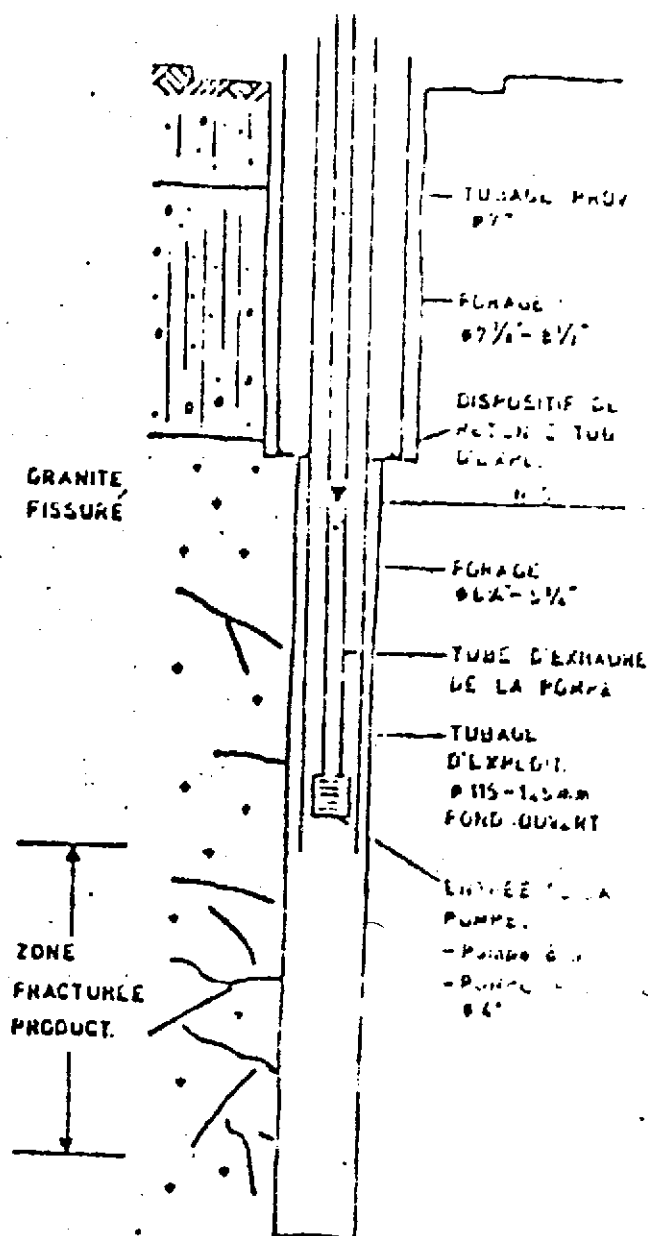
(to be constructed by the DNAE in Mali)

Fig. 4

1. VENUE D'EAU  
PAR ANCHES et  
FISSURATION



2. VENUE D'EAU  
PAR FISSURATION  
PAROIR DE FORAGE D'EAU



ECHELLE H. 10m - 2m

les procédures d'échantillonnage y compris l'addition de produits chimiques pour déterminer avec précision la teneur en fer et en manganèse lorsque l'analyse au laboratoire s'avère nécessaire. Les procédures seront établies en creusant les piézomètres durant une longue période de façon à évacuer l'eau stagnante et à s'assurer que les eaux souterraines ont pénétré et que l'échantillon provient de la nappe aquifère.

Les analyses chimiques précédentes des eaux souterraines provenant des piézomètres profonds et des forages d'observation, ceux-là qui seront construits sur la base d'un contrat, seront effectués par la compagnie de forage comme conditions du contrat. Par la suite, la qualité de l'eau le long des 10 lignes sera contrôlée par le personnel du secteur en utilisant des méthodes de terrain, en plus de la collecte des échantillons pour les analyses au laboratoire. Compte tenu du temps nécessaire pour achever la construction des piézomètres profonds et des forages d'observation, la période de contrôle pendant la durée du projet, sera d'environ 2 ans. L'OMVS estime que 40 échantillons pour les analyses au laboratoire seraient collectés pendant cette période (2 échantillons/ligne/an pour 2 ans).

A l'intérieur et à proximité des périmètres irrigués, les analyses au laboratoire de l'eau provenant des piézomètres de faible et moyenne profondeur seront effectuées sur une base sélective. Les facteurs tels que les analyses de qualité d'eau, les calculs de conductivité électrique et l'utilisation des pesticides, herbicides et engrais serviront à déterminer l'emplacement et le calendrier d'échantillonnage pour les analyses au laboratoire. Le nombre d'analyses nécessaires est estimé à 110, la plupart étant effectué au cours des 3e et 4e années du projet.

Les analyses au laboratoire seront accomplies par le "Groupe Laboratoires de la Direction des Mines et de la Géologie" à Dakar. Ce laboratoire offre ses services aux autres agences du gouvernement et aux compagnies de forage privées. Il a la capacité d'effectuer l'analyse des constituants spécifiques nécessaires aux essais généralement menés dans le cadre de ce projet; à savoir les anions, les cations, bore, sard, etc. Le laboratoire ne dispose pas cependant de l'équipement nécessaire aux analyses de pesticide/herbicide. Ces analyses seront effectuées par le laboratoire national de la Qualité de l'Eau de l'USGS aux Etats-Unis.

Les frais d'exécution des essais et les coûts des matériaux nécessaires au volet contrôle de la qualité de l'eau se résument comme suit:

Analyse du laboratoire à Dakar	
150 tests à 60\$/test	9,000 \$
Analyse de pesticide/herbicide au Laboratoire de l'USGS	
40 tests à 500\$/test	20,000 \$
Fournitures (éprouvettes, réactifs)	3,000 \$
Total	32,000 \$
Imprévus (10%)	3,000 \$
	35,000 \$

Ce montant n'inclut pas les frais d'analyses initiales supplémentaires de qualité d'eau qui seront à la charge du contractant responsable des opérations de forage.



ANNEXE B

TERMES DE REFERENCE  
POUR  
L'ASSISTANCE TECHNIQUE ET  
SERVICES PERSONNELS

## A N N E X E B

### Contrats d'Assistance Technique et de Services Personnels

#### A. Termes de référence du contrat d'assistance technique

L'USGS fournira l'appui logistique de base et le contrôle de la qualité des tâches dans les cinq principaux volets du projet qui comprennent la planification, la collecte et l'analyse des données, la formation, les activités sur-le-terrain et les travaux de construction. Les travaux de planification incluent l'élaboration des systèmes appropriés pour la supervision de l'exécution, l'enregistrement des données et autres activités. La formation couvrira les domaines de: l'utilisation et l'entretien de l'équipement sur le terrain; l'enregistrement et la compilation de données; le calibrage du niveau et de la qualité de l'eau; d'autres activités afférentes à la maîtrise de l'eau et autres cartes hydrauliques; et à la préparation des rapports d'interprétation technique.

Les travaux sur le terrain incluent l'inventaire des puits existants, la construction des piézomètres, un système d'observation des niveaux d'eau et de la qualité de l'eau dans les piézomètres et les puits d'observation. Tous ces travaux sont décrits en détail à l'Annexe I du Document de Projet.

L'USGS fournira, durant les 4 années de durée du projet, jusqu'à 49 mois d'assistance technique répartis comme suit:

(a) un hydrologue ou ingénieur hydraulique à long terme, disponible à partir du 12ème mois du projet, jusqu'à sa terminaison, soit 36 personnes/mois.

(b) un expert de la maîtrise de l'eau pour l'évaluation des données collectées durant le projet qui identifiera les lacunes de données liées à l'élaboration d'un modèle de maîtrise de l'eau dans la zone du réservoir de Diama; dans des périmètres irrigués sélectionnés entre Richard Toll et Boghé; plus le potentiel d'aménagement des eaux souterraines du secteur Matam-Boghé. Cet expert commencera à travailler vers le 24ème mois, pendant 3 personnes/mois.

(c) un hydrologue (court terme) pour aider dans le démarrage des activités du projet, y compris l'installation des bureaux régionaux. Ceci comprend également l'élaboration du programme de travail initial et la sélection des biens d'équipement à acheter. Le début du recrutement est prévu dès l'achèvement du contrat PASA, ou vers le 6ème mois, soit 3 personnes/mois.

(d) un expert de travaux d'aménagement hydraulique qui sera chargé:

(1) de concevoir des formules et modèles mathématiques du débit et/ou du transport de solutés dans les terrains avoisinants le réservoir de Diama dans le delta du Fleuve;

(2) d'élaborer des formules et modèles mathématiques du débit et/ou du transport de solutés dans les périmètres irrigués endigués entre Richard Toll et Boghé, particulièrement dans le cadre de la maîtrise de l'eau pour l'irrigation et le contrôle de la salinité. Ces travaux commenceront vers le 47ème mois;

(3) d'élaborer des formules et modèles mathématiques du débit et/ou du transport de solutés par le mécanisme d'alimentation et de vidange entre l'aquifère alluvial du Bassin du Fleuve Sénégal et les aquifères régionaux sous-jacents du secteur Matam-Boghé;

(4) de calibrer et d'essayer les modèles qu'il aura développés (voir (2) et (3) ci-dessus). Ce technicien commencera à travailler vers le 30ème mois du projet, pendant 5 personnes/mois.

B. Tâches et Responsabilités du Technicien à long terme  
(Hydrologiste ou Ingénieur des Eaux Souterraines), sera chargé:

(1) d'aider l'OMVS à élaborer des standards et méthodes de fonctionnement pour les recherches sur les problèmes potentiels de l'aménagement et du contrôle des ressources aquifères, liés à:

a. la remontée des eaux souterraines et la salinité des digues dans les périmètres irrigués actuels et prévus;

b. la détérioration de la qualité de l'eau des puits domestiques et des abreuvoirs;

c. le mécanisme d'alimentation et de vidange du Fleuve Sénégal, de ses nappes aquifères et des aquifères régionaux sous-jacents;

d. les changements dans le régime des eaux souterraines, causés par la construction des barrages de Diama et de Manantali et les modifications subséquentes dans le débit du fleuve;

e. au risque de fuites dans le système de failles dans la région du réservoir de Manantali;

f. au potentiel de développement de l'irrigation à partir des eaux souterraines ou des eaux superficielles dans le secteur Matam-Boghé.

(2) de participer aux stages de formation à Saint-Louis, des cadres supérieurs et des 3 chefs de secteur de l'OMVS.

(3) d'aider à la formation sur le tas, des équipes de construction, des opérateurs de tarières, des géomètres, et des gardiens de puits dans les domaines de l'utilisation et de l'entretien de l'équipement technique des enregistreurs de niveau et des instruments de calibrage de la qualité de l'eau.

(4) d'aider à l'élaboration d'une méthode de protection des piézomètres contre le vandalisme; à cet effet, il conviendra d'entreprendre aussi une campagne de sensibilisation au niveau des villageois. Ce travail nécessite la collaboration de l'anthropologue/sociologue du bureau REDSO de l'USAID à Abidjan.

(5) d'aider les cadres supérieurs de l'OMVS à compiler et à illustrer les données hydrogéologiques, y compris le tracé de cartes de la nappe phréatique, des relevés sur la qualité des nappes aquifères, des profils hydrauliques et sur la qualité de l'eau ainsi que des profils semblables des périmètres irrigués sélectionnés.

(6) d'aider à l'élaboration de standards et à l'identification des données nécessaires aux études sur les bilans d'eau dans des périmètres irrigués endigués sélectionnés.

(7) d'aider à l'élaboration des termes de référence pour les prestations de service à court terme.

(8) de créer, au sein des cadres supérieurs de l'OMVS, des capacités d'analyse et d'interprétation des données sur les eaux souterraines ainsi que pour la préparation de rapports techniques, et de cartes de référence des responsables de la planification des ressources hydrauliques, des responsables du développement et de la gestion.

Qualifications requises du Technicien à long terme

(Hydrologue ou Ingénieur des Eaux Souterraines), ce spécialiste aura:

(1) le niveau FSI-R3, S-3 en français.

(2) des connaissances en gestion, en communications et dans la formation.

(3) beaucoup d'expérience dans les domaines de l'hydrologie souterraine, y compris la théorie quantitative d'aquifères, liée:

a. au mécanisme alluvion fluvial et aquifères;

b. au mécanisme d'eau douce vis-à-vis l'eau salée dans un environnement deltaïque;

c. la remontée des eaux souterraines et le contrôle de salinité dans les régions irriguées.

(4) au minimum, 8 années d'expérience de recherches ou d'aménagements hydrologiques, de préférence dans des pays en voie de développement en Afrique francophone.

C. Description d'emploi du Responsable Administratif du Projet (Américain recruté localement) en poste à Saint-Louis

Cet expert sera chargé:

(1) de l'encadrement administratif du projet.

(2) de collaborer étroitement avec les bureaux RBDO de l'USAID et avec l'OMVS à Dakar, ainsi que les bureaux de l'USAID en Mauritanie et au Mali, afin d'assurer la coordination administrative de tous les pays.

(3) de travailler en étroite collaboration avec le responsable adjoint du projet pour s'acquitter des tâches administratives et du contrôle des activités d'achats de biens d'équipement, de logistique, d'exonération fiscale et de liaison sur-le-terrain avec les encadreurs, les contractuels et les services nationaux.

(4) de la gestion des opérations logistiques et des véhicules, de l'acquisition de marchandises; des décaissements pour les dépenses locales, du recrutement et de l'administration du personnel d'encadrement local.

(5) d'aider à la préparation de budgets, de vérification mensuelle de comptes, et de la préparation de rapports d'avancement.

(6) d'aider à la préparation des baux, à l'aménagement et l'entretien des bureaux et à la fourniture de logement au personnel d'assistance technique.

D. Administrateur de Projet local

Qualifications requises de l'Administrateur de Projet (un Américain recruté sur place) chargé de la gestion financière et administrative. Cet administrateur devra:

(1) posséder une maîtrise du Français, équivalente au FSI R-3, S-3 ou mieux.

(2) avoir des connaissances solides en gestion, communications et en formation.

(3) posséder une bonne expérience de la gestion financière et administrative, de l'inventaire et l'acquisition des stocks et de la gestion du personnel.

(4) posséder un minimum de 6 années d'expérience de l'administration logistique des projets de développement, de préférence dans les pays en voie de développement de l'Afrique francophone.

ANNEXE C

QUALIFICATIONS REQUISES

DU PERSONNEL DES

AGENCES NATIONALES

DETACHE

AU PROJET

## A N N E X E C

### Qualifications requises du Personnel des Agences Nationales détaché au Projet

#### A. Hydrogéologue ou Ingénieur chargé du rassemblement et du dépouillement des données:

1. Formation: le candidat devra posséder une formation équivalente à 2 ans d'études à l'IUT en plus de 2 à 3 ans de formation universitaire à l'extérieur.
2. Expérience: 3 à 4 ans d'expérience dans les domaines du rassemblement, de la compilation de l'analyse et de l'interprétation des données hydrologiques, hydrogéologiques et hydrochimiques.

#### B. Hydrogéologue ou Ingénieur chargé de la formation (partagera les tâches décrites à l'alinéa "A" ci-dessus):

1. Formation: Ibid. ("A") ci-dessus:
2. Expérience: semblable à celle décrite à l'alinéa "A" ci-dessus, plus des connaissances de la formation et de l'enseignement.

#### C. Ingénieur chargé des opérations:

1. Formation: semblable à celle du technicien, décrite à l'alinéa "A" ci-dessus, avec l'option de l'expérience pratique sur-le-terrain, dans les domaines de l'exploration hydrologique et/ou du développement, pour remplacer la formation.
2. Expérience: 3 à 4 années d'expérience dans la direction des explorations hydrologiques et des activités de développement, y compris les opérations de forage et de construction de puits. Il importe que ce candidat possède des connaissances en gestion.

#### D. Dessinateur industriel:

1. Formation: le candidat possèdera le baccalauréat, avec une formation avancée ou équivalente au niveau de l'IUT.
2. Expérience: 3 à 4 années d'expérience de la cartographie, des levés, de la géométrie et autres modèles de dessin. Il devra connaître les méthodes d'usage de l'équipement de dessin.

E. Chef Comptable placé en qualité d'assistant sous la direction de l'administrateur de projet expatrié:

1. Formation: devra posséder le baccalauréat, plus une formation spéciale en comptabilité et en calcul avec 3 ou 4 années d'expérience.

F. Chefs de secteur:

1. Formation: un diplôme équivalent à 2 ans d'études à l'IUT, plus un certificat de technicien supérieur.
2. Expérience: 3 à 4 années d'expérience dans les travaux d'inventaire hydrologiques, de la collecte des données et des travaux de forage. Il importe que ce candidat possède des connaissances en gestion solides.

G. Arpenteurs (géomètres):

1. Formation: devront posséder le baccalauréat et une formation supplémentaire quant à l'utilisation des instruments d'arpentage surtout au niveau des ingénieurs.
2. Expérience: 3 à 4 années d'expérience dans les chantiers d'arpentage, et particulièrement la maîtrise des outils de nivellement.

H. Opérateurs de tarières:

1. Formation: devra posséder le baccalauréat, plus une formation spéciale quant à l'utilisation de l'équipement de sondage léger.
2. Expérience: 3 à 4 années d'expérience dans des chantiers de forage où l'équipement de sondage rotatif et léger a été utilisé.

I. Chefs d'équipe et Gardiens de puits

1. Formation: niveau du CEP/ou tout au moins lettré.
2. Expérience: il est préférable qu'ils aient l'expérience de l'utilisation et de l'entretien de la mécanique. Doivent être honnêtes.

J. Traducteur/Interprète:

1. Formation: devra posséder le baccalauréat, plus une formation spécialisée en traduction de l'anglais au français.
2. Expérience: 3 à 4 années d'expérience dans le domaine de la traduction/interprétation de l'anglais vers le français. Devra posséder des connaissances en communication



ANNEXE D

CADRE LOGIQUE DU PROJET

CADRE LOGIQUE DU PROJET

TITRE ET No. DU PROJET : Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines (625-0958)

ANNEXE D.

Durée du Projet: De AF 83 à AF 86  
Financement total U.S: 426 millions \$  
Date de préparation : Juin 1982

Résumé Actif	Indice objectivement vérifiables	Moyens de vérification	Hypothèses Importantes
<p>But du programme L'objectif essentiel visé par ce projet.</p> <p>But: Accroître les revenus et la production alimentaire du BFS</p> <p><u>Objectif complémentaire</u></p> <p>Exécution des projets prévus dans le plan de développement du Bassin de l'OMVS, y compris les périmètres irrigués, les barrages, la production d'énergie hydro électrique, les ports et la navigation fluviale.</p>	<p>Moyens d'atteindre le but visé</p> <p>But:</p> <p>a. niveau des revenus et de la production en se basant sur les pensions de l'OMVS (collecte des données facilitée par le projet PDI financé par l'AID).</p> <p><u>Objectif complémentaire</u></p> <p>a. nombre de projets exécutés b. 65% des projets conformément aux plans de mise en valeur du Bassin. c. 65% des projets atteindront leur objectif prévu vers 1990.</p>	<p>But:</p> <p>a. vérification des données collectées par l'OMVS et les Etats-</p> <p>b. à la fin et au début du projet, étude socioéconomique à entreprendre dans la zone du projet.</p> <p><u>Objectif complémentaire</u></p> <p>a. Copies du programme d'évaluation conjointe semestrielles. b. Evaluation des projets concernant le Bassin pour assurer l'application des données collectées.</p>	<p>Hypothèses pour la réalisation des objectifs.</p> <p>1. L'OMVS continuera à recevoir l'appui politique et financier de la part des Etats Membres.</p> <p>2. L'USAID/RBDO et les Etats-Membres de l'OMVS reconnaissent les contraintes inhérentes à l'appui institutionnel et arrivée au Conseiller financé par l'USAID comme prévu.</p> <p>3. Des nationaux compétents sont placés à tous les postes.</p>

<p><b>But du Projet</b></p> <p>Instaurer un système efficace de contrôle et de suivi pour identifier les problèmes potentiels et les possibilités de développement et de gestion des eaux souterraines et pour distribuer les informations aux Etats-Membres.</p>	<p><b>Preuves que l'objectif a été atteint - Achèvement du projet.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. données collectées et analyses sur la remontée des eaux, la salinité, la qualité de l'eau le mécanisme d'approvisionnement et de vidange, portés à l'attention des parties concernées vers la fin du projet (1987).</li> <li>b. Problèmes (pesticides et engrais) des eaux souterraines identifiés et portés à l'attention des parties concernées vers 1987.</li> <li>c. Solutions aux problèmes développés et testés à mesure qu'elles sont trouvées.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. visite des sites</li> <li>b. Copies des rapports : données sur l'analyse d'eau collectées.</li> <li>c. Rapports sur la visite des sites - évaluations hydrogéologiques.</li> </ul>	<p><b>Hypothèses pour atteindre l'objectif:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>a. Appui continu des Etats Membres et des bailleurs de fonds à l'OMVS.</li> <li>b. Exécutions systématique de toutes les évaluations de suivi prévues.</li> <li>c. Evaluations et suivi prévues menés aussi souvent que nécessaire.</li> <li>d. Examen des critères et évaluation du personnel par tous les projets.</li> <li>e. Les missions de l'USAID et l'OMVS reconnaissent les contraintes et prennent les dispositions nécessaires à mesure que le travail se poursuit.</li> </ul>
---	--	--	--

Résultats	Importance des Résultats		Hypothèses pour réaliser ces résultats
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <u>Plan Directeur d'ensemble</u> pour le contrôle des problèmes créés par le développement agricole du BFS.</li> <li>2. Système d'Information et de gestion.</li> <li>3. Système de collecte et d'analyse des données.</li> <li>4. Personnel compétent pour l'exécution du Plan Directeur d'Ensemble.</li> <li>5. Réseau de piézomètres et de puits d'observation dans le BFS.</li> </ol>	<p>Indices de référence (vers la fin du Projet 1982) portée des résultats</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Plans auront été établis pour les 8 volets prévus.</li> <li>2. Collecte de données pour 3 volets d'analyse des 4 volets du projet.</li> <li>3. Affectation d'un effectif de personnel dont 10 à la gestion et 30 sur le terrain formé aux USA et sur place.</li> <li>4. 605 piézomètres construits par l'OMVS, 10 puits et 45 piézomètres par le contractant, et 20 piézomètres construits par la DNEH Malienne.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Accords de Subvention entre l'OMVS et les Etats-Membres.</li> <li>b. Séminaire du centre de documentation de l'OMVS à Saint-Louis, rapports, archives, correspondance et visites.</li> <li>c. Rapports du Directeur Adjoint, plans de développement, spécifications sociales et techniques.</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>a. Programme AT et de formation établissant efficacement les capacités du personnel de l'OMVS pour le projet.</li> <li>b. Gestion efficace de toutes les activités du projet.</li> <li>c. Tous les intrants fournis au moment adéquat</li> </ol>

<b>Intrants</b> 1. Assistance 2. Personnel 3. Personnel Etats Membres 4. Matériaux de Construction 5. Formation Participants 6. Biens d'Equipement 7. Frais d'exploitation 8. Personnel d'Evaluation	<b>But de l'exécution (type de et Qualité).</b>  Voir chapitre V "Plan Financier".	Archives Etats Membres de l'OMVS et AID	<b>Hypothèses fournissant ces intrants.</b>  Fonds AID disponibles.  Budget OMVS continue de recevoir de l'appui.  Aucun changement dans l'appui des autres bailleurs de fonds.

ANNEXE E

'PLAN POUR L'ACQUISITION DES BIENS D'EQUIPEMENT

## A N N E X E E

### PLAN POUR L'ACQUISITION DES BIENS D'EQUIPEMENT

- A. Responsabilité. Un contrat institutionnel sera octroyé pour l'achat de tuyaux et de tubage, et incombera directement à l'Adjoint au Responsable du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines de l'OMVS financé par l'AID. L'acquisition des biens d'équipement sera entreprise en collaboration avec le bureau RBDO de l'USAID, conformément aux règlements de l'AID en la matière. Une assistance dans l'achat des biens d'équipement sera fournie, le cas échéant, par le bureau d'Appui aux Projets de l'USAID à Dakar.
- B. Agent d'Achat de Service. L'achat de biens d'équipement aux Etats-Unis sera confié à un agent professionnel recruté à cet effet.
- C. Liste des Biens d'Equipement Nécessaires. Les marchandises qui figurent sur la liste suivante, représentent l'équipement nécessaire à l'exécution du projet du début à la fin. Les détails afférents aux spécifications sur les marchandises, seront précisés dans les PIOC (bons d'achat au titre du projet) qui seront émis pour approuver les achats.
- D. Le prix de tous les biens d'équipement qui figurent sur cette liste est basé sur le prix FOB usine.

(Coût FOB  
Estimatif Usine)

Quantité	Marchandises	
	<u>Equipement Technique</u>	
10	Sonde limnimétrique électrique Visuelle (100 m de long - Type Fisher M-scone WLM-100 - gradué en cm et mètres avec sondes supplémentaires 164\$ le jeu	1.640 \$
40	Ruban limnimétrique Visuelle avec auge assortie et limnimètre pour enregistrer le niveau d'eau (fabriqué au Sénégal à 60 \$ pièce	2.400 \$
10	Rubans acier, 30 m de long gradués en cm et mètres. Imprimés gros types en noir avec rouleau à 93.45 \$ pièce	935 \$
10	Rubans acier 50 m de long gradués en cm et mètres. Imprimés Gros types en noir avec rouleau 164 \$ pièce	1.640 \$
10	Ruban métrique de conductivité spécifi- que, portatif, sur pile pour jaugeage de la qualité de l'eau 495\$ pièce	4.950 \$
10	Thermomètres en C allant jusqu'à 100C 4.75 \$ pièce	48 \$
5	Instruments d'arpentage avec accessoires et tripodes 505 \$ pièce	2.525 \$
5	Perches long. totale 7,5 m avec exten- sion 129 \$ pièce	645 \$
10	Compas Burton avec étui 127 \$ pièce	1.270 \$
15	Enregistreur à flotteur crayons, indi- cateurs et contrepoids. Type Leupold- Stevens A-71 1.800 \$ le jeu	27.000 \$



10	Tarières Manuelles fr 11 cm de diamètre (4 inch.) avec rubans d'extension de 1 m. Chaque tarière à 175 \$	1.750 \$
2	Tarières mécaniques avec engrenage hélicoïdal de 1 m, capables d'aller jusqu'à 30 m de profondeur à monter sur camion avec axes tandem à 36.000 \$ pièce	72.000 \$
3	Coupe-tuyaux assortis de dispositifs de filetage pour des travaux de 7,5 cm (3 inch.) à 600 \$ pièce	1.800 \$
	Divers outils manuels, clés anglaises, clés à chaîne, etc.	1.800 \$
2	Escabeaux de dessinateurs à 142 \$ chaque	284 \$
2	Petites lampes de dessin à 681 \$ pièce	1.362 \$
	Outillage de dessin	850 \$
12	Cables ophidiens assortis de paniers et de valves pour l'extraction du sable de 30 m de longueur pour des tuyaux de 7,5 cm (3 inch.) de diamètre à 1.500 \$	18.000 \$
	Total Partiel	172.000 \$

Mobilier de Bureau (Achat à l'étranger)

6	Bureaux à 500 \$ pièce avec bras	3.000 \$
6	Bureaux de Secrétaire avec siège à 400 \$ pièce	2.400 \$
12	Fauteuils à 200 \$	2.400 \$
1	Classeur pour cartes et plans	913 \$
5	Classeurs à 150 \$ pièce	750 \$
5	Etagères de bibliothèque à 150 \$ pièce	750 \$
	Total Partiel	10.213 \$
	Arrondi à	10.000 \$

Equipement de Bureau (Acheté localement)

1	Photocopieuse	6.000 \$
1	Ronéo (manuelle)	500 \$

10	Ventilateurs à 150 \$ (290 V. 50 cycles)	1.500 \$
2	Machine à écrire électriques à 1.000 \$ pièce (220 V. - 50 cycle)	2.000 \$
3	Machines à écrire manuelles à 400 \$	1.200 \$
5	Calculatrices à 150 \$/pièce	750 \$
20	Tables de travail (1,2 x 0,8 m) à 270 \$ chacun	5.400 \$
4	Tables de Conférence (6 m x 2,4 m x 1,2) à 500 \$	2.000 \$
80	Chaises en bois à 50\$ chacun	
16	Bancs en bois (2 m de long) à 50 \$	5.000 \$
	Total Partiel	23.800 \$
	Arrondi à	24.000 \$

#### Véhicules\*

5 Land-Rover ou équivalent véhicule tout-terrain pour le transport des équipes de nivellement, de construction des piézomètres ou du personnel de supervision pour la réhabilitation à 5.000 \$ chaque \*\*

25.000 \$

6 Véhicules tout-terrain (3 à 25.000 \$ et  
4 à 15.000 \$)

110.000 \$

4 Camions de 1 tonne 1/2 pour le transport des  
tuyaux et du matériel à 35.000 \$ chaque

140.000 \$

3 Voitures pour Saint-louis à 9.000 \$ chaque

27.000 \$

30 Mobylettes pour le transport des gardiens de  
puits à 850 \$ pièce

26.000 \$

Pièces détachées soit 15% coût initial  
(15 x 303.000)

45.000 \$

Total

\* Coût des tuyaux de 2 1/2 "G": 5,10 \$ pièce = 16,30 \$/m + 10%  
pour mortage = 18.50 \$/m.

\*\* Véhicules réparés du Projet d'Enquête et de Cartographie parmi ceux  
rendus à l'OMVS par Teledyne.

#### D. Dérogations

Les dérogations suivantes du Code géographique 000 (Etats-unis au Code 935 (Spécial Monde Libre) ont été demandées et se résument ainsi:

(1) dérogation de la source/origine des véhicules à acheter. La somme sur laquelle la dérogation requise est de 400.000 \$.

En outre, une autorisation de la source/origine pour l'acquisition des matériaux de construction et d'équipement de bureaux dont le prix s'élève à 20.000 \$ sera approuvé par le Directeur de l'USAID/Sénégal après que ce Document de Projet ait été autorisé.

#### D. (a) Calendrier pour l'Achat des Biens d'Equipement

Ce calendrier a été élaboré en se basant sur l'hypothèse que (a) l'Agent chargé de l'achat aura relativement peu de recherches à effectuer, (b) que le bon d'achat sera émis par AID/Washington dans le laps de temps prévu. De plus la disponibilité de frêt maritime jusqu'à Dakar est très importante et peut causer des retards allant jusqu'à 30 jours.

- 0 - jours	Signature de l'accord de projet PIO/C reçu par le Bureau d'Appui au Projets (PSO) at Accord du Chef de Service PRM de l'AID.
+ 30	PIO/C reçu par l'AID/W du PSO (en même temps que l'AAPC reçoive une copie d'avance pour info).
+ 69	Bon de Commande émis par AID/W à l'agent d'achat.
+ 70	Agent émet un appel d'offres via le Bureau des Petites Entreprises de l'AID pour des quotations de prix - ou agent émet une invitation à un appel d'offres.
+115	Agent reçoit les offres
+ 145	Octroi des marchés et émission des bons d'achat
+ 265	Biens d'équipement au port d'embarquement
+ 310	Biens d'équipement arrivent à Dakar.

**E. Financement des Dépenses en Monnaie Locale**  
**(Projets subventionnés)**

**1. Définitions**

a. Biens d'équipement de fabrication locale - Marchandises produites, extraites ou fabriquées dans le pays coopérant.

b. Marchandises stockées - Ces marchandises sont importées et stockées pour satisfaire à la demande publique générale dans le pays coopérant. Ce ne sont pas des biens d'équipement importés uniquement pour appuyer un projet financé par l'AID.

Note: Les marchandises de fabrication locale ~~ainsi que les marchandises~~ stockées doivent être conformes aux critères d'éligibilité. Elles sont sujettes aux restrictions et à la réglementation stipulées au Manuel 1, Addendum 3 du Chapitre IV des Règlements de l'AID.

**2. Financement**

a. Les biens d'équipement de fabrication locale seront financés par les fonds de l'AID alloués au projet. Ils ne seront limités que par les plafonds de dépenses en monnaie locale pour le projet.

b. L'achat de marchandises importées avec des fonds du projet est illimité dans la mesure où elles sont fabriquées et achetées aux Etats-Unis d'Amérique

c. Le coût total des biens d'équipement en provenance des pays figurant au Code 899 ne peut excéder 10% du coût total local financé par l'AID au titre du projet (ne dépassera pas 250,000 \$ ou 25,000 \$ - soit le plus élevé des deux). Toute note d'achat dépassant 250,000 \$ nécessite une exonération géographique.

(1) Les achats de biens d'équipement en provenance des Pays Libres Industrialisés du Monde e.g. la France, le Japon, l'Allemagne Fédérale, l'Angleterre, etc. se limitent à la valeur unitaire de 5,000\$ (voir HB1, Sup B, Chap. 18 alinéa 18A4b).

(2) les achats de biens d'équipement importés des Pays Libres moins développés figurant au Code 941 ne sont pas limités.

(x) NOTE: Ainsi qu'il est noté à l'alinéa 2 de ce règlement, dans toutes les références au mot "source" on entend le pays duquel les marchandises sont importées.

(3) Le prix des marchandises de fabrication locale ne dépassera pas le prix le plus bas sur le marché local et les achats seront conformes aux bonnes pratiques commerciales.

(4) L'achat de véhicules y compris les mobylettes, n'est pas régie par le règlement intitulé "marchandises importées". Toutefois le ciment, le sable, le gravier, POL et les matériaux de construction peuvent être achetés avec les fonds disponibles en monnaie locale. Pour la définition de véhicules voir (HB 1, Sup 3, Chap 4, Para 4C 2a (2).

Certaines marchandises de la place sont inéligibles. Si elles y sont parvenues par des navires battant pavillons de pays du Monde Non-libre. Des biens d'équipement très visibles, tels que tracteurs, machines agricoles engrais peuvent appartenir à cette catégorie.

(5) Les marchandises importées fabriquées ou importées de pays qui ne figurent pas sur la liste des pays du Code 899 sont inéligibles aux fonds de l'AID. Dans la mesure du possible, le cas échéant, tous les bons d'achat de marchandises doivent mentionner l'origine (pays duquel les marchandises ont été importées au Sénégal). Le personnel de la Mission sera chargé d'effectuer des inspections surprise et il faudra que ce règlement soit respecté. Conformément à l'Accord de Projet, on pourra exiger le pays de rembourser, si nécessaire.

#### (6) Codes Géographiques Applicables

000 Etats-Unis

899 Monde Libre - Tous pays du Monde Libre (excepté le pays participant)

941 Pays sélectionnés du Monde Libre - Les USA et les Pays moins Développés

935 Pays Spéciaux du Monde Libre.

ANNEXE F

EXAMEN MESOLOGIQUE INITIAL

A N N E X E F

EXAMEN MESOLOGIQUE INITIAL

Site du Projet : Bassin du Fleuve Sénégal

Titre du Projet : Aménagement des Eaux Souterraines (625-0620B)

Période de Financement : AF 82 \_\_\_\_\_ au \_\_\_\_\_

EMI Préparé par : Peter Freeman Date : 26/3/82  
Responsable Aspects Mésologiques  
USAID/Sénégal

Disposition Recommandée : Négative - Aucune analyse  
mésologique nécessaire

Pour accord : Date :

Décision de l'Administrateur Adjoint :

Accord : Date :

Non Accord : Date :

Annexes:

Examen de la nature, envergure et magnitude des effets mésologiques.  
Formulaire d'évaluation et d'examen mésologique.

## Examen de la Nature, de l'Envergure et de l'Importance des Effets Mésologiques

### A. Description du Projet

Le but de ce projet est de créer au sein de l'OMVS des capacités d'observation et de recherches pour le développement et l'aménagement des eaux souterraines. Cet objectif sera atteint par (1) l'adoption d'une méthode et d'un plan systématique; (2) l'aménagement d'environ 650 puits d'observation et de piézomètres; (3) la collecte et l'analyse des données sur les eaux souterraines; et, (4) le renforcement des capacités de l'OMVS et des Etats-Membres pour la planification de l'exploitation et de la maîtrise des eaux souterraines.

Le coût total du projet sur 4 ans s'élève à ———. Ce montant inclut 381,000 Dollars pour les dépenses locales imputables à l'OMVS et aux Etats-Membres, pour le personnel, les bureaux.

L'assistance technique proposée comprend 57 personnes/mois de prestation. Un hydrogéologue dont l'expertise couvre la gestion, sera affecté au projet pendant 36 mois. De surcroît, 9 personnes/mois de prestation de services à court terme y seront ajoutées.

Le projet sera exécuté par un service hydrologique et hydrogéologique qui sera créé par l'OMVS à Saint-Louis, au Sénégal. Le personnel du service central comprendra: le chef du projet OMVS, un hydrogéologue, responsable adjoint du projet qui sera chargé de la collecte, de l'analyse des données et de la formation; un administrateur; un ingénieur chargé des opérations sectorielles; 2 dessinateurs industriels; 3 secrétaires; un traducteur; un magasinier; 3 chauffeurs/mécaniciens. Les trois chefs de secteur affectés par leurs agences nationales de tutelle recevront une formation d'orientation dispensée par le bureau central et, lorsque les activités sur le terrain auront commencé, ils seront détachés au bureau régional. Les trois chefs de secteur seront responsables du contrôle et de l'exécution des activités sur le terrain, des travaux de construction, d'arpentage; et de plus, du travail des gardiens de puits. Des fonctionnaires des agences nationales de tutelle du Sénégal, de la Mauritanie et du Mali seront appelés à former les équipes en question.

### B. Examen de la nature, de l'envergure et de l'importance des effets mésologiques

Etant donné que ce projet répond à un besoin important d'aménagement de ressources, il est évident qu'il amène une contribution positive aux nécessités d'aménagement du Bassin. Ce projet servira dans une large mesure à couvrir les besoins énoncés dans le Plan d'Action qui présente l'ensemble des recommandations de l'Evaluation de l'Impact sur l'Environnement du Développement Proposé dans le Bassin du Fleuve Sénégal (Gannet et al). Plus précisément, ce Plan d'Action recommande, entre autres paramètres, le contrôle de la qualité des eaux souterraines. Le projet en question vise à exécuter cette recommandation.



Deuxièmement, ce Plan d'Action recommande l'intégration de la planification hydraulique. Les données résultant de ce projet seront essentielles à cette planification. En dehors du bassin hydrographique, les données du projet seront aussi critiques à la planification de l'exploitation, à l'avenir des nappes aquifères sous-jacentes du bassin arachidier, que l'on estime être réapprovisionnées à partir des nappes alluviales du Bassin du Fleuve Sénégal.

L'impact mésologique de l'emplacement d'environ 650 piézomètres sera faible. De cet effectif, 450 seront situés dans ou près des champs irrigués où l'environnement est beaucoup plus affecté que ne pourrait causer l'aménagement de piézomètres. Le reliquat, soit 200 piézomètres seront installés sur 10 transversales qui seront équipées d'un puits d'observation. Les pistes agricoles existantes seront dotées de 10 puits et de 250 piézomètres.

FORMULAIRE D'EVALUATION DE L'INCIDENCE MESOLOGIQUE

Symbole d'Edentification  
et Evaluation 2/

Domaines et Sous-Domaines affectés 1/

A. EXPLOITATION DES TERRES

1. Affecte l'écosystème des terres par:

a. l'augmentation de la population \_\_\_\_\_ N

b. l'exploitation des ressources naturelles \_\_\_\_\_ N

c. le défrichage des terres \_\_\_\_\_ L

d. la modification des caractéristiques \_\_\_\_\_ N

2. Change les défenses naturelles \_\_\_\_\_ N

3. Empêche une exploitation rentable \_\_\_\_\_ N

4. Menace l'homme et son travail \_\_\_\_\_ N

5. Autres facteurs \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

B. QUALITE DE L'EAU

1. Affecte l'état naturel \_\_\_\_\_ N

2. Change l'état chimique et biologique \_\_\_\_\_ N

3. Affecte l'équilibre écologique \_\_\_\_\_ N

4. Autres facteurs \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

1/ Voir notes explicatives

2/ Utiliser les Symboles: N - Pas d'incidence mésologique

L - Peu d'incidence mésologique

M - Incidence mésologique Modérée

H - Haute incidence mésologique

U - Incidence mésologique inconnue

## C. INCIDENCE ATMOSPHERIQUE

- |                                 |   |
|---------------------------------|---|
| 1. Additifs à l'air _____       | N |
| 2. Pollution de l'air _____     | N |
| 3. Pollution par le bruit _____ | N |
| 4. Autres facteurs _____        |   |
| _____                           |   |
| _____                           |   |

## D. INCIDENCE SUR LES RESSOURCES NATURELLES

- |   |   |
|---|---|
| 1. Diversion/altération de l'usage de l'eau _____ | N |
| 2. Engagements inefficaces et irréversibles _____ | N |
| 3. Autres facteurs _____                          |   |
| _____   |   |
| _____   |   |

## E. INCIDENCE CULTURELLE

- |   |   |
|---|---|
| 1. Change les symboles physiques _____        | N |
| 2. Chamberde les traditions culturelles _____ | N |
| 3. Autres facteurs _____                      |   |
| _____   |   |
| _____   |   |

## F. INCIDENCE SOCIO-ECONOMIQUE

- |  |   |
|--|---|
| 1. Change le système économique et de l'emploi _____ | N |
| 2. Change la démographie _____                       | N |
| 3. Change les coutumes traditionnelles _____         | N |
| 4. Autres facteurs _____                             |   |
| _____  |   |
| _____  |   |

## G. INCIDENCE SANITAIRE

- |   |   |
|---|---|
| 1. Change le milieu naturel _____           | N |
| 2. Elimine un facteur de l'écosystème _____ | N |
| 3. Autres facteurs _____                    |   |
| _____                                       |   |
| _____                                       |   |

## H. INCIDENCE GENERALE

- |                                  |   |
|----------------------------------|---|
| 1. Impacts internationaux _____  | N |
| 2. Impacts de controverse _____  | N |
| 3. Impacts programmatiques _____ | N |
| 4. Autres facteurs _____         |   |
| _____                            |   |
| _____                            |   |

## I. AUTRES INCIDENTS PROBABLES (ne figurent pas ci-dessus)

Les abris que l'on construira pour les 10 puits d'observation auront un impact visuel. Ceci ne fournit toutefois pas suffisamment de justification pour un jugement positif ou négatif de cet impact, par la population locale.

Voir la discussion sur les incidences

ANNEXE G

MEMORANDUM DE G. TAYLOR

Le 12 Mars 1982

Sujet: Etude et Recommandations sur la "Proposition pour l'Exécution d'Etudes Hydrogéologiques complémentaires en vue de suivre l'évaluation des données hydrauliques souterraines lors du fonctionnement du Barrage de Manantali".

De: George C. Taylor, Fils, Hydrogéologue.

Durant une visite effectuée à Bamako, en République du Mali, du 25 au 26 Février 1982 en vue de discuter des termes de référence applicables à la Direction de l'Hydraulique et de l'Energie du Mali (DNHE) et dans le cadre du projet d'aménagement des eaux souterraines, l'équipe d'identification du projet a reçu pour étude et commentaires, une copie du document intitulé " Proposition pour l'Exécution d'Etudes Hydrogéologiques complémentaires en vue de suivre l'Evaluation des Données Hydrauliques Souterraines lors du Fonctionnement du Barrage de Manantali". Ce document en date de Mai 1981, annexé à un sommaire intitulé "Etudes Hydrogéologiques Complémentaires pour l'Evaluation des Données Hydrauliques lors du fonctionnement du Barrage de Manantali" a été soumis officiellement par la DNHE Malienne à RBDO/OMVS/DAKAR mais n'a pas été soumis à l'USAID ou à l'OMVS/Dakar pour étude et commentaires. Puisque les documents en question présentent le point de vue technique du Gouvernement Malien quant aux priorités et sont liés aux activités visées par le présent projet, il a été demandé à l'auteur de l'étudier et de recommander les mesures qui s'imposent.

L'étape A décrite dans le document prévoit:

(1) Un inventaire des puits et des forages existants dans la zone du réservoir et de la sélection de quelques uns d'entre eux pour l'évaluation et le calibrage périodique de la qualité et du niveau de l'eau; et (2) des études photogéologiques et géophysiques pour la sélection de quelques 60 sites pour l'aménagement de 120 forages sur une période d'environ 8 mois.

Les coûts de cette étape du projet proposé s'élèvent, selon la DNHE à 266.667 dollars (Voir Annexe). Et encore, selon elle, ce travail pourrait être effectué par le personnel technique actuellement en poste à son service.

L'étape B prévoit le forage dans les sites sélectionnés mentionnés ci-dessus, avec une moyenne de "succès estimé à 75% pour que quelques 90 forages d'environ 60 m de profondeur soient aménagés en piézomètres.

Le coût total de cette étape, estimée par la DNHE s'élève à 626.400 dollars.

Ce travail serait effectué par l'équipe technique et l'équipement de forage actuellement disponible à la DNHE.

Finalement, l'étape C comprend un programme de 5 ans, pour le calibrage et l'observation du niveau et de la qualité de l'eau dans des puits et forages pré-sélectionnés à cet effet, parmi les puits et piézomètres à construire dans la région du réservoir de Manantali.

En outre, des observations sur le niveau et la qualité de l'eau auront lieu pour les puits et forages existants dans les deux sous-secteurs entre:

1. le réservoir de Manantali à la jonction de Bakoye; et
2. le long du fleuve Sénégal, entre Bafoulabé, dans le cadre de l'étape C.

Le coût total de l'étape C, pendant 5 ans, est estimé par la DNHE à 142.916 \$ (Voir Annexe).

L'auteur a étudié les documents et estime que la méthode d'approche technique est généralement bien conçue. Toutefois l'auteur a des réserves concernant l'opportunité de l'aménagement réussi de piézomètres dont le débit sera de 1m<sup>3</sup>/heure, ce qui représente le débit minimum d'un forage destiné à l'alimentation du village en eau). Actuellement, un piézomètre dont le débit est moindre de 1m<sup>3</sup>/h peut très bien servir à des observations piézométriques.

Etant donné les divers objectifs généraux du projet, et compte tenu des limitations budgétaires du Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines, l'auteur aimerait recommander la prise des mesures suivantes. Il conviendrait :

1. De financer dans le cadre du projet, selon les estimations de la DNHE, la construction de 20 piézomètres d'environ 60 m de profondeur dans la périphérie du réservoir de Manantali, pour environ 7000 \$ par piézomètre soit à un coût total de 140.000 dollars.

2. Que les coûts de contrepartie imputables au Gouvernement Malien incluent les coûts d'identification des sites de construction pour les 20 piézomètres, par les techniques photogéologiques et géophysiques que maîtrisent le personnel de la DNHE et qui coûtera à l'unité 3.000 dollars par piézomètre soit au total 60.000 dollars.

3. De financer la Phase C, en soustrayant les salaires et indemnités du personnel Malien.

PROJET D'ACCORD ENTRE L'ORGANISATION  
POUR LA MISE EN VALEUR DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL

ET:

- 1) Le Service de l'Hydraulique du Ministère de l'Hydraulique et de l'Habitat du Gouvernement de la République Islamique de Mauritanie (R.I.M.):
- 2) La Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie du Ministère du Développement Industriel du Mali (D.N.H.E);
- 3) La Direction des Etudes Hydrauliques du Ministère de l'Hydraulique du Sénégal (DHS).

POUR L'EXECUTION DES ACTIVITES DE CONTROLE DES EAUX SOUTERRAINES  
DANS LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL - PROJET FINANCE PAR L'USAID -  
No. 625-0958.

Entre l'Organisation Pour la Mise en Valeur du Bassin du Fleuve Sénégal ci-après dénommée "OMVS";

et

Le Service de l'Hydraulique du Ministère de l'Hydraulique et de l'Habitat du Gouvernement de la République Islamique de Mauritanie ci-après dénommé "DN/RIM";

Il a été convenu que :

Article 1: Objectifs

Cet accord a pour but de déterminer les grandes lignes pour la collaboration entre l'OMVS et la DH/RIM, afin d'exécuter le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines financé par l'USAID No. 625-0958 conformément à l'Accord



de Subvention entre l'OMVS et l'Agence Pour le Développement International  
signé le

Ce projet qui sera exécuté dans le secteur de Kaédi, dans la  
partie Mauritanienne du Bassin du Fleuve, entrera en vigueur à partir du  
jusqu'au

## Article 2. Définition des travaux à entreprendre

Les travaux à entreprendre dans le cadre de cet accord sont  
définis dans le Document de Projet daté du , p intitulé  
"Plan d'Exécution" et plus précisément à l'Annexe A pages à , "Activités  
sur-le-terrain", Annexe C, pages , "Qualifications Requises du Personnel  
des Agences Nationales détaché au Projet"

Cet accord concerne tout particulièrement le "Plan de Travail"  
décrit aux pages du Document de Projet.

## Article 3. Mise au Point d'une Strategie pour les Activités du Projet

Durant le 9ème mois du projet, l'équipe du projet et le personnel  
de la DNH/RIM rencontreront le Directeur de Projet de l'USAID/Mauritanie et son  
Adjoint afin de mettre au point les plans de travail pour l'année prochaine. Au  
cours des années qui suivront, ces reunions auront lieu 3 mois avant la fin de  
l'année du projet.

Ces reunions de planification traiteront des questions telles que:

- la réalisation des objectifs du projet;
- l'étude de la répartition des tâches entre le Bureau des Opéra-  
tions à St-Louis, le bureau régional de Kaédi, et les brigades  
sur-le-terrain.

## Article 4. Collecte de Données et Construction des Piézomètres

Les activités de collecte de données et de construction de piézo-  
mètres seront entreprises par le personnel du secteur de Kaédi conformément au

"Plan de Travail", Annexe A, pages , du Document de Projet. Plus précisément :

- ✓ -élaboration d'un système de classement des données hydrogéologiques, des détails sur la construction, inventaire de l'équipement et des sites;
- planification d'un réseau de piézomètres;
- exécution des activités sur-le-terrain indiquées au paragraphe D "Activités sur-le-terrain", Annexe A, p

#### Article 6. Analyse et Diffusion des Données

La DNH/RIM sera chargée de la diffusion des données sur les eaux souterraines collectées au niveau du secteur Mauritanien. Les problèmes de salinité, de remontée d'eau, d'infiltration seront traités dans un rapport technique qui sera diffusé entre les participants du projet, le bureau des opérations de l'OMVS, l'USAID/Mauritanie, l'USAID/RBDO.

Une fois analysées, toutes les données seront placées à la Cellule Centrale désignée par l'OMVS en vue de la compilation d'une banque de données sur le contrôle des eaux souterraines.

#### Article 6. Désignation des Tâches

L'OMVS et la DNH/RIM désigneront les services et le personnel responsable de l'exécution de cet accord. L'OMVS, l'USAID/RBDO seront immédiatement informés de tout changement au niveau du personnel. Ces changements seront discutés au cours des évaluations conjointes qui ont lieu tous les six mois avec l'USAID/Mauritanie.

La DNH/RIM nommera le Chef de Secteur ainsi que le personnel participant aux activités de projet dont la liste figure à la p du Document de Projet, à savoir:

- 1 technicien (Chef de Secteur) pour 3 ans
- 1 mécanicien/chauffeur pour 3 ans

- 1 géomètre pour 2 ans et demi
- 2 chefs d'équipe pour 3 ans
- 8 manoeuvres pour 3 ans
- 1 opérateur de tarière mécanique pour 2 ans
- 2 aides " " pour 2 ans
- 1 employé de bureau/dactylo pour 3 ans et demi

Le personnel sera sélectionné conformément aux critères établis p de l'Annexe C "Qualifications Requises du Personnel des Agences Nationales détaché au Projet".

#### Article 7. Répartition des Coûts de Financement

Le salaire du personnel détaché aux bureaux régionaux ainsi que celui des employés temporaires détachés au bureau central de St-Louis sera payé par le Projet. L'OMVS financera les autres frais du personnel et certains frais de fonctionnement, tandis que la DNH/RIM contribuera pour % de ces frais comme l'indique le Tableau Financier No. 5 - Budget du Projet, page du Document du Projet. Il a été convenu que les Etats Membres assumeront les frais récurrents des activités de contrôle des eaux souterraines après que le financement de l'USAID ait pris fin.

#### Article 8. Litiges

En cas de litige entre l'OMVS, la DNH/RIM et l'USAID/Mauritanie, qui ne pourrait être réglé par le Directeur du Projet et ses homologues Mauritanien, le Secrétaire Général de l'OMVS et le Directeur Général de la DNH/RIM essaieront de le régler à l'amiable.

#### Article 9. Modifications

L'OMVS ou la DNH/RIM peuvent demander à ce que des réunions et/ou

des modifications soient apportées à cet accord. Toutefois, ces revisions et/ou modifications ne devraient en aucun cas affecter l'exécution normale du programme.

Article 11. Approbation

Conformément à l'Accord Régional entre l'USAID et l'OMVS, cet accord sera soumis à l'approbation de l'USAID/RBDO.

Nouakchott, \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Secrétaire Général de l'OMVS

\_\_\_\_\_  
Directeur de la DNH/R.I.M.

\_\_\_\_\_  
USAID