

PD-ABD-852  
152 15964

# OBJECTIFS ET REALISATIONS

Projet OMVS/USAID 625-0958  
Eaux Souterraines

Rapport Final

Volume I

June 1990

 INTERNATIONAL SCIENCE  
AND TECHNOLOGY  
INSTITUTE, INC.

# OBJECTIFS ET REALISATIONS

Projet OMVS/USAID 625-0958  
Eaux Souterraines

Rapport Final

Volume I

**Redige conjointement par:**

OMVS/DIR/PES

International Science and Technology Institute, Inc.

June 1990



INTERNATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY INSTITUTE, INC.  
1129 Twentieth Street, N.W., Washington, DC 20036  
202-785-0831 • Telex: 272785 ISTI UR • Fax: 202-223-3865

# ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)

## 1 INTRODUCTION

1.1 Origine du projet	1
1.2 Objectifs du projet	1
1.3 Intervenants dans ce projet	2
1.4 Auteurs du présent rapport	2

## 2 REALISATIONS DU PROJET

2.1 Assistance institutionnelle à OMVS	4
2.2 Suivi hydrogéologique périodique	8
2.3 Réseau piézométrique OMVS	8
2.3.1 Réseau piézométrique de la vallée du fleuve Sénégal	8
2.3.2 Réseau piézométrique du Haut Bassin	11
2.4 Nivellement des ouvrages du réseau piézométrique OMVS	11
2.5 Outils informatiques	11
2.5.1 Equipements informatiques du projet	12
2.5.2 Progiciel GROUNDWATER	12
2.5.3 GES - Système de Gestion des Eaux Souterraines	12
2.5.4 SURFER et GRAPHER - logiciels de traitement cartographique et graphique	14
2.5.5 Divers	15
2.6 Interprétation	15
2.7 Formation	16
2.7.1 Formation de longue durée des Tiers	16
2.7.2 Formation de courte durée du personnel de projet	17

## 3 CONCLUSIONS

## 4 LEÇONS APPRIS

4.1 INSTITUTIONNELLES	20
4.1.1 Composition de l'équipe du bureau central	20
4.1.2 Diffusion de l'information	20
4.1.3 Décentralisation de la structure du projet	20
4.1.4 Sous-traitance des travaux de terrain	20
4.2 Formation à long terme	21
4.3 Technique	21
4.3.1 Développement informatique	21
4.3.2 Linguistique	21

## 5 RECOMMANDATIONS

5.1 Institutionnelles	22
5.1.1 Continuité des opérations sur le terrain	22
5.1.2 Réduction du nombre de piézomètre	22
5.1.3 Appui au chef de la Cellule	23
5.1.4 Assistance technique à court terme	23
5.1.5 Sensibilisation des organismes techniques oeuvrant dans la vallée	24
5.2 Programmes de travail à court terme	24
5.2.1 Poursuite des travaux d'interprétation - petite échelle	24
5.2.2 Poursuite des travaux d'interprétation - grande échelle	25
5.2.3 Modifications aux procédures de mesure de la conductivité électrique	25
5.3 Programmes de travail à moyen et long terme	25
5.3.1 Problème de la salinisation des sols (proposition BRGM)	26
5.3.2 Echanges hydrauliques latéraux avec les formations alluviales (proposition BRGM)	26
5.3.3 Plannification des activités de modélisation	27

## RÉFÉRENCES

## LISTE DES ANNEXES

---

- ANNEXE #1: Historique par trimestre des étapes franchies (\*) et des réalisations résultantes (\*\*)  
couvrant la période du 1 juillet 1984 au 30 juin 1990.
- ANNEXE #2: Liste des documents rédigés et diffusés par le projet Eaux Souter raines au 30 juin 1990.
- ANNEXE #3: Legs des biens , du matériel et des équipements au terme du financement USAID le 30  
juin 1990.
- ANNEXE #4: Description des zones à l'étude.
- ANNEXE #5: Liste des codes GES

## LISTE DES ACRONYMES ET DES ABREVIATIONS UTILISEES

---

OMVS	: Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal	
OMVS/DIR	: Département des Infrastructures Régionales de l'OMVS	
USAID	: United States for International Development	
USAID/IWME	: Irrigation Water Management Engineering Department of	USAID
USGS	: United States Geological Survey	
ISTI	: International Science and Technology Institute, Inc.	
P.I.L.	: Project Implementation Letter (lettre d'exécution)	
SAFOR	: Société de Africaine Forage	
GES	: Système informatique de Gestion des Eaux Souterraines	
BRGM	: Bureau de Recherche Géologique et Minière	
INFORMISSION	: Sous contrat passé entre ISTI et INFORMISSION pour le développement informatique du système GES	
DNHE	: Direction Nationale de l'Hydraulique et des Equipements	
CEFIGRE	: Centre de Formation Internationale à la Gestion des Ressources en Eau	
LANASOL	: Laboratoire National d'Analyses des Sols et de l'Eau	
SONADER	: Société Nationale pour le Développement Rural	
SAED	: Société pour l'Aménagement et l'Exploitation de la Vallée du fleuve Sénégal	
ORSTOM	: Organisation de Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer	
IGN	: Institut Géographique National	
MB	: Méga Bytes	
KB	: Kilo Bytes	
DOS	: Disk Operating System	
LOTUS	: Chiffrier électronique LOTUS 123 générant des fichiers *.WK1	
DBF	: Logiciel dBase 111+ générant des fichiers *.dbf	
ISRA	: Institut Sénégalais des Recherches Agricoles	
CNRADA	: Centre National de Recherche Agronomique et de Développement Agricole (équivalent mauritanien de l'ISRA)	
PC1	: Poste de travail #1 IBM - XT de la Cellule Eaux Souterraines	
PC2	: Poste de travail #2 IBM - XT de la Cellule Eaux Souterraines	
cpi	: Nombre de caractères par pouces	
R.I.G.	: Regional Inspector General	

## ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)

---

En 1972, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal ont créé l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (O.M.V.S.) afin d'unir leurs efforts pour le développement coordonné du bassin de ce fleuve.

Avec l'achèvement des deux barrages (Diama et Manantali), il est possible désormais de développer:

- a) l'Agriculture irriguée (375,000 ha),
- b) la production de l'énergie hydroélectrique (800 GWh par an),
- c) la navigation depuis l'embouchure à St-Louis jusqu'au Mali à Kayes.

Le développement agricole est de la responsabilité des Etats, l'OMVS n'assumant que la coordination et l'harmonisation au niveau sous-régional.

Par contre, les projets de production d'énergie et de navigation constituent la 2<sup>ème</sup> étape du Programme d'Infrastructure Régionale devant permettre le développement intégré du bassin du fleuve Sénégal.

### AGRICULTURE

Le développement de l'Agriculture irriguée liée à la régularisation des débits par les barrages de Manantali et de Diama se fera, dans un premier temps, parallèlement aux cultures de décrue. Le développement croissant de l'Agriculture irriguée aboutira à une diminution progressive de la culture de décrue et, finalement, à sa disparition totale.

Les zones convenant à l'irrigation ont été estimées (FAO 1977) à 376.443 ha se répartissant ainsi:

Haute Vallée	:	14.229 ha
Moyenne Vallée	:	132.360 ha
Basse Vallée	:	190.381 ha
Delta	:	39.473 ha
Total		<u>376.443 ha</u>

La superficie totale développée pour l'agriculture irriguée en 1984 était de 39.383 ha. En 1989, la superficie cultivée sous irrigation est passée à 48.334 ha.

### ENERGIE

Le volet énergie de l'OMVS repose sur les composantes suivantes:

1) construction au pied du barrage de Manantali d'une centrale hydro-électrique de 200 MW (5 turbines de 40 MW),

2) réalisation d'un réseau sous-régional de transport de l'énergie haute tension et d'interconnexion avec les réseaux nationaux des Etats Membres comprenant:

a) une ligne double terre Manantali - Kayes - Bakel - Matam - Dagana - Sakel - Tobène d'une longueur de 930 km en 225 KV; deux bretelles provisoirement dimensionnées en 90 KV monoternes reliant cette ligne avec la rive droite soit: Matam - Kaédi (78 km) et Dagana - Nouakchott (267 km).

b) une ligne simple terre Manantali - Kita - Bamako en 225 KV d'une longueur de 295 km).

## **NAVIGATION**

L'objectif visé est de rendre le fleuve Sénégal navigable toute l'année de St-Louis (Sénégal) à Kayes (Mali). Le débit requis pour le volet navigation est de 100 m<sup>3</sup>/s garantie à Bakel par le barrage de Manantali.

Les composantes essentielles du projet navigation concernent:

- \* la réalisation par dragage et déroctage d'un chenal navigable convenablement balisé de 55 m de largeur et 1.9 m de profondeur en phase transitoire assurant un tirant d'eau de 1.5 m pour le transport fluvial,
- \* la construction d'un Warf à St-Louis et d'un pont terminus fluvial à Kayes et de 10 escales portuaires le long du fleuve;
- \* la mise en place d'organismes d'entretien de la voie navigable et d'exploitation économique de la flotte fluviale.

Ce projet fait actuellement l'objet d'une étude qui permettra d'actualiser les études antérieures et de proposer un programme de réalisation par étapes.

## 1 INTRODUCTION

---

### 1.1 Origine du projet

L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) et l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) ont signé un Accord de Subvention pour le Projet d'Aménagement des Eaux Souterraines 625-0958, en date du 30 août 1983. La signature de cette Accord de Subvention a été possible suite à une étude environnementale réalisée par Gannet Flemming en 1970 et revue en 1979 par M. George C. Taylor.

Le projet, financé par l'USAID, a démarré ses activités sur le terrain en janvier 1985 et s'est achevé le 30 juin 1990.

### 1.2 Objectifs du projet

L'objectif global de ce projet était d'assister l'OMVS dans la structuration et la coordination des activités d'une entité, nouvellement créée, désignée la Cellule des Eaux Souterraines, à St-Louis, Sénégal. Cette Cellule était et se trouve toujours sous la tutelle du Département de l'Infrastructure Régionale de l'Organisation (OMVS/DIR).

Les activités du projet, limitées à la vallée du fleuve Sénégal et dans le voisinage immédiat du barrage de Manantali, ont été axées sur la collecte et l'analyse des données hydrogéologiques, climatiques et limnimétriques, et le développement d'un outil informatique de gestion de ces données. Celles-ci proviennent:

- \* de la construction du réseau piézométrique OMVS constitué de 569 piézomètres localisés dans les limites de la vallée du fleuve Sénégal (Ouest de Bakel) et de 20 piézomètres localisés autour du barrage de Manantali,
- \* de la juxtaposition de puits villageois au réseau piézométrique OMVS portant le total des points d'observations hydrogéologiques à 1151 ouvrages,
- \* du suivi hydrogéologique de l'ensemble du réseau
- \* du regroupement des données limnimétriques et climatiques recueillies par des Tiers.

L'OMVS cherchait, dans le cadre de ce projet, à se doter d'un dispositif d'observation hydrogéologique lui permettant de suivre l'évolution de la nappe superficielle en fonction de l'exploitation des aménagements actuels et projetés dans les limites de la vallée du Fleuve Sénégal (barrages/périmètres hydroagricoles).

Les sujets d'étude (objectifs à long terme) découlant de la collecte et de l'analyse des données recueillies devaient permettre de mieux cerner:

- a) l'impact de l'exploitation des barrages de Diama et Manantali sur les aquifères au droit du lit mineur du fleuve,
- b) l'importance de la recharge naturelle des aquifères alluvionnaires et des aquifères sous-jacents à la vallée du fleuve Sénégal,
- c) l'importance de la remontée de la nappe d'eau salée dans les limites des périmètres hydroagricoles, en particulier en aval de Podor,
- d) les mécanismes de contamination liés à l'usage des engrais et pesticides,
- e) les potentialités hydrogéologiques des différents réservoirs aquifères.

Aucun de ces sujets d'études ni les résultats acquis n'étaient exigés comme résultats escomptés dans les termes de références du projet.

Les buts et les réalisations escomptés (objectifs à court et moyen terme), énumérés au document de projet (Project Paper Document) étaient:

- 1) l'élaboration d'un plan directeur de gestion des eaux de surface et souterraine,
- 2) le développement d'un système de gestion des données pour le compte de l'OMVS,
- 3) la mise au point d'une méthode de compilation et d'analyse des données,
- 4) la formation du personnel OMVS à la mise en place du plan directeur de gestion des eaux de surface et souterraine,
- 5) la construction d'un réseau piézométrique OMVS.

### 1.3 Intervenants dans ce projet

La réalisation de ce projet a été possible grâce à l'effort d'une multitude d'intervenants dont:

\* le personnel national des bureaux de secteurs (M. L. Sangare, chef de secteur de St Louis, Sénégal, M. A. Ndiayes, chef de secteur de Rosso, Mauritanie et M. Toure, chef de secteur de Manaritali, Mali) responsables de la collecte et du pré-dépouillement des données sur le terrain,

\* le personnel national du bureau central (M. O. Ngom, chef de projet, Ndar Toute, St Louis), responsables de la coordination des activités sur le terrain de chacun des bureaux de secteur.

Cette structure de projet sous la tutelle de l'OMVS/DIR (Département des Infrastructures Régionales) a bénéficié de l'appui d'experts techniques à long terme (ISTI) et à court terme (USGS, BRGM et INFORMISSION).

ISTI a appuyé l'OMVS dans la gestion quotidienne de ce projet pour atteindre les objectifs visés en détachant auprès du chef de la Cellule Eaux Souterraines, un ingénieur conseil, M. D. Richard.

INFORMISSION a été responsable du développement et de la mise en place de la base de données informatisée (GES) grâce à l'intervention ponctuelle de MM. M. Fortin, L. Brunelle et M. M. Migneault, tous spécialistes en informatique).

Les organismes BRGM (M. M. Vandenbeusch, hydrogéologue) et USGS (M. E. Bolke, hydrogéologue, M. R. Hollway, hydrogéologue informaticien et M. E. Weiss, hydrogéologue, spécialiste en modèle) ont été responsables de l'orientation des travaux d'interprétation.

Les experts chargés de l'évaluation finale du projet Eaux Souterraines (MM. S. Dendrou et M. R. Reeser), dynamiques et constructifs dans leur travaux, ont grandement stimulé la réflexion du personnel de la Cellule Eaux Souterraines nécessaire à la rédaction de ce rapport.

### 1.4 Auteurs du présent rapport

La rédaction de ce rapport final, disponible en français et en anglais, dressant la synthèse des acquis et statuant sur le devenir de la Cellule, a été rédigé par l'ingénieur conseil (ISTI) et le chef de la Cellule Eaux Souterraines.

Ce rapport final traite des réalisations effectives du projet (chapitre 2), des conclusions (chapitre 3), des leçons apprises (chapitre 4) et des recommandations dans le cadre de la continuité des opérations au terme du financement USAID (chapitre 5).

L'annexe #1 rappelle l'historique par trimestre des étapes franchies associées aux réalisations résultantes couvrant la période du 1 juillet 1984 au 30 juin 1990.

L'annexe #2 dresse la liste des documents techniques, de programmation, d'experts en mission, contractuels, cartographiques et administratifs rédigés et préparés pour bonne réalisation de ce projet. Au total de 95 documents, soit plus de 1.4 documents par mois ont été rédigés. Tous ces documents représentent une réalisation majeure du projet et ont contribué à son succès.

L'annexe #3 dresse l'inventaire des biens, du matériel et des équipements léguée par le projet au 30 juin 1990.

L'annexe #4 introduit le lecteur aux sources de la documentation donnant une description des zones à l'étude.

L'annexe #5 cumule les rapports d'édition du système informatique GES énumérant la liste des divers codes permettant la gestion des données hydrogéologiques.

## 2 REALISATIONS DU PROJET

---

### 2.1 Assistance institutionnelle à OMVS

L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) a créé avant le démarrage des travaux une nouvelle entité, la Cellule des Eaux Souterraines, sous la tutelle du Département des Infrastructures Régionales (OMVS/DIR). Le Bailleur de Fonds devaient utiliser cette entité nouvellement créée pour assister l'OMVS dans sa quête d'une maîtrise des données relatives aux eaux souterraines.

Dans une première phase, l'équipe résidente du projet Eaux Souterraines (le chef de projet, le conseiller technique adjoint au chef de projet, le chef de la collecte et de l'analyse des données et le chef des opérations sur le terrain) a ouvert le bureau central, sis à St-Louis, Sénégal. Les experts nationaux de l'équipe résidente étaient ressortissants des Ministères de l'Hydraulique des Etats Membres et rattachés au personnel de l'OMVS et le conseiller technique, expert ressortissant d'ISTI, Washington, Etats Unis.

Dans une seconde phase, le bureau central a, progressivement, ouvert des bureaux de secteurs localisés dans chacun des Etats Membres de l'OMVS. Les chefs de secteur étaient détachés des Ministères de l'Hydraulique de leur pays d'origine et payés par le projet. Les effectifs en personnel de chacun des bureaux de secteur étaient recrutés localement et payés par le projet.

Au départ (octobre 84), les bureaux de secteurs de Rosso, Mauritanie et de St-Louis, Sénégal, ont été ouverts et, plus tard (mars 88), celui de Manantali, Mali.

Ce montage organisationnel était nécessaire pour assurer la gestion de ce projet régional (3 pays). L'ouverture progressive des bureaux de secteurs était liée au rythme d'avancement des travaux préparatoire (rédaction des documents contractuels SAFOR et DNHE) à la mise en place du réseau piézométrique de l'OMVS, assise des activités du projet sur le terrain.

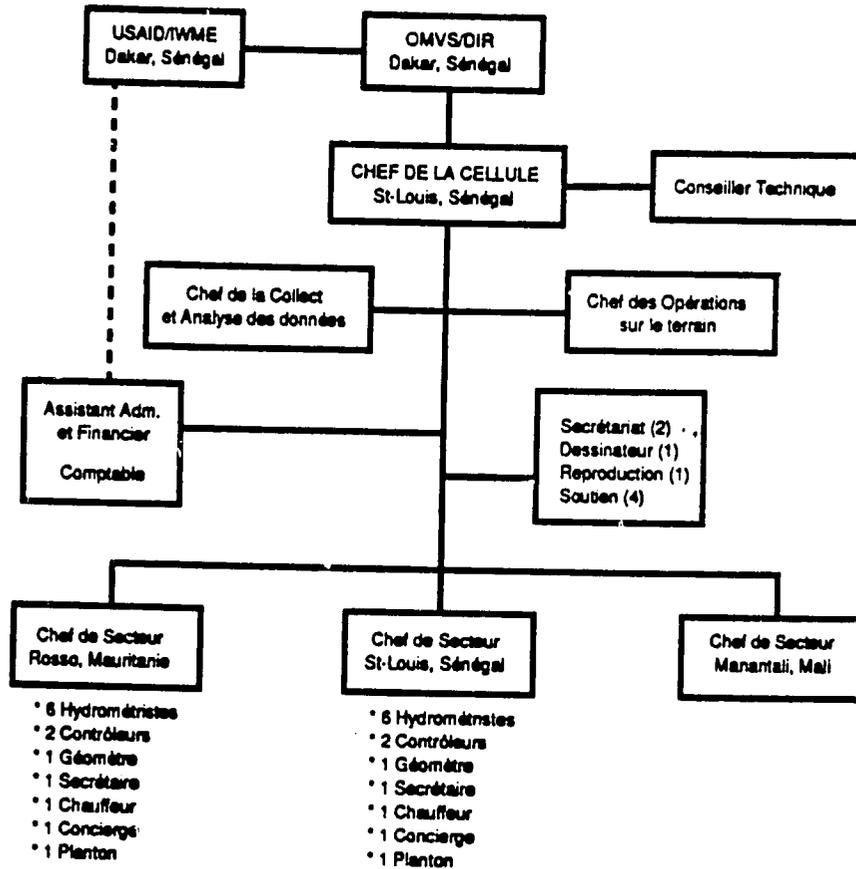
La composition des équipes du bureau central et des bureaux de secteurs a évolué suivant l'état d'avancement des travaux sur le terrain et des contraintes conjoncturelles. Un évènement majeur de la vie de ce projet a été la remise à la disposition des Etats Membres de l'OMVS de l'équipe résidente du projet au trimestre #3, 1988. Il est évident que cet évènement a forcé une révision complète de la composition de l'équipe du bureau central et des bureaux de secteurs dans une moindre mesure.

Dans les pages suivantes, la composition des équipes de la structure du projet est comparée pour les périodes avant et après le trimestre #3, 1988 et à la fin du projet (30 juin 1990). Ces trois organigrammes ont été et restent pour celui qui prévaut à la fin du projet une réalisation majeure du projet dans le cadre de son assistance institutionnelle à l'OMVS.

L'héritage du bailleur de fonds USAID légué à l'OMVS au terme du financement USAID, le 30 juin 1990 (composition de l'équipe résiduelle et les biens, le matériel et les équipements (voir annexe #3) lui confère la capacité institutionnelle à poursuivre les opérations de collecte et d'interprétation initiées dans le cadre de ce projet.

Le lecteur trouvera à l'annexe #1, l'historique par trimestre des étapes franchies et des réalisations résultantes couvrant la période du 1 juillet 1984 au 30 juin 1990 correspondant à la durée des activités de ce projet. Il est intéressant à la lecture de cette annexe de soupeser - à fortiori - l'importance du poids des tâches administratives par opposition à celui des tâches techniques. Il est symptomatique de constater que malgré la vocation technique du projet, une grande partie de l'énergie des techniciens soit orientée vers des efforts purement administratifs.

ORGANIGRAMME EFFECTIF DE LA CELLULE  
EAUX SOUTERRAINES  
AVANT LE TRIMESTRE #3 1968



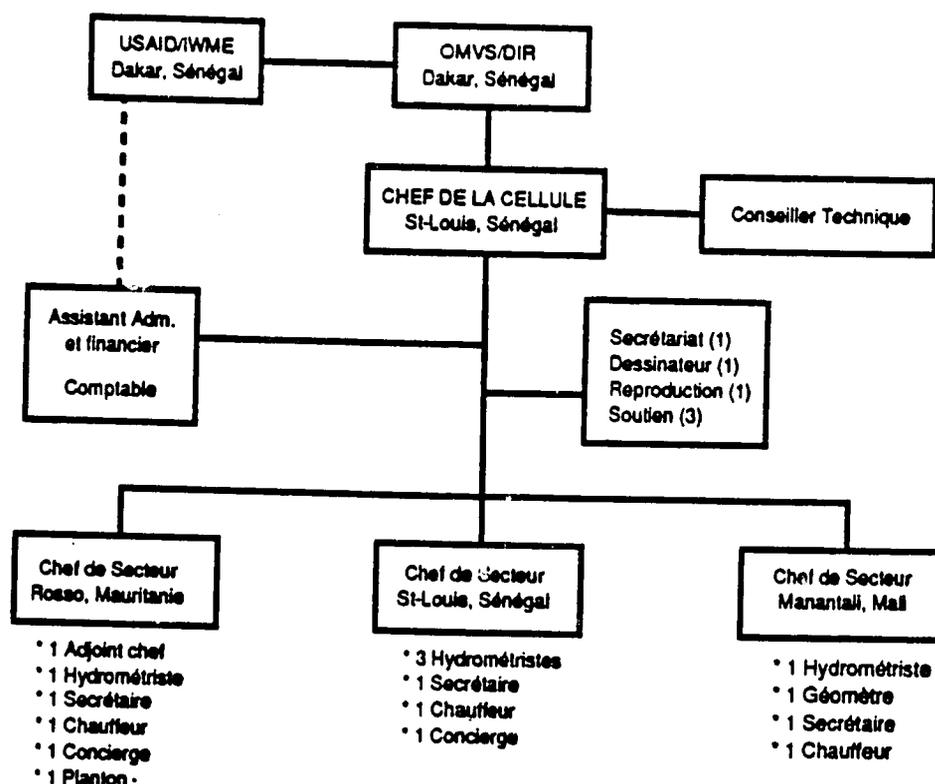
Cet organigramme montre, avant la remise à la disposition des Etats Membres du personnel de l'équipe résidente, la composition des équipes des bureaux de secteurs et du bureau central lors de la phase de construction du réseau piézométrique. Il montre également le double circuit de l'information, formel (ligne continue) et informel (ligne tiretée).

Le personnel du secteur de Manantali, Mali, limité au seul chef de secteur, s'explique par le démarrage progressif des travaux contractuels par secteur et, par la suite, le suivi hydrogéologique du réseau piézométrique.

Les contrôleurs dirigés par le chef des opérations sous la supervision des chefs de secteur veillaient à la bonne exécution des travaux de l'Entreprise SAFOR. La durée de leur affectation au projet était liée au temps de réalisation des travaux de l'Entreprise.

Les géomètres, indépendants, sous-traitaient leurs travaux de terrain avec le bureau central sur la base d'un prix forfaitaire par ouvrage.

**ORGANIGRAMME EFFECTIF DE LA CELLULE  
EAUX SOUTERRAINES  
APRES LE TRIMESTRE #3 1988**



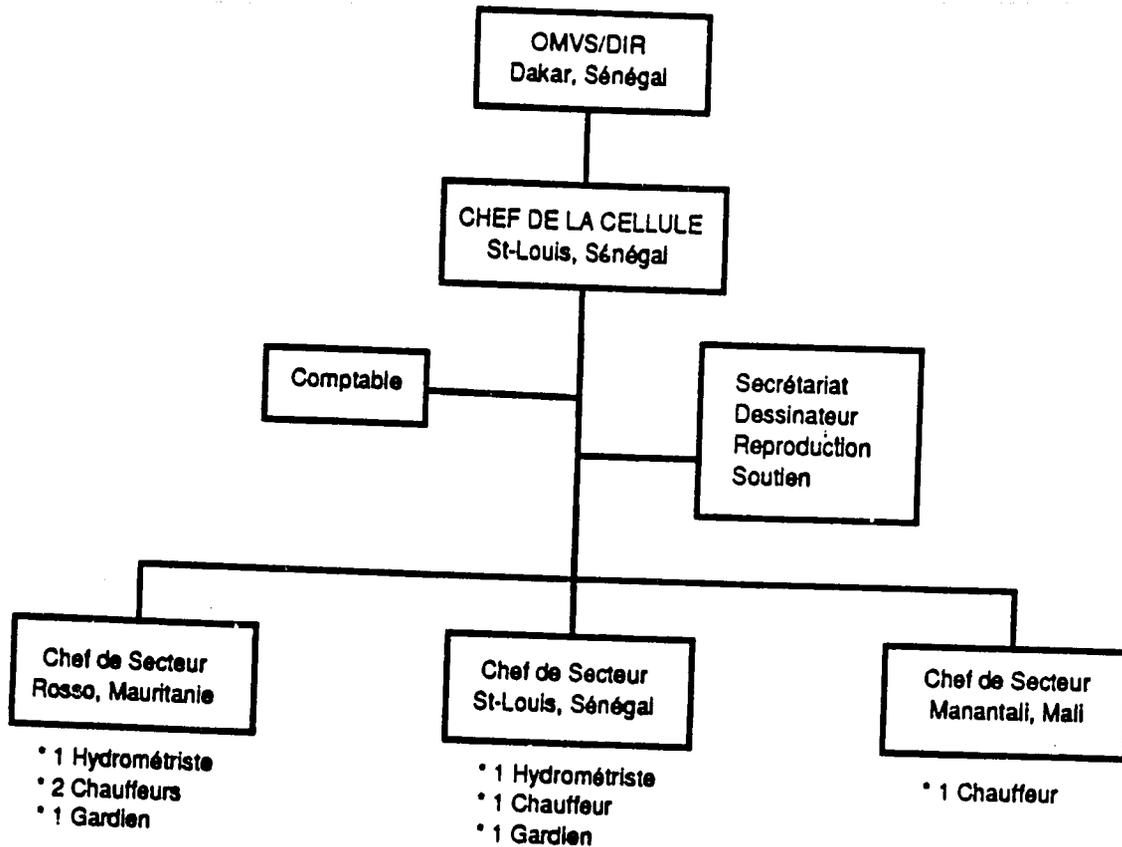
Cet organigramme montre, après la remise à la disposition des Etats Membres du personnel de l'équipe résidente, la composition des équipes des bureaux de secteurs et du bureau central après la phase de construction du réseau piézométrique. Il montre également le double circuit de l'information, formel (ligne continue) et informel (ligne tiretée).

L'équipe résidente précédente du projet (chef du projet, le chef de la collecte et de l'analyse des données et le chef des opérations sur le terrain) a été remplacée par une seule personne. Le chef de projet cumule une deuxième fonction dont celle de chef de la collecte et de l'analyse des données. Les travaux contractuels étant achevés, le chef des opérations sur le terrain n'a pas été remplacé.

La diminution du nombre des hydrométristes par secteur est liée à une évaluation individuelle de chacun des hydrométristes et à l'application, exigée par l'ensemble des bailleurs de fonds internationaux, des conclusions du rapport Alexander Gibbs militant en faveur de la restructuration du personnel OMVS (perte d'un chauffeur et d'un planton).

Le géomètre du secteur de Manantali, indépendant, sous-traitait les travaux de terrain avec le bureau central sur la base d'un prix forfaitaire pour la totalité du réseau. Les travaux similaires au Sénégal et en Mauritanie étaient achevés.

**ORGANIGRAMME DE LA CELLULE  
EAUX SOUTERRAINES  
APRES FINANCEMENT USAID  
AU 30 JUIN 1990**



Cet organigramme définit les besoins minimaux en personnel pour chacun des secteurs du projet pour permettre à OMVS d'assurer la continuité des opérations sur le terrain au terme du financement USAID.

Ce montage, proposé par le projet et approuvé par l'OMVS, est devenu effectif le 31 mai 1990, à l'exception des deux gardiens attendant leur recrutement par l'OMVS.

Toutefois, cet organigramme ne permet pas à l'équipe résiduelle d'assurer la continuité des activités d'analyses et d'interprétation des données collectées sur le terrain. Le chef de la Cellule, devant la diversité de ces tâches administratives et techniques, devra bénéficier d'un appui informatique et hydrogéologique (voir recommandation 5.1.3).

## **2.2 Suivi hydrogéologique périodique**

Le suivi hydrogéologique (données historiques) du réseau piézométrique OMVS a débuté au mois de novembre 1988. La périodicité des visites était mensuelle pour le Sénégal et la Mauritanie. Dans les environs du barrage de Manantali, Mali, le suivi hydrogéologique du réseau a débuté en février 1989 selon une périodicité hebdomadaire.

En novembre 1986, le suivi hydrogéologique portait uniquement sur les puits villageois appartenant au réseau OMVS et, progressivement, en fonction de l'avancement des travaux de l'Entreprise de Forage, les piézomètres ont été ajoutés progressivement à la programmation des hydrométristes (début juin 1987).

Les données collectées, spécifiques à chaque piézomètre, sont relatives à la localisation de l'ouvrage, son accessibilité, l'état de l'ouvrage en surface, l'environnement de l'ouvrage dans un rayon de 200 mètres, la piézométrie et les paramètres physico-chimiques et autres.

La fiche de terrain utilisée par les hydrométristes a été standardisée. Le lecteur peut trouver cette Fiche de Visite Mensuelle dans le document de présentation du projet à l'attention des Etats Membres de l'OMVS (voir annexe #2, section 3.3.1). A chaque ouvrage du réseau piézométrique visité correspond une Fiche de Visite Mensuelle (approximativement 1071 fiches par mois).

Ces fiches, regroupées et pré-dépouillées dans chacun des bureaux de secteurs, sont transmises mensuellement à l'attention du responsable de la base de données au bureau central pour leur exploitation ultérieure (dépouillement, saisie et interprétation à l'aide des divers outils informatiques disponibles au projet, voir la section 2.5 de ce rapport).

## **2.3 Réseau piézométrique OMVS**

Le réseau piézométrique OMVS se localise dans les limites de deux régions géographiques, géologiques et hydrogéologiques distinctes:

- \* la vallée du Fleuve Sénégal, s'étendant de St-Louis (littoral marin) jusqu'à Bakel (environ 600 km à l'intérieur des terres),
- \* le haut bassin dans les environs du barrage de Manantali à quelques 1300 km de l'embouchure du fleuve Sénégal.

### **2.3.1 Réseau piézométrique de la vallée du fleuve Sénégal**

Cette partie du réseau piézométrique, constitué de 1151 ouvrages (puits villageois et piézomètres) a nécessité la construction de 569 piézomètres à vocation spécifique (contrat SAFOR), totalisant 10,300 mètres linéaires de forage.

La figure #1 permet de visualiser la distribution des piézomètres réalisés dans le cadre de ce projet par classe de profondeur. Cet histogramme touche une population de 575 piézomètres forés dont 569 équipés.

Le lecteur trouvera à la figure #2 la coupe technique standard représentative de tous les piézomètres réalisés par SAFOR.

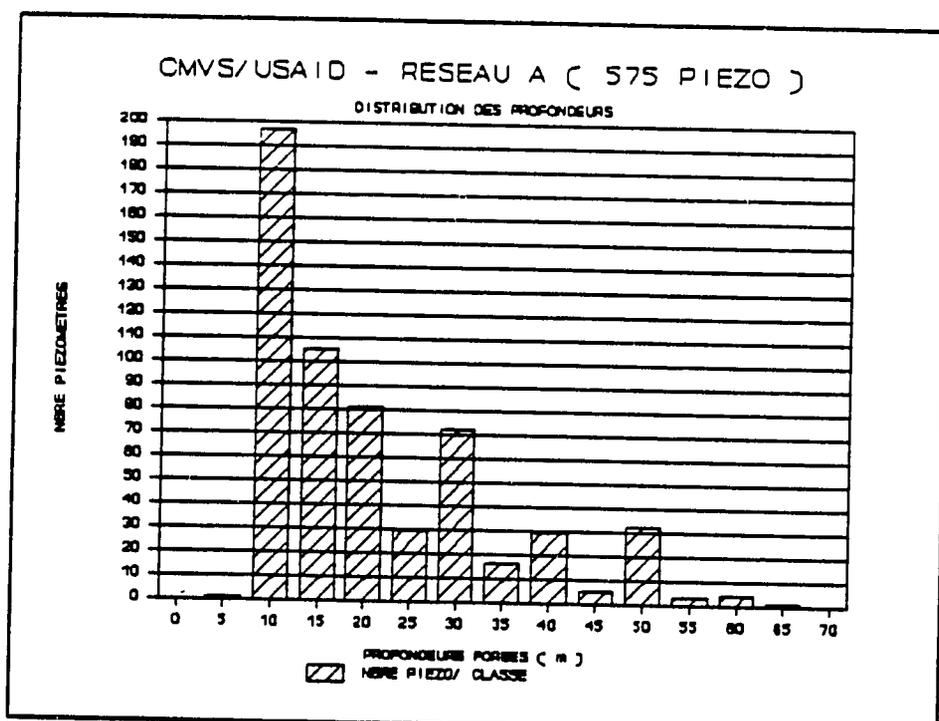


Figure 1 Réseau piézométrique OMVS - rives droite et gauche - distribution de la profondeur forée.

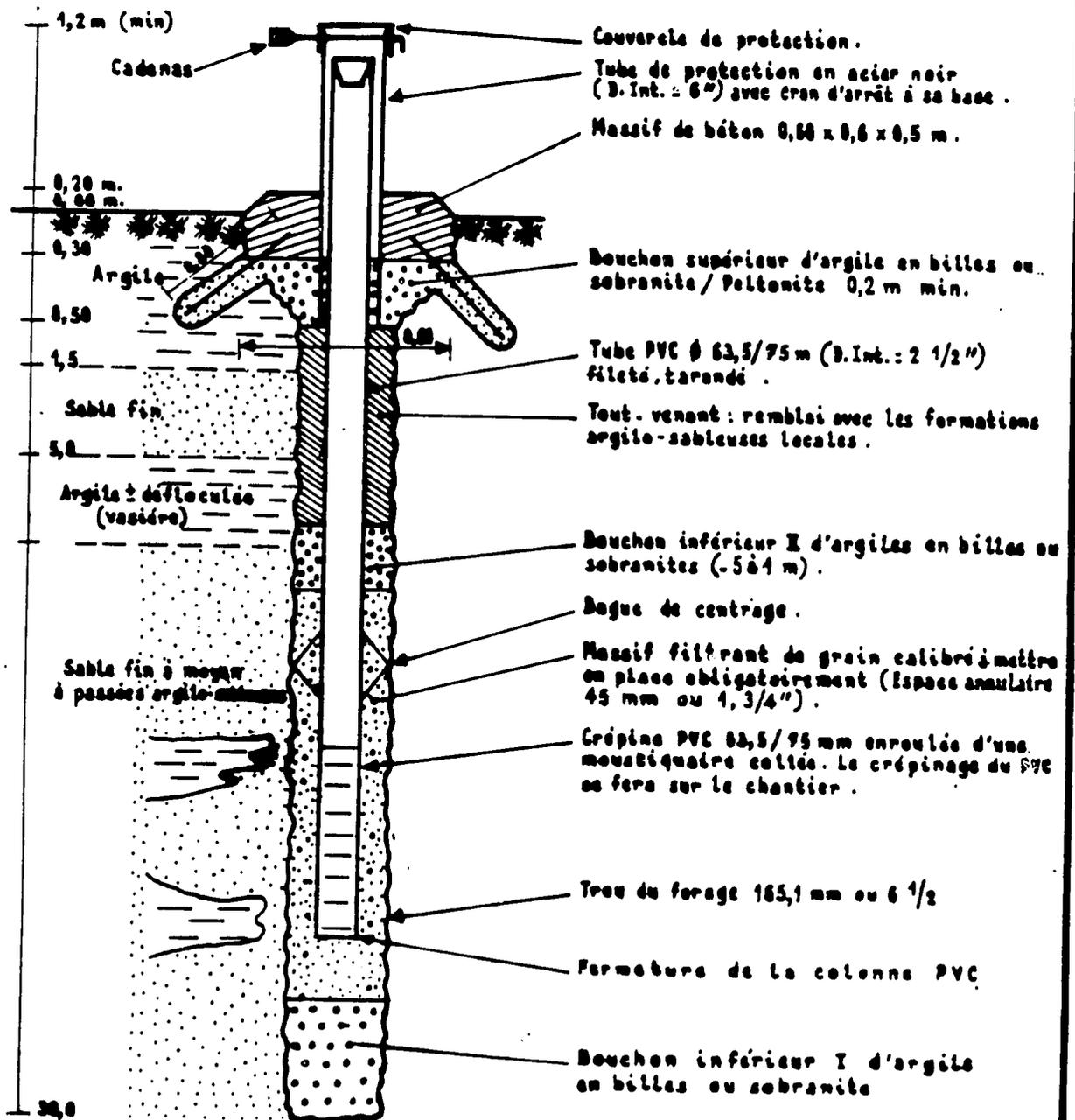
RESEAU OMVS - Sénégal et Mauritanie, distribution de la profondeur forée.

Classe (m)	Nbre de Piezos	% Total Piezos
0	0	0.00%
5	3	0.52%
10	195	33.91%
15	106	18.43%
20	82	14.26%
25	30	5.22%
30	68	11.83%
35	18	3.13%
40	28	4.87%
45	4	0.70%
50	29	5.04%
55	7	1.22%
60	4	0.70%
65	1	0.17%
70	0	0.00%

Hors classe 0  
 Nbre total piézo 575  
 Nbre piézo équipé 569

Fig. N° 3

## PIEZOMETRES COURTS ET MOYENS



N.B. : Pénétration minimum  
du forage sous le N.S. : 2 m.

Les critères d'implantation, cités dans le Document de Projet (Réf.: AID, 1983), ont été rigoureusement respectés et la qualité du réseau, confirmée, comme l'attestent les rapports Vandenbeusch et Bolke (voir annexe #2, section 3) et le rapport d'évaluation finale du projet.

Ces critères sont:

- 1) un piézomètre/100ha dans les limites des grands périmètres hydroagricoles (piézomètres courts).
- 2) suivant 10 profils piézométriques transversaux (mailles kilométriques) à la vallée du fleuve Sénégal pré-localisés (piézomètres courts, moyens et profonds).
- 3) suivant une densité approximative d'un piézomètre par 100 km<sup>2</sup> (piézomètres courts, moyens et profonds).
- 4) suivant des profils piézométriques transversaux (mailles métriques) au droit du fleuve dans la zone influencée par le barrage de Diama (piézomètres courts et moyens).
- 5) suivant la géométrie probable des réservoirs aquifères sous-jacents, un piézomètre par cible géologique distincte.

Le point # 5 a permis la réalisation de deux et parfois trois piézomètres sur un même site géographique, captant des cibles géologiques différentes.

Chaque piézomètre équipé a été soumis à un développement limité à deux heures, suivi après récupération du niveau statique, d'un essai de perméabilité (KK) à niveau d'eau descendant (slug test - voir réf.: SEBJ, 1983). La méthode d'interprétation s'appuie sur la théorie de HVORSLEV (voir réf.: Freeze and Cherry, 1979).

Les échantillons d'eau (268 dont 193 prélevés par la SAFOR) ont été analysés chimiquement (anions et cations majeurs) par le laboratoire (LANASOL) de la SONADER à Nouakchott, Mauritanie et quelques échantillons par le laboratoire BRGM, à Dakar, Sénégal.

Plusieurs pompages d'essai (24) ont été réalisés de courte durée (X pailiers enchaînés de temps égaux et à débits croissants suivi de l'observation de la remontée) et de longue durée (48 à 72 heures de rabattement à un débit constant suivi de l'observation de la remontée correspondant à un temps égal au temps de rabattement).

Chaque piézomètre réalisé a fait l'objet d'un échantillonnage de sol à tous les mètres. Tous ces échantillons de sols (10,300 échantillons) ont été identifiés à leur numéro de piézomètre originel et sont conservés dans les bureaux de secteur à St-Louis, Sénégal, et à Rosso, Mauritanie. Ces échantillons sont classés rationnellement et sont, par conséquent, accessibles et disponibles pour une consultation ultérieure.

La description de terrain des échantillons de sols prélevés est à caractère essentiellement granulométrique (argile, sable, etc.).

Le laboratoire des sols de la SAED à Ross Bethio, Sénégal, a réalisé, suivant une méthode normalisée et développée par l'ORSTOM (pipette de Robinson), les analyses granulométriques (710) sur les échantillons de sols collectés:

- \* B1 - prélevé à 10-20 cm de la surface
- \* B2 - au droit de la crépine

Toutes les caractéristiques techniques, géologiques et hydrogéochimiques du milieu aquifère de la zone à l'étude ont été regroupées sur des formulaires standards, photocopiées et archivées dans les bureaux de secteur et l'original a été transmis à l'attention du responsable de la base de données pour leur exploitation ultérieure. Le lecteur peut trouver un exemple de ces fiches de collectes de données standards dans le document de présentation du projet à l'attention des Etats Membres de l'OMVS (voir annexe #2, section 3.3.1).

### **2.3.2 Réseau piézométrique du Haut Bassin**

Cette deuxième partie du réseau piézométrique OMVS, localisé dans les environs du barrage de Manantali, a nécessité la construction de 20 piézomètres à vocation spécifique (Protocole DNHE) dans le socle rocheux fracturé, totalisant 1200 mètres linéaires de forage.

Le piézomètre type est identique à celui de la figure #2, toutefois, la technique de forage était différente: marteau fond de trou.

Toutes les caractéristiques techniques, géologiques et hydrogéochimiques du milieu aquifère de la zone à l'étude ont été acheminées au bureau central selon la procédure citée ci-dessus.

### **2.4 Nivellement des ouvrages du réseau piézométrique OMVS**

Chaque point d'observation appartenant au réseau piézométrique OMVS (puits et piézomètres) a été nivelé en élévation réelle par rapport au zéro IGN.

Les travaux ont été réalisés par des sous-traitants privés du 27/11/87 au 26/01/89 au Sénégal et en Mauritanie et au mois d'avril et de mai 1989, au Mali.

### **2.5 Outils informatiques**

Un réseau piézométrique d'une telle importance (1171 ouvrages), la diversité du milieu naturel (multiplicité des thèmes d'études), son étendue géographique (1300 km de longueur par 10 à 20 km de largeur) et la périodicité des visites sur les ouvrages (environ 1171 fiches mensuelles à saisir) exigent des personnes responsables de la base de données un classement remarquable (masse de données colossale) et une grande efficacité dans les travaux de contrôle de la qualité des intrants, de recherche et d'interprétation des résultats. Cette qualité de travail a pu être obtenue uniquement à cause de la technologie nouvelle appliquée à l'hydrogéologie: la micro-informatique.

L'environnement informatique du projet est constitué de trois postes de travail et le système informatique de gestion et d'exploitation de l'ensemble des données se compose de trois éléments:

- \* le progiciel Groundwater,
- \* le système de Gestion des Eaux Souterraines GES,
- \* les logiciels SURFER et GRAPHER.

### 2.5.1 Equipements informatiques du projet

Le personnel du bureau central détient un ensemble de trois ordinateurs:

- \* un ordinateur Northgate 386, AT-compatible, équipé d'un disque dur de 60MB et de lecteurs de disquettes (360 KB, 720KB, 1.2MB et 1.4 MB) relié à une imprimante Fujitsu DL-2400 couleur et un système de sauvegarde de l'information (Fastape Backup System),
- \* deux ordinateurs de base IBM - XT (PC1 et PC2), équipés d'un disque dur de 60 MB et de lecteurs de disquettes (360 KB et 720 MB). Les deux postes de travail (PC1 et PC2) sont reliés individuellement à une imprimante Okidata Microline 192/193 Plus et le PC2 est relié à une table traçante Hewlett Packard 7445A.

A ces équipements s'ajoute une table à digitaliser ALTECK, grand modèle. Tous ces équipements sont regroupés dans une salle informatique aménagée à cet effet (protection contre la poussière et climatisation obligatoire) et sont protégés par des onduleurs/régulateurs/accumulateurs, équipements additionnels obligatoires liés aux fluctuations du voltage électrique et des pannes de courant.

Les différents postes de travail sont autonomes et peuvent communiquer entre eux par le biais d'un logiciel de communication (LAPLINK). Ces postes ne sont pas interreliés en réseau.

Les bureaux de secteurs ne détiennent pas d'équipements informatiques.

### 2.5.2 Progiciel GROUNDWATER

Le progiciel GROUNDWATER, produit de GROUNDWATER, Inc., disponible sur le marché, permet de manipuler les paramètres fixes (non historiques) du réseau piézométrique OMVS tels les paramètres techniques descriptifs (équipements, géologiques et autres). L'exploitation de ce progiciel, de type convivial (questions et réponses), demeure rigide et permet de tracer selon les règles de la profession les coupes géologiques et techniques par ouvrage, les sections géologiques (groupement de plusieurs coupes géologiques individuelles, les représentations graphiques des résultats d'analyses chimiques, les courbes de rabattement-temps des pompages d'essai et autres).

Les résultats provenant de l'exploitation de ce progiciel sont consignés principalement dans les Répertoires Hydrogéologiques (voir annexe #2, section #2) et dans les Rapports d'interprétation des essais de pompage (voir annexe #2, section 1).

### 2.5.3 GES - Système de Gestion des Eaux Souterraines

Le système de Gestion des Eaux Souterraines GES, produit de ISTI/INFORMISSION, non disponible sur le marché, a été développé pour les besoins spécifiques de la Cellule. Ce système informatique, de type convivial (menu questions et réponses), permet:

- 1) de saisir les données historiques collectées sur le terrain (pluviométriques, limnimétriques, piézométriques, paramètres physico-chimiques et quelques données non historiques),
- 2) de contrôler la cohérence et la fiabilité des données historiques,
- 3) de saisir les mesures effectuées lors de l'essai de perméabilité et de les interpréter,
- 4) de visualiser pour une période d'observation fixée par l'utilisateur les courbes de variations:
  - i) piézométriques et/ou profondeur du niveau d'eau/sol (jusqu'à trois ouvrages superposés sur le même graphique),
  - ii) des valeurs des paramètres physico-chimiques (pH, Température et conductivité électrique),
  - iii) des valeurs de précipitations journalières (35 postes d'observation pluviométrique - graphique en batonnets), et,
  - iv) des valeurs limnimétriques (20 échelles limnimétriques).

5) de juxtaposer un ou plusieurs des graphiques ci-dessus sur le même écran afin d'établir une éventuelle corrélation,

6) de sélectionner un échantillon d'ouvrage appartenant au réseau piézométrique OMVS sur la base de critères (géologiques, géographiques, découpage cartographique, coordonnées, profondeur de crépine, géomorphologiques, type d'ouvrages, etc.)

7) d'exporter vers le logiciel cartographique SURFER et GRAPHER les valeurs caractéristiques de l'échantillon correspondant aux critères d'extraction retenus ,

8) de créer des fichiers intermédiaires, version DOS, LOTUS, DBF ou fichiers plats pour une exploitation des résultats à partir d'autres logiciels,

9) d'éditer les résultats de l'exploitation des fonctions citées ci-dessus en terme de tableaux de synthèse, de rapports individuels ou de report graphique,

10) de consulter les cartes et les graphiques produits par les logiciels SURFER et GRAPHER.

INFORMISSION a rédigé (1988) un rapport technique (description technique détaillée du système GES) et un Manuel de l'Usager, à l'attention de l'équipe résidente (voir annexe 2, section 3, 3.5). Dans ce document, on y trouvera les commentaires techniques relatifs au modèle conceptuel, le modèle physique, la structure des fichiers de la base de données, la définition de tous les champs, le diagramme des fonctions du système, les procédures: d'affichage/saisie des menus, d'affichage/saisie des critères de sélection, de compilation, d'édition des liens entre les programmes, la liste des programmes rédigés en Pascal, les procédures de transfert de tous les programmes exécutables, autant les programmes Pascal que les programmes CLIPPER, du répertoire de test au répertoire de production, etc..

Le manuel d'utilisation du système GES a été mis à jour (juin 1990) suite à la dernière mission INFORMISSION (voir annexe #2, section 3, 3.20).

Le système GES possède également une procédure de documentation à l'écran commentant à l'attention de l'utilisateur les menus, les procédures, les variables, les champs, etc.. Cette documentation à l'écran peut être adaptée et/ou modifiée par le responsable de la base de données, si désiré.

Les programmes du système sont presque tous écrits dans le langage de programmation CLIPPER. Ce langage est dérivé de dBase III+. Ces deux langages partagent environ 90% de leurs instructions. CLIPPER, cependant, est beaucoup plus rapide que dBase. Quelques programmes, produisant certains rapports et les graphiques, ont été écrits en Turbo Pascal.

Le système utilise, donc, trois logiciels, soit:

- CLIPPER pour la saisie et l'emmagasinement des données ainsi que pour l'impression de la majorité des rapports;
- Turbo Pascal pour la production des graphiques et de certains rapports particuliers;
- dBase III+, bien qu'il ne soit plus utilisé pour la programmation depuis la version "Septembre 1988", peut encore être utilisé comme interface pour les tests ou l'exécution des procédures spéciales.

Les programmes ont été écrits avec beaucoup de commentaires dans le code source afin qu'ils soient autodocumentés.

Le système informatisé de gestion des eaux souterraines a été développé pour fonctionner sur un micro-ordinateur de type IBM compatible. L'environnement physique qu'il requiert est :

- une mémoire interne de 640 Kb;
- une carte graphique de type CGA;
- une imprimante programmable avec une capacité de 17 cpi et une impression sur 15 pouces de large.

La capacité mémoire est nécessaire pour l'exécution des programmes CLIPPER, l'écran graphique permet de tracer les courbes d'analyses des données et les capacités de l'imprimante sont importantes pour certains rapports.

Le système peut aisément être transféré à un autre ordinateur, en autant que son environnement technique, tant matériel que logiciel, soit respecté. Par contre certaines caractéristiques matérielles ne sont pas essentielles tant qu'elles sont substituées par des équivalences :

le système entrepose des fichiers temporaires sur l'unité D:. Il est essentiel pour le fonctionnement du système que le micro-ordinateur possède un disque D dans sa configuration. Ce disque peut être un disque réel ou un disque virtuel;

la carte graphique CGA est nécessaire pour les graphiques car tous les programmes Pascal ont été compilés pour ce type de carte. Un micro-ordinateur possédant un autre type de carte devra avoir une version exécutable des programmes Pascal avec son type de carte graphique.

Les données peuvent aussi être exportées vers d'autres types de systèmes. En effet, le logiciel possède une commande simple d'utilisation pour copier ses banques dans des fichiers suivant le standard ASCII. Ces fichiers pourraient ensuite être interprétés par d'autres logiciels utilisant le standard ASCII.

Parallèlement, plusieurs logiciels utilitaires sont implantés dans les trois postes de travail, tous identiques dans leur configuration logique. Ces logiciels permettent d'apporter, comme ont pu le noter les responsables de l'équipe d'évaluation finale (réf.: REESER, 1990), les corrections ou les modifications sur les recommandations du spécialiste en informatique responsable du développement de la base de données GES.

La procédure est simple:

- 1) poser un diagnostic clair,
- 2) transmettre par téléphone, FAX ou TELEX le diagnostic à l'attention du responsable du développement de la base de données,
- 3) attendre les corrections par la même voie de communication,
- 4) apporter les corrections suivant les commentaires du spécialiste.

#### 2.5.4 SURFER et GRAPHER - logiciels de traitement cartographique et graphique

Le logiciel SURFER- version 4, produit de Golden Software Inc., a été acheté sur les recommandations de M. R. Hollway, expert USGS. De façon simple, SURFER traite un polynôme (X,Y,Z) correspondant à une valeur de terrain où:

X = longitude exprimée en degrés, minutes, secondes ou en coordonnées MTU - X,

Y = latitude exprimée en degrés, minutes, secondes ou en coordonnées MTU - Y,

Z = valeurs quelconques (cotes topographiques, résultats chimiques, profondeurs, valeurs démographiques, etc.).

Généralement, les valeurs X et Y du polynôme (X,Y,Z), provenant du terrain, sont géographiquement localisées aléatoirement sur une carte maillée uniformément. Certaines techniques mathématiques géostatistiques permettent d'extrapoler à partir des valeurs X et Y de terrain les valeurs statistiques aux intersections d'une grille maillée uniformément.

Après le calcul des valeurs extrapolées, SURFER permet de visualiser les résultats sur une carte (2-Dimensions) ou un bloc diagramme (3-Dimensions). Les calculs de superficie, de volume sont possibles à partir de ces cartes à l'aide de fonctions utilitaires.

Les cartes ainsi produites peuvent être visionnées à l'écran ou imprimées à la demande et sauvegardées dans un répertoire réservé (cartothèque) pour une consultation ultérieure à partir du

système GES. Les résultats obtenus, suite à l'exploitation de ce logiciel, peuvent être consultés dans le rapport de synthèse couvrant la région du delta du Sénégal (voir annexe #2, section 3, 3.19).

Le logiciel GRAPHER, également développé par Golden Software Inc, est un outil complémentaire à SURFER. Il permet, à partir d'une carte générée par SURFER de visualiser une surface quelconque en section (surface piézométrique, topographique, courbes d'égalité de valeur pour un élément chimique, etc.). Une illustration des résultats possibles est montrée à l'annexe #9, du rapport de synthèse couvrant la région du delta (voir annexe #2, section 3, 3.19).

### 2.5.5 Divers

En plus de ces outils informatiques à caractère hydrogéologique, le projet utilise le chiffrier électronique LOTUS 123 et le traitement de texte WORD PERFECT 5.0.

Il est évident que l'outil ne peut se substituer ni à l'intelligence, ni à la perspicacité de l'hydrogéologue. Toutefois, il demeure un outil indispensable et son acceptation par l'ensemble des intervenants est étroitement liée au succès de n'importe lequel des projets qui traitent une grande masse de données. L'équipe résidente de la Cellule Eaux Souterraines a compris cette réalité.

### 2.6 Interprétation

Tous les essais de perméabilité réalisés ont été interprétés à partir du système GES. Les résultats de chaque essai peuvent être consultés à l'écran et l'interprétation revue. GES permet également l'impression du rapport d'interprétation des essais pour chaque piézomètre testé.

Les pompages d'essai ont fait l'objet d'un rapport d'interprétations spécifiques (voir annexe #2, section 1), publiés et diffusés en 20 exemplaires chacun, auprès de l'OMVS/Dakar.

Toutes les caractéristiques techniques, géologiques et hydrogéochimiques du milieu aquifère de la zone à l'étude ont été décrites dans les *Répertoires Hydrogéologiques*. Ces répertoires couvrent la totalité du réseau piézométrique de la vallée du fleuve Sénégal et des environs du barrage de Manantali.

L'édition des *Répertoires Hydrogéologiques*, possible uniquement grâce aux différents outils informatiques maîtrisés par le personnel du bureau central, est apparue utile, voire indispensable car:

- \* de nombreux intéressés (Bureaux d'Etudes, SAED, ISRA, etc.) à ces données venaient de plus en plus régulièrement à St-Louis pour obtenir des informations sur le réseau piézométrique OMVS, sans qu'il ait toujours été possible au personnel de la Cellule (bureau central mais aussi les bureaux de secteurs) d'y répondre adéquatement,

- \* le personnel des bureaux de secteur (Mauritanie, Sénégal et Mali) souffrait d'un manque d'information critique sur les données qu'ils avaient eux-mêmes collecté sur le terrain (feedback).

Par conséquent, l'édition de ces *Répertoires Hydrogéologiques* a permis de diffuser les caractéristiques du réseau piézométrique OMVS aux différents utilisateurs et de livrer aux chefs de secteur, une documentation de base leur permettant de mieux planifier leur action sur le terrain.

Les *Répertoires Hydrogéologiques* se rattachent à une carte topographique 1/200,000 et renferment de nombreux renseignements méthodologiques sur les travaux effectués pour la mise en place du réseau. Les *Répertoires* se composent de deux parties: le TEXTE et les DOCUMENTS ANNEXES par cartes topographiques 1/50,000.

Ces *Répertoires Hydrogéologiques* sont accompagnés de leurs cartes de compilation respectives, autres réalisations prisées par les utilisateurs de terrain. Ces cartes (total 33) sont incorporées dans chacun des Documents Annexes identifiés à une carte topographique 1/50,000 et permettent une localisation précise des ouvrages appartenant au réseau piézométrique OMVS.

Le jeu de *Répertoires* permet une consultation détaillée des caractéristiques techniques du réseau piézométrique OMVS ainsi que sa localisation.

Le lecteur consultera à l'annexe #2, section 2, la liste des Répertoires Hydrogéologiques, publiés et diffusés en 20 exemplaires chacun, auprès de l'OMVS/Dakar.

L'exploitation conjuguée des outils informatiques, la maîtrise des méthodes de travail et le savoir-faire de l'ensemble des intervenants de la Cellule ont permis de rédiger deux rapports de synthèse et d'interprétation des résultats acquis correspondant à la période d'observation couvrant deux régions distinctes de la vallée du fleuve Sénégal: le delta et les environs du barrage de Manantali.

Ces rapports représentent une illustration de ce que l'équipe résiduelle au terme du projet peut reproduire sur les régions non concernées par ces rapports soient la basse vallée, la moyenne vallée aval et amont et la haute vallée du fleuve Sénégal.

Ces deux rapports de synthèse, désignés Volume #2 (delta) et Volume #3 (Environs du barrage de Manantali) (voir annexe #2, section 3, 3.16 et 3.17), ont été reproduits et diffusés en 20 exemplaires à l'attention de l'OMVS.

## 2.7 Formation

La formation prévue dans le cadre de ce projet était une formation:

- \* de longue durée aux Etats Unis d'Amérique à l'attention de 3 candidats, ressortissants des pays membres de l'OMVS,
- \* de longue durée dans les Etats Membres de l'OMVS à l'attention de six candidats, ressortissants des pays membres de l'OMVS,
- \* de courte durée à l'attention d'assistants de recherche.

### 2.7.1 Formation de longue durée des Tiers

Une partie des fonds du projet ont servi à défrayer:

a) les frais de scolarité liés à la formation dispensée par l'Université d'Utah, aux Etats Unis d'Amérique, les frais de séjour et l'allocation de survie à trois ressortissants des Etats Membres de l'OMVS:

- \* M. Ousmane N'Gom (Ministère de l'Hydraulique /Sénégal) couvrant la période d'octobre 1985 à juin 1988,
- \* M. Soungalo Togolo (Ministère de l'Hydraulique/Mali) couvrant la période de juillet 1986 à août 1988,
- \* M. Moulaye Driss Ould Guith (Ministère de l'Hydraulique/Mauritanie) couvrant la période de septembre 1985 à août 1988.

b) les frais liés à la formation dispensée par le BRGM en France, les frais de séjour et l'allocation de survie à trois ressortissants des Etats Membres de l'OMVS:

- \* M. Toumane Diakite (Ministère de l'Hydraulique/Mali)
- \* M. Mohamed Fadel Ould Saad Bouh (Ministère de l'Hydraulique/Mauritanie)
- \* M. Mamadou Sarr (Ministère de l'Hydraulique/Sénégal)

Cette formation s'est échelonnée du mois d'août à décembre 1986 en France suivie d'un stage de terrain du mois de janvier à avril 1987 dans le pays d'origine de chacun des candidats. Le nombre des candidats à la formation a été réduit à trois pour des raisons de coûts.

Le projet Eaux Souterraines n'a pas bénéficié directement du savoir-faire et des compétences acquises par les candidats visés au point a) et b) car il n'était pas prévu qu'ils rejoignent les rangs de l'équipe du projet au terme de leur formation.

Seuls, pour des raisons conjoncturelles, M. O. N'gom et M. Fadel Ould Saad Bouh ont rejoint les rangs de l'équipe du projet respectivement à titre de chef de projet et d'adjoint au chef de secteur de Rosso, Mauritanie.

### **2.7.2 Formation de courte durée du personnel de projet**

Au-delà de la formation prévue, le projet a jugé nécessaire de former sur le tas son propre personnel en vue d'augmenter ses chances de succès.

Le chef de projet a bénéficié d'une formation additionnelle (1 mois) aux Etats Unis d'Amérique dispensée par USGS.

La secrétaire du bureau central cumulant également la fonction d'agent de saisie sur le système informatique ainsi que le chef de secteur de St-Louis ont bénéficié d'une formation informatique (50 hres) dispensée par l'Institut Sénégalais de Formation Professionnelle. Cette formation était orientée vers l'utilisation du chiffrier électronique LOTUS 123 et du traitement de texte WP5.0.

Le comptable de la Cellule a bénéficié d'une formation (1 semaine) auprès de la compagnie XEROX à Dakar et 40 heures en informatique en compagnie de la secrétaire et de l'ex-assistant administratif et financier (M. J. Onofrey).

Les hydrométristes, responsables du suivi du réseau piézométrique OMVS ont bénéficié d'une formation (1 mois) dispensée par les représentants de l'équipe résidente et les chefs de secteurs. Cette formation était axée sur les tâches et les responsabilités liées à leur mandat dans leur zone de travail respective.

Le lecteur consultera à l'annexe #2, section 4, la liste des documents relative à la programmation des activités sur le terrain des hydrométristes. Ces documents constituent en eux-mêmes une des clés du succès du suivi hydrogéologique du réseau piézométrique.

Les contrôleurs des travaux, responsables du suivi de l'exécution des travaux contractuels de l'Entreprise de forage, ont bénéficié d'une formation (1.5 mois) dispensée par les représentants de l'équipe résidente et les chefs de secteurs.

Le lecteur consultera à l'annexe #2, section 5, la liste des documents relative à la programmation des travaux contractuels de l'entreprise SAFOR.

### 3 CONCLUSIONS

---

Les sujets d'études et les résultats escomptés ont été revus et analysés dans le cadre d'une mission d'évaluation finale du projet Eaux Souterraines. Les conclusions et les recommandations de cette mission sont consignées dans le rapport préparé par M. S. Dendrou et M. R. Reeser, à l'attention du bailleur de fonds USAID (voir références). Ce rapport doit être considéré comme une annexe au présent rapport.

Les buts et les réalisations escomptés étaient:

- 1) un plan directeur de gestion des eaux de surface et souterraine,
- 2) un système de gestion des données pour le compte de l'OMVS,
- 3) une méthode de compilation et d'analyse des données,
- 4) la formation du personnel OMVS à la mise en place et au suivi du plan directeur de gestion des eaux de surface et souterraine,
- 5) un réseau piézométrique OMVS.

Le rapport d'évaluation final conclut que les points 2), 3) et 5) ont été pleinement réalisés et que les points 1) et 4) n'ont pas été réalisés. Le point 1) a été jugé trop "ambitieux et excessif". Au point 1) s'est substituée l'obligation de rédiger deux rapports de synthèse relatifs à la région du delta du fleuve Sénégal et aux environs du barrage de Manantali. Les explications avancées par les auteurs du rapport d'évaluation sont claires et probantes et ne méritent pas de développement supplémentaire. Elles s'appuient sur l'analyse de la structure du projet et sur la diversité et l'étendue des sujets d'études en fonction de la période d'activité du projet.

Au cours de ces activités, le projet a mis en place un dispositif d'observation piézométrique permettant à l'OMVS de suivre l'évolution de la piézométrie de la nappe de surface sur l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal et dans les environs du barrage de Manantali (point 5).

La mise en place du personnel de la Cellule Eaux Souterraines (bureau central et bureaux de secteurs), leur formation à la gestion administrative, financière, contractuelle et technique des activités globales du projet ainsi que l'application des différentes méthodes de travail enseignées en particulier les procédures d'acquisition des données collectées sur le terrain et leurs transmission au sein de la structure du projet pour fins d'interprétation constituent le point 2.

Le développement de la base de données (GES, GROUNDWATER, SURFER et GRAPHER), système informatique de compilation, de classification, de recherche, d'édition de rapport et d'interprétation des résultats ainsi que la formation de personnel du bureau central à l'utilisation de ce système constitue le point 3.

Les rapports de synthèse relatifs à la région du delta du fleuve Sénégal et aux environs du barrage de Manantali ont été délivrés au mois de mai 1990, comme demandés, constituant la réalisation du point 1.

Le point 4 était une conséquence du point 1) (plan directeur). Par conséquent, en l'absence du point 1), il n'y a pas eu de formation du personnel de l'OMVS à son application sur le terrain. Par contre, une formation autre dispensée à l'attention des usagers du système de gestion des données a été mise de l'avant renforçant l'aptitude du personnel du bureau central à maîtriser les activités de la Cellule (collecte des données, saisie sur le système informatique et analyse des données). Autrement dit, le type de formation prévu au point 4) a été ré-orienté vers les efforts de développement de la base de données et la mise en application du système de gestion des données remplissant ainsi, du moins partiellement, le point 4).

Par conséquent, le projet a satisfait les résultats escomptés.

**Ce constat est strictement contractuel et ne signifie pas que tout est achevé. Beaucoup a été fait et beaucoup reste à faire. Les personnes ressources, les outils de travail et les méthodes d'analyse constituent une compétence institutionnelle supplémentaire de l'OMVS. La continuité des opérations sur le terrain, acceptée et mise en oeuvre par l'OMVS, est la garantie d'une valorisation et optimalisation des acquis de ce projet.**

**Une base de données peut être assimilée à un organisme vivant. Sa valeur intrinsèque se définit par la qualité des intrants et leur continuité dans le temps (série historique). A ce constat, il faut ajouter un outil de travail performant, impliquant un effort continue dans l'entretien et la maintenance de la base de données (logiciels et équipement).**

**Sur la base de ces acquis et uniquement sur cette base, la réflexion scientifique à moyen et à long terme de l'OMVS pourra se poursuivre et chercher à couvrir l'ensemble des sujets d'études proposés dans le document de projet.**

## **4. LEÇONS APPRISES**

---

### **4.1. INSTITUTIONNELLES**

#### **4.1.1. Composition de l'équipe du bureau central**

Au delà du trimestre #3, 1988, l'équipe du bureau central a été fortement remaniée. Elle est devenue légère, c'est-à-dire un chef de projet cumulant une double fonction: chef de projet et chef de la collecte et de l'analyse des données, et un ingénieur conseil cumulant également une double fonction: adjoint au chef de projet et conseiller technique.

La diversité des travaux (gestion contractuelle des divers marchés, la coordination technique et administrative des secteurs, le développement informatique de la base de données et son exploitation, l'analyse et l'interprétation des résultats, les relations publiques avec les intervenants extérieurs, etc.) constituait une charge de travail écrasante pour l'équipe résiduelle et le sera encore plus au delà du 30 juin 90 en l'absence de l'ingénieur conseil.

Le chef de projet, unique représentant technique compétent dans la gestion technique de toutes les activités gravitant autour du système informatique, ne pourra pas faire face à tous les impératifs.

#### **4.1.2. Diffusion de l'information**

La lourde charge de travail incombant à une équipe aussi légère a comme conséquence la réduction des activités orientées vers la diffusion de l'information auprès des organismes intéressés (SAED, SONADER, CNRADA, ISRA, ORSTOM, Services Techniques des Ministères de l'Hydraulique, etc.). Ces activités de diffusion et de communication de l'information nécessitent une préparation adéquate, la rédaction de documents (voir annexe #2, section 3, 3.1 et 3.6) et une disponibilité dans le temps et l'espace principalement pour ce projet régional (3 Etats) où le bureau central est décentralisé (St-Louis) par rapport au siège de l'Organisation (OMVS, USAID, Projet) devrait être entreprise à ce sujet.

#### **4.1.3. Décentralisation de la structure du projet**

La Cellule Eaux Souterraines jouissait structurellement d'une relative autonomie dans la gestion quotidienne de ses activités au chapitre du personnel, du budget en monnaie locale, des divers contrats passés avec les sous-traitants et des techniques à déployer sur le terrain.

Cette autonomie était possible à cause des termes de références du document de projet (lequel mettait de l'avant les règles du jeu du bailleur de fonds), de l'isolement géographique du bureau central, St. Louis, par rapport au siège de l'Organisation. Dakar, et de son acceptation par l'OMVS.

Après avoir vécu cette expérience pendant plus de cinq années et demi, il est possible d'affirmer que les succès reconnus de ce projet est en partie dû à cette autonomie. Il suffit d'imaginer qu'il y a 9 administrateurs (6 USAID et 3 OMVS) qui sont administrativement responsables du suivi des activités de la Cellule Eaux Souterraines (3 experts: nationaux et expatriés).

#### **4.1.4. Sous-traitance des travaux de terrain**

L'octroi des marchés de construction du réseau piézométrique OMVS à des sous-traitants de l'entreprise privée, bien que non stipulé dans les termes de références du document de projet, a été un choix judicieux. La qualité des travaux réalisés est confirmée (Vandenbeusch et Bolke), le temps de réalisation réduit au maximum (SAFOR = 1 année; DNHE = quelques mois) et le respect des normes de la profession assuré. Ce choix a économisé le temps et l'énergie de l'équipe résidente qui aurait dû autrement gérer les travaux en régie alourdissant ainsi la charge de travail de ce personnel.

## **4.2. Formation à long terme**

Le projet a souffert de la pénurie de personnes-ressources locales dûment formées alors que les fonds du projet servaient simultanément à défrayer des études de maîtrise aux Etats Unis d'Amérique. Il est quelque peu cynique d'observer que ces personnes formées à bonne école ne rejoignent pas les rangs d'un projet qui possède des sujets d'étude aussi vaste de par la nature des données récoltées et la diversité géologique des terrains caractéristiques de la zone à l'étude.

L'intégration au sein de l'Organisation de Tutelle des ces personnes formées devraient être planifiée avec le plus grand soin.

## **4.3. Technique**

### **4.3.1. Développement informatique**

Le développement informatique d'une base de données s'appuie sur des technologies nouvelles: la micro-informatique adaptée à l'hydrogéologie. Ces technologies ont été introduites au sein de la Cellule Eaux Souterraines, bien que non stipulée dans les termes de références du document de projet. Sans ce chix, reconnu judicieux, le projet ne serait pas ce qu'il est aujourd'hui.

L'anxiété générée par la complexité apparente de cette technologie et une mauvaise perception du besoin informatique ont retardé les prises de décisions et ont sous-estimé les temps de développement nécessaire au système informatique. En conséquence, le temps de développement réel étant incompressible (10 à 12hre/jours), le nombre de mission a été augmenté et la période calendaire nécessaire au développement du GES est devenue excessive par rapport à la durée de vie du projet.

Une compréhension plus sereine du besoin informatique aurait permis de réduire le nombre de mission dans le temps, d'obtenir le système informatique plus tôt et de l'éprouver plus en profondeur. Pour ce faire, l'administration devrait être plus souple et plus attentive aux avis techniques.

### **3.0.1 Linguistique**

La compatibilité linguistique d'un expert technique inter-réagissant avec une équipe résidente et le milieu d'accueil est une qualification de base fondamentale au moins comparable à la compétence technique. Que le principe soit accepté ou non, les faits demeurent. La documentation sur la vallée du fleuve Sénégal est dans sa presque totalité rédigée en français. Basée l'expertise d'une mission à venir sur le bilinguisme de l'équipe résidente n'est pas une panacée car la charge de travail de cette équipe s'alourdit indûment à cause de la surcharge de travail liée à l'accueil, la coordination, la traduction, etc..

## 5 RECOMMANDATIONS

---

### 5.1 Institutionnelles

#### 5.1.1 Continuité des opérations sur le terrain

Scientifiquement et dans son propre intérêt, l'OMVS a accepté de poursuivre les activités de suivi hydrogéologique de son réseau piézométrique au delà du 30 juin 1990 correspondant à une phase dite transitoire limitée à 2 ans. En principe, la durée de prolongation devrait au minimum correspondre au temps nécessaire pour atteindre un régime de croisière routinier dans l'exploitation des barrages de Diama et de Manantali régularisant le débit du fleuve Sénégal et conséquemment, fixant sur un cycle annuel une plage de battement de la ligne d'eau du fleuve.

Dans le cadre de ce suivi hydrogéologique, la Cellule Eaux Souterraines a démontré son savoir-faire sur le terrain. Par conséquent, le montage organisationnel résiduel ( personnel du bureau central et des bureaux de secteurs) doit être préservé.

Il appartient à l'OMVS de recentrer la structure de la Cellule au sein de l'organigramme de l'OMVS, si besoin était. Une modification de la structure résiduelle de la Cellule risquerait de déstabiliser les routines de travail implantées par le projet et, par conséquent, la fonctionnalité et l'efficacité du personnel.

#### 5.1.2 Réduction du nombre de piézomètres

L'équipe résiduelle de la Cellule Eaux Souterraines, au terme du financement USAID (bureau central et de secteurs confondus), est réduite à sa plus simple expression permettant de faire le suivi hydrogéologique mensuel sur le terrain de la totalité du réseau piézométrique OMVS (puits et piézomètres).

Toute compression supplémentaire du personnel de la structure résiduelle aboutirait à l'obligation de réduire le nombre de piézomètres à visiter périodiquement. Cette économie des coûts d'exploitation diminuerait dangereusement la capacité de l'OMVS à interpréter les divers phénomènes qui ne manqueront pas d'être observés dans le futur.

Si, pour des raisons hors de son contrôle, l'OMVS doit envisager de se départir d'une partie de son réseau piézométrique, la sélection des ouvrages à éliminer se fera à partir des catégories suivantes (les moins significatifs au plus significatifs):

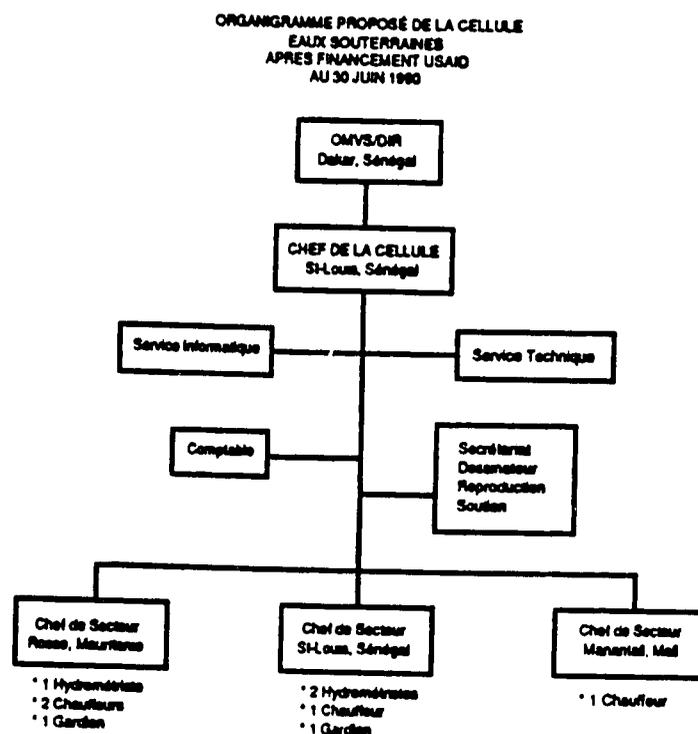
- \* #1: les puits villageois, à l'exception de ceux du delta et de la basse vallée,
- \* #2: les piézomètres hors périmètres, localisés à l'extérieur d'un rayon de 1 km des limites du périmètre,
- \* #3: les lignes piézométriques régionales transversales au fleuve Sénégal (espacement kilométrique),
- \* #4: les piézomètres regroupés dans les limites des périmètres hydroagricoles,
- \* #5: les sites géographiques regroupant deux ou mêmes trois piézomètres captant deux cibles hydrogéologiques ou plus,
- \* #6: les lignes piézométriques transversales au fleuve Sénégal dont l'espacement est métrique,
- \* #7: tous les ouvrages (puits et piézomètres) localisés dans les limites du delta et de la basse vallée.

### 5.1.3 Appui au chef de la Cellule

La valorisation des acquis techniques du projet passe forcément par la seule personne formée restante au projet: le présent chef de la Cellule. Toutefois, seul et isolé, sa capacité de travail est fortement limitée. Par conséquent, il est proposé d'adjoindre au chef de la Cellule Eaux Souterraines deux personnes ressources (experts nationaux) dont un spécialiste en Informatique et un hydrogéologue.

L'organigramme ci-dessous montre, en sus de l'équipe résiduelle de la Cellule permettant à l'OMVS d'assurer la continuité des opérations sur le terrain au terme du financement USAID, la position hiérarchique des deux spécialistes pré-cités.

Les responsables du service informatique et du service technique apparaissent indispensables au chef de la Cellule pour assurer la continuité des activités d'analyses et d'interprétation des données collectées sur le terrain.



### 5.1.4. Assistance technique à court terme

Le bailleur de fonds cesse l'assistance financière à l'OMVS au 30 juin 1990 et par conséquent, l'appui de l'assistance technique à long terme. Un désengagement brutal risque de déstabiliser l'équipe du bureau central réduite au seul chef de projet. Malgré sa compétence et sa motivation, il ne pourra pas faire face à toutes les situations.

Un appui extérieur de courte durée est recommandé à court terme et concerne:

- \* l'entretien et la maintenance du système informatique (équipement et logiciels)

- \* l'entretien et la maintenance du système GES
- \* l'appui d'un hydrogéologue
- \* la formation des spécialistes nationaux en informatique et en hydrogéologie.

L'association d'un spécialiste en informatique et d'un hydrogéologue est nécessaire au succès de ces missions à prévoir à court terme. La durée de ces missions ne devraient pas dépasser 3 à 4 semaines. Leur mandat devrait prévoir le temps nécessaire pour procéder à leur arrivée au Sénégal à une définition des besoins de l'équipe plutôt que de faire l'objet d'une définition administrative à priori.

Cette recommandation est convergente avec le souci de l'OMVS d'assurer son autonomie, de consolider ses compétences et d'éliminer les interventions de l'assistance technique à très court terme.

#### **5.1.5. Sensibilisation des organismes techniques oeuvrant dans la vallée**

Les résultats acquis par la Cellule ont été diffusés sous forme de rapports en plusieurs exemplaires à l'attention de l'OMVS siège, les Etats Membres de l'OMVS et le Centre de Documentation de l'OMVS. Il semble que la lecture des documents soient une activité plus fastidieuse que la tenue de réunions et de séminaires.

Par conséquent, il est recommandé d'établir un calendrier de rencontres regroupant les organismes techniques oeuvrant dans la vallée (ORSTROM, ISRA, SAED, SONADER, CNRADA, les Universités de Dakar, de Nouakchott, etc.) et ayant comme objectifs:

1. la diffusion des informations relatives à la Cellule, ses moyens, les données et les résultats acquis depuis le début de ses activités,
2. l'incitation de ces divers organismes à exploiter directement les résultats bruts de la base de données non encore traités (définition des procédures de consultation),
3. la définition de programme de travail sur le terrain ou de recherche par thème (salinisation des sols, remontée de la nappe, recharge fleuve - nappe, évaporation) en collaboration avec un ou plusieurs de ces organismes. Cette définition de programme doit correspondre aux besoins du terrain et ne plus se confiner à des sujets d'études théoriques.

De façon pragmatique, il est à noter que sans un appui au chef de la Cellule, (recommandation du point 5.1.3.), cet effort est vain.

## **5.2. Programmes de travail à court terme**

### **5.2.1. Poursuite des travaux d'interprétation - petite échelle**

Les rapports de synthèse - volume #2 et volume #3 (voir annexe #2, section 3, 3.16 et 3.17) - traitent uniquement de la région du delta et des environs du barrage de Manantali. Cette limitation géographique est liée à l'échéancier du 30 juin 1990.

Il serait évidemment souhaitable d'étendre les rapports de synthèse (tracé cartographique thématique et interprétation des résultats acquis) sur le reste de la vallée.

A petite échelle, il est proposé le découpage géographique suivant:

- \* la basse vallée et la moyenne vallée aval (Z1) localisée entre les coordonnées MTU-X 426 et MTU-X 818, renfermant la zone de recharge reconnue du Maestrichtien.

Une partie la moyenne des cartes géologiques de la zone (Z1) existe déjà et tous les travaux de digitalisation de base sont complétés sur l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal.

### **5.2.2. Poursuite des travaux d'interprétation -grande échelle**

L'échelle cartographique utilisée dans le présent rapport permet d'entrevoir les traits caractéristiques régionaux et de dégrossir les problèmes. Toutefois, la nature locale des phénomènes hydrogéologiques relatifs à la salinisation milite en faveur de l'agrandissement à l'échelle de travail et à recommander le découpage géographique du delta en sous-régions:

- \* DLT-1 délimitant la zone de Keur Macene et le périmètre de Debi,
- \* DLT-2 délimitant les périmètres de Boundoum, de Thiagar et de M'Pourie,
- \* DLT-3 les environs du barrage de Diama.

Pour chacune de ces régions existent des fonds cartographiques SURFER déjà disponibles dans la base de données. Plusieurs lignes piézométriques transversales au fleuve se localisent dans chaque région.

Dresser les cartes thématiques suggérées pour chacune des zones mentionnées constitue un exercice simple car tous les fichiers sources utiles (géologie, niveau d'eau, piézométrie, etc.) pour le traitement géostatistique existent en totalité pour l'ensemble de la région du delta. Les résultats sont pratiquement immédiats à partir d'une simple redéfinition des bornes géographiques délimitant la carte (MTU-X, MTU-Y).

### **5.2.3. Modifications aux procédures de mesure de la conductivité électrique**

Dans les limites du delta uniquement, les valeurs mesurées de conductivité électrique ont posé des problèmes liés à leur représentativité du milieu aquifère. Les procédures d'acquisition des mesures sur le terrain ont été jugées responsables de ce constat.

Pour pallier à ces problèmes, il est recommandé:

1. de limiter le suivi des salinités aux piézomètres appartenant en priorité aux lignes piézométriques transversales des cours d'eau et
2. de maintenir la périodicité mensuelle des lectures,
3. de vidanger systématiquement, à l'aide des pompes submersibles de diamètres compatibles avec les tubages PVC 2 1/2 pouces, tous les piézomètres sous observation avant de procéder à la lecture de la salinité. Ces pompes sont déjà disponibles au projet à raison d'une pompe par bureau de secteur. Le critère d'arrêt de temps de vidange sera l'atteinte des valeurs de conductivité stabilisées en fonction de temps. En l'absence des pompes, une simple soupape peut être utilisée.
4. d'utiliser les conductivimètres, nouvellement achetés, permettant de lire dans la plage de lecture (0-100,000 uhos/cm)

### **5.3. Programmes de travail à moyen et long terme**

La définition des programmes de travail passent par la définition des besoins par les organismes techniques oeuvrant dans la vallée (voir recommandation 5.1.5.). La Cellule est spécialisée en hydrogéologie et par conséquent elle ne peut que contribuer dans les limites de sa science à la réflexion sur les problèmes de l'heure. L'ambition des sujets d'études doit être proportionnelle aux moyens disponibles et autant que possible se limiter à des sujets uniques, précis. Un encadrement par des organismes ayant déjà affronté de tels sujets d'études serait évidemment souhaitable.

Le lecteur trouvera quelques propositions d'études ayant vu le jour dans le cadre des activités du projet.

### **5.3.1. Problème de la salinisation des sols (proposition BRGM)**

Le phénomène de salinisation des sols relève de la science agronomique. Il est consécutif à un phénomène, d'évapotranspiration alimenté soit par des eaux déversées en surface (eau d'irrigation dans les zones aménagées de la vallée) soit par des remontées de nappe à proximité de la surface du sol, remontées assorties de phénomènes capillaires. Des phénomènes physicochimiques liés aux sols en place interviennent également.

L'appréciation de ce phénomène pourrait être entreprise par la mise en oeuvre de stations hydriques dont les localisations seraient définies en fonction:

- de la géologie des terrains (profils géologiques) et de la pédologie: ces critères seraient abordés avec les organismes d'aménagement agricole (ISRA, SAED...)
- de la proximité de la nappe aquifère sous le sol, de ses fluctuations annuelles (exploitation de la banque de données en ce qui concerne les évolutions piézométriques).
- de l'environnement de chaque site (présence de cours d'eau, marigots, zones irriguées...) de sa représentativité des zones sensibles à ce phénomène (critères agronomiques) et de la proximité de stations météorologiques.

Il est proposé de réaliser 4 stations comprenant chacune un équipement standard:

- un piézomètre de faible diamètre tubé jusqu'à la nappe
- une implantation de tensiomètres destinés à mesurer les tensions hydriques dans les terrains non saturés (implantations indicatives de bougies à des profondeurs de 0.20m, 0.40m, 0.60m, 1.0m puis tous les 0.50m jusqu'au niveau de la nappe).

Il peut être envisagé que les implantations de ces stations soient recherchées sur des lignes de profils piézométriques perpendiculaires au fleuve et à niveau de faibles profondeurs sous le sol. Les évaluations des échanges par évapotranspiration qui en seraient déduites étant reprises dans les procédures de calcul des échanges latéraux fleuve-alluvions, 2 stations seraient implantées à proximité de périmètres agricoles expérimentaux.

Les stations feraient l'objet de mesures mensuelles (piézométrie, tensiométrie et teneur en eau) en nécessitant la disponibilité d'un équipement de terrain incluant une sonde à neutron, ce qui peut induire certaines difficultés.

Les données recueillies permettront d'évaluer, pour chaque période les flux repris par les phénomènes évaporatoires au niveau du sol. Il pourra être requis de réaliser des suivis bi-hebdomadaires en cas de forte variabilité des états d'équilibres.

Les flux ainsi calculés seront exploités ultérieurement dans la quantification des échanges aquifères des formations alluviales avec le fleuve.

### **5.3.2. Echanges hydrauliques latéraux avec les formations alluviales (proposition BRGM)**

L'exploitation des barrages induira, dans le temps et dans l'espace, des changements dans la ligne d'eau du fleuve. Il en résultera que les échanges latéraux seront affectés par ces nouvelles conditions en limite des alluvions.

Déjà abordée en 1984 sur un seul profil (BRGM 1984) puis reprise par EUROCONSUL à l'occasion de la réhabilitation du périmètre irrigué de BOUNDOUN, l'appréciation de ces échanges est entreprise par une analyse des profils piézométriques perpendiculaires au fleuve. Les paramètres hydrodynamiques des alluvions permettent alors un calcul des flux échangés et de leurs variations dans le temps.

L'implantation des piézomètres du Projet, ouvrages dont les buts sont multiples (reconnaissance géologique, test d'injection, relevés piézométriques), met en évidence la disponibilité de 7 profils transversaux aux berges (L1 à L7) dans les limites du delta et plusieurs autres en amont.

L'analyse des flux pourra être entreprise selon la procédure suivante:

- examens des évolutions piézométriques enregistrées jusqu'à la fin de l'étage correspondant à la dernière visite mensuelle effectuée et début de la période de crue,
- analyse des contextes géologiques et hydrodynamiques (valeurs des paramètres perméabilité déterminés lors des tests hydrauliques sur les piézomètres): regroupement en classes similaires des profils présentant des comportements comparables,
- mise en œuvre de modélisations afin de restituer les évolutions piézométriques relevées sur les profils et d'en quantifier les flux latéraux.

Cette approche basée sur l'analyse de comportement dans divers sites le long du fleuve permettra d'accorder aux échanges évalués une représentativité pour les segments du lit du fleuve.

Les variations de reprise des eaux par évapotranspiration seront prises en compte, sur la base des estimations antérieures (lois de variation déduites des études hollandaises 1973).

### **5.3.3. Planification des activités de modélisation**

Le terme modélisation évoque pour les profanes, les notions de simplicité et d'efficacité. Cette perception est totalement fautive. Autour de ce terme, la confusion a régné depuis l'intervention de M. Bolke, expert USGS.

Un modèle mathématique est un outil précieux s'il trouve une application concrète dans un sujet d'étude et s'il peut être manipulé par une équipe formée à son usage. Une structure comme celle de la Cellule ne peut pas se responsabiliser dans une activité de modélisation quelconque, compte tenu de la composition restreinte de son équipe. Toutefois, il est possible que l'utilisation d'un ou plusieurs modèles mathématiques soit tout-à-fait pertinente à la recherche de réponses aux problèmes posés.

Par conséquent, il est recommandé de susciter un séminaire regroupant un ou plusieurs spécialistes de la modélisation ayant une expérience des problèmes posés dans les limites de la vallée et une connaissance approfondie des acquis du projet en vue de:

1. dresser un inventaire des différents modèles mathématiques susceptibles de répondre aux problèmes posés.
2. de mesurer la complexité et les difficultés de mise en œuvre de ces modèles,
3. de dégager divers scénarios de travail possibles en fonction des ressources humaines et financières du moment,
4. de retenir une programmation de modélisation.

## RÉFÉRENCES

---

Reeser R.M. and Dendrou S., May 1990 - OMVS Groundwater Monitoring Project (project 625-0958) Final Evaluation, prepared for USAID Sénégal.

AID, 1983 - Project Paper, OMVS/Groundwater Monitoring Project (625-0958), Annexe A, page A-5.

Development Assistance Corporation, July 1986 - Study of the Structures of the Senegal River Basin Development Organization (OMVS).

SEBJ, Mars 1988 - Service géologique et mécanique des sols, Manuel de l'inspecteur, fascicule no. 7, Essai de perméabilité in-situ, Société d'Energie de la Baie James.

FREEZE et CHERRY, 1979, Groundwater, page 340-341.

**HISTORIQUE PAR TRIMESTRE DES ETAPES FRANCHIES (\*)  
ET DES REALISATIONS RESULTANTES (\*\*)  
COUVRANT LA PERIODE  
DU 1 JUILLET 1984 AU 30 JUIN 1990.**

ANNEXE 1

---

29'

## ANNEE 1984

---

### TRIMESTRE #1 et #2

- \* OMVS et USAID, mise en route technico-administratif du projet Eaux Souterraines
- \* Recherche d'un assistant technique à long terme, à l'origine ressortissant USGS, devenu par la suite, ressortissant ISTI, (M. J. Onofrey),
- \* Recrutement à long terme de l'assistant administratif et financier

## ANNEE 1985

---

### TRIMESTRE #1 et #2

- \* Ouverture du bureau central à St-Louis avec l'affectation de l'équipe résidente du bureau central du projet à St Louis, Sénégal, (M. M. O. Hmednah, chef de projet, M. D. Diegane, responsable de la collecte et analyse des données et M. B. Diakité, responsable des opérations sur le terrain),
- \*\* *Restauration du bâtiment d'accueil du projet, propriété de l'OMVS,*
- \* Arrivée de l'adjoint au chef de projet, assistant technique à long terme (M. D. Richard),
- \*\* *Lancement des activités de terrain,*
- \* Ouverture des bureaux de secteurs à St-Louis au Sénégal (M. L. Sangare, chef de secteur, détaché du Ministère de l'Hydraulique du Sénégal) et à Rosso en Mauritanie (M. A. Ndiaye, chef de secteur, détaché du Ministère l'Hydraulique de la Mauritanie),
- \*\* *Restauration du bureau de secteur à St-Louis, Sénégal, et construction d'un bureau de secteur à Rosso, Mauritanie,*
- \* Etude et analyse des travaux antérieurs réalisés dans la zone du projet à l'étude suivie d'une proposition de passation d'un marché avec l'Entreprise privée pour la réalisation du réseau piézométrique OMVS,

### TRIMESTRE #3

- \* Approbation de la proposition par les Administrations OMVS et USAID,
- \*\* *Mise au point d'un scénario de travail réaliste avec les exigences techniques caractéristiques d'un réseau piézométrique, les ressources humaines disponibles et les échéanciers du projet ayant fait l'objet de la lettre d'exécution #7 (P.I.L. #7),*
- \* Rédaction du dossier d'Appel d'Offres International pour la réalisation du réseau piézométrique OMVS, localisé en partie au Sénégal et en Mauritanie,
- \*\* *Dossier d'Appel d'Offres International,*

### TRIMESTRE #4

- \* Lancement de l'Appel d'Offres International
- \*\* *Offres de quatre soumissionnaires internationaux,*

## ANNEE 1986

---

### TRIMESTRE #1

- \* Dépouillement des offres des soumissionnaires Internationaux,
- \*\* *Rapport d'analyse des offres des soumissionnaires suivi de la lettre d'exécution # 12 (P.I.L. # 12),*

### TRIMESTRE #2

- \* Passation d'un marché avec l'Entreprise SAFOR, Mauritanie,
- \*\* *Marché OMVS/SAFOR,*
  
- \* Rédaction des documents de programmation des travaux de l'Entreprise SAFOR,
- \* Implantation in-situ des sites de forage au Sénégal et en Mauritanie,
- \*\* *SAFOR - Documentation relative à la programmation des travaux contractuels (voir annexe #2, section 5)*
- \*\* *Mise à jour de 33 cartes de compilation (base IGN) à l'échelle 1/50,000 sur l'ensemble de la vallée du fleuve Sénégal,*
  
- \* Rédaction des documents de programmation à l'attention des hydrométristes
- \*\* *Documentation relative à la programmation des activités des hydrométristes au Sénégal et en Mauritanie (voir annexe #2, section 4),*

### TRIMESTRE #3

- \* Rédaction des Termes de Références du Protocole d'Accord OMVS/DNHE,
- \*\* *Proposition d'un dossier - Protocole d'Accord OMVS/DNHE,*
  
- \* Rédaction des Termes de Références pour le développement d'un système informatisé de Gestion des Eaux Souterraines (GES),
- \*\* *Dossier d'appel d'offres,*
  
- \* Formation théorique de longue durée (3 années) aux Etats Unis d'Amérique à l'attention de trois ressortissants des Etats Membres de l'OMVS (M. Ousmane Ngom, M. M. Driss Ould Guih, M. Soungolo Togolo),
- \*\* *Valorisation du potentiel professionnel des trois ressortissants des Etats Membres dont un, M. O. Ngom est devenu par la suite le chef de projet,*
  
- \* Formation linguistique ( 4 années) de la secrétaire (Me Victorine Diagne) auprès de l'Institut Sénégalais-Britannique, à St-Louis,
- \*\* *Augmentation des capacités linguistiques du secrétariat du bureau central,*
  
- \* Formation théorique de moyenne durée (4 mois) en France (BRGM) à l'attention de 3 ressortissants des Ministères de l'Hydraulique des Etats Membres de l'OMVS (M. Toumane Diakité, M Mamadou Sarr, M. Mohamed Fadel Ould Saad Bouh).
- \*\* *Valorisation du potentiel professionnel des trois ressortissants des Etats Membres dont un, M. M. Fadel Ould Saad Bouh a rejoint les effectifs du secteur de Rosso, Mauritanie, à titre de chef adjoint,*

### TRIMESTRE #4

- \* Recrutement et formation sur le tas (1 mois) des hydrométristes des secteurs de St-Louis (6) au Sénégal et de Rosso (6) en Mauritanie,
- \*\* *Démarrage des activités de collecte des données sur le terrain,*
  
- \* Recrutement et formation sur le tas (1 mois et demi) des contrôleurs des travaux de l'Entreprise SAFOR, Sénégal (2) et Mauritanie (2),
- \*\* *Démarrage du contrôle des travaux contractuels de SAFOR,*
  
- \* Début du suivi périodique des puits villageois constituant un premier sous-ensemble du réseau

piézométrie OMVS,

\*\* *Acquisition des données de terrain, (puits uniquement),*

## ANNEE 1987

---

### TRIMESTRE #1

\* Système de Gestion des Eaux Souterraines (GES), Intervention ISTI/INFORMISSION (M. M. Fortin) pour le développement de la banque de données informatisée - phase #1,  
\*\* *Création embryonnaire d'un système de gestion des eaux souterraines,*

\* SAFOR, démarrage des travaux contractuels et première campagne de forage,  
\*\* *Acquisition des premiers piézomètres du réseau OMVS et caractérisation géologique du milieu aquifère (échantillons de sols, analyses granulométriques et analyses d'eau) (voir annexe 2, section 2, la liste des Répertoires Hydrogéologiques) ,*

\* Coordination des chefs de secteur dans le contrôle des travaux de l'Entreprise SAFOR,  
\*\* *Maîtrise des procédures de contrôle,*

\* Début de la saisie des données sur le système informatique GES,  
\*\* *Formation aux procédures de contrôle et de dépouillement des données avant la saisie effective et démarrage des activités de saisie,*

\* Rédaction du "PP Supplement" revisant l'enveloppe budgétaire du projet et approbation par les administrations,  
\*\* *Augmentation de l'enveloppe budgétaire s'élevant à 1.5M USDLRS ayant fait l'objet d'un avenant à l'Accord de Subvention OMVS,*

\* Formation pratique de moyenne durée (5 mois) dispensée par le BRGM à l'attention de 3 ressortissants des Ministères de l'Hydraulique des Etats Membres de l'OMVS dans chacun de leur pays respectif.  
\*\* *Consolidation de la formation théorique et mise en application sur le terrain,*

### TRIMESTRE #2

\* Début du suivi périodique des piézomètres réalisés par la SAFOR constituant le deuxième sous ensemble du réseau piézométrique OMVS,  
\*\* *Acquisition des données temporelles du terrain, (puits et piézomètres),*

\* SAFOR, deuxième campagne de forage,  
\*\* *Augmentation du nombre de piézomètres du réseau OMVS et poursuite de la caractérisation géologique du milieu aquifère (échantillons de sols, analyses granulométriques et analyses d'eau) (voir annexe 2, section 2, la liste des Répertoires Hydrogéologiques) ,*

\* Remplacement de l'assistant technique et administratif par son successeur (M. T. Rosche),  
\*\* *Continuité dans le suivi administratif et financier du projet,*

\* Formation du comptable du projet (M. M. L. N'diaye), 1 semaine auprès IBM à Dakar et 40 heures à l'utilisation de LOTUS.  
\*\* *Accroissement des compétences comptables du projet,*

\* Présentation du projet aux Etats Membres de l'OMVS et visite des chantier SAFOR,  
\*\* *Sensibilisation des autorités des Etats Membres sur les acquis et le devenir du projet,*

### TRIMESTRE #3

\* Approbation du Protocole d'Accord OMVS/DNHE,  
\*\* *Passation du Protocole d'Accord OMVS/DNHE,*

\* Formation linguistique ( 1 année) de l'équipe résidente du bureau central auprès d'une ex-

- volontaire du Corps de la Paix,
- \* Formation linguistique ( 1 année) du chef de projet (M. Moussa Ould Hmednah) auprès de l'Institut Sénégalais-Britannique, à St-Louis,
- \*\* *Augmentation des capacités linguistiques de l'équipe résidente du bureau central,*

#### TRIMESTRE #4

- \* Sous-traitance des travaux topographiques de nivellement pour le Sénégal (M. Lo) et la Mauritanie (M. Diop),
- \*\* *Démarrage des travaux de nivellement au Sénégal et en Mauritanie,*
- \* SAFOR, troisième et dernière campagne de forage,
- \*\* *Livraison de la totalité du réseau piézométrique OMVS au Sénégal et en Mauritanie; augmentation du nombre de piézomètres du réseau OMVS et poursuite de la caractérisation géologique du milieu aquifère (échantillons de sols, analyses granulométriques et analyses d'eau) (voir annexe 2, section 2, la liste des Répertoires Hydrogéologiques) ,*

### ANNEE 1988

---

#### TRIMESTRE #1

- \* SAFOR, première campagne des pompages d'essai réalisés au Sénégal et en Mauritanie,
- \*\* *Caractérisation hydrogéologique du milieu aquifère à partir de l'interprétation des pompages d'essai (voir annexe #2, section 1),*
- \* Ouverture du bureau de secteur dans les locaux de l'OMVS à Manantali, Mali, avec l'affectation du chef de secteur (M. M. Toure, détaché du Ministère de l'Hydraulique du Mali)
- \* Rédaction des documents de programmation des travaux de la DNHE,
- \* Implantation in-situ des sites de forage dans les environs du barrage de Manantali,
- \*\* *DNHE - Documentation relative à la programmation des travaux contractuels (voir annexe #2, section 6),*
- \* DNHE, campagne de prospection géophysique électrique et magnétique,
- \*\* *Rapport d'interprétation des travaux géophysiques et implantation définitive des sites de forages,*
- \* DNHE, démarrage de la première campagne des travaux de forage,
- \*\* *Caractérisation géologique et acquisition des premiers piézomètres du réseau OMVS, dans les environs du barrage,*

#### TRIMESTRE #2

- \* Sur décision du Haut Commissariat, OMVS, remise à la disposition des Etats Membres du personnel de l'équipe résidente du bureau central ,
- \*\* *Assainissement dans les relations tripartites OMVS, USAID et projet,*

#### TRIMESTRE #3

- \* Départ du Chef de projet et des 2 hydrogéologues, tous trois membres de l'équipe résidente du bureau central et paralysie provisoire des activités de saisie des données sur le système GES,
- \*\* *Réorganisation fonctionnelle du personnel du bureau central et des secteurs résultant en une autonomie accrue des bureaux de secteurs,*
- \* Système de Gestion des Eaux Souterraines (GES), Intervention ISTI/INFORMISSION (M. L. Brunelle) pour le développement informatique de la banque de données - phase #2,
- \*\* *Accroissement des capacités fonctionnelles du système de gestion des eaux souterraines,*
- \* BRGM (M. M. Vandenbeusch), première et dernière intervention, mission d'évaluation,
- \*\* *Première proposition d'un plan d'action relative aux interventions de l'assistance technique à*

*court terme,*

- \* SAFOR, deuxième et dernière campagne des pompages d'essai réalisés au Sénégal et en Mauritanie,
- \*\* *Caractérisation hydrogéologique du milieu aquifère à partir de l'interprétation des pompages d'essai (voir annexe #2, section 1),*

#### TRIMESTRE #4

- \* Prise de fonction du nouveau chef de projet du bureau central (M. O. Ngom, M. S. Civil and Environmental Engineering, Utah States University),
- \*\* *Consolidation des acquis professionnels et institutionnel avec la reprise des activités de saisie des données sur le système GES,*
- \* Deuxième et dernière campagne de forages DNHE, Mali,
- \*\* *Poursuite de la caractérisation géologique et acquisition des derniers piézomètres du réseau OMVS, dans les environs du barrage,*
- \* Début du suivi périodique des piézomètres réalisés par la DNHE constituant le réseau d'observation hydrogéologique OMVS, dans les environs du barrage,
- \*\* *Acquisition des données temporelles du terrain, (piézomètres),*

#### ANNEE 1989

---

#### TRIMESTRE #1

- \* SAFOR, début des travaux de réhabilitation du réseau piézométrique OMVS suite aux actes de vandalisme observés au Sénégal et en Mauritanie,
- \*\* *Restauration complète du réseau piézométrique OMVS,*
- \* DNHE, réalisation des pompages d'essai,
- \*\* *Caractérisation hydrogéologique du milieu aquifère à partir de l'interprétation des pompages d'essai (voir annexe #2, section 1),*
- \* Achèvement de tous les travaux contractuels en cours relatifs au contrat OMVS/SAFOR, au Protocol d'Accord OMVS/DNHE et aux contrats de nivellement au Sénégal et en Mauritanie,
- \* Système de Gestion des Eaux Souterraines (GES), Intervention ISTI/INFORMISSION (M. L. Brunelle) pour le développement informatique de la banque de données - phase #3,
- \*\* *Accroissement des capacités fonctionnelles du système de gestion des eaux souterraines,*
- \* Rejet par USAID du plan d'action proposé par le BRGM,
- \* IJSGS, première mission, évaluation du réseau piézométrique OMVS (M. Bolke),
- \*\* *Désenclavement technique de l'équipe résidente du projet et deuxième proposition d'un programme de travail relatif à l'assistance technique à court terme accompagnée d'un rapport constatant la qualité et la valeur du réseau piézométrique OMVS,*
- \* Formation informatique de courte durée (50 heures) de la secrétaire/agent de saisie du bureau central et du chef de secteur de St-Louis axée sur l'utilisation du chiffrier LOTUS 123 et le traitement de texte WP5.0
- \*\* *Accroissement des compétences informatiques du bureau central et démystification de l'outil informatique à l'attention du chef de secteur,*

#### TRIMESTRE #2

- \* Proposition des Termes de Références pour l'évaluation finale du projet,
- \*\* *Rédaction d'une demande de prestation de service,*
- \* Démarches administratives à la demande OMVS pour justifier une prolongation du projet du 31

décembre 89 au 30 juin 90,

**\*\* Prolongation effective de 6 mois ayant fait l'objet d'un avenant au "Project Authorizaton",**

**\* Price Waterhouse, contrôle financier du marché OMVS/SAFOR,**

**\*\* Rapport constatant la saine gestion financière de ce marché (voir annexe #2, section 3),**

**\* Fermeture de la frontière Sénégal-Mauritanienne en avril 89,**

**\*\* Perte de contacts physiques entre le bureau central et le bureau de secteur Rosso, Mauritanie,**

**\* Recrutement d'un hydrométriste, d'une secrétaire et d'un chauffeur au bureau de secteur, Manantali, Mali,**

**\*\* Affectation du personnel au secteur,**

**\* Démarrage des travaux de nivellement dans les environs du barrage de Manantali (travaux contractés),**

**\*\* Acquisition des valeurs de nivellement du réseau piézométrique OMVS,**

**\* Présentation du projet dans le cadre d'un séminaire de formation organisé par le CEFIGRE à l'attention de représentants de l'Afrique francophone,**

**\*\* Sensibilisation des représentants de l'Afrique francophone sur les acquis et le devenir du projet et rapport (voir annexe #2, section 3),**

**\* Formation de courte durée (2 semaines) du responsable de la salle de reproduction des documents et cartes à l'entretien des équipements de reproduction auprès de Rank Xerox, à Dakar,**

**\*\* Accroissement des compétences du responsable de la salle pour l'entretien et maintenance des équipements,**

#### TRIMESTRE #3

**\* Approbation par OMVS et USAID sans augmentation de l'enveloppe budgétaire de la prolongation de la durée du projet jusqu'à la fin de juin 1990,**

**\*\* Accroissement de la capacité de l'équipe résidente à optimiser les résultats acquis,**

**\* Formation théorique de courte durée (1 mois) aux USA (USGS) à l'attention du Chef de Projet,**

**\*\* Accroissement de la compétence technique relative à la modélisation et consolidation des contacts institutionnels avec USGS,**

**\* R.I.G., contrôle de l'inventaire des biens, du matériel et des équipements du projet,**

**\*\* Rapport sur le système de gestion des biens, matériel et équipement du projet,**

**\* USGS, deuxième mission (M. Weiss), révision de la deuxième proposition du programme de travail (M. Bolke) relatif à l'assistance technique à court terme,**

**\*\* Proposition d'un troisième plan d'action relatif à l'assistance technique à court terme jusqu'à la fin du projet (30/06/90),**

#### TRIMESTRE #4

**\* Démarches administratives et contractuelles pour définir les termes de référence des assistants techniques ISTI et USGS dans le cadre de l'extension du projet jusqu'à la fin du projet,**

**\*\* Avenants aux contrats ISTI et USGS,**

**\* USGS, troisième mission (M. R. Hollway),**

**\*\* Réception, installation d'une table à digitaliser et formation de l'équipe résidente à l'utilisation d'un logiciel cartographique (SURFER),**

**\* Approbation par l'OMVS du troisième plan d'action relatif à l'assistance technique à court terme couvrant les besoins jusqu'à la fin du projet,**

**\*\* Clarification du scénario de travail à adopter par l'équipe résidente,**

**\* Réflexion sur la composition en ressource humaine d'une équipe (OMVS) minimale permettant la continuité des opérations au terme du financement USAID,**

**\*\* Proposition du montage d'une équipe (OMVS) minimale**

## **ANNEE 1990**

---

### **TRIMESTRE #1**

- \* Système de Gestion des Eaux Souterraines (GES), Intervention ISTI/INFORMISSION (M. L. Brunelle et M. M. Migneault) pour le développement informatique de la banque de données - phase #4,  
**\*\* Accroissement des capacités fonctionnelles du système de gestion des eaux souterraines,**
- \* USGS, quatrième mission (M. Weiss) réflexion méthodologique orientée vers la production de cartes hydrogéologiques,  
**\*\* Définition du contenu des rapports finaux ( 3 Volumes),**
- \* Recrutement d'un consultant extérieur pour la rédaction des annexes (hydrologique et climatique) documentaires aux rapports finaux,  
**\*\* Rapports conséquents (voir annexe #2, section 3),**

### **TRIMESTRE #2**

- \* Système de Gestion des Eaux Souterraines (GES), Intervention ISTI/INFORMISSION (M. L. Brunelle et M. M. Migneault), phase #5,  
**\*\* Livraison du système GES version conviviale et formation du personnel OMVS,**
- \* USGS, cinquième mission (M. Weiss),  
**\*\* Appui à l'équipe résidente du bureau central pour la rédaction du volume #2 (un des rapports finaux),**
- \* Rédaction des rapports finaux (3 volumes),  
**\*\* Livraison des trois (3) rapports finaux (voir annexe #2, section 3),**
- \* Clôture du contrat OMVS/SAFOR et du Protocole d'Accord OMVS/DNHE,  
**\*\* Fermeture des dossiers,**
- \* Mise en place de l'équipe (OMVS) minimale permettant la continuité des opérations au terme du financement USAID  
**\*\* Compression du personnel des secteurs et du bureau central et transfert des responsabilités de gestion des activités de terrain à l'OMVS,**
- \* Evaluation du projet par une équipe de Louis Berger (M. S. Dendrou et M. R. Reeser), en avril et mai 90,  
**\*\* Rapport d'évaluation finale du projet (voir annexe #2, section 3),**
- \* Remise de l'ensemble du matériel, des équipements et de la documentation à l'OMVS,  
**\*\* Legs à l'OMVS de la totalité des biens, du matériel et des équipements achetés dans le cadre de ce projet (voir annexe #3, liste des biens, etc.),**
- \* Départ de l'assistance technique USAID et arrêt de l'assistance financière le 30 juin 90.  
**\*\* Legs à l'OMVS d'une structure organisée autorisant l'autonomie de l'OMVS dans la continuité des opérations sur le terrain et de la collecte et de l'analyse des données.**



**LISTE DES DOCUMENTS REDIGES ET DIFFUSES  
PAR LE PROJET EAUX SOUTERRAINES  
AU 30 JUIN 1990**

**ANNEXE 2**

---

## **1 RAPPORTS D'INTERPRETATION DES ESSAIS DE POMPAGE**

---

- 1.1 Dispositif de pompage RIM/DA001, Résultats et interprétation, Carte topographique 1/50 000, 06 Saint-Louis 2C, Rapport essai de pompage, Fichier DA001.RAP.
- 1.2 Dispositif de pompage RIM/DA032, Résultats et interprétation, Carte topographique 1/50 000, 06 Saint-Louis 4A, Rapport essai de pompage, Fichier DA032.RAP.
- 1.3 Dispositif de pompage SEN/GA036, Résultats et interprétation, Carte topographique 1/50 000, 06 Saint-Louis 4A, Rapport essai de pompage, Fichier GA0036.RAP.
- 1.4 Dispositif de pompage SEN/GA255, Résultats et interprétation, Carte topographique 1/50 000, 06 Saint-Louis 2D, Rapport essai de pompage, Fichier GA0255.RAP.
- 1.5 Dispositif de pompage SEN/GA0264, Résultats et Interprétation, Carte Topographique 1/50 000, 07 DAGANA 1C, Rapport Essai de pompage.
- 1.6 Dispositif de pompage RIM/DA083, Résultats et Interprétation, Carte topographique 1/50 000, 07 DAGANA 1D, Rapport Essai de pompage.
- 1.7 Dispositif de Pompage SEN\GA0205, Résultats et Interprétation, Carte topographique 1/50 000, 07 DAGANA 3B, Rapport Essai de pompage.
- 1.8 Dispositif de pompage RIM\DA098, Résultats et Interprétation, Carte Topographique 1/50 000, 07 DAGANA 3B, Rapport Essai de pompage.
- 1.9 Dispositif de pompage RIM/DA139, Resultats et Interprétation, Carte Topographique 1/50 000, 07 DAGANA 4B, Rapport Essai de pompage.
- 1.10 Dispositif de pompage SEN/GA0283, Résultats et Interprétation, Carte Topographique 1/50 000, 08 PODOR 2C, Rapport Essai de pompage.
- 1.11 Dispositif de Pompage SEN\GA0237, Résultats et Interprétation, Carte topographique 1/50 000, 08 PODOR 3A, Rapport Essai de pompage.
- 1.12 Dispositif de pompage RIM\DA199, Résultats et Interprétation, Carte Topographique 1/50 000, 08 PODOR 3B, Rapport Essai de pompage.
- 1.13 Dispositif de pompage SEN/GA0283, Résultats et Interprétation, Carte Topographique 1/50 000, 09 KAEDI 2C, Rapport Essai de pompage.
- 1.14 Dispositif de Pompage SEN\GA0237, Résultats et Interprétation, Carte topographique 1/50 000, 09 KAEDI 3A, Rapport Essai de pompage.
- 1.15 Dispositif de pompage RIM\DA199, Résultats et Interprétation, Carte Topographique 1/50 000, 09 KAEDI 3B, Rapport Essai de pompage.

## **2 REPERTOIRES HYDROGEOLOGIQUES**

---

Texte par carte topographique 1/200,000 et Documents Annexes (carte de compilation et annexes) par carte topographique 1/50,000. Dans les documents annexes, on trouvera les:

- \* Coupes Géologiques et Techniques
- \* Courbes Granulométriques
- \* Représentations graphiques des Analyses d'eau

2.1 Répertoire hydrogéologique, Carte topographique 1/ 200 000, St-Louis 06, Texte et Documents annexes, St-Louis 2A, St-Louis 2B, St-Louis 2C, St-Louis 2D, St-Louis 4A, St-Louis 4B,

2.2 Répertoire hydrogéologique, Carte topographique 1/ 200 000, Dagana 07, Texte et Documents annexes, Dagana 1C, Dagana 1D, Dagana 3A, Dagana 3B, Dagana 4A, Dagana 4B.

2.3 Répertoire hydrogéologique, Carte topographique 1/ 200 000, Podor 08, Texte et Documents annexes, Podor 2B, Podor 2C, Podor 2D, Podor 3A, Podor 3B, Podor 4A, Podor 4B.

2.4 Répertoire hydrogéologique, Carte topographique 1/ 200 000, Kaedi 09, Texte et Documents annexes, Kaedi 2B, Kaedi 2C, Kaedi 2D, Kaedi 3A, Kaedi 3B, Kaedi 4A, Kaedi 4B.

2.5 Répertoire hydrogéologique, Carte topographique 1/ 200 000, Matam 15, Sélibabi 16, Bakel 21, Texte et Documents annexes, Matam 2D, Matam 3D, Matam 4A, Matam 4B, Matam 4C, Sélibabi 1A+1B+1C+3A et Bakel 3D.

### **3 RAPPORTS DES EXPERTS - ASSISTANCE TECHNIQUE**

---

3.1 PES, Janvier 1987 - Cellule eaux Souterraines, Présentation du Projet OMVS/USAID à l'attention des Etats Membres de l'OMVS, Texte et Annexes, Organisation pour la mise en Valeur du Fleuve Sénégal, Direction de l'Infrastructure Régionale, Projet OMVS/USAID 625-0958, St-Louis, Sénégal.

3.2 Anderson J. and Schulz A., April 1987, - OMVS Groundwater Monitoring Project, Project Paper Supplement 625-0958, prepared for U. S. International Development.

3.3 DNHE/OMVS, 1988 - Rapport projection géophysique de la zone du barrage de Manantali pour l'implantation de 19 piézomètres, Ministère du Développement Industriel et du Tourisme, Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie.

3.4 VANDENBEUSCH, M. 1988 - Mission de consultant en hydrogéologie de Michel Vandenbeusch, BRGM, 12 septembre 88 - 7 octobre 88, rapport de mission.

3.5 Fortin M. et Brunelle L., Octobre 1988 - Système Informatisé de gestion des Eaux Souterraines, Version "septembre 1988", Manuel de l'utilisateur et Documentation Technique, préparé pour OMVS/USAID, Projet 625-0958, Cellule Eaux Souterraines, St-Louis par Informission Ltée, mandatés par International Science and Technology Institute, Inc.

3.6 PES, 1989 - CEFIGRE - OMVS, Technologies Nouvelles et Gestion des Grands Fleuves, L'expérience OMVS et des Pays Membres, OMVS, Direction des Infrastructures Régionales, Cellule Eaux Souterraines, Projet OMVS/USAID 625-0958

3.7 Bonkel A., 1989 - Etude de la répartition des paramètres hydrochimiques des eaux souterraines de l'aquifère alluvial situé en rive droite du fleuve Sénégal entre KEur Macène et Dagana, Institut des Sciences de la Terre (I.S.T.), Université Cheick Antan Diop, Dakar.

3.8 Bolke E. L. and Stephens C. J., 1989 - Senegal River Valley Ground-Water project: Summary report on piezometer evaluation, February-March 1989, U. S. Geological Survey, Open-File Report 89-411, prepared for the Organisation pour la mise en Valeur du Fleuve Sénégal and the U. S. Agency for International Development.

3.9 Weiss E., Richard D. and Ngom O., septembre 89 - Modeling Feasibility Study for the Senegal River Valley, Groundwater Monitoring Project, Preliminary Report,

3.10 DNHE, 1989 - Programme OMVS Exécution de 20 piézomètres à Manantali, Rapport Final, Ministère de l'Industrie de l'Hydraulique et de l'Energie, Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie, établi par M. Bagayoko et S. M. Fofana.

3.11 Weiss E., February 1990 - Organization, Methodology, and Limitations of the Synthesis Report of the

Ground Water Monitoring Project of the Senegal River Valley #625-0958.

3.12 Price Waterhouse, 7 Juillet 1989 - Contrôle financier du marché de travaux de construction d'un réseau de forage piézométrique dans la vallée du fleuve Sénégal, préparé pour USAID et OMVS.

3.13 Ndiaye B., Juillet 1989 - Etude hydrogéologique du delta du fleuve Sénégal, Colorado State University, Civil Engineering Department, Financée par le Council for International Exchange of Scholars.

3.14 Diagana A., 20 janvier 1990 - Etude des paramètres hydrodynamiques des aquifères de la basse vallée du fleuve Sénégal entre St-Louis et Podor, D.E.A. de Géologie Appliquée, mention: hydrogéologie, Université Cheick Anta Diop de Dakar, Faculté des sciences, Département de Géologie.

3.15 Piekutowski T., May 1990 - Paramètres climatiques de la vallée du fleuve Sénégal, observés sur la période 1986 - 1989, rapport préparé pour USAID/OMVS, Projet Eaux Souterraines.

3.16 Piekutowski T., May 1990 - Paramètres hydrologiques du barrage de Manantali, observés sur la période 1986 - 1989, rapport préparé pour USAID/OMVS, Projet Eaux Souterraines.

3.17 Piekutowski T., May 1990 - Paramètres hydrologiques du fleuve Sénégal observés sur la période 1986 - 1989, rapport préparé pour USAID/OMVS, Projet Eaux Souterraines.

3.18 Reeser R. M. and Dendrou S., May 1990 - OMVS Groundwater Monitoring Project (project 625-0958) Final Evaluation, prepared for USAID-Sénégal.

3.19 Weiss E., Richard D. et Ngom O., mai 1990 - Delta du fleuve Sénégal, Rapport hydrogéologique de synthèse, Période d'observation 1986 - 1989, Volume 2, Fichier WP.5: VL2.TXT.

3.20 Richard D., Ngom O. et D.Diagana, mai 1990 - Environs du barrage de Manantali, Carte de Bafoulabe (27), Répertoire hydrogéologique, Période d'observation, 1988 - 1989, Rapport de synthèse, Volume 3, Fichier WP.5: VL3.TXT

3.21 Migneault M. et Brunelle L., Mai 1990 - Manuel d'utilisation du Système GES, Version conviviale (V3 R1), Système réalisé dans le cadre du Projet USAID No AFR-0958-C-00-5008-00, Informission Ltée, Québec, Canada pour International Science and Technology Institute, Inc., 1129 20 th St. NW-8th FL Washington, D.C. 20036.

3.22 Migneault M. et Brunelle L., Mai 1990 - Réalisation de la version conviviale, Intervention faite dans le cadre du Projet USAID No AFR-0958-C-00-5008-00, Informission Ltée, Québec, Canada pour International Science and Technology Institute, Inc., 1129 20 th St. NW-8th FL Washington, D.C. 20036.

3.23 Piekutowski T., June 1990 - Calcul des volumes d'eau moyens mensuels passant au droit du barrage de Diama couvrant la période 1986 - 1989, rapport préparé pour USAID/OMVS, Projet Eaux Souterraines.

#### **4 DOCUMENTATION RELATIVE A LA PROGRAMMATION DES ACTIVITES DES HYDROMETRISTES**

---

4.1 Notice explicative relative aux inventaires des points d'observations hydrogéologiques, Série A et B , Rives Droite et Gauche, 10 juin 1986.

##### **SENEGAL**

4.2 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Inventaire des puits villageois - Série-GB, Par carte topographique 1/50 000, 29 Mai 86.

4.3 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Répertoire des Fiches Inventaire des Puits, Villageois - Série GB, Tome I, Degrés Carrés de Saint-Louis et de Dagana, 8 Juillet 1986.

4.4 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Répertoire des fiches d'inventaire des puits, Villageois - Série GB, Tome II Degré Carré Podor, 8 Juillet 86.

4.5 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Répertoire des fiches d'inventaire des puits, Villageois - Série GB Tome III, Degrés Carrés Kaédi, Matam, Sélibaby, Linguère, Louga, Bakel, 8 Juillet 86.

4.6 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Inventaire des puits villageois - Série GB, Par carte topographique 1/50 000, Programmation des prélèvements des échantillons d'eau superficielles et souterraines, 8 Septembre 86.

4.7 Sénégal, Zone d'intervention No 1, Saint-Louis/16é Parallèle (Station de Roncq), Programmation de l'Hydrométriste, 30 Juin 86.

4.8 Sénégal, Zone d'intervention No 2, Roncq/Keur Sadio, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.9 Sénégal, Zone d'intervention No 3, Keur Sadio/Le Gayo Diamal, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.10 Sénégal, Zone d'intervention No 4, Le Gayo Diamal/Vinding, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.11 Sénégal, Zone d'intervention No 5, Vindir g/Oourossogui/Matam, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.12 Sénégal, Zone d'intervention No 6, Oourossogui Matam/Bakel, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 1986.

#### **MAURITANIE**

4.13 MAURITANIE - RIVE DROITE, Inventaire des puits villageois - Série DB par carte topographique 1/50 000, 21 Mai 86.

4.14 MAURITANIE - RIVE DROITE, Répertoire des fiches d'inventaire des puits Villageois - Série DB Tome I, Degrés Carrés Saint-louis Dagana, Podor, 8 Août 86.

4.15 MAURITANIE - RIVE DROITE, Répertoire des fiches d'inventaire des puits Villageois - Série DB Tome II, Degrés Carrés, Kaédi, Matam, Sélibaby, Août 86.

4.16 MAURITANIE, Zone d'intervention Diama/Marigot-Bell, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.17 MAURITANIE, Zone d'intervention No 1, Lac MBell/NGarak Lac Tambass, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.18 MAURITANIE, Zone d'intervention No II, Garak/Bawadji, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.19 MAURITANIE, Zone d'intervention No III, Bawadji/Olo-Ologo, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

4.20 MAURITANIE, Zone d'intervention No IV, Olo-Ologo, Programmation de l'hydrométriste, Juin 86.

4.21 MAURITANIE, Zone d'intervention No V, MBagne Diovol-Lexeiba, Programmation de l'hydrométriste, 30 Juin 86.

#### **5 SAFOR - DOCUMENTATION RELATIVE A LA PROGRAMMATION DES TRAVAUX CONTRACTUELS**

---

5.1 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Inventaire des piézomètre - Série GA par carte topographique 1/50 000, Lot Sénégalais, 29 Mai 86.

5.2 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Lot Sénégal, 375 Piézomètres - Série GA, Répertoire des croquis d'implantation, 8 Juillet 1986.

5.3 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Inventaire des Piézomètres - Série GA par carte topographique 1/50 000, Lot Sénégalais, Programmation des prélèvements des échantillons d'eau superficielles et souterraines, 8

Septembre 86.

5.4 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Inventaire des piézomètres - Série GA, Lot Sénégalais - Programmation des analyses granulométriques et des essais de perméabilité multiples, 8 Septembre 86.

5.5 SENEGAL - RIVE GAUCHE, Lot Sénégalais - Programmation des essais de pompage, 11 Novembre 86.

5.6 MAURITANIE - RIVE DROITE, Inventaire des piézomètres Série DA, Lot Mauritanien, 25 Avril 86.

5.7 MAURITANIE - RIVE DROITE, Lot Mauritanien, 286 piézomètres -Série DA, Répertoire des Croquis d'implantation, 26 Juin 86.

5.8 MAURITANIE - RIVE DROITE, Inventaire des piézomètres, Série DA par carte topographique 1/50 000, Lot Mauritanien, Programmation des analyses granulométriques et essais de perméabilité multiples, 8 Septembre 86.

5.9 MAURITANIE - RIVE DROITE, Inventaire des piézomètres, Série DA par carte topographique 1/50 000, Lot Mauritanien, Programmation des prélèvements d'eau superficielle et souterraine, 8 Septembre 86.

5.10 MAURITANIE - RIVE DROITE, Lot Mauritanien, Programme des essais de pompage, 20 Novembre 86.

5.11 DOSSIER D'APPEL D'OFFRES, Pour la Mise en Place d'un réseau de 660 piézomètres subdivisés en 2 lots

- Lot Mauritanien
- Lot Sénégalais

#### **LISTE DES DOCUMENTS FAISANT PARTIE DU DOSSIER D'APPEL D'OFFRES**

---

1. Avis d'appel d'offre - Instructions aux fournisseurs
2. Terme de Références (T.R)
3. Cahier des Prescriptions Spéciales (C.P.S)
4. Cahier des prescriptions Techniques (C.P.T)
5. Cadres des Bordereaux des prix unitaires - Hors taxes  
lot Mauritanien
6. Cadre des Bordereaux des Prix Unitaires - hors Taxes  
Lot Sénégalais
7. Cadre du Devis Estimatif - Hors Taxes - Lot Mauritanien
8. Cadre du Devis Estimatif - Hors Taxes - Lot Sénégalais
9. Modèle du Cautionnement Définitif
10. Modèle de Cautionnement Provisoire
11. Modèle de Retenue de Garantie
12. Modèle de Soumission
13. Modèle de Convention

#### **6 DNHE - DOCUMENTATION RELATIVE A LA PROGRAMMATION DES TRAVAUX CONTRACTUELS**

---

6.1 Protocole d'Accord OMVS/DNHE constitué des pièces suivantes:

- 1) Modèle de Convention
- 2) Termes de Références
- 3) Cahier des Prescriptions Spéciales (CPS)
- 4) Cahier des Prescription Technique (cpt)
- 5) Cadre du Bordereau des Prix Unitaires Hors Taxes
- 6) Cadre du Devis Estimatif Hors Taxes

## **7 RAPPORTS ADMINISTRATIFS ET CONTRACTUELS REDIGES PAR L'INGENIEUR CONSEIL**

---

- 7.1 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 1 couvrant la période du 1 Janvier au 3 Avril 1985, version française.
- 7.2 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 2 couvrant la période du 3 Avril au 17 Juillet 1985, version française.
- 7.3 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 3 couvrant la période du 18 juillet au 30 Décembre 1985, version française.
- 7.4 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 4 couvrant la période du 20 Décembre 1985 au 27 Mars 1986, versions française et anglaise.
- 7.5 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 5 couvrant la période du 29 Mars au 28 Juin 1986, version française.
- 7.6 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 6 couvrant la période du 29 Juin au 30 Septembre 1986, version française.
- 7.7 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 7 couvrant la période du 1<sup>er</sup> Octobre 1986 au 5 Janvier 1987, version française.
- 7.8 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 8 couvrant la période du 6 Janvier au 30 Juin 1987, version française.
- 7.9 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 9 couvrant la période du 1 Juillet au 31 Décembre 1987, versions française et anglaise.
- 7.10 Rapport d'Activités du mois de Février 88, versions française et anglaise.
- 7.11 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 10 couvrant la période du 01 Janvier 1988 au 31 Mars 1988, versions française et anglaise.
- 7.12 Rapport d'Activités du mois de Avril 88, versions française et anglaise.
- 7.13 Rapport d'Activités du mois de Mai 88, versions française et anglaise.
- 7.14 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 11 couvrant la période du 01 Avril au 30 Juin 1988, versions française et anglaise.
- 7.15 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 12 couvrant la période du 01 Juillet au 30 Septembre 1988, versions française et anglaise.
- 7.16 Rapport d'Activités du mois d'Octobre 88, versions française et anglaise.
- 7.17 Rapport d'Activités du mois de Novembre 88, versions française et anglaise.
- 7.18 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 13 couvrant la période du 01 Octobre au 31 Décembre 1988, versions française et anglaise.
- 7.19 Rapport d'Activités du mois de Janvier 89, versions française et anglaise.
- 7.20 Rapport d'Activités du mois de Février 89, versions française et anglaise.
- 7.21 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 14 couvrant la période du 01 Janvier 1989 au 31 Mars 1989, versions française et anglaise.
- 7.22 Rapport d'Activités du mois d'Avril 89, versions française et anglaise.
- 7.23 Rapport d'Activités du mois de Mai 89, versions française et anglaise.
- 7.24 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 15 couvrant la période du 01 Avril au 30 Juin 1989, versions française et anglaise.

7.25 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 16 couvrant la période du 01 Juillet au 30 Septembre 1989, versions française et anglaise.

7.26 Rapport d'Activités du mois d'Octobre 89, versions française et anglaise.

7.27 Rapport d'Activités du mois de Novembre 89, versions française et anglaise.

7.28 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 17 couvrant la période du du 01 Octobre au 31 Décembre 1989, versions française et anglaise.

7.29 Rapport d'Activités du mois de Janvier 90, versions française et anglaise.

7.30 Rapport d'Activités du mois de Février 90, versions française et anglaise.

7.31 Rapport Trimestriel d'Avancement des Travaux No 18 couvrant la période du 01 Janvier 1990 au 31 Mars 1990, versions française et anglaise.

7.32 Rapport d'Activités du mois d'Avril 90, versions française et anglaise.

7.33 Rapport d'Activités du mois de Mai 90, versions française et anglaise.

7.34 Rapport Final du mois de Juin 90, version française et anglaise.

**LEGS DES BIENS, DU MATERIEL ET DES EQUIPEMENTS  
AU TERME DU FINANCEMENT USAID**

**ANNEXE 3**

---

Liste des biens et des équipements légués à la Cellule Eaux souterraines au terme du financement USAID (30 juin 90).

<b>Catégorie</b>	<b>Qtée Descriptions</b>
<b>BUREAU CENTRAL</b>	
<b>PARC AUTOMOBILE</b>	2 Toyotas Corollas 2 Toyotas Landcruiser 1 Landrover 110 1 Mitsubishi Pick up
<b>INFORMATIQUE</b>	2 Ordinateurs IBM -XT 640K, Disque 60 MG 2 Imprimantes Okidata 192/193 3 Ecrans Princeton Couleur 1 Table Traçante HP 7475 1 Système de sauvegarde des données Fastape 4 Immunilec Onduleur/Régulateur/accumulateur 1 Northgate - AT 640K, disque 60 MG 1 Ecran couleur, carte CGA 1 Imprimante Fujitsu FJ2400 couleur 1 Table à digitaliser AKTEK, grand modèle
<b>INSTRUMENTATION</b>	1 pHmètre Schott-Gerate 1 Conductivimètre Schott-Gerate 4 pHmètres anciens modèles 4 Conductivimètres anciens modèles 2 Sondes MARTEK Grounwater monitoring XIV 5 Sondes électriques 3 Echantillonneurs d'eau
<b>TOPOGRAPHIQUE RECUPERATION OMVS</b>	4 Théodolytes 5 Niveaux 2 Tachéomètres 6 Trépieds 6 Mires
<b>DIVERS</b>	1 Radio émetteur fixe MACKAY MS 8000 1 Pompe submersible 1 Photocopieuse XEROX 1040 1 Photocopieuse 3M 1 Tireuse de plan 1 Duplicateur REX ROTARY 1 Machine à écrire XEROX 575 1 Machine à écrire IBM 196c 2 Calculatrices FACIT
<b>RESERVES VEHICULES</b>	1 Mitsubishi Pick up 8 Motos Honda 125 (usagées) 2 Toyotas Landcruiser Pick up (dont 1 accidenté)
<b>EN COMMANDE</b>	4 Conductivimètres (0 - 100,000 $\mu$ S/cm) 1 Ordinateur 386 complet compatible avec le Northgate 3 Trousses d'analyse d'eau sur le terrain

**SECTEUR DE ST-LOUIS/SENEGAL**

**PARC AUTOMOBILE**

2 Mitsubishi Pick up  
3 Motos Honda 125

**INSTRUMENTATION**

4 pHmètres Schott-Gérate  
4 Conductivimètres Schott-Gerate  
4 pHmètres anciens modèles  
4 Conductivimètres anciens modèles  
4 Echantillonneurs d'eau  
1 Niveau Wild  
1 Trépied Wild  
2 Mires Wild  
3 Pompes submersibles  
2 Sondes MARTEK Grounwater monitoring XIV  
4 Sondes électriques

**DIVERS**

1 Radio émetteur Mackay MS 8000  
1 Machine à écrire manuelle Hermès  
1 Machine à écrire IBM 196c

**SECTEUR DE ROSSO/MAURITANIE**

**PARC AUTOMOBILE**

2 Mitshubishi Pick up  
2 Motos Honda 125

**INSTRUMENTATION**

2 pHmètres Schott-Gerate  
2 Conductivimètres Schott-Gerate  
2 pHmètres anciens modèles  
2 Conductivimètres anciens modèles  
3 Echantillonneurs d'eau  
1 Niveau Wild  
1 Trépied Wild  
2 Mires Wild  
2 Sondes électriques

**DIVERS**

1 Radio émetteur MACKAY MS 8000  
1 Machine à écrire manuelle Hermès  
1 Photocopieuse XEROX 2830

**SECTEUR DE MANANTALI/MALI**

**PARC AUTOMOBILE**

1 Mitshubishi Pick up  
1 Moto Honda 125  
1 Toyota Pick up

**INSTRUMENTATION**

1 pHmètre Schott-Gerate  
1 Conductivimètre Schott-Gerate  
1 Niveau Wild  
1 Trépied Wild  
2 Mires Wild  
1 Sonde électrique  
2 échantillonneurs d'eau

**DIVERS**

1 Machine à écrire manuelle Hermès  
1 Photocopieuse Xerox 1012  
11 radio émetteur MACKAY MS 8000

DESCRIPTION DES ZONES A L'ETUDE

ANNEXE 4

---

La description de la zone à l'étude a fait l'objet de plusieurs rapports rédigés par la Cellule Eaux Souterraines, dont:

\* le Volume #2 - rapport d'interprétation - traitant spécifiquement du delta du fleuve Sénégal (voir la référence exacte à l'annexe #2, section 3, 3.19),

\* le Volume #3 - rapport d'interprétation - traitant spécifiquement des environs du barrage de Manantali (voir la référence exacte à l'annexe #2, section 3, 3.20).

Les zones relatives à la Basse, la Moyenne et Haute Vallée n'ont pas fait l'objet de rapports d'interprétation. Toutefois, un document de présentation du projet (CEFIGRE, 1989) décrivant la géographie physique du bassin supérieur et inférieur du fleuve Sénégal, la géologie et les eaux souterraines de la vallée du fleuve Sénégal (voir Annexe #2, section 3, 3.6) a été rédigé par la Cellule.

La description du milieu naturel de la vallée (géographie, géologie et Eaux Souterraines), développé dans ce document (CEFIGRE, 1989), est largement tirée de la référence ci-dessous.

"Etude Hydro-agricole du bassin du Fleuve Sénégal  
Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal  
Rapport du Synthèse des études et Travaux"

AG:DP/RAF/65/061  
Rapport Technique #1

Programme des Nations Unies pour le Développement  
Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et  
l'Agriculture,  
Rome, 1977.

Les descriptions de ce dernier document sont des modèles de synthèse et de concision.

Par conséquent, il n'est pas apparu utile dans le cadre de la rédaction de ce rapport final d'annexer les divers rapports de la Cellule traitant de la description de la zone à l'étude, diffusés en plusieurs exemplaires auprès des autorités administratives et disponible au Centre de Documentation de l'OMVS.

Le lecteur trouvera à la page suivante un tableau intitulé: " Terrain encaissant de la Vallée du Fleuve Sénégal - caractéristiques hydrogéologiques connues".

Ce tableau est une compilation des paramètres hydrogéologiques, pour chacune des séries lithostratigraphiques appartenant au cadre de la vallée du fleuve Sénégal. Le tableau résume les paramètres connus relatifs aux terrains sédimentaires du Quaternaire (Nouakchottien, Ogolien, Inchirrien et Quaternaire Ancien et Moyen), aux terrains sédimentaires encaissants du Tertiaire (Continental Terminal, Eocène Moyen, Eocène Inférieur, Paléocène) et aux terrains sous-jacents du Secondaire (Maestrichtien). Ces paramètres proviennent des études antérieures et les références sont indiquées.

Ce tableau permet:

- 1) de situer géologiquement le milieu aquifère étudié dans le cadre des activités du projet,
- 2) de reconnaître la nomenclature hydrogéologique utilisée dans la vallée laquelle varie d'une rive à l'autre bien que décrivant une même réalité.

La majeure partie du réseau piézométrique OMVS capte la nappe alluviale contenue dans les sédiments du Quaternaire, correspondant à la partie supérieure du tableau. Une partie moindre capte les sédiments encaissant (géologiquement, plus anciens) sous-jacents.

Avant la réalisation du projet Eaux Souterraines, la géométrie des réservoirs et les caractéristiques hydrodynamiques des sédiments du Quaternaire étaient peu connues. L'interprétation des résultats acquis par le projet contribue à augmenter la connaissance hydrogéologique relative à ces sédiments (voir Annexe #2, section 3, 3.16) en particulier dans les limites du delta du fleuve Sénégal.

Les variations moyennes mensuelles des paramètres climatologiques mesurés (température, humidité relative, évapotranspiration et l'évapotranspiration (valeurs calculées), l'insolation et la précipitation) a fait l'objet d'un document rédigé par M. Piekutowski (voir annexe #2, section 3, 3.15). Ce document regroupe les graphiques et les listings cumulant les valeurs moyennes mensuelles provenant des stations météorologiques de St-Louis, de Richard Toll, de Podor, de Matam et de Bakel, soient la vallée du fleuve Sénégal et la station de Mahina, localisé à proximité du barrage de Manantali.

Les fluctuations moyennes mensuelles de la ligne d'eau du fleuve Sénégal du barrage de Diama à celui de Manantali observées sur la période 1986 - 1989 ont fait l'objet d'une double documentation (les environs du barrage de Manantali et la vallée du fleuve Sénégal) rédigée par M. Piekutowski (voir annexe #2, section #, 3.16 et 3.17). Ces documents présentent les graphiques montrant les variations limnimétriques de la plupart des échelles réparties le long du fleuve Sénégal et le calcul des volumes moyens mensuels transitant au droit des échelles limnimétriques de Bakel, de Matam et de Kaedi.

Le calcul des volumes moyens mensuels au droit du barrage de Diama a également fait l'objet d'une documentation rédigé par M. Piekutowski (voir annexe #2, section 3, 3.23).

**TERRAINS ENCAISSANTS DE LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL**  
**CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES CONNUES**

DESIGNATION LOCALE	STRATIGRAPHIE + SYMBOLE	NAPPES OU AQUIFERE / AQUICLUDE		CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES			COMMENTAIRES + (Références)		
				T m <sup>2</sup> /sec (m <sup>2</sup> /j)	S	SALINITE mg/l			
MOUAKCHOTTIEN 5 500 BP	NK	ALLUVIALE		K: TRES FAIBLE	-	15.000 à 50.000	Alimentation = inondation Vidange = évaporation (Audibert 1970, III, p. 21)		
OGOLIEN 30.000 BP	O1							Aucune information hydrogéologique affleure en rive gauche de Dembakané jusqu'à Thiologo (Ily 1973, p. 19)	
	O2			K: ELEVE NON SATURE EN EAU	-	SALEE L'ORSQUE CAPTEE	Reservoir hydrogéologique de faible extension. Faible infiltration (Audibert 1968, p. 29)		
	O3						Aquifère principale dans les alluvions épaisseur variable 23 m Max. à Kanel (Ily 1973 p. 16)		
INCHIRIEN 40000 BP	I2			K: FAIBLE A L'EST 0.64 x 10 <sup>-3</sup> (746) K ELEVE A L'OUEST	8 x 10 <sup>-4</sup>	3 000 à 70 000 (Audibert, 1970 p. 17)	Alimentation = inondation Vidange = évaporation Variation de salinité = très importante (Audibert 1970, p. 18) Influencé par les marées (SOGREAH-COYNE, BELIER 1970, p. 58) Mémoire		
	I4		K: FAIBLE	-	-	(Audibert 1970, p. 16)			
QUATERNAIRE ANCIEN ET MOYEN 100.000 à 1.5 M.A.	Qam					Aucune information hydrogéologique (Ily 1973, p. 17)			
CONTINENTAL TERMINAL 1.5 à 38 M.A.	CT	RG	RD	RD = RIVE DROITE (TRARZA)			RD	RG	RD = Rive Droite
		CONTINENTAL TERMINAL	NAPPE DU TRARZA	5-10 <sup>-3</sup> (460)	0.1	100 à 400 (RES. SECS)	M A P P E D U G N E B L A M A U R I T A N I E N	M A P P E D U F E R L O	Puissance moyenne = 40 m (Ily 1978, p. 62 et 65)
		RG = RIVE GAUCHE (CONT. TERMINAL)							RG = Rive Gauche
				2-10 <sup>-3</sup> (173)	-	100 à 400			
EOCENE MOYEN 4.5 à 4.9 M.A.	EM m	EOCENE ARGILO-CALCAIRE	FACIES MARIN RESEAU AQUIFERE DE L'AMECHTIL	RD = RIVE DROITE (AMECHTIL)			M A U R I T A N I E N	F E R L O	RD = Rive Droite
				3-10 <sup>-4</sup> ou (24)	10 <sup>-4</sup>	JUSQU'A 2 000			
				RG = RIVE GAUCHE (EOCENE ARG. CALC.)					RG = Rive Gauche
				3-10 <sup>-4</sup> (24)	-	100 à 400 (RESO. SECS)			Jamais été capté (Ily 1979, p. 65 et 70)
EOCENE INFERIEUR	EM i	FACIES (CONTINENTAL)	FACIES (CONTINENTAL)	RD = RIVE DROITE (BRAKMA)					RD = Rive Droite
				4-10 <sup>-2</sup> (9460)	-	100 à 400			Puissance de l'aquifère = mal connu (Ily 1973, p. 62 et 63)
PALEOCENE 49 à 65 M.A.	EMP i	PALEOCENE CALCAIRE	NAPPE CALCAIRE DU BRAKMA	RG = RIVE GAUCHE (PAL. CALCAIRE)					RG = Rive Gauche
				10 <sup>-2</sup> (860) (1800) #	-	≈ 1000 JUSQU'A 5000 EST OU LAC DE GUIERS			K = bon à très bon grâce à la dolomitisation (Ily 1973, p. 68 à 70) # (Selon Bechtel 1976)
MAESTRICHTIEN 65 à 90 M.A.	MA	NAPPE DU MAESTRICHTIEN		10 <sup>-2</sup> (860)	10 <sup>-4</sup>	< 300	M A U R I T A N I E N	F E R L O	. Puiss. à Sémé : 80m . Semble libre en bordure du fleuve . Maestrichtien + EOCENE (Faciés continental) : milieu hydraulique homogène (Ily 1973, p. 55 à 61)
				(1050)	3-10 <sup>-4</sup>				
SERIE DE MBOUT ET BAKEL	CO	MASSIFS ANCIENS		FISSURE					(Ily 1973, p. 55)
				K: FAIBLE	-	2400			

52

**LISTE DES CODES GES**

**ANNEXE 5**

---

**Le lecteur trouvera dans cette annexe, les liste des codes véhiculés dans le système informatique de la base de données GES.**

**Ce sont les listes des:**

- \* codes géologiques classés par age géologique, accompagnés de leur description et leur référence respective,**
- \* codes géomorphologiques,**
- \* codes des Unités Naturelles d'Equipement (U.N.É.) Juton associés à leur superficie respective,**
- \* codes des cartes topographiques 1:200.000,**
- \* codes numérotés des postes pluviométriques avec indication du pays où se situe le poste et la plage de disponibilité des dates (début et fin) où les mesures sont disponibles dans le système GES,**
- \* codes numérotés des échelles limnimétriques avec indication du pays où se situe l'échelle et la plage de disponibilité des dates (début et fin) où les mesures sont disponibles dans le système GES,**
- \* zones d'intervention numérotées par pays, correspondant à un découpage logistique interne au projet.**

**Tous ces codes peuvent être utilisés comme critères, unique ou une combinaison de plusieurs, pour opérer une recherche sur la base de données GES.**

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)  
 DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (DIR)  
 CELLULE DES EAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
 PROJET OMVS/USAID 0625-0958

Liste des codes géologiques

Ordre	Code	Description	Référence
1	ACT	QUATERNAIRE	
2	PNK	QUATERNAIRE	- DEPOTS ACTUELS OU SURACTUELS
3	NK	QUATERNAIRE	- DEPOTS POST-NOUAKCHOTTIENS
4	IN	QUATERNAIRE	- NOUAKCHOTTIEN
5	OG	QUATERNAIRE	- INCHIRIEN
6	QAM	QUATERNAIRE	- OGOJEN
7	QT	QUATERNAIRE	- MOYEN ET ANCIEN
8	CT	TERTIAIRE	- INDIFFERENCIE
9	EC	TERTIAIRE	- CONTINENTAL TERMINAL
10	EMI	TERTIAIRE	- EOCENE A FACIES CONTINENTAL
11	EMM	TERTIAIRE	- EOCENE INFERIEUR A FACIES MARIN
12	EMP	TERTIAIRE	- EOCENE MOYEN A FACIES MARIN
13	EM	TERTIAIRE	- EOCENE A FACIES MARIN/PALEOCENE
14	M	SECONDAIRE	- EOCENE A FACIES MARIN INDIFFERENCIE
15	CO	PRIMAIRE	- MAESTRICHTIEN
16	DA	PRECAMBRIEN	- CAMBRIEN ORDOVICIEN/SERLE MBOUT ET BAKEL
			- PROTEROZOIQUE/GROUPE DU BAKOYE

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)  
 DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (DIR)  
 CELLULE DES EAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
 PROJET OMVS/USAID 0625-0958

Liste des codes géomorphologiques

Code	Description
A	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/CUVETTES ARGILEUSES DE DECANTATION
A-G	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/CUVETTE DE DECANTATION SUR VASIERE ANCIENNE
B	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/PARTIES BASSES DES CUVETTES
C	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/BANCS DE SABLE
D	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/LEVEES ACTUEL LES
E	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/LEVEES SUBACTUELLES
F	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/VASIERE ACTUEL LE
G	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/ VASIERE ANCIEN NE DENUDEE
I	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/BORDS DE CUVET TES SALEES A REMANIEMENT FOJEN
J	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/DUNES VIVES
K	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/DUNES SUBACTUEL LES SEMI-FIXEES
L	DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/DUNES ROUGES REMAINEEES
M	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/HAUTES LEVEES
M'	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/FLUVIO-DELTAIQUE
M'A	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/FLUVIO-DELTAIQUE (PARTIES BASSES)
M'B	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/FLUVIO-DELTAIQUE (PARTIES HAUTES)
MAN	ENTABLEMENT DU PLATEAU MANDINGUE
N	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/DELTA DE RUPTURE DELEVEES
O	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/PETITES LEVEES
P	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/CORDON LITTORAL
P'	DEPOTS POST NOUAKCHOTTIENS/CORDON LITTORAL ARASE
Q	NOUAKCHOTTIEN/TERRASSE MARINE
Q'	NOUAKCHOTTIEN/DEUXIEME REMBLAI SABLO-ARGILEUX
R	OGOLIEN/DUNES ROUGES NON DIFFERENCIE
S	OGOLIEN/PREMIER REMBLAI SABLO-ARGILEUX
S-T	OGOLIEN PREMIER REMBLAI NON DIFFERENCIE
T	OGOLIEN/PREMIER REMBLAI SABLO-ARGILEUX ARASE
U	OGOLIEN/DUNES ROUGES ARASEES
V	QUATERNAIRE ANCIEN ET MOYEN/BAS GLAISIS SABLEUX
X	DIERI

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)  
 DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (D9R)  
 CELLULE DES FAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
 PROJECT OMVS/USAID 0625-0958

Liste des unités naturelles d'équipement Juton

Code	Nom	Superfici
BO1	BOGHE 1	5325
BO2	BOGHE 2	2325
BO3	BOGHE 3	920
DA	DAGANA	3990
DAO	DAO	5200
DE1	DEMLAKANE 1	4665
DE2	DEMLAKANE 2	2790
DE3	DEMLAKANE 3	3112
DI1	DIAMEL 1	7310
DI2	DIAMEL 2	1495
DI3	DIAMEL 3	1450
DI4	DIAMEL 4	5812
DI5	DIAMEL 5	9800
DI6	DIAMEL 6	16700
DLT	DELTA	134384
DO1	DOUE 1	7830
DO2	DOUE 2	2890
DO3	DOUE 3	1657
GAJ	GARAK 1	10400
GA2	GARAK 2	6800
GJ	GARLI	2792
GOR	GORGOL	10000
GU	GUIDAKAR	3404
HUE	HORS UNITE NATURELLE	0
KI1	KAEDI 1	11480
KO1	KOUNDI 1	5480
KO2	KOUNDI 2	10068
KO3	KOUNDI 3	15400
KO4	KOUNDI 4	5400
KO5	KOUNDI 5	15300
KO6	KOUNDI 6	12750
KO7	KOUNDI 7	4600
KO8	KOUNDI 8	15416
MB1	TIANGOL-MBAGNE 1	3990
MB2	TIANGOL-MBAGNE 2	6365
MB3	TIANGOL-MBAGNE 3	9174
MD1	MAGHAMA-DEMLAKANE 1	8190
MD2	MAGHAMA-DEMLAKANE 2	7475
MD3	MAGHAMA-DEMLAKANE 3	4268
MD4	MAGHAMA-DEMLAKANE 4	5465
MD5	MAGHAMA-DEMLAKANE 5	5710
MK1	MATAM-KANEL 1	7000
MK2	MATAM-KANEL 2	19883
MK3	MATAM-KANEL 3	3375
MO1	MORPHIL 1	2800
MO10	MORPHIL 20	4800
MO11	MORPHIL 11	12650
MO12	MORPHIL 12	7550
MO13	MORPHIL 13	5150
MO14	MORPHIL 14	5650
MO15	MORPHIL 15	

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FELUVE SENEGAL (OMVS)  
DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (DIR)  
CELLULE DES EAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
PROJET OMVS/USAID 0625-0958

Liste des unités naturelles d'équipement Juton

Code	Nom	Superficie
MO16	MORPHIL 16	2630
MO17	MORPHIL 17	2390
MO18	MORPHIL 18	2250
MO2	MORPHIL 2	8950
MO3	MORPHIL 3	16950
MO4	MORPHIL 4	4300
MO5	MORPHIL 5	3850
MO6	MORPHIL 6	2550
MO7	MORPHIL 7	9500
MO8	MORPHIL 8	4000
MO9	MORPHIL 9	10400
NG1	NGALENKA 1	3640
NG2	NGALENKA 2	3635
NG3	NGALENKA 3	6800
NG4	NGALENKA 4	14900
OT1	OREFONDE-THILOGNE 1	11447
OT2	OREFONDE-THILOGNE 2	15380
OT3	OREFONDE-THILOGNE 3	4380
OT4	OREFONDE-THILOGNE 4	8800
OT5	OREFONDE-THILOGNE 5	11450
OT6	OREFONDE-THILOGNE 6	9600
TB1	TIAGNOL-BALLEL 1	10990
TB2	TIAGNOL-BALLEL 2	8825
TB3	TIAGNOL-BALLEL 3	7030

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)  
DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (DIR)  
CELLULE DES FAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
PROJET OMVS/USAID 0625-0958

Liste des cartes topographiques

Code	Nom	Année Pays
06	SAINT-LOUIS	
07	DAGANA	
08	PODOR	
09	KAEDI	
12	LOUGA	
13	LINGUERE	
15	MATAM	
16	SELIBABY	
21	BAKEL	
22	KAYES	
26	KOSSANTO	
27	BAFOULABE	

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)  
 DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (DIR)  
 CELLULE DES FAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
 PROJECT OMVS/USAID 0625-0958

Liste des postes pluviométriques

Numéro	Nom	Pays	Début	Fin
1	ST LOUIS/AEROPORT	SENEGAL	02/02/86	21/09/88
2	ST. LOUIS/J. BOTANI	SENEGAL	03/08/87	30/09/89
3	NDIOL/OUALLO	SENEGAL	09/07/87	01/10/87
4	NDIOL DIERI	SENEGAL	19/07/87	30/09/89
5	DIAMA/BARRAGE	SENEGAL	12/06/87	12/09/88
6	NDIAYES/CENTRE	SENEGAL	09/07/86	30/08/89
7	ROSS BETHIO	SENEGAL	09/07/86	06/09/89
8	BOUNDOUUM BARRAGE	SENEGAL	10/07/86	07/09/87
9	KDUR MACENE	MAURITANIE	09/07/86	30/09/89
10	ROSSO	MAURITANIE	10/07/86	29/09/87
11	RICHARD TOLL/KM 8K	SENEGAL	01/08/86	21/09/88
12	RICHARD TOLL/KM 15	SENEGAL	03/09/86	21/09/88
13	RICHARD TOLL/DOMBK	SENEGAL	11/06/87	21/09/88
14	RICHARD TOLL/MBILOI	SENEGAL	22/06/87	21/09/88
15	DAGAMA	SENEGAL	12/06/87	30/09/89
16	FANAYESS/OUALLO	SENEGAL	01/09/86	20/09/89
17	FANAYES/DIERI	SENEGAL	17/04/86	21/09/88
18	TITLE BOUBACAR	SENEGAL	03/09/86	27/09/86
19	PODOR	SENEGAL	18/04/86	30/09/88
20	GUEDE CHANTIER	SENEGAL		
21	NDIOUM	SENEGAL	21/06/87	
22	BOGHE	MAURITANIE	09/07/86	20/09/89
23	KAEDI	MAURITANIE	10/07/86	21/08/87
24	HAIRE LAO	SENEGAL	10/06/86	30/09/87
25	GALOYA	SENEGAL	10/06/86	30/09/89
26	THILOGNE	SENEGAL	27/06/86	25/10/89
27	SALDE	SENEGAL	01/06/86	21/09/89
28	MATAM	SENEGAL	06/07/86	04/10/87
29	MATAM	SENEGAL	27/06/86	29/09/89
30	OUIROSSOGUI	SENEGAL	08/06/87	29/09/89
31	KANEL	SENEGAL	06/06/87	27/09/89
32	SEME	SENEGAL	07/06/87	30/09/89
33	BAKEL	SENEGAL	12/06/86	24/09/89
34	MANANTALI	MALI	16/03/88	27/09/89
35	RICHARD TOLL 6X	SENEGAL	11/06/87	18/09/88
	RICHARD TOLL/KH 14	SENEGAL	11/06/87	21/09/88

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)  
 DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (DIR)  
 CELLULE DES FAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
 PROJECT OMVS/USAID 0625-0958

Liste des échelles limnimétriques				
Numéro	Nom	Pays	Début	Fin
1	DIAMA/BARRAGE AMONT	SENEGAL	01/05/86	21/02/90
5	RICHARD TOLL/ELEUVE	SENEGAL	01/01/86	31/12/90
6	SANENTE/LAC DE GUIERS	SENEGAL	01/01/86	30/12/89
7	ROSSO	SENEGAL	01/01/86	31/12/89
8	DAGANA	SENEGAL	01/01/86	31/12/89
9	PODOR	SENEGAL	01/01/86	31/12/89
10	BOGHE	SENEGAL	01/01/86	01/01/89
11	GUDED CHANTIER	MAURITANIE		
12	NGOUI	SENEGAL	01/01/86	31/12/89
13	SALDE	SENEGAL	01/01/86	31/01/90
14	KAEDI	SENEGAL	01/01/86	31/12/89
15	MATAM	MAURITANIE	01/01/86	31/12/89
16	BAKEL	SENEGAL	01/01/86	15/02/90
17	MANANTALI/BARRAGE AMONT	SENEGAL	01/01/86	30/12/89
21	MANANTALI/BARRAGE AVAL	SENEGAL	01/01/86	30/11/89
22	RICHARD TOLL/LAC DE CUIERS	SENEGAL	01/01/86	30/11/89
23	LAC DE GUIERS/GNIT	SENEGAL	01/01/86	30/09/89
24	DIAMA/BARRAGE AVAL	SENEGAL	01/01/86	30/11/89
25	DAKAR BANGO	SENEGAL	01/01/86	01/12/89
		SENEGAL	01/01/86	15/12/89

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL (OMVS)  
 DIRECTION DE L'INFRASTRUCTURE REGIONALE (DIR)  
 CELLULE DES FAUX SOUTERRAINES - SAINT-LOUIS  
 PROJECT OMVS/USAID 0625-0958

Coepays	Numéro	Nom	Pays
D	0	DIAMA/MARIGOT-BELL	MAURITANIE
D	1	LAC MBELL/GARAK-LAC TAMBASS	MAURITANIE
D	2	GARAK/BAWADJI	MAURITANIE
D	3	BAWADJI/OLO-OLOGO	MAURITANIE
D	4	OLO-OLOGO/MBAGNE	MAURITANIE
D	5	MBAGNE/DIOVOL-LEXBIBA	MAURITANIE
G	6	DIOVOL-LEXEIBA/GOURAYE	MAURITANIE
G	1	SAINT-LOUIS/16 MERIDIEN	MAURITANIE
G	2	RONCO/KEUR SADIO	MAURITANIE
G	3	KEUR SAIO/LE GAYO-DIAMEL	SENEGAL
G	4	LE GAYO-DIAMAL/VINDING	SENEGAL
G	5	VINDING/OUROSSOGUI-MATAM	SENEGAL
M	6	OUROSSOGUI-MATAM/BAKEL	SENEGAL
M	0	MADINA GOUNGOU	SENEGAL
M	1	AVAL BARRAGE MANANTALI RIVE GAUCHE	MAU
M	2	DIALAKOTO RIVE GAUCHE	MAU
M	3	BADEKA	MAU
M	4	BARRAGE AVAL MANANTALI RIVE DROITE	MAU
M	5	NOUNKALA - BARRAGE AMONT	MAU
M	6	BINGASSI	MAU