

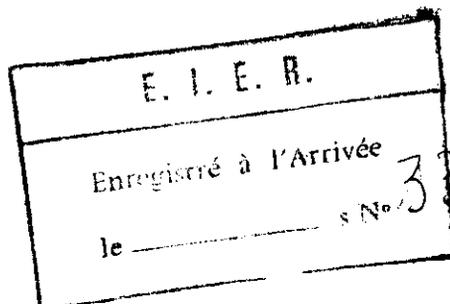
MEMOIRE DE FIN D'ETUDES 1998

Présenté par :

DANSOU G. Camille

Mise en œuvre d'un
Système d'Information
Géographique pour le
traitement des données
géologiques dans la
Vallée du Fleuve Sénégal

MENTION :



Encadrement

B. DIENG
M. TOURE

RESUME

Le présent mémoire est une poursuite d'une étude réalisée par l'EIER pour le compte de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS). Il est focalisé sur les informations géologiques concernant 589 piézomètres installés dans la vallée du fleuve Sénégal. Le travail demandé vise les objectifs suivants:

1. La construction d'un Système d'Information Géographique (SIG) évolutif pour la représentation et l'exploitation de ces données.
2. L'identification d'une série de questions classiques qui peuvent se poser pour l'exploitation de ces données et propositions de réponses automatiques.

Au nombre de ces questions, on peut citer:

- Le positionnement à différents endroits d'un paramètre (toit, mur ou épaisseur d'un horizon) et tracé de la carte correspondante
- Accès en ligne à la coupe géologique d'un piézomètre ou d'une série de piézomètres.
- Faire un profil géologique à partir d'une série de piézomètres choisis

Nous n'avons pas pu atteindre avec Atlas GIS tous les objectifs fixés à cause surtout des contraintes que présente ce logiciel d'analyse géographique. Néanmoins avec cet outil, nous avons pu:

- ◆ réaliser la carte de base de la vallée
- ◆ implanter le réseau piézométrique
- ◆ localiser les différentes formations géologiques auxquelles les piézomètres sont rattachés.
- ◆ mettre en place une organisation des données disponibles qui répond à des besoins variés dans l'exploitation.

A défaut d'atteindre tous les objectifs de départ, nous avons proposé une nouvelle organisation de l'ensemble de la base de données existante.

Ainsi, en utilisant la méthode MERISE avec AMC*Designor comme logiciel de mise en œuvre, nous avons procédé dans un premier temps à la modélisation de la nouvelle base de données.

En second lieu nous avons implanté l'ensemble des tables issues du MPD (Modèle Physique des Données) dans le Système de Gestion de Base de Données MS ACCESS. La base ainsi mise en place est constituée d'applications qui permettent de faire les traitements élémentaires y compris certains traitements graphiques.

Enfin nous avons passé en revue les possibilités de communication entre la base et Atlas GIS d'une part et GroundWater d'autre part.

□

dédicaces

Je dédis ce travail :

- ◆ au Seigneur JESUS
- † à la mémoire de mon père Feu DANSOU Oussa Paul
- ◆ à ma Chère mère AGOSSOU Mahugbé Honorine
- ◆ à toute ma famille
- ◆ à tous ceux qui m'ont soutenu de diverses manières durant tout mon cursus scolaire et universitaire
- ◆ à tous mes amis.....

Profonde Gratitude !

remerciements

Le présent dossier-mémoire a pu être réalisé grâce à l'aide et la collaboration d'un certain nombre de personnes que je tiens à remercier; en particulier:

♦ *Mes encadreurs pour leur disponibilité constante malgré leurs obligations quotidiennes:*

- *Mr Babacar DIENG: Directeur des Etudes à l'EIER*

- *Mr Mamadou TOURE: Professeur d'informatique à l'EIER*

♦ *Le Personnel du Service Informatique en particulier le Chef / Service Mr Philippe Le MOAL pour m'avoir mis dans de très bonnes conditions de travail.*

♦ *Les stagiaires de la formation ISE (Informatique appliquée aux Sciences de l'Eau) pour leur collaboration.*

♦ *Toute personne qui de près ou de loin a contribué moralement, physiquement ou matériellement au bon déroulement et à l'aboutissement de ce travail.*

♦ *Enfin mes collègues de la 27^{ème} Promotion pour la solidarité et l'ambiance très cordiale qui ont régné entre nous tout au long des trois années passées ensemble.*

Merci Infiniment !

Camille DANSOU

SOMMAIRE

PREAMBULE

I. INTRODUCTION GENERALE.....	2
-------------------------------	---

Chapitre 1 : **CADRE GENERAL DE L'ETUDE**

II. CADRE GENERAL DE L'ETUDE	5
II.1 PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE.....	5
II.1.1 Limites d'extension de la zone d'étude	5
II.1.2 La Topographie.....	5
II.1.3 Le réseau hydrographique	6
II.2 L'OMVS	6
II.2.1 Cadre institutionnel et juridique.....	7
II.2.2 Objectifs	7
II.2.3 Quelques réalisations et projets de mise en valeur.....	8
II.3 DESCRIPTION GEOLOGIQUE DE LA VALLEE.....	8
II.3.1 Les formations du Quaternaire.....	9
II.3.2 Les formations du tertiaire.....	9
II.3.3 Les formations du secondaire	10
II.3.4 Tableau récapitulatif de la coupe géologique de la vallée	11
II.4 DESCRIPTION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DE L'OMVS.....	11
II.4.1 Rôle	11
II.4.2 Les critères d'implantation	12
II.4.3 Répartition des piézomètres.....	12

Chapitre 2 : **APERCU SUR LES S.I.G.**

III. APERÇU SUR LES S.I.G.....	16
III.1 DEFINITION	16
III.2 LES GROUPES DE FONCTIONNALITES D'UN SIG	16
III.2.1 La saisie.....	17
III.2.2 La gestion	17
III.2.3 Traitement et Exploitation.....	17
III.2.4 L'Edition	18
III.3 LES PRINCIPALES UTILISATIONS DES SIG.....	19
III.4 LES DONNEES DANS LES SIG	19
III.4.1 L'Introduction des données cartographiques dans les SIG.....	19
III.4.2 La gestion des données.....	20

III.5 METHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE D'UN SIG	21
III.5.1 Les étapes de la mise en œuvre.....	21
III.5.2 Des méthodes aux différentes étapes	22
III.5.3 L'intérêt de la méthode MERISE	23
III.6 LOGICIELS ET APPLICATIONS.....	23
III.6.1 Les logiciels	23
III.6.2 Les applications.....	24
III.6.3 Présentation succincte du logiciel Atlas GIS.....	24
III.6.4 Présentation succincte du logiciel Ground Water for Windows	26

Chapitre 3 :

REPRESENTATION ET EXPLOITATION DES DONNEES GEOLOGIQUES

IV. REPRESENTATION ET EXPLOITATION DES DONNEES GEOLOGIQUES ...	30
IV.1 DONNEES DISPONIBLES	30
IV.2 DIGITALISATION DE LA CARTE EXISTANTE.....	32
IV.2.1 Carte à digitaliser.....	32
IV.2.2 Choix d'un système de projection	32
IV.2.3 Définition des couches du fichier géographique de la vallée.....	33
IV.2.4 Définition des points de contrôle	33
IV.3 IMPLANTATION DES PIEZOMETRES.....	34
IV.4 EXPLOITATION DES DONNEES GEOLOGIQUES	35
IV.4.1 Identification de quelques questions classiques	35
IV.4.1.1 Les traitements de surface	35
IV.4.1.2 Les traitements de profondeur.....	36
IV.4.2 Possibilités de réponses automatiques	36
IV.5 TRAITEMENTS EFFECTUES SOUS ATLAS GIS.....	37
IV.5.1 Matérialisation de la zone sensible autour du fleuve Sénégal.....	37
IV.5.2 Localisation des piézomètres situés dans les périmètres irrigués	38
IV.5.3 Localisation des piézomètres suivant les grandes formations géologiques	38
IV.5.4 Zonation des formations géologiques de la vallée.....	39
IV.6 ORGANISATION PHYSIQUE DES DONNEES DU SIG MIS EN PLACE.....	40
IV.7 EVOLUTION DU SIG MIS EN PLACE	41

Chapitre 4 :

MISE EN PLACE DE LA BASE DE DONNEES

V. MISE EN PLACE DE LA BASE DE DONNEES	43
V.1 ETUDE DE L'EXISTANT.....	43
V.1.1 Organisation de la base de données existante	43
V.1.2 Analyse critique du système existant.....	45
V.2 MODELISATION DE LA BASE DE DONNEES.....	46
V.2.1 Découpage du système de suivi en domaines.....	46
V.2.2 Elaboration du Modèle Conceptuel de Communication.....	47
V.2.3 Elaboration du Modèle Conceptuel de Traitements	48
V.2.4 Elaboration du Modèle Conceptuel de Données.....	50
V.2.4.1 Les règles de gestion	50
V.2.4.2 Définition des entités.....	50
V.2.5 Modèle Physique de Données	52
V.3 GENERATION DES TABLES	55
V.4 TRAITEMENT DES DONNEES SOUS ACCESS.....	55
V.4.1 Les requêtes.....	55
V.4.2 Les Formulaires (graphiques).....	56
V.5 COMMUNICATION ENTRE LA BASE ET LES AUTRES LOGICIELS	57
VI. CONCLUSION - RECOMMANDATIONS.....	60

BIBLIOGRAPHIE

LISTE DES ANNEXES

préambule

L'ECOLE INTER-ETATS D'INGENIEURS DE L'EQUIPEMENT RURAL (E.I.E.R.) est une institution qui regroupe quatorze (14) Etats Francophones d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Elle comprend deux cycles de formation:

- ♦ La formation initiale d'ingénieurs de l'équipement rural dont les domaines de compétence sont la mise en valeur des ressources hydrauliques, les aménagements hydro-agricoles, l'alimentation en eau potable, l'assainissement, le bâtiment, la voirie, le traitement de l'information, les infrastructures agro-alimentaires....
- ♦ Les formations post-universitaires de spécialisation en Génie sanitaire, Informatique appliquée aux Sciences de l'Eau, Mobilisation des Ressources en eau, Hydraulique Agricole, Génie Energétique et Froid Industriel.

En plus de ces deux cycles de formation, l'école organise des sessions de formation continue et réalise également des activités de recherche et d'ingénierie.

La formation initiale d'une durée de trois ans, se termine par un mémoire de fin d'études qui vise à familiariser l'élève à l'exercice de la profession d'ingénieur en mettant l'accent sur le travail personnel.

Le thème de ce mémoire est:

<<Mise en oeuvre d'un Système d'Information Géographique pour le traitement des données géologiques dans la vallée du fleuve Sénégal>>

Il a été proposé par l'EIER en complément à une étude qu'elle a menée pour le compte de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS). Une organisation composée de trois Etats membres à savoir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

Dans cette région d'Afrique de l'Ouest où l'eau est rare, une planification des ressources disponibles est nécessaire. Cette planification exige d'une part l'acquisition de données numériques et nombreuses sur les caractéristiques des aquifères et d'autre part leur traitement par des outils informatiques modernes.

Le thème proposé s'inscrit parfaitement dans cette logique et a pour objectif de mettre à la disposition de l'OMVS un outil d'aide à la décision qu'est le Système d'Information Géographique (SIG).



INTRODUCTION GENERALE

I. INTRODUCTION GENERALE

Position du problème:

L'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) en partenariat avec l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID), avait initié un projet qui s'est déroulé de Janvier 1985 à Juin 1990. L'objectif essentiel de ce projet était de doter l'OMVS d'un système de gestion de données devant lui permettre d'élaborer un plan directeur de gestion des eaux de surface et souterraines. Ce projet a permis la réalisation d'un réseau de suivi de 589 piézomètres en plus des ouvrages existants (562 puits villageois, 25 limnimètres et 35 pluviomètres).

Les données recueillies à partir du réseau d'observation ont été organisées en une base de données stockée sur trois ordinateurs mis en réseau qui ne sont plus fonctionnels.

Ainsi, dans le cadre de l'étude intitulée <<Synthèse et analyse de données hydrogéologiques de la moyenne vallée du fleuve Sénégal>> antérieurement menée par l'EIER pour le compte de l'OMVS, seules quelques données ont pu être récupérées. Cette étude qui a déjà fait un premier traitement des données récupérées recommande à l'OMVS l'acquisition d'un Système d'Information Géographique (SIG) comme l'outil le plus approprié pour le traitement de ces données.

Objectifs et moyens informatiques

Le présent mémoire axé particulièrement sur les données géologiques constitue donc une suite logique de l'étude sus-citée. Il vise comme objectifs:

1. La mise en place d'un SIG évolutif pour la représentation et l'exploitation des données.
2. L'identification d'une série de questions classiques dans l'exploitation de ces informations et propositions de réponses automatiques

Pour atteindre ces objectifs, nous disposons comme moyens informatiques un poste ordinateur équipé d'une table à digitaliser; poste sur lequel sont installés dans l'environnement WINDOWS 95 les logiciels suivants:

- ATLAS GIS un logiciel de représentation cartographique et d'analyse géographique
- AMC*Designor un logiciel de conception et de modélisation de base de données suivant la méthode MERISE.
- ACCESS 7.0 un logiciel de gestion de bases de données (SGBD) relationnelles
- Autres logiciels de la suite Microsoft (Word 7.0, EXCEL 7.0, PowerPoint 7.0 ...)

Contenu du rapport

Le présent rapport de mémoire comprend quatre chapitres qui reflètent la méthodologie suivie. Il s'agit de:

① Cadre général de l'étude

Dans ce chapitre, seront abordés les aspects suivants:

- La présentation succincte de l'OMVS et du milieu physique de la vallée du fleuve Sénégal avec un accent particulier sur la description géologique du bassin sédimentaire.
- La description du réseau piézométrique accompagnée de diverses statistiques.

② Aperçu sur les SIG

Ce chapitre est une synthèse bibliographique qui expose les notions générales sur les SIG et la méthodologie de mise en oeuvre. Il se justifie surtout par le fait qu'il s'agit pour nous d'un premier contact avec ce sujet. On y retrouve également la présentation sommaire des logiciels ATLAS GIS et GroundWater.

③ Représentation et exploitation des informations géologiques

Ce chapitre comprend la méthodologie suivie dans la mise en oeuvre du SIG, l'organisation des données et les contraintes liées à l'outil utilisé.

④ Mise en place de la base de données.

Dans cette partie, il sera proposé une nouvelle organisation de l'ensemble des données collectées par le réseau de suivi.

Les principaux résultats de l'étude et les recommandations seront présentés sous forme de conclusion qui constituera la dernière partie du rapport de synthèse.

Enfin divers documents sont annexés au rapport de synthèse.

les limites de l'étude ?

- limites temporelles en regard à un temps court réservé à ce travail
- spatiales (elles ont été évacuées "limites d'extension de la zone d'étude")
- les limites techniques par rapport à l'acquisition des données

Chapitre 1:
CADRE GENERAL DE L'ETUDE

II. CADRE GENERAL DE L'ETUDE

II.1 PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE

II.1.1 LIMITES D'EXTENSION DE LA ZONE D'ETUDE

La zone d'étude, à cheval entre la République du Sénégal et la Mauritanie fait partie du vaste bassin du fleuve Sénégal de 300.000 Km² environ dont les limites touchent le Mali et la Guinée. Elle est composée de:

- *La vallée du fleuve Sénégal* entre Bakel et Dagana comprise entre les latitudes Nord 15°30' et 12°45' et les longitudes Ouest 14°45' et 16°30'. Une bande de 20Km de large en moyenne s'étendant sur une superficie d'environ 13000Km² (y compris la vallée du Gorgol, affluent de la rive droite du fleuve Sénégal)
- *Le Delta* allant de Dagana à la mer sur une centaine de kilomètres avec une largeur de 30km environ.

II.1.2 LA TOPOGRAPHIE

La topographie de la zone est constituée d'un terrain naturel relativement plat sur une bonne partie de la largeur de la vallée. La cote du terrain naturel monte de l'aval vers l'amont et est à moins de +5m à l'Ouest de Dagana et à plus de +12m à l'Est de Kaedi.

II.1.3 LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographique de la vallée comprend:

- *Le fleuve Sénégal*: Il prend sa source dans le Fouta Djalon en moyenne Guinée. Il traverse le Mali, la Mauritanie et le Sénégal avant de se jeter dans la mer; soit plusieurs zones climatiques traversées (climats guinéen et soudano-sahélien...). Ses caractéristiques principales sont:
 - * Régime irrégulier
 - * Régime contrasté avec un débit variant de 8m³/s (à l'étiage) à plus de 3000m³/s (hautes eaux)
 - * Ecoulement dans la partie amont entre Bakel et Bogue avec une pente moyenne de la ligne d'eau de l'ordre de 0,03‰.
 - * Ecoulement dans la partie aval de Bogue à l'embouchure avec une pente moyenne de la ligne d'eau de l'ordre de 0,01‰.

- * Largeur du fleuve variable tout au long de son parcours: 250 à 750m entre Bakel et Matam; 100 à 250m entre Bogué et Podor et augmentation jusqu'à 700m dans la zone de Dagana.
- * Un bras appelé Doué situé sur la rive gauche et large d'environ 100m en aval de Kaedi. Il longe le fleuve jusqu'en aval de Podor où il rejoint le cours principal.
- Une série de lacs tels que ceux de Guiers et de R'Kiz
- Une série de marigots connectés au fleuve Sénégal tels que ceux de Koundi, Kiraye, Gayo, Djon....
- Une série d'affluents du fleuve Sénégal d'écoulement temporaire tels que Gorgol, O. Gharfa, O. Savalee.

II.2 L'OMVS¹

II.2.1 CADRE INSTITUTIONNEL ET JURIDIQUE

L'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) est un organisme inter-gouvernemental composé de trois Etats membres à savoir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal.

Dans le cadre de la solidarité sous-régionale, l'OMVS en visant l'objectif de l'intégration économique, s'est définie un cadre juridique et organisationnel de la coopération des trois Etats membres. Ce cadre est composé de quatre (4) conventions portant respectivement:

1. Création de l'OMVS (11/03/1972)
2. Statut du fleuve Sénégal (11/03/1972)
3. Statut des ouvrages communs (21/12/1978)
4. Modalités de financement des ouvrages (21/05/1982)

L'organisation est administrée par un Haut-Commissariat.

¹ Tiré de [15] (voir Bibliographie)

II.2.2 OBJECTIFS

Les objectifs principaux de l'OMVS se résument à :

1. *Amélioration généralisée et sécurisation des conditions de vie des populations par :*

- Le développement de l'agriculture irriguée
- Le développement de l'énergie électrique
- L'amélioration de la navigation fluviale....

2. *Reconditionnement et restauration de l'écosystème rendu de plus en plus vulnérable par la désertification et le déséquilibre croissant entre les ressources disponibles et la poussée démographique.*

II.2.3 QUELQUES REALISATIONS ET PROJETS DE MISE EN VALEUR

Le fleuve Sénégal constitue une source d'eau importante dans cette sous-région sahélienne où l'eau est rare.

Ainsi des projets de maîtrise des eaux du fleuve ont été réalisés tels que les barrages de Diama et de Manantali entrés en service respectivement en 1986 et 1988.

La superficie des terres cultivables dans la vallée et le delta du fleuve est estimée à plus de 800.000 hectares. Cependant, avec la régulation du régime hydrologique portant le débit minimum à 300m³/s à Bakel et compte tenu des réservoirs constitués par les barrages sus-cités, les lacs de Guiers et R'Kiz, il est possible d'envisager l'irrigation d'une superficie maximum de 375000 hectares à plein développement.

Le potentiel total du fleuve et de ses affluents en hydroélectricité est de 4744 Kwh dont 800 Kwh provenant du barrage de Manantali.

II.3 DESCRIPTION GEOLOGIQUE DE LA VALLEE

Dans le bassin sédimentaire de la vallée, on rencontre *trois grandes unités géologiques*:

1. Les formations du Quaternaire
2. Les formations du Tertiaire
3. Les formations du Secondaire

II.3.1 LES FORMATIONS DU QUATERNAIRE

Elles comprennent par ordre d'âges croissant:

- *Les formations quaternaires du type dépôts actuels ou subactuels:*

Elles sont constituées essentiellement d'argiles et de sables fins. L'épaisseur des dépôts actuels et subactuels varie de zéro à 5 mètres maximum.

- *Les formations quaternaires de type Post Nouakchottien:*

Elles sont constituées de fines alternances de couches diverses peu perméables.

- *Les formations quaternaires de type Nouakchottien:*

D'épaisseur variant de 4 à 14 mètres, elles sont constituées de sédiments de nature plus ou moins variée (argiles, limons et sables fins). De couleur grise à gris/noire, ces sédiments renferment parfois des coquillages broyés.

- *Les formations de la période de l'Ogolien:*

Elles sont constituées d'alluvions grossiers, de sables éoliens et de sables argileux. Ces formations d'épaisseur 8 à 9 mètres constituent la couche aquifère la plus importante.

- *Les sédiments de l'Inchirien:*

Beaucoup plus hétérogènes verticalement et spatialement que les sables de Nouakchottien, ils ont une granulométrie variant de silt à sable moyen. Leur nature géologique est également diversifiée passant de sables coquilliers à un grès faiblement consolidé. Leur épaisseur n'est pas connue.

- *Les formations du quaternaire ancien et moyen composées d'alluvions graveleux.*

II.3.2 LES FORMATIONS DU TERTIAIRE

On distingue par ordre d'âges croissant:

- *Les formations du Continental Terminal*

Elles constituent un aquifère s'étendant au-delà de la vallée. Elles sont constituées essentiellement de sables ou grès généralement argileux, d'argiles sableuses et de quelques passées de gravillons ferrugineux. Le Continental Terminal et le Quaternaire tous deux constitués de formations sableuses, peuvent être confondus lorsqu'ils sont superposés.

- *Les formations de l'Eocène:*

Elles sont constituées de faciès marins essentiellement argileux, marneux et calcaires, et de faciès littoraux qui sont des dépôts détritiques sableux, gréseux ou argileux.

Dans la région de Podor, les sables quaternaires reposent directement sur les calcaires et forment avec eux un aquifère complexe. En bordure du fleuve Sénégal, les calcaires reposent sur les sables maestrichtiens à eaux douces. Tandis que de part et d'autre, les alluvions du fleuve se superposent aux calcaires.

- *Les formations du Paléocène:*

Elles sont constituées de faciès marins essentiellement marneux et marno-calcaires.

II.3.3 LES FORMATIONS DU SECONDAIRE

Il s'agit surtout des formations du *Maestrichtien* constituées de faciès essentiellement sableux et gréseux et parfois argileux.

L'horizon du Maestrichtien constitue la couche aquifère la plus importante du bassin Sénégal-Mauritanien. Au niveau de Bogué, il constitue la seule ressource en eau souterraine exploitable.

L'aquifère maestrichtien est présent et exploité dans la presque totalité du bassin sédimentaire sous les autres unités aquifères d'extensions généralement plus limitées. Avec ces derniers, il peut être en communication directe ou peut être séparé par un niveau imperméable formant ainsi un aquifère captif.

Le Maestrichtien se caractérise aussi par l'existence sous les eaux douces d'eaux très salées qui ont envahi les couches profondes depuis la côte, sur près de la moitié occidentale du bassin. Les niveaux supérieurs à eau douce sont soumis à

l'invasion d'une eau d'origine marine qui a contaminé le Maestrichtien dans le delta du fleuve Sénégal.

II.3.4 TABLEAU RECAPITULATIF DE LA COUPE GEOLOGIQUE DE LA VALLEE

Le tableau suivant récapitule les différents étages géologiques dans la vallée et leurs âges respectifs estimés par la division Hydrogéologique de la Direction des Etudes Hydrauliques (Ministère de l'Hydraulique du Sénégal).

ETAGES GEOLOGIQUES	AGE (EN ANNEE)	REMARQUES
Q U A T E R N A I R E		
<i>Dépôts actuels et subactuels</i>	2000 BP* - P	Sédiments holocènes
<i>Nouakchottien</i>	5500 BP - 2000 BP	Sédiments holocènes
<i>Ogolien</i>	21000 BP - 15000 BP	Sédiments anté-holocènes
<i>Inchirien</i>	35000 BP - 31000 BP	Sédiments anté-holocènes
<i>Quaternaire ancien / moyen</i>	1,5M.a BP - 0,1M.a BP	Sédiments pléistocènes
T E R T I A I R E		
<i>Continental Terminal</i>	38M.a BP - 1,5M.a BP	Sédiments Pliocènes, Miocènes, Oligocènes
<i>Paléocène</i>	65M.a BP - 45M.a BP	Sédiments Eocènes
S E C O N D A I R E		
<i>Maestrichtien</i>	70M.a BP - 65M.a BP	Sédiments Néocrétacé
<p>M.a : Millions d'années</p> <p>BP: Abréviation de <<Before Present>>, c'est-à-dire avant le présent, l'année considérée comme le présent étant 1950 de notre calendrier.</p> <p>L'utilisation de cette chronologie introduit un risque non négligeable d'erreur lorsqu'un âge est donné sans qu'on précise à quelle origine des temps on se réfère.</p>		

II.4 DESCRIPTION DU RESEAU PIEZOMETRIQUE DE L'OMVS

II.4.1 ROLE

Le réseau de suivi de l'OMVS dont l'objectif est la collecte et l'analyse des données hydrogéologiques, climatiques et limnimétriques, comprend:

- un réseau de piézomètres et de puits villageois
- un réseau de suivi limnimétrique
- un réseau de suivi pluviométrique

Le réseau piézométrique composé de 589² piézomètres, permet de suivre l'évolution de la nappe phréatique en fonction de l'exploitation des aménagements actuels et projetés dans les limites de la vallée du fleuve Sénégal.

Ainsi l'analyse des données collectées permet d'étudier entre autres:

- ◆ L'importance de la remontée de la nappe d'eau salée dans les limites des périmètres hydroagricoles.
- ◆ L'importance de la recharge naturelle des aquifères.
- ◆ L'impact de l'exploitation des barrages de Diama et Manantali sur les aquifères.
- ◆ Les potentialités hydrogéologiques des différents réservoirs aquifères.
- ◆ Les mécanismes de contamination liée à l'usage des engrais et pesticides et à l'invasion des eaux de mer.

II.4.2 LES CRITERES D'IMPLANTATION

Les critères d'implantation des piézomètres sont de façon générale:

1. Un piézomètre / 100 hectares dans les limites des grands périmètres hydroagricoles (piézomètres courts)
2. Des mailles kilométriques suivant 10 profils piézométriques transversaux à la vallée du fleuve Sénégal prélocalisés (piézomètres courts, moyens et profonds)
3. Densité approximative d'un piézomètre par 100 km² (piézomètres courts, moyens et profonds)

² Les données disponibles dans le cadre de la présente étude portent plutôt sur 594 piézomètres.

4. Des profils piézométriques transversaux en maille métrique au droit du fleuve dans la zone influencée par le barrage de Diama (piézomètres courts et moyens)
5. Un piézomètre par cible géologique distincte suivant la géométrie probable des réservoirs aquifères sous-jacents.

Ce dernier critère a permis la réalisation de deux et parfois trois piézomètres sur un même site géographique, captant des cibles géologiques différentes.

A ces cinq critères s'ajoute celui de l'accessibilité des lieux parfois difficiles dans la vallée.

II.4.3 REPARTITION DES PIEZOMETRES

Les 594 piézomètres sont répartis sur l'ensemble des trois Etats membres de l'OMVS à raison de:

- 3.4% sur le territoire malien essentiellement dans une zone de socle.
- 40.4% sur le territoire mauritanien dans le bassin sédimentaire de la vallée
- 56.2% sur le territoire sénégalais dans le bassin sédimentaire de la vallée

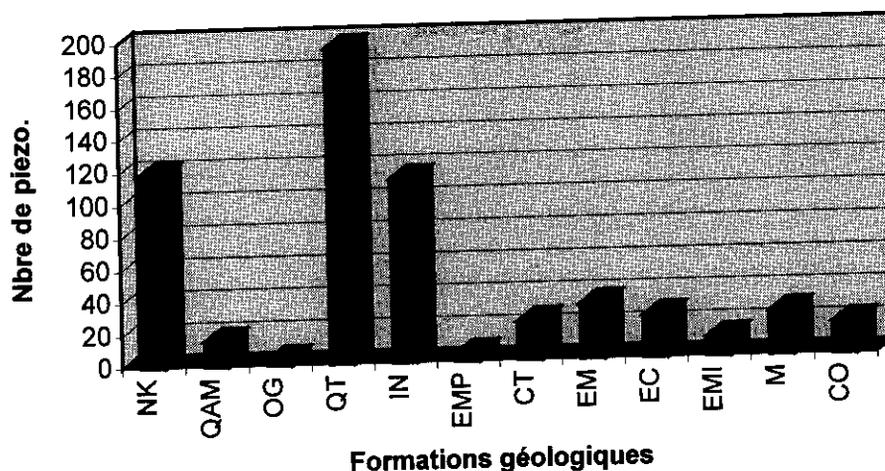
Le tableau ci-dessous dresse les statistiques relatives aux piézomètres rattachés aux différentes unités géologiques rencontrées dans la vallée; statistiques que nous avons effectuées à partir des données disponibles, soit sur une population de 594 piézomètres.

UNITES GEOLOGIQUES	CODES GEOLOGIQUES	NOMBRE DE PIEZOMETRES	PROFONDEUR MOYENNE (m)
Q U A T E R N A I R E			
Nouakchottien	NK	118	6,9
Moyens et anciens	QAM	16	12,7
Ogolien	OG	4	13,3
Indifférencié	QT	195	16,6
Inchirien	IN	113	17,6
		446	
T E R T I A I R E			
Paléocène	EMP	5	25,6
Continental Terminal	CT	24	26,1
Eocène à faciès marin indifférenciés	EM	34	30,9
Eocène à faciès continental	EC	26	34,2
Eocène inférieur	EMI	12	35,9
		101	
S E C O N D A I R E			
Maestrichtien	M	27	35,7
P R I M A I R E			
Cambrien Ordovicien	CO (BA*)	20	44,2
TOTAL:		594	

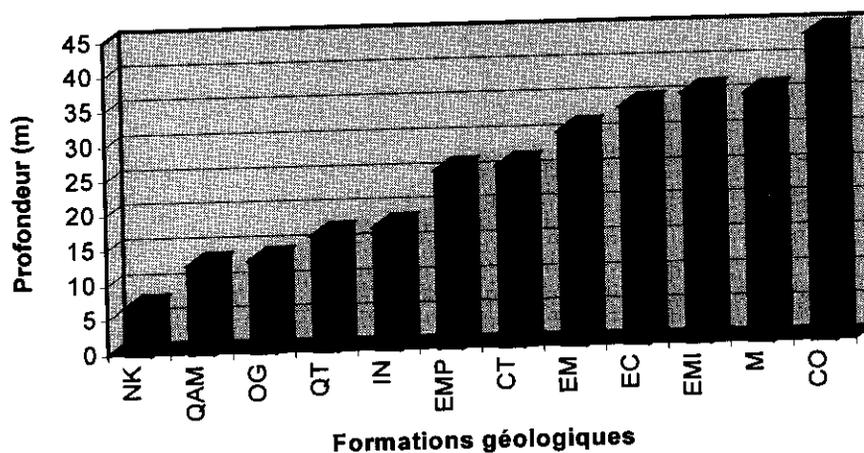
* BA est le code figurant dans la table des données.

Les graphiques suivants représentent respectivement la distribution des piézomètres par formation géologique et la distribution de la profondeur moyenne forée par formation géologique.

DISTRIBUTION DES PIEZOMETRES PAR FORMATION GEOLOGIQUE



PROFONDEUR MOYENNE FOREE PAR FORMATION GEOLOGIQUE



Ce dernier graphique permet d'estimer les profondeurs auxquelles sont rencontrées les différentes formations géologiques du bassin sédimentaire de la vallée.

Nous présentons dans l'annexe D la distribution des piézomètres par classe de profondeur.

□

Chapitre 2: APERÇU SUR LES S.I.G.

*<<Une donnée devient information au moment même
où elle est directement utile pour prendre une décision,
pour réfléchir à une stratégie ou simplement pour agir>>*

(Paul ROUET: Les données dans les SIG - Hermès)

III. APERÇU SUR LES S.I.G.

III.1 DEFINITION

La carte est un outil très ancien qui a connu beaucoup de progrès techniques jusqu'à devenir de nos jours un Système d'Information Géographique (SIG) en passant par la cartographie automatique.

Divers auteurs et organismes donnent des SIG plusieurs définitions assez voisines. Nous retenons les deux définitions³ suivantes focalisées pour la première sur les besoins des utilisateurs et pour la seconde sur ceux des décideurs:

❶ << Un Système d'Information Géographique est un système de gestion de base de données pour la saisie, le stockage, l'extraction, l'interrogation, l'analyse et l'affichage des données localisées.>>

❷ << Un Système d'Information Géographique est un ensemble de données repérées dans l'espace, structurées de façon à pouvoir en extraire commodément des systèmes utiles à la décision. >>

Informations
Un SIG est donc un système informatique de gestion et de traitement d'informations localisées. C'est un outil de gestion et d'aide à la décision indispensable à tous les acteurs dans différents domaines d'activités. Il est considéré comme un modèle du monde réel qui permet d'élaborer, de tester et de choisir des scénarios d'évolution pour l'avenir.

III.2 LES GROUPES DE FONCTIONNALITES D'UN SIG

Les définitions précédemment données font apparaître de façon générale quatre groupes de fonctionnalités.

III.2.1 LA SAISIE

Ce groupe comprend:

- ◆ Les fonctionnalités de digitalisation, de vectorisation automatique....
- ◆ Les fonctionnalités de structuration des données géographiques
- ◆ Les fonctionnalités de saisie alphanumérique généralement offertes par les Systèmes de Gestion de Bases de Données (SGBD) associés

³ D'après Michel DIDIER: Utilité et valeur de l'information géographique - Ed. Economica, 1990

- ◆ Les constructions géométriques
- ◆ Eventuellement les outils de calculs topométriques, de dessin automatique, de traitement d'images et autres calculs spécifiques.

III.2.2 LA GESTION

La gestion des données graphiques et alphanumériques est composée des fonctionnalités suivantes:

- ◆ Organisation des données graphiques (couches, classes d'objets, topologie...)
- ◆ Contrôle de cohérence du lien entre données graphiques et alphanumériques
- ◆ Gestion d'index facilitant l'accès aux données à partir de critères géographiques, thématiques, attributifs, topologiques...

III.2.3 TRAITEMENT ET EXPLOITATION

On distingue trois façons d'exploiter les données géographiques avant de les éditer:

- ◆ *L'interrogation* est la forme la plus courante; elle consiste à poser une question simple au SIG telle que la valeur d'un attribut pour un objet donné.
- ◆ *L'extraction* d'une couche ou d'un secteur géographique permet à l'utilisateur de constituer un fichier partiel pour un usage particulier.
- ◆ *L'analyse spatiale* est le mode d'exploitation le plus puissant et le plus riche dont les fonctionnalités ne sont disponibles que sur quelques outils logiciels. Elle regroupe des opérateurs (attributaires, booléens, spatiaux...) permettant d'incorporer dans les requêtes des critères géométriques et certaines possibilités de calcul sur des données géographiques.

III.2.4 L'EDITION

Les SIG permettent l'édition ou la restitution des données et des résultats des traitements sous des formes diverses:

- ◆ Affichage à l'écran
- ◆ Edition sur traceur ou imprimante
- ◆ Création de rapports, histogrammes ou de graphiques divers.

III.3 LES PRINCIPALES UTILISATIONS DES SIG

❶ Collecte, production et gestion de données géographiques

L'objectif est de créer et de tenir à jour une base de données graphique pour en permettre la consultation ou divers types d'utilisations.

❷ Edition de cartes et de graphiques

Les SIG sont utilisés pour produire des plans topographiques, des cartes thématiques ou autres documents graphiques (histogramme,...)

❸ Inventaire de biens ou d'installations

Il s'agit de localiser, de compter et d'analyser la distribution d'objets situés à la surface, au-dessus, ou au-dessous du sol pour en optimiser l'utilisation.

❹ Allocation de ressources

Ceci concerne la localisation des quantités, qualités et mouvements de ressources humaines ou non, pour en rendre compte et les analyser en fonction de critères techniques, politiques, économiques, sociaux....

❺ Optimisation de flux

Les SIG sont utilisés pour aider à l'optimisation de flux de personnes, de marchandises....

❻ Recherche d'itinéraire

Le SIG peut permettre la recherche d'un chemin optimal dans un réseau (de voies, de canalisations....) à partir d'un ensemble de contraintes imposées.

❼ Choix du lieu d'implantation d'installation

L'objectif est de sélectionner le meilleur site pour implanter un nouveau service ou un nouvel objet en fonction des caractéristiques bien définies.

❽ Evaluation de ressources de surface ou de sous-sol

Il s'agit d'analyser les phénomènes physiques (pluviométries, climatologie...) pour comprendre, exploiter ou protéger des ressources naturelles.

III.4 LES DONNEES DANS LES SIG

III.4.1 L'INTRODUCTION DES DONNEES CARTOGRAPHIQUES DANS LES SIG

Suivant la nature des données que l'on souhaite traiter dans le SIG, on distingue trois cas pouvant se présenter:

❶ *Il n'existe aucun plan ou carte, même sur support papier traditionnel représentant les objets à traiter.*

Dans ce cas les données cartographiques doivent être créées. Il existe pour cela deux familles de méthodes:

- ◆ Les levés de terrain consistent à calculer les coordonnées relatives de points disposés sur le terrain.
- ◆ La télédétection est un moyen très commode ^{pour} de créer les données planimétriques ou cartographiques à partir des photographies aériennes ou des images enregistrées et transmises par satellites.

❷ *Il existe un plan, mais sur support papier (ou polyester)*

Le problème qui se pose est alors de numériser ces plans pour les introduire dans un SIG. Il existe deux moyens de numériser des documents papiers existants:

- ◆ La *Digitalisation* permet de récupérer la géométrie des objets disposés sur un plan ou une carte préexistante. Elle consiste à faire évoluer un curseur sur un plan posé sur une table à digitaliser et préalablement calée en coordonnées.
- ◆ La scannérisation ou balayage électronique est un autre moyen plus rapide de saisir un plan existant.

❸ *Il existe un plan ou une carte déjà numérisée*

Il s'agira alors d'importer des données numériques existantes. Il y a trois façons d'importer des données dans un SIG:

- ◆ Disposer des données dans un format reconnu par le SIG ou bien écrire un programme qui transforme les données disponibles de manière à les ramener à ce format reconnu.
- ◆ Utiliser des bibliothèques d'accès fournies par les auteurs du logiciel.

- ◆ Transcrire directement les données dans le format interne du logiciel sans même passer par les bibliothèques d'accès.

Dans la pratique, c'est souvent une combinaison de ces trois situations qui se rencontrent.

III.4.2 LA GESTION DES DONNEES

Pour tirer le meilleur parti des SIG, il est très important de les associer au système d'information de l'entreprise ou de l'organisme. La base de données est alors l'outil privilégié des SIG qui ont pour particularité de traiter les données un peu spéciales que sont les données géographiques.

Un SIG doit pouvoir accéder à des bases de données constituées par ailleurs, indépendantes de la base de données géographiques, grâce à des interfaces avec les SGBD⁴ tels que Oracle, Access, SQL...

Les bases de données ont pour caractéristiques essentielles de:

- ◆ Assurer le partage simultané des données entre les différents utilisateurs
- ◆ Eviter les redondances et les distorsions de données
- ◆ Assurer l'indépendance de la structure des données par rapport aux différents programmes de traitement.

On distingue quatre grands types de Systèmes de Gestion de Base de Données (SGBD) apparus historiquement sur le marché dans l'ordre suivant:

1. *Les SGBD hiérarchiques*: Les données sont éclatées en entités emboîtées les unes dans les autres, entretenant entre elles des relations hiérarchiques univoques qui peuvent se représenter sous forme d'arbre.
2. *Les SGBD réseaux*: Ils constituent une amélioration des SGBD hiérarchiques. Ils permettent de gérer des liens hiérarchiques multiples vers le haut et vers le bas tout en conservant l'avantage incontesté de rapidité d'accès aux données que présentent les SGBD hiérarchiques. Cependant la lourdeur dans la mise en oeuvre des enrichissements ou des modifications du modèle de données est l'un des inconvénients qu'ils présentent.
3. *Les SGBD relationnels*: Plus performants, ils présentent l'avantage de structurer idéalement les données avant de s'interroger sur la manière dont un ordinateur s'y

⁴ SGBD: Système de Gestion de Base de Données

prendra pour le traitement. Les bases de données relationnelles sont celles que l'on rencontre dans 95% des cas dans les entreprises.

4. *Les bases de données orientées objet*: Plus récentes, elles sont encore très peu utilisées dans les entreprises mais représentent l'avenir dans le domaine.

III.5 METHODOLOGIE DE MISE EN ŒUVRE D'UN SIG

III.5.1 LES ETAPES DE LA MISE EN ŒUVRE

Pour être correctement menée à bien, la mise en œuvre d'un SIG doit reposer sur des bases solides. Ainsi les étapes suivantes sont à franchir:

❶ L'étude de faisabilité ou étude préalable

- ◆ Analyse approfondie de l'existant (ce que fait l'organisme, les documentations existantes, les applications informatiques et cartographiques existantes, description des processus et traitements actuels)
- ◆ Bilan des besoins et des problèmes soulevés
- ◆ Définition des objectifs stratégiques
- ◆ Délimitation du système cible
- ◆ Comparaison puis sélection de divers scénarios (d'organisation, d'acquisition des données, d'équipement en matériels et logiciels, de réalisation du projet dans le temps)
- ◆ Evaluation d'un ou plusieurs projets (conditions de mise en œuvre, étapes de réalisation, dimensionnement des ressources, planning, analyse financière)

❷ Prise de décision d'informatiser

❸ Etablissement du planning d'exécution

❹ Mise en place de l'organisation

❺ Conception détaillée du système

- ◆ Choix des matériels et logiciels
- ◆ Spécifications détaillées des applications à mettre en place

❻ Conception détaillée de la base de données

- ◆ Elaboration des différents modèles conceptuels (données, traitement, Communication)

- ◆ Description des objets graphiques
 - ◆ Description des données non graphiques
 - ◆ Spécifications détaillées de la base de données.
- ⑦ *Sélection du système informatique*
- ⑧ *Sélection d'un prestataire de service pour les données*
- ⑨ *Réalisation du projet*
- ◆ Préparation du site
 - ◆ Réception et installation des matériels et logiciels
 - ◆ Formation des utilisateurs
 - ◆ Conception et fourniture des applications spécialisées
 - ◆ Acquisition et introduction des données
 - ◆ Mise en fonctionnement du système
- ⑩ *Suivi et évaluation*

L'évolution rapide de la technologie informatique et l'apparition de nouveaux besoins des utilisateurs imposent aux SIG des phases d'adaptation ou d'ajustement. Une évaluation régulière est donc nécessaire pour parfaire au fil des années le système mis en place.

III.5.2 DES METHODES AUX DIFFERENTES ETAPES

Les différentes méthodes utilisées aux divers stades de mise en oeuvre du projet, peuvent être regroupées dans trois catégories.

- ◆ Les *méthodes de conduite de projet* utilisables à tous les stades de réalisation. La décomposition en étapes constitue l'une de ces méthodes.
- ◆ Les *méthodes d'évaluation économique* telles que la méthode coût/bénéfice qui est la plus connue.
- ◆ Les *méthodes d'analyse informatique* utilisées au stade des spécifications détaillées, pour la définition de la base de données et des applications. La *méthode MERISE* est la plus connue.

III.5.3 L'INTERET DE LA METHODE MERISE

MERISE est une méthode indépendante de tout matériel, destinée à tous les responsables d'entreprises afin de maîtriser leur informatisation. Elle permet:

- d'affronter la complexité qui résulte de la multiplicité des utilisateurs et des besoins variés.
- de décomposer le projet en domaines sur lesquels il est possible de réfléchir.
- de contrôler la cohérence des besoins exprimés en données et traitements
- de fournir un langage commun et des moyens de validation généraux pour l'ensemble du projet.

La méthode MERISE donne une représentation aussi fidèle que possible du "réel perçu" par la combinaison de trois aspects:

- ◆ L'aspect *Données* qui représente la partie statique du problème
- ◆ L'aspect *Traitement* qui représente la partie dynamique du problème
- ◆ L'aspect *Communication*

Ces trois aspects sont subdivisés à leur tour en quatre niveaux de préoccupation à savoir *le Conceptuel, l'Organisationnel, le Logique et le Physique*.

III.6 LOGICIELS ET APPLICATIONS

III.6.1 LES LOGICIELS

La gamme de logiciels est très variée en matière de SIG. On distingue:

- Les *logiciels de CAO/DAO*⁵ auxquels sont ajoutées des interfaces de SGBD et des fonctionnalités d'analyse. Ils sont souvent considérés comme des SIG moyens.
- Les *logiciels de topographie* permettant de gérer les bases de données localisées pour la réalisation des cartes et plans topographiques ou de cadastres.
- Les *logiciels de cartographie* utilisés pour des applications de cartographie numérique

⁵ Conception Assistée par Ordinateur / Dessin Assisté par Ordinateur

- D'autres outils plus spécialisés dans l'analyse et le traitement de l'information géographique.

Les logiciels SIG sont donc très variés et le choix dépendra des objectifs visés, des opportunités d'acquisition....

Exemples de Logiciels

Apic, ARC/INFO, ARCVIEW, Atlas GIS, AUTOCAD, AUTOROUTE, GEOCITY, INFOCAD, MAC MAP, MAP INFO, VUE 3D

III.6.2 LES APPLICATIONS

Une application est une adaptation d'un noyau logiciel de base aux besoins particuliers d'un utilisateur.

Dans certains cas, il ne s'agit que de créer des menus personnalisés dans lesquels l'utilisateur n'aura accès qu'aux commandes qui l'intéressent. Pour certains utilisateurs, l'application consistera à définir un modèle de données correspondant à un domaine et à écrire des requêtes permettant l'exploitation de ces données.

Les applications sont parfois de véritables programmes écrits au-dessus ou à coté du SIG et pour lesquels il peut être nécessaire de créer des fonctions qui n'existent pas dans le noyau de base.

Enfin une application peut être un programme applicatif complet regroupant à la fois un modèle de données, un ensemble de requêtes, de menus, de fonctions additionnelles, de masques de saisie et de rapports alphanumériques, de macrocommandes.

III.6.3 PRESENTATION SUCCINCTE DU LOGICIEL ATLAS GIS

Atlas GIS est un logiciel de cartographie numérique développé par la société Strategic Mapping et regroupant la plupart des fonctionnalités des SIG.

L'organisation et la gestion des données sous Atlas GIS se font grâce à *trois principaux types de fichiers*:

❶ **Le fichier géographique:**

Il a pour extension (*.agf) et contient la description physique des éléments cartographiques (points, lignes et régions ou polygones) répartis sur des couches. Atlas GIS donne la possibilité de superposer jusqu'à 250 couches par fichier géographique.

Un fichier géographique est associé à une table de données prédéfinies pour chaque élément cartographique à savoir:

- Code Identification (_ID)
- Nom principal (_NAME)
- Deuxième nom (_NAME2) facultatif
- Aire (_AREA) valable pour les polygones
- Périmètre ou Longueur (_LENGHT) non valable pour les points

② Les tables:

Ce sont des fichiers de base de données de type dBase (*.dbf). On distingue deux types de tables sous Atlas GIS:

- ◆ Les **tables d'attributs** permettent de caractériser les éléments géographiques. Une table d'attributs peut être liée à un fichier géographique. Dans ce cas elle est représentée sur la carte et permet la réalisation de cartes thématiques.
- ◆ Les **tables de points** constituées de points définis par leurs coordonnées géographiques et les données attributives. Elles sont considérées comme des couches indépendantes pouvant apparaître directement sur la carte lorsqu'elles sont ouvertes.

③ Le fichier Projet (*.prj):

C'est le fichier de travail contenant une description complète de tous les paramètres dont Atlas GIS a besoin pour reconstituer une carte. Il s'agit de:

- Les noms des fichiers géographiques et des tables ouverts
- Les paramètres de définition des couches et thèmes
- Les paramètres de présentation de la page, de configuration d'imprimante.....

Grâce à ces trois types de fichiers de base et aux fonctionnalités d'analyse (requêtes et calculs...) du logiciel, on a une multitude de possibilités de réaliser des cartes thématiques et géographiques.

Atlas GIS permet également d'exécuter des requêtes SQL (Structured Query Language) à partir d'un grand nombre de sources de données.

Par ailleurs, grâce au module ATLAS SCRIPT / VB, il est possible de développer sous Atlas GIS des applications personnalisées plus poussées.

III.6.4 PRESENTATION SUCCINCTE DU LOGICIEL GROUND WATER FOR WINDOWS

① Fonctionnalités

Ground Water for Windows (GWW) est une base de données relationnelle et un système d'information hydrogéologique développé par la Division "Planification et Gestion de l'Environnement et des Ressources Naturelles -Branche Ressources en eau" de l'ONU (Organisation des Nations Unies).

Il allie les principes de Système d'Informations Géographiques (SIG) à de puissants modules de report et de traitement des données hydrogéologiques:

1. Localisation spatiale d'ouvrages
2. Données chimiques
3. Essai de pompage et paramètres d'aquifères
4. Caractéristiques et données de construction des ouvrages de captage
5. Coupes lithologiques, hydrogéologiques et stratigraphiques (en deux et trois dimensions)
6. Etablissement de cartes
7. Diverses courbes de variation de paramètres
8. Courbes de distribution granulométrique et calculs de conductivité hydraulique par des formules empiriques
9. Divers calculs hydrogéologiques
10. Applications personnalisées

② Applications cartographiques:

L'application cartographique de GroundWater permet de créer une gamme variée de cartes thématiques. Elle est composée des fonctionnalités suivantes:

- ◆ Carte de délimitation et de localisation de divers ouvrages
- ◆ Distribution spatiale de divers paramètres

- ◆ Digitalisation de carte existante
- ◆ Ajout de lignes, régions et textes à une carte
- ◆ Diverses courbes de niveau (variation de niveau piézométrique, courbes d'égale transmissivité ...)
- ◆ Accès en ligne sur une carte à la coupe lithostratigraphique d'un puits (ou forage) ou d'une série de puits choisis
- ◆ Création de modèles de quadrillage équidistant
- ◆ Accès à divers informations par simple sélection d'ouvrages point par point sur une carte
- ◆ Importation de fichiers AutoCAD (*.DXF) et ASCII
- ◆ Exportation d'éléments cartographiques dans le format *.DXF

④ Organisation de la base de données

GWV est une base de données où chaque application utilisant un fichier spécifique, repose sur l'unique code d'identification de l'ouvrage.

Les fichiers de la base standard sont:

- ◆ Données générales ou de localisation des ouvrages
- ◆ Données physico-chimiques
- ◆ Données d'essai de pompage
- ◆ Données hydrographiques
- ◆ Données de construction et de description lithologique des ouvrages de captage
- ◆ Données granulométriques

GWV donne la possibilité de modifier les propriétés des champs des différents fichiers de la base standard (suppression, ajout, renommer, ...) pour l'adapter à ses besoins. Chaque application a un formulaire d'entrée et de sortie pouvant être personnalisé.

④ Les fichiers textes ou fichiers ASCII

Sous GroundWater les fichiers ASCII sont utilisés de deux façons:

1. Sauvegarder le plus d'informations du format interne de la base de données GWW en fichiers séparés pouvant être édités, modifiés et introduits dans le système GWW.
2. Fournir une connexion externe avec d'autres formats de base de données tels que dBase IV, FoxPro, Clipper etc...

IL n'y a pas d'importation directe d'autres formats de base de données dans le système GWW. Cependant, tout logiciel de base de données peut, s'il est programmé, exporter des informations en format fichier ASCII. Ces informations, modifiées pour être compatibles peuvent alors être importées dans le système GWW.

En somme GroundWater est un logiciel de traitement des données hydrologiques et hydrogéologiques avec un module de cartographie très limité dans les fonctionnalités d'analyse spatiale. D'où la nécessité de lui associer un logiciel SIG plus performant tel que Atlas GIS.



Chapitre 3:
**REPRESENTATION ET
EXPLOITATION DES DONNEES
GEOLOGIQUES**

IV. REPRESENTATION ET EXPLOITATION DES DONNEES GEOLOGIQUES

IV.1 DONNEES DISPONIBLES

Dans l'objectif premier de circonscrire le sujet sur les exploitations géologiques, il nous a été transféré les fichiers nécessaires à cet objet (Ouvrage.dbf et les fichiers de description lithologique). Suite à des difficultés liées à l'atteinte de cet objectif, il a été retenu de traiter d'autres données telles que le fichier Visitmen.dbf.

- ***Le fichier dBase nommé Ouvrage.dbf***

Ce fichier donne pour chaque ouvrage (puits et piézomètres) les coordonnées géographiques en MTU, la localisation et quelques caractéristiques techniques. Dans cette table, les seules informations géologiques sont contenues dans les champs GEOLID et GEOMID qui représentent respectivement le code de l'unité géologique et le code de l'unité géomorphologique auxquels est rattaché chaque ouvrage. Les informations relatives aux toits et aux murs des différents aquifères captés peuvent être obtenues à partir des fichiers de coupes géologiques des piézomètres.

Ce fichier de format dBase est compatible avec le logiciel Atlas GIS qui utilise aussi des fichiers dBase. Nous présentons dans le tableau qui suit les différents champs qui le composent et leurs descriptions respectives. Un extrait du fichier est par ailleurs présenté dans l'annexe D.

CHAMPS	DESCRIPTION
ID_OUV	Identifiant de façon unique de l'ouvrage
NOMLOCAL	Nom du village ou du périmètre contenant l'ouvrage
NOMCOMR	Nom de la communauté rurale à laquelle appartient le village contenant le puits
Pays	Nom du pays contenant l'ouvrage
MTUX	Valeur de l'abscisse X en coordonnées MTU de la position de l'ouvrage sur les cartes géographiques
MTUY	Valeur de l'ordonnée Y en coordonnées MTU de la position de l'ouvrage sur les cartes géographiques
Z	Altitude de l'ouvrage
ELREPIGN	Élévation du haut du casing du piézomètre (ou de la margelle pour les puits) par rapport au zéro IGN (m)
ELREPSOL	Hauteur du casing par rapport au sol (mm)
PROFOUV	Profondeur de l'ouvrage prise lors de l'inventaire du puits ou du forage du piézomètre (cm)
NSNDREF	Niveau d'eau, statique ou dynamique prise lors de l'inventaire du puits ou du développement du piézomètre (cm)
ID200M	Code identifiant de la carte 1/200.000 sur laquelle figure l'ouvrage
CODE50M	Identifiant de la carte 1/50.000 sur laquelle figure l'ouvrage
ANNEE	Année de construction de l'ouvrage
TYPOUV	Description du type d'ouvrage
CODETYP	Code identifiant le type de localisation des ouvrages sur le terrain
GEOLID	Code identifiant l'unité géologique à laquelle l'ouvrage est rattaché
GEOMID	Code identifiant l'unité géomorphologique à laquelle l'ouvrage est rattaché
ZONINOND	Indicateur signifiant si le puits est dans une zone inondable
OBSERVAT	Observations faites lors d'un essai de perméabilité ou de pompage ou lors d'une visite mensuelle

DESCRIPTION DES CHAMPS DU FICHIER OUVRAGE .DBF

• **Le fichier dBase nommé *Visitmen.dbf***

C'est le fichier qui contient les données recueillies lors des visites mensuelles des ouvrages. A chaque numéro de rotation correspond pour chaque ouvrage des informations sur l'accessibilité, sur l'état de l'ouvrage et son environnement, sur les instruments de mesure installés sur l'ouvrage. Il contient également des données de variation de niveaux piézométriques et de profondeur totale des ouvrages.

Ce fichier de format dBase est compatible avec Atlas GIS. Cependant il ne peut être utilisé directement comme table d'attributs ou table de points car pour chaque ouvrage correspondent plusieurs rangées de données c'est-à-dire plusieurs numéros de rotation. Les informations contenues dans cette table ne peuvent donc être affichées sur une carte que par numéro de rotation après avoir inséré des colonnes de coordonnées des ouvrages.

Un extrait du fichier Visitmen.dbf figure dans l'annexe D

- **Les fichiers de description des coupes géologiques des piézomètres (fichiers texte)**

Pour chaque piézomètre, un fichier donne une description lithologique de sa coupe géologique.

Les fichiers sont organisés en sous répertoires représentant chacun la carte au 1/50.000 existante sur laquelle figurent les piézomètres correspondants. Ces fichiers de format texte d'extension (*.wlt) ne sont pas directement compatibles avec Atlas GIS. Leur exploitation dans cet environnement nécessite des programmes de conversion de formats de fichiers. Nous présentons dans l'annexe D un exemple du fichier *.wlt, celui du piézomètre N°GA0188 figurant sur la carte 07-4A.

IV.2 DIGITALISATION DE LA CARTE EXISTANTE

IV.2.1 CARTE A DIGITALISER

La carte à digitaliser est intitulée "*Relief et Hydrographie des bassins du Sénégal et de la Gambie*". Elle fait partie d'un jeu de cartes géomorphologiques édité par l'ORSTOM en 1973.

Sur cette carte figurent la topographie, le réseau hydrographique et les différentes localités des deux bassins. Seuls les éléments nécessaires figurant dans la vallée (zone d'étude) ont été digitalisés.

IV.2.2 CHOIX D'UN SYSTEME DE PROJECTION

Le fichier géographique contenant la carte numérisée de la vallée est nommé "*Vallée.agf*".

Le système de projection choisi dans la création du fichier est le MTU (Mercator Transverse Universal) car les coordonnées des ouvrages à représenter (puits et piézomètres) sont dans ce système. Pour le choix du numéro de la zone, nous avons essayé successivement les projections MTU-29 et MTU-28 sachant que celle couramment utilisée au Burkina est MTU-30 et que la vallée est légèrement décalée vers la gauche par rapport au Burkina.

Nous étions obligé de procéder par tâtonnement car aucune information concernant le système de projection ne figurait sur la carte à digitaliser. En fin de compte, c'est le système MTU-28 qui a été retenu. C'est le système qui donne à l'écran (après la digitalisation) des coordonnées de diverses localités très voisines de celles figurant sur d'autres cartes existantes.

IV.2.3 DEFINITION DES COUCHES DU FICHER GEOGRAPHIQUE DE LA VALLEE

Le fichier géographique de la vallée (Vallée.agf) est composé de trois couches numérisées indépendantes pouvant être affichées indifféremment. Il s'agit de:

1. *Fleu_Per* : couche des cours d'eau à écoulement pérenne
2. *Fleu_Temp* : couche des cours d'eau à écoulement temporaire
3. *Villages* : couche des villes et grandes régions.

IV.2.4 DEFINITION DES POINTS DE CONTROLE

Les points de contrôle sont des points d'une carte imprimée dont les coordonnées sont connues. Atlas GIS utilise ces points pour calculer la *transformation Tablette vers Carte* c'est-à-dire un procédé permettant de convertir la position de chaque point sur la tablette en coordonnées dans le fichier géographique. Les points de contrôle permettent également de rétablir le lien entre le fichier géographique et la carte à digitaliser se trouvant sur la tablette.

Dans le cas présent, nous avons utilisé les points de contrôle suivants:

POINTS DE CONTROLE	LONGITUDE OUEST (°)	LATITUDE NORD (°)
P1	16	16
P2	14	14
P3	12	16
P4	12	12
P5	8	14

POINTS DE CONTROLE UTILISES DANS LA DIGITALISATION

La carte qui a été numérisée avec matérialisation des points de contrôle utilisés figure dans l'annexe D.

Pour chacune des couches précédemment citées, nous avons procédé à la numérisation des éléments cartographiques la constituant. Ainsi le résultat de cette digitalisation est le fichier géographique de la vallée à partir de laquelle on peut créer beaucoup de fichiers de projet.

Notons qu'en plus de ce fichier géographique, nous avons créé une table de points dénommée "Localités.dbf" qui contient les petites localités qui ne figurent pas sur la carte de base qui a été digitalisée. Les coordonnées de ces localités ont été relevées sur l'une des cartes précédemment réalisées avec le logiciel GroundWater.

IV.3 IMPLANTATION DES PIEZOMETRES

La table Ouvrage.dbf contient aussi bien des données relatives aux piézomètres qu'aux puits. L'étude étant axée sur les piézomètres, nous avons procédé dans un premier temps à l'extraction des données relatives aux 594 piézomètres.

Dans la table, les coordonnées des piézomètres sont en MTU avec numéro de zone non spécifié. L'implantation devant s'effectuer dans le même système de projection que la carte numérisée, nous avons conservé la projection MTU-28 pour ouvrir le fichier en table de points.

Par ailleurs, il a fallu multiplier toutes les coordonnées des piézomètres par 1000 pour assurer la compatibilité par rapport au logiciel Atlas GIS. Le résultat ainsi obtenu est très satisfaisant mais présente toutefois une anomalie.

En effet les vingt piézomètres situés sur le territoire malien dans la zone de socle sont projetés en dehors de la vallée. Il s'agirait (à priori) de mauvaises coordonnées pour ces piézomètres qui constituent par ailleurs un effectif négligeable par rapport à l'ensemble. D'autre part ils sont situés dans la zone de socle qui n'est pas très prisée.

La carte N°1 présentée dans l'annexe A montre l'implantation du réseau piézométrique dans la vallée.

Sur cette carte, on voit apparaître plus ou moins nettement les profils suivant lesquels les piézomètres ont été installés; confirmant ainsi certains critères d'implantation. La fonction Zoom de Atlas GIS permet de mettre une région donnée en exergue. Il est également possible d'afficher sur la carte diverses informations relatives aux piézomètres.

IV.4 EXPLOITATION DES DONNEES GEOLOGIQUES

IV.4.1 IDENTIFICATION DE QUELQUES QUESTIONS CLASSIQUES

Dans l'exploitation des données en vue d'identifier totalement une nappe, on distingue généralement deux grands groupes de traitements:

- ✓ Les traitements de surface ou cartographie
- ✓ Les traitements de profondeur

IV.4.1.1 *Les traitements de surface*

Les traitements cartographiques consistent essentiellement à positionner à différents endroits un paramètre tel que mur, toit ou épaisseur d'un horizon et tracer une carte correspondante. Les cartes sont de deux types: structurales et piézométriques.

① *Les cartes structurales:*

Les cartes structurales de l'aquifère représentent sa configuration et sa structure. Elles sont établies par synthèse des données sur la géologie, les conditions aux limites et les paramètres physiques et hydrodynamiques des aquifères. L'interpolation spatiale de ces données ponctuelles donne trois types de cartes en courbes d'isovaleurs:

- ✓ Les cartes en *courbes d'isohypses* ou d'égale altitude, figurant la morphologie de la surface considérée, au même titre que les cartes topographiques en courbes de niveaux représentant la surface du sol.
- ✓ Les cartes en *courbes isobathes* ou d'égale profondeur par référence à la surface du sol, situant dans le sous-sol la surface représentée.
- ✓ Les cartes en *courbes isopaches* ou d'égale épaisseur de l'aquifère, bases du calcul du volume du réservoir.

Ainsi, grâce aux courbes isohypses ou isobathes, on peut établir les cartes de la surface du substratum et de la limite supérieure (toit) d'un aquifère. Leur superposition permet de représenter l'épaisseur de l'aquifère, donc de calculer son volume, base de l'évaluation de la réserve en eau souterraine. On peut également réaliser les cartes des conditions aux limites latérales géologiques et hydrodynamiques d'un aquifère.

② *Les cartes piézométriques*

Les cartes piézométriques sont les documents de base de l'analyse et de la schématisation des fonctions capacitatives et conductrices du réservoir et du comportement hydrodynamique de l'aquifère. C'est la synthèse la plus importante d'une étude hydrogéologique.

Les cartes de la surface piézométrique, établies avec les données sur les niveaux piézométriques, représentent à une date donnée la distribution spatiale des charges et des potentiels hydrauliques. Elles figurent également les conditions aux limites hydrodynamiques. Des cartes des fluctuations de la surface piézométrique des nappes libres, dans l'espace et dans le temps sont également établies.

Les différentes cartes sus-citées sont nécessaires dans la maîtrise des informations relatives aux divers aquifères rencontrés dans le bassin sédimentaire de la vallée du fleuve Sénégal.

IV.4.1.2 Les traitements de profondeur

Certaines des cartes énumérées ci-dessus constituent déjà un type de traitement de profondeur. Dans ce paragraphe, nous entendons surtout mettre l'accent sur les coupes géologiques des ouvrages.

Ainsi, comme questions pratiques auxquelles il faudra proposer des solutions, on peut citer:

- ✓ L'accès en ligne à la coupe géologique d'un piézomètre ou d'une série de piézomètres. Cet accès devrait être automatique par simple pointer ou sélection de l'ouvrage sur la carte du réseau.
- ✓ L'établissement d'un profil géologique à partir d'une série de piézomètres choisis.
- ✓ L'accès automatique aux coupes géologiques d'un ensemble de piézomètres se situant sur un profil donné. Cet accès permettra d'estimer l'extension des différents aquifères suivant diverses directions choisies pour les profils.

IV.4.2 POSSIBILITES DE REPONSES AUTOMATIQUES

Bien qu'étant un logiciel présentant des fonctionnalités d'analyse géographique et donc de traitement de surface, Atlas GIS n'est pas en mesure de tracer des courbes d'isovaleurs. Bon nombre des questions précédemment identifiées ne peuvent ainsi être traitées avec cette application.

Sous Atlas GIS on ne peut que positionner à différents endroits un paramètre dont les données sont disponibles dans la table Ouvrage.dbf. Il est possible aussi

d'exécuter des requêtes de sélection des piézomètres sur des critères bien définis portant sur les données disponibles et de les matérialiser sur une carte.

Pour les autres traitements notamment les coupes géologiques et les courbes d'isovaleurs, le logiciel GroundWater spécifique aux traitements des données hydrologiques et hydrogéologiques, s'avère nécessaire.

L'idéal serait donc de faire communiquer les deux logiciels afin de bénéficier de leurs fonctionnalités respectives. Mais cette interconnexion pose le problème d'incompatibilité des fichiers utilisés par les deux logiciels. La résolution de ce problème nécessite d'une part la mise au point de programmes de conversion de fichier d'un format à l'autre; et d'autre part le module ATLAS SCRIPT qui permet d'automatiser des tâches sous Atlas GIS. Ce module n'est pas disponible dans le cadre de la présente étude.

IV.5 TRAITEMENTS EFFECTUES SOUS ATLAS GIS

IV.5.1 MATERIALISATION DE LA ZONE SENSIBLE AUTOUR DU FLEUVE SENEGAL

Les études antérieurement menées par l'EIER définissent la zone d'impact la plus sensible comme étant celle située à environ 5000 mètres de part et d'autre du fleuve Sénégal. Les piézomètres situés dans cette zone devront être privilégiés dans le choix du réseau optimum de suivi-évaluation ultérieur.

Nous avons matérialisé sur le réseau piézométrique cette zone en procédant par "zone tampon" de 5km autour du fleuve. Cette zone fait l'objet d'une couche indépendante pouvant être affichée au besoin. Elle est matérialisée sur la carte 2 qui figure dans l'annexe A.

Nous dénombrons par sélection automatique 286 piézomètres se trouvant à l'intérieure de cette zone sur un total de 594; soit plus de 300 piézomètres en dehors. Ils sont stockés dans une table de points qui peut être affichée ou consultée. Le réseau de base se trouve ainsi sensiblement moins dense et permettra le suivi plus ou moins facile des ouvrages susceptibles d'être influencés par le cours d'eau. Il permettra également le suivi de la qualité physico-chimique des eaux en particulier dans la région du DELTA affectée par la remontée des eaux marines.

IV.5.2 LOCALISATION DES PIEZOMETRES SITUES DANS LES PERIMETRES IRRIGUES

Le champ Codetyp de la table Ouvrage.dbf identifie le type de localisation des ouvrages (VV: à l'intérieur d'un village; LP: à l'intérieur d'un périmètre irrigué; HP: hors périmètre)

Ainsi il a été effectué sur cette colonne une requête de sélection des piézomètres situés à l'intérieur d'un périmètre suivant l'expression "LP" \$ CODETYP. Ces piézomètres font l'objet d'une table de point pouvant être affichée sur la carte quand elle est ouverte comme le montre la carte 3 de l'annexe A.

Sur cette carte on remarque aisément une forte concentration de ces piézomètres dans la partie Ouest où se situent les grands périmètres irrigués de la vallée.

IV.5.3 LOCALISATION DES PIEZOMETRES SUIVANT LES GRANDES FORMATIONS GEOLOGIQUES

Suivant les mêmes procédures de requête mais portant cette fois-ci sur le champ GEOLID, nous avons créé diverses tables de points correspondant aux formations géologiques auxquelles les piézomètres sont rattachés.

Ainsi il est possible de réaliser des cartes suivant plusieurs thèmes géologiques. Les cartes 4, 5, et 6 de l'annexe A constituent des exemples. Elles représentent les piézomètres rattachés respectivement aux formations du Quaternaire, du Tertiaire et du Secondaire.

De ces trois cartes, il ressort que la grande majorité des piézomètres sont rattachés aux formations du Quaternaire. A travers ces cartes se dessine plus ou moins nettement une zonation des différentes formations géologiques. Ainsi:

- ✓ Les formations du Nouakchottien, Inchirien et Ogolien sont localisées dans la partie Ouest de la vallée s'étendant de DAGANA au Delta.
- ✓ Les autres quaternaires (actuels et subactuels) s'étendent de Podor à Bakel
- ✓ Les formations du tertiaire (Continental Terminal et Eocènes) s'étendent de façon plus ou moins uniforme sur l'ensemble de la vallée
- ✓ Le Maestrichtien qui constitue l'aquifère le plus important dans toute la vallée est capté par très peu de piézomètres.

IV.5.4 ZONATION DES FORMATIONS GEOLOGIQUES DE LA VALLEE

L'objectif visé ici était de représenter sur la carte les zones d'extension des différentes formations géologiques. Malheureusement Atlas GIS ne présente aucune autre fonctionnalité de zonation si ce n'est celle dite "zone tampon" qui permet de mettre en évidence une zone d'influence autour d'un point, d'une zone ou d'une région.

Pour chaque formation géologique, il a donc été créé des zones tampon autour des piézomètres la captant; zones tampon qui sont par la suite regroupées pour avoir un élément unique par formation. Chaque formation géologique est ainsi représentée sur une couche indépendante qui peut être affichée au besoin.

Le résultat obtenu n'est pas satisfaisant comme le montre la carte 7 de l'annexe A. En effet, l'association de deux ou plusieurs zones tampon n'a lieu que si elles sont contiguës. Ainsi plusieurs zones circulaires se trouvent isolées dans la vallée. Ce qui ne reflète pas la continuité des formations géologiques.

Néanmoins grâce à cette représentation, on peut mettre en évidence la superposition de plusieurs formations géologiques à certains endroits comme la partie Ouest de la vallée. Ceci confirme l'un des critères suivis dans l'installation des piézomètres; critère selon lequel plusieurs piézomètres peuvent être installés au même endroit mais captant des couches géologiques différentes.

Une façon de réaliser une zonation parfaite est de le faire manuellement sur une carte existante et de procéder à sa digitalisation. Une solution qui ne peut être adoptée ici car les limites géographiques des différentes formations géologiques ne sont pas connues.

IV.6 ORGANISATION PHYSIQUE DES DONNEES DU SIG MIS EN PLACE

Le système mis en place est composé de deux fichiers géographiques et d'un ensemble de tables de points récapitulés dans le tableau suivant:

FICHIERS GEO OU TABLES	COUCHES	TYPE	DESCRIPTION
FICHIERS GEOGRAPHIQUES (*.agf)			
VALLEE.AGF	Fleu_pér	ligne	Cours d'eau pérennes
	Fleu_Temp	ligne	Cours d'eau temporaires
	Villages	point	Villes et villages numérisés
	Zone_sens	région	zone sensible autour du fleuve Sénégal
GEOLOGIE.AGF	Quat_NK	région	Quaternaire / Nouakchottien
	Quat_IN	région	Quaternaire / Inchirien et Ogolien
	Quat_AUT	région	Autres quaternaires
	Tert_CT	région	Tertiaire / Continental Terminal
	Tert_EOC	région	Tertiaire / Eocène et Paléocène
	Maestrich	région	Secondaire / Maestrichtien
TABLES DE POINTS (*.dbf)			
Localités.dbf	-	point	autres localités non numérisées
Ouvrage.dbf	-	point	ensemble des piézomètres
Piez_CTE.dbf	-	point	Piézomètres du Continental Terminal
Piez_EOC.dbf	-	point	Piézomètres des Eocènes et Paléocènes
Piez_INC.dbf	-	point	Piézomètres de l'Inchirien et Ogolien
Piez_MAE.dbf	-	point	Piézomètres rattachés au Maestrichtien
Piez_NOU.dbf	-	point	Piézomètres du Nouakchottien
Piez_QUA.dbf	-	point	Piézomètres des autres quaternaires
Piez_IRRI.dbf	-	point	Piézos. à l'intérieur d'un périmètre irrigué
Piez_SENS.dbf	-	point	Piézomètres situés dans la zone sensible

ORGANISATION PHYSIQUE DES DONNEES DU SIG MIS EN PLACE

Ainsi il est possible de créer beaucoup de fichiers de projets en utilisant suivant les besoins les différentes couches et tables de points. Nous en avons créé trois à partir desquels nous avons extrait les cartes présentées en annexe. Il s'agit de:

- ✓ *Piezom.prj* qui représente l'ensemble du réseau piézométrique
- ✓ *Géologie.prj* qui représente les différentes formations géologiques

✓ *Piez_géo.prj* qui donne la localisation des piézomètres par formation géologique.

IV.7 EVOLUTION DU SIG MIS EN PLACE

L'évolution du système mis en place tient de la souplesse que présente le logiciel Atlas GIS sous lequel toutes les données sont organisées en couches indépendantes. Il est donc possible d'intégrer par la suite d'autres types de données telles que les données hydrochimiques par exemple.

Cependant, malgré ses puissantes fonctions d'analyse, Atlas GIS n'imprime que des cartes. L'inconvénient est qu'on ne peut pas par exemple imprimer directement une liste de piézomètres sélectionnés suivant des critères bien définis malgré que la table correspondante soit disponible; à moins d'ouvrir cette dernière sous excel.

Par ailleurs d'autres données nécessitent des opérations de prétraitement telles que les tris avant d'être exploitées sous Atlas GIS. C'est le cas par exemple du fichier Visitmen.dbf.

Pour remédier à cette situation, il est nécessaire de disposer à coté du SIG un Système de Gestion de Base de Données (SGBD) tel que ACCESS qui présente de puissantes fonctionnalités de requêtes. Ce qui confirme bien qu'un SIG est avant tout un SGBD.

En somme le SIG de l'OMVS peut être un ensemble composé des trois outils complémentaires suivants:

- ❶ ACCESS un SGBD efficace et très convivial
- ❷ ATLAS GIS pour les représentations cartographiques et les analyses spatiales
- ❸ GROUNDWATER pour les traitements spécifiques

Le chapitre suivant propose une restructuration de la base de données du système de suivi des ressources en eau de l'OMVS.

□

Chapitre 4:
**MISE EN PLACE DE LA BASE DE
DONNEES**

V. MISE EN PLACE DE LA BASE DE DONNEES

V.1 ETUDE DE L'EXISTANT

V.1.1 ORGANISATION DE LA BASE DE DONNEES EXISTANTE

Les données recueillies à partir des réseaux de suivi précédemment décrits ont été organisées suivant les outils de traitement utilisés en particulier le logiciel GES (Gestion des Eaux Souterraines).

Ce logiciel développé pour les besoins spécifiques du projet "Aménagement des eaux souterraines" (démarré en 1985), utilise comme données d'entrée des fichiers de type dBase pour effectuer les traitements les plus élémentaires.

Ainsi les données ont été organisées en fichiers de format dBase issus probablement d'un modèle physique déduit lui aussi d'un modèle conceptuel non disponible. Ces fichiers possèdent au moins un index principal d'accès dont le nom est identique au nom du fichier. Certains d'entre eux possèdent aussi un ou plusieurs index secondaires permettant d'accélérer les traitements.

Le tableau suivant présente la liste des fichiers de données du système GES et leurs index respectifs.

FICHIERS (*.DBF)	DESCRIPTION	INDEX
ANALYSE	analyse d'eau	ANALYSE
ANPHYSCH	analyse physico-chimique	ANPHYSCH
CARTE200	table des cartes 1/200.000	CARTE200
DONLIMNI	mesures de limnimétrie	DONLIMNI
DONMETEO	mesures de pluviométrie	DONMETEO
ECHLIMNI	table des échelles limnimétriques	ECHLIMNI
EPERMEAB	résultats des essais de perméabilité	EPERMEAB
GEOL	table des unités géologiques	GEOL
GEOM	table des unités géomorphologiques	GEOM
LOTIDOUV	lot de numéros d'ouvrages à traiter	LOTID001, LOTID002
METEO	table des stations météorologiques	METEO, METEONOM
OUVRAGE	paramètres communs à tous les ouvrages	OUVRAGE, OUVRAG2
PIEZOMET	paramètres spécifiques aux piézomètres	PIEZOMET
PTOBS	paramètres spécifiques aux points d'observation	PTOBS
PUITS	paramètres spécifiques aux puits	PUITS
RESEAU	table des réseaux de nivellement	RESEAU, RESAUNOM
ROTATION	table des rotations de visites mensuelles	ROTATION, ROTATIO2
STAPOMPE	paramètres spécifiques aux stations de pompage	STAPOMPE
UNE	table des unités naturelles Juton	UNE
VISITMEN	données recueillies lors des visites mensuelles	VISITMEN, VISITDAT
ZONE	table des zones d'intervention	ZONE

LISTE DES FICHIERS DE DONNEES DE LA BASE EXISTANTE

Par ailleurs, d'autres fichiers de format dBase sont utilisés de façon temporaire par le système GES lors de la production du tableau comparatif des visites mensuelles et de la génération des graphiques. Il s'agit de:

- TEMPVISI pour les données du tableau comparatif des visites mensuelles
- GNIVVM1, GNIVVM2, GNIVVM3 pour les données des visites mensuelles servant à la génération des graphiques de profondeur et d'isopièze en fonction du temps
- GNIVEL pour les données limnimétriques servant à la génération des graphiques de profondeur et d'isopièze en fonction du temps
- GNIVSM pour les données météorologiques servant à la génération des graphiques de profondeur et d'isopièze en fonction du temps
- GNIVAP1, GNIVAP2 et GNIVAP3 pour les données des analyses physico-chimiques servant à la génération des graphiques de paramètres en fonction du temps

Enfin le système GES utilise divers d'autres fichiers de contrôle toujours de format dBase.

Outre le logiciel GES, quelques programmes spécifiques ont été développés pour extraire du fichier de base les données nécessaires aux traitements et leur conversion suivant le format exigé par l'outil de traitement utilisé (GroundWater, SURFER, LOTUS 123...)

L'ensemble de la base de données avait été stocké sur trois ordinateurs installés en réseau qui ne sont plus fonctionnels. Ainsi, à défaut de pouvoir les remettre en marche, seule une partie des données a pu être récupérée dans le cadre des études précédemment menées par l'EIER.

V.1.2 ANALYSE CRITIQUE DU SYSTEME EXISTANT

La base de données existante qui à l'origine serait relationnelle, ne l'est plus du fait que les différentes tables la constituant aient été récupérées sous forme de fichiers séparés. La mise à jour d'une propriété donnée doit donc se faire autant de fois qu'il existe de fichiers la contenant. L'on perd ainsi le plus gros avantage des bases de données relationnelles c'est à dire le fait que les données requises dans une table n'ont pas besoin d'être enregistrées plusieurs fois. Il sera alors difficile d'assurer l'intégrité des données.

Certains fichiers sont particulièrement denses. C'est le cas par exemple du fichier Ouvrage.dbf qui contient jusqu'à 42 champs qui ne sont pas tous d'utilité fréquente. Ce fichier renferme beaucoup plus de champs que celui utilisé dans le

cadre des études antérieurement menées (20 champs contre 42). Preuve qu'on peut se passer actuellement de certaines données dans le suivi des ressources en eau.

Ce fichier qui constitue le noyau de la base renferme des informations à la fois sur la localisation des ouvrages, sur la visite des ouvrages, sur les caractéristiques physiques de référence de l'eau, sur le nivellement....

L'on relève également dans cette base des redondances dues à une duplication de certains champs dans plusieurs fichiers. Les mises à jour de ceux-ci ne peuvent donc s'effectuer une seule fois; introduisant ainsi des risques d'erreur donc des problèmes d'incohérence.

Une autre forme de redondance constatée est la duplication de l'information par l'introduction de nouveaux champs. A titre d'illustration, les champs DAT1VIS et DATDVIS figurant dans le fichier Ouvrage donnent respectivement les dates de première et dernière visite mensuelle d'un ouvrage. Or ces informations figurent également dans la table Visitmen qui donne pour chaque ouvrage toute la liste des visites mensuelles effectuées.....

En somme la mise en place de la base de données existante a sans doute eu à faire face à certaines contraintes dont celles relatives aux performances des outils informatiques disponibles en son temps. Dix années après, il y a lieu de la restructurer afin de bénéficier de la convivialité et de la souplesse des nouveaux outils.

V.2 MODELISATION DE LA BASE DE DONNEES

La méthode d'analyse utilisée dans cette partie est celle de MERISE avec AMC*Designor comme logiciel de mise en oeuvre. Cette approche est appliquée à l'ensemble du système de suivi des ressources en eau et non uniquement sur les données récupérées.

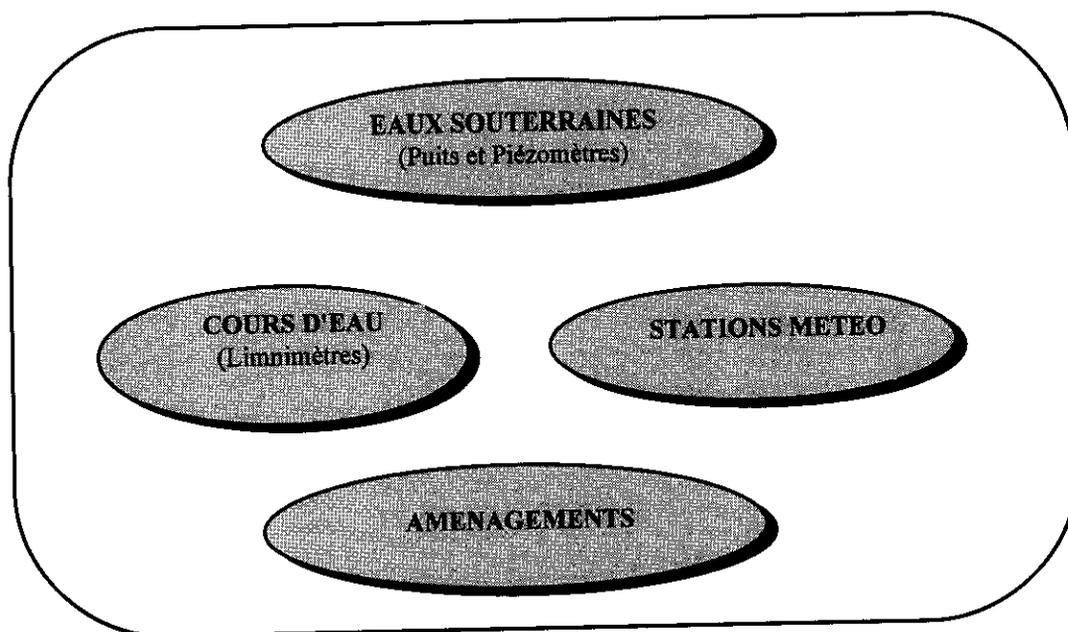
V.2.1 DECOUPAGE DU SYSTEME DE SUIVI EN DOMAINES

Le système de suivi des ressources en eau de l'OMVS peut être découpé en quatre grands domaines en interaction:

1. Les *eaux souterraines* ayant comme équipements de suivi les ouvrages de captage (puits et piézomètres) à partir desquels divers types de données sont recueillies (hydrodynamiques, hydrochimiques, niveaux piézométriques, géologiques,....)
2. Les *eaux de surface* (cours d'eau) suivies à travers des relevés limnimétriques

3. Les *stations météorologiques* pour le suivi de la pluviométrie
4. Les *aménagements* tels que périmètres irrigués et barrages qui ont des impacts aussi bien sur les cours d'eau que sur les eaux souterraines.

L'ensemble peut être schématisé comme suit:



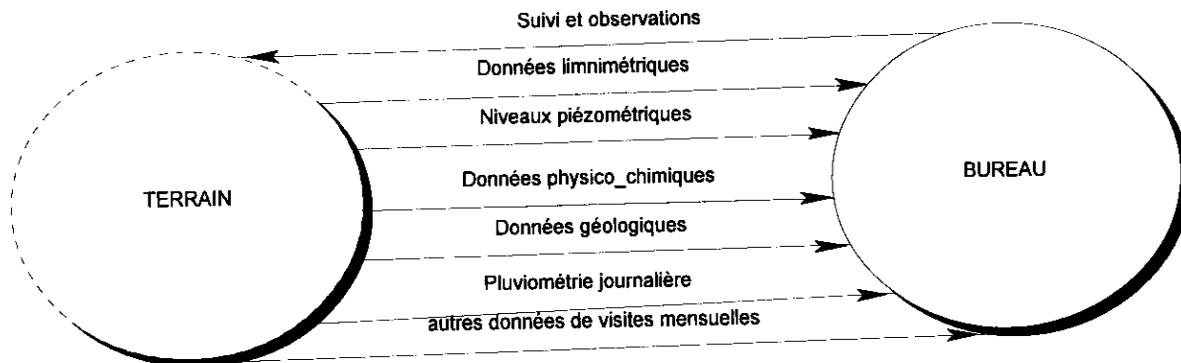
DECOUPAGE DU SYSTEME DE SUIVI DES RESSOURCES EN EAU DE L'OMVS EN GRANDS DOMAINES

V.2.2 ELABORATION DU MODELE CONCEPTUEL DE COMMUNICATION

Le Modèle Conceptuel de Communication (MCC) représente la première vue formelle du problème. Il permet de recenser l'ensemble des échanges informationnels entre acteurs pour le domaine étudié. Il ne reflète pas les moyens mis en oeuvre pour les échanges d'informations et utilise des concepts d'Acteur et de Flux. Un acteur est une personne morale ou physique, interne ou externe au système capable d'émettre ou de recevoir des informations. Le flux est un échange d'informations entre un acteur émetteur et un acteur récepteur.

Le système de suivi de l'OMVS peut être considéré comme un ensemble de deux acteurs principaux appelés "TERRAIN" et "BUREAU". Entre ces deux acteurs, sont échangés divers types de données qui constituent les flux.

Le MCC peut alors se présenter comme suit:

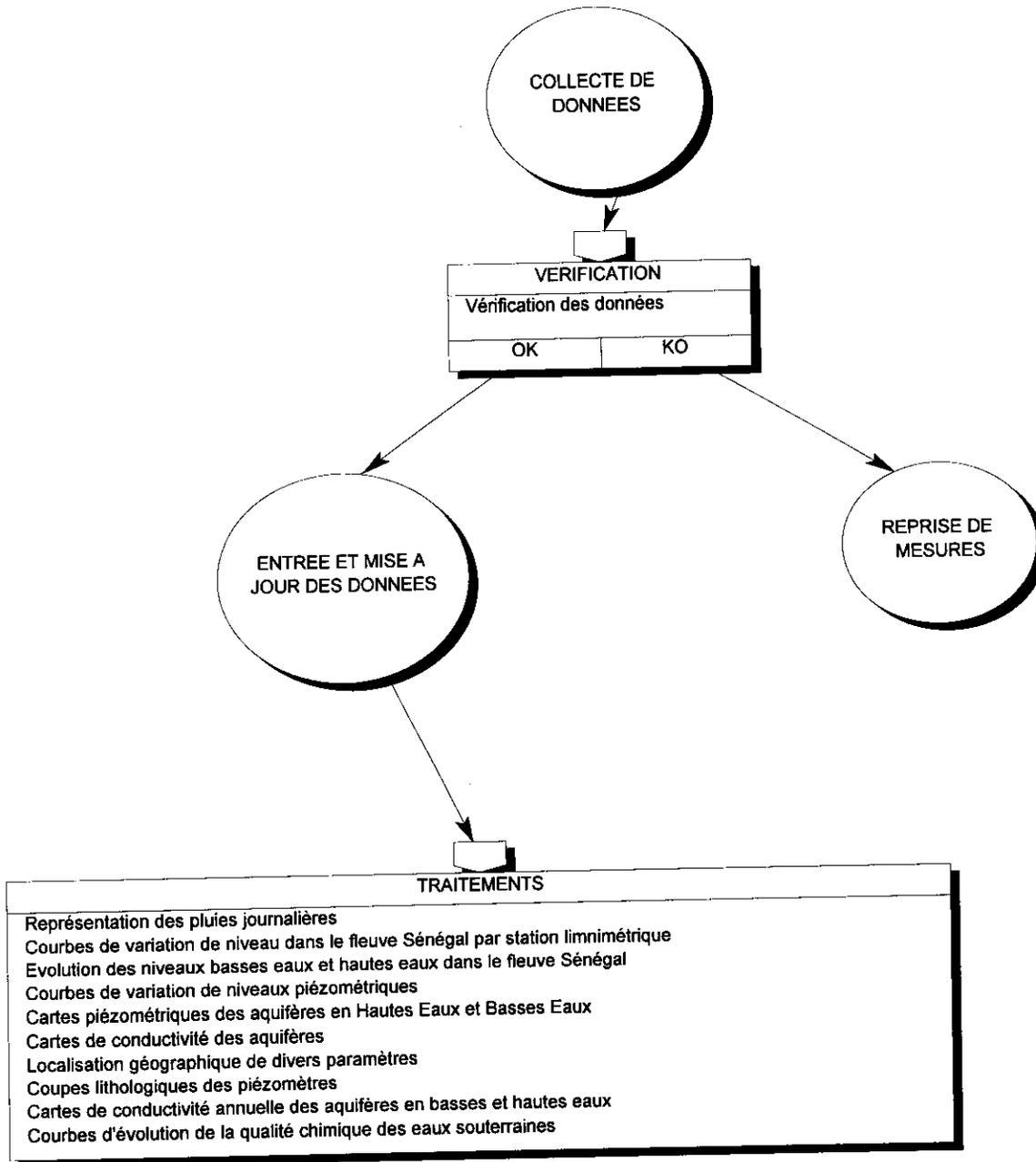


Modèle Conceptuel de Communication			
Projet	: SIG OMVS		
Modèle	: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS		
Auteur	: Camille DANSOU	Version:	01 01/06/98

V.2.3 ELABORATION DU MODELE CONCEPTUEL DE TRAITEMENTS

Le Modèle Conceptuel de Traitements (MCT) modélise la dynamique du système. Il ne décrit que la dimension fonctionnelle du domaine étudié à l'exclusion de toute considération technique ou organisationnelle. Il décrit les traitements que le système doit effectuer pour passer d'un événement à un autre dans le cadre d'un processus.

Le modèle proposé ici présente la liste des traitements à effectuer dans l'exploitation des données recueillies en vue d'identifier les nappes de la vallée d'une part et d'autre part suivre les mécanismes d'échange entre les différentes composantes du système. Il se présente comme suit:



Modèle Conceptuel de Traitements			
Projet	: SIG OMVS		
Modèle	: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS		
Auteur	: Camille DANSOU	Version:	01 01/06/98

V.2.4 ELABORATION DU MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES

Le modèle conceptuel de données (MCD) reflète la vue du système d'information en ce qui concerne les données uniquement. C'est un modèle schématique permettant une description statique du système d'information. Il ne comporte aucune référence aux traitements effectués. Il est basé sur des concepts d'Entité, d'Association, de Cardinalités....

V.2.4.1 Les règles de gestion

Les principes généraux d'hydrogéologie et d'hydrologie constituent ici les règles de gestion utilisées. Elles serviront à la définition des cardinalités. En voici quelques unes:

- Règle 1: Une station météorologique relève plusieurs pluviométries journalières
- Règle 2: Un limnimètre permet de relever dans un même fleuve plusieurs niveaux d'eau correspondant chacun à des dates données.
- Règle 3: Un ouvrage (puits ou piézomètres) peut faire l'objet de plusieurs visites mensuelles identifiées chacune par un numéro de rotation.
- Règle 4: L'eau d'un ouvrage peut être analysée plusieurs fois
- Règle 5: Un piézomètre est rattaché à une unité géologique
- Règle 6: Un piézomètre est rattaché à une unité géomorphologique
- Règle 7: Un piézomètre a une coupe géologique composée de plusieurs strates situées à différentes profondeurs.
- Règle 8: Plusieurs piézomètres peuvent être situés dans les limites d'un périmètre irrigué.....

V.2.4.2 Définition des entités

A partir du découpage du système de suivi en domaines et sur la base des règles de gestion, on peut distinguer les entités suivantes:

✓ **OUVRAGE**: Cette entité constitue le noyau du système auquel la plupart des autres entités sont liées. Elle renferme les informations d'ordre général communes aux puits et aux piézomètres. C'est une entité générique (ou entité père) liée par un lien d'héritage exclusif aux entités filles "PIEZOMETRE" et "PUITS" contenant chacune

les caractéristiques spécifiques. On évite ainsi, soit la redondance d'information, soit la mise en place de colonnes nécessitant des valeurs nulles.

✓ *ANALYSE*: Elle détient les données relatives aux paramètres d'analyses effectuées sur les échantillons d'eau prélevés dans les ouvrages. C'est également une entité père ayant comme filles les entités "*ANALYSE PHYSIQUE*" et "*ANALYSE CHIMIQUE*".

✓ les entités *GEOLOGIE* et *GEOMORPHOLOGIE* renseignent respectivement sur les unités géologiques et géomorphologiques auxquelles l'ouvrage est rattaché.

✓ L'entité *LITHOLOGIE* permet d'avoir la coupe géologique d'un piézomètre.

✓ *PERIMETRE*: Cette entité renseigne sur les caractéristiques du périmètre irrigué sur lequel est situé éventuellement un piézomètre donné. Elle permet de mesurer l'impact des cultures pratiquées, des engrais utilisés et des doses d'irrigation appliquées sur la nappe captée par le piézomètre.

✓ *ESSAI_POMP*: Elle renseigne sur les paramètres hydrodynamiques des nappes obtenus à partir des essais de pompage effectués sur les ouvrages.

✓ *NIVEAU_EAU*: Elle renferme les données relatives aux variations annuelles du niveau d'eau dans les ouvrages.

✓ *REFERENCES*: Cette entité renseigne sur les valeurs de référence de certains paramètres relatifs à la qualité de l'eau captée par un ouvrage donné. Ce qui permettra de suivre leur évolution depuis l'installation de l'ouvrage.

✓ *VISIT_MENS*: Cette entité permet d'avoir des données relatives aux observations faites sur les ouvrages lors des visites mensuelles effectuées.

✓ *STATIONS METEO* et *LIMNIMETRES*: Ces entités donnent les informations générales respectivement sur les stations météo et sur les limnimètres. A ces deux entités sont associées des entités relatives aux données pluviométriques et limnimétriques.

✓ *LOCALITES*: Cette entité permet d'avoir tous les ouvrages de suivi situés dans une localité donnée. Ainsi pour mesurer par exemple l'impact de la pluie sur une nappe captée par un piézomètre donné, l'on s'intéressera à la station Météo située dans la même localité que le piézomètre (à défaut la plus voisine).

Seules les propriétés jugées d'utilité fréquente et pratique ont été introduites dans les entités précédemment définies avec toutefois la possibilité de les enrichir

par la suite par d'autres propriétés. C'est là l'un des atouts de la méthode MERISE; une approche progressive des problèmes.

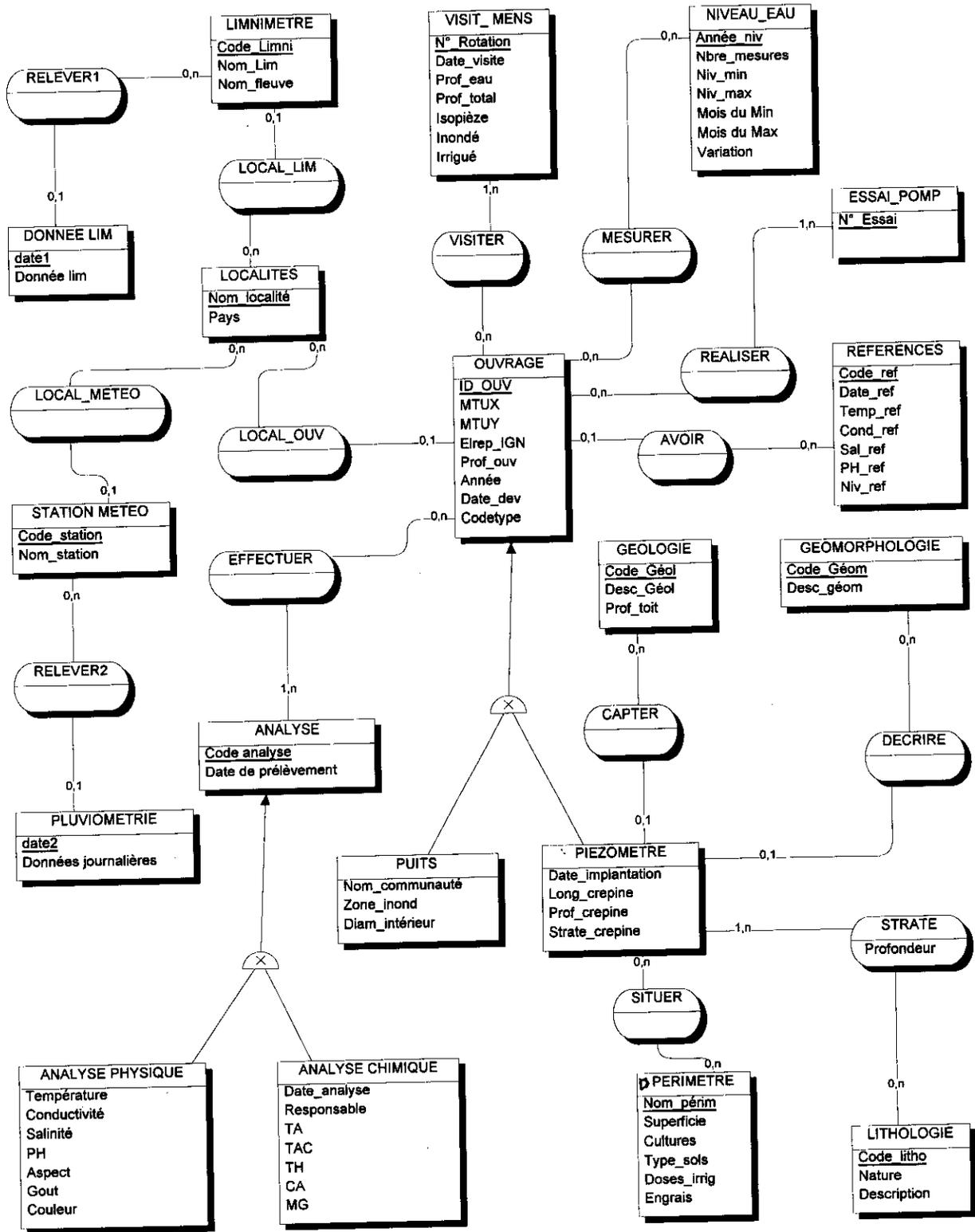
Les différentes associations reliant les entités et les cardinalités utilisées figurent sur le modèle présenté sur la page suivante.

V.2.5 MODELE PHYSIQUE DE DONNEES

Le Modèle Physique de Données (MPD) offre une vue graphique de la manière dont les données seront structurées dans la base de données cible choisie. Dans une base relationnelle comme ACCESS, les données sont représentées sous forme de tables à deux dimensions.

Avec le logiciel *AMC*Designor*, il est généré automatiquement à partir du MCD rendant ainsi inutile le modèle intermédiaire qu'est le Modèle Logique des Données.

Le modèle obtenu figure sur la page suivante. Par ailleurs l'ensemble du dossier de modélisation est présenté à l'annexe C.

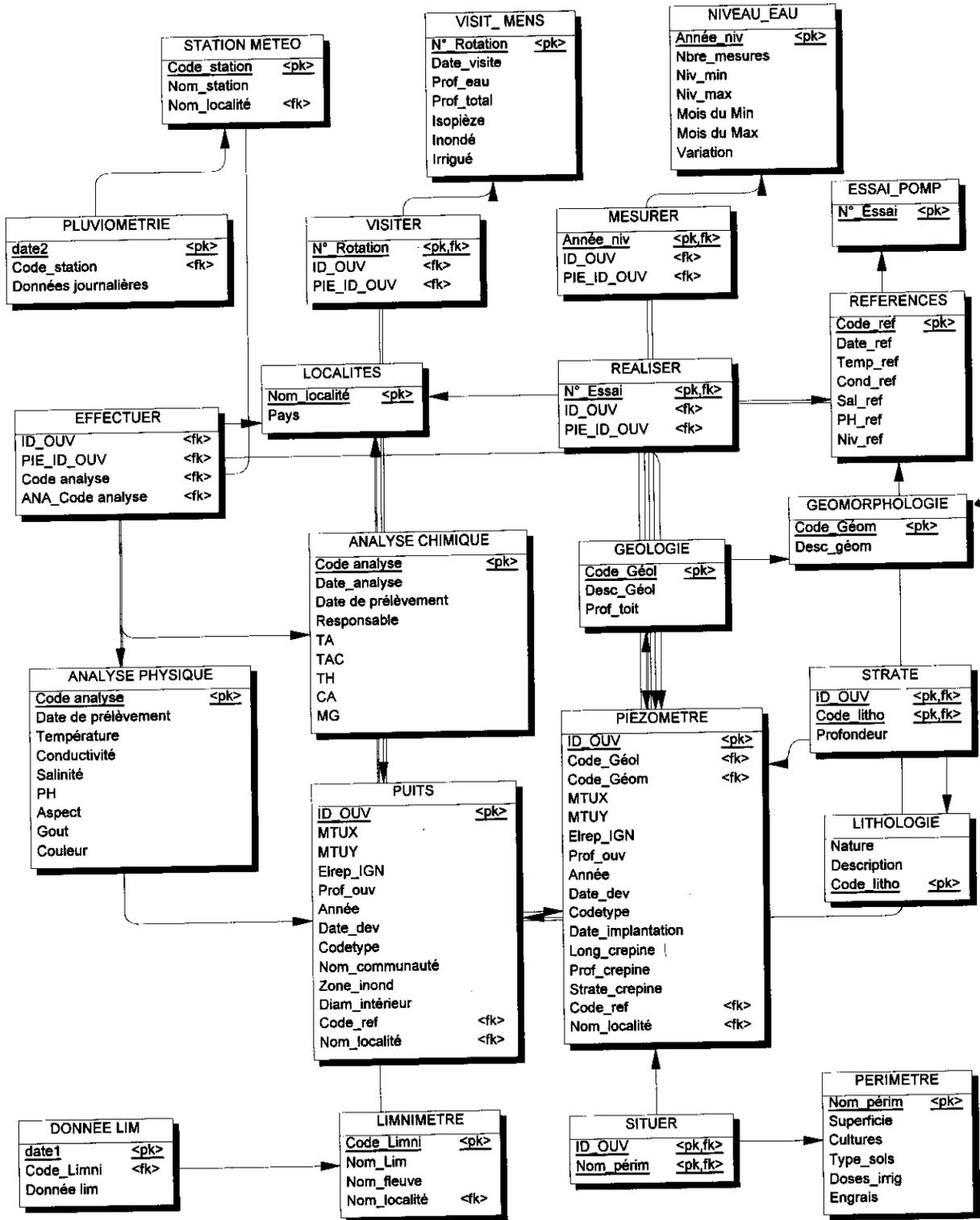


Modèle conceptuel de données

Projet : SIG OMVS

Modèle : SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Auteur : Camille DANSOU | Version: 1 | 30/05/98



Modèle physique de données

Projet : SIG OMVS	
Modèle : SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS	
Auteur : Camille DANSOU	Version: 1 30/05/98

V.3 GENERATION DES TABLES

La génération des tables constitue la phase d'implantation de la base de données dans un environnement informatique.

L'environnement informatique utilisé ici est *Microsoft ACCESS 7.0*; un Système de gestion de bases de données relationnelles combinant les atouts de WINDOWS 95, la clarté et l'aisance de manipulation dignes des performances d'une base de données professionnelle et conviviale. Environnement sous lequel les tables ont été générées automatiquement à partir du script généré par le logiciel AMC*Designor.

La base de données mise en place est donc composée des tables qui figurent sur le Modèle Physique de Données.

V.4 TRAITEMENT DES DONNEES SOUS ACCESS

En plus des requêtes d'extraction et d'analyse, ACCESS permet d'effectuer un certain nombre de traitements graphiques. Ainsi les traitements suivants figurant sur le MCT peuvent être directement effectués sous ACCESS:

- Représentation des pluies journalières
- Courbes de variation de niveau d'eau dans les cours d'eau
- Courbes d'évolution des niveaux Basses Eaux et Hautes Eaux
- Courbes de variation de niveaux piézométriques
- Courbes d'évolution de la qualité chimique des eaux souterraines.

Les autres traitements (cartes de variations) reposant sur des courbes d'isovaleurs ne peuvent être faits car ACCESS n'a pas une option consacrée à ces types de graphiques. Il en est de même pour les coupes géologiques.

Les paragraphes suivants présentent les traitements de la base de données mise en place.

V.4.1 LES REQUETES

Elles permettent d'extraire automatiquement des données à partir de toute la collection d'informations suivant des critères bien définis.

- ◆ Requête 1: *Paramètres de visites mensuelles par piézomètre*. Cette requête consiste à sélectionner pour un piézomètre donné (à spécifier comme donnée

d'entrée de la requête) les informations recueillies lors des visites mensuelles qu'il a bénéficiées.

- ◆ Requête 2: Liste des piézomètres situés dans les limites d'un périmètre irrigué. Basée sur la table Piézomètre, elle permet d'extraire les piézomètres situés dans les limites d'un périmètre irrigué et leurs caractéristiques.
- ◆ Requête 3: Liste des piézomètres de profondeur inférieure à un maximum donné (à spécifier).
- ◆ Requête 4: Liste des piézomètres d'isopièze⁶ maxi donnée pour une rotation donnée: Elle utilise comme données d'entrée le N° de rotation et la valeur maxi d'isopièze. Grâce à cette requête, on peut établir par exemple pour une visite mensuelle donnée la liste des piézomètres ayant une isopièze négative. Le positionnement des piézomètres concernés sur une carte permettra entre autres de planifier dans les régions correspondantes, l'exploitation des ressources en eau en vue de limiter leur invasion par les eaux marines.
- ◆ Requête 5: Liste des piézomètres rattachés à une formation géologique donnée: Elle consiste à établir pour une formation géologique donnée à spécifier comme donnée d'entrée (exemple M pour le Maestrichtien), la liste des piézomètres qui lui sont rattachés avec toutes leurs caractéristiques.
- ◆ Requête 6: Relevés pluviométriques par station Météo: Elle fournit pour une station donnée à spécifier (par exemple Poste 16) le relevé des pluies journalières sur toutes les années de son existence.
- ◆ Requête 7: Données limnimétriques par poste: Elle fournit les niveaux d'eau relevés dans un fleuve par un poste limnimétrique donné.

On pourra ajouter à cette liste de nouvelles requêtes répondant à de nouveaux besoins exprimés.

V.4.2 LES FORMULAIRES (GRAPHIQUES)

Un formulaire sert à saisir, modifier, consulter et imprimer des informations. Nous avons mis en place un certain nombre de formulaires aussi bien de consultation et saisie de données que graphiques.

⁶ L'isopièze est le niveau de l'eau dans le piézomètre par rapport au zéro IGN. Une isopièze négative provoque l'invasion progressive de l'eau salée à l'intérieure de l'aquifère côtier. L'exploitation intensive de la nappe constitue l'une des causes possibles de ce phénomène.

❶ Les graphiques:

Les formulaires graphiques mis en place sont basés pour la plupart sur les requêtes ci-dessus; donc utilisent les mêmes données d'entrée. Ils consistent à tracer automatiquement des graphiques correspondant à des ouvrages donnés. Ce sont:

- ◆ Courbe de variation de l'isopièze pour un piézomètre donné
- ◆ Courbe de variation du niveau piézométrique par rapport au sol pour un piézomètre donné
- ◆ Courbe de variation de la profondeur totale d'un piézomètre donné
- ◆ Représentation des pluies journalières par Station Météo
- ◆ Courbe de variation du niveau d'eau dans le fleuve Sénégal par poste limnimétrique

❷ Les formulaires de saisie et de consultation des données

Nous avons mis en place quelques-uns:

- ◆ Coupe géologique: A défaut de les représenter graphiquement, ce formulaire permet une consultation plus conviviale des coupes géologiques par rapport aux fichiers de description de départ.
- ◆ Caractéristiques générales des piézomètres
- ◆ Paramètres de visites mensuelles
- ◆ Limnimètres et variations de niveau d'eau
- ◆ Stations Météo et relevés pluviométriques

A ces formulaires, il faut ajouter le formulaire d'accueil ou de démarrage à partir duquel on peut lancer la plupart des traitements graphiques.

Quelques exemples de formulaires et de graphiques figurent à l'annexe B.

V.5 COMMUNICATION ENTRE LA BASE ET LES AUTRES LOGICIELS

MS ACCESS permet d'importer et d'exporter des données dans d'autres formats tels que dBase, Foxpro, SQL, Paradox et fichiers texte.

Il est donc possible d'utiliser directement les données de la base dans Atlas GIS après les avoir exportées dans le format dBase. Ces données peuvent ainsi faire l'objet de diverses requêtes suivant les besoins exprimés avant d'être exploitées sous Atlas GIS.

Une autre façon de communiquer avec la base est de disposer des tables dans le format dBase et de les utiliser comme *tables attachées* sous ACCESS. Elles pourront ainsi bénéficier des fonctionnalités que présente ce Système de Gestion de Bases de Données.

Cette dernière possibilité suppose la création (manuelle) de toutes les tables du modèle physique dans le format dBase avant leur attachement dans ACCESS suivi de la mise en place des relations pour en faire une base de données relationnelle.

L'attachement présente l'avantage de conserver le format natif des fichiers (ici dBase) permettant ainsi leur exploitation sous Atlas GIS sans une opération d'exportation préalable.

Pour illustrer cette forme de communication, les tables *Ouvrages.dbf* et *Visitmen.dbf* disponibles dans le cadre de la présente étude ont été attachées à la base de données mise en place. On les distingue des autres tables dans la fenêtre base de données de MS ACCESS par une flèche dans l'icône table.

Ces deux tables dBase ont fait l'objet sous ACCESS de divers traitements déjà présentés dans le paragraphe précédent.

Enfin l'exploitation des données de la base sous GroundWater nécessite leur exportation dans un format texte standard suivie d'une conversion par des programmes appropriés dans le format compatible avec le logiciel. Le délai imparti à cette étude n'a pas permis de franchir cette étape.



CONCLUSION - RECOMMANDATIONS

VI. CONCLUSION - RECOMMANDATIONS

Le présent mémoire, loin d'atteindre tous les objectifs qui lui étaient fixés, a permis de jeter les bases du futur Système d'Information Géographique (SIG) sur la gestion des ressources en eau dans la vallée du fleuve Sénégal.

Ainsi, malgré les contraintes liées aux outils informatiques utilisés, les étapes suivantes ont été franchies:

- ◆ La réalisation sous ATLAS GIS de la carte simplifiée de la vallée et sa disponibilité sur ordinateur. Cette carte servira de support à tout type d'informations collectées grâce aux réseaux d'observation de l'OMVS.
- ◆ L'implantation du réseau piézométrique sur lequel il est possible d'effectuer diverses analyses spatiales.
- ◆ L'organisation des données géologiques en vue d'une exploitation souple et adaptée aux différents besoins. Grâce à l'organisation mise en place, il est possible de localiser les différentes unités géologiques auxquelles les piézomètres sont rattachés dans le bassin sédimentaire de la vallée.
- ◆ Mise en place d'une nouvelle base de données dans un SGBD (Système de Gestion de Base de Données) plus convivial MS ACCESS 7.0 pour WINDOWS 95. Cette base permet de faire les traitements élémentaires y compris certains traitements graphiques.
- ◆ Analyse des différentes possibilités de communication entre la nouvelle base de données et les autres logiciels de traitement (Atlas GIS pour la cartographie et GroundWater pour les traitements spécifiques).....

En somme le présent mémoire a permis de mettre en place un système d'information évolutif dans lequel pourront être intégrés d'autres types de données. Un système qu'il est nécessaire de rendre plus performant avec l'implication de l'OMVS qui aura à exprimer ses besoins ainsi que ses contraintes.

Le temps alloué à cette étude n'a pas été suffisant pour traiter tous les aspects du sujet. Aussi voudrions-nous formuler quelques recommandations pour la poursuite des travaux.

Ainsi, en plus de l'acquisition de matériels informatiques telle que recommandée à l'OMVS par l'étude menée par l'EIER, les actions suivantes sont à réaliser pour avoir un système d'information complet, performant et convivial.

- ◆ L'implantation des limnimètres et des stations météo sur la carte géographique de la vallée
- ◆ La localisation des aménagements existants (périmètres, barrages, ...) sur la carte
- ◆ La validation par l'OMVS des modèles proposés et leur adaptation aux nouveaux besoins exprimés.
- ◆ La finalisation de la base de données mise en place pour la rendre plus performante. Il s'agira surtout d'y introduire de nouveaux macros, des Etats d'impression, des messages d'aide et d'erreur....
- ◆ La récupération complète des données et leur transfert dans la nouvelle base de données suivie de leur mise à jour.
- ◆ L'étude et la réalisation de l'interconnexion entre les différents outils informatiques.

Au terme de la présente étude, nous n'avons pas la prétention d'affirmer que tous les objectifs sont atteints. Mais nous pensons avoir contribué à la mise en oeuvre du futur Système d'Information Géographique de l'OMVS.



bibliographie

METHODE MERISE ET SIG

- [1] Cours photocopié sur les bases de données
Mamadou TOURE EIER - 1996
- [2] Parlez-vous MERISE ?
Michel DIVINE Eyrolles
- [3] La méthode MERISE: Principes et outils
H. TARDIEU; A. ROCHFELD et R. COLLETI Editions d'Organisation -
1983
- [4] Les SIG: Mise en oeuvre et applications
Henri PORNON HERMES - Juillet 1995
- [5] Les données dans les SIG
Paul ROUET HERMES - Juin 1993

MANUELS DE LOGICIELS

- [6] AMC*DESIGNOR: Mise en oeuvre de MERISE et Développement
d'applications Client-Serveur
Gilles GUEDJ (Powersoft) Eyrolles - 1996
- [7] Le Grand livre ACCESS 7.0 pour WINDOWS 95
Jürgen BÄR et Irène BAUDER Microsoft - 1995
- [8] ATLAS GIS: Manuel de référence
STRATEGIC Mapping 1994
- [9] ATLAS GIS: Manuel d'Initiation
STRATEGIC Mapping 1994
- [10] Groundwater Software for Windows (GWW): User's Manual
United Nations 1994

HYDROGEOLOGIE ET RAPPORTS DIVERS

- [11] <<Synthèse et analyse de données hydrogéologiques de la moyenne vallée du fleuve Sénégal>> (rapport de synthèse)
Babacar DIENG EIER - décembre 1997
- [12] <<Synthèse et analyse de données hydrogéologiques de la moyenne vallée du fleuve Sénégal>> (rapport annexe)
Babacar DIENG EIER - décembre 1997
- [13] Répertoires hydrogéologiques de l'OMVS
Projet OMVS / USAID 625-0958 Décembre 1988
- [14] Notice explicative de la carte des unités aquifères et des cartes de localisation des forages d'exploitation et du réseau piézométrique.
Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique du Sénégal - Juin 1993
- [15] La gestion de l'eau par bassin versant: Etudes de cas de fleuves internationaux (Module de formation continue)
Organisation Internationale de l'Eau 1994
- [16] Cours photocopié d'hydrogéologie
M. GUINAUDEAU EIER - Mai 1984
- [17] Principes et méthodes de l'Hydrogéologie
G. CASTANY Dunod Université - 1982
- [18] Dictionnaire de géologie
A. FOUCAULT et J.-F. RAOULT Masson - 1995
- [19] Etude et représentation cartographique de la qualité chimique des eaux souterraines au Burkina Faso (mémoire de fin d'étude)
Mansour SECK EIER - 1997
- [20] Cartographie des paramètres de pauvreté dans un pays: cas du Burkina Faso (mémoire de fin d'études)
Mamadou CISSE EIER - 1997

Liste des annexes

ANNEXE A: EXEMPLES DE CARTES

1. CARTE 1: RESEAU PIEZOMETRIQUE DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL
2. CARTE 2: ZONE SENSIBLE AUTOUR DU FLEUVE SENEGAL
3. CARTE 3: PIEZOMETRES SITUES A L'INTERIEUR D'UN PERIMETRE IRRIGUE
4. CARTE 4: PIEZOMETRES RATTACHES AUX FORMATIONS DU QUATERNAIRE
5. CARTE 5: PIEZOMETRES RATTACHES AUX FORMATIONS DU TERTIAIRE
6. CARTE 6: PIEZOMETRES RATTACHES AUX FORMATIONS DU SECONDAIRE
7. CARTE 7: ZONATION DES FORMATIONS GEOLOGIQUES DANS LA VALLEE

ANNEXE B: FORMULAIRES ET GRAPHIQUES

1. MENU GENERAL (FORMULAIRE DE DEMARRAGE)
2. CARACTERISTIQUES GENERALES DES PIEZOMETRES
3. PARAMETRES DE VISITES MENSUELLES
4. COUPES GEOLOGIQUES
5. COURBES DE VARIATION DE NIVEAU PIEZOMETRIQUE ET DE PROFONDEUR TOTALE (PIEZOMETRE GA0188)
6. REPRESENTATION DES PLUIES JOURNALIERES (POSTE 16 DONNEES ARBITRAIRES)
7. VARIATION DU NIVEAU D'EAU DANS LE FLEUVE (LIMNIMETRE N°7 DONNEES ARBITRAIRES)

ANNEXE C: DOSSIER DE MODELISATION DE LA BASE DE DONNEES

1. MODELE CONCEPTUEL DE COMMUNICATION (MCC)
2. MODELE CONCEPTUEL DE TRAITEMENTS (MCT)
3. MODELE CONCEPTUEL DE DONNEES (MCD)
4. MODELE PHYSIQUE DE DONNEES (MPD)

ANNEXE D: DIVERS

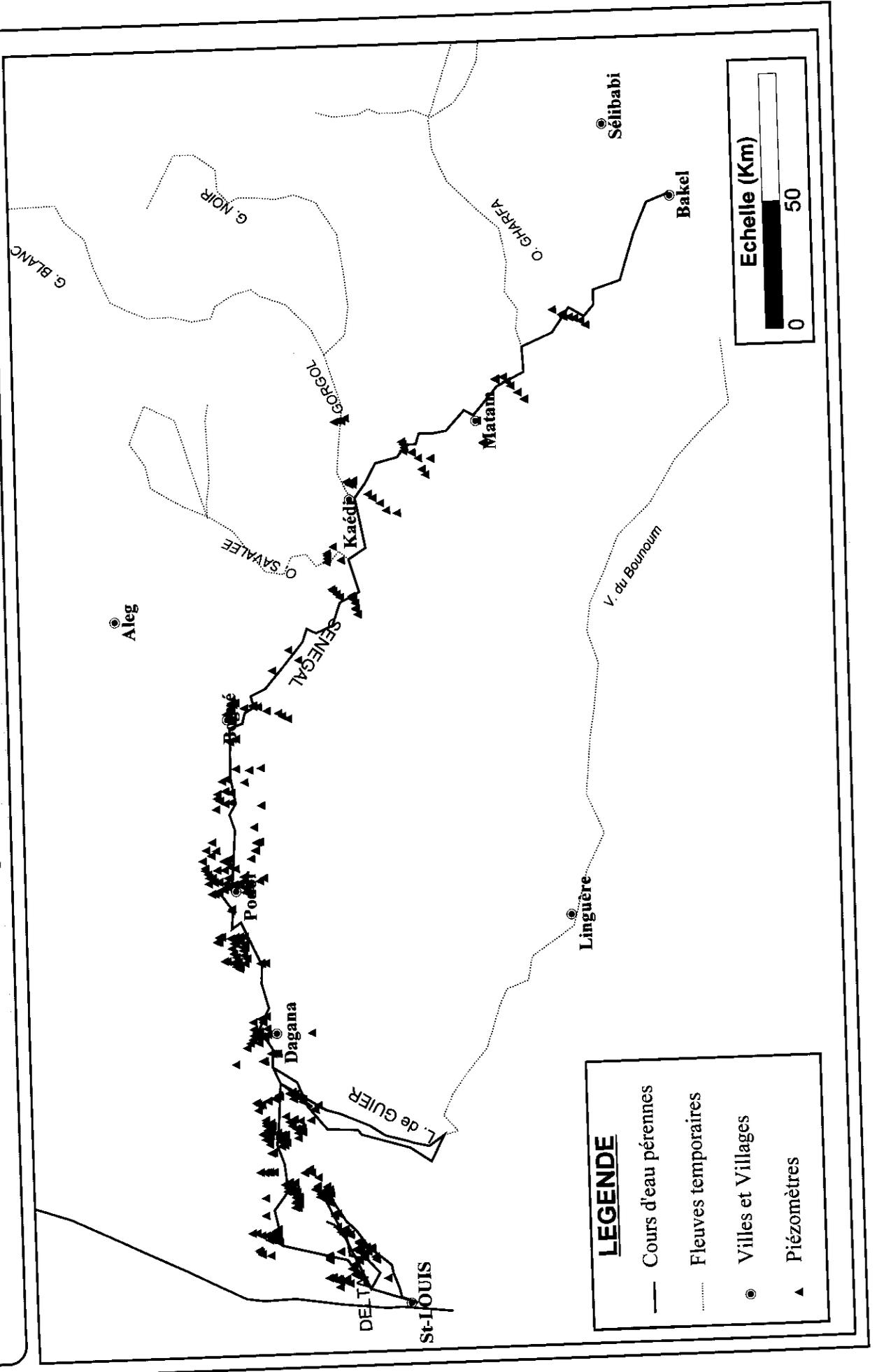
1. DISTRIBUTION DES PIEZOMETRES PAR CLASSE DE PROFONDEUR
2. EXTRAIT DU FICHIER OUVRAGE.DBF
3. EXTRAIT DU FICHIER VISITMEN.DBF
4. EXEMPLE DE FICHIER DE DESCRIPTION LITHOLOGIQUE
5. CODES GEOLOGIQUES ET GEOMORPHOLOGIQUES
6. CARTE EXISTANTE DIGITALISEE AVEC MATERIALISATION DES POINTS DE CONTROLE UTILISES

**ANNEXE 4
EXEMPLES DE CARTES**

SIG OMVS

Réseau piézométrique dans la vallée du fleuve Sénégal (carte d'ensemble)

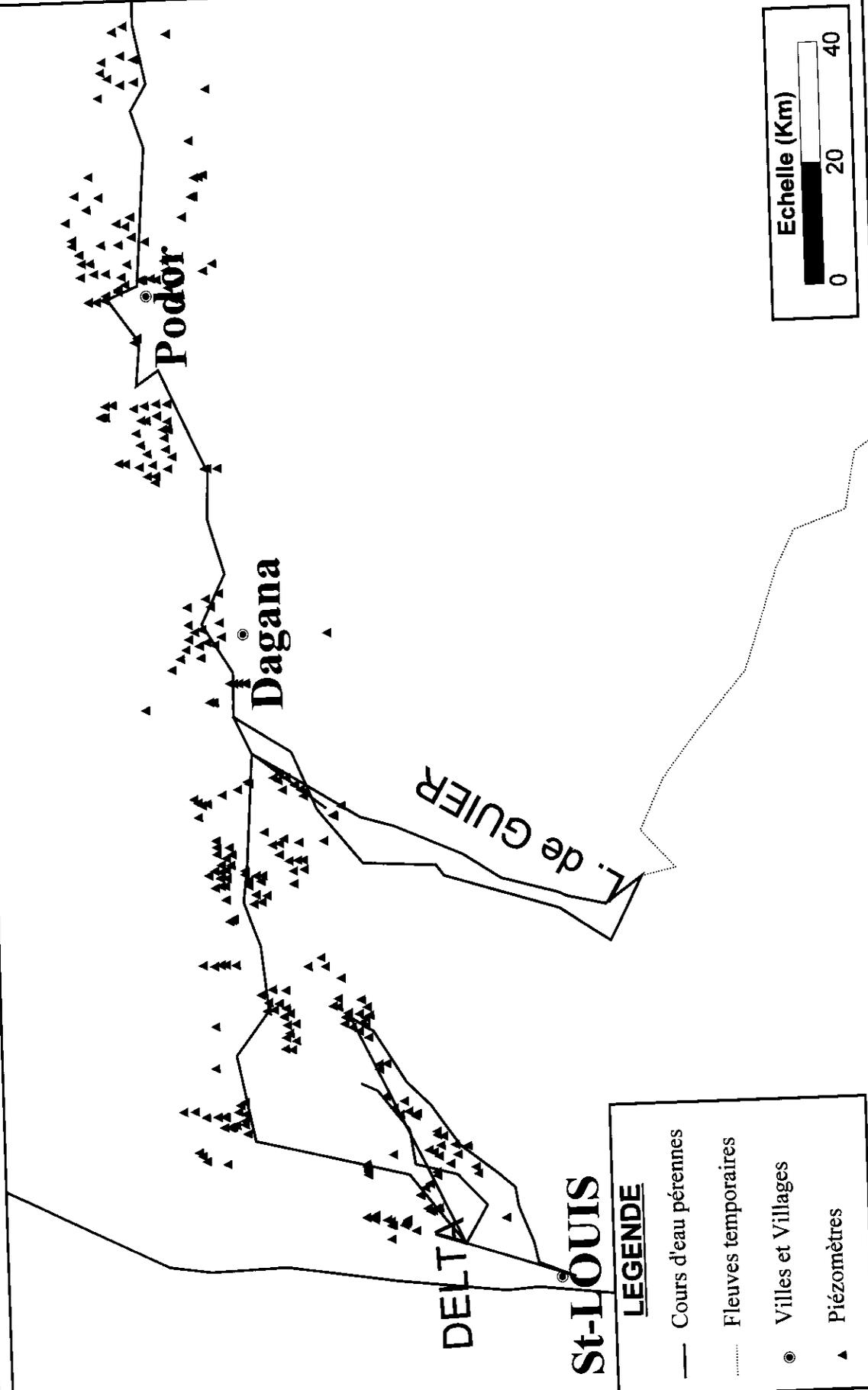
réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)



SIG OMVS

Réseau piézométrique dans la vallée du fleuve Sénégal (Partie Ouest)

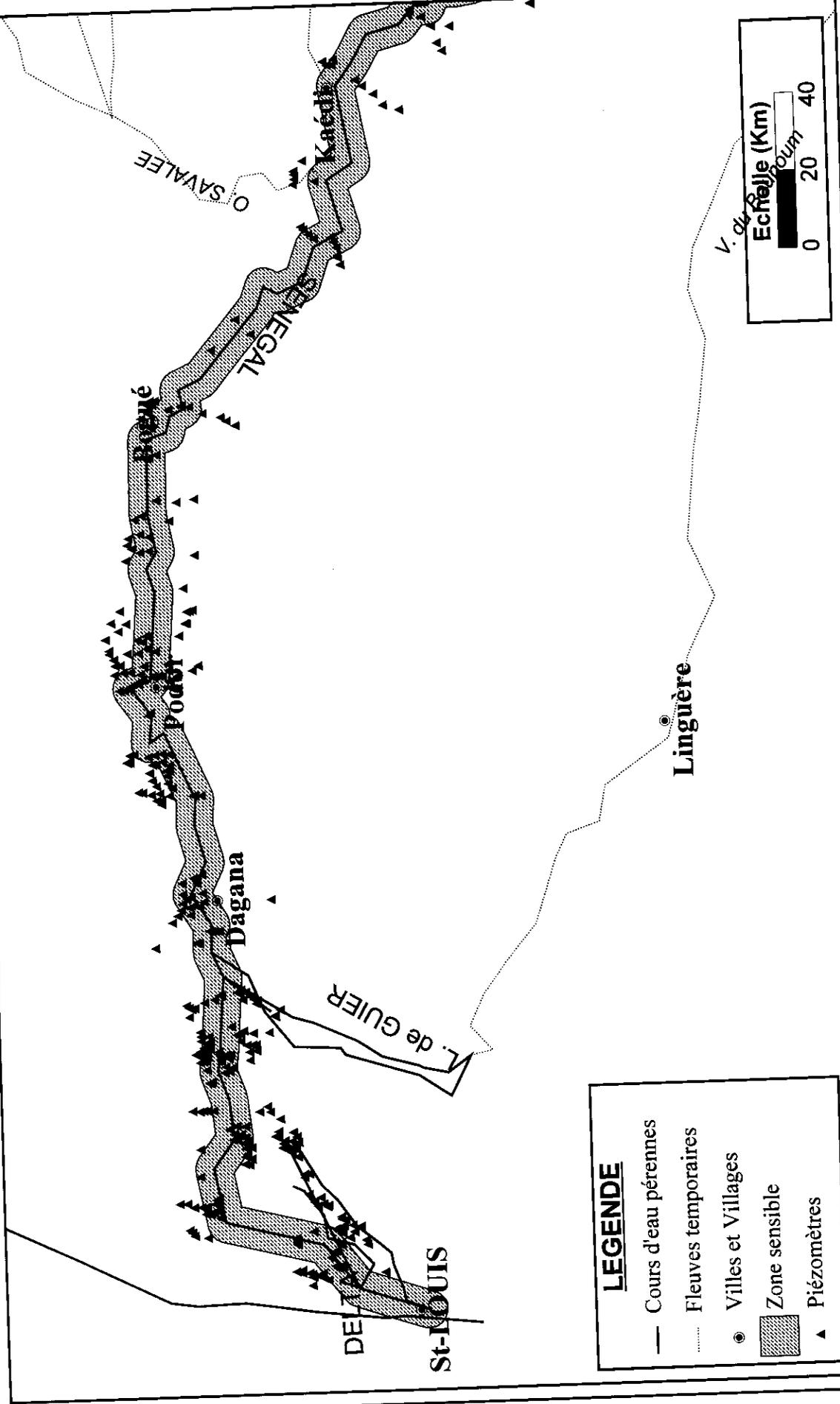
réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)



SIG OMVS

Réseau piézométrique dans la vallée du fleuve Sénégal (Zone sensible)

réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)



LEGENDE

- Cours d'eau pérennes
- Fleuves temporaires
- Villes et Villages
- ▨ Zone sensible
- ▲ Piézomètres

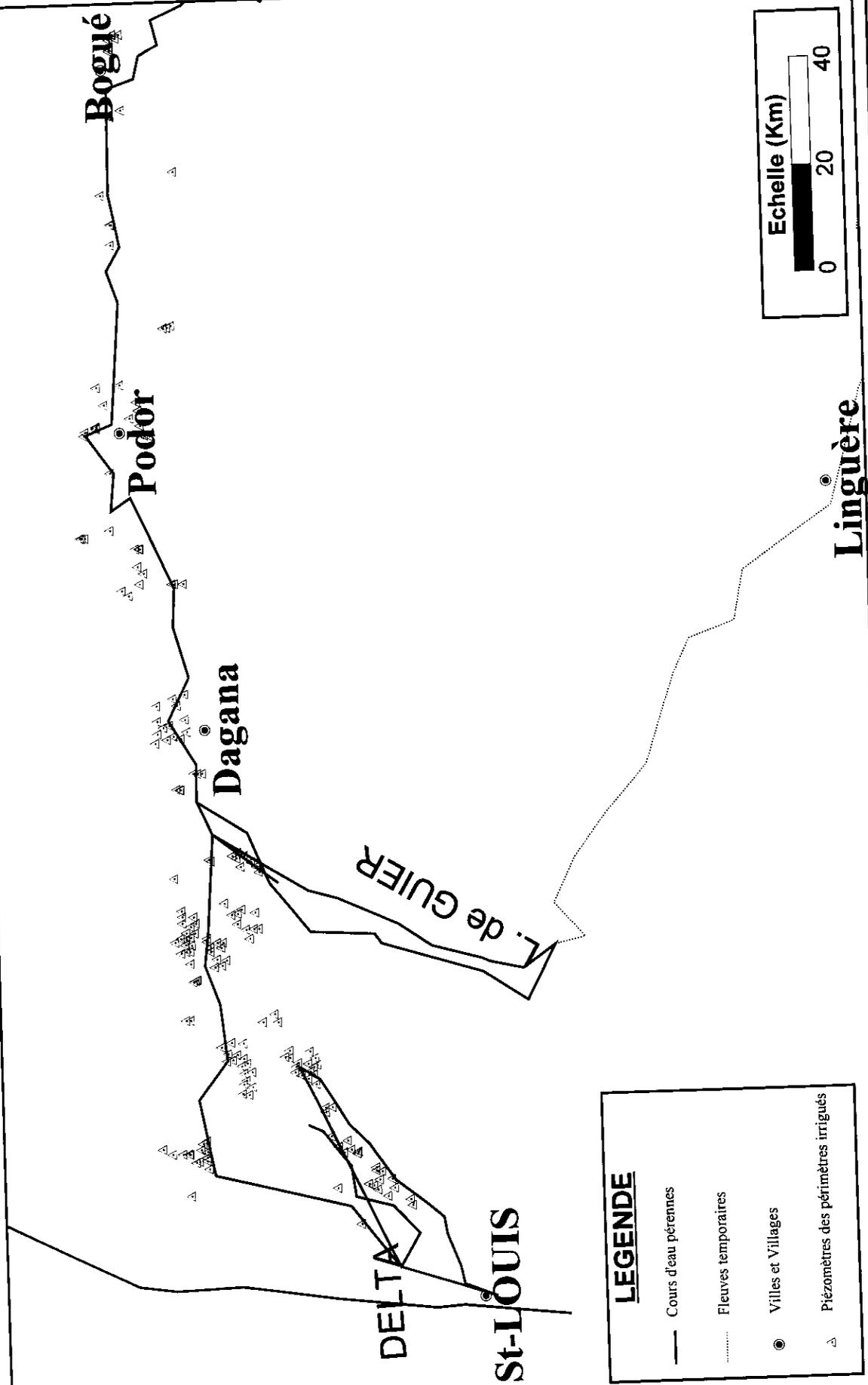
Linguère

Echelle (Km)
0 20 40

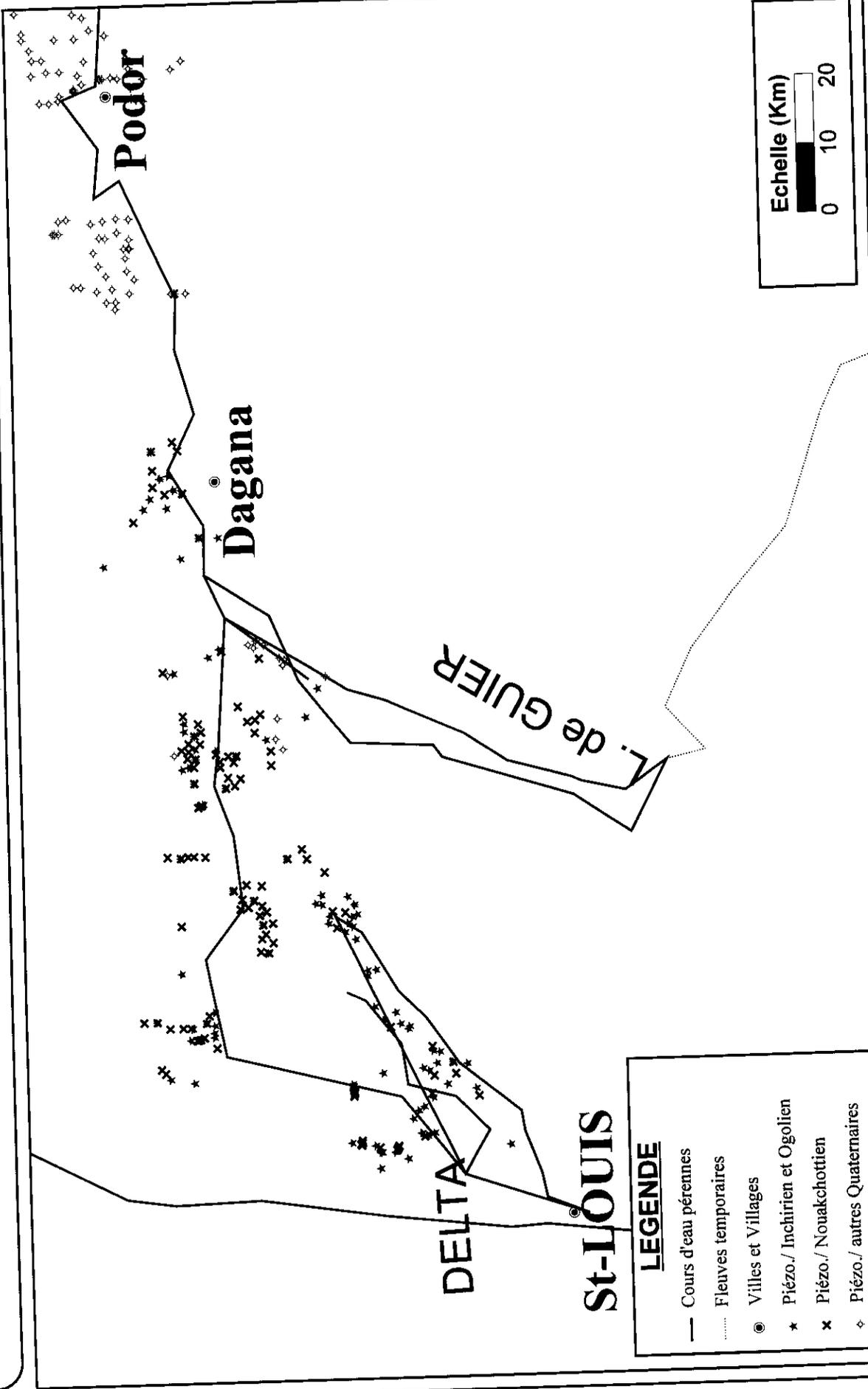
SIG OMVS

Piézomètres situés dans un périmètre irrigué

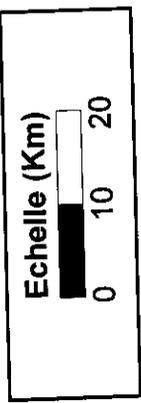
réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)



SIG OMVS
Piezomètres rattachés aux formations du Quaternaire (Partie Ouest)
réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)



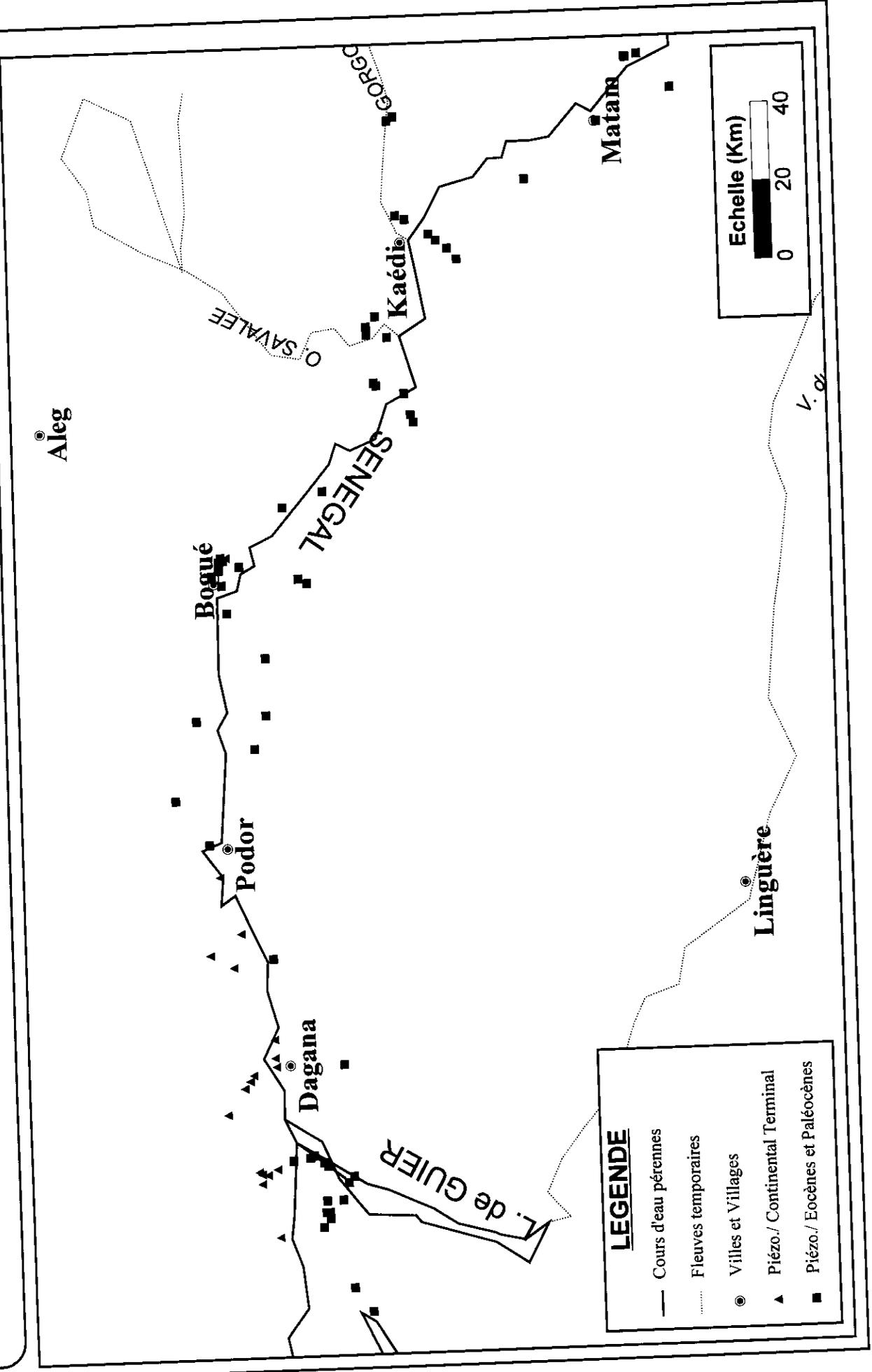
- LEGENDE**
- Cours d'eau pérennes
 - Fleuves temporaires
 - Villes et Villages
 - ★ Piézo./ Inchrinien et Ogolien
 - × Piézo./ Nouakchottien
 - ◇ Piézo./ autres Quaternaires



SIG OMVS

Piezomètres rattachés aux formations du Tertiaire

réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)



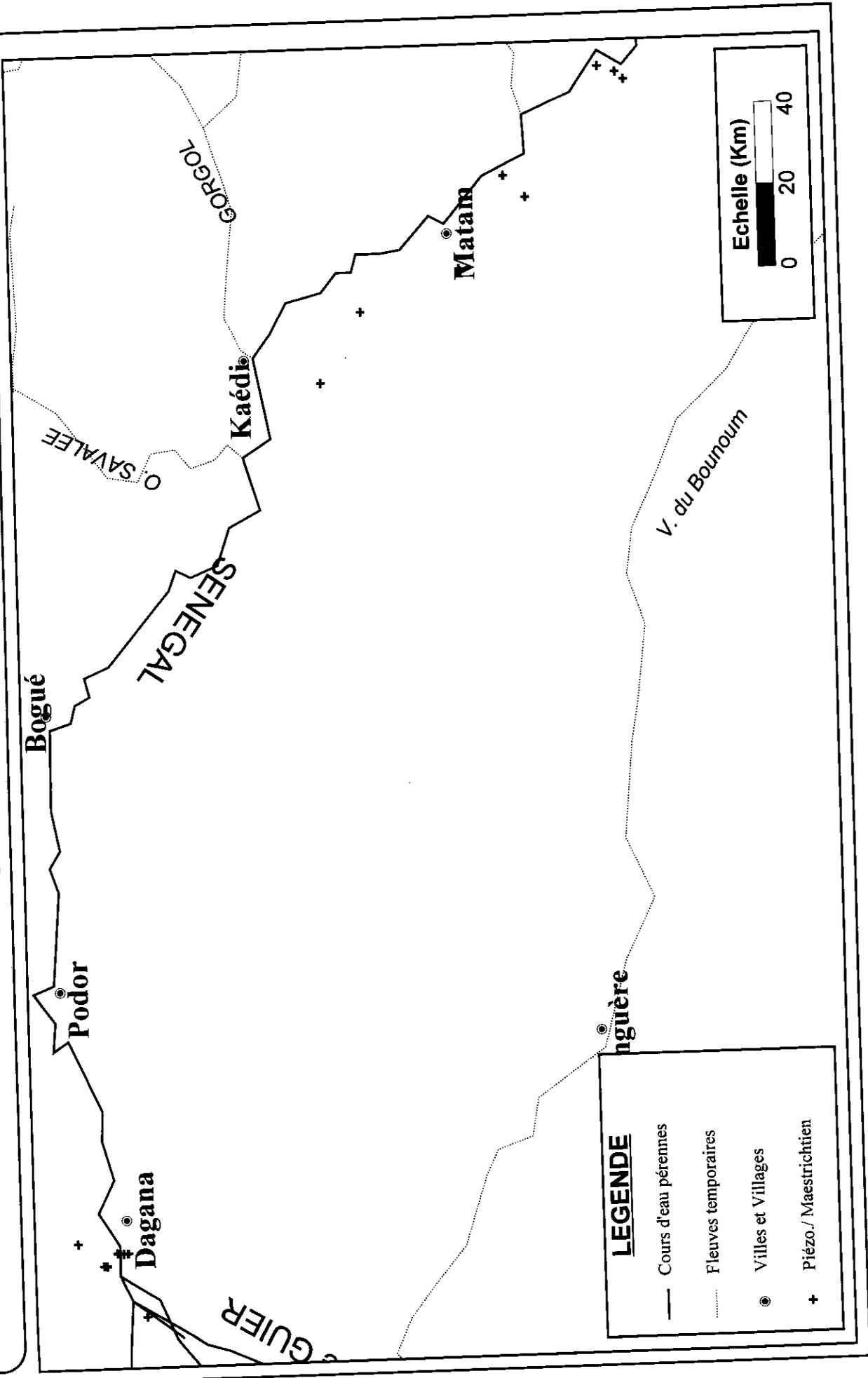
- LEGENDE**
- Cours d'eau pérennes
 - Fleuves temporaires
 - Villes et Villages
 - ▲ Piézo. / Continental Terminal
 - Piézo. / Eocènes et Paléocènes



SIG OMVS

Piézomètres rattachés aux formations du Maestrichtien

réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)



SIG OMVS

Formations Géologiques dans la vallée du fleuve Sénégal (Partie Ouest)

réalisé par Camille DANSOU (EIER - Juin 1998)

LEGENDE

— Cours d'eau pérennes

..... Fleuves temporaires

○ Villes et Villages

Quaternaire / Nouakchottien

Quaternaire / Inchirien et Ogolien

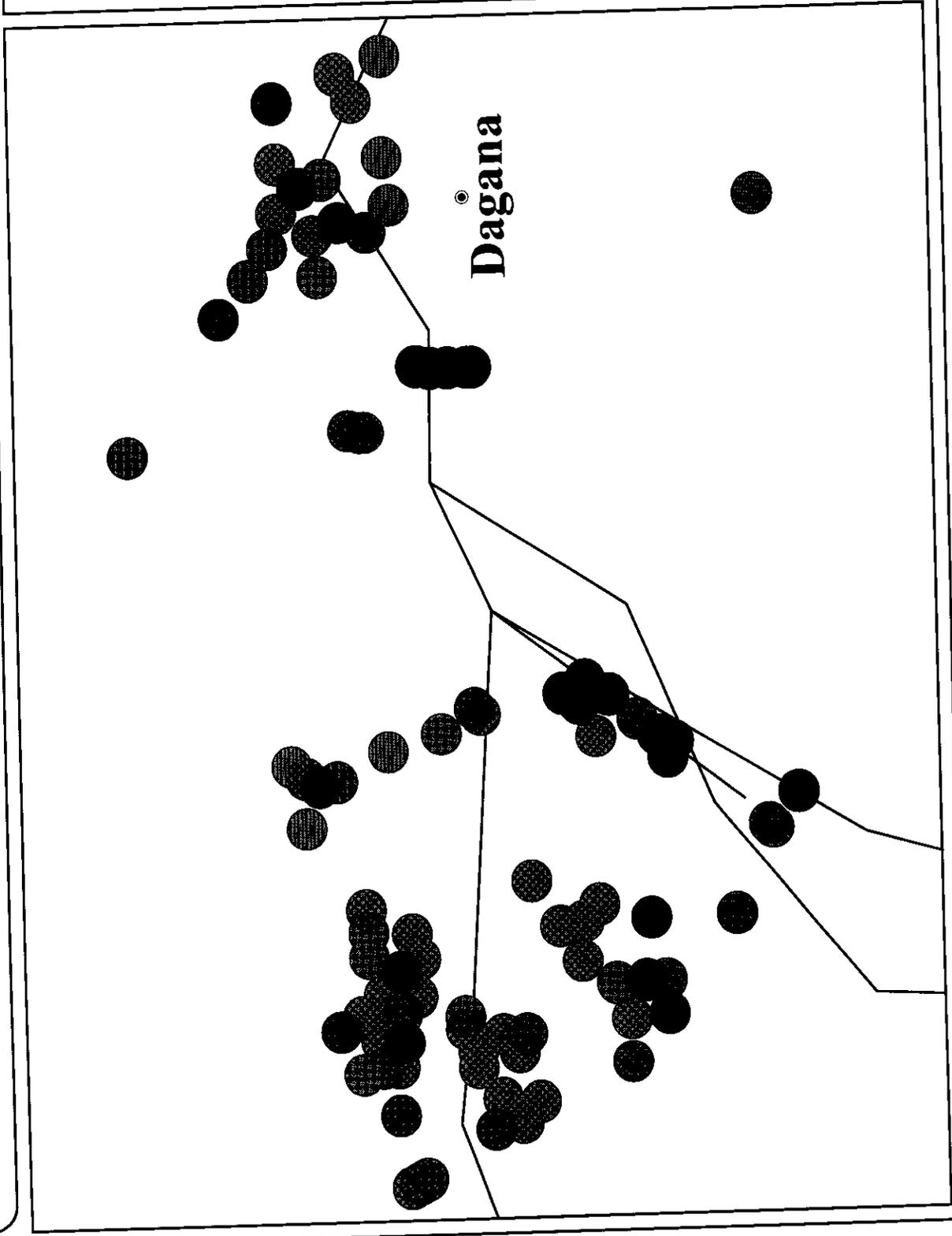
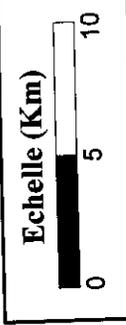
Tertiaire / Continental Terminal

Tertiaire / Eocène et Paléocène

Secondaire / Maestrichien

Autres Quaternaires

• Autres localités



ANNEXE B:
FORMULAIRES ET GRAPHIQUES

MENU GENERAL (FORMULAIRE de DEMARRAGE)

**SYSTEME DE SUITES DES RESSOURCES EN EAU
DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL**

CARACTERISTIQUES GENERALES DES
PIEZOMETRES

COURBES DE VARIATION DE PROFONDEUR
TOTALE DES PIEZOMETRES

PARAMETRES DE VISITES MENSUELLES

COURBES DE VARIATION DU NIVEAU
PIEZOMETRIQUE

COUPES GEOLOGIQUES

RELEVÉ PLUVIOMETRIQUE PAR STATION

QUITTER

VARIATION DU NIVEAU D'EAU DANS LE FLEUVE
SENEGAL

CARACTERISTIQUES GENERALES DES PIEZOMETRES.

DA0001	1330
	275
Mauritanie	IN
349000	P
1799000	
2,201	
06	
2C	
1987	
HP	
3383	
3,531	

DA0002	1220
	134
Mauritanie	IN
349000	P
1797000	
1,636	
06	
2C	
1987	
HP	
2300	
2,856	

PARAMETRES DE VISITES MENSUELLES

IDENTIFIANT	DA0001	NUMERO		NO. BYE	7
NUMERO	18	DATE		OBS	
DATE	03/12/87				
HEURE	13.35				
ANNEE	0				
	3.43				
	0.101				
	0		N		
	40.39		N		
	1		N		
	1		N		
	1				

IDENTIFIANT	DA0001	NUMERO		NO. BYE	7
NUMERO	19	DATE		OBS	
DATE	15/12/87				
HEURE	12.37				
ANNEE	0				
	3.5				
	0.031				
	0		N		
	40.43		N		
	1		N		
	1		N		
	1				

N° PIEZOMETRE:

GA0051

PROFONDEUR:

5.7

LOCALITE:

érimètre BOUNDOU

Prof. CREPINE

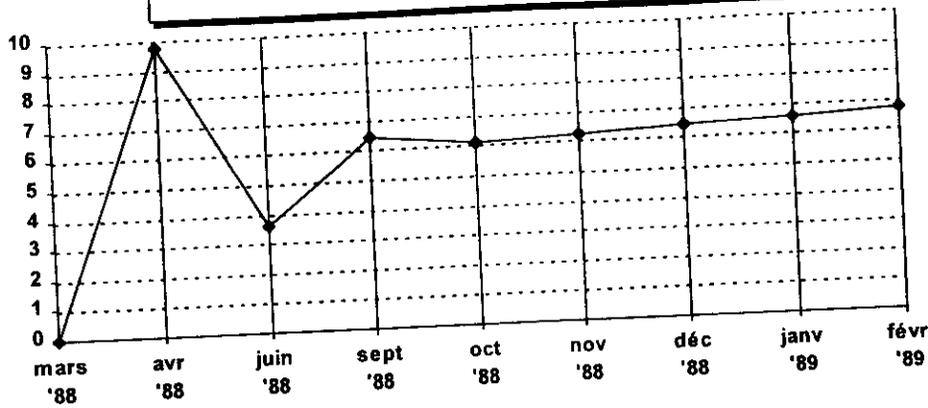
ELEVATION / IGN:

2.387

COUPE GEOLOGIQUE

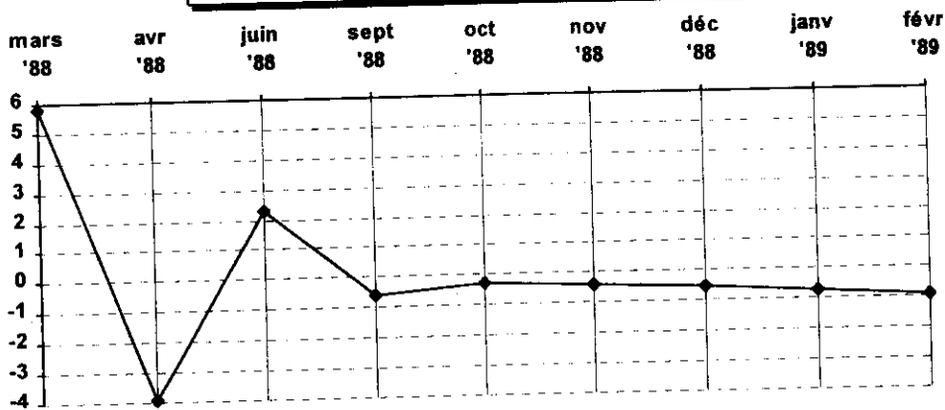
PROFONDEUR	NATURE	DESCRIPTION
0		
0.25	Silt	ACT; JA; SABLEUX; AN. GRANULAIRE
2	SILT	PNK; JA; ARGILEUX
3	SABLE FIN	NK; NO
5	SABLE FIN	NK; NO; SILTEUX + COQUILLAGES; AN. GRANU.
6	SABLE FIN	NK; NO; ARGILEUX

COURBE DE VARIATION DE NIVEAU PIEZOMETRIQUE



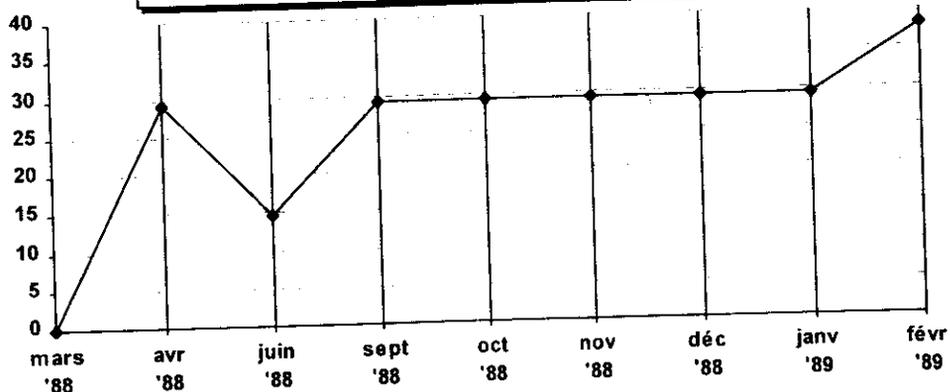
P.430.
N° GA0188

COURBE DE VARIATION DE L'ISOPIEZE

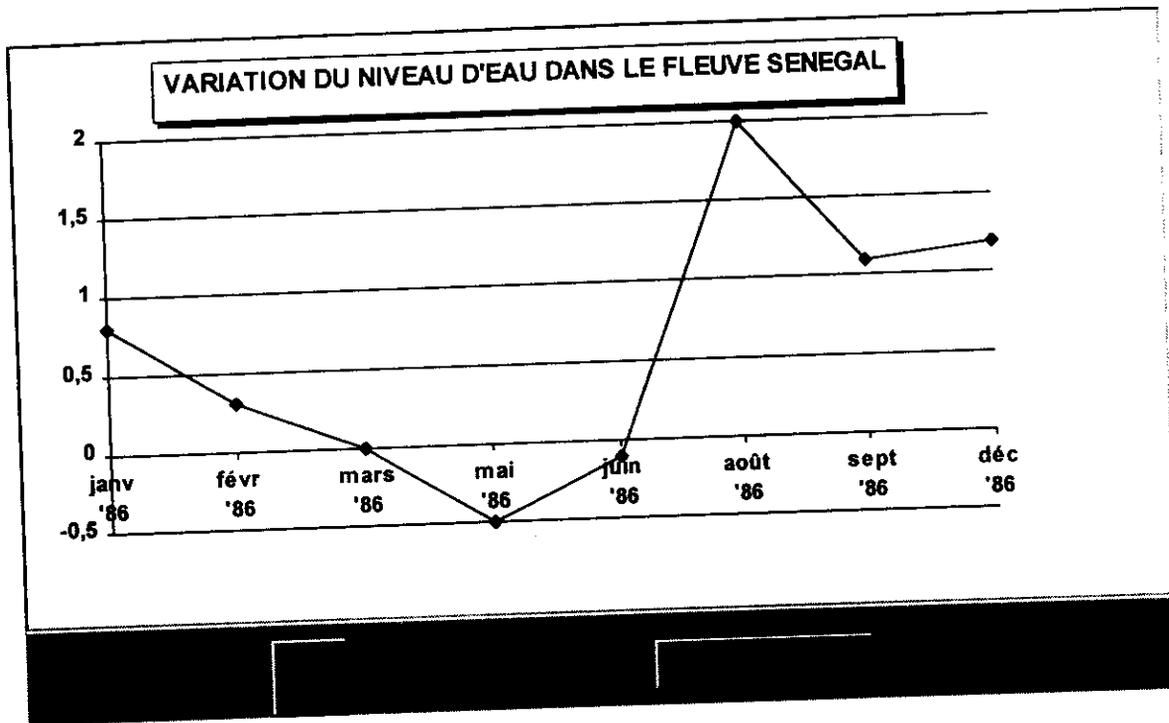


GA0188

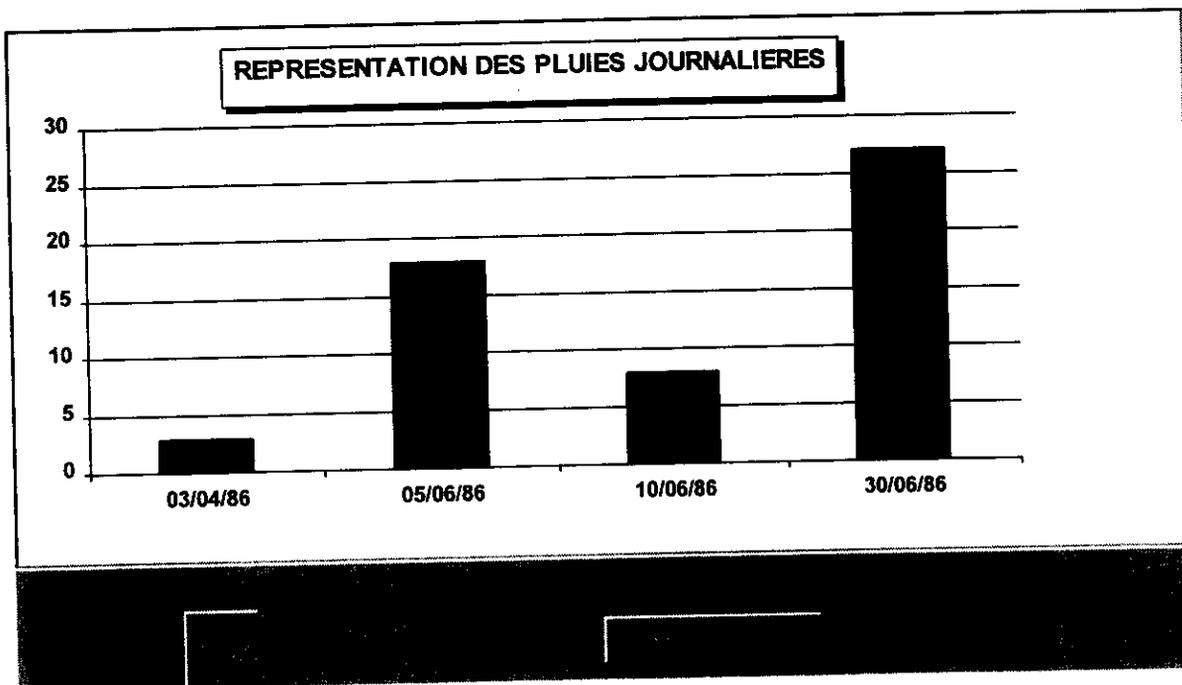
COURBE DE VARIATION DE LA PROFONDEUR TOTALE



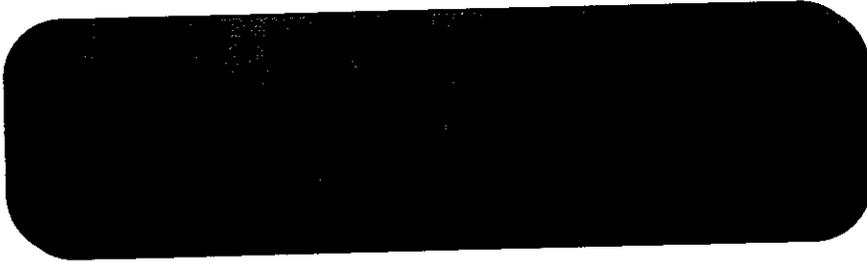
GA0188

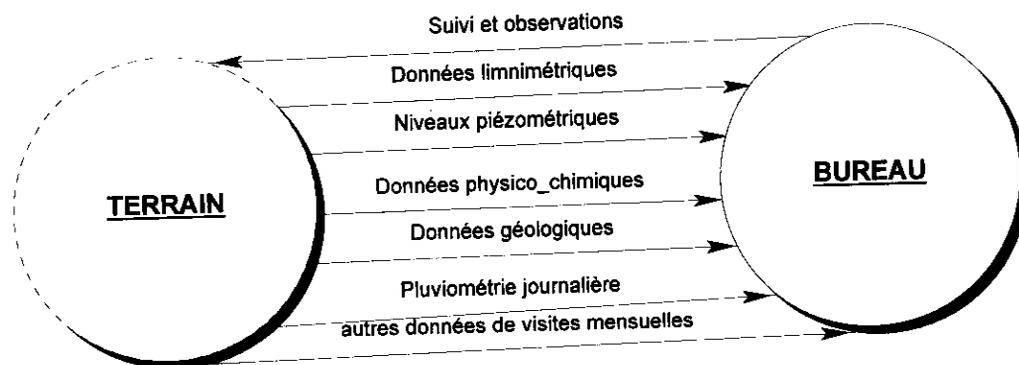


(Données arbitraires)



(Données arbitraires)



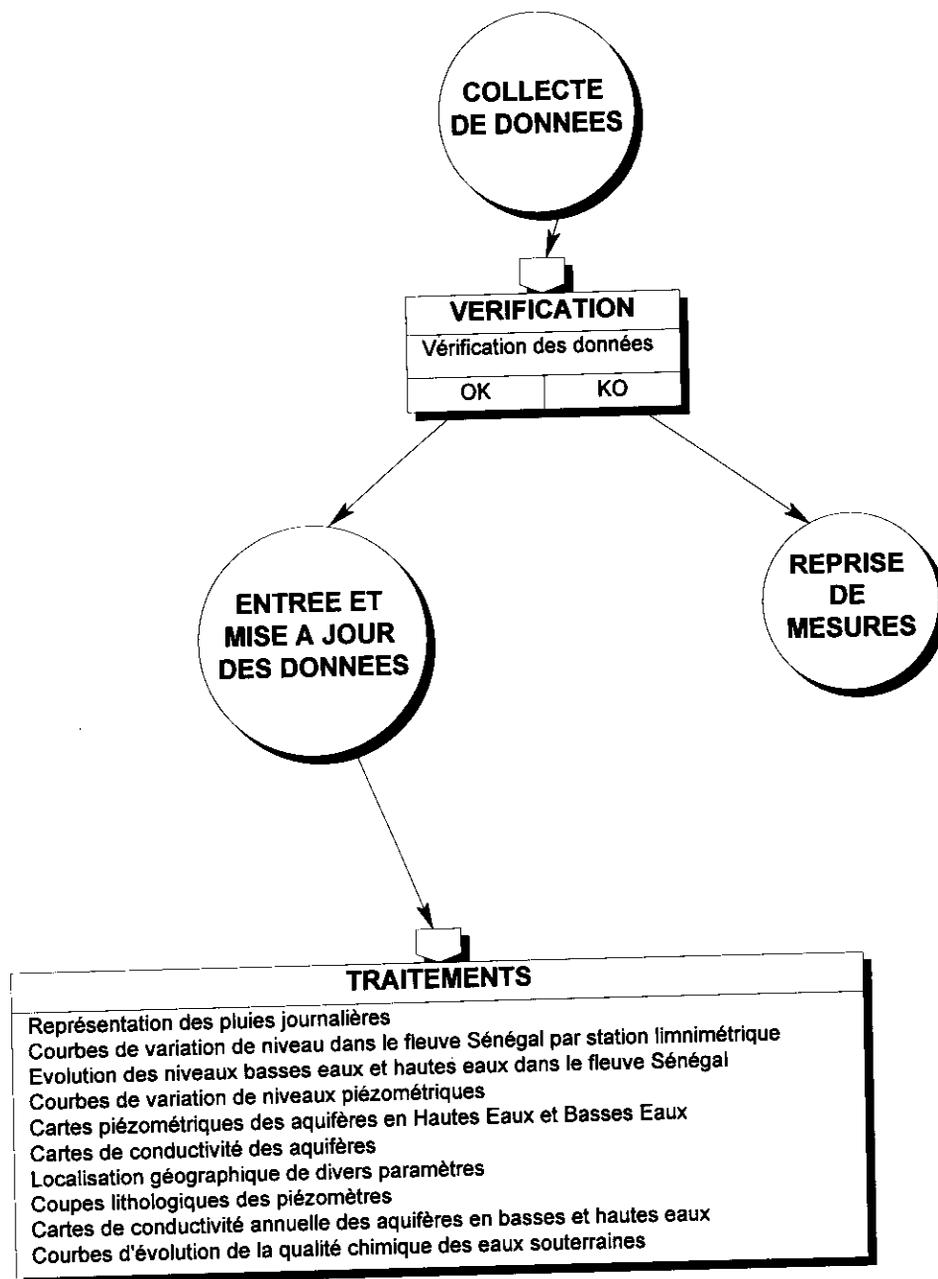


Modèle Conceptuel de Communication

Projet : SIG OMVS

Modèle: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Auteur : Camille DANSOU Version: 01 01/06/98



Modèle Conceptuel de Traitements		
Projet : SIG OMVS		
Modèle: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS		
Auteur : Camille DANSOU	Version: 01	01/06/98

Rapport MCD

LISTE DES INFORMATIONS

Nom	Code	Type
Année	ANNEE	D
Année_niv	ANNEE_NIV	N4
Aspect	ASPECT	N1
CA	CA	N9,3
Code analyse	CODE_ANALYSE	A10
Code_Géol	CODE_GEOL	A3
Code_Géom	CODE_GEOM	A3
Code_Limni	CODE_LIMNI	N2
Code_litho	CODE_LITHO	NO3
Code_ref	CODE_REF	NO4
Code_station	CODE_STATION	N2
Codetype	CODETYPE	A2
Cond_ref	COND_REF	N7,1
Conductivité	CONDUCTIVITE	N7
Couleur	COULEUR	N9
Cultures	CULTURES	A30
Date de prélèvement	DATE_DE_PRELEVEMENT	D
Date_analyse	DATE_ANALYSE	D
Date_dev	DATE_DEV	D
Date_implantation	DATE_IMPLANTATION	D
Date_ref	DATE_REF	D
Date_visite	DATE_VISITE	D
date1	DATE1	D
date2	DATE2	D
Desc_Géol	DESC_GEOL	A55
Desc_géom	DESC_GEOM	A90
Description	DESCRIPTION	A30
Diam_intérieur	DIAM_INTERIEUR	N4
Donnée lim	DONNEE_LIM	N7,3
Données journalières	DONNEES_JOURNALIERES	N3
Doses_irrig	DOSES_IRRIG	A30
Elrep_IGN	ELREP_IGN	N7,3
Engrais	ENGRAIS	A30
Gout	GOUT	N1
ID_OUV	ID_OUV	A6
Inondé	INONDE	N1
Irrigué	IRRIGUE	N1
Isopièze	ISOPIEZE	N7
Long_crepine	LONG_CREPINE	N4
MG	MG	N9,3
Mois du Max	MOIS_DU_MAX	N2
Mois du Min	MOIS_DU_MIN	N2
MTUX	MTUX	N10,1
MTUY	MTUY	N10,1
N°_Essai	N_ESSAI	A10
N°_Rotation	N_ROTATION	N3
Nature	NATURE	A30
Nbre_mesures	NBRE_MESURES	N2
Niv_max	NIV_MAX	N3,2
Niv_min	NIV_MIN	N3,2
Niv_ref	NIV_REF	N4
Nom_communauté	NOM_COMMUNAUTE	A15
Nom_fleuve	NOM_FLEUVE	A30
Nom_Lim	NOM_LIM	A30
Nom_localité	NOM_LOCALITE	A30
Nom_périm	NOM_PERIM	A30
Nom_station	NOM_STATION	A20
Pays	PAYS	A30
PH	PH	N4
PH_ref	PH_REF	N4,1
Prof_crepine	PROF_CREPINE	N4
Prof_eau	PROF_EAU	N5
Prof_ouv	PROF_OUV	N4
Prof_toit	PROF_TOIT	N4
Prof_total	PROF_TOTAL	N5
Profondeur	PROFONDEUR	N3,1
Responsable	RESPONSABLE	A1
Sal_ref	SAL_REF	N5,1
Salinité	SALINITE	N5
Strate_crepine	STRATE_CREPINE	A30
Superficie	SUPERFICIE	N4,2

Modèle Conceptuel de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Nom	Code	Type
TA	TA	N9,3
TAC	TAC	N9,3
Temp_ref	TEMP_REF	N4,1
Température	TEMPERATURE	N4
TH	TH	N9,3
Type_sols	TYPE_SOLS	A30
Variation	VARIATION	N3,2
Zone_inond	ZONE_INOND	A1

LISTE DES ENTITES

Nom	Code
ANALYSE	ANALYSE
ANALYSE CHIMIQUE	ANALYSE_CHIMIQUE
ANALYSE PHYSIQUE	ANALYSE_PHYSIQUE
DONNEE LIM	DONNEE_LIM
ESSAI_POMP	ESSAI_POMP
GEOLOGIE	GEOLOGIE
GEOMORPHOLOGIE	GEOMORPHOLOGIE
LIMNIMETRE	LIMNIMETRE
LITHOLOGIE	LITHOLOGIE
LOCALITES	LOCALITES
NIVEAU_EAU	NIVEAU_EAU
OUVRAGE	OUVRAGE
PERIMETRE	PERIMETRE
PIEZOMETRE	PIEZOMETRE
PLUVIOMETRIE	PLUVIOMETRIE
PUITS	PUITS
REFERENCES	REFERENCES
STATION METEO	STATION_METEO
VISIT_MENS	VISIT_MENS

LISTE DES ASSOCIATIONS

Nom	Code	Nombre
AVOIR	AVOIR	0
CAPTER	CAPTER	0
DECRIRE	DECRIRE	0
EFFECTUER	EFFECTUER	0
LOCAL_LIM	LOCAL_LIM	0
LOCAL_METEO	LOCAL_METEO	0
LOCAL_OUV	LOCAL_OUV	0
MESURER	MESURER	0
REALISER	REALISER	0
RELEVER1	RELEVER1	0
RELEVER2	RELEVER2	0
SITUER	SITUER	0
STRATE	STRATE	0
VISITER	VISITER	0

INFORMATIONS DES ENTITES

Entité ANALYSE

Nom :	ANALYSE
Code :	ANALYSE
Libellé :	Analyses effectuées sur l'eau prélevée dans l'ouvrage
Nombre :	Générer table : Non

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Code analyse	CODE_ANALYSE	A10	Oui	Oui
Date de prélèvement	DATE_DE_PRELEVEMENT	D	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
EFFECTUER	EFFECTUER	1,n	Non
->OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non

Entité ANALYSE CHIMIQUE

Nom :	ANALYSE CHIMIQUE
Code :	ANALYSE_CHIMIQUE
Libellé :	Analyse chimique de l'eau prélevée
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Date_analyse	DATE_ANALYSE	D	Non	Oui
Responsable	RESPONSABLE	A1	Non	Non
TA	TA	N9,3	Non	Non
TAC	TAC	N9,3	Non	Non
TH	TH	N9,3	Non	Non
CA	CA	N9,3	Non	Non
MG	MG	N9,3	Non	Non

Entité ANALYSE PHYSIQUE

Nom :	ANALYSE PHYSIQUE
Code :	ANALYSE_PHYSIQUE
Libellé :	Analyse physique de l'eau prélevée
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Température	TEMPERATURE	N4	Non	Non
Conductivité	CONDUCTIVITE	N7	Non	Non
Salinité	SALINITE	N5	Non	Non
PH	PH	N4	Non	Non
Aspect	ASPECT	N1	Non	Non
Gout	GOUT	N1	Non	Non
Couleur	COULEUR	N9	Non	Non

Entité DONNEE LIM

Nom :	DONNEE LIM
Code :	DONNEE_LIM
Libellé :	Données limnimétriques
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
date1	DATE1	D	Oui	Oui
Donnée lim	DONNEE_LIM	N7,3	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
RELEVER1	RELEVER1	0,1	Non
->LIMNIMETRE	LIMNIMETRE	0,n	Non

Entité ESSAI_POMP

Nom :	ESSAI_POMP
Code :	ESSAI_POMP
Libellé :	Essai de perméabilité
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
N°_Essai	N_ESSAI	A10	Oui	Oui

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
REALISER	REALISER	1,n	Non
->OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non

Entité GEOLOGIE

Nom :	GEOLOGIE
Code :	GEOLOGIE
Libellé :	Unités géologiques auxquelles sont rattachés les ouvrages
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Code_Géol	CODE_GEOL	A3	Oui	Oui
Desc_Géol	DESC_GEOL	A55	Non	Non
Prof_toit	PROF_TOIT	N4	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
CAPTER	CAPTER	0,n	Non
->PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	0,1	Non

Entité GEOMORPHOLOGIE

Nom :	GEOMORPHOLOGIE
Code :	GEOMORPHOLOGIE
Libellé :	Descriptions géomorphologiques des unités géologiques
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Code_Géom	CODE_GEOM	A3	Oui	Oui
Desc_géom	DESC_GEOM	A90	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
DECRIRE	DECRIRE	0,n	Non
->PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	0,1	Non

Entité LIMNIMETRE

Nom :	LIMNIMETRE
Code :	LIMNIMETRE
Libellé :	Caractéristiques générales des limnimètres
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Code_Limni	CODE_LIMNI	N2	Oui	Oui
Nom_Lim	NOM_LIM	A30	Non	Non
Nom_fleuve	NOM_FLEUVE	A30	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
RELEVER1	RELEVER1	0,n	Non
->DONNEE LIM	DONNEE_LIM	0,1	Non
LOCAL_LIM	LOCAL_LIM	0,1	Non
->LOCALITES	LOCALITES	0,n	Non

Entité LITHOLOGIE

Nom :	LITHOLOGIE
Code :	LITHOLOGIE
Libellé :	
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Code_litho	CODE_LITHO	N03	Oui	Oui
Nature	NATURE	A30	Non	Non
Description	DESCRIPTION	A30	Non	Non

Modèle Conceptuel de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
STRATE	STRATE	0,n	Non
->PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	1,n	Non

Entité LOCALITES

Nom :	LOCALITES
Code :	LOCALITES
Libellé :	
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Nom_localité	NOM_LOCALITE	A30	Oui	Oui
Pays	PAYS	A30	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
LOCAL_OUV	LOCAL_OUV	0,n	Non
->OUVRAGE	OUVRAGE	0,1	Non
LOCAL_LIM	LOCAL_LIM	0,n	Non
->LIMNIMETRE	LIMNIMETRE	0,1	Non
LOCAL_METEO	LOCAL_METEO	0,n	Non
->STATION METEO	STATION_METEO	0,1	Non

Entité NIVEAU_EAU

Nom :	NIVEAU_EAU
Code :	NIVEAU_EAU
Libellé :	Variations de niveaux piézométriques
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Année_niv	ANNEE_NIV	N4	Oui	Oui
Nbre_mesures	NBRE_MESURES	N2	Non	Non
Niv_min	NIV_MIN	N3,2	Non	Non
Niv_max	NIV_MAX	N3,2	Non	Non
Mois du Min	MOIS_DU_MIN	N2	Non	Non
Mois du Max	MOIS_DU_MAX	N2	Non	Non
Variation	VARIATION	N3,2	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
MESURER	MESURER	0,n	Non
->OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non

Entité OUVRAGE

Nom :	OUVRAGE
Code :	OUVRAGE
Libellé :	Ouvrages de captage (piézomètres et puits)
Nombre :	Générer table : Non

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
ID_OUV	ID_OUV	A6	Oui	Oui
MTUX	MTUX	N10,1	Non	Non
MTUY	MTUY	N10,1	Non	Non
Elrep_IGN	ELREP_IGN	N7,3	Non	Non
Prof_ouv	PROF_OUV	N4	Non	Non
Année	ANNEE	D	Non	Non
Date_dev	DATE_DEV	D	Non	Non
Codetype	CODETYPE	A2	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
VISITER	VISITER	0,n	Non
->VISIT_MENS	VISIT_MENS	1,n	Non
REALISER	REALISER	0,n	Non
->ESSAI_POMP	ESSAI_POMP	1,n	Non
MESURER	MESURER	0,n	Non
->NIVEAU_EAU	NIVEAU_EAU	0,n	Non
EFFECTUER	EFFECTUER	0,n	Non
->ANALYSE	ANALYSE	1,n	Non
AVOIR	AVOIR	0,1	Non
->REFERENCES	REFERENCES	0,n	Non
LOCAL_OUV	LOCAL_OUV	0,1	Non
->LOCALITES	LOCALITES	0,n	Non

Entité PERIMETRE

Nom :	PERIMETRE
Code :	PERIMETRE
Libellé :	Périmètre irrigué sur lequel se situe l'ouvrage
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Nom_périm	NOM_PERIM	A30	Oui	Oui
Superficie	SUPERFICIE	N4,2	Non	Non
Cultures	CULTURES	A30	Non	Non
Type_sols	TYPE_SOLS	A30	Non	Non
Doses_irrig	DOSES_IRRIG	A30	Non	Non
Engrais	ENGRAIS	A30	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
SITUER	SITUER	0,n	Non
->PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	0,n	Non

Entité PIEZOMETRE

Nom :	PIEZOMETRE
Code :	PIEZOMETRE
Libellé :	Piézomètres de suivi
Nombre :	Générer table : Oui

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Date_implantation	DATE_IMPLANTATION	D	Non	Non
Long_crepine	LONG_CREPINE	N4	Non	Non
Prof_crepine	PROF_CREPINE	N4	Non	Non
Strate_crepine	STRATE_CREPINE	A30	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
CAPTER	CAPTER	0,1	Non
->GEOLOGIE	GEOLOGIE	0,n	Non
DECRIRE	DECRIRE	0,1	Non
->GEOMORPHOLOGIE	GEOMORPHOLOGIE	0,n	Non
STRATE	STRATE	1,n	Non
->LITHOLOGIE	LITHOLOGIE	0,n	Non
SITUER	SITUER	0,n	Non
->PERIMETRE	PERIMETRE	0,n	Non

Entité PLUVIOMETRIE

Nom :	PLUVIOMETRIE
Code :	PLUVIOMETRIE
Libellé :	Pluviométrie journalière
Nombre :	Générer table : Oui

Modèle Conceptuel de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
date2	DATE2	D	Oui	Oui
Données journalières	DONNEES_JOURNALIERES	N3	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
RELEVER2	RELEVER2	0,1	Non
->STATION METEO	STATION_METEO	0,n	Non

Entité PUIITS

Nom :	PUIITS	Générer table :	Oui
Code :	PUIITS		
Libellé :	Puits villageois		
Nombre :			

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Nom_communauté	NOM_COMMUNAUTE	A15	Non	Non
Zone_inond	ZONE_INOND	A1	Non	Non
Diam_intérieur	DIAM_INTERIEUR	N4	Non	Non

Entité REFERENCES

Nom :	REFERENCES	Générer table :	Oui
Code :	REFERENCES		
Libellé :	Paramètres de référence de l'ouvrage		
Nombre :			

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Code_ref	CODE_REF	NO4	Oui	Oui
Date_ref	DATE_REF	D	Non	Non
Temp_ref	TEMP_REF	N4,1	Non	Non
Cond_ref	COND_REF	N7,1	Non	Non
Sal_ref	SAL_REF	N5,1	Non	Non
PH_ref	PH_REF	N4,1	Non	Non
Niv_ref	NIV_REF	N4	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
AVOIR	AVOIR	0,n	Non
->OUVRAGE	OUVRAGE	0,1	Non

Entité STATION METEO

Nom :	STATION METEO	Générer table :	Oui
Code :	STATION_METEO		
Libellé :	Station météorologique		
Nombre :			

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
Code_station	CODE_STATION	N2	Oui	Oui
Nom_station	NOM_STATION	A20	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
RELEVER2	RELEVER2	0,n	Non
->PLUVIOMETRIE	PLUVIOMETRIE	0,1	Non
LOCAL_METEO	LOCAL_METEO	0,1	Non
->LOCALITES	LOCALITES	0,n	Non

Entité VISIT_MENS

Nom :	VISIT_MENS	Générer table :	Oui
Code :	VISIT_MENS		
Libellé :	Visite mensuelle des ouvrages		
Nombre :			

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	I	O
N°_Rotation	N_ROTATION	N3	Oui	Oui
Date_visite	DATE_VISITE	D	Non	Non
Prof_eau	PROF_EAU	N5	Non	Non
Prof_total	PROF_TOTAL	N5	Non	Non
Isopièze	ISOPIEZE	N7	Non	Non
Inondé	INONDE	N1	Non	Non
Irrigué	IRRIGUE	N1	Non	Non

Liste des références

Association -> Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
VISITER	VISITER	1,n	Non
->OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non

INFORMATIONS DES ASSOCIATIONS

Association AVOIR

Nom :	AVOIR
Code :	AVOIR
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
OUVRAGE	OUVRAGE	0,1	Non
REFERENCES	REFERENCES	0,n	Non

Association CAPTER

Nom :	CAPTER
Code :	CAPTER
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
GEOLOGIE	GEOLOGIE	0,n	Non
PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	0,1	Non

Association DECRIRE

Nom :	DECRIRE
Code :	DECRIRE
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
GEOMORPHOLOGIE	GEOMORPHOLOGIE	0,n	Non
PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	0,1	Non

Association EFFECTUER

Nom :	EFFECTUER
Code :	EFFECTUER
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
ANALYSE	ANALYSE	1,n	Non
OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non

Association LOCAL_LIM

Nom :	LOCAL_LIM
Code :	LOCAL_LIM
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
LIMNIMETRE	LIMNIMETRE	0,1	Non
LOCALITES	LOCALITES	0,n	Non

Association LOCAL_METEO

Nom :	LOCAL_METEO
Code :	LOCAL_METEO
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
LOCALITES	LOCALITES	0,n	Non
STATION METEO	STATION_METEO	0,1	Non

Association LOCAL_OUV

Nom :	LOCAL_OUV
Code :	LOCAL_OUV
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
OUVRAGE	OUVRAGE	0,1	Non
LOCALITES	LOCALITES	0,n	Non

Association MESURER

Nom :	MESURER
Code :	MESURER
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
NIVEAU_EAU	NIVEAU_EAU	0,n	Non
OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non

Association REALISER

Nom :	REALISER
Code :	REALISER
Libellé :	Essai de pompage
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non
ESSAI_POMP	ESSAI_POMP	1,n	Non

Association RELEVER1

Nom :	RELEVER1
Code :	RELEVER1
Libellé :	
Nombre :	

Modèle Conceptuel de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
LIMNIMETRE	LIMNIMETRE	0,n	Non
DONNEE LIM	DONNEE LIM	0,1	Non

Association RELEVER2

Nom :	RELEVER2
Code :	RELEVER2
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
STATION METEO	STATION_METEO	0,n	Non
PLUVIOMETRIE	PLUVIOMETRIE	0,1	Non

Association SITUER

Nom :	SITUER
Code :	SITUER
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	0,n	Non
PERIMETRE	PERIMETRE	0,n	Non

Association STRATE

Nom :	STRATE
Code :	STRATE
Libellé :	
Nombre :	

Liste des propriétés

Nom	Code	Type	U
Profondeur	PROFONDEUR	N3,1	Non

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	1,n	Non
LITHOLOGIE	LITHOLOGIE	0,n	Non

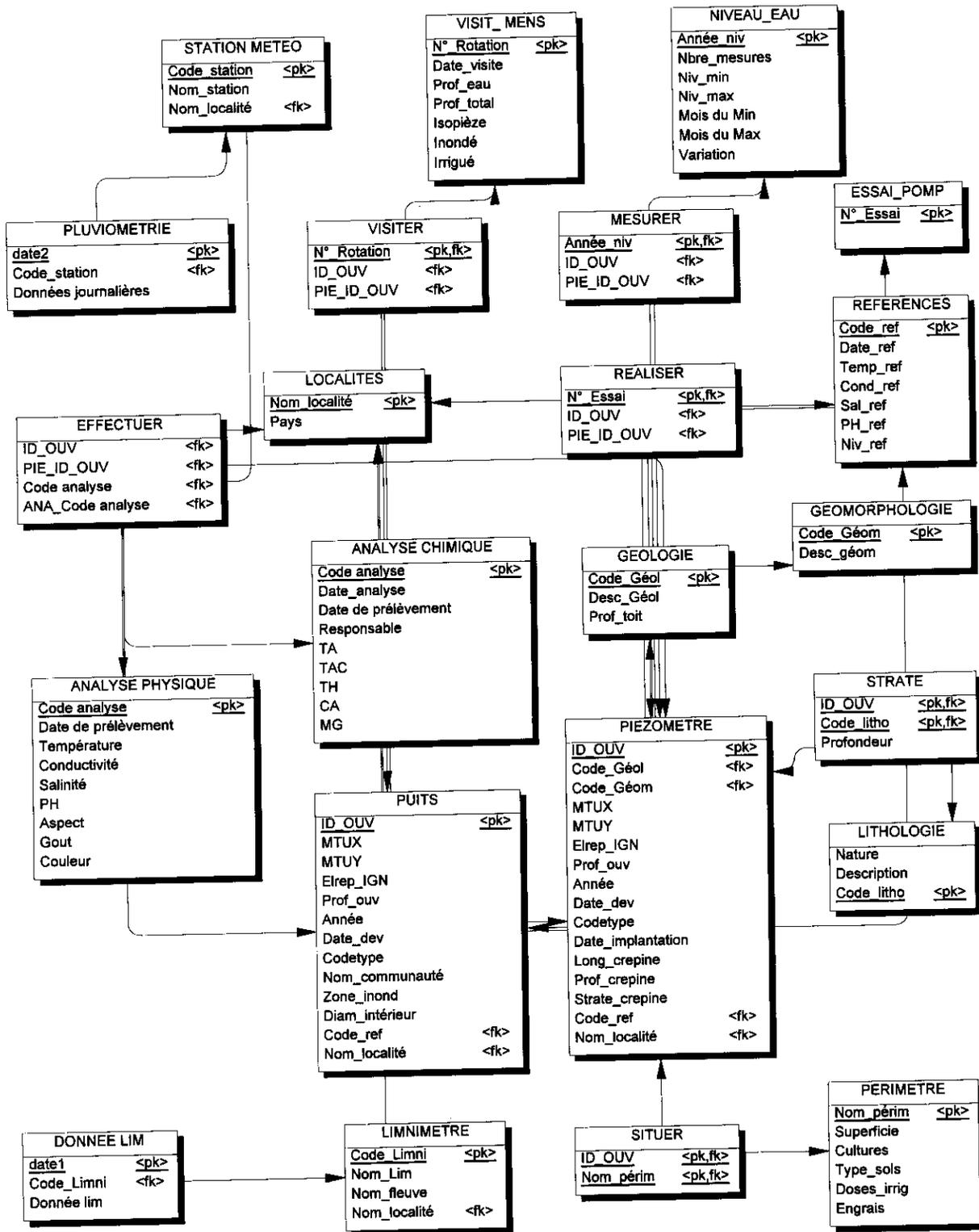
Association VISITER

Nom :	VISITER
Code :	VISITER
Libellé :	
Nombre :	

Liste des références

Entité (Lien)	Code	Card.	Dép.
OUVRAGE	OUVRAGE	0,n	Non
VISIT_MENS	VISIT_MENS	1,n	Non

Rapport MPD



Modèle physique de données

Projet : SIG OMVS	
Modèle : SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS	
Auteur : Camille DANSOU	Version: 1 30/05/98

Listes des objets

Liste des tables

Nom	Code	Nombre
ANALYSE CHIMIQUE	ANALYSE_CHIMIQUE	0
ANALYSE PHYSIQUE	ANALYSE_PHYSIQUE	0
DONNEE LIM	DONNEE_LIM	0
EFFECTUER	EFFECTUER	0
ESSAI_POMP	ESSAI_POMP	0
GEOLOGIE	GEOLOGIE	0
GEOMORPHOLOGIE	GEOMORPHOLOGIE	0
LIMNIMETRE	LIMNIMETRE	0
LITHOLOGIE	LITHOLOGIE	0
LOCALITES	LOCALITES	0
MESURER	MESURER	0
NIVEAU_EAU	NIVEAU_EAU	0
PERIMETRE	PERIMETRE	0
PIEZOMETRE	PIEZOMETRE	0
PLUVIOMETRIE	PLUVIOMETRIE	0
PUITS	PUITS	0
REALISER	REALISER	0
REFERENCES	REFERENCES	0
SITUER	SITUER	0
STATION METEO	STATION_METEO	0
STRATE	STRATE	0
VISIT_MENS	VISIT_MENS	0
VISITER	VISITER	0

Informations des tables

Table ANALYSE CHIMIQUE

Nom :	ANALYSE CHIMIQUE
Code :	ANALYSE_CHIMIQUE
Libellé :	Analyse chimique de l'eau prélevée
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité ANALYSE_CHIMIQUE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
CA	CA	Single	Non	Non
Code analyse	CODE_ANALYSE	Text(10)	Oui	Oui
Date de prélèvement	DATE_DE_PRELEVEMENT	DateTime	Non	Non
Date_analyse	DATE_ANALYSE	DateTime	Non	Oui
MG	MG	Single	Non	Non
Responsable	RESPONSABLE	Text(1)	Non	Non
TA	TA	Single	Non	Non
TAC	TAC	Single	Non	Non
TH	TH	Single	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
ANALYSE_CHIMIQUE_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_ANALYSE	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
EFFECTUER	CODE_ANALYSE	ANA_CODE_ANALYSE

Table ANALYSE PHYSIQUE

Nom :	ANALYSE PHYSIQUE
Code :	ANALYSE_PHYSIQUE
Libellé :	Analyse physique de l'eau prélevée
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité ANALYSE_PHYSIQUE

Modèle Physique de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Aspect	ASPECT	Integer	Non	Non
Code analyse	CODE_ANALYSE	Text(10)	Oui	Oui
Conductivité	CONDUCTIVITE	Integer	Non	Non
Couleur	COULEUR	Integer	Non	Non
Date de prélèvement	DATE_DE_PRELEVEMENT	DateTime	Non	Non
Gout	GOUT	Integer	Non	Non
PH	PH	Integer	Non	Non
Salinité	SALINITE	Integer	Non	Non
Température	TEMPERATURE	Integer	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
ANALYSE_PHYSIQUE_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_ANALYSE	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
EFFECTUER	CODE_ANALYSE	CODE_ANALYSE

Table DONNEE LIM

Nom :	DONNEE LIM
Code :	DONNEE_LIM
Libellé :	Données limnimétriques
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité DONNEE_LIM

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_Limni	CODE_LIMNI	Integer	Non	Oui
date1	DATE1	DateTime	Oui	Oui
Donnée lim	DONNEE_LIM	Single	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
DONNEE_LIM_PK	Oui	Non	Oui	Non	DATE1	ASC
EST_FOURNIE_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_LIMNI	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
LIMNIMETRE	CODE_LIMNI	CODE_LIMNI

Table EFFECTUER

Nom :	EFFECTUER
Code :	EFFECTUER
Libellé :	
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Association EFFECTUER

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
ANA_Code analyse	ANA_CODE_ANALYSE	Text(10)	Non	Non
Code analyse	CODE_ANALYSE	Text(10)	Non	Non
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Non	Non
PIE_ID_OUV	PIE_ID_OUV	Text(6)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
REF_9342_FK	Non	Oui	Non	Non	ID_OUV	ASC
REF_9349_FK	Non	Oui	Non	Non	PIE_ID_OUV	ASC
REF_9353_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_ANALYSE	ASC
REF_9357_FK	Non	Oui	Non	Non	ANA_CODE_ANALYSE	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
PUITS PIEZOMETRE ANALYSE_PHYSIQUE ANALYSE_CHIMIQUE	ID_OUV ID_OUV CODE_ANALYSE CODE_ANALYSE	ID_OUV PIE_ID_OUV CODE_ANALYSE ANA_CODE_ANALYSE

Table ESSAI_POMP

Nom :	ESSAI_POMP
Code :	ESSAI_POMP
Libellé :	Essai de perméabilité
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité ESSAI_POMP

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
N°_Essai	N_ESSAI	Text(10)	Oui	Oui

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
ESSAI_DE_POMPAGE_PK	Oui	Non	Oui	Non	N_ESSAI	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
REALISER	N_ESSAI	N_ESSAI

Table GEOLOGIE

Nom :	GEOLOGIE
Code :	GEOLOGIE
Libellé :	Unités géologiques auxquelles sont rattachés les ouvrages
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité GEOLOGIE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_Géol	CODE_GEOL	Text(3)	Oui	Oui
Desc_Géol	DESC_GEOL	Text(55)	Non	Non
Prof_toit	PROF_TOIT	Integer	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
GEOLOGIE_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_GEOL	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
PIEZOMETRE	CODE_GEOL	CODE_GEOL

Table GEOMORPHOLOGIE

Nom :	GEOMORPHOLOGIE
Code :	GEOMORPHOLOGIE
Libellé :	Descriptions géomorphologiques des unités géologiques
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité GEOMORPHOLOGIE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_Géom	CODE_GEOM	Text(3)	Oui	Oui
Desc_géom	DESC_GEOM	Text(90)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
GEOMORPHOLOGIE_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_GEOM	ASC

Modèle Physique de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
PIEZOMETRE	CODE_GEOM	CODE_GEOM

Table LIMNIMETRE

Nom :	LIMNIMETRE
Code :	LIMNIMETRE
Libellé :	Caractéristiques générales des limnimètres
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité LIMNIMETRE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_Limni	CODE_LIMNI	Integer	Oui	Oui
Nom_fleuve	NOM_FLEUVE	Text(30)	Non	Non
Nom_Lim	NOM_LIM	Text(30)	Non	Non
Nom_localité	NOM_LOCALITE	Text(30)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
LIMNIMETRE_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_LIMNI	ASC
LOCAL_LIM_FK	Non	Oui	Non	Non	NOM_LOCALITE	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
LOCALITES	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
DONNEE_LIM	CODE_LIMNI	CODE_LIMNI

Table LITHOLOGIE

Nom :	LITHOLOGIE
Code :	LITHOLOGIE
Libellé :	
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité LITHOLOGIE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_litho	CODE_LITHO	Counter	Oui	Oui
Description	DESCRIPTION	Text(30)	Non	Non
Nature	NATURE	Text(30)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
LITHOLOGIE_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_LITHO	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
STRATE	CODE_LITHO	CODE_LITHO

Table LOCALITES

Nom :	LOCALITES
Code :	LOCALITES
Libellé :	
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité LOCALITES

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Nom_localité	NOM_LOCALITE	Text(30)	Oui	Oui
Pays	PAYS	Text(30)	Non	Non

Modèle Physique de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
LOCALITES_PK	Oui	Non	Oui	Non	NOM_LOCALITE	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
LIMNIMETRE	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE
STATION_METEO	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE
PUITS	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE
PIEZOMETRE	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE

Table MESURER

Nom :	MESURER
Code :	MESURER
Libellé :	
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Association MESURER

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Année_niv	ANNEE_NIV	Integer	Oui	Oui
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Non	Non
PIE_ID_OUV	PIE_ID_OUV	Text(6)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
MESURER_PK	Oui	Oui	Oui	Non	ANNEE_NIV	ASC
REF_9341_FK	Non	Oui	Non	Non	ID_OUV	ASC
REF_9348_FK	Non	Oui	Non	Non	PIE_ID_OUV	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
NIVEAU_EAU	ANNEE_NIV	ANNEE_NIV
PUITS	ID_OUV	ID_OUV
PIEZOMETRE	ID_OUV	PIE_ID_OUV

Table NIVEAU_EAU

Nom :	NIVEAU_EAU
Code :	NIVEAU_EAU
Libellé :	Variations de niveaux piézométriques
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité NIVEAU_EAU

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Année_niv	ANNEE_NIV	Integer	Oui	Oui
Mois du Max	MOIS_DU_MAX	Integer	Non	Non
Mois du Min	MOIS_DU_MIN	Integer	Non	Non
Nbre_mesures	NBRE_MESURES	Integer	Non	Non
Niv_max	NIV_MAX	Single	Non	Non
Niv_min	NIV_MIN	Single	Non	Non
Variation	VARIATION	Single	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
NIVEAU_D_EAU_PK	Oui	Non	Oui	Non	ANNEE_NIV	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
MESURER	ANNEE_NIV	ANNEE_NIV

Table PERIMETRE

Nom :	PERIMETRE
Code :	PERIMETRE
Libellé :	Périmètre irrigué sur lequel se situe l'ouvrage
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité PERIMETRE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Cultures	CULTURES	Text(30)	Non	Non
Doses_irrig	DOSES_IRRIG	Text(30)	Non	Non
Engrais	ENGRAIS	Text(30)	Non	Non
Nom_périm	NOM_PERIM	Text(30)	Oui	Oui
Superficie	SUPERFICIE	Single	Non	Non
Type_sols	TYPE_SOLS	Text(30)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
PERIMETRE_PK	Oui	Non	Oui	Non	NOM_PERIM	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
SITUER	NOM_PERIM	NOM_PERIM

Table PIEZOMETRE

Nom :	PIEZOMETRE
Code :	PIEZOMETRE
Libellé :	Piézomètres de suivi
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité PIEZOMETRE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Année	ANNEE	DateTime	Non	Non
Code_Géol	CODE_GEOL	Text(3)	Non	Non
Code_Géom	CODE_GEOM	Text(3)	Non	Non
Code_ref	CODE_REF	Longinteger	Non	Non
Codetype	CODETYPE	Text(2)	Non	Non
Date_dev	DATE_DEV	DateTime	Non	Non
Date_implantation	DATE_IMPLANTATION	DateTime	Non	Non
Elrep_IGN	ELREP_IGN	Single	Non	Non
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Oui	Oui
Long_crepine	LONG_CREPINE	Integer	Non	Non
MTUX	MTUX	Single	Non	Non
MTUY	MTUY	Single	Non	Non
Nom_localité	NOM_LOCALITE	Text(30)	Non	Non
Prof_crepine	PROF_CREPINE	Integer	Non	Non
Prof_ouv	PROF_OUV	Integer	Non	Non
Strate_crepine	STRATE_CREPINE	Text(30)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
CAPTE_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_GEOL	ASC
DECRIRE_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_GEOM	ASC
PIEZOMETRE_PK	Oui	Non	Oui	Non	ID_OUV	ASC
REF_11937_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_REF	ASC
REF_12642_FK	Non	Oui	Non	Non	NOM_LOCALITE	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
GEOLOGIE	CODE_GEOL	CODE_GEOL
GEOMORPHOLOGIE	CODE_GEOM	CODE_GEOM
REFERENCES	CODE_REF	CODE_REF
LOCALITES	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE

Modèle Physique de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
STRATE	ID_OUV	ID_OUV
SITUER	ID_OUV	ID_OUV
VISITER	ID_OUV	PIE_ID_OUV
REALISER	ID_OUV	PIE_ID_OUV
MESURER	ID_OUV	PIE_ID_OUV
EFFECTUER	ID_OUV	PIE_ID_OUV

Table PLUVIOMETRIE

Nom :	PLUVIOMETRIE
Code :	PLUVIOMETRIE
Libellé :	Pluviométrie journalière
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité PLUVIOMETRIE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_station	CODE_STATION	Integer	Non	Oui
date2	DATE2	DateTime	Oui	Oui
Données journalières	DONNEES_JOURNALIERES	Integer	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
EST_RELEVÉE_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_STATION	ASC
PLUVIOMETRIE_PK	Oui	Non	Oui	Non	DATE2	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
STATION_METEO	CODE_STATION	CODE_STATION

Table PUIITS

Nom :	PUIITS
Code :	PUIITS
Libellé :	Puits villageois
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité PUIITS

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Année	ANNEE	DateTime	Non	Non
Code_ref	CODE_REF	LongInteger	Non	Non
Codetype	CODETYPE	Text(2)	Non	Non
Date_dev	DATE_DEV	DateTime	Non	Non
Diam_intérieur	DIAM_INTERIEUR	Integer	Non	Non
Elrep_IGN	ELREP_IGN	Single	Non	Non
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Oui	Oui
MTUX	MTUX	Single	Non	Non
MTUY	MTUY	Single	Non	Non
Nom_communauté	NOM_COMMUNAUTE	Text(15)	Non	Non
Nom_localité	NOM_LOCALITE	Text(30)	Non	Non
Prof_ouv	PROF_OUV	Integer	Non	Non
Zone_inond	ZONE_INOND	Text(1)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
PUIITS_PK	Oui	Non	Oui	Non	ID_OUV	ASC
REF_11929_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_REF	ASC
REF_12633_FK	Non	Oui	Non	Non	NOM_LOCALITE	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
REFERENCES	CODE_REF	CODE_REF
LOCALITES	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
VISITER	ID_OUV	ID_OUV
REALISER	ID_OUV	ID_OUV
MESURER	ID_OUV	ID_OUV
EFFECTUER	ID_OUV	ID_OUV

Table REALISER

Nom :	REALISER
Code :	REALISER
Libellé :	Essai de pompage
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Association REALISER

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Non	Non
N°_Essai	N_ESSAI	Text(10)	Oui	Oui
PIE_ID_OUV	PIE_ID_OUV	Text(6)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
REALISER_PK	Oui	Oui	Oui	Non	N_ESSAI	ASC
REF_9340_FK	Non	Oui	Non	Non	ID_OUV	ASC
REF_9347_FK	Non	Oui	Non	Non	PIE_ID_OUV	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
ESSAI_POMP	N_ESSAI	N_ESSAI
PUITS	ID_OUV	ID_OUV
PIEZOMETRE	ID_OUV	PIE_ID_OUV

Table REFERENCES

Nom :	REFERENCES
Code :	REFERENCES
Libellé :	Paramètres de référence de l'ouvrage
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité REFERENCES

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_ref	CODE_REF	Counter	Oui	Oui
Cond_ref	COND_REF	Single	Non	Non
Date_ref	DATE_REF	DateTime	Non	Non
Niv_ref	NIV_REF	Integer	Non	Non
PH_ref	PH_REF	Single	Non	Non
Sal_ref	SAL_REF	Single	Non	Non
Temp_ref	TEMP_REF	Single	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
REFERENCES_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_REF	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
PUITS	CODE_REF	CODE_REF
PIEZOMETRE	CODE_REF	CODE_REF

Table SITUER

Nom :	SITUER
Code :	SITUER
Libellé :	
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Association SITUER

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Oui	Oui
Nom_périm	NOM_PERIM	Text(30)	Oui	Oui

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
LIEN_1112_FK	Non	Oui	Non	Non	ID_OUV	ASC
LIEN_1113_FK	Non	Oui	Non	Non	NOM_PERIM	ASC
LOCALISER_PK	Oui	Non	Oui	Non	ID_OUV NOM_PERIM	ASC ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
PIEZOMETRE	ID_OUV	ID_OUV
PERIMETRE	NOM_PERIM	NOM_PERIM

Table STATION METEO

Nom :	STATION METEO
Code :	STATION_METEO
Libellé :	Station météorologique
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité STATION_METEO

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_station	CODE_STATION	Integer	Oui	Oui
Nom_localité	NOM_LOCALITE	Text(30)	Non	Non
Nom_station	NOM_STATION	Text(20)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
LOCAL_METEO_FK	Non	Oui	Non	Non	NOM_LOCALITE	ASC
STATION_METEO_PK	Oui	Non	Oui	Non	CODE_STATION	ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
LOCALITES	NOM_LOCALITE	NOM_LOCALITE

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
PLUVIOMETRIE	CODE_STATION	CODE_STATION

Table STRATE

Nom :	STRATE
Code :	STRATE
Libellé :	
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Association STRATE

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Code_litho	CODE_LITHO	LongInteger	Oui	Oui
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Oui	Oui
Profondeur	PROFONDEUR	Single	Non	Non

Modèle Physique de Données: SYSTEME D'INFORMATION DE L'OMVS

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
LIEN_1106_FK	Non	Oui	Non	Non	ID_OUV	ASC
LIEN_1107_FK	Non	Oui	Non	Non	CODE_LITHO	ASC
SITUER_PK	Oui	Non	Oui	Non	ID_OUV CODE_LITHO	ASC ASC

Liste des références à

Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
PIEZOMETRE	ID_OUV	ID_OUV
LITHOLOGIE	CODE_LITHO	CODE_LITHO

Table VISIT_MENS

Nom :	VISIT_MENS
Code :	VISIT_MENS
Libellé :	Visite mensuelle des ouvrages
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Entité VISIT_MENS

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
Date_visite	DATE_VISITE	DateTime	Non	Non
Inondé	INONDE	Integer	Non	Non
Irrigué	IRRIGUE	Integer	Non	Non
Isopièze	ISOPIEZE	Integer	Non	Non
N°_Rotation	N_ROTATION	Integer	Oui	Oui
Prof_eau	PROF_EAU	Integer	Non	Non
Prof_total	PROF_TOTAL	Integer	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
VISITE_MENSUELLE_PK	Oui	Non	Oui	Non	N_ROTATION	ASC

Liste des références de

Référence de	Clé primaire	Clé étrangère
VISITER	N_ROTATION	N_ROTATION

Table VISITER

Nom :	VISITER
Code :	VISITER
Libellé :	
Nombre :	
Contrainte de clé primaire :	
Source :	Association VISITER

Liste des colonnes

Nom	Code	Type	P	O
ID_OUV	ID_OUV	Text(6)	Non	Non
N°_Rotation	N_ROTATION	Integer	Oui	Oui
PIE_ID_OUV	PIE_ID_OUV	Text(6)	Non	Non

Liste des index

Code de l'index	P	E	U	C	Code de colonne	Tri
REF_9339_FK	Non	Oui	Non	Non	ID_OUV	ASC
REF_9346_FK	Non	Oui	Non	Non	PIE_ID_OUV	ASC
VISITER_PK	Oui	Oui	Oui	Non	N_ROTATION	ASC

Liste des références à

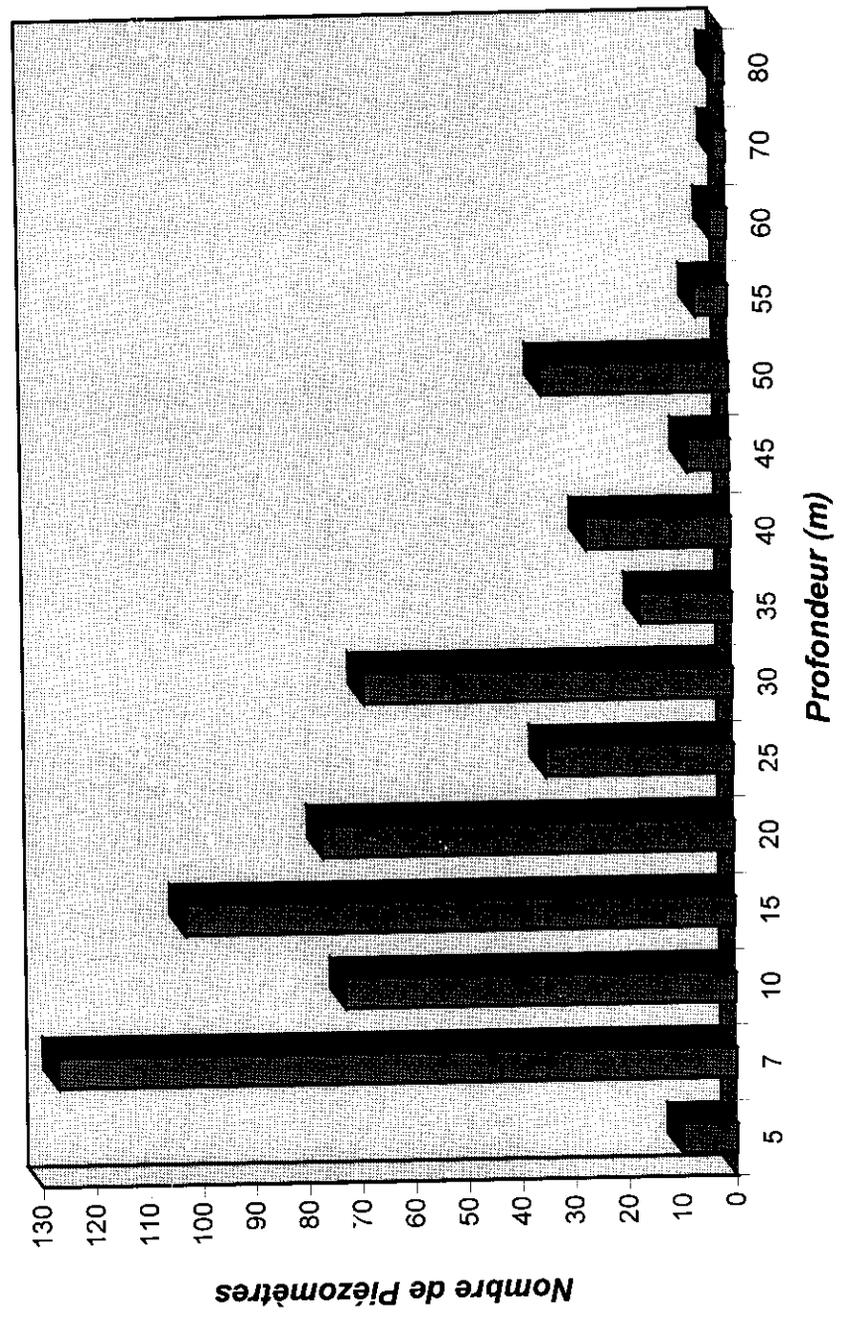
Référence à	Clé primaire	Clé étrangère
VISIT_MENS	N_ROTATION	N_ROTATION
PUITS	ID_OUV	ID_OUV
PIEZOMETRE	ID_OUV	PIE_ID_OUV



RESEAU PIEZOMETRIQUE DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL

Profondeur (m)	Piezomètres
0	
5	10
7	127
10	73
15	103
20	77
25	35
30	69
35	17
40	27
45	8
50	35
55	6
60	3
70	2
80	2
Total	594

Distribution des piézomètres par classe de profondeur



IDOUV	NOMLOCAL	NOMCOMR	PAYS	X	Y	Z	MTUY	ELREPIGN	ELREPSOL	PROFOUV	NSNDREF	IDZ00M	CODE50M	ANNEE	TYPOUV	CODETYP	GEOLID	GEOMID	ZONINOND
DA0001			Mauritanie	349000.0	349.0	1799.0	1799.0	2.201	3.531	1330	3383	275 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0002			Mauritanie	349000.0	349.0	1797.0	1797.0	1.636	2.856	1220	2300	134 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0003			Mauritanie	348000.0	348.0	1795.0	1795.0	1.413	2.523	1110	1900	155 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0004	quit		Mauritanie	350000.0	350.0	1800.0	1800.0	1.740	3.010	1270	2850	193 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0005			Mauritanie	350500.0	350.5	1803.6	1803.6	1.494	2.774	1300	2774	424 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0008			Mauritanie	349700.0	349.7	1779.3	1779.3	1.917	3.137	1220	1382	302 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0009			Mauritanie	349700.0	349.7	1793.0	1793.0	2.266	3.586	1320	854	205 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0010			Mauritanie	346700.0	346.7	1793.0	1793.0	1.747	2.967	1220	3456	228 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0013			Mauritanie	346700.0	346.7	1799.0	1799.0	1.902	3.162	1260	3490	243 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0015			Mauritanie	349300.0	349.3	1796.7	1796.7	1.777	3.117	1340	550	114 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0017			Mauritanie	349300.0	349.3	1796.7	1796.6	1.828	2.831	1203	650	101 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0018			Mauritanie	349500.0	349.5	1796.0	1796.5	1.633	2.787	1154	650	80 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0019			Mauritanie	349700.0	349.7	1795.0	1795.5	1.602	2.852	1250	650	80 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0021			Mauritanie	348700.0	348.7	1793.0	1793.3	1.747	2.967	1220	3456	228 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0022			Mauritanie	346700.0	346.7	1799.0	1799.3	1.902	3.162	1260	3490	243 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0023			Mauritanie	349300.0	349.3	1796.7	1796.6	1.828	2.831	1203	650	114 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0024			Mauritanie	349500.0	349.5	1796.0	1796.5	1.633	2.787	1154	650	101 06	2A	1987	1	HP	IN	P	
DA0026			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0027			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0028			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0029			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0030			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0031			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0032			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0033			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0034			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0035			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0036			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0037			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0038			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0039			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0040			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0041			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0042			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0043			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0044			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0045			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0046			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0047			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0048			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0049			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0050			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0051			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0052			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0053			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0054			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0055			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0056			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0057			Mauritanie	350800.0	350.8	1802.0	1802.0	1.452	2.712	1260	550	76 06	2C	1987	1	HP	IN	P	
DA0058	BREUNE		Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0059	BREUNE		Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0060	BREUNE		Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0061	BREUNE		Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0062	BREUNE		Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0063			Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0064			Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0065			Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0066			Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0067			Mauritanie	400600.0	400.6	1825.0	1825.5	3.090	4.130	1040	1850	228 07	3A	1987	1	LP	IN	R	
DA0068	FACE DE KHEUNE		Mauritanie	393100.0	393.1	1826.7	1826.7	1.814	2.641	1030	450	298 06	4B	1987	1	LP	IN	M	
DA0069	FACE DE KHEUNE		Mauritanie	393100.0	393.1	1826.7	1826.7	1.814	2.641	1030	450	298 06	4B	1987	1	LP	IN	M	
DA0070	FACE DE RHEUNE		Mauritanie	383000.0	383.0	1828.8	1828.8	2.082	3.062	1000	2950	134 06	4B	1987	1	HP	IN	M	
DA0071	NDELLAR		Mauritanie	376000.0	376.0	1829.0	1829.0	3.928	5.018	1090	2200	81 06	4B	1987	1	HP	IN	M	
DA0073	MPOURRIE		Mauritanie	405900.0	405.9	1828.2	1828.2	1.088	2.128	1040	1252	140 07	3A	1987	1	LP	IN	A	</

IDOUV	NOROT	DATVIS	HEURVIS	ACCES	PROFNSND	ISOPIEZE	OK_MSND	PROFTOT	INONDE	IRRIGUE	CULTIVE	CULTURE	CAD_NBPBR	COU_POL	TUB_POMP	EMB_US	VANDAL	NOUUV	ETASOND	ETAPHMET	ETACONDM	ETAGMM	NO_HYDRO
DA0001	18	03/12/87	13.35		0	3.43	0.01 O	40.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	19	15/12/87	12.37		0	3.50	0.031 O	40.43	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	20	25/01/88	11.39		0	3.45	0.081 O	40.57	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	2
DA0001	21	26/02/88	12.31		0	3.52	0.011 O	40.40	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	22	02/04/88	11.20		0	3.59	-0.059 O	40.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	23	20/04/88	10.58		0	3.67	-0.139 O	40.38	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	24	19/05/88	12.08		0	3.64	-0.109 O	40.37	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	25	19/06/88	11.12		0	3.58	-0.049 O	40.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	26	16/07/88	11.20		0	3.65	-0.119 O	40.30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	27	22/08/88	16.53		0	3.47	0.061 O	40.41	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	1
DA0001	28	29/09/88	11.10		0	3.44	0.091 O	39.40	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	N	N	N	N	1
DA0001	29	19/10/88	9.55		0	3.38	0.151 O	33.85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	1
DA0001	30	19/11/88	11.15		0	3.58	-0.049 O	33.87	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	1
DA0001	31	26/12/88	12.00		0	3.59	-0.059 O	33.89	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	1
DA0001	32	25/01/89	11.17		0	3.65	-0.119 O	33.85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	4
DA0001	33	22/02/89	9.35		0	3.75	-0.219 O	33.85	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0001	18	03/12/87	11.40		0	2.39	0.466 O	23.53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	19	15/12/87	10.35		0	2.50	0.356 O	23.52	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	20	25/01/88	9.25		0	2.38	0.296 O	23.50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	21	26/02/88	10.27		0	2.46	0.396 O	23.51	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	22	02/04/88	8.55		0	2.62	0.236 O	23.49	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	23	20/04/88	8.40		0	2.60	0.256 O	23.50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	24	19/05/88	11.18		0	2.74	0.116 O	23.45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	25	19/06/88	9.25		0	2.69	0.166 O	23.45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	26	16/07/88	9.00		0	2.83	0.026 O	23.48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	27	22/08/88	14.58		0	2.55	0.306 O	23.42	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	28	29/09/88	9.16		0	2.36	0.476 O	23.45	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	29	19/10/88	8.45		0	2.40	0.456 O	23.50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	30	19/11/88	10.23		0	2.63	0.226 O	23.70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	31	26/12/88	10.30		0	2.67	0.186 O	23.50	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0002	32	25/01/89	10.28		0	2.70	0.156 O	23.48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	4
DA0002	33	22/02/89	5.47		0	2.60	0.056 O	23.48	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	4
DA0003	18	03/12/87	11.25		0	2.74	-0.217 O	20.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	19	15/12/87	10.05		0	2.81	-0.287 O	20.15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	20	25/01/88	9.00		0	2.75	-0.227 O	20.15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	21	26/02/88	10.00		0	2.80	-0.277 O	20.17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	22	02/04/88	8.30		0	2.88	-0.357 O	20.13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	23	20/04/88	8.10		0	2.94	-0.417 O	20.15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	24	19/05/88	11.10		0	2.80	-0.377 O	20.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	25	19/06/88	9.00		0	2.90	-0.377 O	20.07	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	26	16/07/88	8.30		0	2.84	-0.417 O	20.11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	27	22/08/88	14.30		0	2.73	-0.207 O	20.15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	28	29/09/88	9.00		0	2.78	0.243 O	20.22	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	29	19/10/88	8.32		0	2.25	0.273 O	20.11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	30	19/11/88	10.08		0	2.52	0.003 O	20.12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	31	26/12/88	10.05		0	2.58	-0.057 O	20.08	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	32	25/01/89	10.18		0	2.69	-0.167 O	20.08	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0003	33	22/02/89	8.35		0	2.70	-0.177 O	20.11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	18	04/12/87	14.00		0	2.80	0.210 O	27.31	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	19	16/12/87	10.35		0	2.92	0.090 O	27.35	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	20	26/01/88	8.35		0	3.03	-0.020 O	27.33	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	21	27/02/88	15.30		0	3.12	-0.110 O	27.32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	22	02/04/88	13.25		0	3.79	-0.780 O	27.23	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	23	21/04/88	9.30		0	3.64	-0.630 O	27.16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	24	19/05/88	12.28		0	3.07	-0.060 O	27.10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	25	19/06/88	12.00		0	3.27	-0.260 O	11.22	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	26	16/07/88	12.10		0	3.31	-0.300 O	11.17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	27	23/08/88	8.35		0	3.19	-0.180 O	12.53	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	28	29/09/88	11.54		0	2.68	0.330 O	16.97	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	29	19/10/88	10.22		0	2.63	0.380 O	17.10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	30	19/11/88	11.47		0	2.78	0.230 O	17.11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	31	26/12/88	12.20		0	2.88	0.130 O	17.06	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	32	25/01/89	11.33		0	0.00	3.010 O	0.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0004	33	22/02/89	9.55		0	0.00	3.010 O	0.00	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7
DA0005	18	04/12/87	15.07		0	5.19	0.604 O	28.69	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	N	N	N	N	7

EXEMPLE DE FICHIER DE DESCRIPTION LITHOLOGIQUE: Piézomètre N° GA0188

10

0

3

SA. FIN

ACT; BR; ARGILEUX.

3

7

SA. FIN

NK; BR; SILTEUX.

7

9

SA. FIN

IN; GR/VE; SILTEUX.

9

11

SA. FIN

QT; GR; MOYEN.

11

13

SA. FIN

QT; GR; MOYEN A LA BASE.

13

14

SA. FIN

QT; GR; SILTEUX.

14

16

SA. FIN

QT; GR; MOYEN.

16

18

SA. FIN

QT; GR; SILTEUX A LA BASE.

18

26

SA. FIN

QT; GR; NOIRATRE A LA BASE.

26

30

SA. FIN

QT; GR.

GA0188

M

CODES GEOLOGIQUES

CODE	DESCRIPTION
ACT	QUATERNAIRE / Dépôts actuels ou subactuels
CO	PRIMAIRE / Cambrien Ordovicien / série de MBOUT et BAKEL
CT	TERTIAIRE / Continental Terminal
EC	TERTIAIRE / Eocène à faciès continental
EM	TERTIAIRE / Eocène à faciès marin indifférencié
EMI	TERTIAIRE / Eocène inférieur à faciès marin
EMM	TERTIAIRE / Eocène moyen à faciès marin
EMP	TERTIAIRE / Eocène à faciès marin / Paléocène
IN	QUATERNAIRE / Inchirien
M	SECONDAIRE / Maestrichtien
NK	QUATERNAIRE / Nouakchottien
OG	QUATERNAIRE / Ogolien
PNK	QUATERNAIRE / Dépôts post-Nouakchottien
QAM	QUATERNAIRE moyen et ancien
QT	QUATERNAIRE Indifférencié

OMVS / Cellule des eaux souterraines

CODES GEOMORPHOLOGIQUES

CODE	DESCRIPTION
A	Dépôts actuels et subactuels / cuvettes argileuses de décantation
A-G	Dépôts actuels et subactuels / Cuvette de décantation sur vasière ancienne
B	Dépôts actuels et subactuels / Parties basses des cuvettes
C	Dépôts actuels et subactuels / Bancs de sable
D	Dépôts actuels et subactuels / levées actuelles
E	Dépôts actuels et subactuels / levées subactuelles
F	Dépôts actuels et subactuels / Vasière actuelle
G	Dépôts actuels et subactuels / Vasière ancienne dénudée
I	Dépôts actuels et subactuels / Bords de cuvettes salées à remaniement éolien
J	Dépôts actuels et subactuels / Dunes vives
K	Dépôts actuels et subactuels / Dunes subactuelles semi-fixées
L	Dépôts actuels et subactuels / Dunes rouges remaniées
M	Dépôts post Nouakchottiens / Hautes levées
M'	Dépôts post Nouakchottiens / Fluvio-Deltaïque
M'A	Dépôts post Nouakchottiens / Fluvio-Deltaïque (Parties basses)
M'B	Dépôts post Nouakchottiens / Fluvio-Deltaïque (Parties Hautes)
N	Dépôts post Nouakchottiens / Delta de rupture de levées
O	Dépôts post Nouakchottiens / Petites levées
P	Dépôts post Nouakchottiens / Cordon Littoral
P'	Dépôts post Nouakchottiens / Cordon Littoral arase
Q	Nouakchottien / terrasse marine
Q'	Nouakchottien / deuxième remblai sablo-argileux
R	Ogolien / Dunes rouges non remaniées
S	Ogolien / premier remblai sablo-argileux
S-T	Ogolien / Premier remblai non différencié
T	Ogolien / Premier remblai sablo-argileux arase
U	Ogolien / Dunes rouges arasées
V	Quaternaire ancien et moyen / bas glacis sableux
X	DIERI

OMVS / Cellule des eaux souterraines

18°

DES BASSINS DU SÉNÉGAL ET DE LA

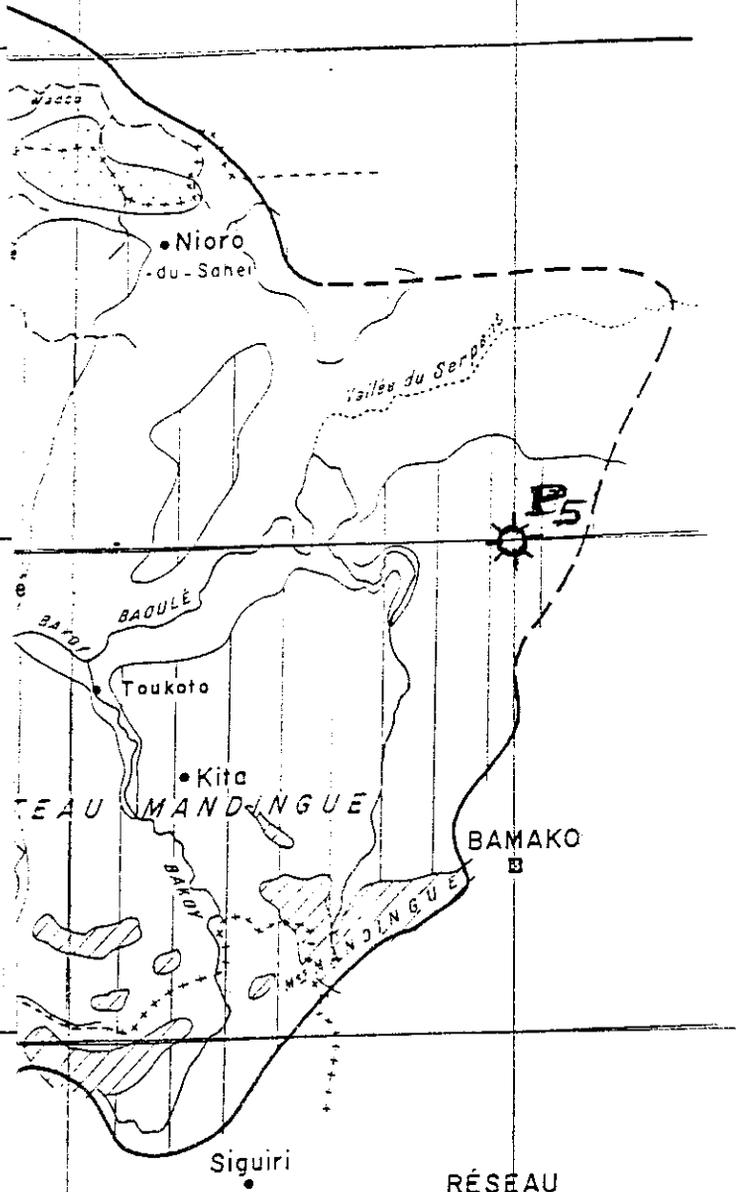
ÉCHELLE :

0 50 100

16

14

12



RÉSEAU
HYDROGRAPHIQUE

— Limite des 2 bassins

CARTE DIGITALISÉE