

**Banque Mondiale
Programme des Nations Unies
pour le Développement
Banque Africaine de Développement
Ministère Français de la Coopération**

Evaluation Hydrologique de l'Afrique Sub-Saharienne Pays de l'Afrique de l'Ouest

Rapport de pays : SENEGAL

Juillet 1992

**Mott MacDonald
International
Cambridge, UK**

**BCEOM
Montpellier
France**

**SOGREAH
Grenoble
France**

**ORSTOM
Montpellier
France**

LISTE DES ABBREVIATIONS

NATIONALES

MDRH	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique
DGRH	Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique
DEA	Division des Etudes et des Aménagements
DHIR	Division de l'Hydraulique et des Infrastructures Rurales
DEM	Division Exploitation et Maintenance
BCSM	Bureau de la Coordination du Suivi et des Méthodes
DA	Direction de l'Agriculture
DEFCCS	Direction des Eaux et Forêts, de la Chasse et Consultation des Sols
MEACC	Mission d'Etude et d'Aménagement du Canal de Cayor
SODEFITEX	Société de Développement des Fibres Textiles
SODAGRI	Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal
SAED	Société d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta
SONEES	Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal
CAB	Cellule Après Barrage
MTPN	Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature
MIAC	Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce
METL	Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement

INTERNATIONALES

OMVS	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal
OMVG	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Gambie
CIEH	Comité Inter-africain d'Etudes Hydrauliques
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
OMM	Organisation Météorologique Mondiale
AGRHYMET	Centre régional de formation en AGRro - HYdro - METéorologie (Centre de Niamey)
ASECNA	Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne
CILSS	Comité Inter-états pour la Lutte contre la Sècheresse dans le Sahel

EXTERIEUR

BRGM	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
ORSTOM	Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération
SOGREAH	Société Grenobloise d'Etudes et d'Applications Hydrauliques
MAC	Mission d'Aide et Coopération de la République Française

oOo

PREAMBULE

Cette étude constitue la troisième tranche de l'évaluation hydrologique régionale de l'Afrique Sub-Saharienne financée par le PNUD (Projet RAF/87/030), la Banque Africaine de Développement et le Fonds d'Aide et de Coopération de la République Française. L'étude a porté sur 23 pays de l'Afrique de l'Ouest et a débuté en septembre 1990. Les pays furent visités par les membres de l'équipe d'étude entre novembre 1990 et novembre 1991. Le temps global consacré à chaque pays a été de six semaines en moyenne, dont la moitié au bureau des consultants. Dans 17 pays, ces derniers ont été introduits par le CIEH. L'étude a été organisée de manière à ce que les évaluations soient réalisées par le personnel de MOTT MacDonald International, du BCEOM, de SOGREAH, de l'ORSTOM et de plusieurs consultants nationaux. Dès le début, une attention particulière a été portée à la cohérence de l'approche et à l'homogénéité de l'évaluation.

Le projet consistait à évaluer l'état des systèmes de collectes de données hydrologiques existants, et à formuler des recommandations nécessaires à leur amélioration, de manière à assister les pays dans l'établissement ou l'amélioration de bases de données hydrologiques fiables en vue de leur permettre une meilleure planification des programmes et projets d'aménagement des ressources en eaux superficielles et souterraines. Le but était donc d'identifier les domaines où l'aide internationale serait nécessaire et de développer ces recommandations dans des propositions de projets sous une forme convenant aux bailleurs de fonds.

Les évaluations nationales, recommandations et propositions de projets identifiés ont fait l'objet de rapports nationaux. Un rapport régional complète les rapports par pays sur les aspects de l'étude qui nécessitent une approche au niveau de la région ou d'un grand bassin. Il résume également les caractéristiques communes des évaluations nationales et inclut des propositions de projets pour les activités qui couvrent tout ou partie de la région.

Le présent rapport a été réalisé par SOGREAH et l'ORSTOM à partir des informations et documents rassemblés durant les missions exécutées au SENEGAL du 25 mars au 12 avril 1991 par l'ORSTOM pour l'hydrométéorologie et l'hydrologie, et par SOGREAH pour l'hydrogéologie.

Nous souhaitons insister particulièrement sur l'aide précieuse apportée par des personnalités trop nombreuses pour être citées, et qui nous ont aidés à mener à bien cette évaluation.

CHAPITRE 1

DONNEES GENERALES

1.1	Géographie	1.1
1.2.	Population	1.1
1.2.1.	Caractéristiques générales	1.1
1.2.2	Populations rurales et système de production	1.3
1.2.3	Population urbaine et crise d'urbanisation	1.7
1.2.4	Répartition de la population selon l'ethnie	1.7
1.3	Santé	1.8
1.3.1	Le personnel de santé	1.8
1.3.2	Les infrastructures sanitaires	1.9
1.3.2.1	Hôpitaux et cliniques	1.9
1.3.2.2	Les centres de santé	1.9
1.3.2.3	Les postes de santé	1.9
1.3.2.4	Les infrastructures communautaires	1.9
1.3.3	Les programmes de santé en cours	1.10
1.3.4	Maladies d'origine hydrique	1.10
1.4	Education	1.11
1.4.1	Education préscolaire	1.12
1.4.2	Enseignement élémentaire	1.12
1.4.3	Enseignement moyen	1.12
1.4.4	L'enseignement secondaire général et technique	1.13
1.4.5	L'analphabétisme	1.13
1.5	Economie	1.13
1.5.1	Les principaux indicateurs économiques du Sénégal	1.13
1.5.2	Le produit intérieur brut (PIB)	1.13
1.5.3	L'économie Sénégalaise	1.14
1.5.3.1	Traits dominants	1.14
1.5.3.2	Situation du secteur industriel avant la Nouvelle Politique Industrielle	1.15
1.5.3.3	La Nouvelle Politique Industrielle (NPI)	1.15
1.5.3.4	Les industries consommatrices d'eau	1.16
1.5.4	L'élevage	1.16
1.5.5	Hydraulique urbaine	1.18
1.5.6	Evolution des budgets du Sénégal	1.18
1.6	Le climat	1.19
1.7	Géologie	1.20
1.7.1	Cadre général	1.20

1.7.2	Série géologique	1.20
1.7.2.1	Le socle ancien	1.20
1.7.2.2	Le Primaire	1.20
1.7.2.3	Le Secondaire	1.20
1.7.2.4	Le Tertiaire	1.24
1.7.2.5	Le Quaternaire	1.25
1.8	Hydrologie	1.27
1.9	Hydrogéologie	1.29
1.9.1	Caractéristiques hydrogéologiques des formations du socle ancien	1.29
1.9.1.1	Généralités	1.29
1.9.1.2	L'aquifère lié à l'altération	1.29
1.9.1.3	L'aquifère lié à la fissuration	1.32
1.9.1.4	Le système hydraulique des aquifères du socle	1.32
1.9.1.5	Caractéristiques des formations du socle ancien	1.33
1.9.1.6	Les formations d'altération superficielle du Sénégal Oriental	1.33
1.9.2	Caractéristiques hydrogéologiques des formations sédimentaires	1.34
1.9.2.1	Les aquifères	1.34
1.9.2.2	L'hydrogéologie du système aquifère du horst de Ndiass	1.37
1.9.2.3	Potentialités et productivités des aquifères	1.38
1.9.2.4	Caractéristiques hydrodynamiques des aquifères	1.38
1.9.3	Qualité des eaux souterraines	1.38

CHAPITRE 2

RESSOURCES EN EAU

2.1	Evaluation de la ressource	2.1
2.1.1	Ressource en eau de surface	2.1
2.1.2	Evaluation des ressources en eau souterraine	2.9
2.1.2.1	Ressources en eau souterraines en zone de socle	2.11
2.1.2.2	Ressources en eau souterraine des formations du sédimentaire	2.12
2.2.	Aménagements existants	2.17
2.2.1.	Utilisation actuelle des eaux de surface	2.17
2.2.1.1.	Alimentation des populations	2.17
2.2.1.1.1.	Région de Dakar	2.17
2.2.1.1.2.	Autres régions	2.17
2.2.1.2.	Irrigation	2.18
2.2.1.3	Barrage de Manantali	2.21
2.2.1.4	Barrages anti-sel	2.22
2.2.2	Utilisation actuelle des eaux souterraines	2.22
2.2.2.1	Alimentation en eau des populations urbaines	2.22
2.2.2.2	Alimentation en eau des populations rurales	2.24
2.2.3	Conclusion sur l'utilisation des eaux souterraines au Sénégal	2.30
2.3	Besoins en eau	2.30
2.3.1.	Alimentation des populations	2.30
2.3.1	Besoins en eau de Dakar et son agglomération	2.31
2.3.1.2.	Besoins en eau du milieu rural	2.31

2.3.1.2.1	Besoins en point d'eau des villages de taille inférieure à 500 habitants	2.34
2.3.1.2.2	Besoin en points d'eau des villages de taille supérieure à 500 habitants	2.35
2.3.1.2.3.	Déficit constaté du milieu rural	2.35
2.3.2.	Agriculture	2.35
2.3.2.1.	Irrigation	2.35
2.3.2.1.1.	Vallée du Sénégal	2.35
2.3.2.1.2.	Canal de Cayor	2.37

CHAPITRE 3

CLIMATOLOGIE

3.1	Structures	3.1
3.1.1.	Organisation	3.1
3.1.2.	Personnel et formation	3.1
3.1.3.	Budget	3.1
3.2.	Réseaux	3.3
3.2.1.	Réseau synoptique	3.3
3.2.1.1.	Equipements	3.3
3.2.2.	Réseau climatologique et agroclimatique	3.3
3.2.2.1.	Description	3.3
3.2.3.	Réseau pluviométrique	3.6
3.2.3.1.	Equipement	3.6
3.3.	Maintenance	3.6
3.4.	Collecte, traitement, archivage	3.6
3.4.1.	Archivage sur support magnétique	3.7
3.5.	Diffusion des données	3.11
3.6.	Qualité des données	3.12
3.6.1.	Données pluviométriques	3.12
3.6.1.1.	Critique des données	3.12
3.6.1.2.	Lacunes et insuffisances	3.18
3.6.2.	Données climatologiques	3.18

CHAPITRE 4

EAUX DE SURFACE

4.1	Structures	4.1
4.1.1	Organisation	4.1
4.1.2	Personnel et formation	4.3
4.2	Réseaux	4.5
4.2.1	Hydrométriques	4.5

4.2.1.1	Description	4.5
4.2.1.2	Equipements	4.8
4.2.1.3	Maintenance	4.16
4.2.1.4.	Stations hydrométriques hors du réseau national	4.16
4.2.2	Qualité des eaux et transports solides	4.18
4.3	Données hydrométriques	4.20
4.3.1	Collecte, traitement, archivage	4.20
4.3.2	Diffusion	4.22
4.3.3	Qualité des données	4.24
4.3.3.1	Etalonnage des stations	4.24
4.3.3.2	Relevés de cotes limnimétriques	4.25
4.3.3.2.1	Stations du bassin de la Gambie	4.26
4.3.3.2.2	Stations du bassin du Sénégal	4.30
4.3.3.2.3	Stations du bassin de la Casamance	4.33
4.3.4	Lacunes et insuffisances	4.34
4.3.4.1	Réseau hydrométrique	4.34
4.3.4.2	Etudes de bassins versants	4.35
4.4	Données sur la qualité des eaux et les transports solides	4.36

CHAPITRE 5

EAUX SOUTERRAINES

5.1.	Organisation et gestion	5.1
5.1.1.	La Direction du génie Rural et de l'Hydraulique - DGRH	5.1
5.1.1.1.	Organigramme de la DGRH	5.2
5.1.1.2.	Responsabilités des Divisions de la DGRH	5.2
5.1.1.3	Personnel de la DGRH	5.6
5.1.1.4	Moyens matériels affectés et disponibles à la DGRH-DEA	5.7
5.1.1.5	Budget de la DGRH	5.14
5.1.2	La Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES)	5.15
5.1.2.1	Présentation Générale	5.15
5.1.2.2	Organigramme	5.16
5.1.2.3	Personnel du Département Planification et Etudes	5.16
5.1.2.4	Moyens matériels affectés et disponibles au Département Planification et Etudes	5.19
5.1.2.4	Documentation - Informatisation de la Direction Technique de la SONEES	5.20
5.1.3	Le groupe Laboratoire d'analyse du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce	5.21
5.1.3.1	Activité	5.21
5.1.3.2	Personnel	5.21
5.1.3.3	Moyens matériels	5.22
5.1.3.4	Analyses d'eau effectuées	5.22
5.1.4	La cellule "Eaux souterraines" de l'OMVS	5.23
5.1.4.1	Présentation et historique	5.23
5.1.4.2	Organisation de l'OMVS et de la cellule "Eaux souterraines"	5.24
5.1.4.3	Personnel de la cellule "Eaux souterraines"	5.24
5.1.4.4	Moyens matériels de la cellule "Eaux souterraines"	5.26
5.1.4.5	Budget de la cellule "Eaux souterraines"	5.28
5.1.5	Le Centre de Documentation de l'OMVS	5.29
5.1.5.1	Personnel	5.29

5.1.5.2	Matériel	5.30
5.1.5.3	Locaux	5.30
5.1.6	Autres organisations	5.30
5.1.6.1	Direction de l'Environnement du Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature	5.30
5.1.6.2	Mission d'Etude et d'Aménagement du Canal de Cayor : MEACC	5.33
5.1.6.3	La Société de Développement des Fibres Textiles : SODEFITEX	5.34
5.1.6.4	La Direction des Travaux Publics (DTP) du Ministère de l'Equipement, des Transports et du Logement	5.36
5.1.6.5	La Cellule après barrage (CAB)	5.36
5.2	Données géologiques	5.38
5.2.1	Cartographie géologique	5.38
5.2.2	Conservation d'échantillons	5.39
5.3	Données hydrogéologiques	5.39
5.3.1	Cartographie des aquifères	5.39
5.3.2	Données de base hydrogéologiques	5.39
5.3.2.1	Données collectées par la DEA	5.39
5.3.2.2	Les données collectées par la Société nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal	5.52
5.3.2.3	Les données disponibles à la Cellule "Eaux souterraines" de l'OMVS	5.61
5.3.2.4	Les données disponibles au groupe laboratoire : Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce	5.65
5.3.2.5	Données disponibles au centre de documentation de l'OMVS	5.65
5.3.3	Données piézométriques	5.66
5.3.3.1	Données piézométriques de la DEA - DGRH	5.66
5.3.3.2	Données piézométriques disponibles à la DEA	5.70
5.3.3.3	Données piézométriques de la SONEES	5.70
5.3.3.4	Données piézométriques de l'OMVS	5.71

CHAPITRE 6

EXPERTISE ET EVALUATION

6.1	Besoins en données climatologiques	6.1
6.2	Besoins en données concernant les eaux superficielles	6.1
6.3	Besoins en données concernant les eaux souterraines	6.1
6.3.1	Dans le bassin sédimentaire	6.1
6.3.2	En zone de socle ancien	6.3
6.3.3	Nécessité d'un suivi piézométrique	6.4
6.3.4	Besoins en données sur la qualité des eaux	6.5
6.3.5	Besoins en données de la Direction des Travaux Publics (DTP)	6.5
6.3.6	Besoins en données de la Cellule Après barrage (CAB)	6.6
6.3.7	Besoins en données de la Direction des Eaux et Forêts, de la Chasse et de la Conservation des Sols (DEFCCS)	6.6
6.3.8	Besoins en données de la Direction de l'Agriculture (DA)	6.7

6.3.9	Besoins en données de la Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres su Delta (SAED)	6.8
6.3.10	Besoins en données de la Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI)	6.8
6.3.11	Besoins en données de la Mission d'Etudes et d'Aménagement du Canal de Cayor (MEACC)	6.8
6.3.12	Besoins en données de la Direction de l'Environnement du Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature	6.9
6.4	Evaluation - Eaux superficielles	6.10
6.4.1	Evaluation concernant la climatologie	6.10
6.4.2	Evaluation concernant l'hydrologie de surface	6.11
6.4.2.1	Aspects positifs de la situation actuelle	6.11
6.4.2.2	Aspects négatifs de la situation actuelle	6.12
6.5	Hydrogéologie	6.13
6.5.1	Evaluation générale	6.13
6.5.1.1	Situation actuelle de l'organisation et de la gestion	6.13
6.5.1.2	Evaluation des données hydrogéologiques	6.22

CHAPITRE 7

RECOMMANDATIONS

7.1	Description générale du niveau de changement nécessaire	7.1
7.1.1	Organisation du domaine de l'eau	7.1
7.1.1.1	Présentation générale	7.1
7.1.1.2	Observations	7.2
7.1.2	Coordination - Comité National de l'eau	7.2
7.1.3	Recommandations pour la coordination du domaine hydraulique	7.2
7.1.4	Nécessité d'une politique de l'eau	7.3
7.2.	Recommandations en climatologie	7.4
7.2.1.	Le personnel	7.4
7.2.2.	Le réseau	7.4
7.2.3.	Les données	7.4
7.2.3.1.	Informatisation	7.4
7.2.3.2.	Diffusion	7.5
7.2.3.3.	Exploitation et valorisation	7.5
7.3	Hydrologie de surface	7.5
7.4	Eaux souterraines	7.7
7.4.1	Structure organisationnelle	7.7
7.4.2	Recommandations concernant les données géologiques	7.8
7.4.3	Recommandations concernant les données hydrogéologiques	7.9

7.4.3.1	Nécessité de disposer d'une carte hydrogéologique actualisable	7.9
7.4.3.2	Nécessité d'un réseau piézométrique national	7.13
7.4.3.3	Nécessité de campagnes de prélèvements pour la qualité des eaux et synthèse 7. des résultats	7.17
7.4.3.4	Mise en place d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques à la DGRH	7.20
7.4.3.5	Mise en place d'un centre de documentation à la DGRH	7.23
7.4.3.6	Mise en place et fonctionnement au Sénégal d'un modèle mathématique des nappes	7.26
7.4.3.7	Renforcement des moyens informatiques de la DGRH pour le suivi et l'exploitation des aquifères	7.28
7.4.3.8	Appui à la cellule "Eaux souterraines" de l'OMVS	7.31
7.4.3.9	Etude du bilan d'eau sur un bassin expérimental	7.32
7.4.4	Diffusion des données	7.33
7.4.5	Recommandation générale dans le domaine de l'informatique	7.34
7.5	Projets Identifiés	7.34

LISTE DES TABLEAUX

1.2.1 - Données régionales du recensement général de la population et de l'habitat de 1988	1.4
1.2.2 - Population urbaine/population rurale	1.4
1.2.3 - Répartition de la population selon l'ethnie	1.8
1.3.1 - Situation des maladies transmissibles en 1986	1.10
1.4.1 - Répartition zone urbaine et zone rurale en 1988/1989	1.12
1.5.1 - Principaux indicateurs économiques	1.13
1.5.2 - Evolution du PIB	1.14
1.5.3 - Répartition du PIB par secteurs économiques et évolution	1.14
1.5.4 - Effectif du cheptel en 1988	1.17
1.5.5 - Répartition du cheptel par région	1.17
1.5.6 - Evolution du budget de l'état	1.19
1.9.1 - Valeurs des paramètres hydrodynamiques des aquifères du bassin sédimentaire sénégalais	1.41
1.9.2 - Caractéristiques des principaux aquifères du Sénégal	1.42
2.1 - Valeurs moyennes des modules et des débits caractéristiques	2.7
2.2 - Bilan de l'exploitation des aquifères du Sénégal	2.14
2.3 - Production aux stations de pompage de la région du fleuve en 1990	2.17
2.4 - Surfaces aménagées par la SAED et cultivées durant l'hivernage 1989	2.18
2.5 - Surfaces aménagées par la SAED et cultivées pendant la contre-saison sèche 1988-1989	2.18
2.6 - Surfaces aménagées non encadrées par la SAED en 1989	2.20
2.7 - Besoins mensuels en eau par culture	2.20
2.8 - Inverse de l'efficience par culture	2.20
2.9 - Besoins en eau pour l'irrigation en 1989	2.21
2.10 - Prélèvements SONEES pour les industries et l'alimentation en eau potable	2.23
2.11 - Production d'eau souterraine AEP des centres de l'intérieur du Sénégal	2.24
2.12 - Bilan des équipements du secteur de l'hydraulique au Sénégal en Juin 1990	2.26
2.13 - Evaluation des volumes d'eau souterraine extraits annuellement à l'intérieur du Sénégal	2.27
2.14 - Besoin en eau potable à satisfaire par le canal de Cayor	2.31
2.15 - Evaluation des besoins en eau au Sénégal	2.32
2.16 - Besoins en eau des villages de taille inférieure à 500 habitants	2.34
2.17 - Besoins en points d'eau des villages de taille sup. à 500 habitants	2.35
2.18 - Taux de mise en valeur prévus en 2000	2.36
2.19 - Besoins en eau pour l'irrigation rapportés à Bakel en 1989 et en 2000	2.36
2.20 - Besoins de pointe en eau pour l'irrigation à la prise sur le canal	2.37
2.21 - Besoins en eau du canal prélevés au lac de Guiers	2.37
3.2.2 - Effectif de quelques stations climatiques et agro-climatiques	3.6
3.2.1 - Inventaire des stations pluviométriques du Sénégal	3.8
3.6.1 - Coefficients obtenus par la régionalisation	3.14
3.6.2 - Equipements en évaporomètre (Piche ou bac) des stations synoptiques	3.19
4.1 - Inventaire des stations hydrologiques	4.9
4.2 - Evaluation du suivi des étalonnages	4.26
4.3 - Relations existant entre données journalières des différentes stations	4.27
5.1.1 - Répartition du personnel par qualification (DGRH)	5.5
5.1.2 - Répartition du personnel par qualification (DEA)	5.5
5.1.3 - Ventilation du personnel de la DEA par subdivision	5.6
5.1.4 - Activités de la SONEES	5.15
5.1.5 - Production et chiffres d'affaires de la SONEES	5.16
5.2.1 - Inventaire des cartes géologiques	5.38
5.3.1 à 5.3.13 - Réseau de surveillance piézométrique des nappes du Sénégal	5.73
5.3.14 à 5.3.17 - Listes des piézomètres du Sénégal	5.86

5.3.18 et 5.3.19 - Listes des piézomètres du Sénégal	5.92
5.3.20 et 5.3.21 - Situation des piézomètres de l'OMVS en territoire Sénégalais	5.94
6.1 - Ressources journalières du bassin sédimentaire	6.2
7.1 - Chronogramme des projets proposés pour le Sénégal	7.38
7.2 - Documents de référence	7.37
7.5.1 - Récapitulatif des projets identifiés	7.35
7.5.2 - Chronogramme des projets proposés pour le Sénégal	7.36
7.5.3 - Documents de référence	7.37

LISTE DES FIGURES ET CARTES

1.1.1 - Topographie de la République du Sénégal	1.2
1.2.1 - Population rurale et densité des populations rurales	1.5
1.2.2 - Carte administrative du Sénégal	1.6
1.7.1 - Carte géologique du Sénégal	1.21
1.7.2 - Coupe géologique du bassin sédimentaire sénégalais	1.22
1.8.1 - Réseau hydrographique du Sénégal	1.28
1.9.1 - Carte des principaux systèmes aquifères du Sénégal	1.30
1.9.2 - Productivité des nappes phréatiques en m ³ /24h	1.31
1.9.3 - Bassin du Sénégal - Productivité de la nappe des sables maestrichtiens en m ³ /24h	1.39
2.1 - Pluviométrie - Isohyètes 1931 - 1960	2.2
2.2 - Carte des isohyètes 1980 - 1989	2.3
2.3 - Carte des isohyètes 1951 - 1980	2.4
2.4 - Tendances pluviométriques - Totaux annuels et moyennes mobiles sur 5 ans	2.5
2.5 - Répartition moyenne des pluies dans l'année (période 1980-1989)	2.5
2.6 - Variation des modules annuels de la Casamance à Kolda depuis 1968	2.6
2.7 - Hydrogrammes observés sur la Casamance à Kolda en 1969 - 1973 et 1983	2.6
2.8 - Variations des modules annuels du Sénégal à Bakel depuis 1904	2.7
2.9 - Hydrogrammes observés à Bakel en 1950 - 1963 et 1983	2.8
2.10 - Variation des modules annuels de la Gambie à Kédougou	2.8
2.11 - Hydrogrammes observés sur la Gambie à Wassadou aval en 1974 - 1982 et 1983	2.9
2.12 - Carte des pluies efficaces	2.13
2.13 - Réserve des aquifères - Taux d'exploitation	2.15
2.14 - Réserves des aquifères - Taux d'exploitation	2.16
2.15 - Canal de Cayor - Plan d'ensemble	2.19
2.16 - Carte des densités des forages équipés	2.28
2.17 - Ressources en eau du Sénégal en 1985	2.29
2.18 - Plan de mobilisation des ressources	2.33
3.1.1 - Organigramme de la Direction de la Météorologie Nationale	3.2
3.2.1 - Carte du réseau des stations météorologiques	3.4
3.6.1 - Cumul stations/vecteur - Zone maritime Nord du Sénégal	3.16
3.6.2 - Cumul stations/vecteur - Zone Nord du Sénégal	3.16
3.6.3 - Cumul stations/vecteur - Zone Centre du Sénégal	3.17
3.6.4 - Cumul stations/vecteur - Zone Sud du Sénégal	3.17
3.6.6 - Répartition des postes en activité en 1980 par degré carré	3.20
4.1 - Organigramme de la DGRH	4.2
4.2 - Carte du réseau hydrométrique du Sénégal	4.6
4.3 - Répartition du nombre d'années d'observation aux stations du réseau actuel	4.5
4.4 - Position des bassins versants étudiés au Sénégal	4.19
5.1.1 - Organigramme de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique : Bilan du personnel	5.3
5.1.2 - Organigramme de la SONEES	5.5
5.1.3 - Organigramme de l'OMVS	5.25
5.1.4 - Organigramme et moyens en personnel de la Direction de l'environnement	5.32
5.1.5 - Plan d'ensemble du Canal de Cayor	5.35
5.1.6 - Organigramme de la Direction des Travaux Publics	5.37
5.3.1 - Principe de codification IRH adoptée au Sénégal	5.41
5.3.2 - Fiches d'identification du BIR «Ouvrage»	5.45
5.3.3 - Fiche d'identification du BIR «Village - Quartier»	5.46
5.3.4 - Fiche d'identification du BIR «Hameau»	5.47
5.3.5 - Organisation de la cellule de gestion de la DEA	5.49

5.3.6 - Fiche de saisie : Gorée - «Ouvrage»	5.53
5.3.7 - Grille de saisie de la base de donnée «village» - Programme Gorée	5.54
5.3.8 - Fiche de saisie du programme SAIFOR	5.55
5.3.9 - Bordereau de saisie du programme SAIFOR (suite)	5.56
5.3.10 - Bordereau de saisie du programme SAIFOR (suite)	5.57
5.3.11 - Sortie graphique - Chaine HIVI	5.58
5.3.12 - Fiche d'analyse chimique de la SONEES	5.63
5.3.13 - Fiche individuelle d'analyse SONEES (bactériologie)	5.64
5.3.14 - Fiche technique de piézomètre du réseau OMVS	5.67
5.3.15 - Fiche d'analyse d'eau de la Direction des mines	5.69
5.3.16 - Carte des réseaux piézométriques	5.72
5.3.17 - Zone d'observation piézométrique de l'OMVS	5.91

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE A : Termes de références particuliers élaborés par le CIEH

ANNEXE B : Fiches de projets

ANNEXE C : Liste bibliographique

ANNEXE D : Disponibilité de la cartographie et des photographies aériennes

ANNEXE E : Tests de qualité effectués sur les hauteurs d'eau

PLANCHE HORS TEXTE

République du Sénégal - RESEAU DES STATIONS METEOROLOGIQUES

CHAPITRE 1

DONNEES GENERALES

1.1 Géographie

Le Sénégal est situé à l'extrémité Ouest du continent africain, entre 12°20' et 16°30' de latitude Nord et entre 11°30' et 17°30' de longitude Ouest.

Il s'étend sur une superficie de 197 161 km². Ses limites sont :

- . au Nord-Est, le fleuve Sénégal qui constitue une frontière naturelle avec la République Islamique de Mauritanie ;
- . au Sud-Est, la rivière Falémé qui sert de frontière avec la République du Mali ;
- . au Sud, les frontières de la Guinée Bissau et de la Guinée.

A l'intérieur du territoire, s'avance la Gambie, une enclave de 10 300 km².

La majeure partie du Sénégal est constituée par une cuvette dont les bords se relèvent faiblement à l'Ouest et davantage à l'Est et au Sud-Est. La topographie révèle des plaines et des bas plateaux, d'une altitude inférieure à 100 m, composés de terrains modelés en dunes (voir figure 1.1.1).

1.2 Population

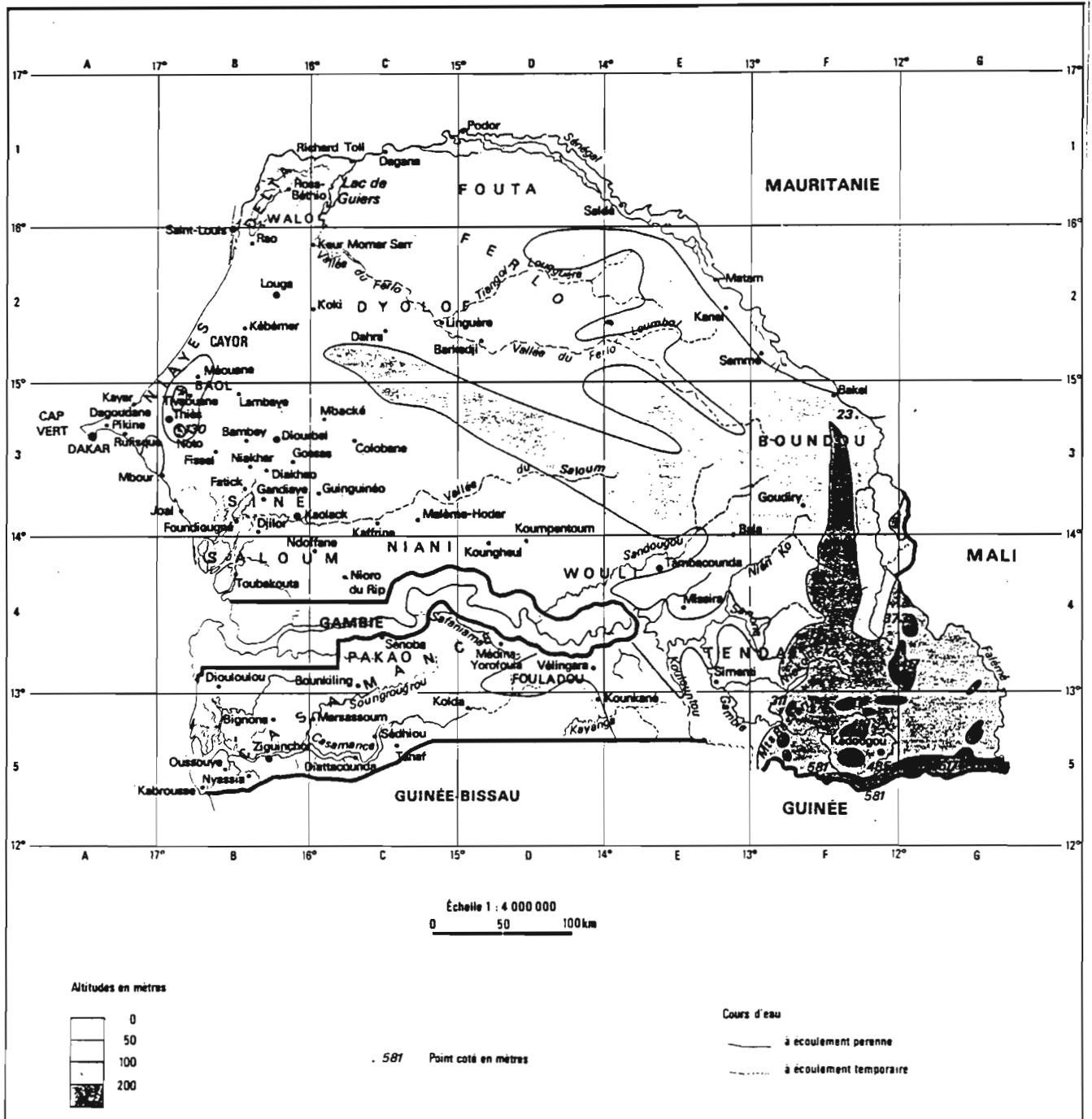
1.2.1 Caractéristiques générales

La population du Sénégal est estimée à 6 590 743 habitants lors du dernier recensement de 1988. Les caractéristiques du profil démographique peuvent se résumer comme suit :

- . **Une croissance rapide de la population** : proche de 3 % par an, due à la baisse de la mortalité et au niveau élevé de la fécondité.
- . **Une inégale répartition géographique** : cette population est concentrée dans la partie occidentale et centrale, dans les zones aux sols épuisés, où les problèmes d'eau se posent avec le plus d'acuité. Les densités y varient de 50 à 2700 habitants au km² alors que les régions les plus avantagées en potentialités hydrauliques enregistrent les densités les plus faibles (7 à 30 habitants au km²).

Figure 1.1.1

TOPOGRAPHIE DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL



- **Une urbanisation rapide** : passant de 23 % en 1960 à 39 % en 1988, principalement marquée par une forte concentration dans l'agglomération dakaraise dont la densité a triplé depuis l'indépendance (930 à 2710 habitants au km²).
- **Une population jeune** : 47 % de la population est âgée de moins de 15 ans et 56 % de moins de 20 ans.
- **Un niveau de fécondité élevé mais en léger recul** : 6,6 enfants par femme en 1986 contre 7,2 enfants par femme en 1970. Une vaste campagne de régulation des naissances et des centres de planning familial implantés partout dans le Sénégal contribuent considérablement à la baisse de la natalité.
- **Une mortalité infantile et juvénile élevée** : respectivement de 91 et de 130 pour mille alors que le niveau global de mortalité, encore mal appréhendé, est estimé à 19 pour mille habitants.
- **Des flux migratoires importants** : aussi bien à l'intérieur du pays qu'au plan international mais les flux sont mal connus, faute d'enquêtes spécifiques.

1.2.2 Population rurale et système de production

La population rurale du Sénégal s'élevait, en 1980, à 3 990 261 habitants.

Le monde rural sénégalais est caractérisé par un système rural insuffisamment productif. En effet, près de trois décennies marquées par des réaménagements des stratégies de développement n'ont permis au système rural ni de satisfaire les besoins alimentaires du pays, ni de procurer aux producteurs ruraux des revenus suffisants pour les soustraire à l'exode vers les villes.

Le revenu agricole par habitant, exprimé en termes constants, tend à la baisse (dans la période 1967-1980, le recul du revenu rural per capita a été de 1,0 % par an), accentuant de la sorte des disparités de niveaux entre citadins et ruraux.

La lenteur des progrès du secteur primaire procède autant des contraintes exercées par un accroissement défavorable que des singularités propres au fonctionnement de l'économie et des sociétés rurales.

Sous l'effet d'une sécheresse persistante, le potentiel de production du système rural subit d'importantes dégradations. A cela, s'ajoute l'instabilité des cours des produits de rente qui ne peuvent équilibrer le compte de leurs filières que grâce à des subventions.

Ces contraintes donnent leur sens aux initiatives prises en matière d'hydraulique rurale, de promotion des cultures vivrières de recherche pour aboutir à une carte variétale plus adaptée aux conditions écologiques. Mais leurs succès sont, dans une large mesure, tributaires de la capacité des producteurs à mettre en oeuvre ces nouvelles technologies.

Les études prospectives sur le Sénégal notent que la réussite de la politique hydraulique en milieu rural ainsi qu'une meilleure intégration agro-sylvo-pastorale peuvent offrir considérablement des possibilités de redressement de l'économie en milieu rural.

Actuellement, l'Etat sénégalais s'est engagé dans une politique de maîtrise de l'eau au niveau des populations rurales avec un vaste programme d'implantation de puits et forages en milieu rural.

Les données générales de la population du Sénégal sont précisées dans les tableaux 1.2.1 et 1.2.2.

La répartition de la population rurale est indiquée en figure 1.2.1.

La structure administrative du pays est mentionnée en figure 1.2.2.

Tableau 1.2.1 - QUELQUES DONNEES REGIONALES DU RECENSEMENT GENERAL DE LA POPULATION ET DE L'HABITAT DE 1988

Régions	Population résidente	Superficie (km2)	Densité (hab/km2)	Population totale (%)	Taux de croissance 76/88 (%)	Population urbaine	Taux urbain (%)
Dakar	1 448 108	550	2700	21,97	3,89	1 397 580	97
Ziguinchor	364 887	7 339	49	5,53	2,59	141 074	38
Diourbel	583 339	4 359	133	8,85	3,13	126 090	22
Saint-Louis	613 995	44 117	14	9,31	1,96	168 001	27
Tambacounda	383 572	59 602	6	5,81	2,41	57 786	16
Kaolack	782 045	16 010	49	11,86	2,49	178 418	22
Thies	890 389	6 601	135	13,50	2,73	307 773	34
Louga	456 352	29 188	16	6,92	1,28	69 792	15
Fatick	474 137	7 935	59	7,19	1,79	50 615	10
Kolda	593 919	21 011	27	9,01	2,51	58 310	10

Source : RGPH 1988

Tableau 1.2.2 - POPULATION URBAINE/POPULATION RURALE

Région	Population urbaine	Population rurale	Total
Dakar	1 397 580	50 528	1 448 108
Fatick	50 615	423 522	474 137
Kaolack	178 418	603 627	782 045
Ziguinchor	141 074	223 813	364 887
Diourbel	126 090	457 249	583 339
Saint-Louis	168 001	445 994	613 995
Kolda	58 310	505 907	564 217
Thies	307 773	592 616	890 389
Louga	69 792	386 560	456 352
Tambacounda	57 786	310 445	368 231
Total	2 555 439	3 990 261	6 545 700

Source : RGPH 1988

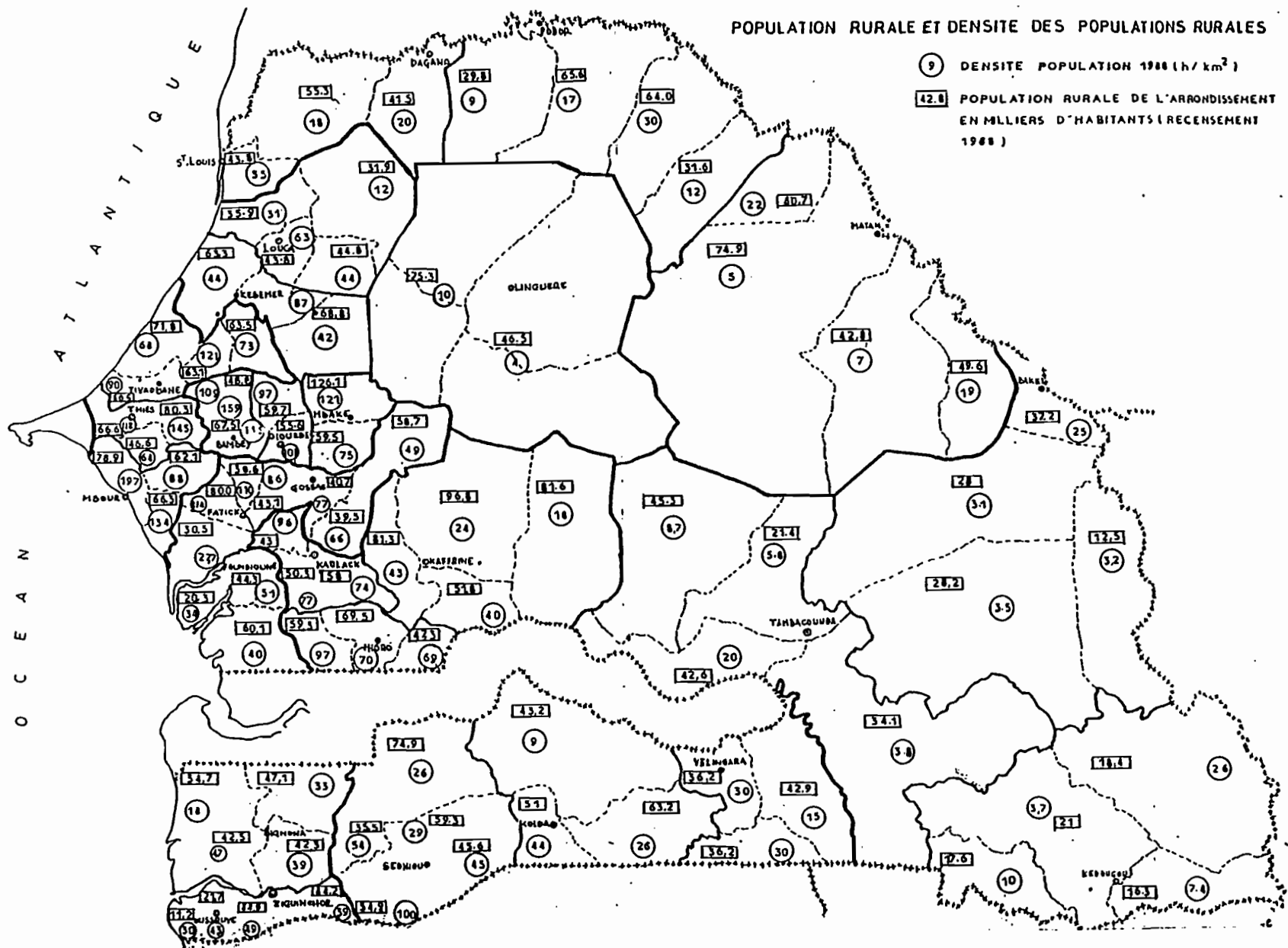
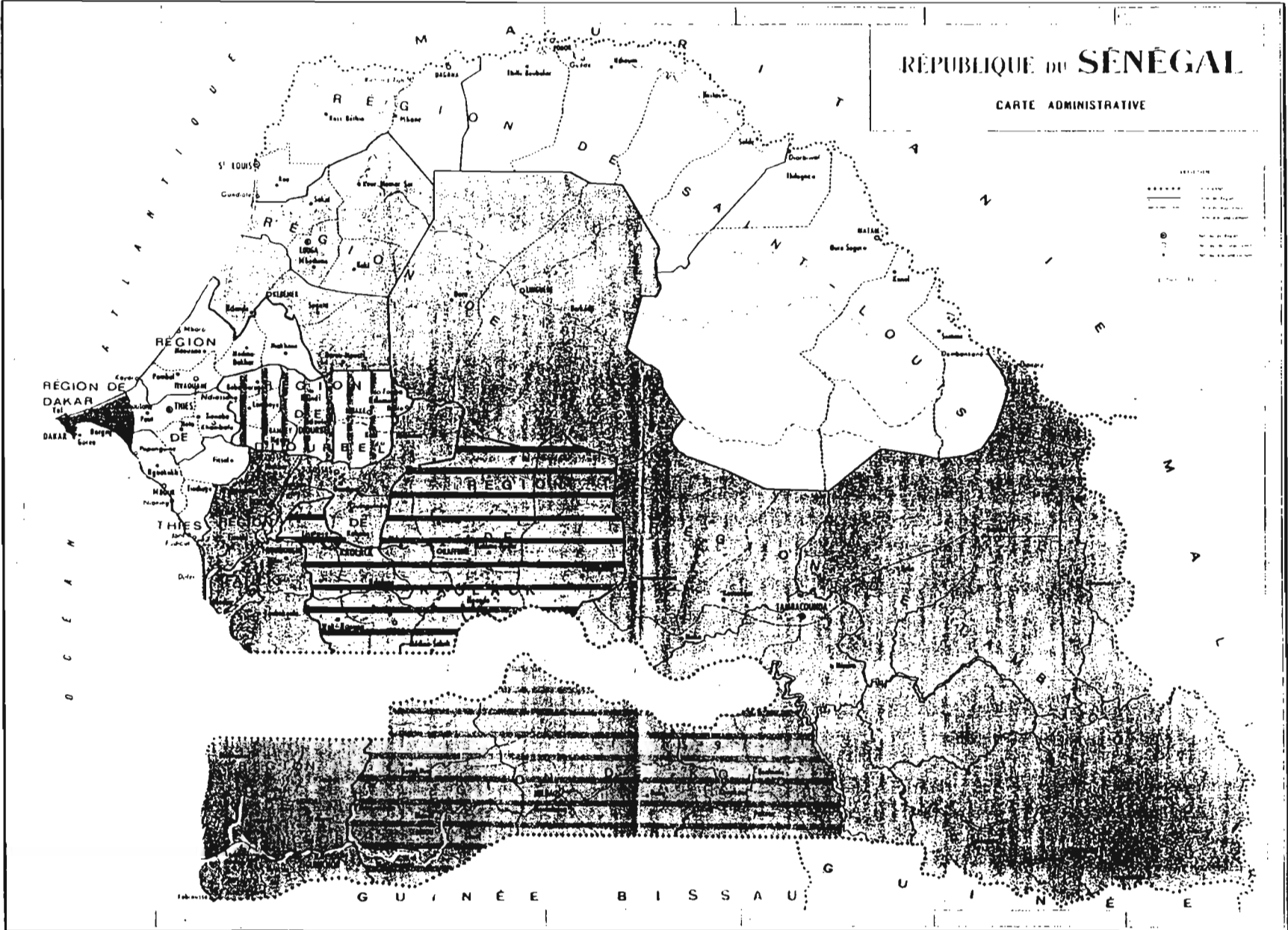


Figure 1.2.1



CARTE ADMINISTRATIVE DU SENEGAL

Figure 1.2.2.

1-6

1.2.3 Population urbaine et crise d'urbanisation

La densité de population au Sénégal est de 35 habitants au km².

C'est la région de Dakar qui représente 0,3 % du territoire national et qui regroupe 21,6 % de la population du Sénégal qui a la densité la plus forte : 2700 habitants au km². Cela est dû au fait que la région de Dakar absorbe la plus grande partie des migrations interne et internationale.

La population de la région de Dakar a connu une croissance spectaculaire : elle est passée de 14 % en 1960 à 21,6 % en 1988. Cette même région regroupe 80 % de la population urbaine sénégalaise. Il convient de noter que le phénomène d'urbanisation est très rapide au Sénégal.

L'urbanisation constitue l'un des phénomènes démographiques majeurs connus par le Sénégal depuis son indépendance. Cette distribution des hommes sur le territoire national a bénéficié à l'ensemble des villes et, plus particulièrement, à la capitale.

Outre les contraintes fonctionnelles qu'il impose, le processus en cours tend au renforcement des disparités régionales.

La croissance urbaine résulte d'abord d'une démographie en essor. Grâce au faible impact des procédés de limitation des naissances et à la qualité des services médico-sanitaires dont disposent les ménages de citadins, leur fécondité se maintient encore à un niveau élevé. Il est évident aussi que l'apport migratoire dans l'augmentation de l'effectif urbain est réel.

D'une manière générale, la crise que traversent les villes résulte du décalage entre leur croissance démographique et le rythme de création des ressources urbaines, c'est-à-dire l'emploi et les services publics essentiellement.

Le problème de l'emploi est sans doute le plus crucial. Sur le marché du travail, le volume de l'offre dans le secteur moderne de l'économie ne suffit pas pour absorber la main-d'oeuvre disponible. Pour nombre d'actifs, le secteur informel qui ne garantit ni revenus stables, ni assurances sociales, est le seul mode d'insertion à l'économie urbaine.

Beaucoup de travailleurs en ville perdent leur emploi à cause des différents programmes de restructuration, aussi bien dans le secteur public (départs volontaires) que dans le secteur privé (déflation).

1.2.4 Répartition de la population selon l'ethnie

Les ethnies qui peuplent le territoire sénégalais sont mentionnées dans le tableau suivant :

Tableau 1.2.3 - REPARTITION DE LA POPULATION SELON L'ETHNIE

	Ethnie	Effectifs (%)
Wolof	2 960 540	43,7
Poular	1 572 510	23,2
Serere	1 000 650	14,8
Diola	373 960	5,5
Mandingue	312 580	4,6
Autres ethnies des régions Est	234 980	3,5
Autres ethnies du pays	315 160	4,7
Ensemble	6 770 380	100

1.3 Santé

1.3.1 Personnel de santé

Au 31 décembre 1988, le Ministère de la Santé Publique au Sénégal comptait environ 6636 agents dont :

407	Médecins
200	Pharmaciens
58	Chirurgiens-dentistes
154	Techniciens supérieurs
168	Techniciens médicaux et agents techniques médicaux
474	Sages-femmes
934	Infirmiers d'Etat
1218	Agents sanitaires
578	Agents d'hygiène
15	Agents d'assainissement

Le personnel qualifié est insuffisant et mal réparti sur l'ensemble du territoire national, avec une forte concentration à Dakar.

L'hôpital A. LE DANTEC de Dakar détient, à lui seul, 51 % du personnel qualifié des hôpitaux publics.

La couverture sanitaire était, en 1987, de un médecin pour 23 212 habitants et un infirmier d'Etat pour 9015 habitants.

1.3.2 Infrastructures sanitaires

1.3.2.1 Hôpitaux et cliniques

Chaque région dispose d'un hôpital régional, à l'exception de Kolda et de Fatick. Le réseau hospitalier comporte 16 hôpitaux publics, 2 hôpitaux privés, 1 centre de traumatologie, 2 hôpitaux militaires et 25 cliniques privées.

Les 3 hôpitaux du CHU de Dakar absorbent plus de la moitié des moyens consentis à l'ensemble des hôpitaux publics.

1.3.2.2 Centres de santé

Le nombre des centres de santé est passé de 34 en 1960 à 47 en 1987. Le secteur privé totalise 25 cliniques à hospitalisation en médecine générale et en gynécologie.

1.3.2.3 Postes de santé

Leur nombre est passé de 201 en 1960 à 609 en 1986. On compte, en moyenne, un poste de santé pour 11 500 habitants mais les disparités régionales sont importantes. Les postes de santé de la région de Dakar sont surchargés (15 000 habitants par poste contre 6400 dans la région de Tambacounda). En revanche, en milieu rural, les distances à parcourir pour les atteindre sont trop grandes.

1.3.2.4 Infrastructures communautaires

Depuis 1978, avec la participation des collectivités et des populations, 1409 cases de santé et 502 maternités rurales ont été construites.

En outre, le Sénégal dispose de :

- . 10 Secteurs des Grandes Endémies
- . 4 Instituts
- . 3 Villages psychiatriques
- . 13 Léproseries
- . 1 Centre d'éducation et de réadaptation des enfants handicapés physiques
- . 1 Centre de lutte anti-parasitaire
- . 2 Postes sanitaires aux frontières
- . 8 Services régionaux d'hygiène
- . 1 Centre national d'éducation sanitaire
- . 1 Pharmacie nationale d'approvisionnement, etc.

1.3.3 Programmes de santé en cours

Les programmes de santé en cours sont :

- Le PEV (Programme Elargi de Vaccination) qui a pour objectif global de vacciner tous les enfants de 0 à 5 ans d'ici 1991 contre les 7 principales maladies (tuberculose, fièvre jaune, rougeole, diphtérie, tétanos, coqueluche, poliomyélite).
- Le programme de lutte contre les maladies sexuellement transmissibles (MST) et le SIDA dont l'objectif est la prévention, le dépistage et le traitement.
- Le programme du Service de Lutte Anti-Parasitaire (SLAP) qui comprend 3 programmes : la lutte anti-paludisme dont l'objectif est de réduire à 75 % la morbidité et la mortalité d'ici 1995, la lutte contre la bilharziose et, enfin, la lutte contre l'onchocercose.
- Le programme de réhabilitation et de surveillance nutritionnelle.
- Le programme de lutte contre la diarrhée par la Réhydratation par Voie Orale (RVO).
- Le programme de Santé Maternelle et Infantile et de Planification Familiale (SMI/PF).

1.3.4 Maladies d'origine hydrique

Elles contribuent, pour une bonne part, aux principaux cas de décès enregistrés au Sénégal comme on peut le voir dans le tableau suivant.

Tableau 1.3.1 - SITUATION DES MALADIES TRANSMISSIBLES EN 1986

Les 10 premières causes de mortalité au Sénégal	Cas	Décès
Paludisme	388 476	196
Tétanos	355	54
Rougeole	18 102	47
Méningite à Méningocoques	825	29
Tuberculose appareil respiratoire	927	17
Angine et scarlatine	21 731	9
Ictère (jaunisse)	394	7
Méningite purulente	290	7
Amibiase	3 216	6
Diphtérie	93	4

Les principales maladies d'origine hydrique sont :

- . le choléra qui existe sous forme endémique mais qui n'apparaît pas sous cette forme depuis 1987,
- . les fièvres typhoïdes,
- . l'amibiase intestinale qui représentait, en 1988, 0,4 % des causes de mortalité.

En ce qui concerne les maladies liées à l'eau :

- . Le paludisme :

C'est la maladie la plus meurtrière au Sénégal. Il représente, en 1988, un taux de morbidité de 72 % et un taux de 56 % des causes de décès.

- . L'onchocercose :

Cette maladie, qui sévit surtout dans la région du Sénégal Oriental, a atteint en 1989 une population de 5398 habitants dans la région de Tambacounda.

- . La bilharziose intestinale :

Existant surtout dans la région du fleuve, elle représentait en 1987 0,4 % des cas de décès.

L'une des principales causes de propagation de ces maladies au niveau des populations est le manque d'hygiène ou plutôt une mauvaise gestion de l'environnement se situant autour des points d'eau.

C'est pourquoi les services d'hygiène du Sénégal ont formé un comité de formation en matière d'hygiène des utilisateurs des points d'eau. Un laboratoire itinérant de ce service fait le tour des régions pour procéder à des analyses de l'eau destinée à la consommation.

En fonction des résultats obtenus, des mesures peuvent être prises dont la plus contraignante est la fermeture des puits ou des robinets.

1.4 Education

Le niveau de scolarisation au Sénégal est relativement faible : 32 % des enfants de 13 à 16 ans fréquentent l'enseignement moyen et 17 % des jeunes de 17 à 19 ans fréquentent l'enseignement secondaire.

Tableau 1.4.1 - REPARTITION ZONE URBAINE ET ZONE RURALE EN 1988/1989

	Zone urbaine	Zone rurale	Total
Ecoles	654	1 778	2 432
Classes	5 825	5 271	11 096
Effectifs	407 378	250 724	658 102
Elèves/classe	70	48	59

Source : Tableau de bord - Ministère de l'Education Nationale - 1988/1989

1.4.1 Education préscolaire

Les effectifs globaux ont progressé de 11,3 % en moyenne, de 1979/1980 à 1987/1988. La croissance du secteur public étant plus rapide que celle du privé, la part relative du public à ce niveau a donc sensiblement augmenté (18 % en 1979, 35 % en 1984, 49 % en 1988).

Sur le plan des infrastructures, il faut noter que la plupart des nouvelles écoles ont été implantées dans les zones rurales et les banlieues populaires, répondant ainsi au double objectif d'extension du réseau et de décentralisation qui mettait l'accent sur les zones rurales et semi-urbaines par l'entremise de formules plus économiques.

1.4.2 Enseignement élémentaire

Les effectifs scolarisés dépassent 655 000 élèves en 1988/1989.

Au cours du 7e plan (1977/1989), la progression du taux de scolarisation a été plus modérée que prévue, passant de 58,8 à 55 %.

L'accroissement moyen annuel des effectifs qui était de 6 % de 1961 à 1978 et de 6,7 % de 1978 à 1985 est tombé à 3,9 % entre 1985 et 1988.

Cette baisse s'est ressentie plus fortement au niveau du secteur public où le taux d'accroissement moyen annuel est passé de 7,9 % (1976/1985) à 4,2 % (1985/1988).

1.4.3 Enseignement moyen

En 1987/1988, les effectifs scolarisés atteignent 107 000 élèves, soit 16,5 % de la population scolarisable correspondante. L'objectif de la politique de l'Etat à ce niveau est de maintenir le taux de transition entre l'enseignement élémentaire et l'enseignement moyen à 30 %.

Les effectifs globaux ont connu un accroissement notable en passant de 69 500 à 107 000 entre 1979/80 et 1987/89.

L'ouverture de plusieurs collèges en milieu rural a marqué la volonté de décentralisation du secteur amorcée déjà dans le 6e plan.

1.4.4 Enseignement secondaire général et technique

Les effectifs scolarisés publics et privés s'élèvent à 38 700 en 1987/1988. Les objectifs du 7e plan étaient le maintien du taux de transition "Enseignement moyen/enseignement secondaire" à 44 % et le renforcement des effectifs dans les séries scientifiques et techniques.

1.4.5 Analphabétisme

Le Sénégal est caractérisé par une population de 72,8 % d'analphabètes.

Le degré d'alphabétisme a une tendance à la baisse au fil des générations. C'est au niveau des jeunes générations qu'on rencontre les taux les plus faibles. Ainsi, pour le sexe masculin, le taux passe de 82,5 % dans les générations âgées de 65 ans et plus de 48,6 % dans les générations âgées de 15 à 19 ans et, pour le sexe féminin, on a respectivement 96,8 % et 70,2 %.

1.5 Economie

1.5.1 Principaux indicateurs économiques du Sénégal

Pour les années 1986 et 1987, ces indicateurs sont les suivants :

Tableau 1.5.1 - PRINCIPAUX INDICATEURS ECONOMIQUES

	1986	1987
Produit intérieur brut	1 229,2	1 374,5
Produit national brut	1 174,9	1 313,9
Revenu national brut	1 089,1	1 218,0
Epargne intérieure	74,9	121,2
Revenu/tête/an (en FCFA)	161 014	180 070

Valeurs exprimées en milliards de FCFA

1.5.2 Produit intérieur brut (PIB)

L'évolution du PIB au Sénégal, au cours des 10 dernières années, est donnée dans le tableau 1.5.2. La répartition du PIB par secteur est mentionnée dans le tableau 1.5.3.

Tableau 1.5.2 - EVOLUTION DU PIB (en milliards de FCFA)

Année	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
PIB	494,7	581,9	627,4	669,8	860,7	991,6	1009,3	1126,5	1229,2	1374,5
Variation (%)		17,6	7,8	6,8	28,5	15,2	1,8	11,6	9,1	11,8

1.5.3 Economie Sénégalaise

1.5.3.1 Traits dominants

Les éléments caractéristiques de l'économie sénégalaise sont les suivants :

- . La dépendance du Sénégal vis-à-vis de l'extérieur et sa forte croissance démographique.
- . La distorsion entre la consommation et la production qui pourraient subir, dans l'avenir, des tensions contraires destinées à la renforcer (croissance démographique et urbanisation fortes) ou à la réduire (rationnement des devises pour importer).
- . Le faible impact de l'investissement et le poids de l'Etat et du secteur public sur le système économique.

Tableau 1.5.3 - REPARTITION ET EVOLUTION DU PIB PAR SECTEURS ECONOMIQUES

Secteurs	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
Agriculture	45,3	83,1	59,4	54,1	33,4	148,1	100,5	115,2	176,2	155,7
Elevage	31,4	34,7	37,5	41,5	41,2	44,0	58,7	102,1	116,7	100,1
Pêche	18,1	11,2	12,7	15,9	15,6	19,0	19,0	20,8	24,9	31,9
Forêt	9,6	10,6	10,4	9,6	10,5	10,9	11,7	11,4	11,1	14,1
Primaire	104,6	139,6	120,0	121,1	200,7	222,0	189,9	249,5	328,9	301,8
Industrie	86,1	101,0	109,7	119,1	94,8	91,7	109,8	137,0	161,7	284,1
Artisanat	6,8	8,0	8,8	9,7	19,1	23,0	25,0	27,0	27,8	20,6
BTP	27,5	32,1	37,7	42,8	24,8	49,9	39,7	39,2	32,6	92,8
Secondaire	120,4	141,1	156,2	171,6	38,7	164,6	174,5	203,2	222,1	397,5
Transport	30,8	36,7	49,3	48,1	75,3	78,4	95,7	104,7	100,5	101,5
Commerce	125,8	132,1	116,4	136,8	194,4	243,3	253,8	261,7	262,5	256,1
Services divers	43,4	48,7	70,8	69,7	126,6	145,7	151,4	166,0	167,2	155,7
Tertiaire	200,0	217,5	236,5	254,6	398,3	487,4	500,9	532,4	530,2	515,3
PIBE*	425,0	498,2	512,7	547,3	735,7	854,0	863,3	885,1	1081,2	1214,6
S et trait. versés par les AD	63,9	77,7	106,1	113,0	112,8	123,5	129,7	125,5	130,6	144,4
S versés aux domestiques	5,8	6,0	8,6	9,5	12,2	14,1	14,3	15,9	17,4	15,5
PIB	494,7	581,9	627,4	669,8	860,7	991,6	1000,3	1126,0	1220,2	1574,0

* PIBE : Production Intérieure Brute

Ainsi, le 8e plan (1989-1995) se devra de relever les quatre défis suivants :

- . lever les contraintes structurelles qui pèsent sur l'offre,
- . relancer, de manière sélective, la demande sans menacer le rééquilibrage financier,
- . moderniser l'Etat dans ses attributions économiques et sociales,
- . décentraliser et soutenir l'épanouissement des initiatives.

Pour atteindre cet objectif, cinq axes stratégiques et domaines d'action prioritaires sont retenus :

- . élever durablement la productivité globale de la nation,
- . engendrer une dynamique de responsabilité et de solidarité,
- . adapter le système éducatif, renforcer les aptitudes au développement et élargir la communication sociale,
- . maîtriser l'essor urbain, sécuriser et réhabiliter l'économie rurale,
- . consolider l'économie nationale, tirer parti des espaces de développement internationaux et jeter les bases d'une intégration économique régionale.

Le développement rural, qui englobe agriculture, élevage, protection de la nature et hydraulique rurale et agricole, concernera encore 60 % de la population totale contre 77 % en 1960.

Les superficies cultivables sont estimées à 3,8 millions d'hectares dont, en moyenne, 2,4 millions sont effectivement cultivés. Les principaux produits agricoles sont l'arachide, le coton, le maïs, le niébé. On note, de plus en plus, le développement des produits maraîchers.

1.5.3.2 Situation du secteur industriel avant la Nouvelle Politique Industrielle

Depuis 1960, la croissance en termes réels du secteur secondaire et, en particulier, de l'industrie a été supérieure à celle du PIB. Toutefois, cette croissance s'est ralentie sur la période de 1970-1986. Le secteur industriel, qui représentait 17,5 % du PIB en 1960, 18,3 en 1970, a stagné aux environs de 18 %.

En ce qui concerne l'emploi dans le secteur industriel, les effectifs se chiffraient à 27 000 personnes en 1985, soit 20 % des effectifs du secteur moderne, conséquence d'un faible rythme de croissance des effectifs correspondant à 1,3 %/an.

Par ailleurs, en matière de commercialisation, bien que le poids des produits industriels dans les exportations se soit amélioré, l'industrie sénégalaise a marqué des signes d'essoufflement.

C'est ainsi que d'importantes mesures et actions ont été prises dans le cadre de la Nouvelle Politique Industrielle (NPI) en vue de la relance du secteur.

1.5.3.3 Nouvelle Politique Industrielle (NPI)

Deux principes généraux ont présidé à l'adaptation de la NPI :

- . Le rétablissement de l'équilibre de la balance des paiements du pays par l'amélioration de la balance commerciale.
- . L'assainissement des finances publiques par la prise de mesures libérales privilégiant l'initiative privée et la responsabilité des entreprises dans un cadre de concurrence internationale.

Les mesures prises ont été les suivantes :

- . la réduction et l'harmonisation de la protection sur les produits,
- . la libéralisation des prix et des circuits de commercialisation,
- . des mesures institutionnelles améliorant l'environnement économique,
- . l'amélioration des conditions de fourniture de facteurs techniques de production,
- . des actions de promotion, de soutien et d'accompagnement du processus de restructuration.

1.5.3.4 Industries consommatrices d'eau

Celles-ci se ravitaillent essentiellement à partir des eaux souterraines. Il s'agit :

- . de la Compagnie Sénégalaise des Phosphates de Taïba (CSPT) avec 30 000 m³/j (Département de Tivaouane),
- . des Industries Chimiques du Sénégal (ICS), 9000 m³/j (Département de Tivaouane),
- . de la CODIPRAL à Dakar, 130 m³/j,
- . d'ICOTAF à Dakar, 15 m³/j,
- . de la Société Nationale des Oléagineux du Sénégal (SONACOS),
- . des cimenteries de Rufisque dépendant du réseau d'approvisionnement en eau de Dakar.

1.5.4 Elevage

Représentant 7,3 % du PIB en 1987, l'élevage bovins-ovins-caprins est important dans le pays.

L'essentiel des besoins en eau de l'élevage provient de ceux des bovins et petits ruminants dont 40 % de l'effectif évoluent ces dernières années dans l'espace sahélien du Sénégal, principalement dans la zone sylvo-pastorale (Saint-Louis, Louga, Diourbel). 40 % pâturent dans les zones agricoles (arachidières et cotonnières) du centre et de l'est du pays de climat soudano-sahélien dominant. 20 % pâturent au Sud caractérisé par une pluviométrie supérieure à 800 mm.

Cette répartition observée depuis 4 à 5 ans révèle un déplacement de troupeaux du Nord au Sud motivé par une diminution des ressources fourragères en milieu sahélien, mais aussi par une insuffisance de points d'eau permanents.

Tableau 1.5.4 - EFFECTIF DU CHEPTEL EN 1988
(par tête de bétail)

Régions	Bovins	Ovins et Caprins	Porcins	Equins	Asins	Volailles	Camelins
Diourbel	110 000	199 000	200	39 000	21 000	-	-
Thies	135 000	200 000	7 450	67 000	37 940	3 950 000	102
Tambacounda	452 200	1 107 400	-	15 957	26 790	-	-
Kaolack	291 139	799 500	2 200	73 100	55 400	2 625 000	-
Saint-Louis	374 905	763 712	-	26 954	58 425	633 955	1 115
Ziguinchor	114 546	143 456	42 527	802	771	764 628	-
Dakar	12 100	63 000	1 000	4 400	1 020	430 000	-
Fatick	185 460	306 600	13 550	59 870	32 197	1 564 500	-
Kolda	383 350	324 300	17 900	5 670	13 190	1 263 500	-
Louga	406 912	1 302 039	-	83 413	39 662	-	14 132
Sénégal	2 465 612	5 237 074	84 827	356 166	286 395	9 658 158	15 349

La multiplication de points d'eau dans l'espace sahélien permettrait d'une part une remontée du cheptel vers le Nord et, d'autre part, une meilleure application de la stratégie du développement de l'élevage visant à faire du milieu sahélien une zone à vocation de naissance (prédominance de femelles pour la production de veau). 60 % du cheptel devraient pouvoir y séjourner en permanence.

Un redéploiement du cheptel vers le Nord du pays ne ferait toutefois pas diminuer les besoins en eau de l'élevage des régions du Sud. En effet, ce sont des régions à vocation d'intégration de l'agriculture et de l'élevage, stratégie qui repose sur des programmes demandant un bon quadrillage en points d'abreuvement.

Tableau 1.5.5 - REPARTITION DU CHEPTEL PAR REGION

Régions	Bovins		Petits ruminants	
	Effectif réel	Base de calcul des besoins en eau	Effectif réel	Base de calcul des besoins en eau
Diourbel	111 000	132 000 (+20 %)	199 000	238 800 (+20 %)
Thies	135 000	162 000 (+20 %)	200 000	240 000 (+20 %)
Tambacounda	452 200	452 200	1 107 400	1 107 400
Kaolack	291 139	291 139	799 500	799 500
Saint-Louis	374 905	449 886 (+20 %)	763 712	916 454
Ziguinchor	114 546	114 546	143 456	143 456
Dakar	12 100	12 100	63 000	63 000
Fatick	185 460	185 460	306 600	306 600
Kolda	383 350	383 350	324 300	324 300
Louga	406 912	488 294 (+20 %)	1 302 039	1 562 447
Total	2 465 612	2 670 975 (+8 %)	5 209 007	5 701 957 (+9 %)

En outre, il faut compter sur un taux de croissance annuel de 3 % pour les bovins et 7 % pour petits ruminants.

En conséquence, si on prend comme base les effectifs déclarés par le service de l'élevage en 1988, il serait prudent, pour la détermination des besoins en eau, de majorer de 20 % les effectifs bovins, ovins, caprins des régions sahéliennes (Saint-Louis; Louga, Thies, Diourbel) tout en maintenant les effectifs estimés du cheptel dans les régions du Sud (voir tableau 1.5.5).

1.5.5 Hydraulique urbaine

Dès le 5e plan, la politique du Gouvernement sénégalais s'assignait comme objectif de progresser significativement vers la satisfaction des besoins en eau et en infrastructures d'assainissement des populations, tant dans les agglomérations urbaines qu'en milieu rural.

Le Sénégal dispose d'un potentiel hydraulique important certes, mais excentré par rapport aux zones de consommation.

L'approvisionnement de Dakar est assuré à 75 % par les nappes souterraines et pour 25 % par le lac de Guiers.

Globalement, l'offre est déficitaire par rapport à la demande.

Par rapport à une demande évaluée à 185 000 m³/j, les déficits de l'offre ont évolué comme suit :

1985	10 000 m ³ /j en moyenne	49 000 m ³ /j en pointe
1986	20 000 m ³ /j en moyenne	64 000 m ³ /j en pointe

L'amplification du déficit s'explique par la stagnation du niveau de l'offre (qui souffre de l'insuffisance des ressources en eau mobilisables dans la région) et la croissance continue de la demande. Face à cette situation, le Gouvernement a lancé l'étude de factibilité du Canal de Cayor.

La réalisation de cet ouvrage permettrait de résoudre, à long terme, le problème de l'approvisionnement en eau potable de Dakar en amenant l'eau par un canal à ciel ouvert depuis le lac de Guiers distant de 270 km de Dakar.

Par ailleurs, la réalisation du canal prévue pour 1995 permettrait aussi l'irrigation de quelque 8500 ha sur son parcours.

1.5.6 Evolution des budgets du Sénégal

Le Budget de l'Etat est en augmentation constante au cours des dernières années :

Tableau 1.5.6 - EVOLUTION DU BUDGET DE L'ETAT

Année	Budget (milliards de FCFA)	Taux de progression (%)
1985/1986	316 868	4,96
1986/1987	441 718	39,40
1987/1988	455 763	3,18
1988/1989	490 547	7,63
1989/1990	506 855	3,32
1990/1991	514 665	1,54

Source : Extrait des lois de finances

1.6 Climat

Le Sénégal est un pays sahélien, caractérisé par une longue saison sèche et une saison pluvieuse qui dure de trois à quatre mois.

Au Nord du pays, l'avancée du désert se fait de plus en plus sentir alors qu'au Sud, plus humide, la sécheresse et l'action de l'homme ne cessent d'éprouver les zones de forêts.

Le climat est caractérisé par deux saisons bien tranchées avec, cependant, une constante : la chaleur. Deux centres d'action règlent la circulation atmosphérique : l'anti-cyclone des Açores, au Nord, et l'anti-cyclone de Sainte-Hélène, au Sud de l'Afrique. La prédominance des effets de l'un de ces centres détermine la saison.

En saison sèche (de novembre à juillet), il y a une prédominance des alizés venant des Açores et qui balaient les régions côtières ; à l'intérieur du pays, l'harmattan (alizé continental) souffle.

En saison des pluies, les effets de la mousson en provenance de Sainte-Hélène se font sentir ; leur fréquence, leur trajectoire et leur intensité déterminent le rythme et le volume des pluies. Celles-ci diminuent en fréquence et volume, du Sud au Nord (300 mm concentrés en un mois et demi au Nord, 1400 mm répartis en 4 mois au Sud).

Les écarts de température sont sensibles d'Ouest en Est. Dakar présente un maximum de 32°C et un minimum de 15°C tandis que Tambacounda au Sud-Est a un maximum de 46°C et un minimum de 17°C.

La végétation s'appauvrit du Sud au Nord. Elle est composée :

- . au Sud, d'éléments de grandes forêts,
- . dans la région centrale, d'une savane arborescente,
- . au Nord, d'une steppe à épineux.

1.7 Géologie

1.7.1 Cadre général

A l'exception du Sénégal Oriental dont le sous-sol est constitué de terrains anciens, antécambriens ou primaires, le plus souvent cristallins ou métamorphiques, le territoire du Sénégal est recouvert par les formations sédimentaires du bassin sénégalais (figures 1.7.1 et 1.7.2).

1.7.2 Série géologique

1.7.2.1 Socle ancien

Les formations du Birimien constituent le Précambrien Moyen d'Afrique Occidentale. On y rencontre des schistes sériciteux, des mégaschistes, quartzites et des granites.

Le Précambrien Supérieur recouvre en discordance les formations précédentes et est constitué par des terrains d'origine sédimentaire (collines Bassari).

1.7.2.2 Primaire

Le Cambrien Inférieur débute par une séquence volcano-sédimentaire composée de rhyolites.

Le Cambrien Supérieur est représenté par des argiles rouges qui recouvrent en concordance les pélites des zones synclinales ; sa puissance est environ 2000 m.

L'Ordovicien est représenté par des grès durs blancs et par un ensemble de roches métamorphiques.

1.7.2.3 Secondaire

Les 4/5 du territoire sénégalais sont recouverts de terrain d'âge secondaire et tertiaire appartenant au bassin sédimentaire sénégal-mauritanien s'étendant de la Mauritanie au Nord jusqu'à la Guinée au Sud et reposant sur un socle plus ou moins accidenté et faillé, s'enfonçant graduellement d'Est en Ouest pour arriver aux environs de 6000 m ou plus dans la région de Dakar.

a. Trias et Lias

Connues uniquement sur le plateau continental au large de la Casamance, ces formations sont essentiellement composées de roches salifères, gypse, anhydrites et sel auxquelles sont associées des argiles vertes à noires.

Ces formations sont recoupées par des forages à des profondeurs de 1651 m et 1135 m. La puissance de l'ensemble Trias-Lias est estimé à 1500-3000 m.

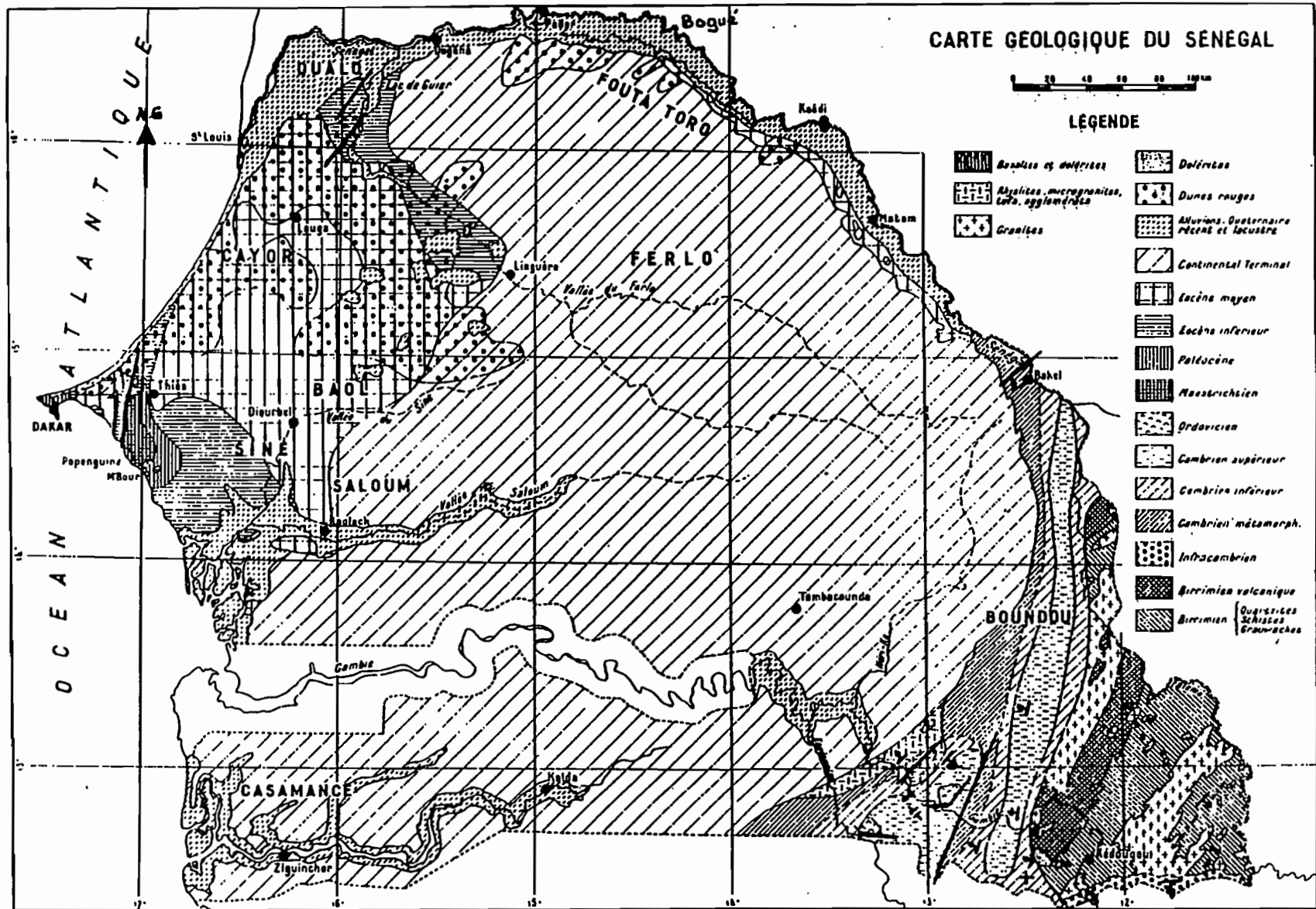
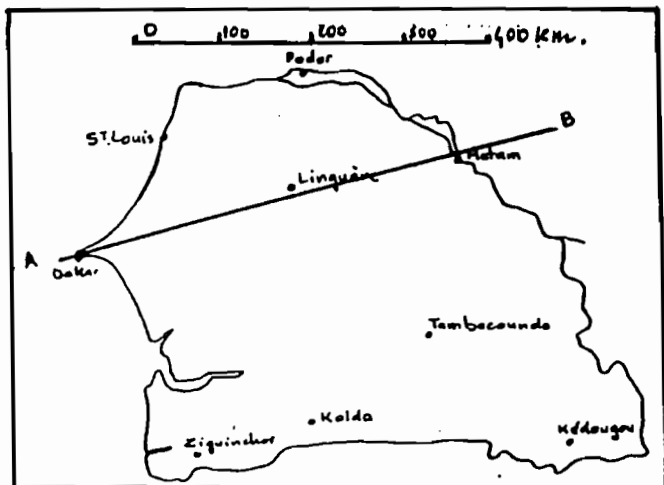
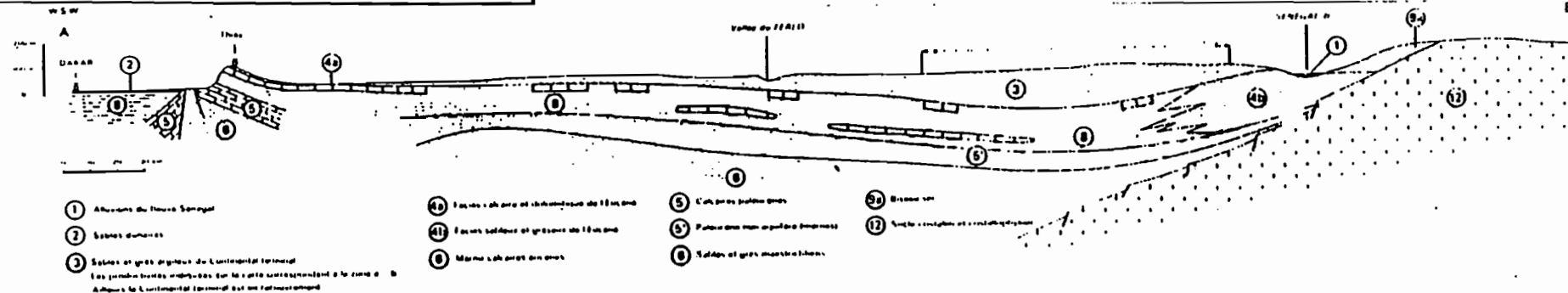


Figure 1.7.1

Figure 1.7.2



COUPE GEOLOGIQUE SCHEMATIQUE
DU BASSIN SEDIMENTAIRE SENEGALAIS



1 Alluvions du Fleuve Sénégal

2 Sables dunaires

3 Sables et grès argileux du Continental terminal
Les joints sont verticaux et les sables sont continuellement à la cime de B
Après le Continental terminal est un fortissement

4 Sables et grès et dolérite de Fatick

4a Sables solides et grès de Fatick

8 Marnes et grès dur

5 Calcaires profonds

6 Poudres non argileuses épaisses

8a Sables et grès dur

9a Grès dur

12 Sables et grès dur

(Source : BRGM 1975)

Dans la région de la presqu'île du Cap Vert, la base du forage Dakar Marine 2 (DKM2), entre 4050 et 4252 m est représentée par des calcaires à intercalations de dolomie qui pourraient appartenir au Lias.

b. Jurassique Moyen et Supérieur

Il est connu sur le continent pour deux faciès :

- un faciès littoral constitué de conglomérats, de pélites, de grès dans la région de Diourbel,
- un faciès profond reconnu à 3250-4010 m par les forages de Ndiass 1 et Dakar Marine 2 (DKM2) est composé de sédiments calcaires ou dolomitiques. Sa puissance est estimée à 760 m.

c. Crétacé

c1. Crétacé Inférieur - Néocomien

Trois domaines différents s'individualisent nettement :

- Dans le centre du bassin, la série comporte essentiellement des grès, alternant avec quelques argiles silteuses. Sa puissance diminue en direction de la bordure orientale.
- Sur la marge occidentale, le Néocomien présente des faciès carbonatés (calcaire, dolomies, calcaire sableux) alternant parfois avec des passées gréseuses. Sa puissance est de l'ordre de 1200 m.
- Au niveau de Dakar, le Néocomien est reconnu à des profondeurs de 2450 à 3855 et présente une série comportant des alternances d'argiles et grès quartzitiques.

c2. Crétacé Moyen - Aptien Terminal à Cénomaniens

Les faciès sont gréseux et peu épais dans la partie orientale du bassin, se chargeant progressivement en argiles vers les régions centrales où l'on trouve quelques intercalations de lignites, tandis que sa puissance augmente considérablement. Au niveau de la marge occidentale du bassin, la série est formée par des alternances de calcaires, argiles, silt et grès. Son épaisseur est de l'ordre de 1000 m.

c3. Crétacé Supérieur

Le Turonien correspond à une formation argileuse noire, parfois bitumineuse à rares passées de calcaires argileux. Les argiles deviennent versicolores vers l'Est avec apparition de grès. Son épaisseur varie de 40 à 210 m (DKM1).

Le Sénonien est représenté par des dépôts essentiellement argilo-sableux.

Sur la marge occidentale, on note parfois la présence d'intercalations carbonatées. Vers l'Est, les argiles sont plus ou moins versicolores et les sables deviennent grossiers, avec des niveaux à graviers et à galets.

La puissance de la série atteint 700 m dans la zone des diapirs casamançais.

Le Maestrichtien affleure au niveau du horst de Ndiass sous la forme de grès et d'argiles. Au centre et à l'Est du bassin, les sables dominent et on observe aussi des niveaux ligniteux assez continus vers le sommet de l'étage et des passées conglomératiques à l'approche de la bordure orientale. Vers l'Ouest, les sables disparaissent parfois rapidement : ce dispositif s'observe principalement au-delà du horst de Ndiass dont les faciès sablo-argileux font place, latéralement, à une série entièrement argileuse qui a été reconnue au voisinage du lac Retba.

En outre, cette variation de faciès s'accompagne d'un très fort épaissement de la série, dont la puissance semble avoir atteint 2000 m.

L'épaisseur moyenne du Maestrichtien est de l'ordre de 100 m à proximité du Continent et de l'ordre de 600 m sur les rebords de la plate-forme continentale.

1.7.2.4 Tertiaire

a. Paléocène

Il est connu à l'affleurement dans la région du Cap Vert, à la périphérie du horst de Ndiass et sur celui-ci ainsi que dans la ville de Dakar. Il montre un faciès variable et une épaisseur souvent faible.

Il est formé à sa base de formations sableuses ou gréseuses (lac Tanma) mais son faciès est essentiellement dominé par des argiles mameuses et calcaires. Dans la ville de Dakar, le Paléocène correspond à la formation mamo-calcaire des Madeleines.

Dans la région du horst de Ndiass, les calcaires zoogènes sont fortement karstifiés.

b. Eocène

b1. L'Eocène Inférieur est composé d'horizons mamo-calcaires ou sableux peu épais, à silex, phosphate et glauconie. Dans les horizons supérieurs, on note des argiles (attapulgites) et des mames épaisses dans la région de Rufisque-Retba.

L'Eocène Inférieur se termine par des niveaux plus carbonatés. Son épaisseur atteint 500 m dans la région de Rufisque-Retba.

b2. L'Eocène Moyen (Lutétien) est essentiellement composé de faciès argilo-mameux ou calcaires, des sables phosphatés parfois et des grès calcaires s'observent plus localement.

Sur la marge occidentale du bassin, le Lutétien correspond à des argiles à silex. Sa puissance est de l'ordre de 100 à 200 m.

Cette formation est en partie représentée à Dakar par les mamo-calcaires de l'Anse Bernard.

L'épaisseur des calcaires varie d'une quarantaine de mètres dans la région de Bambey-Linguère où ils sont très karstifiés, à environ 150 m dans l'Ouest de la Casamance et la zone du delta du fleuve Sénégal.

b3. *L'Eocène Supérieur* n'est représenté sous la forme de dépôts d'origine marine que dans la partie méridionale du bassin et très localement aux environs de Dakar et de Tivaouane.

Il est connu essentiellement sur le littoral et le plateau continental casamançais. Il présente des faciès calcaires, marmo-calcaires, mameux souvent phosphatés dont l'épaisseur varie de 30 à 60 m.

c. Oligocène

L'extension des faciès marins de l'Oligocène est sensiblement voisine de celle de l'Eocène Supérieur.

En Casamance, l'Oligocène est représenté principalement par des calcaires, des mames brunes ou grises.

Plus au Nord, un jalon important s'observe à Dakar où des calcaires oligocènes sont conservés à l'état de blocs emballés dans les tufs volcaniques miocènes de l'Anse Bernard.

C'est à l'Oligocène que se situent les premières manifestations volcaniques enregistrées au niveau de Dakar.

d. Miocène

Les travaux récents conduisent à considérer que les dépôts miocènes d'origine marine sont présents dans une grande partie du bassin sénégalais. On peut distinguer une zonation suivante :

d1. *Les séries du Sénégal méridional* présentent un faciès argileux. Elles sont surmontées par une centaine de mètres de calcaires mameux, mames et calcaires.

En basse Casamance, la série se termine par 30 à 40 m de sables, argiles et rares calcaires. Plus à l'Est, les fossiles marins disparaissent progressivement.

d2. *Le Continental Terminal* : formation sablo-argileuse rubéfiée qui se termine généralement à son sommet par une cuirasse latéritique.

En Casamance, la formation sablo-argileuse sommitale appelée Continental Terminal correspond à un faciès marin. Plus à l'Est, dans la région de Tambacounda, l'altération affecte l'ensemble de la série miocène.

Plus au Nord, entre le Saloum et le fleuve Sénégal, le Continental Terminal se présente sous des faciès grés-argileux. Son épaisseur variable peut atteindre 130 m dans le Sud du Ferlo.

1.7.2.5 Quaternaire

Le Quaternaire se présente sous des formes très variées et constitue la majeure partie des affleurements dans le bassin sénégalais.

a. Quaternaire Marin

- a1. *Inchirien* : représenté sur le littoral Sud-Est par un beach-rock.
- a2. *Le Nouakchottien* : représenté par des accumulations de coquillages de dépôts de plage, d'épaisseur de 1 à 2 m.
- a3. *Le Dakarien*
- a4. *Le Saint-Louisien* : le remplissage atteint une cinquantaine de mètres au voisinage de Saint-Louis et au lac Tanma et les dépôts sont alternativement marins, lagunaires et continentaux.

b. Quaternaire Continental

Les formations quaternaires continentales sont très largement représentées. On peut les regrouper en trois ensembles principaux :

- b1. *Les glacis cuirassés et les terrasses alluviales* : sont surtout présents dans l'Est et le Sud du bassin ainsi qu'au voisinage de la vallée du fleuve Sénégal.

Dans l'axe des vallées, il existe le plus souvent un remblaiement alluvial. Les dépôts qui sont essentiellement marins dans les zones d'estuaires deviennent continentaux vers l'amont. Leur puissance peut atteindre plusieurs dizaines de mètres.

- b2. *Les dépôts lacustres* : ils s'observent fréquemment dans le Ferlo et les régions de Louga et Diourbel. Ils sont composés de calcaires lacustres. A proximité du littoral, les dépôts lacustres sont représentés par des tourbes ainsi que dans la zone des Niayes et ont une épaisseur qui atteint 14 m.

- b3. *Les dépôts éoliens* : ils couvrent de vastes surfaces et appartiennent à plusieurs ensembles et sont représentés par :

- . un erg ancien de l'Akcharien (Ferlo septentrional),
- . des dunes rouges de l'Ogolien,
- . des dunes jaunes et blanches formant le cordon littoral entre Dakar et Saint-Louis.

- b4. *Le volcanisme quaternaire de Dakar* : les manifestations volcaniques quaternaires connues à l'affleurement sont limitées à la tête de la presqu'île du Cap Vert et sont représentées par des dolérites, des tufs et des basaltes.

1.8 Hydrologie

Le Sénégal présente deux systèmes hydrographiques importants : le fleuve Sénégal et le cours supérieur de la Gambie. A ceci, il faut ajouter la Casamance et le cours supérieur de la Kayanga avant son entrée en Guinée Bissau. L'ensemble de ces cours d'eau ont un régime tropical selon la classification hydrologique de RODIER (1964). Les autres rivières ont uniquement des écoulements sporadiques.

La carte du réseau hydrographique du Sénégal est présentée sur la figure 1.8.1.

Le Sénégal

Une faible partie (60 000 km²) de la superficie totale du bassin (220 000 km²) se situe au Sénégal. Long de 1790 km, il entre au Sénégal à sa confluence avec la Falémé. Au-delà de Bakel, le fleuve coule dans la «vallée» où il ne bénéficie plus d'apports importants.

De Bakel à Saint-Louis, la pente moyenne est d'environ 2,5 cm.km⁻¹. Le module interannuel (1903-1985) à Bakel est de 732 m³.s⁻¹. La variabilité est importante : 1241 m³/s en 1923/24 et 73 m³/s en 1904/1905. Au Sud de Richard-Toll s'étend le lac de Guiers, relié au fleuve par le canal de la Taoué. A la crue, l'ouverture du pont-barrage sur la Taoué permet le remplissage du lac. Sur sa bordure occidentale, la station de pompage de Ngith prélève une fraction de l'eau potable consommée à Dakar. Le cours inférieur de la vallée morte du Ferlo est alimentée par ce lac.

La Gambie

La partie sénégalaise du fleuve Gambie (54 631 km² sur un total de 770 454 km²) concerne l'aval de son bassin continental, le bief amont étant situé en Guinée et la partie maritime de la Gambie dans le pays du même nom. La pente moyenne du fleuve au Sénégal est d'environ 25 cm/km.

A son entrée au Sénégal, à Kédougou, le module interannuel (1970-1986) est de 70 m³.s⁻¹ et le débit maximum interannuel de 650 m³.s⁻¹ environ (LAMAGAT et al. (1989)). Grossi par de nombreux affluents, le fleuve a un débit maximum interannuel (1953-1986) de 1215 m³.s⁻¹ à Gouloumbou, dernière station sénégalaise avant son passage en Gambie.

La Casamance

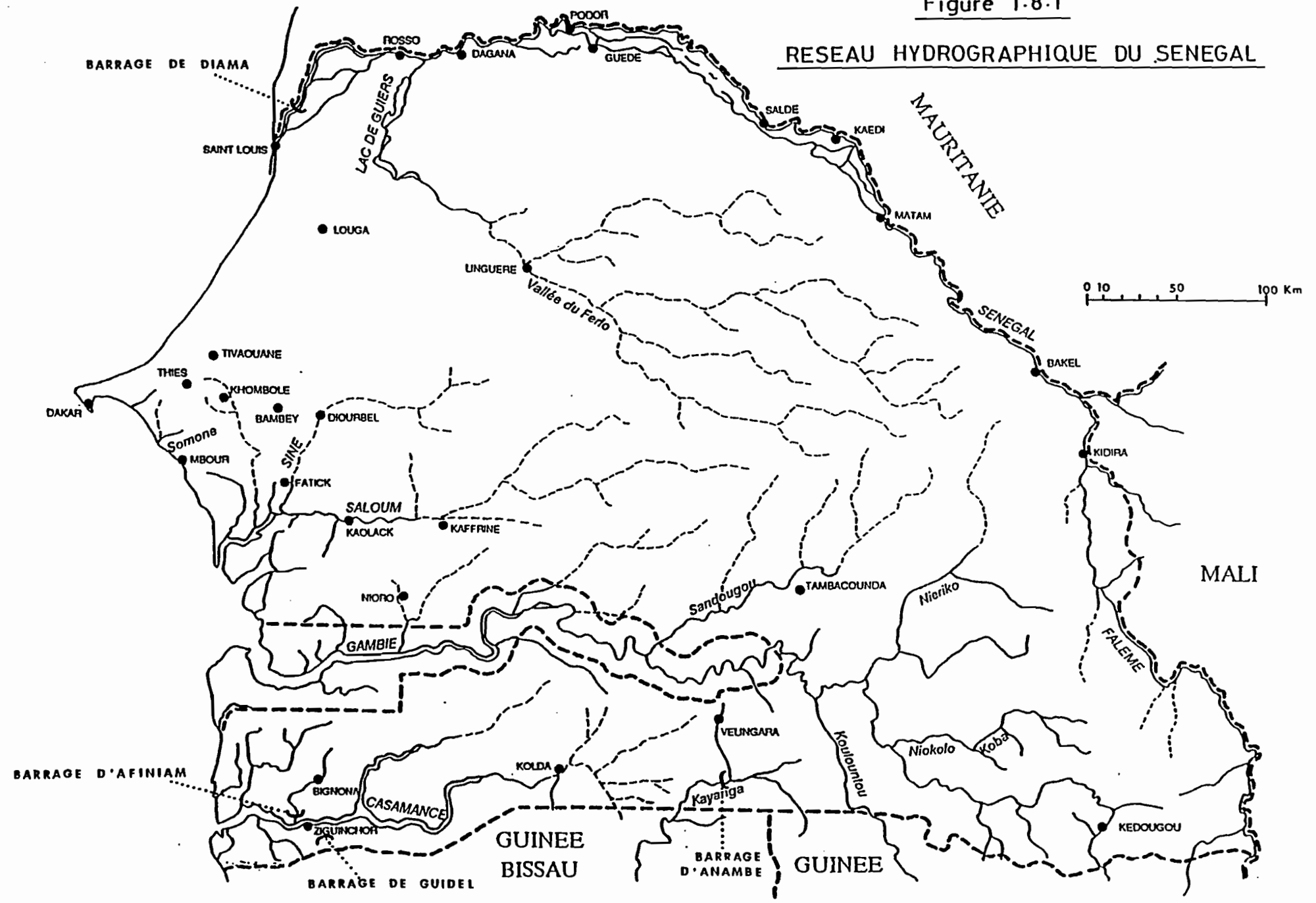
La Casamance est un petit fleuve côtier d'une superficie de 20 150 km² presque entièrement compris dans le Sénégal. Sa vallée inférieure est envahie par les eaux marines qui remontent en période de basses eaux jusqu'à Diana Malari à 152 km de l'embouchure. Le module moyen interannuel (1935-1987) est de 4,0 m³/s à Kolda, dernière station non influencée par la marée.

Le Sine Saloum

Le Sine Saloum est un ensemble de petits bassins côtiers, débouchant dans un estuaire complexe aux eaux très salées.

Figure 1-8-1

RESEAU HYDROGRAPHIQUE DU SENEGAL



1.9 Hydrogéologie

Les eaux souterraines sont disponibles partout au Sénégal mais dans des conditions très variables :

- . de stockage,
- . d'accès à la ressource.

La connaissance des eaux souterraines s'est nettement améliorée ces dernières années avec l'interprétation des nombreuses données obtenues lors des différentes campagnes de forages réalisées pour l'alimentation en eau du pays.

Les principales formations hydrogéologiques sont :

- . le socle ancien du Sénégal oriental,
- . les nappes du Quaternaire : nappe infrabasaltique, nappe du Continental Terminal,
- . les nappes de l'Eo-Paléocène : calcaires du Lutétien et calcaires du Paléocène,
- . la nappe profonde du Maestrichtien.

Les principaux systèmes aquifères du Sénégal et la productivité des nappes de surface sont mentionnées dans les figures 1.9.1 et 1.9.2.

1.9.1 Caractéristiques hydrogéologiques des formations du socle ancien

1.9.1.1 Généralités

Les formations du socle ne renferment pas d'aquifère continu en raison de l'absence de porosité d'interstice.

Les roches cristallines et métamorphiques, ainsi que les quartzites, les grès massifs et les schistes sont quasi imperméables s'ils ne sont pas fissurés ou altérés.

L'altération des roches se développe le long des fissures ; les produits de l'altération sont inégalement répartis ; ils forment des milieux poreux recelant des aquifères "en poches".

Dans la roche non altérée, l'eau circule et est emmagasinée dans les fissures.

1.9.1.2 Aquifère lié à l'altération

Le développement de l'altération est lié à l'humidité, à la nature de la roche et à l'intensité de la fissuration.

Les grès et les quartzites ne donnent que peu de produits altérés, mais des éboulis perméables sur une faible épaisseur.

CARTE DES PRINCIPAUX SYSTEMES AQUIFERES DU SENEGAL

(D'après B.R.G.M. 1982)

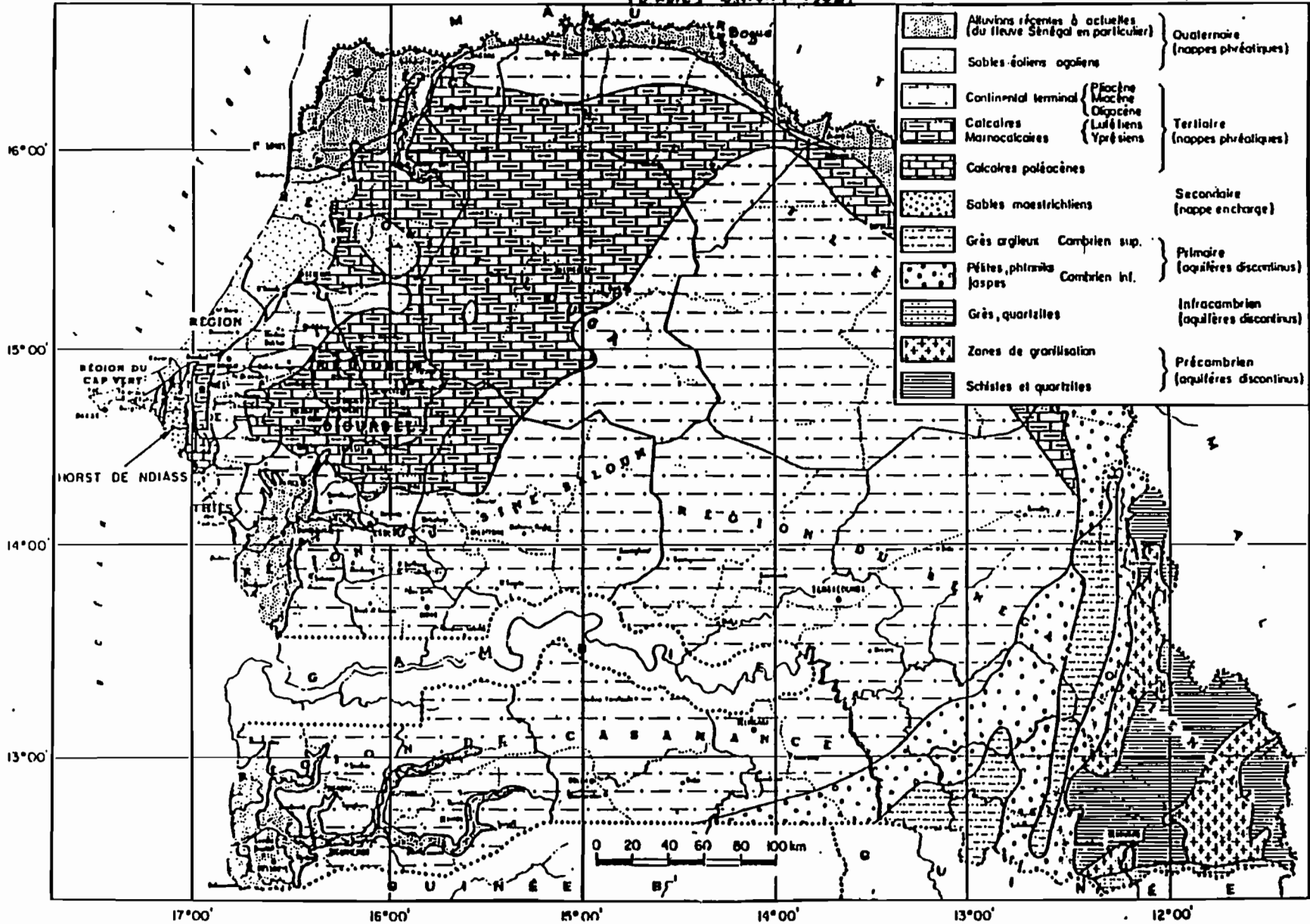
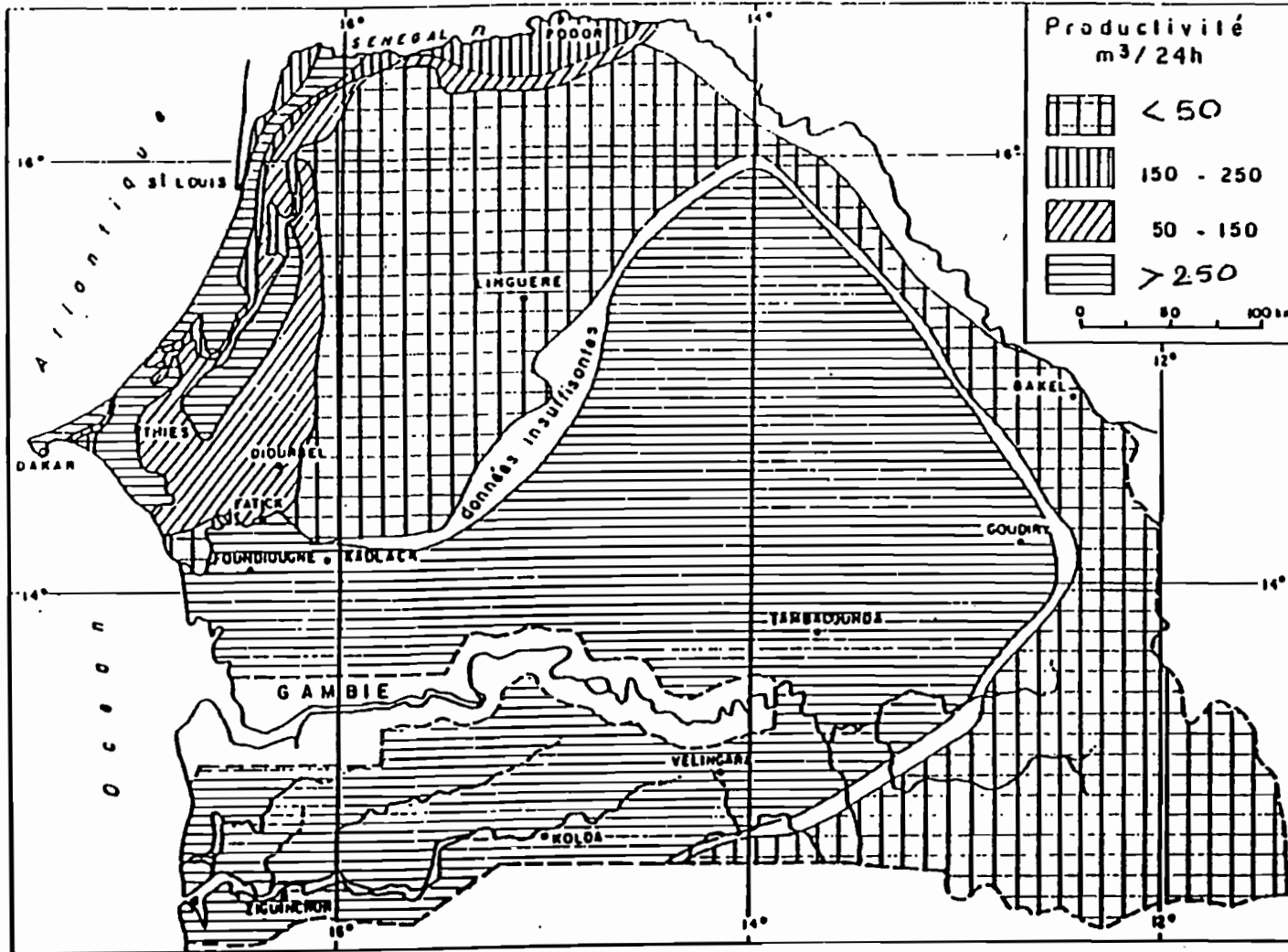


Figure 1.9.1



- Productivité des nappes phréatiques en m³/24 h

(d'après Carte de planification pour l'exploitation des eaux souterraines de l'Afrique Sahélienne, BRGM, 1975)

Figure 1.9.2

Les schistes s'altèrent en donnant des argiles plastiques très peu perméables ; l'altération sur schistes chloriteux est faible, elle est plus développée sur les schistes sériciteux. Les micaschistes se décomposent facilement en sable argileux.

Les gneiss s'altèrent plus profondément que les migmatites.

L'altération est généralement plus argileuse dans la partie supérieure et arénacée vers la base dans les roches cristallines. La perméabilité des terrains est plus élevée à l'approche de la roche mère.

Sur schistes, l'altération est argileuse sur toute la hauteur et la transition avec la roche est brusque.

L'aquifère des altérites est exploité par les puits.

Ce qui importe le plus est l'épaisseur de la tranche saturée en eau qui assure la pérennité des puits et, d'une façon générale, la ressource en zone de socle.

1.9.1.3 Aquifère lié à la fissuration

Toutes les roches, et toutes les formations géologiques du socle, sont fracturées. La fracturation est intense. La fréquence des fractures varie suivant la nature de la roche, son âge, sa position structurale, son litage.

Les inclusions rigides (filons de quartz, dolérites, diorites, pegmatites, etc.) dans des schistes ou des roches foliées, sont le siège d'une intense fracturation par rapport aux roches encaissantes malléables.

Les grands accidents favorisent une intense fissuration.

La fracturation n'est pas anarchique. Elle est orientée en fonction des diverses phases de contraintes tectoniques qui ont affecté le socle.

Les phases de compression ont donné naissance aux structures géologiques. Les fractures longitudinales, parallèles à l'allongement des structures sont souvent fermées, mais la compression a pu écraser la roche et la rendre perméable. Les fractures transversales aux structures sont généralement ouvertes. Les fractures médianes aux précédentes jouent parfois en décrochements avec des ouvertures variables.

1.9.1.4 Système hydraulique des aquifères du socle

La fonction d'emmagasinement d'un massif fissuré est faible en raison de la porosité utile réduite à quelques pour cent.

Le stockage des eaux souterraines peut être 50 fois plus élevé dans l'altération que dans la roche fissurée. Le rôle des fractures est de drainer la masse altérée car la réserve d'eau accumulée dans l'altération ne peut être directement et efficacement captée en raison de la très faible perméabilité. Une fracture kilométrique peut drainer plusieurs dizaines d'hectares d'altération saturée.

Lorsque le niveau de l'eau se trouve au-dessous de la base de l'altération, la ressource en eau est très réduite.

Dans les fractures, l'eau est généralement en charge sous la couverture altérée.

En zone de socle, les ressources hydrauliques sont exploitées d'une façon optimale par un forage implanté sur une fracture ouverte, capable de drainer le plus grand volume d'altération saturée.

1.9.1.5 Caractéristiques des formations du socle ancien

Les formations du socle ancien couvrent, au Sénégal oriental, une superficie de 32 000 km².

Plusieurs campagnes de forage d'hydraulique villageoise ont eu lieu dans ces formations mais aucune hypothèse générale n'a été entreprise.

Toutefois, la campagne de forages du programme CEAO, première phase, volet "Marteau Fond de Trou" (MFT), réalisée en 1984 a fourni les résultats suivants :

- . Nombre de forages réalisés : 130
- . Nombre de forages positifs équipés : 83
- . Nombre de forages à débit supérieur à 5 m³/h : 15
- . Taux d'échec : 36,1 %

Une campagne de forages MFT récente a permis la réalisation de 156 forages dont 112 positifs, soit un taux d'échec de 28 %.

La profondeur moyenne des forages varie de 40 à 70 m. 25 à 30 m de foration dans le socle suffisent généralement.

Les débits obtenus varient de 1 à 10 m³/h (moyenne 3 m³/h). Quelques forations permettent d'obtenir des débits élevés : 30 à 40 m³/h (schistes et pélites en bordure de la rivière Falémé).

Les dolérites sont réputées peu aquifères, mais à la faveur de quelques rares fractures ouvertes, les débits instantanés peuvent être élevés (10 à 15 m³/h).

Les transmissivités de terrain varient de 10⁻³ à 10⁻⁶ m²/s.

Les valeurs de 10⁻³ m²/s peuvent être obtenues dans les premiers mètres de granite fracturés et altérés.

Les transmissivités en 10⁻⁶ - 10⁻⁷ m²/s s'observent dans les schistes sériciteux de la région de Bakel.

1.9.1.6 Formations d'altération superficielle du Sénégal oriental

Elles renferment des ressources en eau considérées comme faibles car les puits sont généralement implantés dans la frange d'altération des roches cristallines précambriennes. Cependant, avec les techniques de forages modernes utilisées dans les pays voisins et les résultats des campagnes de forages, il est permis de compter sur de bons débits à partir des fractures du substratum non altéré, qui

seront en tous cas suffisants pour assurer l'alimentation en eau des villages.

1.9.2 Caractéristiques hydrogéologiques des formations sédimentaires

1.9.2.1 Aquifères

a. Nappe des sables du Quaternaire

a1. *Nappe littorale Nord*

La nappe contenue dans les sables quaternaires se situe dans la zone de sédimentation de dépôts sableux déposés successivement à chaque époque quaternaire. Cette sédimentation, marine ou continentale, suit la transgression de la mer et dépose les sables dans leur totalité très fins, pour former un aquifère unique du point de vue hydrogéologique.

Les dépôts des sables quaternaires s'étendent tout le long du littoral Nord, depuis Dakar jusqu'à Saint-Louis sur une dizaine de kilomètres de largeur.

L'aquifère, en totalité libre, devient semi-captif ou captif dans certaines zones très limitées où des lits et des couches argileuses de 1 ou 2 m d'épaisseur se sont formées.

La nappe contenue dans les sables quaternaires vers le Nord est limitée naturellement par l'Océan et au Sud-Est par l'affleurement du substratum imperméable. Cette nappe présente un réservoir d'eau souterraine alimenté annuellement par l'infiltration directe des pluies. L'écoulement de la nappe s'effectue généralement vers le Nord-Ouest, vers l'alignement des lacs côtiers. Dans le cordon dunaire, existe une crête continue qui longe la côte et qui partage l'écoulement des eaux et ferme le bassin versant souterrain.

L'épaisseur importante des sables étant fonction du relief du substratum, a été découverte dans deux formes de dépression :

- . vallées fossiles (Sangalkam, Niagué, Cayor),
- . cuvette lacustre (Thiaroye).

a2. *Nappe infrabasaltique*

Elle coïncide avec les limites de la presqu'île de Dakar. Cette nappe est emmagasinée dans les sables quaternaires et limitée à la base par des formations argilo-marneuses de l'Eocène Inférieur et au sommet par les coulées volcaniques. Elle s'étend sur une superficie d'environ 30 km². Son épaisseur moyenne est de l'ordre de 40 à 80 m.

La nappe est potentiellement captive et alimentée par les eaux de pluie. Le taux de recharge est estimé à 320 mm. La nappe est en contact avec l'océan sur flancs Ouest, Nord et Est.

Les nappes du Quaternaire de la côte Nord et celles du Cap Vert autorisent des prélèvements de l'ordre de 120 000 m³/j.

a3. Les lentilles d'eau douce des îles du Saloum et de la Basse Casamance

Le Saloum : Les lentilles occupent une superficie de 100 km². Le débit global de transit vers le milieu marin varie de 17 000 m³/j à 4000 m³/j.

La Basse Casamance : Pour une surface du même ordre et une pluviosité supérieure, les ressources renouvelables exploitables peuvent être estimées à 5000 m³/j.

a4. Les formations alluviales quaternaires

Elles renferment d'importantes quantités d'eau, surtout le long du fleuve Sénégal, mais existent aussi sur les 2 autres fleuves du pays : le Siné Saloum et la Casamance.

b. Nappe du Continental Terminal

Les possibilités en eau du Continental Terminal sont variables. Intéressantes dans le Sud du pays, elles diminuent notablement dans le Ferlo où l'alimentation est faible et où les puits atteignent 40 à 60 m et alimentent de nombreux villages.

Dans le Nord du Ferlo et la région de Linguéré, l'eau est drainée dans les calcaires éocènes sous-jacents et le Continental Terminal n'est pratiquement pas aquifère.

Les études hydrogéologiques portant sur les sables du Continental Terminal en Siné Gambie et en Casamance essentiellement, permettent d'aboutir à un coefficient d'infiltration résiduelle de l'ordre de 0,23 l/s/km². Le niveau piézométrique étant la plupart du temps profond, la composition chimique des eaux est très uniforme. On retrouve cependant des nappes perchées à composition chimique très variable.

c. Nappes du Miocène

Elles sont essentiellement localisées dans les sables peu argileux. L'extension de l'ensemble est mal connue. Son écoulement s'oriente vers la Basse Casamance. Le débit de transit ayant pour origine des infiltrations en amont pourrait être exploité en Moyenne et Basse Casamance. Il est estimé d'après les transmissivités et les données piézométriques à 1,2 m³/s soit 105 000 m³/j.

d. Nappes de l'Eocène - Paléocène

Les calcaires lutétiens sont fréquemment aquifères au Sénégal Occidental, entre le Saloum et le fleuve Sénégal. Les puits atteignent 20 à 50 m de profondeur et les débits sont parfois élevés. Vers l'Est, les possibilités aquifères de l'Eocène Moyen diminuent.

Dans les formations yprésiennes, les niveaux aquifères sont peu importants. On peut citer par exemple un niveau calcaro-phosphaté situé à l'Est du lac de Guiers : son eau est saumâtre.

La nappe la plus importante est celle des calcaires paléocènes qui communique plus ou moins directement avec la nappe maestrichtienne. Elle est activement exploitée notamment pour l'alimentation

en eau de Dakar de la région de Sébikotane, où elle est située à faible profondeur.

Ailleurs, la nappe est plus profonde.

Dans la zone du horst de Ndiass, les calcaires paléocènes sont karstifiés avec, à l'Ouest, la nappe captive du compartiment de Sébikotane et, à l'Est, celle du compartiment de Pout, et les calcaires compacts du compartiment de Thies. L'épaisseur d'ensemble des calcaires paléocènes est d'environ 100 m.

La qualité d'eau de la nappe paléocène est assez hétérogène, en passant des eaux douces aux eaux saumâtres et sursalées, vers le Sud. Il existe cependant au niveau local le problème d'une forte teneur en fluor.

La nappe de l'Eocène Inférieur et Moyen est exploitée par de nombreux puits villageois.

L'aquifère paléocène est surtout reconnu dans le secteur occidental du pays où les couches sont karstifiées et renferment d'importantes quantités d'eau. Parfois libre, il est le plus souvent captif sous les formations de l'Eocène Inférieur. Cet aquifère, qui est exploité dans les zones de Sébikotane, Pout et Mbour, fournit quelque 60 000 m³/j, ce qui peut être considéré comme la limite de ses possibilités.

e. Nappe maestrichtienne

C'est la nappe la plus importante du Sénégal.

L'aquifère est localisé dans un ensemble de sables et grès plus ou moins argileux appartenant essentiellement à l'étage maestrichtien. Sur la bordure Sud orientale du bassin sédimentaire, des faciès sableux du Paléocène et de l'Eocène participent au système aquifère :

- . La superficie du système aquifère est d'environ 200 000 km². La puissance moyenne est estimée à 200 m.
- . La zone d'affleurement est limitée vers l'Ouest à la région de Ndiass.
- . Le substratum : il est formé par le socle primaire ou cristallin à l'Est et au Sud-Est, le Crétacé au centre et à l'Ouest, dont l'eau est généralement salée. En pratique, le "mur" de la nappe est constitué par l'interface séparant l'eau douce des eaux salées ; un niveau argileux sépare le plus souvent les eaux douces des eaux salées sous-jacentes.
- . Le toit : il est constitué en grande partie par les marnes ou argiles éocènes et aussi par le "Continental Terminal" argilo-gréseux à la périphérie, sans séparation nette avec le Maestrichtien. La profondeur du toit des sables aquifères varie de 0 à 450 m. Elle est dans l'ensemble supérieure à 100 m.
- . La surface piézométrique : les pentes sont orientées principalement du Sud-Est au Nord et au Nord-Ouest. Le gradient est compris entre $1 \cdot 10^{-4}$ et $4 \cdot 10^{-5}$, avec une moyenne de $2 \cdot 10^{-5}$. L'altitude passe de +15 m au Sud-Est à -2 m au Nord.

- La perméabilité de l'aquifère est comprise entre 1.10^{-3} et 1.10^{-5} m/s. La transmissivité varie de 2.10^{-2} à $0,5.10^{-3}$ m²/s. Le coefficient d'emmagasinement varie de 1 à 3.10^{-4} .
- Les eaux de la nappe sont douces à légèrement salées (0,5 à 3 g/l) passant d'un faciès chloruré sodique (au-dessus de 1 g/l) au faciès bicarbonaté calcique (inférieur à 1 g/l).
- L'exploitation de la nappe dans le secteur Pout/Mbour est estimée à 26 000 m³/j.
- La nappe superficielle maestrichtienne qui se situe dans les niveaux supérieurs du Maestrichtien et s'étend sur l'ensemble du massif de Ndiass et de son prolongement Nord jusqu'au lac Tanma, est exploitée par des puits villageois et ses écoulements permettent l'alimentation des nappes autour du dôme de Ndiass.
- L'aquifère profond maestrichtien s'étend sur la presque totalité du bassin sénégalais et constitue un immense réservoir. La nappe est captive et se situe entre 100 et 350 m de profondeur. Elle est exploitée par plusieurs centaines de forages dont certains peuvent fournir des débits de l'ordre de 200 m³/h et davantage pour l'alimentation des populations et l'abreuvement du bétail. Cet aquifère, limité à l'Est par le socle et à l'Ouest par des eaux salées, repose sur des eaux salées emprisonnées dans les formations crétacées.

1.9.2.2 Hydrogéologie du système aquifère du horst de Ndiass

Le horst de Ndiass et le fossé du lac Tanma, témoins actuels d'une ride anticlinale Nord-Sud, sont encadrés à l'Ouest et à l'Est par deux panneaux structuraux qui sont les retombées de l'anticlinal primitif.

a. Nappes du massif de Ndiass

Le massif de Ndiass qui culmine à près de 100 m et dont l'altitude moyenne s'établit autour de 50 m, forme un château d'eau.

L'écoulement des eaux souterraines est centrifuge et profite notamment à l'Ouest et à l'Est aux nappes des calcaires karstiques. Il y a là une réserve importante, alimentée chaque année par les pluies.

b. Nappe de Sébikotane

Deux failles Nord-Sud délimitent les calcaires du compartiment de Sébikotane d'une superficie de 40 km². Les calcaires recouverts par des marnes contiennent une nappe captive dont la surface piézométrique, initialement à +5 m, s'est abaissée à la suite des pompages à une cote négative. Les possibilités de la nappe estimées à 20 000 m³/j sont exploitées actuellement à un débit de 31 000 m³/j.

c. Nappe de Pout

Au pied de la falaise de Thies et délimité par deux failles grossièrement Nord-Sud se trouve un panneau analogue à celui de Sébikotane, mais de superficie de l'ordre de 200 km².

La nappe est libre dans sa moitié Sud, captive dans sa moitié Nord. La surface piézométrique reste comprise entre les cotes +4 et +8 m.

L'eau est peu chargée (0,400 g/l), assez dure (31 à 35°F).

1.9.2.3 Potentialités et productivités des aquifères

a. Nappes du Quaternaire

- . Les ressources de la nappe des alluvions du fleuve Sénégal sont estimées à 140 000 m³/j.
- . Les sables quaternaires du littoral Nord de Kayar à Saint-Louis montrent des ressources renouvelables estimées à 115 000 m³/j. Cette nappe est exploitée avec un débit de 40 000 m³/j entre Kayar et Dakar.
- . Les possibilités de la nappe infrabasaltique sont estimées à 18 000 m³/j. Actuellement, elle est exploitée avec un débit de 21 000 m³/j. Cette surexploitation présente un danger de pollution.
- . Les lentilles d'eau douce des îles du Saloum ne présentent pas de réserves exploitables importantes.
- . Les lentilles d'eau douce de Basse Casamance présentent des ressources renouvelables exploitables d'environ 5000 m³/j.

b. Nappe maestrichtienne

La productivité de la nappe maestrichtienne varie de 1500 à 9000 m³/j selon les zones géographiques ; la plus basse en bordure du bassin sédimentaire, maximale au centre de la cuvette : zone de Louga-Dahra.

La répartition de la productivité de cette nappe est mentionnée en figure 1.9.3.

1.9.2.4 Caractéristiques hydrodynamiques des aquifères

Les tableaux 1.9.1 et 1.9.2 donnent la répartition des caractéristiques hydrodynamiques des formations du bassin sédimentaire : Paléocène, Maestrichtien superficiel et profond.

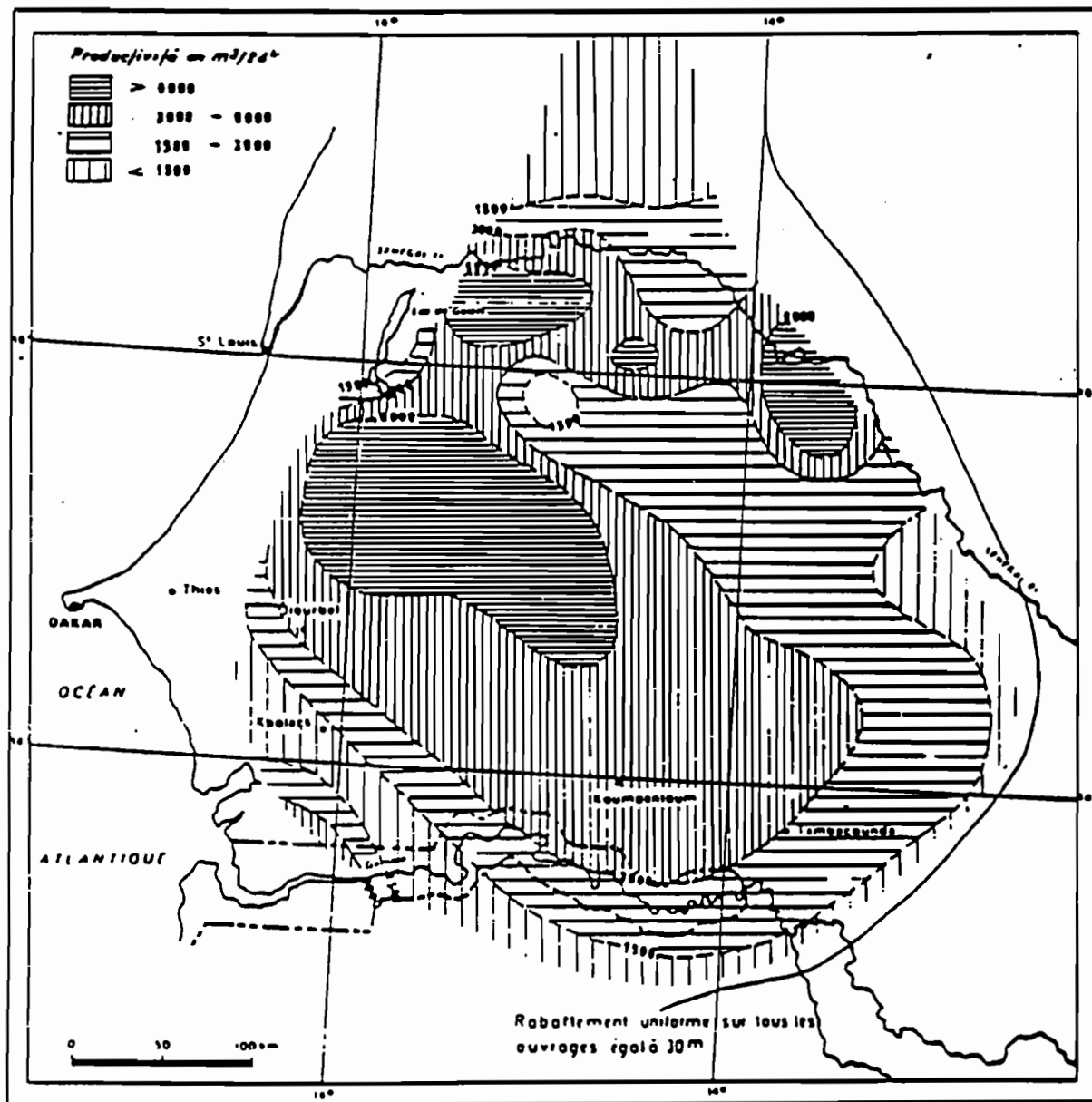
1.9.3 Qualité des eaux souterraines

Grâce aux nombreuses données existantes sur la composition chimique des eaux souterraines du Sénégal, il est possible de donner un aperçu général sur la qualité des eaux souterraines des principaux aquifères :

- . **Dans la région du socle ancien**, les eaux sont généralement peu minéralisées (résidus secs inférieurs à 0,5 g/l). Elles sont principalement bicarbonatées et légèrement acides. Exceptionnellement, on peut trouver dans les formations schisteuses des eaux plus dures qui vont de chlorurées calciques à chlorurées sodiques. Desteneurs en nitrates supérieures à 20 mg/l ont été signalées ainsi que des teneurs en fluor pouvant atteindre 1 mg/l.

Figure 1.9.3

Bassin du Sénégal. Productivité de la nappe des sables maestrichtiens en $m^3/24 h$
(après Carte de planification pour l'exploitation des eaux souterraines de l'Afrique Sahélienne, BRGM, 1975).



BASSIN DU SENEGAL

- **La nappe maestrichtienne** présente une zone centrale fortement minéralisée avec des résidus secs allant de 2 à 10 g/l et deux zones latérales à eau plus douce avec un résidu sec inférieur à 0,5 g/l. Les eaux les plus minéralisées sont de faciès chloruré sodique et relativement basiques (jusqu'à pH 8) alors que les moins chargées (entre 0,5 et 1 g/l) sont de faciès bicarbonaté calcique et légèrement acides. Dans la partie occidentale de la nappe, les teneurs en fluor sont assez élevées et peuvent atteindre 5 mg/l.
- **La nappe du Paléocène**, dans la région où elle s'individualise et où elle est exploitée, se présente comme un étroit couloir large de quelques dizaines de kilomètres et contenant de l'eau douce. Ce couloir est entouré par des eaux dont la minéralisation globale dépasse 2 g/l de résidus secs. Les eaux douces sont essentiellement de type bicarbonaté calco-magnésien. Les eaux chargées sont de faciès chloruré sodique avec une teneur assez élevée en sulfates.
- **La nappe semi-profonde oligo-miocène de Casamance** : les eaux sont très douces et sont principalement bicarbonatées calciques à l'Est. Elles sont plus chargées vers l'Ouest, allant de bicarbonatées sodiques à sulfatées magnésiennes.
- **La nappe du Continental Terminal**, dans l'Est et le Sud du Sénégal, fournit des eaux douces avec un résidu sec inférieur à 0,2 g/l. En Casamance, les eaux deviennent de plus en plus minéralisées en bordure de l'océan et passent à des faciès chlorurés sodiques.
- **Les nappes du Quaternaire**. Dans les dunes littorales, à l'exception des zones de lagunes saumâtres, les eaux sont assez douces quoique chlorurées sodiques. Dans le centre-Ouest du pays, entre les fleuves Sénégal et Siné-Saloum, les eaux des puits présentent des teneurs en sels très variables qui sont dans bien des cas relativement élevées surtout lorsque les puits atteignent les formations de l'Eocène ou les anciennes basses terres côtières. La présence de nitrates est fréquemment signalée dans les nappes superficielles, en particulier dans la partie occidentale.

Il n'existe actuellement aucune donnée disponible concernant les éléments les plus toxiques (arsenic, métaux lourds). Cependant, il est possible de présenter un bilan sommaire de la qualité des eaux souterraines du Sénégal, qui met en lumière l'existence d'un problème de qualité de l'eau lié à une forte minéralisation et à la présence de certains éléments indésirables (fer, fluor, nitrates) avec des teneurs suffisantes pour être toxiques.

Tableau 1.9.1

**VALEURS DES PARAMETRES HYDRODYNAMIQUES
DES AQUIFERES DU BASSIN SEDIMENTAIRE SENEGALAIS**

					Caractéristiques hydrauliques des formations géologiques			
Compartment	Lieu	Nature de la couche	Transmissivité (m ² /s)*	Coefficient d'emmagasinement*	Formations géologiques	Transmissivité moyenne par compartiment (m ² /s)	Coefficient d'emmagasinement moyen sur le compartiment	
SEBIKOTANE	S3 (M'Bidieum)	Paléocène	6.0 10 ⁻²	3.0 10 ⁻⁴	Paléocène	Nord 6 10 ⁻²	3 10 ⁻⁴ 1 10 ⁻⁴ à 1 10 ⁻³	
	P 8bis	Paléocène	2.6 10 ⁻²	1.4 10 ⁻⁴		3.5 10 ⁻² à		
	P4	Paléocène	2.8 10 ⁻²	5.9 10 ⁻³		1.1 10 ⁻¹		
	POUT SUD	Maligor	Paléocène	8.3 10 ⁻³	1.0 10 ⁻⁴	Paléocène	Sud 3.3 10 ⁻² 6 10 ⁻² à 3 10 ⁻²	3 10 ⁻⁴ 1 10 ⁻⁴ à 6 10 ⁻³
		Damboussane	Paléocène	7.8 10 ⁻³	7.0 10 ⁻⁴			
		Pantior	Paléocène	4.3 10 ⁻²	8.0 10 ⁻⁴			
		Yen 2	Paléocène	4.3 10 ⁻²	7.0 10 ⁻⁴			
POUT NORD NOTO	SE 102	Paléocène	5.6 10 ⁻²	2,0 %	Paléocène	Varie de 5.5 à 2 10 ⁻²	3 % 3 à 8 %	
	SE 124	Paléocène	6.0 10 ⁻²	8,0 %				
	SE 110	Paléocène	5.8 10 ⁻²	2,0 %				
	SE 112	Paléocène	6.8 10 ⁻²	0,5 %				
	SE 133	Paléocène	7.2 10 ⁻²	6,5 %				
	SE 36 (Fouloume)	Paléocène	5.1 10 ⁻²	3,0 %				
	SE 36 (Fouloume)	Maestrichtien	5.7 10 ⁻²					
P9 (Somone)	Paléocène	(8.3 10 ⁻⁴)**						
POUT NORD NOTO	S4 (Noto)	Paléocène	3.6 10 ⁻²	6.4 10 ⁻⁴	Paléocène	3.6 10 ⁻² 3 10 ⁻² à 6 10 ⁻²	6.4 10 ⁻⁴ 2 10 ⁻⁴ à 7 10 ⁻⁴	
	S4 (Noto)	Maestrichtien	1.0 10 ⁻³					
	P6 (Nord Noto)	Paléocène	5.9 10 ⁻²	1.8 10 ⁻⁴				
	P8	Paléocène	1.3 10 ⁻¹	7.2 10 ⁻⁴				
NDIASS	S6 (Pout)	Maestrichtien	4.2 10 ⁻³	5.5 10 ⁻⁴	Maestrichtien	7 10 ⁻⁴	10 %	
	S5 (Kirène)	Maestrichtien	4.2 10 ⁻³	1.5 10 ⁻⁴	Superficiel	2 10 ⁻⁴ à 7 10 ⁻⁴	6 à 10 %	
	P10 (Sindia)	Maestrichtien	4.4 10 ⁻³		Maestrichtien Profond	4.3 10 ⁻³ 3 10 ⁻³ à 6 10 ⁻³	10 % 1 10 ⁻⁴ à 6 10 ⁻⁴	
ZONE EST	P12 (Taseu)	Maestrichtien	2.3 10 ⁻³		Paléocène	Varie de 2 10 ⁻⁴ à 6 10 ⁻²	Varie de 3 10 ⁻⁴ à 7 10 ⁻⁴	
	P12 (Taseu)	Paléocène	Très grand					
	P13	Paléocène	4.75 10 ⁻³					
	Talba	Paléocène	1.0 10 ⁻³					
	P14 (Thienaba)	Paléocène	3.2 10 ⁻³					
	P14 (Thienaba)	Maestrichtien	(5.1 10 ⁻⁵)					
	P7 (Venta)	Maestrichtien	2.0 10 ⁻⁴		Maestrichtien Profond	4.3 10 ⁻³ 3 10 ⁻³ à 6 10 ⁻³	3.5 10 ⁻⁴ 1 10 ⁻⁴ à 6 10 ⁻⁴	
	Mbour	Maestrichtien	(1.0 10 ⁻³)**					
	Thies	Maestrichtien	7.0 10 ⁻⁴					
	Tivaouane	Maestrichtien	2.0 10 ⁻⁴	1.0 10 ⁻⁴				

* Valeurs obtenues par essais de pompage

** Peu sûre

Tableau 1.9.2

CARACTERISTIQUES DES PRINCIPAUX AQUIFERES DU SENEGAL

Nappes superficielles	Géologie	Lithologie	Perméabilité	Débils spécifiques (m ³ /h/m)	Remarques (qualité de l'eau)
Ferlo	Continental Terminal	Sables et grès plus ou moins argileux	Assez bonne	Plusieurs m ³ /h/m	Eau douce
	Eocène-Lutétien Yprésien	Calcaire, marmo-calcaire, Marnes, marmo-calcaires	Souvent médiocre		Eau pouvant être chargée
Delta	Quaternaire récent	Alluvions plus ou moins argileuses, sables, latérites	Médiocre	Médiocre	Nappe fortement salée
Niaye	Eocène-Lutétien Quaternaire ancien	Calcaire, dunes rouges	Variable		Eaux douces
Louga-Coki	Eocène-Yprésien Eocène-Lutétien	Marnes Calcaires	Faible Bonne	Médiocre Jusqu'à 60	Eaux chargées 0,5 à 1 g/l
Thies-Tivaouane	Continental Terminal Lutétien	Sables, grès, calcaires	Bonne		Eau peu chargée
Khombole-Bambey-Diourbel	Lutétien Yprésien	Calcaire Marnes	Bonne	Jusqu'à 50 et 75 à Bambey	Nappe assez chargée
Baol	Yprésien	Marnes marmo-calcaires	Faible	Très faible	
Delta du Siné-Saloum et îles associées	Quaternaire Continental Terminal	Alluvions argileuses et salées	Faible	Très faible	Souvent salée
Nioro du Rip Kaffrine-Koungheul	Continental Terminal	Sables et grès argileux	Bonne	Jusqu'à 6	Eau peu chargée
Caramana	Continental Terminal	Sables argileux, niveaux latéritiques	Bonne (région favorisée)	Moyenne	(Moins de 0,2 g/l)
	Quaternaire ancien	Sables et alluvions			
Sénégal Oriental	Quaternaire	Alluvions peu développées recouvrement latéritique	Bonne mais terrain peu épais, bonne dans zones vacuolaires	Ressources peu abondantes	
Cap Vert	Quaternaire	Sables infra-basaltiques de la tête de la presqu'île	Très bonne	Production 15 000 à 20 000 m ³ /j	Peu chargée
	Quaternaire	Sables de Thiaroye	Très bonne	10 000 à 15 000 m ³ /j	0,4 g/l présence de fer
Horst de Ndiass	Partie centrale Maestrichtien	Sablo-grès	Très bonne	30 000 m ³ /j	Eau peu chargée
	Paléocène	Calcaires karstiques de Sébikotane Calcaires karstiques de Pout		20 000 m ³ /j	
	Maestrichtien	Sablo-grès épais : 200 à 250 m		K moyen : 1 à 5 x 10 ⁻⁴ m/s	Débit forage jusqu'à 200 m ³ /h/m	Eau douce à légèrement salée

CHAPITRE 2

RESSOURCES EN EAU

2.1 Evaluation de la ressource

2.1.1 Ressource en eau de surface

Ressources pluviométriques

Sur l'ensemble du pays, la pluviométrie annuelle moyenne décroît assez régulièrement du sud vers le nord, passant pour la période 1931-1960, de 1500 mm dans la région de Ziguinchor à moins de 400 mm dans la basse vallée et le delta du fleuve Sénégal. Les régions les moins arrosées sont également celles où la pluviométrie est la plus irrégulière. A titre d'exemple, la moyenne et le coefficient de variation de la pluviométrie annuelle (période 1919-1990), prennent respectivement les valeurs 283 mm et 0,41 à Dagana, 610 mm et 0,32 à Diourbel, et 1423 mm et 0,23 à Ziguinchor.

Les figures 2.1, 2.2 et 2.3 contiennent les cartes des isohyètes relatives aux périodes 1931-1960, 1980-1989, et 1951-1980. La comparaison de ces cartes montre une baisse sensible de la pluviométrie sur l'ensemble du pays, donnant une pluviométrie moyenne sur le territoire de 825 mm pour 1931-1960, 667 mm pour 1951-1980, et 550 mm pour 1980-1989.

La tendance à la baisse est également visible sur la figure 2.4, où sont représentées les variations des totaux pluviométriques annuels de Dagana, Diourbel et Ziguinchor, de 1920 à 1990.

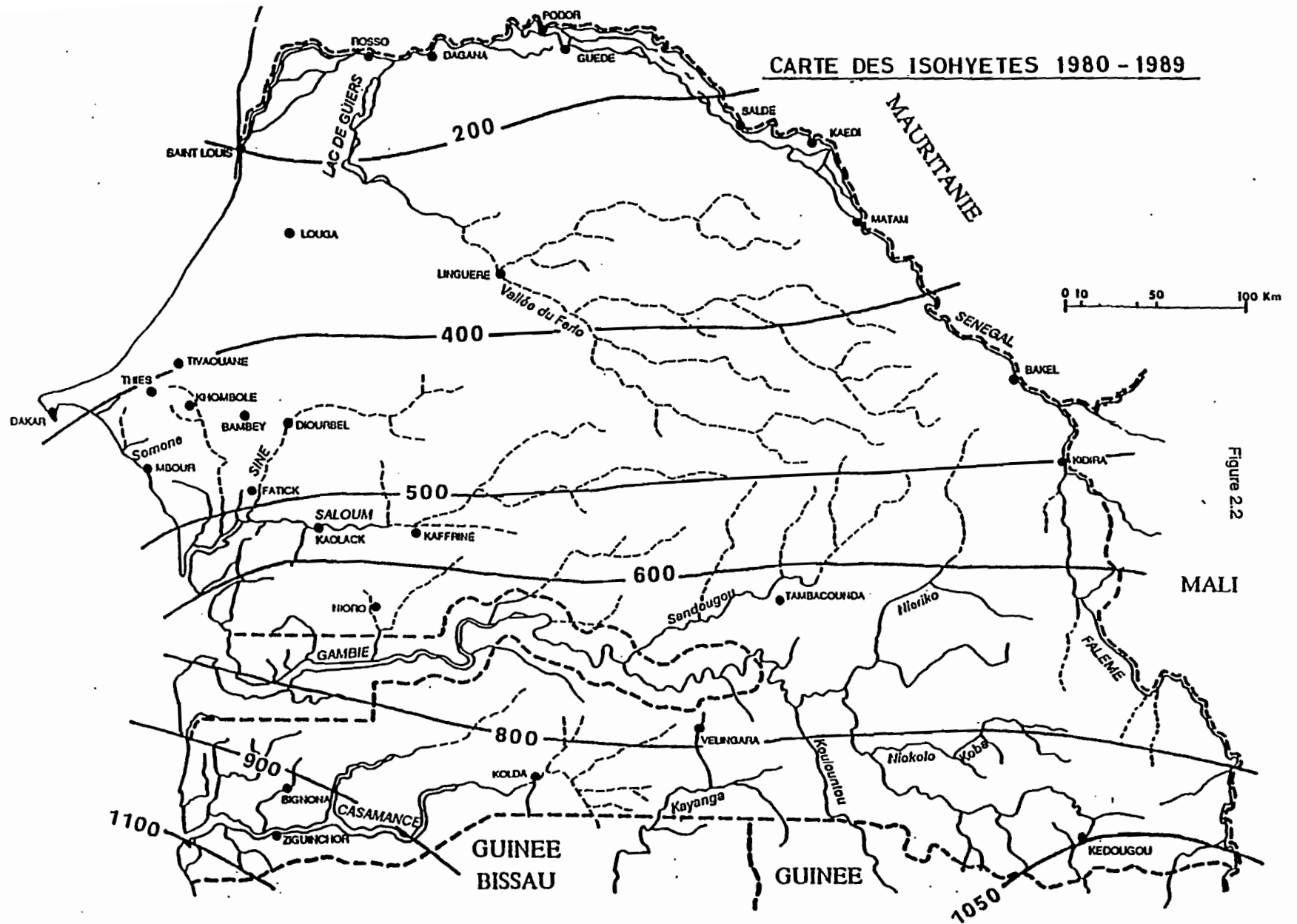
Les précipitations sont réparties de façon très inégale dans l'année, comme le montre la figure 2.5 . La quasi-totalité de la pluie est obtenue pendant la mousson, entre mai et octobre.

Ressources fluviales

Le tableau 2.1 donne les valeurs moyennes des modules et des débits caractéristiques, pour les stations de Bakel sur le Sénégal, Wassadou aval et Kedougou sur la Gambie, et Kolda sur la Casamance.

Le tableau 4.1, page 4 - 9 contient la liste des stations et des cours d'eau. La carte 4.2 montre les principaux cours d'eau.

CARTE DES ISOHYETES 1980 - 1989



0 10 50 100 Km

Figure 2.2

2-3

Carte des isohyètes
(période 1951-1980)

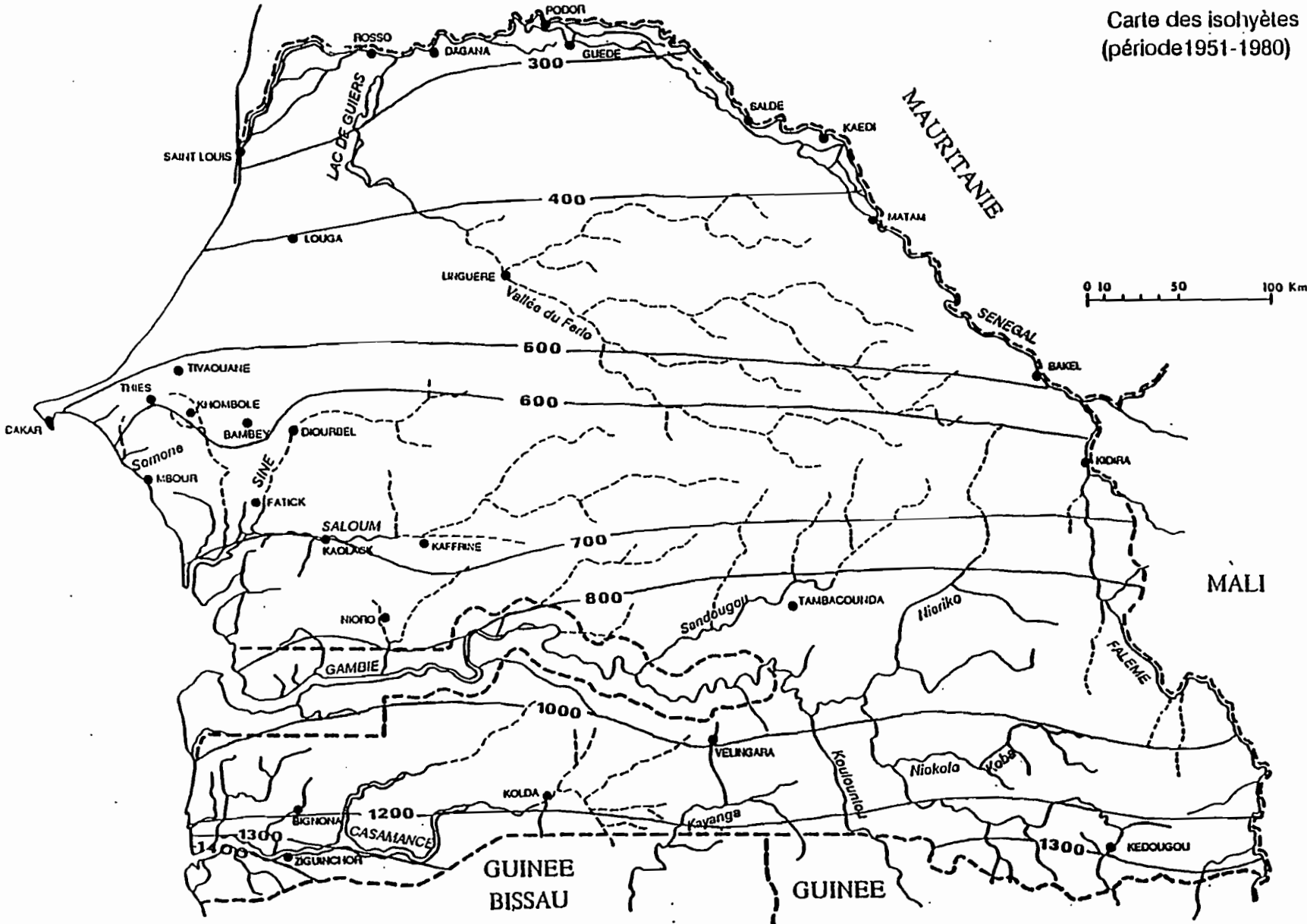


Figure 2.3

Figure 2.4
Tendances Pluviométriques
Totaux annuels et moyennes mobiles sur 5 ans

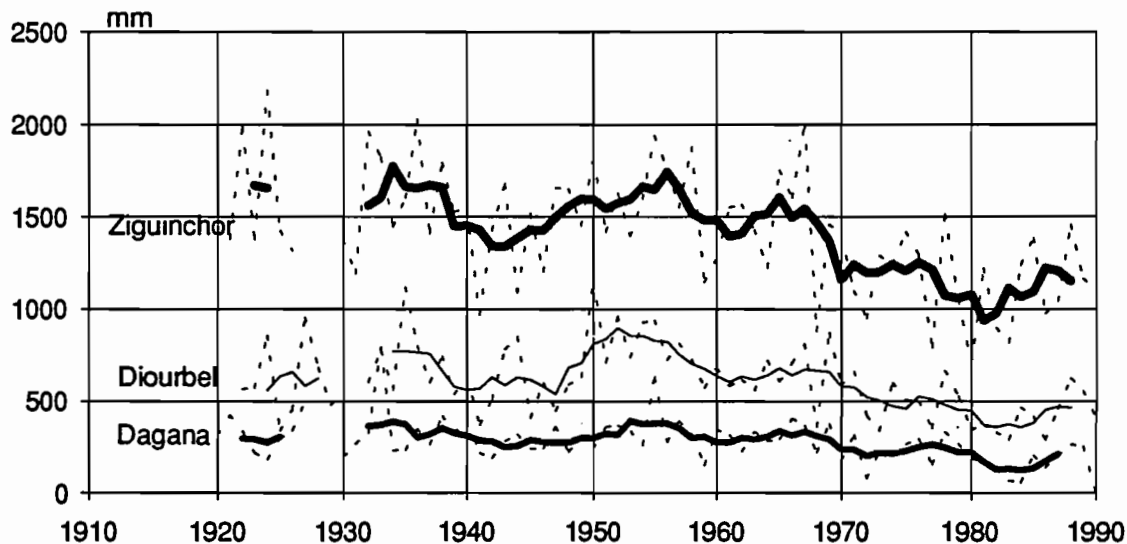
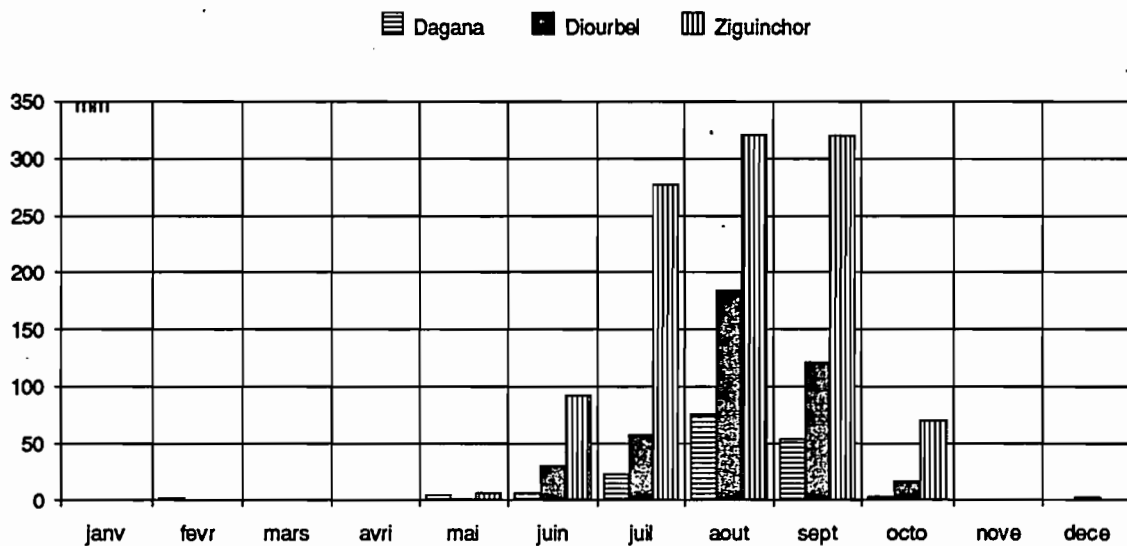


Figure 2.5
Répartition moyennes des pluies dans l'année
(Période 1980 - 1989)



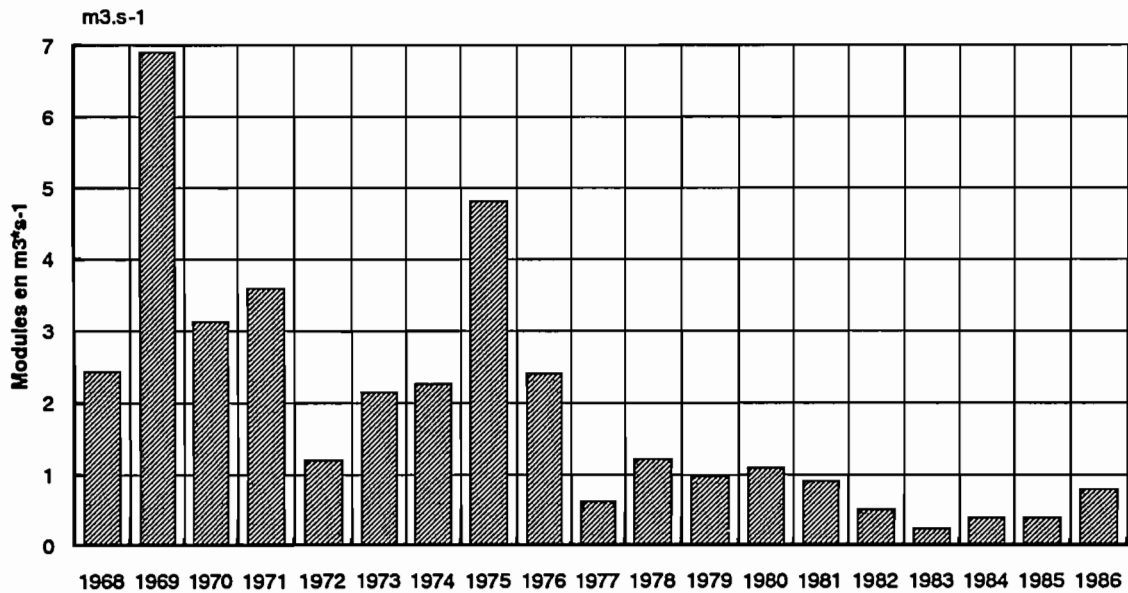
FLEUVE CASAMANCE

Du point de vue de la ressource en eau, seule la partie continentale de cette rivière est à considérer, les eaux de l'estuaire étant saumâtres. La station principale contrôlant la Casamance continentale est Kolda (superficie du B.V. 3 700 km²).

A l'examen des variations du module annuel de cette station (figure 2.6), on est tout d'abord frappé par la grande faiblesse des écoulements. On remarque également que tous les modules de la période 1977-1986 sont inférieurs à tous les modules de la période 1968-1976, ce qui semble traduire une tendance

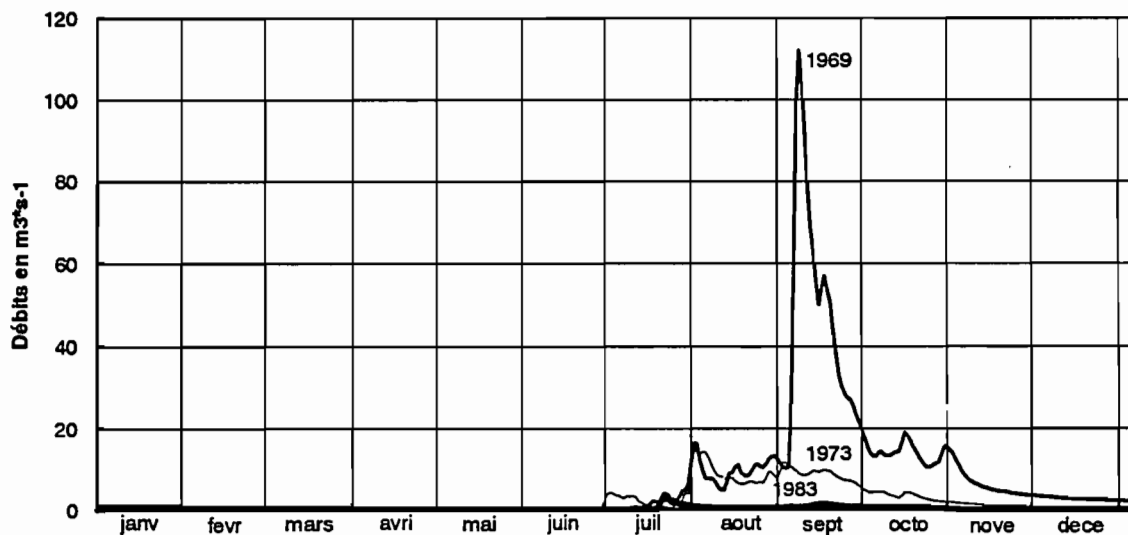
générale à la baisse. Comparé à ceux des stations de Bakel sur le Sénégal, et Kédougou et Wassadou sur la Gambie (tableau 2.1), le module spécifique moyen de Kolda ($0,62 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-1}$) est de loin le plus faible, malgré la situation du bassin de la Casamance dans une région bien arrosée. Même si ces modules spécifiques ne sont pas calculés exactement sur les mêmes périodes, ceci traduit un très faible drainage de ce bassin, pourtant de petite taille.

Figure 2.6
Variation des modules annuels de la Casamance à Kolda depuis 1968



En plus de leur faiblesse, les modules annuels présentent un coefficient de variation s'élevant à 0,77, valeur très forte. La figure 2.7 donne une illustration de cette grande variabilité.

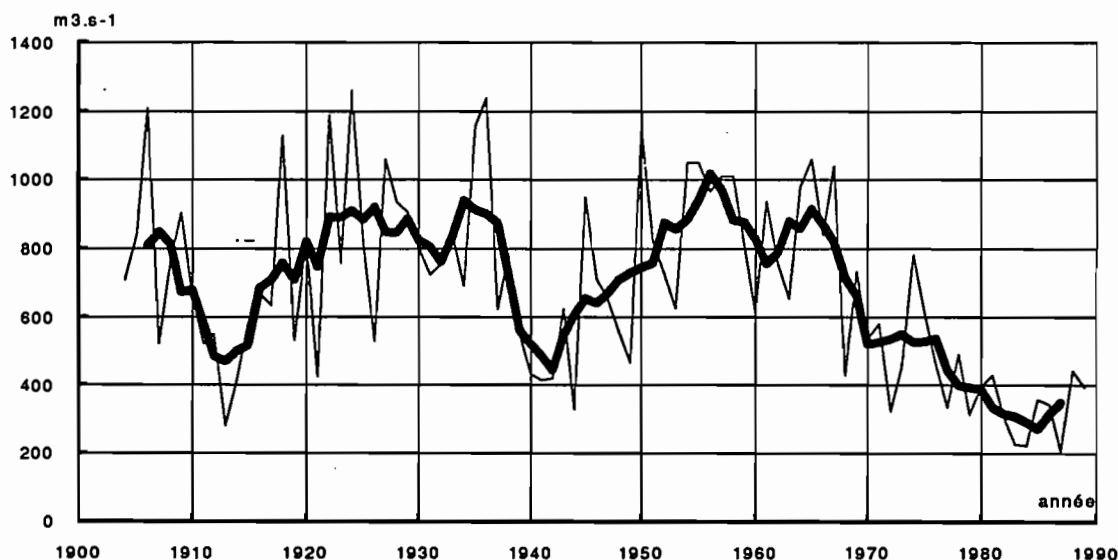
Figure 2.7
Hydrogrammes observés sur le Casamance à Kolda en :
1969 (excéd.) - 1973 (moy.) - 1983 (défic.)



FLEUVE SENEGAL

Les ressources disponibles dans la vallée du fleuve Sénégal peuvent être très bien décrites en volume, à partir des débits transitant à Bakel. Les apports arrivant à l'aval de cette station sont en effet relativement négligeables. La figure 2.8 montre l'évolution des modules annuels du Sénégal à Bakel depuis 1904. On constate, en plus de deux périodes déficitaires centrées autour des années 1913 et 1942, une nette tendance à la baisse depuis la fin des années 1960. Sur l'ensemble de la période, le module présente une moyenne interannuelle de 684 m³s⁻¹, avec un coefficient de variation de 0,39.

Figure 2.8 : Variations des modules annuels du Sénégal à Bakel depuis 1904
Valeurs annuelles et moyenne mobile sur 5 ans



Le régime hydrologique est de type tropical pur (Rodier 1964), et se caractérise par une répartition très inégale des débits dans l'année (tableau 2.1 et figure 2.9). La période de crue proprement dite s'étend de juin à octobre, l'écoulement ne provenant, pendant le reste de l'année, que de la vidange du lit et des nappes. Depuis 1987 cependant, le régime du fleuve Sénégal n'est plus naturel. Il est modifié artificiellement par le barrage de Manantali sur le Bafing, qui contrôle un bassin versant d'environ 28000 km² sur le haut bassin du Sénégal, à l'amont de Bakel. Le volume utile retenu par ce barrage est de 11 milliards de mètres cubes, équivalent pendant un an à un débit de 347 m³/s, valeur légèrement supérieure au module interannuel des apports dans la retenue. Actuellement entièrement rempli et en phase d'essai, le barrage de Manantali permettra de régulariser de façon sensible les débits du Sénégal à Bakel.

Tableau 2.1
Valeurs moyennes des modules et des débits caractéristique

station	m.Jou	DCE	DC9	DC6	DC3	DCC	M.Jou	module	
Sénégal à Bakel	3.32	4.32	33.81	163.06	869.20	3 734.30	4 577.80	684.00	
Gambie à Wassadou aval	0.79	0.84	2.75	15.28	149.19	653.45	759.27	113.00	débits
Gambie à Kédougou	0.00	0.00	1.11	12.20	61.10	411.00	649.00	70.40	(m ³ .s ⁻¹)
Casamance à Kolda	0.06	0.07	0.23	0.60	2.49	14.96	22.56	2.31	
Sénégal à Bakel	0.02	0.02	0.16	0.75	3.99	17.13	21.00	3.14	débits
Gambie à Wassadou aval	0.02	0.02	0.08	0.46	4.45	19.51	22.66	3.37	spécifiques
Gambie à Kédougou	0.00	0.00	0.15	1.62	8.09	54.44	85.96	9.32	(l.s-1.km-2)
Casamance à Kolda	0.02	0.02	0.06	0.16	0.67	4.04	6.10	0.62	

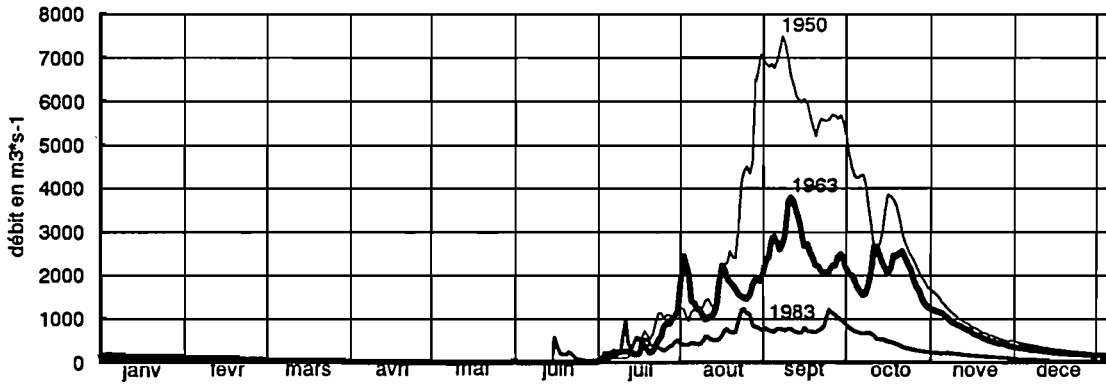
période prise en compte: Bakel (1904-1989); Wassadou (1974-1984); Kédougou (1971-1986); Kolda (1968-1982)
m.Jou et M.Jou: minimum et maximum journaliers; DCn: débit dépassé pendant n mois de l'année.

DCE et DCC : débits caractéristiques d'étiage et de crue, respectivement non atteint et dépassé pendant dix jours de l'année

Débouchant au niveau de Richard-Toll, sur le cours inférieur du Sénégal, le canal de la Tahouey constitue un défluent par lequel se remplit le lac de Guiers, vaste dépression naturelle pouvant contenir un volume

d'eau de 600 millions de mètres cubes (équivalent à un débit de $25 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pendant un an). Le remplissage annuel du lac, voire la possibilité de mettre en eau la basse vallée du Ferlo, sont potentiellement garantis par l'existence du barrage de Diama, qui permet de maintenir artificiellement le niveau du fleuve à Richard-Toll à une valeur suffisante pour alimenter la Tahouey.

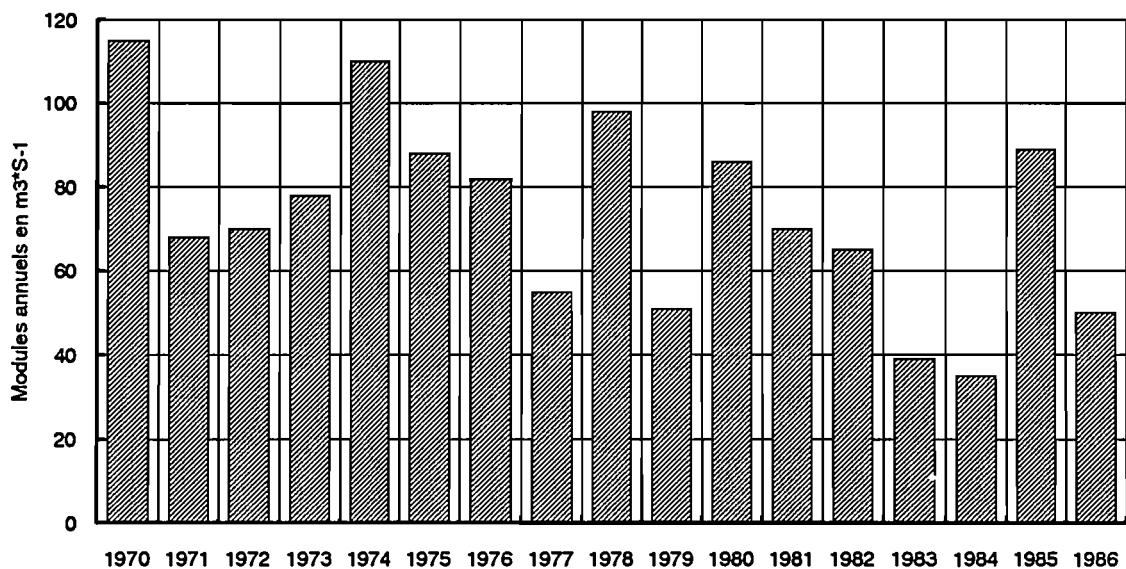
Figure 2.9
Hydrogrammes observés à Bakel
(excéd.) - 1963 (moy.) - 1983 (très défic.)



FLEUVE GAMBIE

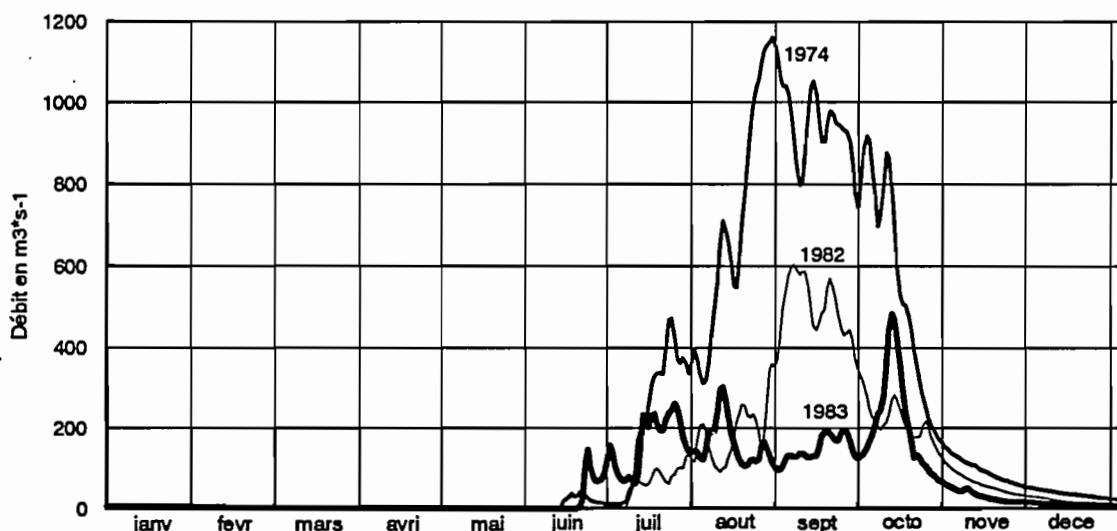
La plus ancienne station installée sur ce fleuve (Gouloumbo), est influencée par la marée en basses eaux. Il est donc impossible d'y traduire toutes les cotes en débits, et on a donc préféré se référer aux stations de Kédougou et Wassadou aval pour évaluer la ressource en eau. On ne dispose malheureusement de données complètes pour ces stations que depuis les années 1970.

Figure 2.10
Variation des modules annuels de la Gambie à Kédougou



La station de Kédougou (superficie du B.V. : 7 550 km²), contrôlant les débits de la Gambie entrant au Sénégal, présente pour la période 1971-1986 un module moyen interannuel de 70 m³.s⁻¹, avec un coefficient de variation de 0,30. Les variations du module annuel (figure 2.10), mettent en évidence les années déficitaires 1983 et 1984, mais ne montrent aucune tendance nette. Les débits sont répartis de façon très inégale dans l'année (tableau 2.1), avec une valeur caractéristique de crue de 649 m³.s⁻¹, et une valeur caractéristique d'étiage nulle.

Figure 2.11
Hydrogrammes observés sur la Gambie à Wassadou aval
1974 (excéd.) - 1982 (moy.) - 1983 (défic.)



La station de Wassadou aval contrôle un bassin de 33500 km². Les seuls apports importants à l'aval de cette station, avant la sortie de la Gambie du territoire sénégalais (Genoto, 42300 km²), sont ceux de la Koulountou (débit moyen de 30 m³.s⁻¹ entre 1975 et 1980) et du Niaoulé. La figure 2.11 donne une idée de la répartition et de la variabilité des débits à Wassadou aval, où le module prend une valeur moyenne de 113 m³.s⁻¹ sur la période 1974-1984, avec un coefficient de variation de 0,45.

2.1.2 Evaluation des ressources en eau souterraine

Depuis plusieurs années, le Sénégal a initié des études de synthèse ou des programmes de travaux visant à évaluer et actualiser les connaissances sur les ressources en eau souterraines du pays.

On peut citer en particulier :

En 1965 :

Elaboration de la carte hydrogéologique de la République du Sénégal (BRGM) à l'échelle du 1/500 000 en 4 feuillets.

En 1966 :

Elaboration de la carte hydrochimique des nappes phréatiques de la République du Sénégal (BRGM) à l'échelle du 1/1 000 000.

En 1971 :

Etude sur modèle mathématique du système aquifère de la Presqu'île du Cap Vert (Géohydraulique).

En 1983 :

Synthèse des études hydrauliques réalisée par la DEH ; étude qui a permis l'évaluation des ressources exploitables des 4 principaux aquifères du pays :

- aquifères superficiels,
- marno-calcaires de l'Eocène,
- calcaires du Paléocène,
- sables du Maestrichtien.

En 1984 et jusqu'en 1988 :

Démarrage et fonctionnement du Projet SEN 81.003 : "Gestion et protection des ressources en eau souterraine du Sénégal". Avec, entr'autres, la mise en place au Sénégal d'un système informatisé de suivi des nappes : Programme SURNAP et logiciel GOREE.

En 1986 :

Etude intitulée "Renforcement de l'approvisionnement en eau de la région de Dakar" SETAME - BETURE, comportant une synthèse des connaissances hydrogéologiques de la région de Dakar et les exploitations maximales préconisées pour chaque aquifère.

Depuis 1989 et jusqu'à mi-1991 :

Déroulement du Projet SEN 88/002 "Mise en valeur des eaux souterraines" dont un des objectifs est la consolidation du réseau national de surveillance des nappes souterraines comprenant, entr'autres, la poursuite du suivi du réseau piézométrique, la réalisation de piézomètres et l'entrée de données sur le Programme SURNAP.

Octobre 1990 :

Démarrage du Projet SEN 87/006 "Planification des ressources en eau", comprenant l'élaboration d'un plan directeur national des ressources en eau du pays.

2.1.2.1 Ressources en eau souterraines en zone de socle

a. Estimation des réserves hydrauliques

La productivité des forages et le taux de réussite permettent de qualifier le degré de fissuration d'un massif rocheux. On peut donner une valeur de 1 à 2 pour avoir la porosité de fissure.

L'étude de la productivité des puits et de la piézométrie donne une idée de la gamme des porosités des altérites (2 à 5 %).

Connaissant les épaisseurs saturées de l'altération et du massif fissuré, on aboutit à une évaluation approximative des réserves stockées dans les aquifères.

En première approximation, on peut estimer que les ressources en eau souterraine en zone de socle sont évaluées à 16 milliards de m³ au Sénégal sur la base des données suivantes :

Superficie des formations de socle :	32 000 m ²
Epaisseur moyenne d'altération :	15 m
Porosité moyenne de l'altération :	3 %
Epaisseur moyenne de socle saturé :	30 m
Porosité moyenne du socle :	1

Soit

Ressources dues aux altérites :	14,7 milliards de m ³
Ressources dues aux formations de socle :	1,3 milliards de m ³

b. Renouvellement des ressources

Les études réalisées par F. LELONG en 1966 sur les régions sahéliennes ont permis de préciser l'influence de la pluviométrie sur l'alimentation des nappes :

Pluie (mm/an)	800	900	1000	1100	1200	1300	1400
Alimentation en pourcentage de la pluie	7	12	17	21	24	27	30

La proportion de la pluie qui alimente vraiment les aquifères (pluie efficace) est mentionnée en figure 2.1.2.

A moins de 800 mm de pluie, l'alimentation est quasi nulle. De 800 à 1 100 mm, l'alimentation est fréquemment compromise et nulle les années sèches. Entre 1 100 et 1 300 mm de pluie, l'alimentation est généralement assurée avec un déficit les années sèches. Au-delà de 1 300 mm, l'alimentation est assurée.

Les études menées par la Direction des Etudes du Ministère de l'Hydraulique en 1983 n'ont pu préciser les ressources renouvelables de formation du socle du Sénégal Oriental, estimées à 50 000 m³/j.

2.1.2.2 Ressources en eau souterraine des formations du sédimentaire

Les activités menées par le Projet SEN 81.003 ont permis d'affiner la connaissance des potentialités des principales nappes du bassin sédimentaire.

En particulier, la synthèse réalisée en novembre 1988 par le Projet permet d'avancer les éléments suivants :

Pour l'estimation des potentialités en m³/jour et pour les nappes disposant d'un réseau d'observations suffisamment dense, il a été effectué un calcul pour l'hivernage 1988 à partir de la carte des battements piézométriques (juin 1988 - octobre 1988) : la variation du niveau piézométrique délimite une tranche de terrain qui emmagasine l'eau gravifique ; le coefficient d'emmagasinement étant connu, on peut calculer le volume d'eau correspondant. Cette estimation a pu être faite pour la nappe infrabasaltique.

Pour les autres nappes dont le réseau d'observations est trop lâche, il a été pris en compte les résultats disponibles dans des documents préparés et existants à la Direction des Etudes Hydrauliques (D.E.H.). Cette estimation a pu fournir les résultats ci-après :

Aquifères	Potentialités (m ³ /j)
Nappe Infrabasaltique	17 516
Thiaroye	10 712
Sébikotane "calcaires paléocènes"	12 394
Pout - Mbour "Paléocène"	20 848
Pout Nord	10 000
Sable du littoral Nord entre Kayar et Dakar	115 000
Nappes des alluvions du fleuve Sénégal	140 000
Continental Terminal	445 000
Miocène Casamance	105 000

Le calcul des apports est soumis à une certaine imprécision, mais il permet, toutefois, d'avoir une valeur de la ressource. Ces aquifères font l'objet d'un suivi important. Les chiffres moyens estimés des possibilités maximales et des débits extraits sont les suivants :

Aquifère	Possibilité (m ³ /j)	Débits extraits (m ³ /J)
Infrabasaltique	18 000	21 000
Sables Presqu'île du Cap Vert	47 000	40 000
Calcaires Sebikotane	20 000	31 200
Calcaires Pout-Mbour	38 000	35 000
Maestrichtien Pout-Mbour	20 000	26 000
Sables "littoral Nord"	115 000	100 000

Cette évaluation moyenne peut varier d'une année sur l'autre. Les variations piézométriques permettent de calculer un apport annuel, ramené à un débit journalier. Les potentialités des formations du sédimentaire sénégalais sont précisées dans les figures 2.13 et 2.14. Le récapitulatif des potentialités et des prélèvements mentionnés au tableau 2.2.

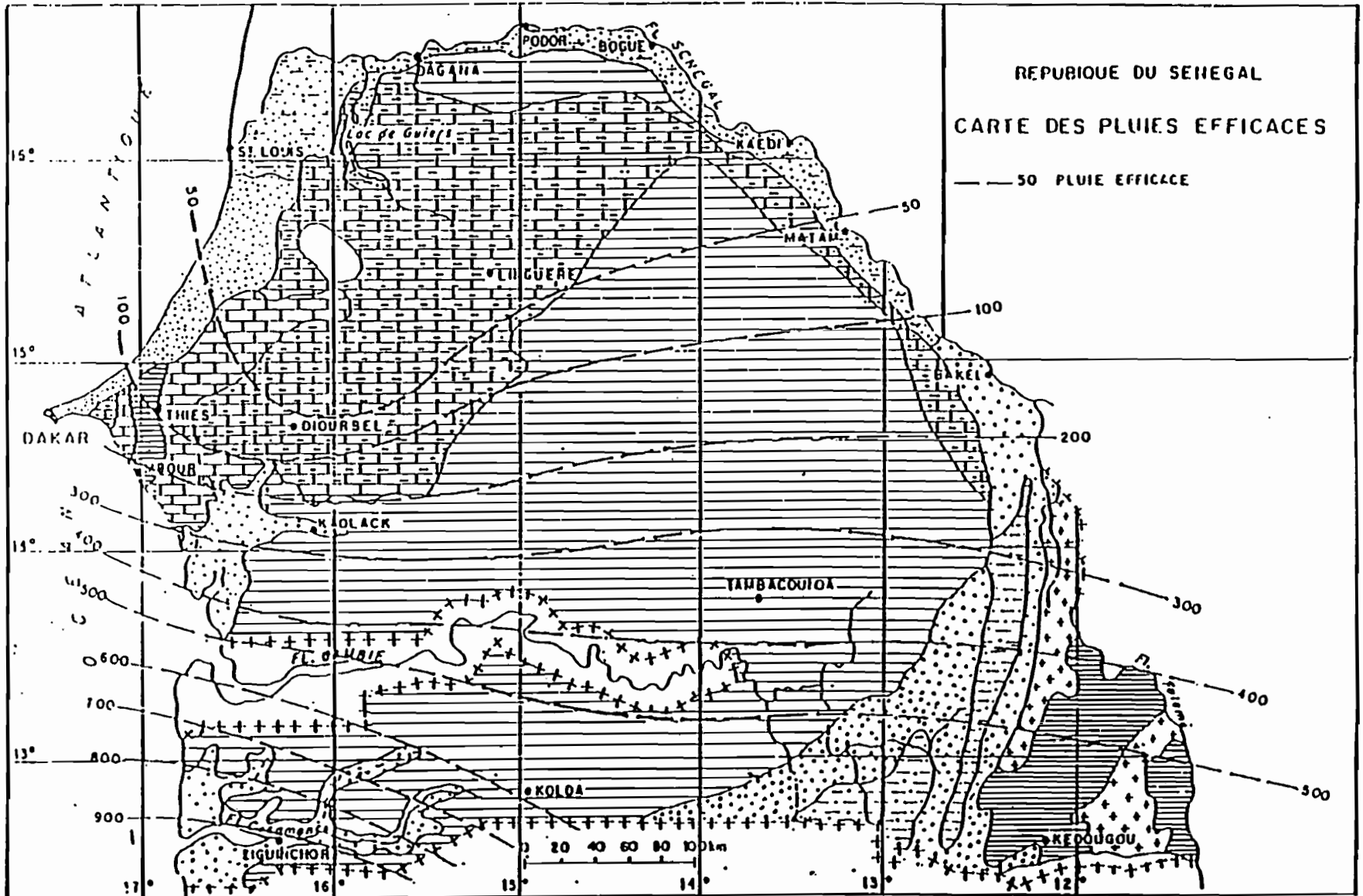


Figure 2.12

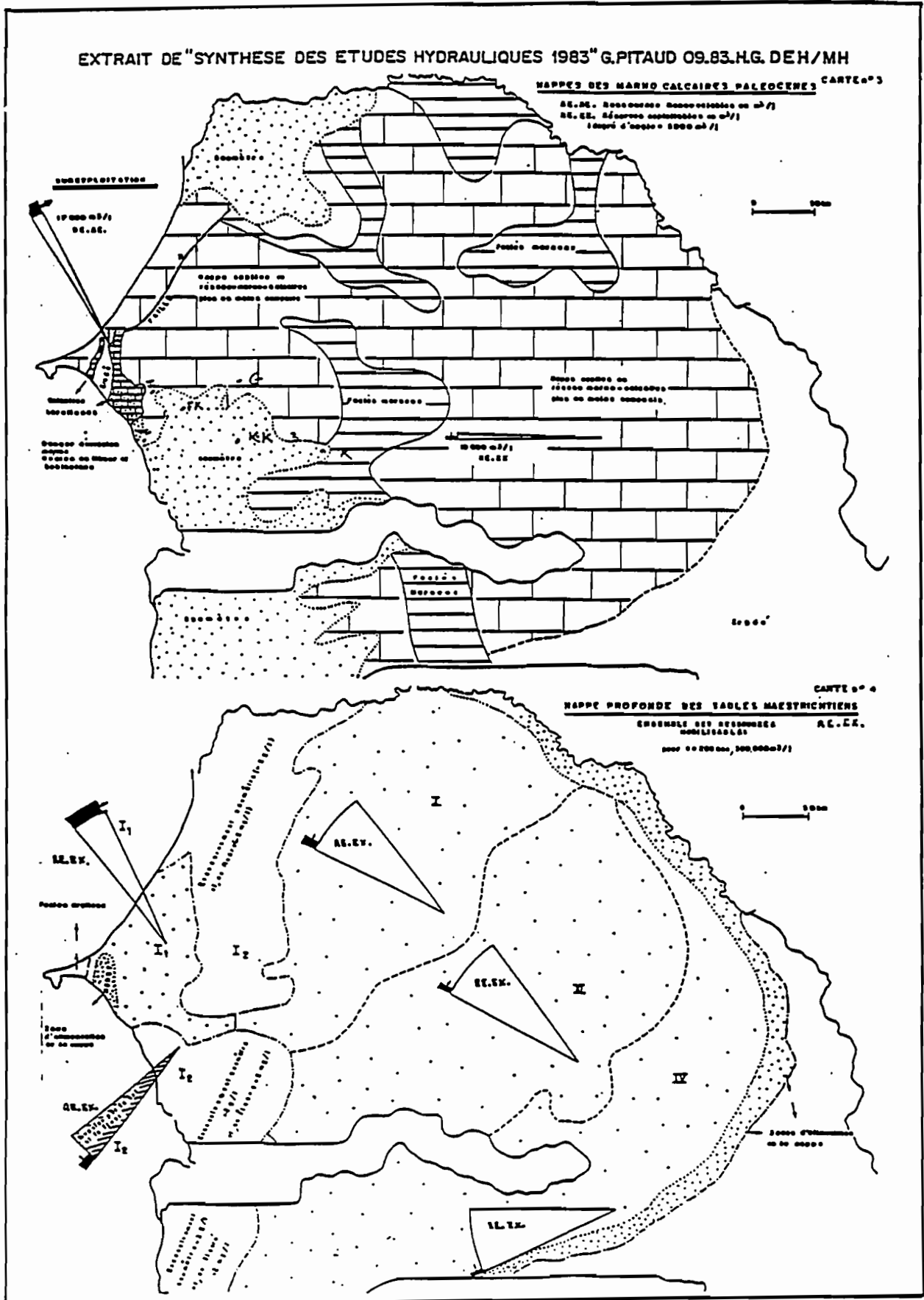
Tableau 2.2 - BILAN DE L'EXPLOITATION DES AQUIFERES DU SENEGAL

Région	Compartiment	Potentialités (m3/j)	Exploitation (m3/j)	Reliquat (m3/j)	Débit et profondeur des forages	Qualité de l'eau Résidu sec (RS)	Observations
	Sable du littoral Nord entre Kayar et Mpal	115 000	100 000	15 000	Q = 100 à 400 m3/h Prof. moyenne 100 m	Bonne RS < 1 g/l	Disponibilité en eau existante Maraichage possible
	Alluvions Sénégal (Vallée du fleuve)	140 000	20 000	120 000	Q < 100 m3/h Prof. > 90 m	Saîreté par endroit atteignant 2 g/l	Problème de rentabilité de forage. Disponibilité en eau surtout avec la construction du barrage de Diama
	Partie orientale du Sénégal (Continental Terminal)	445 000	50 000	395 000	Q < 20 m3/h	Bonne RS < 1 g/l	Existence des réserves en eau souterraine importantes mais les débits sont faibles et peuvent remettre en cause la rentabilité d'un forage
	Lenille eau douce Mboum	4 000	-	-	Q < 10 m3/h Prof. > 40 m	Lenille d'eau douce	Priorité à l'alimentation des populations compte tenu des réserves limitées. Maraichage à grande échelle possible Faible ressource
Régions intérieures du Sénégal	Basse Casamance	5 000	-	-	Q = 50 m3/h Prof. = 50 m	Bonne RS < 1	
	Mioène Casamance	105 000	10 000	95 000	Q = 50 m3/h à 100 m3/h Prof. 100 m	Bonne RS = 1 g/l	Disponibilité en eau mais problème de rentabilité dû à l'éloignement des centres de consommations et d'exportation. En outre, cette zone s'apprête mieux à des exploitations fruitières
	Terrains anciens sodés (à l'Est de Tambacounda)	500 000	50 000	-	Q = 10 m3/h Prof. = 50 m	Bonne RS < 1 g/l	Réserves importantes mais bonne partie pas mobilisable
	Maestrichien (en dehors de Dakar et Thiès)	420 000	115 000	305 000	Q entre 50 et 100 m3/h	Bonne RS = 1 g/l	Eau en quantité et qualité mais les profondeurs des forages sont importantes. Problème de rentabilité des forages coûteux
Total régions intérieures		1 734 000	295 000	930 000			
	Nappe intrabasaltique	18 000	21 000	-	3 000	Bonne mais risque de contamination avec RS passant de 1 à 6 g/l par endroit Q > 200 m3/h Prof. = 80 m	Surexploitation entraînant l'avancée du biseau salé
	Centre de captage de Bertalane	20 000	14 000	6 000	-	Eau ferrugineuse RS = 0,1 g/l Q = 100 m3/h Prof. > 70 m	Eau non consommable. Quota bloqué. Projet de traitement de l'eau pour usage humain
	Centre de captage de Thiarye	10 000 à 18 000	10 000	8 000	-	Bonne RS < 0,2 g/l Q = 100 m3/h Prof. > 50 m	Compte tenu de l'organisation rapide de la zone et de sécheresse prolongée, le reliquat serait plutôt nul. En outre, cette zone est destinée à l'usage d'habitation
	Région Dakar-Thiès	Calcaire de Sébikotane (Paléocène)	30 000	31 200	-	1 200	Bonne RS = 1,2 g/l Q = 300 m3/h Prof. > 70 m	Surexploitation Menace de biseau salé
Compartiment Pout-Mbour (Paléocène)		38 000	40 000	-	2 000	Bonne sur la partie Nord mais invasion marine au Sud RS atteignant 2 à 3 g/l Q = 150 m3/h Prof. > 70 m	Surexploitation Menace de biseau salé
Compartiment Pout-Mbour (Maestrichien)		20 000	26 000	-	6 000	Bonne RS = 0,5 g/l Q = 250 m3/h Prof. 300 m	Surexploitation Risque de contamination saline par l'intermédiaire du Paléocène
Casier de Taïba (Maestrichien)		20 000	20 000	0	0	Bonne Q = 160 m3/h Prof. 300 m	Exploitation limite Augmentation de la production de la compagnie des phosphates rejetée
Total région Dakar		156 000 à 164 000	162 000	12 200			

Source : Rapport sectoriel sur l'hydraulique : avril 1990 - Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Ministère de l'Industrie et de l'Artisanat

Figure 2.14

RESERVES D'AQUIFERES - TAUX D'EXPLOITATION



2.2. Aménagements existants

2.2.1. Utilisation actuelle des eaux de surface

2.2.1.1. Alimentation des populations

2.2.1.1.1. Région de Dakar

Depuis 1972, l'alimentation en eau potable de Dakar n'est plus uniquement assurée par les ressources souterraines de la presqu'île du Cap-Vert et de la région de Thiès. Une usine de pompage et de traitement d'une capacité de 60 000 m³/j (0,690 m³.s⁻¹) a été construite sur la rive occidentale du lac de Guiers à Ngnit (voir figure 2.3.1.1). L'adduction jusqu'à Dakar s'effectue par une conduite souterraine. Quelques renforcements permettent aujourd'hui aux installations de Ngnit, d'atteindre une capacité de 64000 m³ par jour.

2.2.1.1.2. Autres régions

Les principales villes situées dans la vallée du fleuve Sénégal sont exclusivement alimentées par des stations de pompage sur le fleuve ou ses effluents. Le tableau 2.3 regroupe les prélèvements effectués par la SONEES aux villes de St. Louis, Richard-Toll, Dagan, Podor et Matam en 1990. Le débit annuel prélevé par ces cinq villes équivaut à 0,119 m³.s⁻¹.

Les villes de Bakel et Kédougou prélèvent chacune, dans le Sénégal et la Gambie respectivement, un débit moyen équivalent à 8 l.s⁻¹.

Tableau 2.3 : Production (m ³) aux stations de pompage de la région du fleuve en 1990 (Source : Division technique SONEES Saint Louis)												
	Janv.	Févr.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
St. Louis	24953	23240	26062	24739	26160	25616	26005	26120	27078	28633	27248	27336
Richar	13346	13030	19030	22579	22244	20298	17648	19312	25146	26220	23914	24153
Dagan	10413	10106	12022	11222	12322	11591	11197	10466	11170	11667	11127	11514
Podor	4736	5220	6865	7451	11314	10003	9610	9327	9645	12689	12044	11766
Matam	8085	8601	13180	14296	15586	13996	12134	10574	9612	10028	9637	10117
Total	28611	26935	31171	30294	32306	31205	31064	31088	32635	34694	32920	33091

2.2.1.2. Irrigation

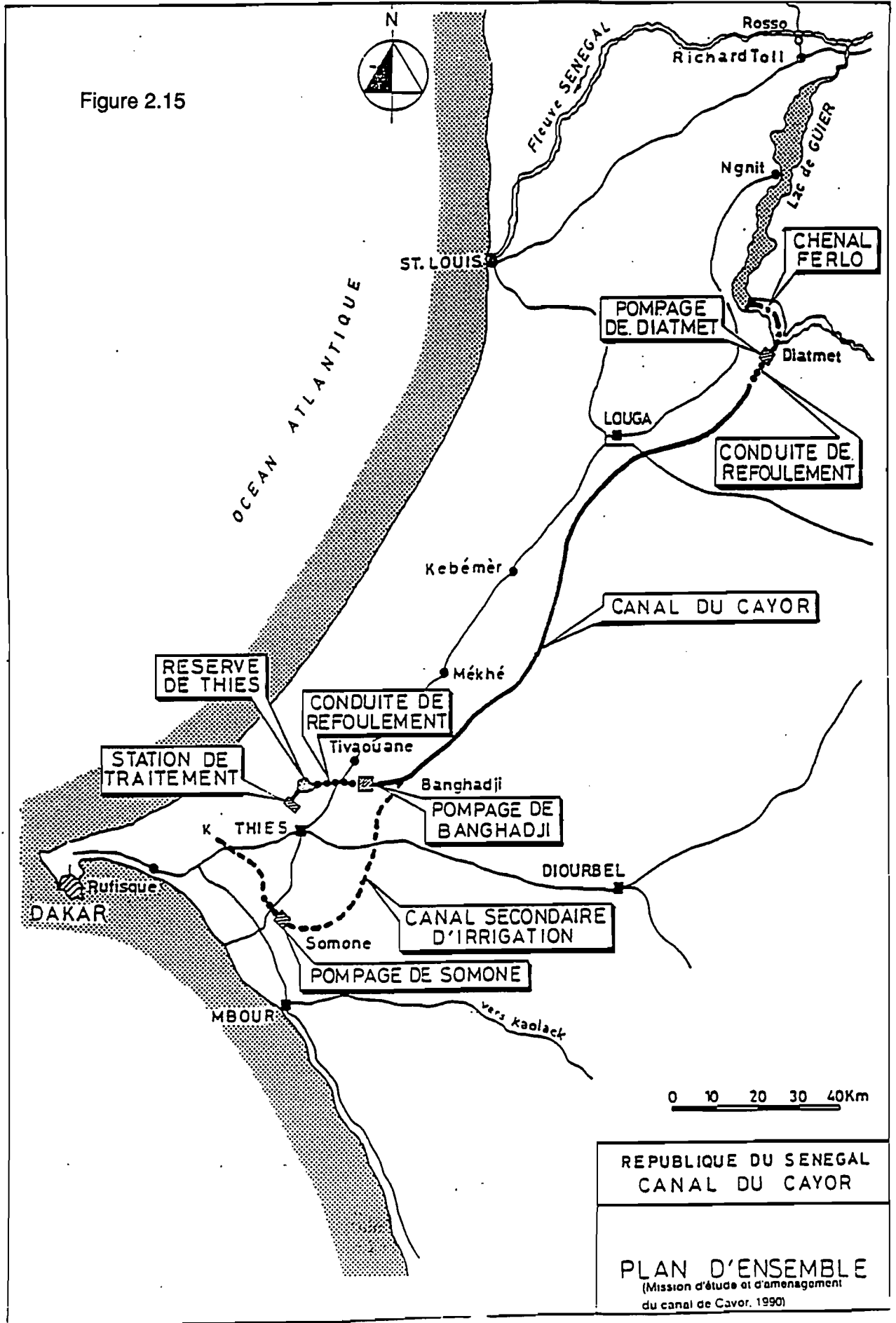
L'irrigation par gravité et surtout par pompage dans un cours d'eau est surtout importante dans la vallée du fleuve Sénégal de Bakel au delta.

Les tableaux 2.4 et 2.5 présentent les surfaces aménagées et cultivées, encadrées par la SAED (Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et de la vallée) pour l'hivernage 1989 et pour la contre-saison 1988-1989 (SEGUIS, 1990). Le tableau 2.6 distingue les petits périmètres privés et les aménagements agro-industriels (consistant uniquement en la Compagnie Sucrière Sénégalaise) par région. En supposant les taux de mise en valeur des petits aménagements privés et les répartitions entre les différentes cultures des privés égaux à ceux de la SAED, il est possible, connaissant les efficacités et les besoins en eau par culture (Cf. tableaux 2.7 et 2.8), de calculer les besoins en eau pour l'irrigation en 1989 (Cf. tableau 2.9).

Délégation	Surface aménagée (ha)	Surface cultivée		Taux de mise en valeur (%)
		riz	maïs sorgho	
Dagana	13971	12627	0	90
Podor	8094	4099	423	56
Matam	5632	2029	596	47
Bakel	1994	721	643	68
Total	29691	19476	1662	71

Délégation	Surface aménagée (ha)	Surface cultivée (ha) tomate - oignon	Taux de mise en valeur (%)	Surface cultivée (ha) riz	Taux de mise en valeur (%)
Dagana	12877	570	4	2700	21
Podor	7694	1168	15	561	7
Matam	5182	521	10	10	0,2
Bakel	1704	120			
Total	27457	2379		3271	

Figure 2.15



	Dagana	Podor	Matam	Bakel
Périmètres privés et périmètres villageois	15833	112	46	0
Agro-industrie	7660	0	0	0

	Riz hivernage	Maïs hivernage	Riz contre-saison	Tomate	Canne à sucre
Janvier				893	1674
Février			2518	1596	1512
Mars			3622	2294	2232
Avril			3720	2490	2700
Mai			3780	744	3162
Juin			2707		3060
Juillet		1440	572		2790
Aout	2747	1364			2604
Septembre	3870	1590			2520
Octobre	3867	1418			2604
Novembre	2096	199		1080	2340
Décembre	512			918	1860

Riz hivernage	Riz contre-saison	Maïs hivernage	Tomate	Canne à sucre
1,540	1,540	1,540	1,820	1,540

Le barrage de Diama (situation indiquée sur la figure 1.8.1), géré par l'OMVS, est un des deux gros ouvrages hydrauliques équipant à l'heure actuelle le bassin du Sénégal. Son rôle est à la fois d'empêcher une remontée de la langue salée dans le delta, et de maintenir le plan d'eau à une cote suffisante pour l'alimentation, à une moindre dépense d'énergie, des nombreux périmètres irrigués du delta. Il est en fonctionnement depuis novembre 1986.

Un autre barrage important est actuellement utilisé pour l'irrigation. Il s'agit du barrage d'Anambé (voir figure 1.8.1), implanté juste à l'aval du confluent entre la Kayanga et l'Anambé. Ce barrage, géré par la SODAGRI (Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal), doit permettre à terme d'irriguer plus de 16000 hectares de terres. A l'heure actuelle, un millier d'hectares environ est aménagé. Outre l'irrigation, ce barrage permet une bonne réalimentation de la nappe, et le développement de la pêche artisanale. Il est projeté la construction d'un second barrage sur le cours de l'Anambé, à l'amont du premier, afin d'accroître le volume de réserve utile actuellement disponible (48 millions de mètres cube). On ne peut en effet éviter, à l'heure actuelle, certains déversements importants en cas de fortes crues.

Il serait très opportun de pouvoir utiliser un limnigraphe télétransmetteur, installé sur le haut bassin de la Kayanga, pour optimiser la gestion en temps réel de ce système de deux barrages.

	Dagana	Podor	Matam	Bakel	Total
Janvier	8,103	0,719	0,319	0,073	9,2
Février	18,475	2,334	0,647	0,144	21,6
Mars	20,194	2,478	0,840	0,187	23,7
Avril	27,708	3,329	0,941	0,210	32,2
Mai	27,627	1,835	0,287	0,061	29,8
Juin	23,616	0,885	0,016	0	24,5
Juillet	14,269	0,542	0,509	0,663	16,0
Aout	49,362	6,896	3,701	1,643	61,6
Septembre	66,632	9,956	5,267	2,265	84,1
Octobre	64,811	9,586	5,033	2,127	81,6
Novembre	41,439	6,124	2,616	1,065	51,2
Décembre	16,005	1,963	0,928	0,287	19,2

2.2.1.3 Barrage de Manantall

Ce barrage, situé en territoire malien sur le Bafing, affluent du Sénégal, est géré par l'OMVS. Sa vocation multiple est de satisfaire, en gros, aux objectifs suivants:

- produire de l'électricité (puissance installée envisagée de 200 Mw)
- laminer les fortes crues du Bafing, et laminer autant que possible les fortes crues du Sénégal à l'aval de Bakel, dans le but de protéger les ouvrages d'irrigation.
- soutenir l'étiage du Sénégal afin de rendre ce fleuve navigable en permanence entre l'embouchure et Kayes.

- garantir en permanence le passage au niveau de Bakel, d'un débit suffisant pour permettre l'alimentation de tous les périmètres irrigués de la vallée (superficie totale envisagée à long terme, rive gauche + rive droite, de 300000 hectares).
- soutenir la crue du Sénégal, afin que celle-ci atteigne un niveau et une durée suffisants pour permettre l'inondation annuelle des terres traditionnellement exploitées en culture de décrue. Il est question que cette option soit abandonnée quand la superficie des terres aménagées pour la culture irriguée, aura atteint un niveau suffisant.

Ce barrage, en service depuis 1987, a atteint sa cote d'exploitation durant l'hivernage 1991. Il est encore en phase de test, et l'usine hydroélectrique n'est pas encore installée.

2.2.1.4 Barrages anti-sel

Deux ouvrages importants, de ce type, fonctionnent actuellement sur des marigots débouchant dans l'estuaire de la Casamance. Il s'agit du barrage d'Afiniam sur le marigot de Bignona, et du barrage de Guidel sur le marigot du même nom. Ces barrages, dont la situation est indiquée sur la figure 1.8.1, permettent la pratique de la riziculture dans les bas-fonds qu'ils protègent contre l'invasion marine.

2.2.2 Utilisation actuelle des eaux souterraines

2.2.2.1 Alimentation en eau des populations urbaines

Les volumes d'eau souterraine prélevés par la SONEES (Société Nationale d'Exploitation d'Eaux du Sénégal) en 1989 pour l'alimentation en eau des localités et industries sont mentionnés dans le tableau 2.10.

Au cours de l'année 1989, 74 680 587 m³ d'eau souterraine ont été prélevés sur l'ensemble du territoire sénégalais, par un minimum de 93 forages captant les différentes formations aquifères du pays :

- . Sables du littoral Nord,
- . Nappe infrabasaltique,
- . Sables du Quaternaire,
- . Paléocène,
- . Maestrichtien,
- . Lutétien,
- . Olygocène,
- . Continental Terminal.

La production d'eau potable pour l'année 1990, établie par le Service de Production de Dakar de la SONEES, est la suivante et concerne Dakar et sa région (Dakar, Pikine, Rufisque) :

Centre de captage	Production (m ³ /an en 1990)	Observations
Champ captant Point B. Mamelles	6 568 811	Augmentation de la salinité de l'eau
Champ captant de Thiaroye	3 205 894	Augmentation de la salinité de l'eau
Champ captant de Sebikotane	9 265 646	Salinité observée sur un forage
Champ captant de Pout Sud	6 450 782	
Champ captant de Pont Kirène	5 750 473	Taux d'arrêt important du forage F7
Champ captant de Pout Nord	12 725 585	Taux d'arrêt supérieur à 5 % pour 3 forages
Champ captant de Kelle Kebemer	9 712 220	Taux général d'arrêt 6 % - Coupures électriques
Total	53 679 411	

Tableau 2.10
Prélèvements SONEES pour les industries et l'alimentation en eau potable

Régions et zones	Aquifères	Nombre d'ouvrages d'exploitation	Volumes prélevés (m ³ /an)	
Région du Cap Vert	Sablies du littoral Nord	5 forages	9 904 707	
	Nappe Infrabasaltique	8 forages	6 722 928	
	Sables du Quaternaire	7 forages	3 126 617	
	Sebikotane	4 forages	9 425 930	
	Nappe du Pout Sud	2 forages	2 768 160	
	Paléocène			
	Pout Nord	4 forages	6 421 080	
	Pont Kiréne	6 forages	5 736 800	
	Maestrichtien	Pout Sud	4 forages	3 640 875
		Pout Nord	5 forages	6 421 080
Région de Saint-Louis	Sables du Quaternaire	5 forages	2 847 697	
	Calcaires Lutétiens	2 forages	177 511	
Région de Louga	Calcaires Lutétiens	2 forages		
	Maestrichtien	1 forage		
Région de Thies	Maestrichtien	8 forages	5 807 287	
	Autres aquifères	Quelques forages		
Région de Kaolack-Tambacounda-Fatick	Maestrichtien	7 forages	4 579 709	
	Lutézien	2 forages		
Région de Diourbel	Maestrichtien	4 forages		
	Eocène	3 forages	1 579 044	
	Paléocène	1 forage		
Région de Ziguinchor-Kolda	Continental Tennial	4 forages		
	Oligocène	2 forages	1 78112	
	Maestrichtien	1 forage		
Zone des I.C.S. (Industries Chimiques du Sénégal)	Nappe du littoral Nord	5 forages	2 753 366	
TOTAL		>93	74 680 587	

Source : Note SONEES du 14/03/1991 établie pour la DGRH dans le cadre de l'étude d'évaluation hydrologique en aquifère sub-saharienne.

Soit un taux moyen de réalisation par rapport aux prévisions d'exploitation de 96,72 %.

L'alimentation en eau potable (AEP) des zones urbaines du Sénégal est mentionnée dans le tableau 2.11 et concerne l'année 1987 (Source : Rapport Sectoriel sur l'Hydraulique : année 1990) soit une production de 47 191 m³/j par 43 forages (17 724 715 m³/an).

2.2.2.2 Alimentation en eau des populations rurales

L'hydraulique rurale au Sénégal présente deux volets bien différents :

- la grosse hydraulique rurale : GHR, avec points d'eau motorisés, exploitant les nappes profondes, avec des débits importants. Ces ouvrages sont des forages profonds avec pompes motorisées et générateurs de forte puissance, réservoirs surélevés, réseau de distribution, bornes-fontaines et abreuvoirs.
- la petite hydraulique rurale (PHR) constituée de points d'eau non équipés (puits) ou équipés (puits et forages) de pompes manuelles ou d'éoliennes.

Tableau 2.11

Production d'eau souterraine AEP des centres de l'intérieur du Sénégal

Centre urbain	Ouvrages de captage	Production (milliers de m ³ /j)	Production (1987) (m ³ /an)
Louga	1 Forage	4,013	1 464 745
Linguère	1 Forage	0,593	216 445
Thies	5 Forages	9,876	3 604 740
Bamky	2 Forages	0,763	278 495
Dioubbez	3 Forages	2,966	1 082 590
M'Bake	3 Forages	1,379	503 335
Fatick	1 Forage	0,661	241 265
Kaolack	3 Forages	7,422	2 709 030
Tambacounda	2 Forages	1,545	563 925
Ziguinchor	2 Forages	3,221	1 175 665
Kolda	1 Forage	0,416	151 840
Mbour - Joal Fadiouth	4 Forages	6,563	2 395 495
Thiaroye	1 Forage	0,069	32 485
Khombole	1 Forage	0,605	220 825
Mekhe	1 Forage	0,830	302 950
Kebemer	1 Forage	0,610	222 650
Gossas	1 Forage	0,356	129 940
N'Dofane	1 Forage	0,361	131 765
Nioro du Rip	1 Forage	0,563	205 495
Kafrine	1 Forage	0,749	273 385
Guinguined	1 Forage	0,520	189 800
Fouliougue	1 Forage	0,208	75 920
Oussange	1 Forage	0,163	59 495
Bignona	1 Forage	0,435	158 775
Sedhiou	1 Forage	0,292	106 580
Velingara	1 Forage	0,204	74 460
Tivaouane	1 Forage + A.L.G.*	1,788	652 620
Total		47,191	17 224 715

A.L.G. = Alimentation à partir du lac de Guiers.

A fin 1989, la situation de l'hydraulique rurale s'établissait comme suit :

GHR : 661 forages dont 495 équipés

PHR : 3 124 puits dont 563 équipés de pompes manuelles et 125 de pompes éoliennes

La répartition de ces installations par région administratives et pour 1986 est mentionnée sur le tableau suivant.

Situation de l'AEP des zones rurales en 1986

Régions	Nombre des installations			Population desservie	Taux de desserte %
	PHR	GHR	Totales		
Ziguinchor et Kolda	514	63	577	94 000	13
Diourbel	212	47	259	72 000	19
Saint-Louis	370	40	410	141 200	32
Tambacounda	433	40	473	84 200	29
Kaolack et Fatick	644	53	697	150 000	14
Thies	403	23	426	115 500	19
Louga	440	44	484	47 500	11
Total	3016	310	3326	704 400	18

Le rapport établi par la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique en Juin 1990, fait état de 876 ouvrages équipés dans le pays (hors Dakar) soit :

Nombre d'ouvrages motorisés	552
Nombre d'ouvrages équipés de pompes manuelles	127
Nombre d'ouvrages équipés de pompes éoliennes	197

La répartition est mentionnée dans les tableaux 2.12 et 2.13 et la figure 2.16.

Le volume d'eau souterraine exploité annuellement par des ouvrages équipés s'élève à 22 969 000 m³. A cette valeur, il convient d'ajouter le volume d'eau exploité par les puits du pays dont le nombre s'élèverait à 2 436 et le débit d'exploitation journalier proche de 1 m³/j, soit un volume exploité proche de 889 140 m³/an.

Le volume d'eau souterraine exploité au Sénégal, hors agglomération de Dakar, s'élèverait à 23 858 140 m³/an.

Tableau 2.12

Bilan des équipements du secteur de l'hydraulique au Sénégal en juin 1990

Région	Département	Nombre d'ouvrages motorisés	Nombre de forages et puits équipés de pompes manuelles	Nombre de forages et puits équipés de pompes éoliennes	Total
Diourbel	Bambey	13		6	19
	Diourbel	10		15	25
	Mbacké	37	2		39
Fatick	Fatick	31	1	9	41
	Foundiougne	10			10
	Gossas	18		5	23
Kafrine	Kafrine	47	1	4	52
	Kaolack	16		17	33
	Nioro du Rip	20		1	21
Kolda	Kolda	8			8
	Sedhiou	16		2	18
	Velingara	6	2		8
Louga	Kebemer	26		15	41
	Linguere		1	1	2
	Louga		2		2
Saint-Louis	Dagana	3		25	28
	Matam	38	8	4	50
	Podor	37	3	15	55
Tambacounda	Bakel	32	35	1	68
	Kedougou	8	70		78
	Tambacounda	39	2	3	44
Thies	Mbour	8		2	10
	Thies	8		24	32
	Tivaouane	13		20	33
Ziguinchor	Bignona	23		1	24
	Oussouye	2			2
	Ziguinchor	4		1	5
Total		552	127	197	876

Source : Bilan des réalisations et programmes à court termes - Juin 1990

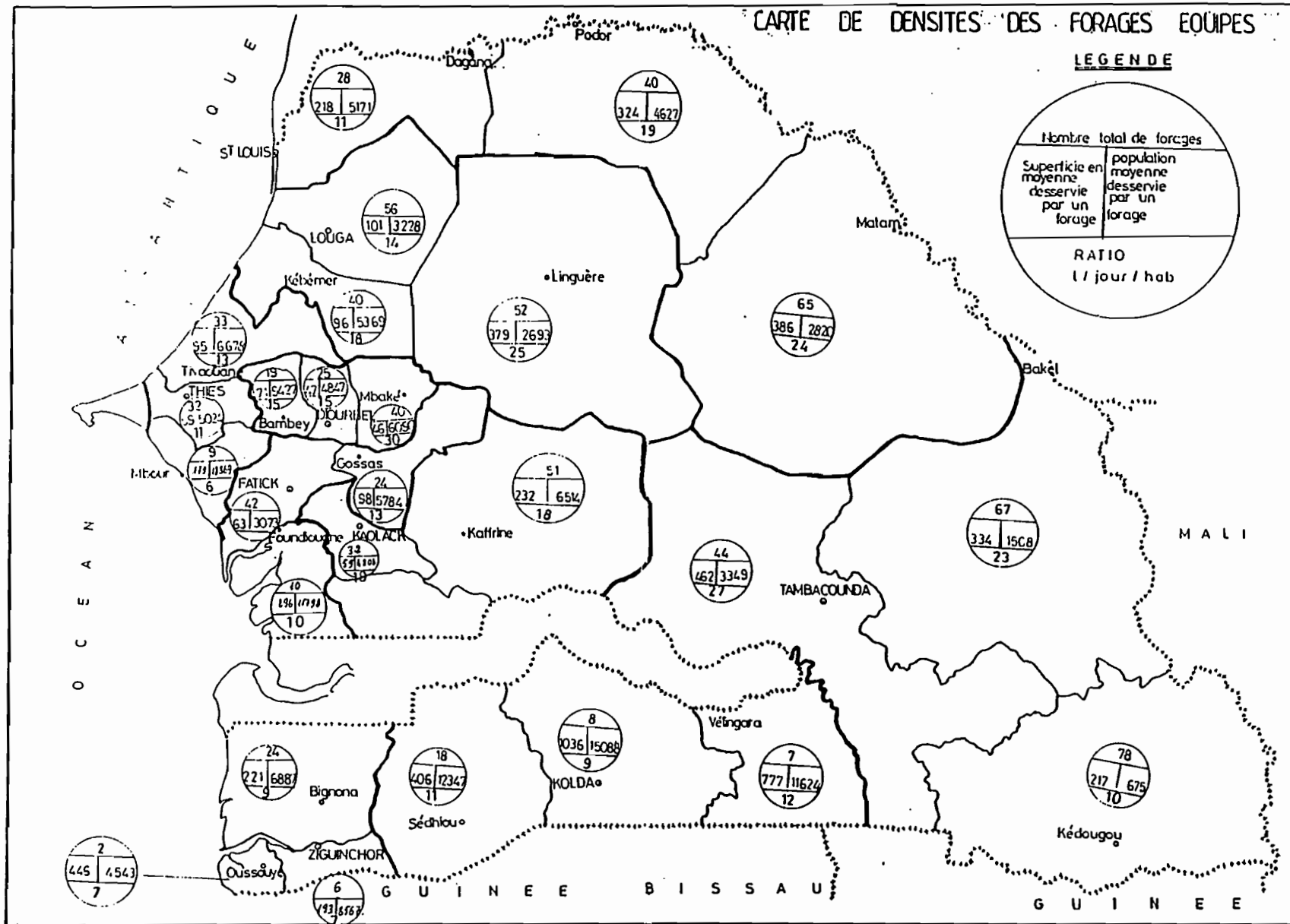
MDRH - direction du Génie Rural et de l'Hydraulique.

Tableau 2.13

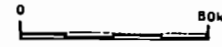
Evaluation des volumes d'eau souterraine extraits annuellement à l'intérieur du Sénégal

Région	Département	Nombre total de forages équipés	Population moyenne desservie par 1 forage	Ratio (l/j/hab.)	Volume exploité (m3/an)
Diourbel	Bambey	19	9 427	15	980 644
	Dioubel	25	4 847	15	663 433
	Mbacké		6 090		2 667 420
Fatick	Fatick	42	3 073	102	471 090
	Foundiougne	10	11 792	10	430 408
	Gossas	24	5 784	13	658 682
Kaffrine	Kaffrine	51	6 514	18	2 182 646
	Kaolack	32	4 204	19	932 952
	Nioro du RiP			2	?
Kolda	Kolda	8	15 088	9	396 512
	Sédhiou	18	12 347	11	892 318
	Velingara	7	11 624	12	356 392
Louga	Kebemer		5 369	18	1 410 973
	Linguere	52	2 693	25	1 277 828
	Louga		3 229	14	923 725
Saint-Louis	Dagana	28	5 171	11	581 324
	Matam	65	2 820	24	1 605 708
	Podor		4 627	19	1 283 530
Tambacounda	Bakel	67	1 508	23	848 197
	Kédougou	78	675	10	192 172
	Tambacounda		3 349	27	1 452 193
Thies	Mbour	9	18 869	6	371 908
	Thies	32	5 024	11	645 483
	Tivaouane	33	6 678	13	1 045 675
Ziguinchor	Bignona	24	6 887	9	542 971
	Oussouye	2	4 543	7	23 215
	Ziguinchor	6	8 567	7	131 332
Total					22 968 731

Figure 2.16



RESSOURCES EN EAU DU SENEGAL 1985
 R.Rv: Ressources renouvelables en m³/jour
 Q.est: Débits prélevés



SABLES LITTORAL NORD
 R.Rv: 115000
 Q.est: 100000
 dont 23000 A.E.P. Dakar

ALLUVIONS SENEGAL
 R.Rv: 140000
 Q.est: 20000

SABLES PRESQU'ILE
 R.Rv: 47000
 Q.est: 40000
 dont 16000 A.E.P. Dakar

MAESTRICHTIEN
 R.Rv: 420.000
 Q. est: W. de Fatik 90000
 dont 52800 A.E.P. Dakar
 Q. est: E. de Fatik 25000

CONTINENTAL TERMINAL
 Amont isopieze 0
 R.Rv: 445000
 Q. est: 30.000
 Aval isopieze 0
 R.Rv: 0
 Q. est: 20.000

INFRASALTIQUE
 R.Rv: 18000
 Q. est: 21000
 A.E.P. Dakar

C. PALEOCENE SEBIKOTANE
 R.Rv: 20000
 Q. est: 31000
 dont 27000 A.E.P. Dakar

C. PALEOCENE POUT MBOUR
 R.Rv: 38000
 Q. est: 35000
 dont 27000 A.E.P. Dakar

Lenille eau douce SALOUM
 R.Rv: 4000
Basse CASAMANCE
 R.Rv: 5000

MIOCENE CASAMANCE
 R.Rv: 105.000
 Q. est: 10.000

TERRAJNS ANCIENS
 R.Rv: 500.000
 R.Rv: mobilisables 50.000

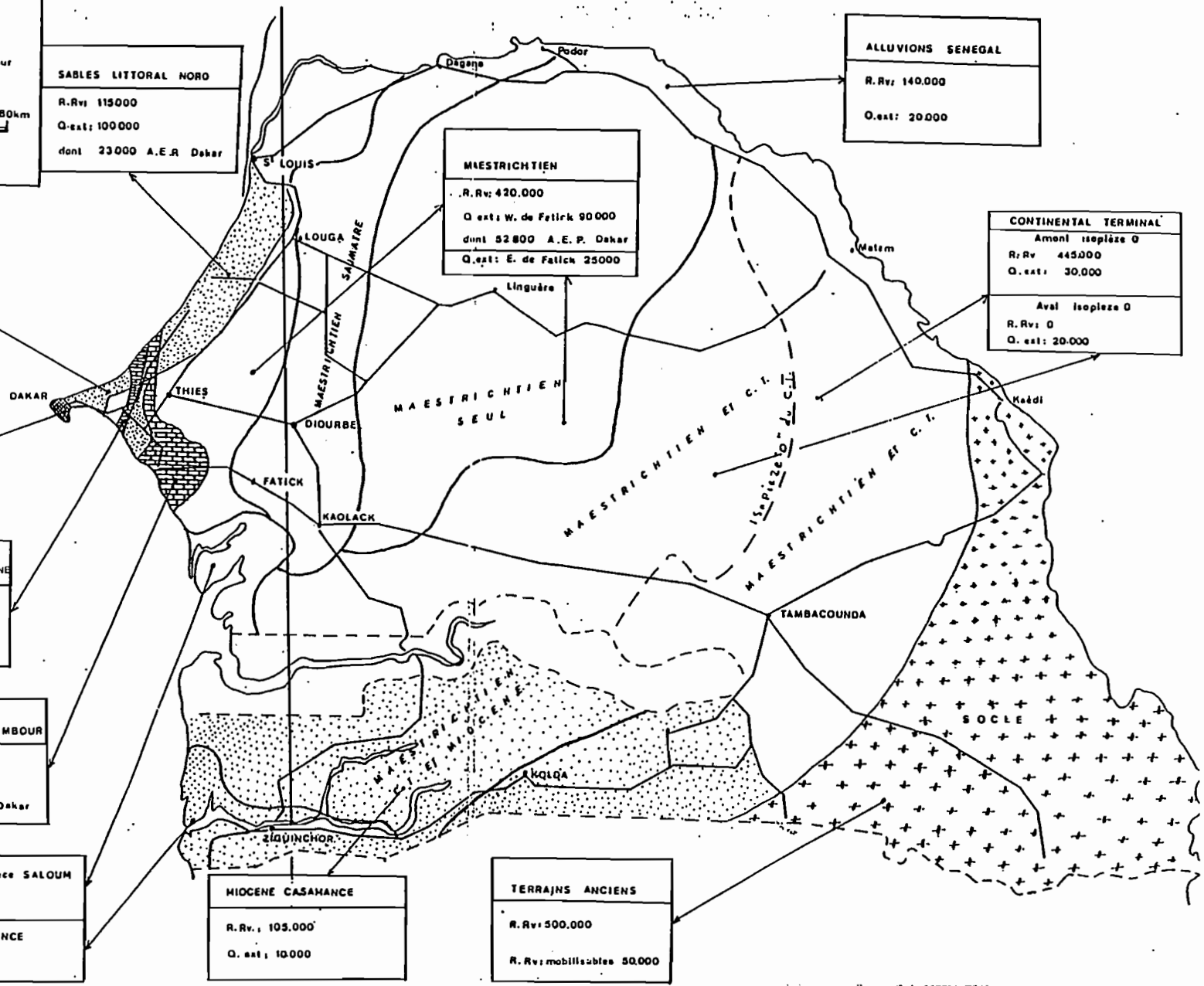


Figure 2.17

2.2.3 Conclusion sur l'utilisation des eaux souterraines au Sénégal

Le récapitulatif des potentialités et utilisations des ressources en eau est indiqué en figure 2.2.2.

Potentialité des nappes

·	Région de Dakar	56,94 millions de m ³ /an
·	Intérieur du pays :	
	- Sédimentaire :	450,41 millions de m ³ /an
	- Socle :	182,50 millions de m ³ /an
	Total	689,85 millions de m ³ /an

Mobilisation/exploitation des nappes

·	AEP Dakar	53,68 millions de m ³ /an
·	AEP Reste du pays :	
-	Ouvrages équipés :	22,97 millions de m ³ /an
-	Ouvrages manuels :	0,90 millions de m ³ /an
·	I.C.S. (Industries chimiques du Sénégal)	2,75 millions de m ³ /an
	Total :	80,30 millions de m ³ /an

La mobilisation actuelle des eaux souterraines représente actuellement 1,2 % de la ressource mobilisable. Il faut toutefois nuancer cette valeur compte tenu de l'inégale répartition de la ressource en eau et des besoins.

2.3 Besoins en eau

2.3.1. Alimentation des populations

A l'heure actuelle, il n'existe pas d'étude systématique sur les besoins en eau prenant en compte tous les secteurs de la vie économique et sociale. Les besoins en eau sont estimés à l'occasion des réalisations ponctuelles et projets spécifiques.

En 1990, les besoins en eau sont estimés à 4 530 000 m³/j, soit 1 653,45.10⁶ m³/an dont :

- 53 % pour Dakar et son agglomération,
- 14 % pour les autres centres urbains du pays,
- 33 % pour les zones rurales.

En zone rurale, 82 % des besoins estimés ont été prévus pour l'alimentation en eau du cheptel.

Les différents paramètres d'estimation jusqu'à l'horizon 2010 sont mentionnés dans le tableau 2.3.

2.3.1 Besoins en eau de Dakar et son agglomération

Actuellement, la SONEES (Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal) ne peut fournir dans le meilleur des cas que $2 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pour l'alimentation en eau de Dakar pour une demande moyenne de $2,43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Une sollicitation plus importante des ressources souterraines entraînerait leur épuisement. La garantie de disposer d'un volume d'eau nécessaire grâce aux barrages de Diama et de Manantali a rendu envisageable l'alimentation de Dakar par un canal à ciel ouvert (dit canal de Cayor) long de 240 km et reliant le lac de Guiers à la presqu'île du Cap-Vert (Cf. figure 2.15)

Les besoins en eau potable que devra satisfaire le canal de Cayor à différents horizons sont réunis dans le tableau 2.14.

La figure 2.18 synthétise les besoins en eau potable et leur satisfaction en fonction des différentes tranches d'aménagement du Canal de Cayor.

Zone	1995	2001	2020
Ngnith - Thiès	0,513	0,765	1,283
région de Dakar	3,606	4,803	8,819
Mbour - Petite Cote	0,139	0,203	0,359
Bande de 20 km au long du canal	0,220	0,220	0,220
Total	4,478	5,991	10,681

2.3.1.2. Besoins en eau du milieu rural

L'étude établie en 1989 par le BRGM "Etude en vue de l'élaboration du plan directeur de l'Hydraulique Rurale au Sénégal" précise les besoins en eau du milieu rural.

En 1988, la population du Sénégal s'élevait à 7 072 000 habitants dont :

2 595 000 habitants en milieu urbain

4 477 000 habitants en milieu rural

avec une croissance de la population totale de 3 %.

La croissance de la population rurale en 1976 et 1988 a été de :

Région	%
Saint-Louis	2,6
Louga	2,0
Thies	2,7
Diourbel	3,2
Fatick	1,8
Kaolack	2,5
Tambacounda	2,3
Kolda	2,5
Ziguinchor	2,2

Tableau 2.15

Evaluation des besoins en eau du Sénégal

Année			1997	1990	1995	2000	2005	2010
	Population (10 000 hab.)		1,460	1,843	2,352	3,002	3,653	4,444
	Taux de desserte (%)	B.P.	37	50	60	70	80	90
		B.F.	41	50	40	30	20	10
Agglomération de Dakar	Dotation journalière (l/hab/j)	B.P.	100	100	120	150	175	200
		B.F.	25	20	19	18	18	18
	Besoins en eau (10 000 m3/j)	B.P.	54	92	169	315	511	800
		B.F.	15	18	17	16	13	8
		Autres	117	120	132	154	178	202
	Total Dakar		196	240	318	485	702	1,010
	Population (10 000 hab.)		1,100	1,277	1,451	1,599	1,700	1,720
	Taux de desserte (%)	B.P.	31	45	50	60	65	70
		B.F.	55	55	50	40	35	30
Centres urbains	Dotation journalière (l/hab/)	B.P.	15	50	60	65	70	70
		B.F.	19	20	18	18	19	19
	Besoins en eau (10 000 m3/j)	B.P.	15	28	43	62	77	84
		B.F.	12	12	13	12	11	9
		Autres	20	23	28	30	54	60
	Total centres urbains		47	63	84	104	142	153
	Population (10 000 hab.)		3,936	4,210	4,580	4,980	5,421	5,888
	Taux de desserte (%)		30	40	50	60	70	80
Zone rurale	Dotation journalière (l/hab/j)		15	18	20	25	30	35
	Besoins en eau (10 000 m3/j)	Population	17	30	46	75	114	165
		Cheptel	125	130	140	150	160	170
	Total zone rurale		142	160	186	226	274	335
TOTAL GENERAL (10 000 m3/j)			375	453	588	815	1,118	1,498

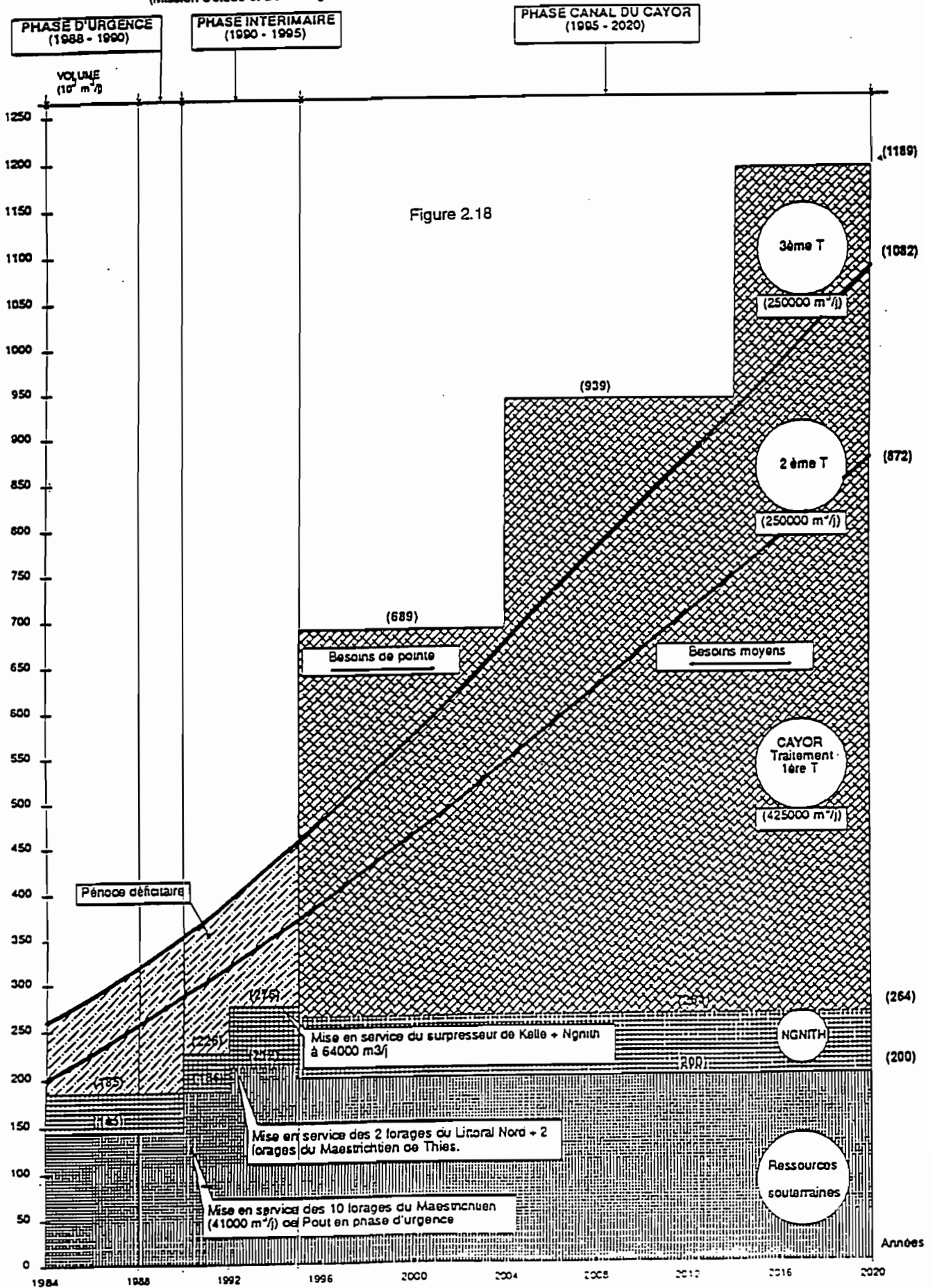
Légende : B.P. - Branchement particulier

B.F. - Bornes-fontaines

Source : Rapport sectoriel sur l'hydraulique - Avril 1990.

PLAN DE MOBILISATION DES RESSOURCES

(Mission d'étude et d'aménagement du canal de Cayor, 1990)



Les chiffres présentés dans le tableau sont hors région de Dakar où la population rurale est estimée à 79 000 habitants.

Soit un besoin de 303 709 m³/j (110,85.10⁶ m³/an) répartis ainsi :

- . 153 930 m³/j, soit 56,18.10⁶ m³/an pour la population
- . 149 779 m³/j, soit 54,67.10⁶ m³/an pour le cheptel

En détaillant la population rurale par taille de village,

- . inférieur à 500 habitants : nécessitant un point d'eau moderne avec exhaure manuelle ou pompe à énergie humaine ou éolienne (10 m³/j),
- . supérieur à 500 habitants : nécessitant un point d'eau moderne à exhaure mécanisée (75 m³/j pour un équipement sommaire d'exhaure mécanique, 200 m³/j pour un équipement à exhaure mécanisée, château d'eau et bômes-fontaines).

on observe, en 1988, la ventilation suivante par régions :

Régions	Nombre de villages		Total
	< 500 habitants	> 500 habitants	
Saint-Louis	807	295	1 102
Louga	2 855	106	2 961
Thies	1 748	351	2 099
Diourbel	1 519	188	1 707
Fatick	876	245	1 120
Kaolack	2 346	304	2 650
Tambacounda	1 734	100	1 834
Kolda	2 693	203	2 896
Ziguinchor	469	146	615
Total	15 046	1 938	16 984

2.3.1.2.1 Besoins en point d'eau des villages de taille inférieure à 500 habitants

Tableau 2.16

Régions	Nombre de villages Population < 500 hab 1988	Nombre de points d'eau exhaure manuelle	Déficit théorique en point d'eau 1988
Saint-Louis	807	330	-477
Louga	2 855	450	-2 405
Thies	1 748	400	-1 348
Diourbel	1 519	220	-1 299
Fatick	875	200	-675
Kaolack	2 346	410	-1 936
Tambacounda	1 734	450	-1 284
Kolda	2 693	340	-2 353
Ziguinchor	469	200	-269
Total	15 046	3 000	-12 046

2.3.1.2.2 Besoin en points d'eau des villages de taille supérieure à 500 habitants

Les chiffres globaux par région sont les suivants :

Tableau 2.17

Régions	Nombre de points d'eau					
	1988			1993		
	Pour Nbre de villages >500 h (1)	Equipements motorisés existants (2)	Déficit théorique (2) - (1)	Pour Nbre de villages >500 h (3)	Equipements motorisés existants (4)	Déficit théorique (4) - (3)
Saint-Louis	295	66	-229	333	184	-149
Louga	106	80*	(-26)	117	141*	(+24)
Thies	351	28**	(-333)	400	77**	(-324)
Diourbel	188	56	-132	220	85	-135
Fatick	245	71	-174	267	155	-113
Kaolack	304	53	-251	344	158	-186
Tambacounda	100	70	-30	112	115	+ 3
Kolda	203	18	-185	229	96	-134
Ziguinchor	146	6	-140	162	76	-87
Total général	1938	448	-1 490	2 184	1087	-1 097

* Y compris les ouvrages à caractère exclusivement pastoral.

** Non compris les ouvrages à caractère agricole et non inclus les branchements sur les conduites d'alimentation en eau de Dakar.

2.3.1.2.3. Déficit constaté du milieu rural

Pour 1988, le déficit en nombre de points d'eau s'élève à 13 536, soit :

- . 12 046 points d'eau pour les villages de moins de 500 habitants,
- . 1 490 points d'eau pour les villages de plus de 500 habitants,

2.3.2. Agriculture

2.3.2.1. Irrigation

2.3.2.1.1. Vallée du Sénégal

Les objectifs d'aménagement de la rive gauche du Sénégal à l'an 2000 sont définis en vue de l'autosuffisance alimentaire de la vallée (Cellule d'Evaluation et de Planification Continue (O.M.V.S.), 1989). Les superficies aménagées dans les délégations de Dagana, Podor, Matam et Bakel devront

atteindre 50 000, 30 000, 37 000 et 4500 hectares.

En considérant les taux de mise en valeur (surface irriguée/surface aménagée) du tableau 2.18 et des assolements comparables à ceux de 1989, les besoins mensuels pour l'irrigation rapportés à Bakel sont présentés dans le tableau 2.19.

Dagana	Podor	Matam	Bakel
0,90	0,80	0,70	0,80

	Janv.	Fév.	Mar.	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
1989	9,2	21,6	23,7	32,2	29,8	24,5	16,0	61,6	84,1	81,6	51,2	19,2
2000	18,4	41,8	52,7	54,7	45,6	35,6	27,6	147,0	205,3	198,1	122,4	42,1

Même en envisageant l'irrigation de l'ensemble des terres potentiellement aménageables de la vallée du Sénégal (300000 hectares), le barrage de Manantali permettra, dans la plupart des cas de figure de gestion, de satisfaire la demande de débit correspondante. Les seules défaillances à envisager concernent les successions d'années déficitaires, dans le cas d'une gestion qui favoriserait le soutien des crues, au détriment des réserves nécessaires pour garantir la satisfaction des demandes relatives à l'irrigation. Un modèle de simulation de gestion de la retenue de Manantali, développé à l'ORSTOM (Bader 1991), permet à l'OMVS de tester l'effet de différentes règles de gestion du barrage, sur le taux de satisfaction des différents objectifs assignés à l'ouvrage.

On peut considérer, en conclusion, que la disponibilité en débits n'est plus, depuis la mise en service du barrage de Manantali, un facteur limitant pour l'aménagement de périmètres irrigués dans la vallée. La limite subsistant par contre, du point de vue de la ressource en eau, est le niveau relativement bas du plan d'eau dans certains biefs, qui peut entraîner des coûts importants en pompage.

La connaissance -voire la prévision- des cotes au niveau des stations de pompage, est d'une grande importance pour la SAED, qui gère un grand nombre de prises d'eau. L'OMVS dispose dès à présent des infrastructures (limnigraphes télétransmetteurs et station de réception) et de la modélisation (PROGESEN) nécessaires pour prévoir plusieurs jours à l'avance, à partir des lâchures du barrage de Manantali, les cotes du Sénégal aux stations de Bakel, Matam, Salde, Ngoui, Podor, et Guede. Une modélisation de la retenue de Diama, en cours d'élaboration, devrait permettre d'étendre ces prévisions aux stations situées plus à l'aval.

2.3.2.1.2. Canal de Cayor

Le canal de Cayor devra satisfaire les besoins en eau potable de la ville de Dakar et ses environs jusqu'à l'horizon 2020 (Cf. paragraphe 2.3.1.1.) et assurer l'irrigation de 8500 ha dans les régions traversées par l'ouvrage.

Cette superficie à mettre en valeur se répartit comme suit:

- Zone du Cap-Vert (du sud-ouest de la colline de Thiès au point terminal du canal à Sébikhotane: 3000 ha.
- Zone du Cayor (du lac de Guiers à Thiès): 5500 ha.

Les besoins en eau pour l'irrigation, exprimés à la prise dans le canal, sont reportés dans le tableau 2.20.

En outre, les pertes suivantes sont à prendre en compte pour évaluer les débits à prélever au niveau du lac de Guiers:

- pertes liées à la station de traitement des eaux
- pertes par évaporation et infiltration à la réserve de Thiès
- pertes par évaporation au long du canal.

Les besoins nets ainsi calculés, sont indiqués dans le tableau 2.21.

Zone	1995	2001	2013 et au delà
Cap-Vert (avril)	0,399	1,925	1,959
Louga (mars)	0,437	0,887	1,255
Kebemer(mars)		0,573	1,696
Thiès (mars)		0,942	2,102
Total	0,836	4,327	7,012

Année	Mois												Besoins annuels millions de m3/an
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1995	3,68	3,73	4,84	4,80	3,52	3,24	2,30	2,35	2,35	3,02	3,17	3,41	104,72
2001	8,38	8,84	10,56	10,30	7,73	6,23	4,44	4,58	4,59	5,21	5,97	7,17	217,73
2020	16,06	15,65	19,42	18,79	14,49	12,34	9,61	10,07	10,07	10,95	12,21	14,10	427,06

CHAPITRE 3

CLIMATOLOGIE

3.1 Structures

Les données climatiques sont gérées par la Direction de la météorologie nationale. Quelques postes sont gérés par des institutions telles que l'ISRA et la SAED.

3.1.1. Organisation

Dépendant du ministère de l'Équipement, du Transport et de la Mer, la Direction de la Météorologie nationale a la structure décrite dans la figure 3.1.1.

Aux 3 divisions, s'ajoutent un bureau de maintenance (5 personnes) et un centre de calcul (5 personnes).

Les données sont collectées et reçues au bureau Réseau, puis contrôlées (bureau de contrôle) et archivées dans la bibliothèque de la division Recherche et Développement.

3.1.2. Personnel et formation

L'ensemble du personnel de la Direction de la météorologie nationale est composé de :

- 3 ingénieurs (classe I),
- 7 ingénieurs (classe II),
- 14 techniciens supérieurs (classe III) dont 2 en formation pour classe II,
- 27 agents (classes IV),
- 178 observateurs.

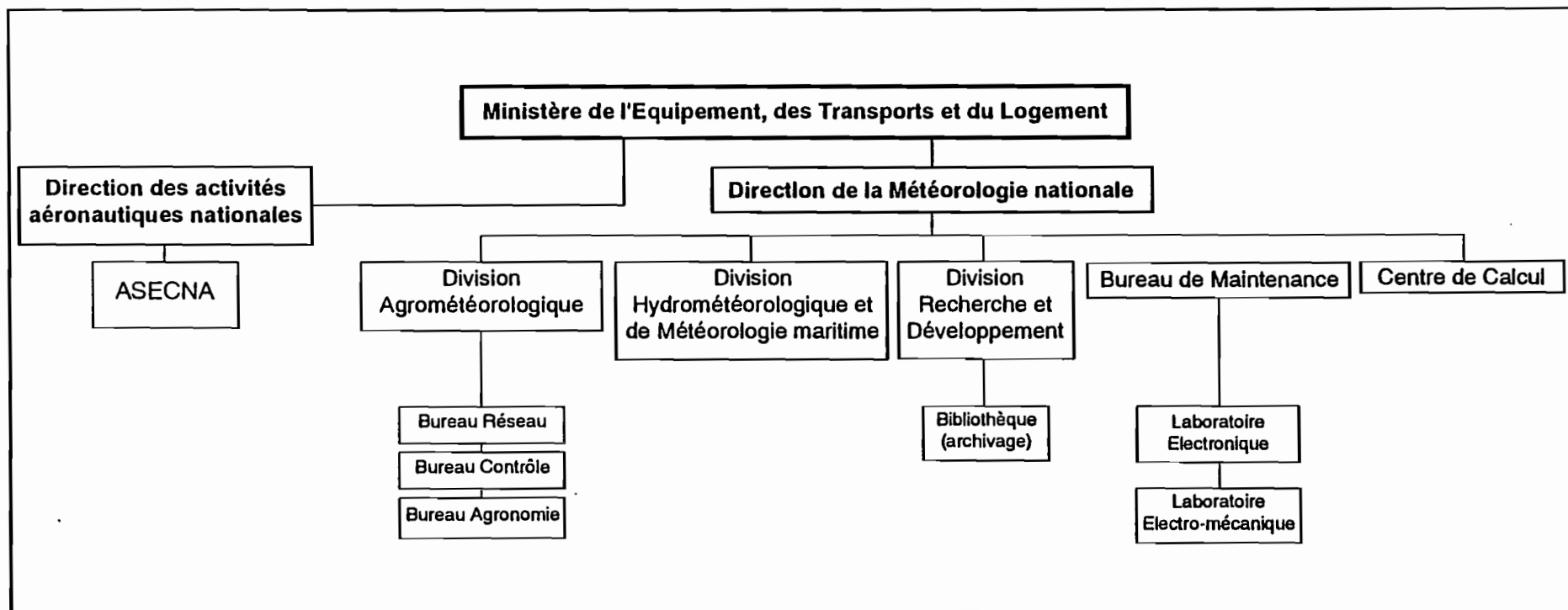
3.1.3. Budget

La contribution de l'État par le biais de l'ASECNA ainsi que des projets tels que AGRHYMET assure une partie du financement dans le domaine de l'exploitation (paiement des indemnités des observateurs, achat des équipements météorologiques, des pièces de rechange et des appareils de transmission).

La gestion financière des stations synoptiques est assurée par l'ASECNA. L'ASECNA verse également les indemnités des lecteurs de pluviomètres bénévoles. Dans ce cadre, la somme versée annuellement par l'ASECNA s'élève à environ 20 millions CFA.

Le budget de fonctionnement, d'équipement des stations climatiques et agroclimatologiques constitue la contrepartie de l'état sénégalais au programme AGRHYMET. Elle s'élève à environ 25 millions CFA.

Figure 3.1.1. - Organigramme de la Direction de la Météorologie Nationale



3.2. Réseaux

3.2.1. Réseau synoptique

Il comprend 12 stations (Cf. tableau 3.2.1. et figure 3.2.1.). Les stations de Dakar-Yoff, Saint Louis Aéro. et Ziguinchor sont gérées par l'ASECNA.

3.2.1.1. Equipements

Selon le chef du bureau Réseau, l'équipement des stations synoptiques serait constitué de :

mesure de la pression

capteur de pression absolue,
baromètre Fortin étalon.

mesure de la température

thermomètre ordinaire,
thermomètre à maximum,
thermomètres coudés pour mesure de la température à 10 et 20 cm dans le sol,
thermomètre à minimum,
thermographe.

mesure d'évaporation

bac d'évaporation,
évaporomètre Piche,
psychromètre fixe,
psychromètre crécelle,
règle à calculer l'humidité atmosphérique,
hygrographe.

mesure du vent

anémomètre totalisateur.

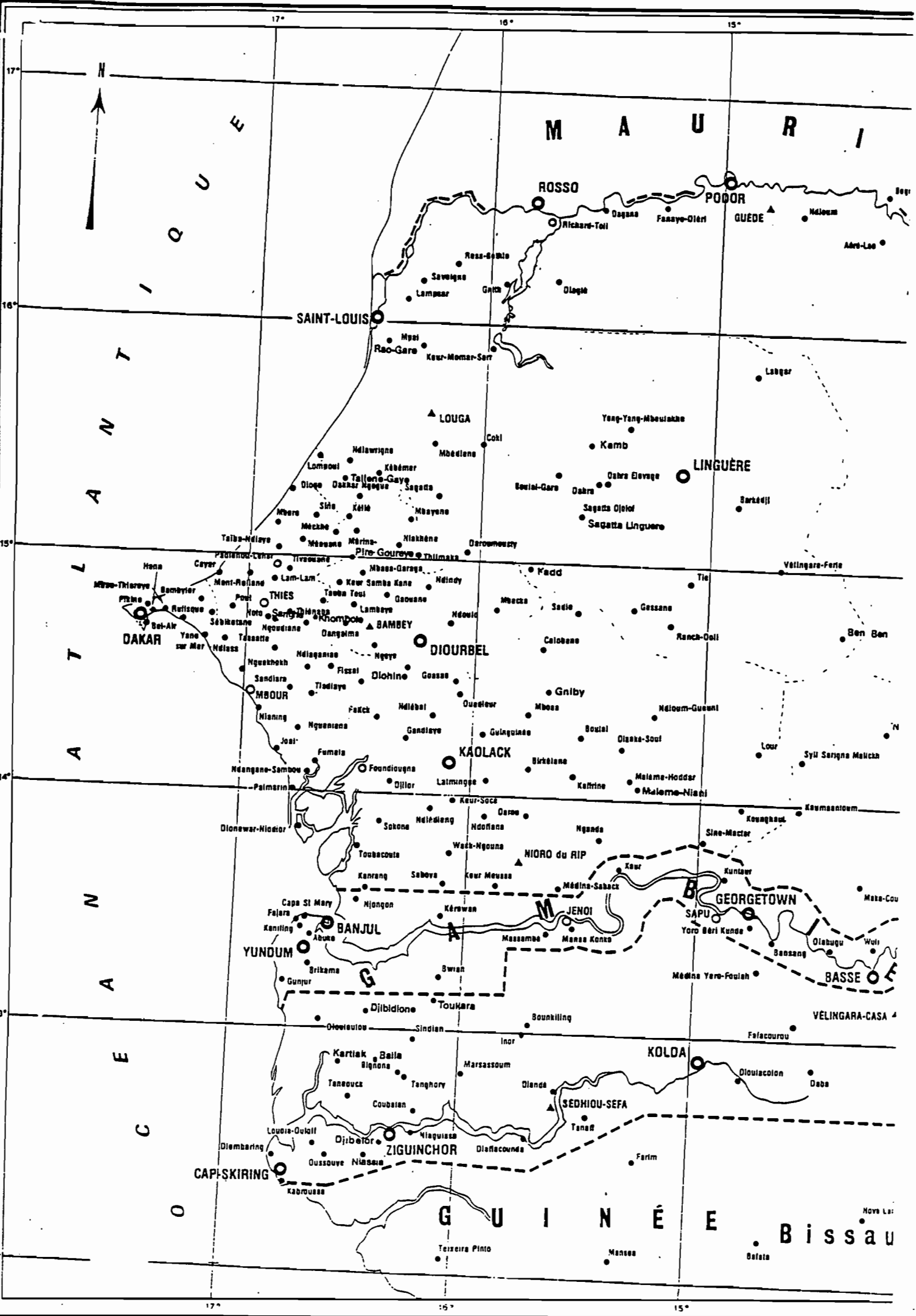
mesure de l'insolation

héliographe Campbell,
pyrhéliomètre (rayonnement direct),
pyranomètre (rayonnement global),
pyranomètre (rayonnement diffus),
intégrateur électronique.

3.2.2. Réseau climatologique et agroclimatique

3.2.2.1. Description

Il comprend 18 stations (Cf. tableau 3.2.1. et figure 3.2.1.). La différence entre les stations climatiques et agro-climatiques est surtout formelle.



M A U R I

A T L A N T I Q U E

SAINT-LOUIS

ROSSO

POBOR

GUEDE

LOUGA

LINGUERE

DAKAR

THIES

BAMBEY

DIOURBEL

KAOLACK

YUNDUM

BANJUL

JENOI

GEORGETOWN

BASSE

CAP-SKIRING

ZIGUINCHOR

KOLDA

SEDHIU-SEFA

Bissau

17°

16°

15°

Tableau 3.2.2. : Effectif de quelques stations climatiques et agro-climatiques

Station	Effectif
Fatick	2
Goudiri	2
Khombole	2
Koungheul	2
Mbour	2
Simenti	2
Velingara Cas.	2
Bakel	1
Bambey	1
Guede chantier	1
Louga	1
Nioro	1
Ranerou Ferlo	1
Thies	1

Pour les stations à deux agents (Cf. tableau 3.2.2.), les observations horaires sont effectuées entre 5h45 et 18h15. Lorsque l'agent est unique, les observations sont effectuées de 7h45 à 12h15 puis de 14h45 à 18h15.

3.2.3. Réseau pluviométrique

Il comprend environ 180 postes en activité (Cf. tableau 3.2.1. et figure 3.2.1.).

3.2.3.1. Equipement

Les seaux utilisés ont une surface réceptrice de 400 cm² (norme O.M.M.) et sont installés à 1,50 m. Les seaux à lecture directe existant (en plastique) sont remplacés par les seaux anciens car le plastique s'opacifie à l'usage.

3.3. Maintenance

Le bureau de maintenance installe et maintient le réseau climatologique et l'équipement informatique. Il dispose d'un laboratoire d'électronique et d'un laboratoire d'électro-mécanique. Un local pour le magasinage des appareils fait défaut.

La maintenance du réseau est effectuée lors d'une tournée annuelle. Dans le cadre de la troisième phase du programme AGRHYMET, le bureau de maintenance dispose de 2 véhicules tout terrain en commun avec les services de l'Agriculture et de l'Hydraulique.

3.4. Collecte, traitement, archivage

Les données climatologiques des stations synoptiques sont concentrées par radio B.L.U. (poste émetteur-récepteur YAESU FT-180A). Pour les stations climatiques non équipées de radio, les tableaux climatiques mensuels sont transmis par courrier. Il en est de même pour les relevés pluviométriques.

Les données sont contrôlées (Bureau de contrôle de la division Agrométéorologie) puis archivées dans un local spacieux (mais non climatisé).

Les données synoptiques ont été rassemblées sur support microfilm et magnétique par le projet GMM/ Belgique/Agrhymet. Les données pluviométriques ont été publiées en deux volumes (origine à 1965 et 1966 à 1980) par C.I.E.H./Orstom/Asecna.

3.4.1. Archivage sur support magnétique

L'archivage est assuré par la Cellule de calcul. La Cellule de calcul est équipée du matériel suivant :

- Un mini PDP/34 DEC (hors service) et 2 micros Digital Rainbow + imprimantes (financement AGRHYMET);

Actuellement, la saisie et l'édition sont effectuées sur le matériel suivant :

- 2 micro Premium/286 compatibles I.B.M. avec lecteurs 1,2 MO et disques durs de 40 MO et 80 MO.
- 2 imprimantes OKIDATA Microcline 391,
- 1 table traçante HP 7475A.

Figure 3.2.1 : Inventaire des Stations Pluviométriques du Sénégal

Numéro ORSTOM	Numéro ASECNA	Numéro CLUCOM	NOM de la station	Type de station	Latitude ° ' "	Longitude ° ' "	alt. m	début	année	période enregistrée
138000100	78	38008100	DAKAR-YOFF	SYNOP	14°44	-17°30	27	1947	1947-1990.	
1380002700	932	38014000	CAP SKIRING	SYNOP	12°24	-16°45	11	1977	1977-1987.	
1380006400	89	38008700	DIOURBEL	SYNOP	14°39	-16°14	7	1912	1919-1990.	
1380011800	105	38009700	KAOLACK	SYNOP	14°08	-16°04	6	1918	1918-1990.	
1380012400	157	38013200	KEDOUGOU	SYNOP	12°34	-12°13	178	1918	1918-1958,1961-1990.	
1380013300	147	38012500	KOLDA	SYNOP	12°53	-14°58	35	1922	1922-1990.	
1380015100	37	38005700	LINGUERE	SYNOP	15°23	-15°07	20	1933	1933-1990.	
1380016300	27	38005000	MATAM	SYNOP	15°39	-13°15	15	1918	1918-1990.	
1380021400	1	38003500	PODOR	SYNOP	16°39	-14°58	6	1904	1918-1990.	
1380023200	17	38004500	SAINT LOUIS AERO	SYNOP	16°03	-16°27	4	1957	1957-1990.	
1380025300	130	38011300	TAMBACOUNDA	SYNOP	13°46	-13°41	49	1919	1919-1990.	
1380028600	156	38013100	ZIGUINCHOR	SYNOP	12°33	-16°18	26	1918	1918-1990.	
1380001000	84	38008400	BAMBAY METEO	AGRO	14°42	-16°28	20	1921	1921-1958,1962-1987.	
1380007600	96	38009200	FATICK	AGRO	14°20	-16°24	6	1918	1918-1987.	
1380009400	103	38009500	GOUDIRY	AGRO	14°11	-12°43	59	1940	1940-1959,1961-1987.	
1380009700	2	38003600	GUEDGE CHANTIER	AGRO	16°33	-14°45	8	1963	1963-1982,1989.	
1380015400	30	38005100	LOUGA	AGRO	15°37	-16°13	38	1887	1918-1961,1963-1990.	
1380019900	132	38011400	NIORO DU RIP	AGRO	13°44	-15°47	18	1931	1931-1959,1961-1987.	
1380027700	138	38011800	VELINGARA CASAMANCE	AGRO	13°09	-14°06	38	1932	1932-1959,1961-1987.	
1380000400	63	38007200	BAKEL	CLIM	14°54	-12°28	25	1918	1918-1987.	
1380004300	83	38008300	DAKAR-HANN	CLIM	14°43	-17°26	4	1938	1938-1944,1947-1980.	
1380008200	109	38009900	FOUNDIOUGNE	CLIM	14°07	-16°28	6	1918	1918-1959,1961-1980,1987.	
1380014200	119	38010500	KOUNGHEUL	CLIM	13°58	-14°50	11	1931	1931-1959,1961-1987.	
1380018100	84	38009800	M'BOUR	CLIM	14°25	-16°58	10	1931	1931-1986,1988-1990.	
1380021100	80	38002800	PANDIENOU LEHAR	CLIM	14°43	-16°54	52	1867	1966-1980.	
1380021700	42	38006000	RANEROU	CLIM	15°18	-13°58	33	1963	1963-1977,1980.	
1380022000	10	38004000	RICHARD TOLL	CLIM	16°27	-15°42	4	1905	1962-1978.	
1380024500	149	38012700	SEDHIOU-SEFA	CLIM	12°47	-15°33	10	1950	1950-1987.	
1380024900	140	38012000	SIMENTI	CLIM	13°02	-13°18	47	1967	1971-1990.	
1380026500	67	38007500	THIES	CLIM	14°48	-16°57	71	1887	1918-1990.	
1380000200			ALAKOUNDA	PLUV	13°08	-13°14	36	1973	1980,1982,1985-1986.	
1380000700	115	38010300	BALA	PLUV	14°01	-13°10	61	1962	1962-1980,1983-1986.	
1380001100	901	38001000	BAMBAY ISRA(ANCIEN IRAT)	PLUV	14°42	-16°28		1958	1958-1973,1976-1980.	
1380001200	65	38007400	BAMBYLOR	PLUV	14°38	-17°11	33	1967	1967-1975,1977-1987.	
1380001300	48	38006300	BARKEDJI	PLUV	15°17	-14°52	15	1847	1947-1959,1961-1987.	
1380001600	153	38013000	BIGNONA	PLUV	12°40	-16°18	18	1953	1953-1959,1962-1987.	
1380001900	108	38009800	BIRKELANE	PLUV	14°08	-15°45	5	1963	1963-1987.	
1380002200	25	38004800	BOKI DIAVE	PLUV	15°53	-13°29	18	1961	1961,1966-1967,1968-1976,1980-1987.	
1380002500	99	38009300	BOULEL CENTRE	PLUV	14°17	-15°32	35	1956	1958-1987.	
1380002800	32	38005300	COKI	PLUV	15°31	-16°00	43	1933	1933-1965,1967-1987.	
1380003100	6	38003800	DAGANA	PLUV	16°31	-15°30	5	1918	1918-1989.	
1380003300	902	38001600	DAKAR GARE	PLUV	14°40	-17°26		1887		
1380003400	41	38005900	DAHRA	PLUV	15°20	-15°29	39	1933	1933-1987.	
1380003500	933	38001200	DAHRA ELEVAGE(CRZ)	PLUV	15°20	-15°27		1956	56-59,61-62,64-65,67-70,72-75,80	
1380003600	904	38002000	DAKAR BEL AIR (ORSTOM)	PLUV	14°42	-17°25		1947	1947-1964,1974-1980.	
1380003700	86	38008600	DAKAR CAP MANUEL	PLUV	14°39	-17°26	14	1952	1952-1959,1961-1976,1980.	
1380003800	905	38000200	DAKAR DIRECTION	PLUV				1844	1944-1950.	
1380003900	906	38001800	DAKAR - FANN	PLUV				1951	1951-1953.	
1380004000	85	38008500	DAKAR - GOREE	PLUV	14°40	-17°24	4	1855	1855,1857-1866,18-,31-35,51-58,62-80.	
1380004100	907	38001400	DAKAR-MEDINA	PLUV				-26		
1380004200	908	38000600	DAKAR-OUAKAM	PLUV	14°40	-17°26	39	1941	41-62.	
1380004400	909	38003400	DAKAR-HOPITAL	PLUV	14°40	-17°26	37	1897	1896-45.	
1380004500	910	38000400	DAKAR TRAVAUX-PUBLICS	PLUV				1919	1919-1922,1924-1927.	
1380004600	53	38006600	DAROUMOUSTY	PLUV	15°02	-16°02	49	1946	1946-1987.	
1380004700	121	38010700	DAROU	PLUV	13°56	-15°50	23	1968	1968-1986.	
1380004900	12	38004200	DIAGLE	PLUV	16°13	-15°42	18	1962	1962-1986.	
1380005200	137	38011700	DIALAKOTO	PLUV	13°19	-13°18	50	1918	1918,1920-1959,1961-1985.	
1380005500	160	38013400	DIEMBERING	PLUV	12°28	-16°47	7	1963	1963-1964,1969-1977,1980,1986-1987.	
1380005600	911	38000800	DIOHINE	PLUV	14°30	-16°28		1956	1956-1959.	
1380005700	44	38006200	DIOGO	PLUV	15°18	-16°49	10	1960	1960-1964,1966-1977,1980-1986.	
1380005800	123	38010800	DIONEWAR	PLUV	13°54	-16°44	2	1962	1962-1980.	

Numéro ORSTOM	Numéro ASECNA	Numéro CLICOM	NOM de la station	Type de station	Latitude	Longitude	alt. m	début	période enregistrée
1380006100	142	38012200	DILOULOU	PLUV	13°02	-16°35	12	1935	1935-1987.
1380006500			DJIBELOR	PLUV	12°33	-16°19	10	1969	1969-1987.
1380006600			DJIBIDIONE	PLUV	13°04	-16°15	5	1980	1980-1988.
1380006700	114	38010200	DJILOR	PLUV	14°02	-16°20	5	1968	1968-1987.
1380007000	141	38012100	FAFACOUROU	PLUV	13°04	-14°34	27	1962	1962-1987.
1380007300	5	38003700	FANAYE DIERI	PLUV	16°32	-15°13	10	1961	1961-1962,1965-1978,1980-1988.
1380007900	163	38013500	FONGOLIMBY	PLUV	12°25	-12°01	396	1963	1963-1987.
1380008500	100	38009400	GANDIAYE	PLUV	14°15	-16°16	16	1963	1963-1987.
1380008800	64	38007300	GASSANE	PLUV	14°50	-15°18	33	1956	1956-1959,1961-1967,1969-1987.
1380009000	912	38002900	GNIBY	PLUV	14°26	-15°39		1948	1948-1959.
1380009100	90	38008800	GOSSAS	PLUV	14°30	-16°05	21	1957	1957-1987.
1380009800	913	38002800	GUENETO	PLUV	13°33	-13°49	20	1921	1921-1958.
1380009900	914	38001500	GUEOUL GARE	PLUV	15°28	-16°22	40	1896	
1380010000	11	38004100	HAERE LAO	PLUV	16°24	-14°19	11	1961	62-63,65,68-70,72-73,81-84,87-89
1380010300	143	38012300	INHOR	PLUV	13°01	-15°42	15	1944	1944-1985.
1380010800	104	38009600	JOAL	PLUV	14°10	-16°51	3	1944	1944-1987.
1380010900	164	38013600	KABROUSSE	PLUV	12°21	-16°43	5	1963	1963-1968,1969-1981,1983-1988.
1380011200	110	38010000	KAFFRINE	PLUV	14°06	-15°33	11	1922	1922-1923,1931-1987.
1380011500	36	38005600	KANEL	PLUV	15°30	-13°10	20	1963	1963-1988.
1380011900	915	38000500	KARTIAK	PLUV	12°52	-16°31	6	1931	1931-1951,1957-1959.
1380012100	38	38005800	KEBEMER	PLUV	15°22	-16°27	40	1945	1945-1959,1961-1987.
1380012500	916	38003100	KELLE GARE	PLUV	15°11	-16°34	30	1887	1987
1380012700	21	38004700	KEUR MOMAR	PLUV	15°58	-15°58	15	1962	1962-1987.
1380012800	917	38002400	KEUR SAMBA KANE	PLUV	14°50	-16°55		1957	1957-1961,1974-1980.
1380012900	918	38002100	KHOMBOLE	PLUV	14°46	-16°42	18	1934	1934-1959,1980,1985-1987.
1380013000	91	38008900	KIDIRA	PLUV	14°28	-12°13	35	1918	1918-1987.
1380013500			KOSSANTO	PLUV	13°08	-11°57	132	1975	1975,1977-1978.
1380013600	125	38011000	KOTIARY NAOUDE	PLUV	13°53	-13°27	27	1963	1963-1966,1969-1978,1980,1983-1984.
1380013800			KOUBALAN	PLUV	12°40	-16°06	20	1975	
1380013900	146	38012400	KOUNKANE	PLUV	12°56	-14°05	33	1963	1963,1965-1987.
1380014500	118	38010400	KOUMPENTOUM	PLUV	13°59	-14°33	18	1939	1939-1987.
1380014800	128	38011100	KOUSSANAR	PLUV	13°52	-14°05	17	1962	1962-1987.
1380015200	919	38003200	LINKERING	PLUV	12°58	-13°44	56	1944	1944-1959.
1380015300	35	38005500	LOMPOUL	PLUV	15°28	-16°43	13	1960	1960-1977,1979-1980.
1380015500	920	38000900	LOUGA IRHO	PLUV	15°37	-16°13		1958	1958-1968.
1380015700	133	38011500	MAKA-COULIBENTAN	PLUV	13°40	-14°18	18	1918	1918-1919,1921-1959,1962-1987.
1380015900	921	38000700	MALEME NIANI	PLUV	14°03	-15°14		1931	1931,1933-1936.
1380016000	113	38010100	MALEME HODDAR	PLUV	14°05	-15°18	41	1963	1963-1987.
1380016100	922	38001900	MARSASSOUM	PLUV	12°49	-16°00	10	1953	1953-1959,1975-1988.
1380016900	58	38006900	M'BABA GARAGE	PLUV	14°57	-16°29	20	1958	1958-1977,1979-1988.
1380017200	68	38007600	M'BACKE	PLUV	14°46	-15°55	41	1934	1934-1959,1961-1987.
1380017500	73	38007800	M'BAO-THIAROYE	PLUV	14°48	-17°29	4	1919	1919-1959,1961-1987.
1380017600	50	38006500	M'BORO	PLUV	15°08	-16°53	7	1958	1958-1987.
1380017900	923	38002300	M'BOSS	PLUV	14°25	-15°45		1948	1948-1959,1975-1980.
1380018400	136	38011600	MISSIRAH	PLUV	13°33	-13°31	45	1963	1963-1987.
1380018700	59	38007000	MONT ROLAND	PLUV	14°58	-17°01	30	1950	1950-1987.
1380019000	22	38003300	M'PAL	PLUV	15°55	-16°16	10	1961	1961-1962,1964-1987.
1380019200	924	38001300	NAMARY	PLUV	15°02	-13°34	42	1940	1940-1984.
1380019300	7	38003900	N'DIOUM	PLUV	16°31	-14°39	8	1963	1963-1966,1970-1978,1980,1982,1984,1988.
1380019400	925	38002700	N'DIOBENE (DIOBENE)	PLUV	14°18	-15°11		1947	1947-1960.
1380019500	934		N'DINDY DIONGO	PLUV	14°55	-16°10		1966	1966-1974,1976-1977,1979-1980.
1380019600	120	38010600	N'DOFFANE	PLUV	13°55	-15°58	21	1963	1963-1985.
1380020200	31	38005200	OGO	PLUV	15°32	-13°18	17	1961	1966,1968-1970,1987.
1380020400	935		OURO SOGUI	PLUV	15°38	-13°18		1966	1966,1968,1970,1973-1980.
1380020500	151	38012800	OUSSOUNKALA-BAGNOMBA	PLUV	12°43	-12°23	93	1963	1963-1973,1975-1980.
1380020800	159	38013300	OUSSOUYE	PLUV	12°29	-16°32	15	1931	1931-1987.
1380021300	936		PIKINE	PLUV	14°44	-17°23		1973	1973-1974.
1380021900	926	38003000	RAO GARE	PLUV	15°55	-16°25	12	1892	1987
1380022300	79	38013900	RUFISQUE	PLUV	14°44	-17°18	4	1887	1918-1923,1925-1943,1947-1959,1961-1987.
1380022600	69	38007700	SADIO	PLUV	14°48	-15°33	22	1949	1949-1959,1963,1965-1987.
1380022800	927	38000100	SAGATA-LINGUERE	PLUV	15°13	-15°34		1933	1933-1934,1936-1959,1980-1983.
1380022900	43	38006100	SAGATA-LOUGA	PLUV	15°17	-16°11	41	1946	48-59,63-65,67-73,75,77-80.
1380023300	928	38000300	SAINT LOUIS VILLE	PLUV	16°01	-16°30	4	1854	1854-1859,1881-1883,1890-1958.
1380023400	928	38001100	SAINT LOUIS ECOLE	PLUV	16°01	-16°30	4	1892	1892-1903.

Numéro ORSTOM	Numéro ASECNA	Numéro CUCOM	NOM de la station	Type de station	Latitude °	Longitude °	alt. m	début	période enregistrée
1380023500	16	38004400	SALDE	PLUV	16°10	-13°53	11	1961	1961-1987.
1380023600	930	38002500	SAKAL GARE	PLUV	15°50	-16°14	25	1898	
1380023800	148	38012600	SARAYA	PLUV	12°47	-11°47	186	1948	48-57,59,61-87.
1380024100	74	38007900	SEBIKOTANE	PLUV	14°48	-17°08	40	1963	1963-1987.
1380024200	76	38001700	SEBIKOTANE C E R	PLUV	14°45	-17°07	40	1967	1967-1987.
1380024400	152	38012900	SEDHIOU	PLUV	12°42	-15°33	15	1905	1905-1916,1918-1987.
1380024700	47	38006400	SEMME	PLUV	15°12	-12°57	40	1961	1961-1966,1968-1978,1980.
1380025000	124	38010900	SOKONE	PLUV	13°53	-16°23	7	1963	1963-1977,1979-1987.
1380025600	85	38008100	THIADIAYE	PLUV	14°25	-16°42	8	1948	1948-1953,1955-1987.
1380025900	62	38007100	THIEL	PLUV	14°54	-15°04	45	1956	1956-1959,1961-1987.
1380026200	75	38008000	THIENEBA	PLUV	14°48	-16°48	32	1963	1963-1987.
1380026700	831	38002200	THILMAKA	PLUV	15°02	-16°15		1933	1933-1959,1975,1979-1986.
1380026800	20	38004600	THIOGNE	PLUV	15°58	-13°35	11	1963	1963,1965-1987.
1380027000			TOUKARA	PLUV	13°07	-16°09	15	1980	1980-1986.
1380027100	55	38006800	TIVAOUANE	PLUV	14°57	-16°49	55	1887	1918-1959,1961-1987.
1380027400	129	38011200	TOUBACOUTA	PLUV	13°47	-16°29	2	1957	1957-1959,1962-1987.
1380028000	54	38006700	VELINGARA FERLO	PLUV	15°00	-14°41	25	1944	1944-1946,1956-1982.
1380028300	26	38004900	YANG-YANG MBEULAKE	PLUV	15°39	-15°21	28	1918	1918-1980.
1380100400			BAILA	PLUV	12°53	-16°21	5	1980	1980-1986.
1380105000	937		BADI	PLUV	13°08	-13°14	36	1973	1973-1981,1983-1984.
1380105200			BAILA	PLUV	12°53	-16°21	5	1980	
1380105500	938		BANDAFASSI	PLUV	12°32	-12°18	161	1975	1975-1982.
1380106000	939		BANI ISRAEL	PLUV	13°48	-12°55		1977	1977-1980.
1380115000	940		BELE	PLUV	14°22	-12°22		1975	1975-1980.
1380115500	941		BEN BEN	PLUV	14°45	-14°25		1977	1977-1980.
1380138500	942		BONCONTO	PLUV	13°01	-13°56	55	1975	1975-1978,1978-1986.
1380139000	943		BOULAL-GARE	PLUV	15°21	-15°40		1978	1978-1980.
1380139500	944		BOUNKILING	PLUV	13°03	-15°42	12	1975	1975-1977,1979-1988.
1380167800	945		CAYAR	PLUV	14°51	-17°20		1975	1975-1977,1979-1980.
1380171300	946		COLOBANE	PLUV	14°40	-15°41		1975	1975-1977,1979-1980.
1380177000	947		DABO	PLUV	12°53	-14°29	31	1975	1975-1986.
1380178700	948		DAKATELI	PLUV	12°27	-12°39	126	1975	1975-1983,1985.
1380179000	950		DALABA	PLUV	12°40	-13°16		1972	1972-1973,1976-1980.
1380228500	951		DIANKE-SOUF	PLUV	14°15	-15°18		1975	1975-1980.
1380229600	952		DIANKE MAKAM	PLUV	13°38	-12°42		1975	1975,1977-1980.
1380230000	953		DIATTAOUNDA	PLUV	12°34	-15°41	15	1975	1975-1981,1983-1986.
1380230500	954		DJINDE	PLUV	12°45	-15°33	20	1975	1975-1977,1979-1981,1984-1986.
1380232000	955		DIOLACOLON	PLUV	12°48	-14°52	40	1976	1975-1983,1985-1986.
1380270000	956		DOLI	PLUV	14°45	-15°18		1971	1971,1973-1980.
1380363600	957		FIMELA	PLUV	14°08	-16°41		1975	1975-1980.
1380364000	958		FISSEL	PLUV	14°32	-16°39		1975	1975-1980.
1380389300	959		GAVANE	PLUV	14°50	-16°25		1975	1975-1980.
1380413000	960		GOUMBAYEL	PLUV	13°40	-13°13		1975	1975,1977-1980.
1380413200	961		GOUNDIANE	PLUV	14°42	-16°45		1975	1975-1980.
1380422500	962		GUINGUINEO	PLUV	14°20	-15°57		1975	1975-1980.
1380461000	963		KADD	PLUV	14°58	-15°46		1975	1975-1980.
1380462500	964		KAMB	PLUV	15°30	-15°30		1979	1979-1980.
1380483500	965		KARANG	PLUV	13°35	-16°26		1975	1975,1977-1980.
1380480000	966		KELLE	PLUV	15°13	-16°35		1975	1975-1976,1978-1980.
1380482000	967		KEUR-SOCE	PLUV	13°58	-16°10		1975	1975-1980.
1380494000	968		KOSSANTO	PLUV	13°07	-11°59	132	1975	1975-1981.
1380526500	969		KOUBALAN	PLUV	12°40	-16°06	20	1975	1975-1976,1978-1982,1984-1986.
1380577300	970		LAGBAR	PLUV	15°48	-14°48		1975	1975-1980.
1380577500	971	38014400	LAMBAYE	PLUV	14°48	-16°32		1975	1975-1980.
1380577600	972		LAMINIA	PLUV	12°07	-12°37		1975	1975-1980.
1380578000	973		LATMINGUE	PLUV	14°03	-15°57		1975	1975,1977-1980.
1380587600	974		LOUDIA-OUOLOF	PLUV	12°31	-16°32	14	1975	1975-1986.
1380614500	975		MAKO	PLUV	12°50	-12°21		1975	1975,1977-1980.
1380615500	15	38004300	MASSARA FOULANE (SAVOIGNE)	PLUV	16°10	-16°17	10	1962	1969-1970,1972,1975-1976,1978,1980.
1380618000	976		M'BOUMBA	PLUV	16°11	-14°02		1975	1975-1980.
1380627000	977		MECKHE	PLUV	15°07	-16°36		1975	1975-1980.
1380627200	978		MEDINA SABAKH	PLUV	13°36	-15°35		1975	1975-1980.
1380627500	979		MEDINA YOROFOULAH	PLUV	13°18	-14°43	23	1973	1973-1986.
1380628800	980		MERINA DAKHAR	PLUV	15°06	-16°29		1975	1975-1980.

Numéro ORSTOM	Numéro ASECNA	Numéro CUCOM	NOM de la station	Type de station	Latitude ° ' "	Longitude ° ' "	alt. m	début enregistrée	période
1380641700	981		MISSIRAH SIRIMANA	PLUV	13°05	-11°42	45	1963	1975-1980.
1380663400	982		MOUDERY	PLUV	15°02	-12°35		1975	1975-1980.
1380703300	983		NAFADI	PLUV	12°37	-11°37		1975	1975,1977,1979-1980.
1380707200	984		NDEBEL	PLUV	14°21	-16°09		1975	1975-1980.
1380707400	985		N'DIAGANIAO	PLUV	14°32	-16°42		1975	1975-1980.
1380707500	986		N'DIQUM GAINTH	PLUV	16°27	-14°39		1975	1975-1980.
1380707700	987		NDIEDIENG	PLUV	13°56	-16°08		1975	1975-1980.
1380709000	988		NEPENE DIAKHA	PLUV	12°34	-12°04		1975	1975,1977-1980.
1380711500	989		NGANDA	PLUV	13°48	-15°26		1975	1975-1980.
1380712000	990	38014200	NGOYE	PLUV	14°37	-16°25		1975	1975,1977-1980,1987.
1380712300	991		NGUEKHOKH	PLUV	14°31	-16°56		1975	1975-1980.
1380713200	992		NIAGUISSE	PLUV	12°34	-16°20	26	1975	1975-1986.
1380713400	993		NIANING	PLUV	14°20	-18°53		1975	1975-1980.
1380713500	994		NIAOULE TANOU	PLUV	13°29	-13°40	18	1975	1975,1977-1984.
1380714100	995		NIOKOLO KOKA	PLUV	13°04	-12°41	62	1972	1972-1976,1978-1980,1983-1984.
1380722000	996		NOTTO	PLUV	14°42	-16°51		1975	1975-1980.
1380734500	997		NYASSIA	PLUV	12°22	-16°22	10	1975	1975-1982,1984-1986.
1380753100	998		OUBADJI	PLUV	12°40	-13°03		1975	1975-1980.
1380760300	999		PETE	PLUV	16°05	-13°56		1975	1976-1978.
1380763100	800		PIRE-GOUREYE	PLUV	15°00	-16°33		1975	1975,1977-1980.
1380767200	801		POUT	PLUV	14°45	-17°05		1975	1975-1980.
1380807000	802		SABOYA	PLUV	13°36	-16°08		1975	1975-1980.
1380807500	803		SAGATA-DIOLOF	PLUV	15°12	-15°32		1973	1973-1975,1977-1980.
1380808000	804		SALEMATA	PLUV	12°36	-12°49	60	1973	1973-1985.
1380808300	805		SANDIARA	PLUV	14°28	-16°37		1979	1979-1980.
1380808500	806		SANGHE	PLUV	14°45	-16°52		1977	1977-1980.
1380821000	807		SEGOU	PLUV	12°28	-12°18		1975	1975-1980.
1380835500	808		SINDIAN	PLUV	12°57	-16°12	25	1973	1973-1982,1984-1986.
1380835600	809		SINE-MATAR(ou MACTAR)	PLUV	13°50	-14°59		1975	1975-1977,1979-1980.
1380835700	810		SINE-MOUSSA ABDOU	PLUV	15°11	-16°45		1979	1979-1980.
1380890000	811		SYLL-SERIGNE MALICK	PLUV	14°12	-14°33		1975	1975-1980.
1380897200	812		TAIBA N'DIAYE	PLUV	15°02	-16°53		1975	1975-1980.
1380897500	813		TALLENE-GAYE	PLUV	15°19	-16°34		1979	1979-1980.
1380897700	814		TANAFF	PLUV	12°40	-15°25	20	1975	1975-1986.
1380898000	815		TASSETTE	PLUV	14°35	-16°52		1975	1975-1980.
1380905600	816		TENDOUCK	PLUV	12°43	-16°28	16	1975	1975-1981,1983-1986.
1380905800	817		TANGHORI	PLUV	12°48	-16°13	10	1975	1975-1986.
1380973500	818	38014100	WACK N'GOUNA	PLUV	13°45	-16°04		1975	1975-1976,1979-1980,1987.
		38014300	M'DEDIENE	PLUV	15°30	-16°15			

Les appareils sont sur onduleur et la salle est climatisée.

L'archivage est effectué au moyen du logiciel CLICOM. Les données pluviométriques sont saisies de l'origine des stations jusqu'en 1980. Les données climatiques sont en cours de saisie sur la période 1980-1990, de même que la pluviométrie.

3.5. Diffusion des données

Dans le cadre du programme AGRHYMET de suivi agro-hydro-météorologique des cultures et pâturages, la Météorologie Nationale anime un groupe de travail pluridisciplinaire (G.T.P.) composé de représentants des principaux services techniques intervenant dans le domaine de la production agricole.

Les publications périodiques du G.T.P. sont les suivantes :

- le bulletin agro-hydro-météorologique décadaire

Il présente l'état des cultures , des paturages et points d'eau, la situation phytosanitaire, la pluviométrie à 39 stations et les paramètres climatiques à 24 stations climatiques, agroclimatiques ou synoptiques plus l'E.T.P. Pennman. A ces informations recueillies par la Météorologie nationale sont joints les relevés limnimétriques journaliers sur le Sénégal, la Falémé, la Gambie et la Casamance ainsi qu'une carte nationale de l'indice de végétation (N.D.V.I.) établie à partir d'images NOAA-AVHRR par le Centre de Suivi Ecologique. Un bilan hydrique pour les cultures de mil, arachide et niébé est calculé.

Le bulletin est publié de mai à octobre. Il est diffusé 5 jours environ après la décade.

- le bulletin pluviométrique mensuel
- le rapport technique annuel d'évaluation agroclimatique de la campagne agricole. Ce rapport fait la synthèse des bulletins décadaires.

A ceci, il faut ajouter les bulletins d'informations régulièrement communiqués aux média.

Par décret présidentiel n°89-397 du 29 mars 1989, la Direction de la Météorologie nationale est la seule structure habilitée au Sénégal à fournir des renseignements météorologiques. Des redevances relativement coûteuses lorsqu'on désire acquérir une longue série (1000 F. C.F.A. par jour de pluie, par exemple) sont précisées dans le décret. Le coût des redevances est actuellement en cours de révision.

Si l'accès et la consultation des archives papier sont aisés, la délivrance d'informations de base (pluviométrie) ou traitées (inventaire) sur support informatique est délicate.

3.6. Qualité des données

3.6.1. Données pluviométriques

3.6.1.1. Critique des données

Quatre zones géographiques ont été choisies pour leur représentativité de l'ensemble du pays:

- une zone nord maritime sous l'influence de l'alizé des Açores,
- une zone nord continentale sahélienne sèche,
- une zone centrale sahélienne,
- une zone sud soudanienne.

La critique des données pluviométriques est effectuée sur 22 stations de longue durée :

ZONE	STATION	PERIODE OBSERVEE
Nord maritime	DAKAR-YOFF	1947-1990
	ST LOUIS VILLE	1854-1958
	ST LOUIS AERO	1957-1990
	RUFISQUE	1919-1987
	THIES	1918-1990
Nord continentale	LOUGA	1918-1990
	MATAM	1918-1990
	PODOR	1918-1990
	DAGANA	1918-1990
	LINGUERE	1933-1990
Centrale	BAKEL	1918-1987
	DIORBEL	1919-1990
	KIDIRA	1918-1987
	TAMBACOUNDA	1919-1990
	KAOLACK	1918-1990
	FOUNDIOUGNE	1918-1987
	MAKA-COULIBENTAN	1918-1986
Tropicale	KEDOUGOU	918-1990
	KOLDA	1922-1990
	DIALAKOTO	1918-1985
	SEDHIOU	1905-1987
	ZIGUINCHOR	1918-1990

La critique des données est effectuée à l'aide de la méthode du vecteur régional (BRUNET-MORET (1979)) sur les années postérieures à 1920..

Le tableau 3.6.1. nous montre:

- a) Dans la première zone (partie maritime nord du pays), St. Louisville a le coefficient de corrélation avec le vecteur régional minimal (0.827). Le coefficient moyen pour la zone est de 0.895. La figure 3.6.1. donne le cumul station par rapport au vecteur pour cette zone.

DAKAR-YOFF (station synoptique), avec un coefficient de corrélation égal à 0.952 est une station bien observée.

RUFISQUE (poste pluviométrique) avec un coefficient de 0.925 est également une bonne station.

Tableau 3.6.1 : Coefficients obtenus par la régionalisation

Zone MARITIME					
STATION	Nombre d'années	Moyenne annuelle	Coefficient Asymétrie	Coefficient Variation	Coefficient cor/vecteur
DAKAR-YOFF	44	469	0.402	0.423	0.952
RUFISQUE	45	519	0.357	0.452	0.925
ST LOUIS AERO	32	264	0.506	0.381	0.880
ST LOUIS VILLE	31	358	0.574	0.330	0.827
THIES	61	599	0.520	0.349	0.901
TIVAOUANE	58	546	0.753	0.368	0.881
ensemble cohérent avec un coefficient de corrélation égal a 0.895					
Zone CONTINENTALE NORD					
STATION	Nombre d'années	Moyenne annuelle	Coefficient Asymétrie	Coefficient Variation	Coefficient cor/vecteur
DAGANA	65	277	1.629	0.408	0.883
LOUGA	55	402	0.884	0.415	0.860
MATAM	63	454	0.975	0.362	0.676
PODOR	65	273	1.361	0.445	0.876
LINGUERE	57	463	0.207	0.290	0.810
Zone CENTRE					
STATION	Nombre d'années	Moyenne annuelle	Coefficient Asymétrie	Coefficient Variation	Coefficient cor/vecteur
BAKEL	64	501	0.400	0.241	0.412
DIOURBEL	68	610	0.546	0.320	0.798
FOUNDIOUGNE	48	830	0.380	0.273	0.863
KAOLACK	70	739	0.611	0.303	0.780
KIDIRA	53	674	0.996	0.282	0.585
MAKA-COULIBENTAN	36	848	0.475	0.295	0.658
TAMBACOUNDA	69	539	0.555	0.394	0.475
Zone SUD					
STATION	Nombre d'années	Moyenne annuelle	Coefficient Asymétrie	Coefficient Variation	Coefficient cor/vecteur
DIALAKOTO	47	861	-0.568	0.356	0.775
KEDOUGOU	65	1256	1.012	0.186	0.509
KOLDA	66	1148	0.685	0.226	0.828
SEDHIOU	61	1269	0.182	0.224	0.806
ZIGUINCHOR	67	1424	0.024	0.230	0.837

SAINT LOUIS est représenté par deux stations : St Louis ville (pluviomètre le plus ancien du SENEGAL) avant 1958 et St Louis aéroport (station synoptique) Les coefficients de corrélation respectifs sont de 0.827 et de 0.880. On remarque sur la figure 3.6.1 que les cumuls pour les deux stations se suivent bien. Ils ont la même pente. Hormis les années 40 (période de guerre) et les années 60 (changement de site), les stations semblent bien observées.

THIES (poste pluviométrique), avec un coefficient de 0.901, est en accord avec les précédentes. L'année 1938 semble trop faible (rapport station sur vecteur égal à 0.670). La pluviométrie des années 1945 (rapport égal à 1,54), 1974 (rapport de 1,46) et 1979 (rapport de 1,39) semblent sur-estimée.

TIVAOUANE (poste pluviométrique), avec un coefficient de 0.881, présente peu d'écarts au vecteur. En 1950 et 1970, il y a une sur-estimation (rapports de 1,350 et 1,525 respectivement).

- b) Pour la deuxième zone, (zone nord continentale sahélienne sèche), les coefficients de corrélation avec le vecteur sont supérieurs à 0.8 sauf à MATAM (0.676). La figure 3.6.2. présente les double cumuls vecteur-station.

DAGANA (station pluviométrique), avec un coefficient de corrélation avec le vecteur de 0.883, semble être la station la mieux observée de la série.

LOUGA (station climatologique) présente une pluviométrie excédentaire en comparaison du restant des stations en 1974 (rapport station sur vecteur de 1,368). Les années 50 semblent ne pas être de très bonne qualité (rapport de 1,443 en 1950, de 1,566 en 1952 et lacune de 1958 à 1963). De plus, cette station n'a pas été observée de manière continue.

MATAM (station synoptique), avec un coefficient de 0.676, est la station la plus mal observée sur la période. Elle présente de nombreuses cassures, peut-être dues à des changements d'emplacement ou des erreurs de mesures ou de retranscription. L'année 1936 avec 1112 mm semble aberrante (rapport de 1,554), de même que l'année 1934 avec 743mm (rapport de 1,873). L'année 1965 semble également sur-estimée. Le rapport des pentes de la période 1955-1966 sur les pentes des autres années est de 1,18.

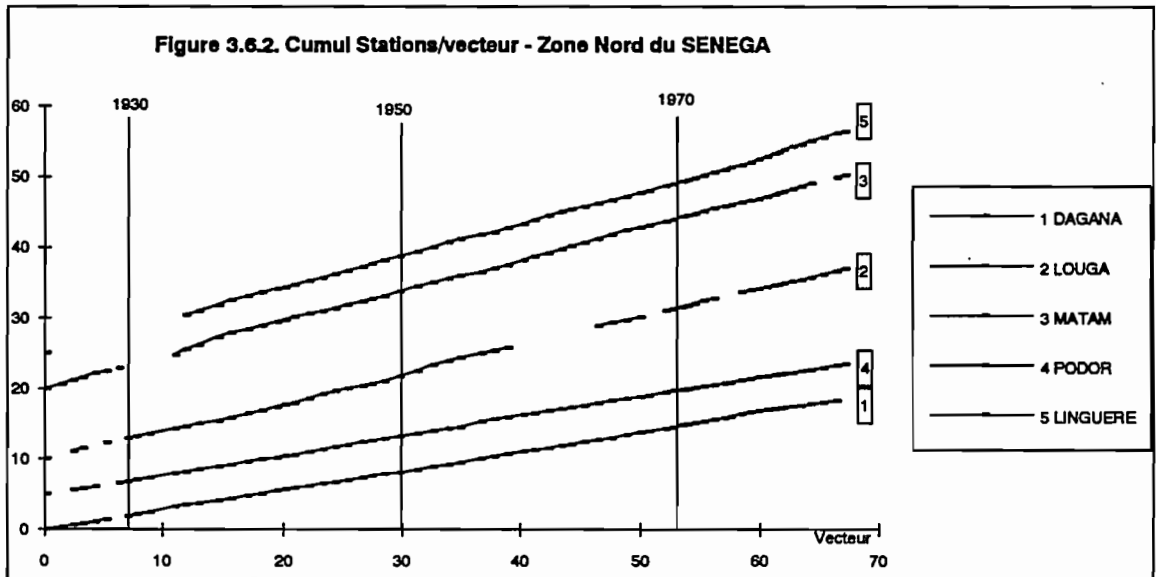
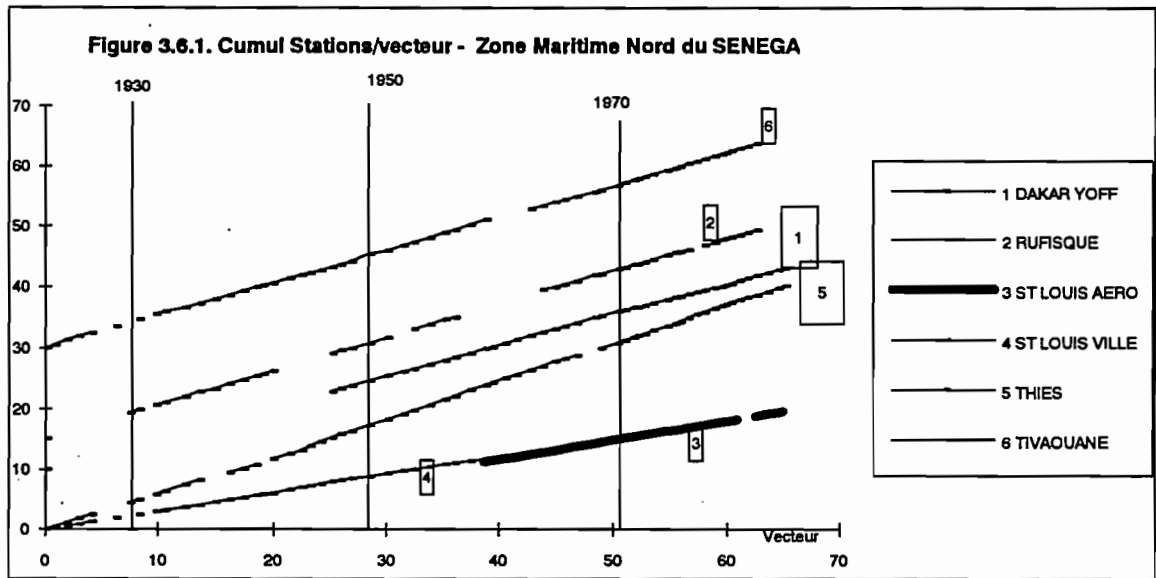
PODOR (station synoptique) semble assez bien observée. Elle se comporte en général comme Dagana (Cf. figure 3.6.2.). On peut noter la faiblesse des précipitations en 1942 (98mm, rapport de 0,477), ainsi qu'en 1966 et 1971 (rapports de 0,74 et 0,613). Les précipitations semblent surestimées en 1955 (rapport de 1,565).

LINGUERE (station synoptique) semble avoir des observations de qualité assez bonne. Les années 1982 et 1984 sont fortes par rapport aux autres stations (rapports de 1,629 et 1,879). Le rapport des pentes de la période 1980-87 sur la période 1934-79 ou 1988-1990 s'élève à 1,40

- c) Dans la troisième zone (zone centrale sahélienne) les stations de BAKEL et TAMBACOUNDA ont des coefficients de corrélation avec le vecteur inférieur à 0.5. Elles semblent de mauvaises qualités. Le coefficient moyen est de 0.751. La figure 3.6.3. présente les double-cumuls vecteur-station.

BAKEL (station climatologique) a le coefficient de corrélation le plus faible de l'ensemble des stations : 0.412. La méthode du vecteur régional effectuée sur BAKEL, KIDIRA, et KENIEBA, KAYES et NIORO DU SAHEL au Mali ne donne à BAKEL qu'un coefficient de 0.531. Ce qui laisse supposer que cette station est mal observée. De 1942 à 1944, la pluviométrie est sous-estimée (rapport moyen station sur vecteur de 0,77). Il en est de même en 1951-54 (rapport moyen égal à 0,714). Par contre en 1959, 1965, et 1968, la pluviométrie est surestimée (rapport autour de 1,5).

DIOURBEL (station synoptique) présente des anomalies. Le rapport des pentes du double-cumul des périodes 1922-1978 sur 1979-1990 est égal à 1,32.



FOUNDIOUGNE (station climatologique) est la seule station dont le coefficient dépasse 0.8 (0.863). Cette station comporte beaucoup de lacunes. La précipitation de 1948 semble surestimée (rapport de 1,469).

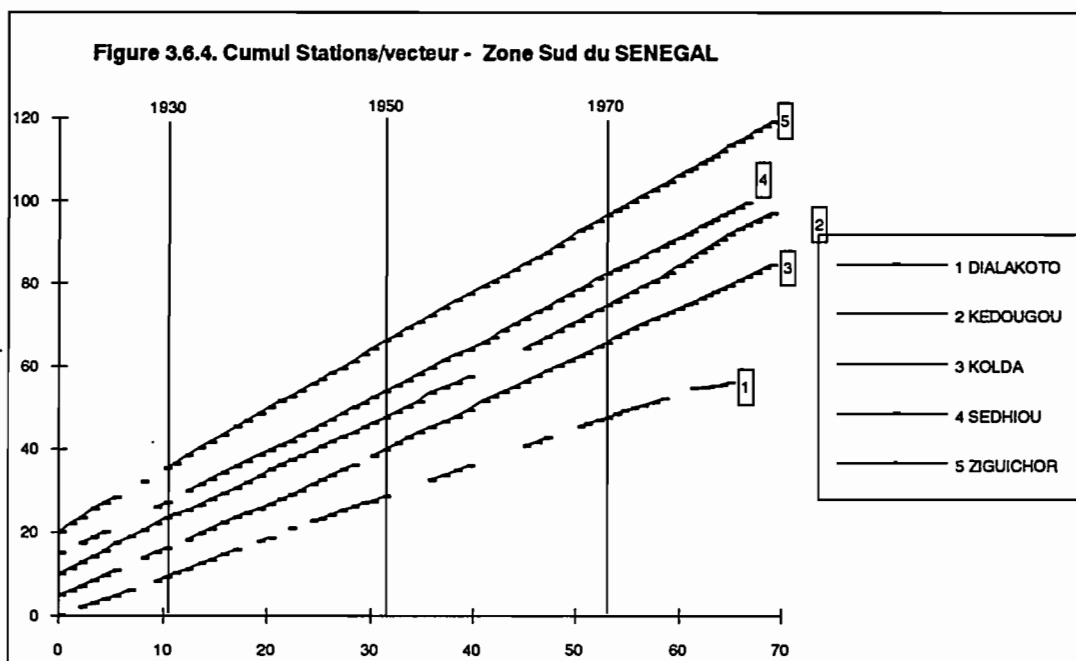
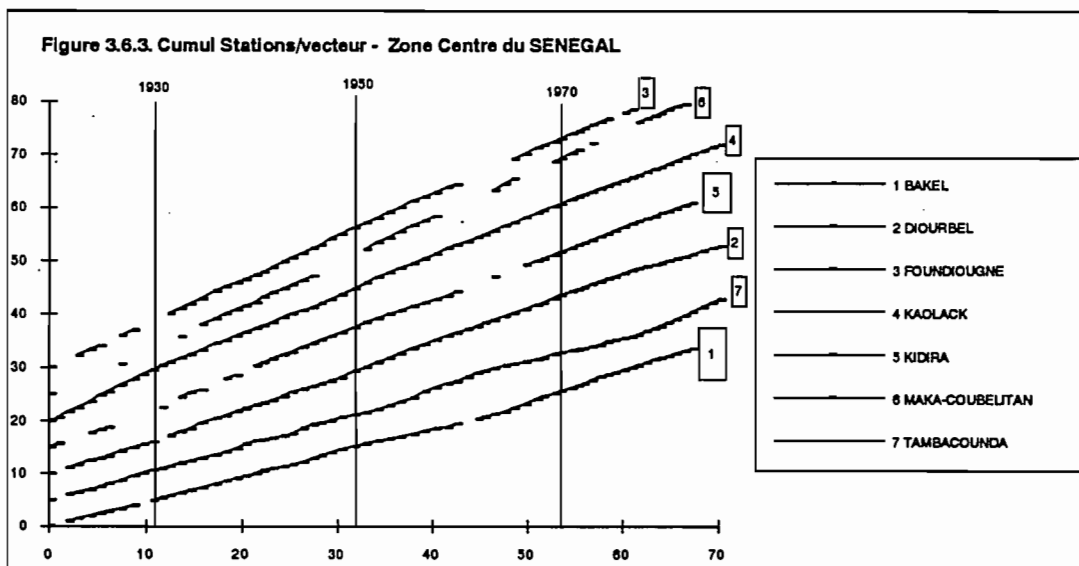
KAOLACK (station synoptique) est la station de plus longue durée de la série. Les précipitations sont surestimées en comparaison du vecteur de 1927 à 1930. Des valeurs faibles s'observent en 1945-46 (rapport de 0,725) et 1965 (0,706). La pente de la période avant 1931 sur la période postérieure est de 1,25.

KIDIRA (poste pluviométrique), avec un coefficient de corrélation avec le vecteur de 0.585, est une station qui semble mal suivie. Cependant en analysant les données par rapport à celles des stations de BAKEL et des stations du MALI : KENIEBA, KAYES et NIORO DU SAHEL, nous obtenons un meilleur coefficient de corrélation (0.798). Ceci indiquerait un comportement différent des autres stations de cette zone. Cette station présente des anomalies de 1933 à 1940

(lacunes et succession de valeurs extrêmes : rapport station-vecteur de 0,575 en 1935 et de 1,615 en 1935) et en 1956-57 (rapport égal à 0,77).

MAKA-COULIBENTAN (poste pluviométrique) présente beaucoup de lacunes mais peu d'anomalies par rapport au vecteur sauf en 1935 (rapport de 1,52), 1951 (1,311) et 1943 (0,74).

TAMBACOUNDA (station synoptique) est très mal observée sur la période considérée 1920-



1989, aucune période continue de 10 ans n'est homogène. Le poste pluviométrique précédent, qui en est proche est, paradoxalement mieux observé. Après retrait de cette station de l'échantillon, les cassures et rapport de pente observées sur les autres stations n'ont pas sensiblement varié.

- d) Dans la dernière zone (soudanienne), le coefficient moyen de corrélation avec le vecteur est de 0.751. Seul KEDOUGOU a un coefficient très faible (0.509). C'est le domaine soudanien. La figure 3.6.4. donne le cumul station par rapport au vecteur pour cette zone.

DIALAKOTO (poste pluviométrique) présente une anomalie de 1981 à 1984, la pluie est nettement sous-estimée (rapport station-vecteur successivement égaux à 0.253, 0.269, 0.635 et 0.179). Il en est de même en 1949 (0.439). Inversement l'année 1941 est surestimée (1,693).

KEDOUGOU (station synoptique), de par son coefficient de corrélation égal à 0.509 ne semble pas de très bonne qualité. Des années semblent surestimées: 1926 (1,469), 1954 (1,558), 1968 (1,418), 1980 (1,655). D'autres sont sous-estimées 1932 (0,550) et 1947 (0,776).

KOLDA (station synoptique) est une station moyennement observée. L'année 1932 est sous-estimée (rapport égal à 0,76) ainsi que 1938 (0,684). Par contre 1958 et 1971 sont sur-estimés. Le rapport des pentes de la période avant 1940 sur la période après est de 1,09.

SEDHIOU (poste pluviométrique) présente peu d'anomalies. En 1941 et 1960, les précipitations semblent surévaluées. En 1957, c'est le contraire.

ZIGUINCHOR (station synoptique) semble bien observée à quelques exceptions près: en 1941, la pluviométrie a probablement été sous-estimée tandis qu'en 1922 et 1924, elle semble forte par rapport aux autres stations.

Le retrait de l'échantillon de la période 1981-84 à Dialokoto n'a pas modifié les résultats.

3.6.1.2. Lacunes et insuffisances

La figure 3.6.5. présente le nombre de postes en activité année par année depuis la création de la première station (Saint-Louis ville, 1854). Suite à l'accroissement des problèmes pluviométriques liés à la sécheresse dans les années 1970, le nombre de postes est passé d'environ 110 en 1970 à 200 en 1980. Ce qui donne une densité d'un poste pour 980 km². Cette valeur se situe dans la norme de l'O.M.M. fixée à un poste pour 1650 km² dans les zones arides et un poste pour 500 km² dans les zones humides.

Cependant, la répartition sur le territoire n'est pas homogène (Cf. figure 3.6.6.). Dans le centre-est et le sud-est du pays, le maillage est insuffisant en dépit de précipitations importantes (supérieures à 600 mm).

Comme le montre la figure 3.6.5., un effort important doit être réalisé dans la saisie des données pluviométriques des 10 dernières années, les moyens humains et matériels de la cellule de calcul étant actuellement suffisants. **Pour valoriser ce travail de saisie, les annuaires depuis 1981 devront être publiés.**

3.6.2. Données climatologiques

L'examen des bulletins agro-hydro-météorologiques montre que le vent, la température, la durée d'insolation sont enregistrées à l'ensemble des stations synoptiques, climatiques et agro-climatiques. Par contre, il n'existe pas forcément d'évaporomètre Piche et de bac d'évaporation en fonctionnement à toutes

les stations même synoptiques (cf. tableau 3.6.2.)

Tableau 3.6.2. - Equipements en évaporomètre (Piche ou bac) des stations synoptiques

Station	Bac	Piche
Dakar Yoff	oui	oui
Cap Skirring	non	oui
Diourbel	non	oui
Kaolack	oui	non
Kédougou	oui	non
Kolda	non	oui
Linguere	non	oui
Matam	non	oui
Podor	oui	non
St. Louis Aéro.	oui	non
Tambacounda	oui	non
Ziguinchor	non	oui

L'E.T.P. Penman est calculable à toutes les stations. Elle est publiée uniquement dans les bulletins décennaires.

La densité des stations d'évaporation est de une station par 6540 km² soit très supérieure à la norme O.M.M. (un poste par 33 300 km². Cependant comme pour le réseau pluviométrique, le centre-est du pays n'est pas équipé. Une rationalisation doit être envisagée sur la zone à l'ouest de Diourbel et de Kaolack où se cotoient 10 stations d'évaporation sur 10 000 km² environ.

Les données climatiques des dix dernières années sur l'ensemble des postes sont en cours de saisie.

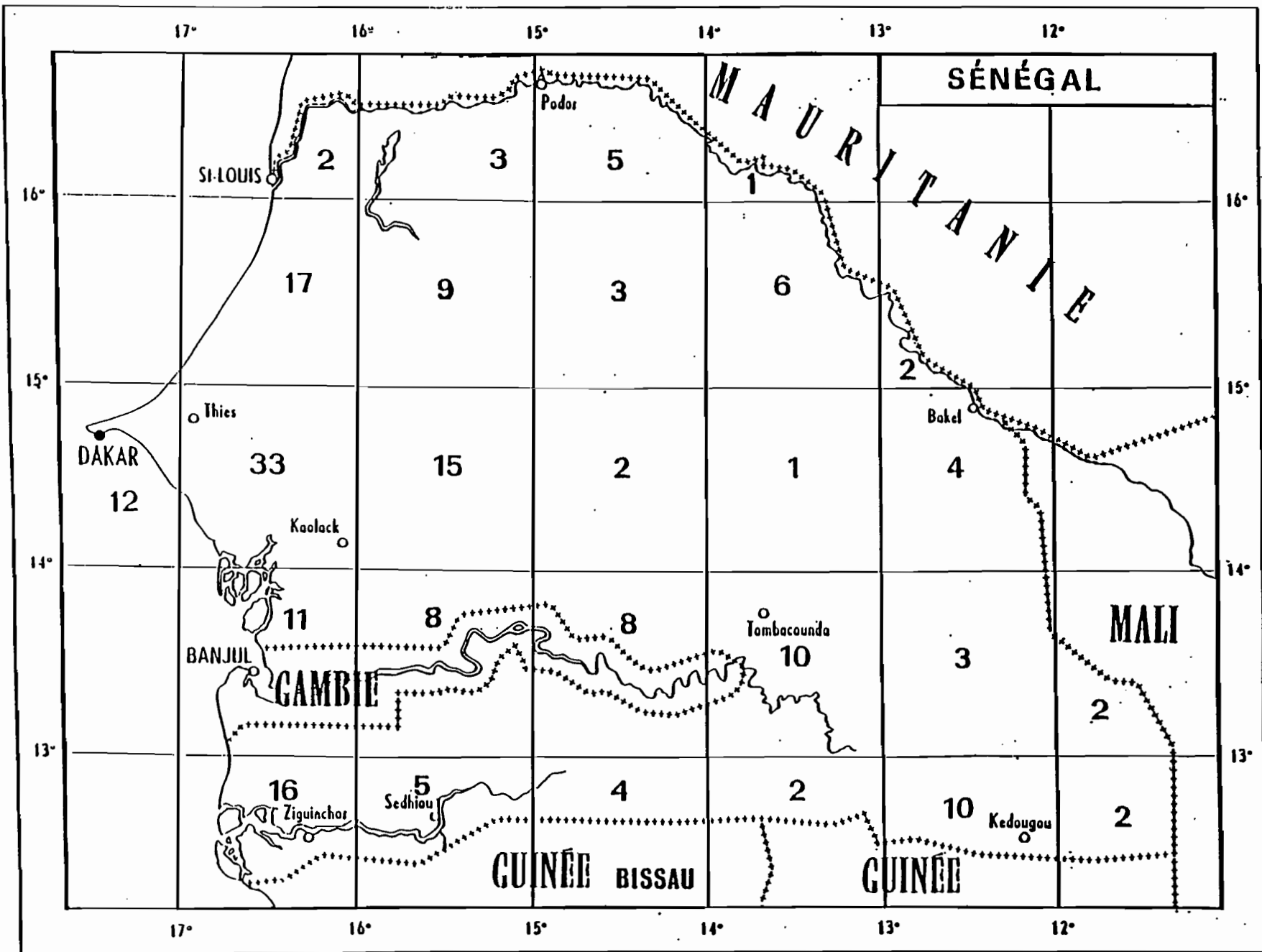


Figure 3.6.6 : Répartition des postes en activité en 1980 par degré carré

CHAPITRE 4

EAUX DE SURFACE

4.1 Structures

Le Sénégal est membre:

- du CIEH (Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques).
- du CILSS (Comité Inter-état de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel)
- de l'OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur de la vallée du fleuve Sénégal), avec le Mali et la Mauritanie. Cet organisme s'occupe de la gestion des eaux du fleuve Sénégal.
- de l'OMVG (Organisation de mise en valeur de la Gambie), avec la Gambie, la Guinée Konakry, et la Guinée Bissau. Cet organisme s'occupe de la gestion des eaux du fleuve Gambie.

4.1.1 Organisation

L'Administration gestionnaire du réseau hydrométrique national, est la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH), dépendant du Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique. Au sein de cette direction, les services chargés de cette gestion sont la Section de l'Hydrologie (SH, basée à Dakar) et les Divisions Régionales.

La figure 4.1 montre où se situent ces services dans l'organigramme de la DGRH.

Les divisions régionales concernées sont celles de Saint-Louis, Tambacounda, Kolda et Ziguinchor, où sont basées des brigades hydrologiques, antennes de la Section d'Hydrologie. Ces brigades ont chacune la charge d'un certain nombre de stations hydrométriques, qu'elles exploitent à longueur d'année. Pendant la saison des pluies, des agents envoyés de Dakar par la SH, viennent renforcer leurs effectifs. Les brigades affectent en outre, pour ces quatre mois, des équipes restreintes dans les bases temporaires suivantes: Kaolack, Kédougou, Bakel. Certaines stations sont directement gérées par une brigade installée à la base de Dakar.

La SH centralise toutes les informations collectées par les brigades.

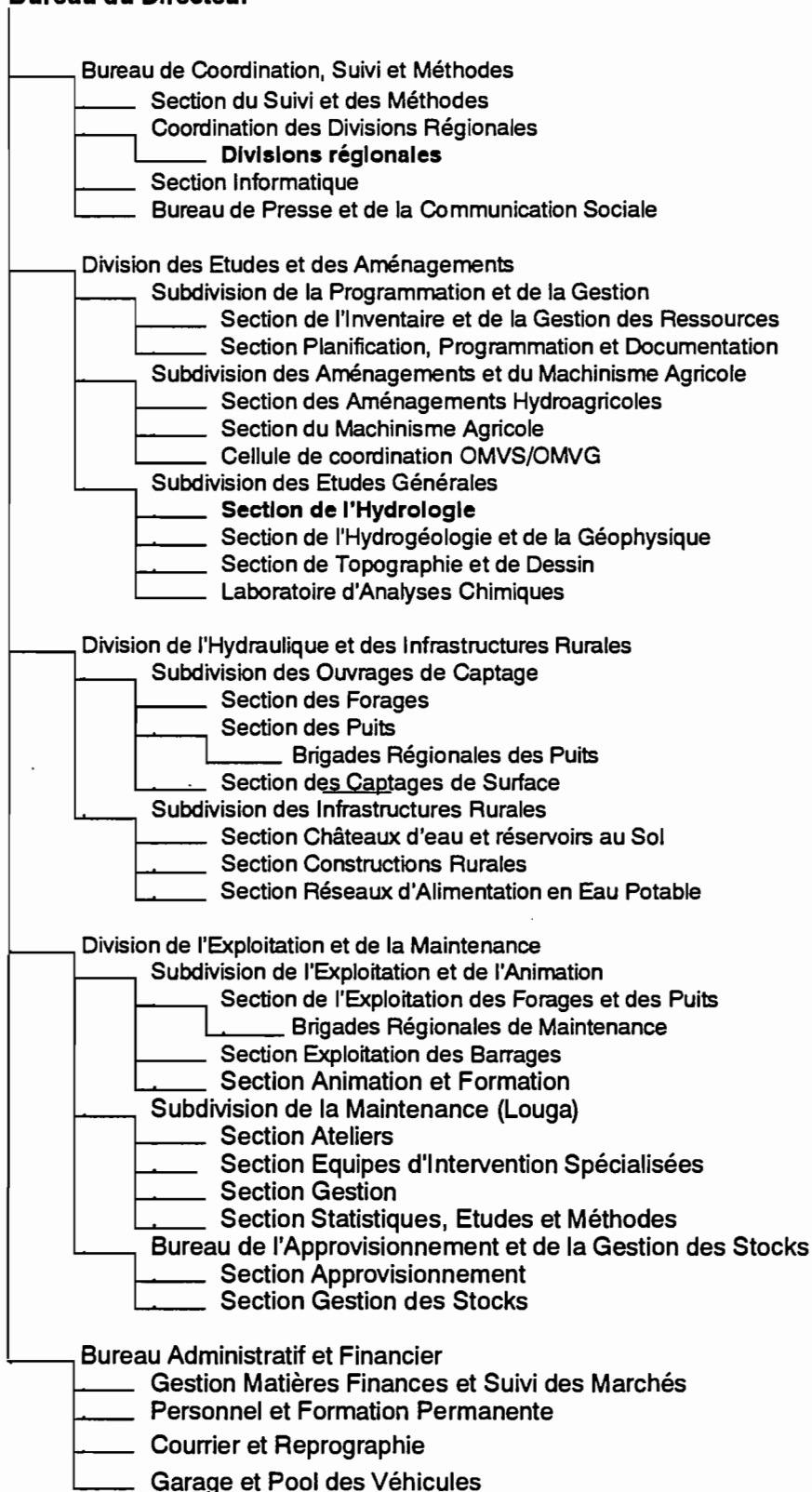
Le budget de la SH provient des trois sources suivantes:

Projet AGRHYMET Sénégal (financement: PNUD et Pays Bas)

En cours depuis 1975, ce projet concerne non seulement la SH mais également les services de la Météorologie et de l'Agriculture. Lors de ses deux premières phases (1975-1986) il a permis un renforcement important du service, sous forme d'achat de matériel (limnigraphes) et de stages et cycles de formation pour le personnel.

Figure 4.1 : Organigramme de la DGRH

Bureau du Directeur



La troisième phase qui a débuté en 1986, est intitulée: «Structuration complète du réseau d'observation AGRHYMET, et application des données et informations agro-hydro-météorologiques aux fins de développement agricole». Avec un budget global de l'ordre de 970000 dollars pour les trois services concernés, elle privilégie cependant le volet Agriculture, et ne représente plus pour la SH qu'une faible part de son budget. Cette part est par ailleurs difficile à évaluer, car les demandes des services sont formulées en cours d'année en fonction des besoins imprévus qui se présentent, et le projet assiste souvent la SH sous forme d'attribution de matériels consommables.

Fonds d'exhaure

La partie la plus importante (75% environ) du budget de fonctionnement de la SH, provient de ce fonds, qui finance également d'autres services. Les fonds proviennent des redevances collectées auprès des utilisateurs d'eau. La répartition des sommes entre les différents services concernés, se fait par arbitrage annuel, au vu des demandes de budget de fonctionnement formulées par ceux-ci.

A titre indicatif, pour la campagne 1990-1991, la SH avait fait une demande d'environ 15 millions CFA, pour les besoins de sa base de Dakar et de ses brigades régionales. La somme de 8 millions lui a été accordée.

Pour la campagne 1991-1992, la SH a demandé environ 21 millions, mais on ne connaît pas encore la somme qui sera accordée.

Budget national d'investissement

De ce budget provient la plus faible part du budget de la SH. Les sommes correspondantes sont principalement utilisées pour couvrir les frais de carburant pendant la période d'étiage, et ceux entraînés par les réparations de véhicules.

D'une façon générale, il s'avère que les sommes disponibles pour le fonctionnement de la SH ne sont pas à la hauteur des besoins exprimés. Ceci ne permet pas d'entretenir ou renouveler le matériel comme il faudrait. Cette situation porte en outre préjudice aux agents, dont les indemnités de déplacement restent souvent impayées.

Un problème particulier se trouve posé au niveau budgétaire, par la rétribution de 9 des 40 lecteurs d'échelle à la charge de la SH, initialement recrutés sur financement de l'OMVG (Organisation de Mise en Valeur de la Gambie). Ceux-ci n'ont pas été payés depuis 13 mois.

L'indemnité des lecteurs s'élève, dans tous les cas, à 8000 FCFA par mois.

4.1.2 Personnel et formation

Les effectifs sont répartis comme suit:

Section d'Hydrologie:

- 3 ingénieurs hydrologues (titulaires), dont le chef de section ;
- 2 techniciens supérieurs hydrologues (titulaires) ;
- 1 agent technique hydrométriste (titulaire) ;
- 3 techniciens supérieurs hydrologues (contractuels) ;
- 1 technicien supérieur instrumentaliste en hydrométéorologie (contractuel) ;

Brigade hydrologique de Saint-Louis:

- 1 ingénieur des travaux en hydrologie (titulaire) ;
- 1 agent technique hydrométriste (titulaire) ;
- 1 chauffeur (contractuel).

Brigade hydrologique de Tambacounda:

- 1 ingénieur des travaux en hydrologie (titulaire, en cours d'affectation à ce poste) ;
- 3 agents techniques hydrométristes (contractuels) ;
- 2 manoeuvres (contractuels) ;
- 2 chauffeurs (contractuels).

Brigade hydrologique de Kolda:

- 1 ingénieur des travaux en hydrologie (titulaire, en cours d'affectation à ce poste) ;
- 1 agent technique hydrométriste (titulaire) ;
- 2 manoeuvres (contractuels) ;
- 1 chauffeur (titulaire).

Brigade hydrologique de Ziguinchor:

- 1 technicien supérieur des travaux publics (titulaire) ;
- 2 manoeuvres (contractuels) ;
- 1 chauffeur (contractuel) ;

Sur l'ensemble du réseau:

40 lecteurs d'échelle.

Les agents contractuels sont employés dans le cadre du projet AGRHYMET sus-mentionné, qui doit s'achever fin 1991. Le salaire de ces agents est pris en charge par l'Etat Sénégalais, au titre de sa contrepartie dans le projet. Des pourparlers sont actuellement en cours pour négocier la poursuite du projet (quatrième phase).

Le niveau général de formation est bon. Les agents ont suivi entre autres, les stages de formation et cursus universitaires suivants:

- Institut d'hydrométéorologie d'Odessa (Ukraine) (chef de service) ;
- Ecole AGRHYMET de Niamey (ingénieurs et techniciens supérieurs) ;
- CNEARC + Stage ORSTOM Montpellier (ingénieurs) ;
- IUT de Dakar + Ecole Polytechnique de Lausanne (technicien supérieur) ;
- Ecole de formation de techniciens hydrométristes de l'OMVG (Tambacounda) ;

4.2 Réseaux

4.2.1 Hydrométries

Il est principalement question, dans ce paragraphe, des stations du réseau hydrométrique national, gérées par le service hydrologique national (SH). Un certain nombre d'autres stations, gérées par divers organismes dont l'ORSTOM (études particulières de bassins versants), ne sont que rapidement mentionnées au paragraphe 4.2.1.4.

4.2.1.1 Description

La liste des stations faisant -ou ayant fait- partie du réseau hydrométrique national est donnée dans le tableau 4.1.

La figure 4.2 présente une carte du pays avec la situation de la plupart des stations.

La figure 4.3 représente la répartition du nombre d'années observées par station, sur l'ensemble des stations actuellement gérées.

Les stations sont réparties sur l'ensemble du réseau hydrographique du pays, à l'exception de la vallée morte du Ferlo. Cette répartition est la suivante:

Bassin de la Gambie :

- Toutes les stations situées sur ce bassin datent des années 1970, hormis celle de Goulombou qui est observée depuis 1953.
- La brigade de Tambacounda en gère 20, et celle de Dakar, 2.

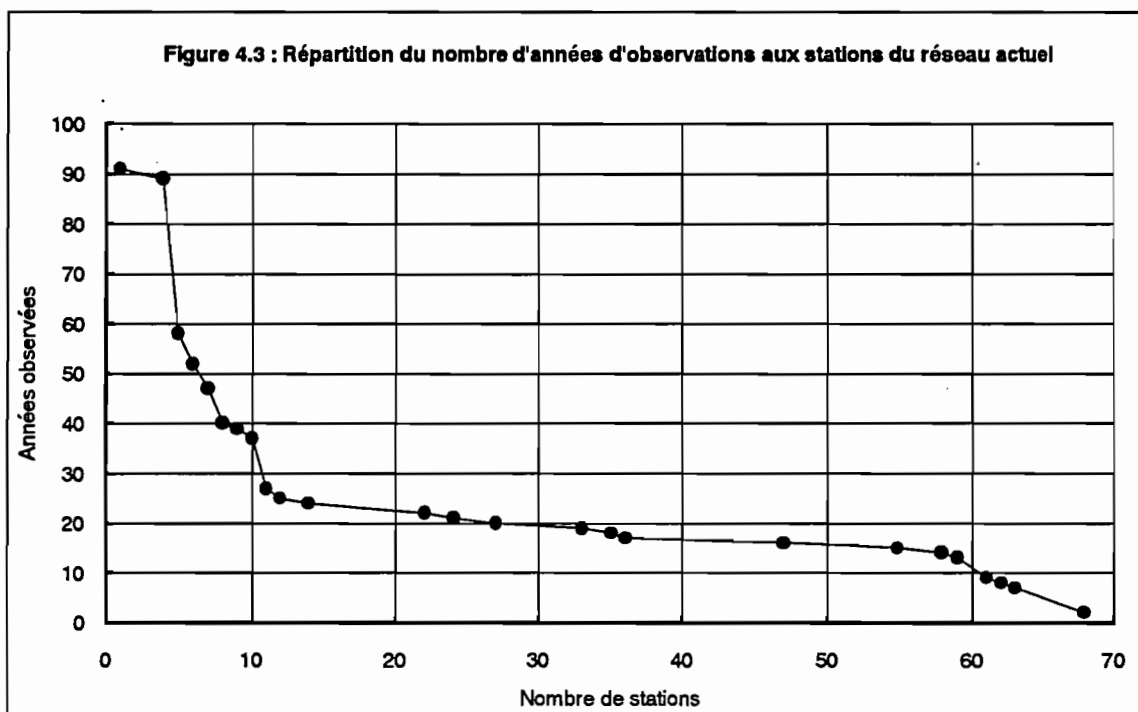
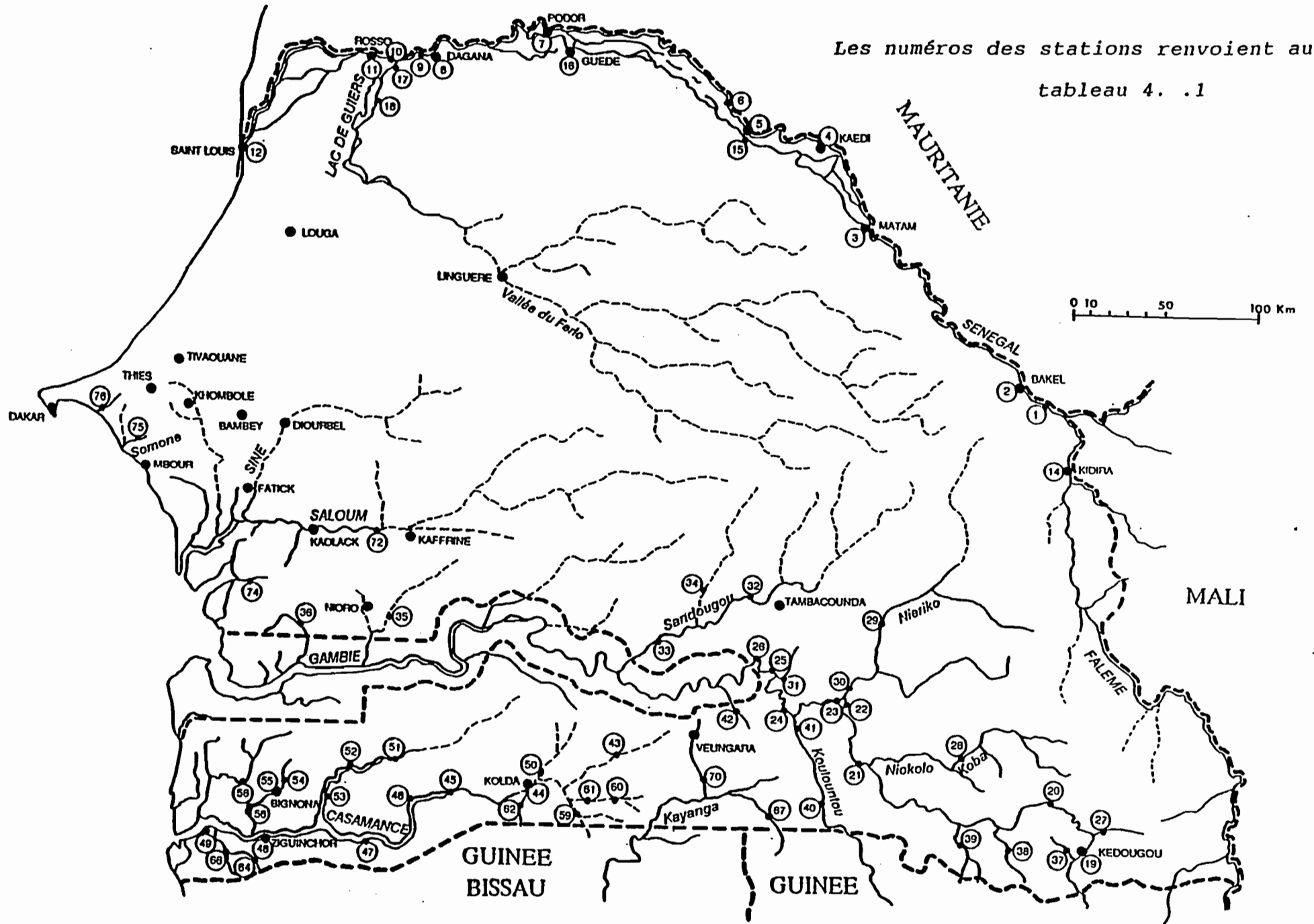


Figure 4.2. : carte du réseau hydrométrique du Sénégal

Les numéros des stations renvoient au tableau 4. .1



Bassin du Sénégal :

- On trouve les stations les plus anciennes du réseau hydrométrique national, sur le cours du Sénégal (Bakel: 1901; Matam: 1903; Dagana: 1903; Podor: 1903;), où l'Administration Française avait entrepris très tôt des mesures, dans l'optique de la navigation et de la mise en valeur agricole de la vallée. Parmi les autres stations de ce bassin, la plupart datent des années 1950-1960. Les stations les plus récentes ont été installées en 1990 sur l'axe Gorom-Lampsar, défluent de rive gauche du Sénégal, où sont pratiqués des pompages importants pour l'irrigation (SAED) et l'alimentation en eau de la ville de Dakar (SONEES) .
- Ces stations constituent depuis lors un pôle important d'activités pour la brigade de Saint-Louis, au dépend des stations situées sur le cours du Sénégal, qu'il est impossible de jauger depuis les problèmes frontaliers survenus entre le Sénégal et la Mauritanie (1989) .
- Par ailleurs on dénombre 17 stations (la plupart datant des années 1950-1960, et dont les mesures ont été exploitées dans la monographie du Sénégal) qui, après avoir été observées un certain nombre d'années, sont aujourd'hui abandonnées.
- Les 21 stations situées sur le bassin du Sénégal sont gérées par la brigade de Saint-Louis.
- Trois de ces stations sont en outre suivies par l'OMVS, qui y a installé des limnigraphes télétransmetteurs, pour la gestion des ouvrages de Diama et Manantali.

Bassin de la Casamance :

- Les stations installées sur ce bassin datent, pour les unes, de 1967 ou 1968 (avec pour la plupart une interruption de 1971 à 1973), et pour les autres de 1976 ou 1977. Les brigades de Ziguinchor et Kolda se partagent la gestion des 19 stations actuellement observées (10 et 9 respectivement). Parmi celles-ci, 11 peuvent être considérées comme des stations marégraphiques. Par ailleurs, 7 stations ayant fonctionné un certain nombre d'années, sont aujourd'hui fermées.
- Bassins côtiers (Nema, Pantior, Saloum, Somone).
- Neuf stations, dont la plus ancienne date de 1975, sont actuellement gérées sur ces bassins par la base de Dakar. Celles qui sont situées sur le bassin du Saloum sont de stations marégraphiques.

Bassin de la Kayanga :

- Deux stations sont gérées par la brigade de Kolda.
- Les 73 stations hydrométriques actuellement gérées sur l'ensemble du pays donnent, rapportées à la superficie de 196192 km², une densité moyenne de 3,72 stations pour 10000 km².
- La pluviométrie moyenne annuelle étant partout inférieure à l'évaporation potentielle moyenne annuelle sur l'ensemble du Sénégal, sauf peut-être dans la région de la Basse Casamance où on se rapprocherait de l'égalité, le pays peut être classé dans les zones arides. La carte géologique montre par ailleurs que les terrains sédimentaires concernent la majeure partie du pays.

- L'OMM préconisant une densité minimale de 1,2 stations hydrométriques de contrôle des niveaux, pour les zones arides sur des terrains sédimentaires, on constate que le réseau hydrométrique national du Sénégal présente une densité moyenne de stations largement suffisante. Ces stations, réparties sur l'ensemble du pays à l'exception des zones endoréiques, couvrent bien les cours d'eau concernant les zones les plus peuplées.

4.2.1.2 Equipements

Le tableau 4.1 indique la présence, ou non, de limnigraphes sur les stations.

Les limnigraphes équipant les stations sont pour la presque totalité de type OTT 10. Une grande partie de ces appareils a été financée par le projet AGRHYMET. Seules les stations de Podor (OTT 20), et Bakel, Dagana et Ngoui (sondes CHLOE télétransmettrices, à enregistrement sur mémoire de masse, gérées par l'OMVS), toutes situées sur le Sénégal, sont équipées d'autres types de matériel enregistreur.

Le nombre total de limnigraphes équipant ainsi le réseau s'élève à 47, ce qui correspond à une densité moyenne de 2,4 limnigraphes pour 10000 km². Cette densité est largement supérieure à la valeur minimale 0,6 préconisée par l'OMM.

Les stations situées sur le bassin du Sénégal sont moins équipées en appareils enregistreurs, en moyenne, que celle des autres bassins. Toutefois, les variations de débit relativement lentes rencontrées sur la plupart de ces stations, peuvent être assez bien décrites à l'aide d'observations quotidiennes ou bi-quotidiennes.

On trouvera ci-dessous une liste des principaux matériels disponibles dans les brigades régionales et à la base de Dakar, pour la réalisation des mesures de débits, l'entretien des stations et les tâches de bureau.

Brigade de Saint-Louis

- 1 treuil en bon état (prêt de la base de Dakar) ;
- 1 bateau ZODIAC Mark 2 en bon état (prêt de la base de Dakar) ;
- 1 moteur hors bord de 20 Cv, hors service ;
- 1 moteur hors bord de 15 Cv, hors service ;
- 1 moulinet OTT C31 avec plusieurs hélices, en bon état (prêt de la base de Dakar) ;
- 1 perche usagée ;
- 1 compteur d'impulsions de type F4, en état de marche ;
- 1 niveau de géomètre WILD NK 01, avec trépied ;
- 2 mires de nivellement ;
- 1 conductivimètre ;
- 1 planimètre ;
- 1 machine à écrire obsolète ;
- 1 véhicule partagé avec les autres services dépendant de la division régionale du Génie Rural et de l'Hydraulique ;
- Locaux : un bureau, une salle d'archives et un magasin; mobilier usagé.

Tableau 4.1 : Liste des stations du réseau hydrométrique

Numero carte	Numero ORSTOM	Station	Riviere	Latitude deg min sec	Longitude deg min sec	Altitude (m)	Superficie (km2)	Periodes de fonctionnement	Equipmt	Lecteur DGRH	Mesures de debit	Etalonnage	Salinometrie	Brigade
	Bassin	GAMBIE												
34	1381200007	KOUSSANAR	KOUSSANAR	+13 52 00	-014 05 00	9	2300	1973/	3	oui	oui	?		T
33	1381200008	MAKA	SAN DOUGOU	+13 40 00	-014 18 00	4	11000	1970				0		
24	1381200103	FASS	GAMBIE	+13 17 00	-013 39 00	-1	41800	1972/1986				3		
25	1381200106	GOULOMBO	GAMBIE	+13 28 00	-013 44 00	1	42000	1953/	3	non	oui	1		T
19	1381200108	KEDOUGOU	GAMBIE	+12 33 00	-012 11 00	102	7550	1970/	3	oui	oui	1		T
27	1381200110	PONT-ROUTIER	DIAGUERY	+12 38 00	-012 05 00	94	1010	1974/	3	oui	oui	2		T
20	1381200112	MAKO	GAMBIE	+12 52 00	-012 21 00	75	10450	1970/	1	oui	oui	1		T
21	1381200117	SIMENTI	GAMBIE	+13 02 00	-013 18 00	10	20500	1970/	1	oui	non	1		T
22	1381200118	WASSADOU-AMONT	GAMBIE	+13 21 00	-013 22 00	5	21200	1970/	1	oui	oui	1		T
23	1381200119	WASSADOU-AVAL	GAMBIE	+13 21 00	-013 23 00	4	33500	1973/	3	non	non	1		T
35	1381200450	FIRGUI	GRAND BAOBOLON	+13 41 00	-015 41 00	-1	1650	1977/	3	non	non	0		D
36	1381200455	MEDINA DJIKOYE	DJIKOYE	+13 37 00	-016 17 00	9	300	1976/	3	non	oui	1		D
39	1381201203	PONT-ROUTIER	DIARHA	+12 36 00	-012 37 00	47	760	1972/	3	non	oui	1		T
40	1381201303	PARC GUE DU PNNK	KOULOUNTOU	+12 47 00	-013 29 00	13	5350	1972/	3	non	non	1		T
41	1381201305	MISSIRAH-GONASSE	KOULOUNTOU	+13 12 00	-013 37 00	2	6200	1970/	1	oui	non	3		T
29	1381201410	GOUMBAYEL	NIERIKO	+13 41 00	-013 10 00		6800	1977/	1	oui	oui	1		T
31	1381201503	NIAOULE TANOU	NIAOULE	+13 29 00	-013 41 00	9	1230	1972/	1	oui	oui	1		T
30	1381201703	PONT ROUTIER	NIERIKO	+13 22 00	-013 22 00	6	11900	1970/	1	non	non	3		T
28	1381201903	PONT PNNK	NIKOKOLOKOB	+13 04 00	-012 44 00	48	3000	1970/	1	oui	oui	2		T
32	1381202006	SINTHIOU MALEME	SAN DOUGOU	+13 49 00	-013 54 00	6	6900	1973/	3	non	oui	2		T
37	1381202203	PONT ROUTIER	SILJ	+12 32 00	-012 16 00	112	90	1974/	3	oui	oui	2		T
	1381202403	SINTHIAN COUNDARA AMONT	SIMA	+13 15 00	-013 55 00	16	234	1972/1974				1		
42	1381202404	SINTHIAN COUNDARA AVAL	SIMA	+13 15 00	-013 55 00	15	495	1973/	1	oui	oui	1		T
38	1381202503	PONT	TIOKOYE	+12 34 00	-012 32 00	58	950	1971/	3	oui	oui	1		T
26	1381210128	GENOTO	GAMBIE	+13 33 00	-013 49 00		42300	1970/	1	oui	non	0		T
	Bassin	ANAMBE												
70	1382400120	KOUNKANE	ANAMBE	+12 55 00	-014 06 00		1040	1977/????						
	Bassin	SENEGAL												
2	1382600103	BAKEL	SENEGAL	+14 54 00	-012 27 00	11	218000	1901/	4	oui	oui	3		S
8	1382600109	DAGANA	SENEGAL	+16 31 00	-015 30 00	0	268000	1903/	4	oui	oui	3		S
	1382600110	DEBI	SENEGAL			0		1964/1965						
	1382600111	DIAMA	SENEGAL					1964/1965				0		
	1382600112	DIORBIVOL	SENEGAL	+16 07 00	-013 43 00	2		1938/1942				0		
	1382600113	DIAOUAR	SENEGAL			0		1954/1961						
6	1382600115	DIULDE-DIABE	SENEGAL	+16 20 00	-013 58 00	0	260000	1964/1965						
								1951/1953				3		
								1957/1958						
								1961/1964						
	1382600119	GUEYLOUBE	SENEGAL					1963/1963						
	1382600120	ILE AUX CAIMANS	SENEGAL					1964/1965						
	1382600122	KM 75	SENEGAL					1961/1963						

Numero carte	Numero ORSTOM	Station	Riviere	Latitude deg min sec	Longitude deg min sec	Altitude (m)	Superficie (km2)	Periodes de fonctionnement	Equipmt	Lecteur DGRH	Mesures de debit	Etalonnage	Sainometrie	Brigade
1	1382600123 1382600124	KM 109 KOUNGANI	SENEGAL SENEGAL					1961/1962 1955/1959 1961/1962				0		
3	1382600127	MATAM	SENEGAL	+15 39 00	-013 15 00	6	230000	1903/	1	oui	oui	3		S
4	1382600128 1382600129	KAEDI M'REOU-GOROM AVAL	SENEGAL SENEGAL	+16 08 00	-013 30 00	3	253000	1976/ 1962/1963	1	oui	non	3		S
	1382600130	N'GUIGLIONE	SENEGAL	+15 56 00	-013 21 00	4	232500	1965/???? 1951/1953 1957/1958 1961/1962				0		
7	1382600133 1382600136	OUANDE PODOR	SENEGAL SENEGAL	+15 15 00 +16 39 00	-012 52 00 -014 57 00	8 0	222500 266000	1951/1973 1903/	3	oui	non	3		S
9	1382600138	KEUR MOUR	SENEGAL	+16 31 00	-015 32 00	0	268000	1971/	3	oui	non			S
10	1382600139 1382600140	RICHARD-TOLL QUAI SOKKAM	SENEGAL SENEGAL	+16 27 00	-015 42 00	0	333333	1952/ ????/????	3	oui	non	0		S
11	1382600141	ROSSO	SENEGAL	+16 30 00	-015 48 00	0		1974/1979 1985/	1	oui	non	0		S
12	1382600142	SAINT-LOUIS	SENEGAL	+16 02 00	-016 30 00	0		1964/1965 1969/1973 1985/	3	oui	non	0	oui	S
?	??????????	GANDIOL	SENEGAL					1961/1964 1988/	3	non	non	0		S
5	1382600148	SALDE	SENEGAL	+16 10 00	-013 52 00	1	259500	1903/1904 1938/1942 1952/	1	oui	non	3		S
	1382600151	SAREPOLI	SENEGAL	+16 37 00	-014 34 00	-1		1951/1953 1957/1957 1961/1963				3		
14	1382601609	KIDIRA	FALEME	+14 27 00	-012 13 00	19	28900	1930/1946 1951/	1	oui	oui	1		S
16	1382609002 1382609006	GUEDE-CHANTIERS MADINA	DOUE DOUE	+16 33 00 +16 18 00	-014 47 00 -014 08 00	0 0		1940/ 1952/1953 1959/1959 1961/1964	1	oui	non	3 3		S
15	1382609008 1382609202	NGOUI NIET-YONE	DOUE LAC DE GUIERS	+16 09 00	-013 55 00	0 0		1955/ 1950/1953	4	oui	non	3 0		S
18	1382609203	SANENTE	LAC DE GUIERS	+16 14 00	-015 48 00	0		1955/1963 1976/1978 1985/	3	oui	non	0		S
17	1382609204	RICHARD TOLL PONT	TAOUEY	+16 27 00	-015 42 00	0		1985/	1	oui	oui	3		S
?	??????????	BANGO	AXE GOROM LAMPSAR					1990/	3	non	oui			S
?	??????????	PONT DE BOUE	AXE GOROM LAMPSAR					1990/	1	non	oui			S

Numero carte	Numero ORSTOM	Station	Riviere	Latitude deg min sec	Longitude deg min sec	Altitude (m)	Superficie (km2)	Periodes de fonctionnement	Equipmt	Lecteur DGRH	Mesures de debit	Etalon-nage	Salino-metrie	Bri-gade
?	???????????	ROSS BETHIO	AXE GOROM LAMP SAR					1990/	1	non	oui			S
?	???????????	NDIAWDOUN	AXE GOROM LAMP SAR					1990/	1	non	oui			S
48	Bassin 1383300050	CASAMANCE ZIGUINCHOR	CASAMANCE	+12 35 00		1	13850	1976/	3	oui	non	0	oui	Z
47	1383300101	GOUDOMP	CASAMANCE	+12 35 00	-015 52 00	8	7525	1976/	3	oui	non	0	oui	Z
43	1383300103	FAFAKOUROU	CASAMANCE	+13 03 00	-014 33 00	1	700	1968/1970 1974/	3	non	non	2		K
49	1383300104	POINTE SAINT GEORGE	CASAMANCE	+12 38 00	-016 34 00	0	15850	1972/????				0		
46	1383300105	SEFA	CASAMANCE	+12 47 00	-015 33 00	0	5580	1976/????						
44	1383300106	KOLDA	CASAMANCE	+12 53 00	-014 56 00	2	3700	1964/1967 1969/	3	non	oui	2		K
62	1383300550	SARE KEITA	DIOLAKOLON	+12 50 00	-014 57 00	8	190	1968/1970 1977/	3	non	oui	2		K
58	1383301215	BAILA	BAILA	+12 54 00	-016 22 00	8	1350	1977/	3	oui	non	0	oui	Z
55	1383301304	BIGNONA	MARIGOT BIGNONA	+12 49 00	-016 14 00	8	305	1977/????						
54	1383301305	NIALOR	MARIGOT BIGNONA	+12 50 00	-016 12 00	6	240	1977/????						
56	1383301350	BALINGORE	MARIGOT BIGNONA	+12 46 00	-016 21 00	8	500	1976/	1	oui	non	0	oui	Z
59	1383301503	SARE SARA	TIANGOL	+12 50 00	-014 45 00	7	815	1967/1970 1974/	3	non	oui	2		K
?	???????????	ALEXANDRIE	TIANGOL DIANGUINA					????/	3	non	oui			K
53	1383301530	MARSASSOUM	SOUNGROUGROU	+12 50 00	-015 59 00	8	4480	1977/	1	oui	non	0	oui	Z
	1383301700	SARE FODE	SOUNGROUGROU	+13 05 00	-015 25 00		1	1978/1978				2		
51	1383301750	DIAROUME	SOUNGROUGROU	+12 59 00	-015 37 00		2780	1977/????				0		
52	1383301755	BONA	SOUNGROUGROU	+12 57 00	-015 50 00	7	8520	1977/	3	oui	non	0	oui	Z
50	1383301805	SARE KOUTAYEL	NIAMPAMPO	+12 55 00	-014 53 00	8	640	1968/1970 1974/	3	non	oui	2		K
60	1383303503	MEDINA ABDOUL	KHORINE	+12 51 00	-014 35 00	9	235	1968/1970 1977/	3	non	oui	2		K
61	1383303506	MADINA OMAR	KHORINE	+12 51 00	-014 44 00	5	385	1967/1970 1974/	3	non	oui	1		K
64	1383303509	DJIBONKER	MARIGOT NIASSIA	+12 30 00	-016 21 00	8	140	1977/	1	oui	non	0	oui	Z
45	1383303510	DIANA MALARI	CASAMANCE	+12 51 00	-015 15 00	0	4710	1976/	3	non	non	0		K
?	1383303525	ETOME	MARIGOT ETOME	+12 28 00	-016 21 00	6	90	1976/	3	oui	non	0		Z
63	1383303530	SOUKOUTA	MARIGOT GUIDEL	+12 31 00	-016 12 00	6	65	1976/????						
?	???????????	NIAGUISS	MARIGOT GUIDEL					????/	3	oui	non	0		Z
66	1383303540	OUSSOUYE (NIAMBALANG)	KAMOBÉUL BOLON	+12 27 00	-016 28 00	7	250	1976/	3	oui	non	0	oui	Z
67	Bassin 1383700110	KAYANGA VILINGARA PAKANE	KAYANGA	+12 51 00	-013 48 00		760	1977/????						
?	1383700120	WASSADOU AU PONT	KAYANGA	+12 50 00	-014 08 00	5	2870	1976/	3	non	oui	2		K
?	1383700130	NIAPO PONT	KAYANGA	+12 51 00	-014 04 00		1755	1975/	3	non	non	1		K

Numero carte	Numero ORSTOM	Station	Riviere	Latitude deg min sec	Longitude deg min sec	Altitude (m)	Superficie (km2)	Periodes de fonctionnement	Equipmt	Lecteur DGRH	Mesures de debit	Etalonnage	Salinometrie	Brigade
74	Bassin 1383800100	NEMA NEMA BA	NEMA	+13 44 00	-016 29 00	5	58	1976/	3	non	oui	2		D
76	Bassin 1384099005	PANTIOR BOUGA BAMBARA	PANTIOR			6		1975/	3	?	?	?		D
?	Bassin 1384200100	SALOUM FOUNDIOUGNE	SALOUM	+14 08 00	-016 28 00		7983	1983/	3	oui	non	0	oui	D
?	1384200130	TOUBACOUTA	SALOUM	+13 47 00	-016 28 00		7784	1983/	3	non	non	0	oui	D
72	1384200145	BIRKELANE	SALOUM	+14 07 00	-015 44 00	0	8000	1976/	1	non	non	0	oui	D
?	1384200150	KAOLACK	SALOUM	+14 08 00	-016 06 00	7		1978/	1	oui	non	0	oui	D
?	??????????	MAKABELAL	MAKABELAL					1988/	3	?	oui	?		D
75	Bassin 1384500110	SOMONE PONT ROUTIER	SOMONE	+16 32 00	-017 01 00	6	400	1973/	3	non	oui			D
?	1384500118	CARRIERE DE POUT	SOMONE			8		????/	3	non	oui	2		D

4 - 12

Equipement :
 1 = échelle de crue
 3 = limnigraphe à flotteur
 4 = plateforme de télétransmission

Etalonnage :
 0 = pas de mesures de débit
 1 = étalonnage complet
 2 = étalonnage incomplet
 3 = étalonnage non bi-univoque complet

Brigades :
 T = Tambacounda
 D = Dakar
 S = Saint Louis
 K = Kolda
 Z = Ziguinchor

Base temporaire de Bakel

- 1 bateau ZODIAC en très mauvais état
- 2 treuils en très mauvais état
- 1 moulinet OTT C31 avec une hélice 0,25 en état de marche
- 1 saumon de 25 Kg en état de marche
- 1 cercle hydrographique très usagé
- 1 moteur hors bord de 25 Cv, en état de marche
- 1 perche assez usagée
- 1 compteur d'impulsions F4, en état de marche
- Locaux: exigus et délabrés (pas entretenus depuis 1975)

Brigade de Ziguinchor

- 1 véhicule tout terrain
- 1 moulinet C31 avec 3 hélices de pas 0,125 , 0,25 et 0,50 , en état de marche mais avec caisse très usagée
- 1 saumon de 25 Kg en état
- 1 perche
- 2 compteurs d'impulsions de type Z200 et 2F4, en état de marche
- 1 micromoulinet (hélices 0,05 , 0,10 et 0,25), assez usagé.
- 1 conductivimètre de terrain
- 1 calculatrice HP33
- 3 limnigraphes OTT 10 type 10120 neufs, mais sans mouvement d'horlogerie ni inscripteur
- 3 limnigraphes OTT type R20 (devant être bientôt installés sur le terrain)
- 1 mallette échantillon de réactifs, pour mesures de qualité de l'eau
- 2 éléments d'échelle, avec UPN et plaquettes de fixation
- Locaux: une villa délabrée, avec hangar; mobilier en mauvais état

Brigade de Kolda

- 2 véhicules tout terrain, dont un en panne
- 1 micromoulinet avec hélices de 0,05 , 0,10 et 0,25 , en bon état
- 1 bateau pneumatique ZODIAC de type ZOE (un peu trop petit)
- 1 moteur hors bord
- 1 moulinet C31 avec jeu d'hélices complet, en bon état
- 1 treuil en bon état
- 1 saumon de 25 Kg en bon état
- 1 perche en bon état
- 1 compteur d'impulsions
- 1 niveau de géomètre avec trépied
- 1 mire
- 1 planimètre
- 1 table à dessin
- Locaux: une grande villa en bon état, avec du mobilier en bon état également

Brigade de Tambacounda, et base temporaire de Kedougou

- 2 bateaux pneumatiques ZODIAC, usagés
- 2 moulinets C31 avec jeux d'hélices incomplets, usagés
- 2 perches
- 2 saumons de 25 kg
- 2 treuils usagés
- 2 micro-moulinets avec jeux d'hélices
- 2 compteurs d'impulsions usagés
- 1 véhicule actuellement en panne
- 1 équipement de topographie (niveau, trépied, mire) assez ancien
- 1 ronéotypeuse
- 1 planimètre
- 1 table à dessin
- locaux corrects dans un quartier administratif de Tambacounda, avec bibliothèque (stock important de documentation) et grande table de lecture
- 1 concession à Kédougou

Base de Dakar

- 1 micro-ordinateur PREMIUM 286 AST VB avec disque dur de 40 Mo
- 1 imprimante OKIDATA 39 à 9 aiguilles
- 1 micro-ordinateur RAINBOW avec deux lecteurs de disquettes de 360 Ko
- 3 limnigraphes OTT 10 dont 2 sans tambours ni mouvement d'horlogerie
- 2 limnigraphes OTT 10 modèle long, neufs
- 2 guérites de limnigraphe OTT 10
- 3 tuyaux de PVC de longueur 6m, diamètre 300 mm (gainés de limnigraphes)
- 10 rampes hélicoïdales de rechange pour limnigraphe OTT 10, neuves
- 5 flotteurs de limnigraphe neufs
- 1 micro-moulinet de type OTT C2, neuf, avec hélices de pas 0,05 , 0,1 , 0,25 , 0,5 (largeur 3 cm), 0,05 et 0,1 (largeur 1,5 cm)
- 1 compteur d'impulsions Z30 neuf
- 1 perche 9mm avec coulisseau, pour micro-moulinet
- 2 micro-moulinets C2 avec perche 9mm et hélices de largeur 3 cm, de pas 0,1 et 0,25 , en bon état
- 2 moulinets C31 avec hélices de pas 0,25 et 1 , en bon état
- 1 compteur d'impulsions F4
- 1 compteur d'impulsions Z200
- 2 treuils NEVA
- 4 porte à faux OTT neufs
- 2 perches de diamètre 20 mm
- 1 conductivimètre
- 2 moteurs hors-bord dont un en panne
- 20 gilets de sauvetage
- 50 mètres de câble acier de 3 mm, plombé tous les 10 cm
- 1 tarière de 10 cm de diamètre, avec 3 mètres de rallonge
- 7 mires limnimétriques de 1 mètre, sans indication de rang métrique

1 niveau de géomètre avec 2 trépieds
2 mires de nivellement de 4 mètres, non pliables
5 crapauds de nivellement
1 planimètre
1 nécessaire de réparation de bateau pneumatique ZODIAC
1 véhicule Peugeot 504 bâché
locaux: 2 salles de bureau, avec mobilier insuffisant, et 1 magasin. L'ordinateur avec disque dur est installé dans les locaux occupés par un projet de la Direction de l'Hydraulique, où il bénéficie d'une alimentation électrique régulée par onduleur

Il faut ajouter à ces équipements, pour la base de Dakar, un ensemble très complet de matériel informatique acquis récemment, sur financement FAC, dans le cadre d'une convention entre la DGRH et l'ORSTOM intitulée: «Informatisation de la section hydrologie. Création d'une banque de données». Cet ensemble est composé de:

2 micro-ordinateurs COMPAQ DESKPRO avec disque dur de 40 Mo et 2 lecteurs de disquettes
2 imprimantes à aiguilles EPSON FX 1050
1 imprimante HP LASERJET 3
1 dispositif BERNOULLI pour la sauvegarde des données (sorte de disque dur amovible)
1 onduleur pour la régulation de l'alimentation électrique (achat prévu)

De ces informations recueillies directement auprès des différentes brigades et de la base de Dakar, il ressort les problèmes suivants, concernant l'équipement:

Brigade de Saint-Louis et base temporaire de Bakel:

- matériel de jaugeage souvent très usagé, et parfois hors d'état.
- absence totale de pièces de rechange pour la maintenance des limnigraphes et l'entretien des batteries d'échelles (certaines sont constituées de façon hétérogène, au gré des éléments disponibles)
- absence de véhicule affecté (l'Administration prête en principe un véhicule pour la saison des pluies, qu'il est souvent nécessaire de faire réparer au préalable, aux frais de la SH)
- absence de matériel de campement
- absence d'équipement de sauvetage
- absence de photocopieuse
- salle d'archives à refaire
- locaux de Bakel à réhabiliter

Brigade de Ziguinchor:

- équipement de jaugeage incomplet, sans bateau ni moteur ni treuil, ne permettant de faire, à l'heure actuelle, que des mesures à pied
- absence de matériel de topographie
- absence de matériel de sauvetage
- absence de matériel de campement
- bureaux à refaire
- stock très réduit de pièces de rechange

Brigade de Kolda:

- absence de matériel de sauvetage
- absence de matériel de campement
- absence de pièces détachées pour la maintenance des échelles et des limnigraphes

Brigade de Tambacounda:

- matériel de jaugeage incomplet et usagé
- absence de pièces de rechange pour la maintenance des limnigraphes et des échelles
- absence de matériel de sauvetage
- absence de matériel de campement
- besoin d'une photocopieuse
- besoin d'un vélomoteur pour le déplacement à moindre coût entre les stations
- véhicule à réparer

Base de Dakar:

- le stock de pièces détachées de limnigraphes est un peu faible, compte tenu du fait qu'il doit supporter la maintenance de la totalité des appareils (stocks inexistant dans les brigades régionales)
- même remarque pour les éléments de mires limnimétriques
- nécessité d'obtenir au moins un bureau supplémentaire pour pouvoir installer l'ensemble de matériel informatique récemment acquis
- besoin d'un bureau pour les archives.
- besoin d'un bateau et d'un saumon (éléments prêtés à la brigade de Saint-Louis)
- besoin de mobilier de bureau, en particulier pour le classement des archives.

4.2.1.3 Maintenance

La maintenance des stations est effectuée en principe lors des tournées mensuelles des brigades sur le terrain. Malheureusement, faute de pièces détachées, un certain nombre de limnigraphes ne peuvent être dépannés. De même, certaines batteries d'échelles ne peuvent être entretenues correctement, faute d'éléments de rechange adéquats.

Pour le matériel informatique, il n'est pas prévu pour le moment de contrat de maintenance. Les possibilités de réparation de ce type de matériel sur place existent mais semblent toutefois encore assez limitées.

4.2.1.4. Stations hydrométriques hors du réseau national

Il s'agit principalement de stations équipant des petits bassins versants ayant fait, ou faisant encore, l'objet d'observations pendant un nombre limité d'années. On peut citer les bassins versants suivants (voir la figure 4.4):

- **Séblkotane (14°44"N, 17°08"W):** étudié par l'ORSTOM en 1962, ce bassin représentatif était

équipé de trois limnigraphes, contrôlant des bassins de superficie 2.62, 43 et 84.5 km². Le but des études menées sur ce bassin était une évaluation des volumes d'eau susceptibles de réalimenter la nappe, dans laquelle plusieurs forages captent des débits importants, destinés à l'alimentation en eau de la ville de Dakar. Ces études ont permis (ORSTOM 1963) d'évaluer certaines caractéristiques hydrologiques, telles que: valeurs des débits de crues et volumes écoulés consécutifs à différentes averses; statistique de la pluviométrie dans la région; variation des coefficients de ruissellement en fonction de l'état de saturation du bassin.

- **Thysse-Kaymor** (13°45"N, 15°32"W): en cours d'étude par l'ORSTOM, le CIRAD et l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherches Agricoles) depuis 1983 jusqu'à ce jour, ce bassin versant expérimental est situé dans le bassin arachidier, près de Nioro du Rip. Six stations limnigraphiques y sont suivies, contrôlant des bassins dont la superficie varie entre 12,7 km² et 2,5 hectares. L'un des objectifs importants des études menées à Thysse-Kaymor, est de tester l'efficacité de différents aménagements anti-érosifs, sur des terrains cultivés. Les mesures effectuées concernent, outre les débits et les précipitations, l'érosion, l'humidité du sol, l'infiltration, l'eau souterraine. (Saos et al 1986; Albergel et al 1989,1990; Bernard et al 1990)
- **Djigounoum** (12°40"N, 16°12"W): L'étude hydrologique proprement dite de ce bassin expérimental de 26,5 km² a débuté en 1989, et continue jusqu'à ce jour. L'ORSTOM, le CIRAD et l'ISRA, y étudient le fonctionnement hydrologique d'un bas-fond situé en domaine estuarien. On vise à y définir un modèle de gestion de l'eau, intégrant l'utilisation d'un barrage anti-sel, pour permettre de réintroduire la culture rizicole sur des sols gravement dégradés par la salinisation. Outre les débits et les précipitations, les mesures effectuées concernent la climatologie, l'infiltration, l'hydrochimie, l'eau souterraine. (Albergel 1990).
- **Peleo** (14°42"N, 17°10"W): ce bassin de 43,5 km². situé dans la région de Thies, a été étudié en 1975 par l'ORSTOM et le service hydrologique national, concomitamment au bassin du Panetior (intégré ensuite au réseau hydrométrique national). Le but de l'étude était d'évaluer les possibilités de remplissage de retenues collinaires en projet. Aucun écoulement n'a pu être observé à l'exutoire de ce bassin en 1975. (Lerique 1977).
- **Marigot de Blignona** (centré sur 12°45"N, 16°15"W): Cet affluent de rive droite de la Casamance a fait l'objet d'une étude hydrologique et climatologique par l'ORSTOM en 1970 et 1971. Deux limnigraphes, contrôlant des bassins de 84,7 et 11,9 km², étaient installés sur le cours supérieur du marigot, non influencé par la marée, et quatre marégraphes en contrôlaient le cours inférieur. Les mesures effectuées concernent les débits, la climatologie, l'eau souterraine et la salinité. Deux des stations marégraphiques ont été réinstallées, en 1977, dans le cadre du réseau hydrométrique national. (Brunet-Moret 1967).
- **Marigot de Baïla** (entre 12°47"N, 13°13"N, 15°55"W, 16°32"W): ce bassin versant a fait l'objet d'études hydrologiques entre 1979 et 1989. Cinq limnigraphes l'ont équipé, dont quatre situés sur la partie inférieure du marigot, soumise à l'influence de la marée. Un marégraphe du réseau hydrométrique national équipe en outre, depuis 1977, la station de Baïla. Les mesures effectuées concernent l'hydrométrie, la météorologie, l'eau souterraine, la conductivité. (Gallaire 1980; Olivry et al 1984; Saos et al 1987)

- **Daléma** (12°49"N, 11°30"W) et **Koïla-Kobé** (12°32"N, 11°32"W) : ces deux affluents de la Falémé ont fait l'objet d'une étude de bassin versant en 1980. L'ORSTOM y a suivi deux bassins versants de superficies respectives 645 et 1600 km², afin de déterminer les crues de projet pour la construction d'ouvrages de retenues d'eau, destinées à alimenter en eau l'exploitation minière des gisements de fer de la Falémé. Les mesures effectuées concernent la pluviométrie et la limnigraphie aux deux exutoires. Aucune mesure de débit n'a été faite. (Roche et Olivry 1981)
- **Marlot de Guidel** : bassin de 115 km² étudié par le BCEOM en 1980 et 1981. (BCEOM 1983).
- **Marlot de Niassa** : bassin de 61 km² étudié par le BCEOM en 1980 et 1981. (BCEOM 1983).
- **Diarone-Badloure** (12°50N, 16°10"W) : ce bassin étudié par l'ORSTOM en 1966 et 1967, était équipé de deux stations hydrométriques contrôlant des bassins de 16,5 et 24,5 km². Outre l'hydrologie de surface, les mesures ont également concerné l'eau souterraine. (Brunet-Moret 1967)
- **Diounking** (12°32"N, 15°52W) : étudié par l'ORSTOM en 1966 et 1967, ce bassin était équipé de cinq stations hydrométriques, contrôlant des bassins de superficies comprises entre 3,2 et 30 km². Outre l'hydrométrie, les mesures ont également concerné l'eau souterraine. (Brunet-Moret 1967).
- **Boukilling** (13°02"N, 15°42"W) : bassin de 200 km², étudié par l'ORSTOM en 1966 et 1967. (Brunet-Moret 1967).
- **Diango** (centré sur 12°56"N, 16°06"W) : ce bassin étudié par l'ORSTOM en 1966 et 1967, était équipé de trois stations hydrométriques contrôlant des bassins de superficies comprises entre 11 et 135 km². Outre l'hydrométrie, des mesures ont été faites sur les eaux souterraines. (Olivry et Chouret 1981).
- **Marlot de Mbao** (14°44N, 17°23"W) : sur ce bassin de 5 km², étudié par l'ORSTOM en 1974, les mesures ont concerné les eaux de surface, la climatologie et l'eau souterraine. (Chaperon 1975).

4.2.2 Qualité des eaux et transports solides

La Section d'Hydrologie de la DGRH effectue des mesures de salinité régulières à un certain nombre de stations, situées principalement sur les bassins de la Casamance et du Saloum, ainsi qu'à Saint-Louis sur le Sénégal. Le tableau 4.1 indique les stations concernées.

La Direction de l'environnement (effectif: 14 personnes) dispose d'un laboratoire mobile lui permettant d'effectuer des mesures simples de qualité des eaux, à la fois sur des captages d'eaux souterraines, des rejets industriels ou l'eau des baies de Dakar. Parmi les contrôles ponctuels effectués par ce service, on peut citer 6 points de mesures, contrôlés 4 fois par an, concernant les rejets de la CSS (Compagnie Sucrière Sénégalaise, installée dans la basse vallée du Sénégal, et grosse consommatrice d'eau pour

position des bassins versants étudiés au Sénégal

- 1 : Sébikotane
- 2 : Diarone-Badioure
- 3 : Diouniking
- 4 : Bounkiling
- 5 : Diango
- 6 : Bignona
- 7 : M'Bao
- 8 : Panetior
- 9 : Peleo

- 10 : Baïla
- 11 : Djiguinoum
- 12 : Niassa
- 13 : Guidel
- 14 : Thyse-Kaymor
- 15 : Daléma
- 16 : Koïla-Kobé

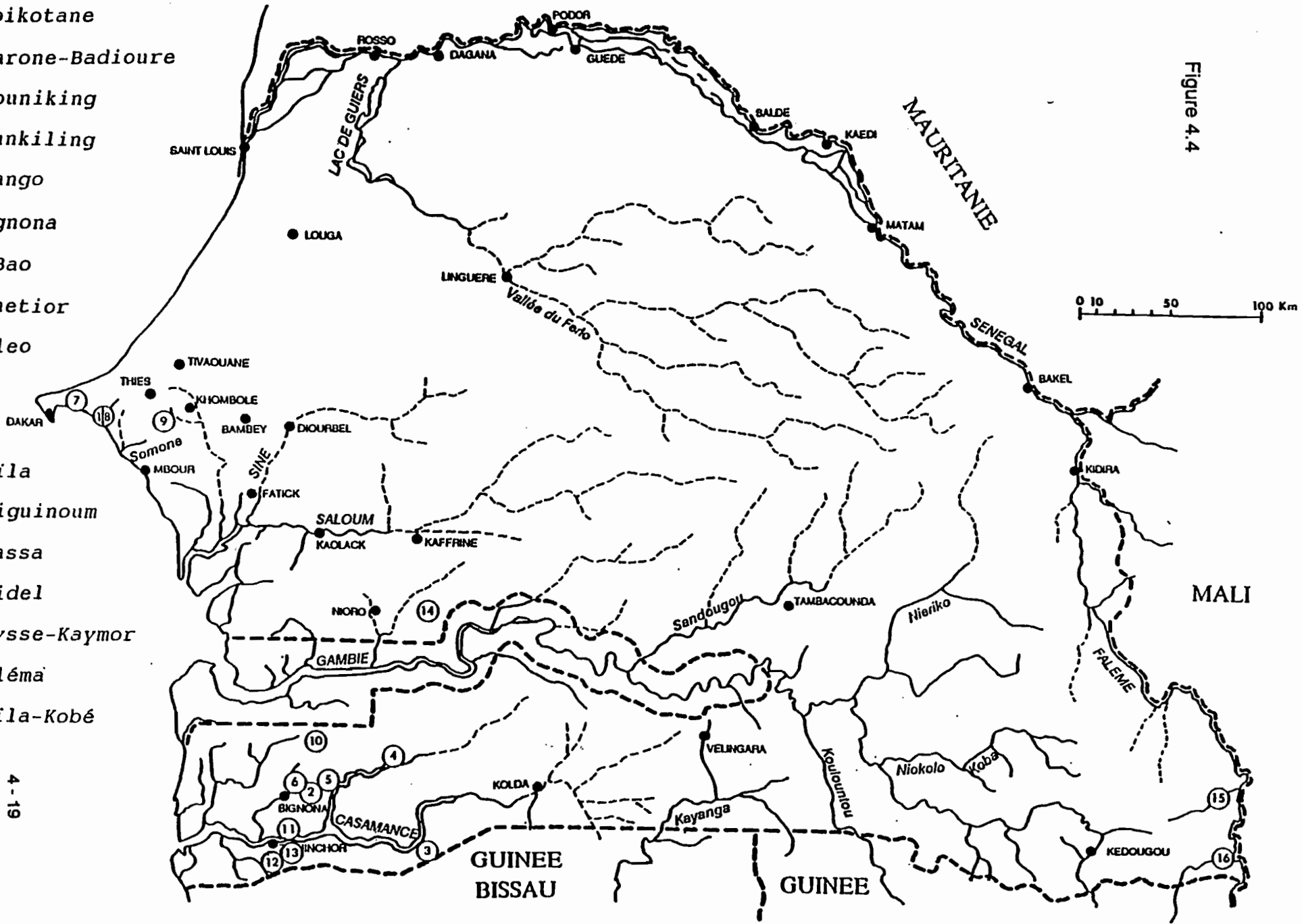


Figure 4.4

l'irrigation), et 25 points de mesures concernant des rejets industriels.

La SONEES (Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal) effectue des analyses journalières de la qualité des eaux du lac de Guiers, d'où provient le quart de l'eau consommée par l'agglomération de Dakar. La SONEES dispose de laboratoires d'analyse de qualité des eaux dans ses implantations suivantes: Dakar, Ngnith (lac de Guiers), Saint-Louis, Meke, Ziguinchor.

Depuis les années 1960, l'ORSTOM a effectué au Sénégal de nombreuses études concernant la qualité des eaux de surface et les transports solides et dissous.

Pour les mesures de salinité, on peut citer entre autres toutes les études effectuées sur les petits bassins versants de Casamance, ainsi que sur les parties estuariennes du Sénégal (Rochette 1974; Saos et al 1984; Carn 1985; Cogels et al 1986; Gac 1990; Gac et al 1990), et de la Casamance (Brunet-Moret 1969; Pages 1986; Olivry 1987).

Pour les transports solides et dissous, on peut citer des recherches menées sur le Sénégal (Gac et al 1985; Orange 1985; Gac et al 1986; Kattan et al 1987), sur la Gambie (Lerique 1975; Bamba 1987; Gac et al 1987) et le bassin versant expérimental de Thyse-Kaymor.

4.3 Données hydrométriques

4.3.1 Collecte, traitement, archivage

Les lectures d'échelles sont faites au rythme de deux fois par jour pour la plupart des stations, ou simplement quotidiennement pour quelques stations situées sur le Sénégal. Elles sont effectuées par des lecteurs recrutés sur place. Ceux-ci remplissent en double, à l'aide de papier carbone, des tableaux de relevés mensuels qui sont ensuite, soit expédiés par la poste dans les brigades régionales, soit récupérés par les agents des brigades lors de leurs passages aux stations. Les brigades conservent alors un exemplaire et expédient l'autre à la base de Dakar.

Les limnigrammes sont relevés, à un rythme mensuel ou hebdomadaire, soit par les agents des brigades lors de leurs tournées sur le terrain, soit par les lecteurs lorsque ceux-ci ont été formés à cette tâche. Ces diagrammes sont dépouillés à la main par les agents, qui remplissent des bordereaux sous forme de tableaux (temps-hauteur). Ces bordereaux de dépouillement sont ensuite expédiés à la base de Dakar, alors que les diagrammes originaux sont conservés dans les brigades.

Les jaugeages sont effectués par les équipes des brigades, lorsqu'il y a lieu lors des tournées mensuelles de visite aux stations, d'une part, et de façon intensive pendant la saison des pluies, d'autre part. Le dépouillement de ces mesures est effectué au planimètre dans les différentes brigades, où sont conservés les documents originaux. Les résultats sont transmis à la base de Dakar par le biais de rapports de tournées.

Les chefs de brigades établissent et tiennent à jour les courbes d'étalonnage, de façon manuelle sur papier millimétré. Celles-ci sont ensuite traduites en barèmes centimétriques.

Pour les stations à étalonnage bi-univoque, les débits moyens journaliers sont calculés dans les brigades par traduction à partir des barèmes d'étalonnage, soit des relevés de cote quotidiens, soit des cotes moyennes journalières calculées à partir des relevés bi-quotidiens. Ces valeurs de débits journaliers sont transmises sur bordereaux à la base de Dakar.

Les cotes des stations de Bakel, Matam, Podor, Kidira, Kedougou, Gouloumbou et Kolda sont communiquées chaque jour à la base de Dakar, par le biais de la radio de la Météorologie Nationale.

La base de Dakar classe les différents bordereaux expédiés par les brigades, et effectue en outre les opérations suivantes:

- saisie des cotes (selon les stations, entre 1 et 4 par jour, correspondant soit à des lectures d'échelles soit à des valeurs issues du dépouillement des limnigrammes) sur l'ordinateur équipé d'un disque dur (avec logiciel HYDROM de l'ORSTOM)
- saisie des cotes aux stations à étalonnage non bi-univoque, sur l'autre ordinateur, pour leur traduction en débit à l'aide d'un logiciel approprié, fourni par l'ORSTOM
- vérification de certains étalonnages

Les données de base (cotes, étalonnages, résultats de jaugeages) existant sur support informatique, sont gérées à l'aide du logiciel HYDROM, développé par l'ORSTOM. Ce logiciel de gestion de banque de données hydrométriques, archive les données dans les fichiers suivants: identification des stations; jaugeages; étalonnages; historique des stations; cotes instantanées; débits instantanés; débits moyens journaliers. Il permet en outre de faire un certain nombre de calculs automatiques, comme la traduction des cotes en débits, (y compris à partir d'étalonnages non bi-univoques), ou le dépouillement des jaugeages.

Les données actuellement disponibles sur support informatique sont les suivantes:

Au centre ORSTOM de Dakar:

- **bassin du Sénégal:** les cotes instantanées correspondant aux lectures d'échelle, pour l'ensemble des stations, depuis leur origine jusqu'aux premiers mois de 1990; les jaugeages antérieurs à 1980; pas de donnée concernant la limnigraphie; pas d'étalonnage.
- **bassin de la Gambie:** les cotes instantanées correspondant aux lectures d'échelle, pour l'ensemble des stations, depuis leur origine jusqu'en 1986; pas de donnée concernant la limnigraphie; pas d'étalonnage ni de jaugeage.
- **bassin de la Casamance:** quelques cotes instantanées (équivalant à une dizaine de station-années environ); pas de donnée limnigraphique; des débits moyens journaliers depuis l'origine des stations jusque 1983, 1984 ou 1987 pour les stations étalonnées (Fafakourou, Kolda, Sare Keita, Sare Sara, Sare Koutayel, Medina Abdoul et Madina Omar); les résultats de jaugeages effectués à ces stations, pendant la même période.
- autres bassins: aucune donnée.

Au centre ORSTOM de Montpellier:

- pour les stations du bassin du Sénégal, la même banque de données qu'au centre ORSTOM de Dakar, avec en plus, pour les stations de Bakel et Dagana, les cotes télétransmises pour les années 1989 et 1990, et quelques étalonnages concernant Podor et Kidira.
- pour le bassin de la Gambie, les jaugeages antérieurs à 1978 ou 1982, selon les stations.
- pour le bassin de la Casamance, les jaugeages antérieurs à 1981.
- pour les bassins du Kayanga et de la Somone, un certain nombre de jaugeages, antérieurs à 1980.

A la Division de l'Hydrologie de la DGRH:

Pour la quasi-totalité des stations du réseau national, les cotes correspondant, soit aux lectures d'échelle, soit au dépouillement manuel de limnigrammes, pour les années comprises entre 1985 et 1990 ou 1991; pour la presque totalité des stations étalonnées, des étalonnages couvrant des périodes variables pendant les décennies 70 et 80.

On remarque dans le fichier des étalonnages, un nombre assez important de chevauchements intempestifs de périodes de validité.

On remarque enfin que les numéros de code des stations adoptés par la SH, sont dans de nombreux cas (particulièrement pour les stations de la Casamance) différents des numéros utilisés dans la banque de données de l'ORSTOM à Dakar. Cette dernière présente également quelques différences de numérotation avec la banque de l'ORSTOM à Montpellier. Il conviendra de faire très attention à ce problème quand on unifiera les banques de données.

Signalons enfin que sont également disponibles au centre ORSTOM de Dakar, les relevés stockés sur mémoire de masse par les sondes CHLOE de l'OMVS, installées à Bakel, Dagana et Ngouï. Ces données sont sous forme de fichiers ASCII, directement utilisables par le logiciel HYDROM.

4.3.2 Diffusion

Les données concernant le réseau hydrométrique national sont diffusées auprès des utilisateurs potentiels, au travers des publications périodiques suivantes:

- **Annuaire hydrologique**

Cette publication de rythme annuel, porte sur les données collectées sur les stations du réseau durant une année hydrologique (du mois de mai au mois d'avril de l'année suivante). Y sont données pour chaque station, quelques indications sur les caractéristiques et l'historique de la station, un tableau annuel des cotes moyennes journalières à l'échelle, et une représentation graphique du limnigramme correspondant. Pour les stations étalonnées, un tableau des débits moyens journaliers est également fourni.

Les annuaires hydrologiques concernant les années comprises entre 1974 et 1978, ont été publiés par l'ORSTOM. La S.H. ayant repris la suite, a publié à ce jour ceux des années hydrologiques 1978-1979, à 1986-1987.

Le retard important que l'on constate dans le rythme de sortie de l'annuaire hydrologique, devrait être rapidement rattrapé à l'aide de la banque de données informatisée dont va maintenant disposer la S.H., dans le cadre de la convention passée avec l'ORSTOM.

- **Bulletin agro-hydro-météorologique décennal**

Ce bulletin d'une dizaine de pages, édité de mai à octobre par le Comité National AGRHYMET du Sénégal, donne des renseignements synthétiques sur la décennie, concernant à la fois les observations météorologiques et hydrologiques, et la situation des cultures.

La partie concernant l'hydrologie (deux pages) est fournie par la S.H., qui indique les cotes relevées au début et à la fin de la décennie dans les retenues de Manantali et Diama, et donne un tableau permettant de comparer les cotes pour chaque jour de la décennie, à celles relevées l'année précédente aux mêmes dates, ce pour les stations de Bakel, Matam, Podor, Kidira, Kedougou, Gouloumbou, Kolda. La situation hydrologique sur l'ensemble du pays est commentée, et comparée à celle des années précédentes.

Ce bulletin est diffusé (entre 100 et 150 exemplaires) auprès des utilisateurs, une semaine à 10 jours après la fin de la décennie concernée.

- **Bulletin hydrologique mensuel**

Ce bulletin de cinq à dix pages, est édité par la DGRH du Sénégal. La SH y donne les renseignements suivants:

- pour les stations de Bakel, Matam, Podor, Kedougou, Kolda et Kidira, un tableau mensuel des hauteurs moyennes et débits moyens (sauf Podor et Matam) journaliers.
- pour les stations de Bakel, Kedougou, Kolda et Kidira, un tableau indiquant le débit moyen mensuel, celui du même mois l'année précédente, les extrêmes journaliers du mois (hauteur et débit), et enfin, pour les stations où c'est possible, quelques valeurs caractéristiques du débit mensuel pour des fréquences données. Ceci permet de situer le débit mensuel par rapport à l'échantillon disponible sur les années observées.
- pour certaines des stations précitées, un graphe où sont superposés le limnigramme de l'année hydrologique précédente, et celui de l'année en cours, jusqu'à la fin du mois considéré.

- **Rapport technique de campagne agricole**

Ce rapport d'une quarantaine de pages, suivies d'annexes très fournies, est édité au rythme annuel par le Groupe de Travail Pluridisciplinaire du Comité National AGRHYMET. Y figurent une description des situations météorologiques et hydrologiques, et de leurs impacts sur le déroulement de la campagne agricole.

Le dernier rapport, édité en janvier 1991 en 200 exemplaires, concerne la campagne 1990-1991. On y trouve, pour les ressources en eaux de surface, des tableaux de débits moyens mensuels et des limnigrammes pour les stations de Kolda (Casamance), Bakel (Sénégal), et Kédougou (Gambie), permettant de comparer les saisons 1989/1990 et 1990/1991.

Un grand nombre d'études hydrologiques particulières a par ailleurs été mené au Sénégal. On peut citer ici les synthèses suivantes:

- Brunet Moret Y. (1970) Etudes hydrologiques en Casamance - Rapport définitif - ORSTOM - Ministère de l'énergie et de l'hydraulique du Sénégal.
- Rochette C. (1974) Le bassin du fleuve Sénégal - Monographies hydrologiques ORSTOM.
- Lamagat J.P. & al. (1989) Monographie hydrologique du fleuve Gambie - ORSTOM - OMVG.
- Sow M.A.A. (1984) Pluies et écoulement fluvial dans le bassin du Sénégal. Thèse de troisième cycle. Université de Nancy 2.
- Dacosta H. (1989) Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance - thèse de doctorat - Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

Une liste bibliographique de travaux de recherche menés par l'ORSTOM au Sénégal, en matière d'hydrologie de surface, est donnée dans l'annexe E.

4.3.3 Qualité des données

4.3.3.1 Etalonnage des stations

Pour les stations étalonnées situées sur le bassin du Sénégal, à part celle de Kidira sur la Falémé, le principal problème réside dans la non bi-univocité de la relation hauteur-débit, due à la pente très faible du fleuve. La méthode du gradient limnimétrique permet d'étalonner les stations concernées, en déterminant une relation hauteur-débit correspondant à un écoulement uniforme, à laquelle doit être appliqué un terme correctif multiplicatif, dépendant de la vitesse de variation du plan d'eau. Les étalonnages ainsi obtenus semblent être stables dans le temps, sauf pour la station de Bakel qui a du subir un détarage entre 1962 et 1973.

Pour les stations non marégraphiques du bassin de la Casamance, hormis celle de Madina Omar, les étalonnages sont instables dans le temps. Le développement variable d'une végétation importante dans les rivières de ce bassin, semble être à l'origine de ce problème dans de nombreux cas.

Les stations du bassin de la Gambie ont, pour une majorité d'entre elles, un étalonnage relativement stable.

Le tableau 4.1 donne une indication sur le caractère stable ou instable, voire non bi-univoque des étalonnages.

Le tableau 4.2 indique à partir des données postérieures à 1964 dont nous avons pu disposer, la fréquence des jaugeages, ainsi que l'existence de mesures suffisantes en hautes eaux, permettant d'éviter une extrapolation importante des étalonnages. On note une fréquence moyenne d'environ 7 jaugeages par an et par station, et une proportion d'une station sur cinq dont l'étalonnage doit être fortement extrapolé pour la traduction des plus fortes cotes observées. Estimée sur l'année 1989 à partir de 15 stations réparties sur les bassins de Gambie et de Casamance, la fréquence moyenne des jaugeages pendant la période récente conserve une valeur approximative de 7 jaugeages par station et par an. Ce chiffre moyen, relativement satisfaisant, ne doit cependant pas cacher une certaine disparité entre les stations. Le cas actuellement le plus critique est celui des stations situées sur le cours principal du fleuve Sénégal, qui ne sont plus jaugées depuis l'année 1989, à cause des incidents frontaliers survenus entre le Sénégal et la Mauritanie.

La dernière mise à jour des courbes d'étalonnage à partir des résultats de jaugeages, remonte à plusieurs années pour de nombreuses stations.

4.3.3.2 Relevés de cotes limnimétriques

Pour tester la qualité des données journalières (cotes ou débits selon les cas) disponibles sur la banque de données de l'ORSTOM à Dakar, nous avons sélectionné un certain nombre de stations, pour lesquelles nous avons effectué les opérations suivantes:

- Visualisation graphique d'hydrogrammes, éventuellement superposés pour deux ou trois stations différentes. Cette méthode permet de détecter facilement certaines anomalies telles que: cotes aberrantes, paliers artificiels, identité de cotes entre stations, ondes de crues visibles pour deux stations et absentes sur le tracé d'une troisième station située entre les deux premières, etc..
- Calculs de corrélation simple au pas de temps journalier, entre stations pour lesquelles les cotes sont à priori liées, soit par une relation de cause à effet (cas d'une station en aval d'une autre), soit par l'existence de facteurs déterminants communs (cas de stations contrôlant des bassins versants adjacents et de superficies comparables). Ces calculs, alliés à une visualisation graphique des relations obtenues, et au tracé du cumul des résidus correspondant, permettent de mettre en évidence certaines relations très étroites, garantes d'une bonne qualité des données, mais également signe, éventuellement, d'une certaine redondance. Certaines erreurs systématiques peuvent être mises en évidence à partir du tracé du cumul des résidus. Les équations de régression significatives sont indiquées dans le tableau 4.3.3.2.1, et les graphiques correspondants figurent dans l'annexe du chapitre 4.

Pour chacune des stations testées, un commentaire de qualité est attribué en tenant compte du nombre de lacunes et de la justesse apparente des données.

Tableau 4.2 : Evaluation du suivi des étalonnages

Station	Riviere	Periode (*)	Nombre de jauges sur la periode	Nombre moyen de jauges par an sur la periode	Etalonnage fortement extrapolé (**)
KOUSSANAR	KOUSSANAR	1985-1989	21	5.2	oui
GOULOUMBOU	GAMBIE	1972-1984	112	9.7	oui
KEDOUGOU	GAMBIE	1970-1986	216	12.9	non
PONT ROUTIER	DIAGUERY	1972-1990	146	8	non
MAKO	GAMBIE	1972-1987	133	9.1	non
SIMENTI	GAMBIE	1970-1979	59	6.6	non
WASSADOU AMONT	GAMBIE	1970-1988	205	11.2	non
WASSADOU AVAL	GAMBIE	1973-1983	51	5	non
MEDINA DJIKOYE	DJIKOYE	1976-1990	143	10.1	non
PONT ROUTIER	DIARHA	1972-1990	113	6.2	non
PARC GUE DU PNNK	KOULOUNTOU	1972-1985	40	2.9	oui
MISSIRAH GONASSE	KOULOUNTOU	1970-1987	124	7.4	non
GOUMBAYEL	NIERIKO	1979-1989	20	2	non
NIAOULE TANOU	NIAOULE	1972-1989	41	2.4	non
PONT ROUTIER	NIERIKO	1969-1980	40	3.7	oui
PONT PNNK	NIKOKOLOKOA	1972-1988	69	4.3	oui
SINTHIOU MALEME	SANDOUGOU	1973-1988	64	4.2	non
PONT ROUTIER	SILI	1974-1990	168	10.4	non
SINTHIAN COUNDARA AVAL	SIMA	1980-1988	47	5.8	non
PONT	TIOKOYE	1972-1990	144	7.9	non
BAKEL	SENEGAL	1968-1986	238	13	non
DAGANA	SENEGAL	1976 1984-1986	21	9.3	non
MATAM	SENEGAL	1973-1988	66	4.3	non
KAEDI	SENEGAL	1986	20		non
PODOR	SENEGAL				non
SALDE	SENEGAL				non
KIDIRA	FALEME	1965-1980	70	4.5	non
NGOUI	DOUE				non (***)
RICHARD TOLL PONT	TAQUEY				
BANGO	AXE GOROM LAMPSAR				
PONT DE BOUE	AXE GOROM LAMPSAR				
NDIOL	AXE GOROM LAMPSAR				
ROSS BETHIO	AXE GOROM LAMPSAR				
NDIAWDOUN	AXE GOROM LAMPSAR				
KOLDA	CASAMANCE	1967-1990	455	19.6	non
SARE KEITA	DIOULAKOLON	1968-1986 1989-1990	120	6.1	non
SARE SARA	TIANGOL	1967-1990	285	12.2	non
ALEXANDRIE	TIANGOL	1988-1990	18	8.3	
SARE KOUTAYEL	NIAMPAMPO	1968-1989	102	4.8	oui
MEDINA ABDOUL	KHORINE	1968-1990	139	6.3	oui
MADINA OMAR	KHORINE	1967-1990	226	9.7	non

(*) c'est la période, postérieure a 1964, pour laquelle nous avons pu disposer de la liste des jauges effectuées a la station.

(**) critere retenu : oui si le rapport entre la cote maximale jaugée et la cote maximale observée est inférieur a 0.8 (rapport entre les debits pour les stations du bassin de Casamance)

(***) nombre de jauges insuffisant pour définir l'etalonnage (non bi-univoque)

4.3.3.2.1 Stations du bassin de la Gamble

Le SANDOUGOU à MAKA (1970-1985): médiocre.

Le fichier comporte de nombreuses lacunes pour cette station (78% de mois incomplets ou manquants), principalement pour les basses eaux. Faute de renseignements suffisants (jauges), nous ne savons pas si ces lacunes correspondent à l'absence d'écoulement. La comparaison avec la station de Sinthiou Maleme, située en amont, ne montre pas, sur les rares périodes de données communes, de relation entre les deux hydrogrammes. La station est influencée par la Gambie, mais ne montre aucune similitude avec l'hydrogramme de Genoto. Enfin, certaines décrues sont linéaires, donc peu vraisemblables.

La GAMBIE à FASS (1973-1985): médiocre.

Seule des données de basses eaux sont présentes dans le fichier (79% de mois incomplets ou manquants, au total). La concordance des ondes de marées visibles sur les hydrogrammes, est bonne entre cette station et celle de Gouloumbo. Les cotes semblent donc correctes.

Tableau 4.3 : Relations existant entre données journalières des différentes stations

prévisande	préviseur	P	Unité	Inf	Sup	Ncouple	Dec	A	B	R	ETR	ETRG	Graphe
Mako	Kedougou	1970-1986	cm		155	3142	1	1.727	-92.2	0.961	11.1	13.8	1
				155	340	1622	1	0.957	13	0.961	14.3	2	
				340		555	1	0.609	133	0.899	23	3	
Wassadou amont	Simenti	1970-1983	cm			4474	1	1.22	-47.7	0.995	26		4
Diaguery (pont)	Kedougou	1974-1986	cm			2702	0	0.751	-42.7	0.889	44.8		5
Missira Gonasse	Koulountou (gué PNNK)	1974-1977	cm		165	580	2	3.462	-172	0.946	25.2	40.4	6
				165		166	2	0.989	281	0.85	71.6	7	
Wassadou aval	Wassadou amont	1973-1983	cm			3498	0	0.982	64.4	0.999	12.6		8
Nieriko (pont)	Wassadou aval	1973-1986	cm		210	2341	0	0.161	7.84	0.385	17.2	21.3	9
				210		1512	0	0.987	-179	0.994	26.5	10	
Diarha (pont)	Tiokoye (pont)	1974-1986	cm			2397	0	0.625	60.8	0.881	39.8		11
				65	500	1041	0	0.522	90.4	0.759	48.2	12	
Genoto	Goulombo	1970-1986	cm		300	2861	0	0.683	-52.8	0.935	12.3	17.2	13
				300		901	0	0.931	-136	0.991	27.5	14	
Matam	Bakel	1904-1989	cm		120	2938	4	1.06	-88.2	0.732	27.5	34.1	15
				120	450	8212	4	1.344	-128	0.974	29	16	
				450	800	4470	4	0.831	108	0.891	43	17	
				800		2920	4	0.463	396	0.835	37.8	18	
Kaedi	Matam	1903-1989	cm		180	4200	3	1.04	-21	0.963	20.9	31.9	19
				180	500	5813	3	1.14	-46.4	0.939	38.2	20	
				500		6332	3	0.768	154	0.956	31.7	21	
Salde	Kaedi	1938-1990	cm		180	3835	2	1	81.5	0.969	20.4	20.6	22
				180	500	2281	2	1.018	72.2	0.967	25.4	23	
				500		2706	2	1.073	47.9	0.991	15.9	24	
Podor	Guede	1940-1990	cm			11815	2	0.74	-16.3	0.965	46.8		25
Guede	Salde	1940-1990	cm			9708	3	0.741	40.25	0.986	38.6		26
Ngoui	Salde	1955-1990	cm			7649	0	0.983	142	0.972	73.3		27
Richard Toll	Dagana	1952-1990	cm			7718	0	0.851	1.84	0.995	9.24		28
Madina Omar	Sare Sara	1967-1984	m3s-1			4236	0	0.33	0.046	0.874	0.44		29
Madina Omar	Medina Abdoul	1968-1983	m3s-1			2739	1	1.747	0.037	0.709	0.326		30

Legende: $Y(j+Dec) = A \cdot X(j) + B$ pour $Inf < X(j) < Sup$
 $X(j)$: cote ou débit (selon Unité), relatif a la station préviseur, au jour j
 $Y(j+Dec)$: cote ou débit (selon Unité), relatif a la station prévisande au jour j+Dec
A et B sont déterminés sur un échantillon de taille Ncouple, sur la période P
R : coefficient de corrélation; ETR : écart type résiduel; ETRG : écart type résiduel global
Graphe : numéro du graphique correspondant, dans l'annexe E
Dec : décalage en jour.

La GAMBIE à GOULOUMBO (1953-1986): très bon.

Des données de hautes eaux sont disponibles pour les périodes 1953-1956 et 1964-1971, et l'année entière est couverte depuis 1972 (mois incomplets ou manquants: 54% sur 1953-1986, et 16% sur 1972-1986). Hormis quelques données aberrantes ou douteuses (juin 1978, août à octobre 1981), la comparaison graphique montre une excellente cohérence entre les hydrogrammes de cette station et ceux de Genoto, située à l'aval. La corrélation entre les deux stations est très forte (voir tableau 4.3), signe de fiabilité des données.

La GAMBIE à KEDOUGOU (1970-1986): très bon.

Le fichier comporte très peu de lacunes, avec seulement 6% de mois incomplets ou manquants. La cohérence avec l'hydrogramme de Mako, situé à l'aval, est très bonne et se traduit par une forte corrélation (voir tableau 4.3). Les données sont fiables.

Le DIAGUERY au PONT ROUTIER (1974-1986): bon.

Le fichier comporte 33% de mois incomplets ou manquants, correspondant pour la plupart à des périodes de non écoulement. Les données sont cohérentes (passage des crues) avec celles de Kédougou, située en aval. Cette dernière station contrôlant un bassin sept fois plus grand, la corrélation entre les deux n'est cependant pas très forte (voir tableau 4.3).

La GAMBIE à MAKO (1970-1987): très bon.

Le fichier comporte peu de lacunes (7% de mois incomplets ou manquants), et la fiabilité des données est attestée par leur forte corrélation avec celles de Kedougou (voir tableau 4.3).

La GAMBIE à SIMENTI (1970-1987): très bon.

Le fichier comporte peu de lacunes (8% de mois incomplets ou manquants), et mis à part les mois de août 1972 et octobre 1978, les données sont d'excellente qualité, parfaitement cohérentes et en étroite corrélation avec celles de Wassadou amont (voir tableau 4.3).

La GAMBIE à WASSADOU AMONT (1970-1983): très bon.

Le fichier est quasiment complet (2% de mois incomplets ou manquants), et l'ensemble des données est d'excellente qualité (voir le commentaire concernant Simenti).

La GAMBIE à WASSADOU AVAL (1973-1986): bon.

Le fichier comporte 16% de mois incomplets ou manquants, et en outre, les relevés sont strictement égaux à ceux de Wassadou amont de janvier 1973 à février 1974. Le tracé des nuages de points relatifs aux corrélations entre Wassadou aval et Wassadou amont d'une part, et Wassadou aval et le Niériko au pont routier d'autre part, montre que ces 14 mois de données sont à éliminer du fichier de Wassadou aval. Ceci étant fait, la corrélation entre Wassadou amont et Wassadou aval est excellente (voir tableau 4.3), et montre la bonne qualité des données.

Le DIARHA AU PONT ROUTIER (1975-1986): bon.

Le fichier comporte 39% de mois incomplets ou manquants, correspondant pour la plupart aux très basses eaux. Mis à part les relevés de juillet 1986, plutôt douteux, les hydrogrammes de cette station sont assez cohérents, notamment en montrant de nombreuses coïncidences de pointes de crues, avec ceux de la station du Tiokoye au pont, contrôlant un bassin adjacent de taille comparable. La corrélation entre les deux stations est d'ailleurs assez bonne (voir tableau 4.3), bien que montrant, par le cumul des résidus, une légère hétérogénéité entre les années 1974 à 1976 et les suivantes.

Le KOULOUNTOU au PARC GUE du PNNK (1974-1987): très médiocre.

Le fichier présente 40% de mois incomplets ou manquants. En outre, les données relatives à l'année 1979 et à la période allant de mai 1983 à février 1987, sont strictement égales à celles de la station de Missirah Gonasse. Ces données erronées, correspondent probablement à une confusion de station au moment de la saisie, et doivent être éliminées du fichier. Enfin, le limnigramme de l'année 1980 est visiblement très douteux. Les données de la période 1974-1977 semblent correctes, et sont bien corrélées avec celles de Missirah Gonasse (voir tableau 4.3).

Le KOULOUNTOU à MISSIRAH GONASSE (1970-1987): très bon

Le fichier est quasiment complet, avec 1% de mois incomplets ou manquants. Le limnigramme ne montre aucune anomalie, et présente, en hautes eaux, une relative similitude avec celui de Wassadou aval, traduisant le fait que cette station est influencée par la Gambie. Les données sont par ailleurs bien corrélées avec celles du Koulountou au Parc gué du PNNK (voir le commentaire relatif à cette station).

Le NIERIKO au PONT ROUTIER (1970-1986): très bon

Le fichier est quasiment complet, avec 3% de mois incomplets ou manquants. Mis à part la période de février à juillet 1976 où les données sont aberrantes, et le mois de juin 1983 où elles sont douteuses, le limnigramme de cette station est parfaitement corrélé avec celui de Wassadou aval sur la Gambie (voir le tableau 4.3).

Le SANDOUGOU à SINTHIOU MALEME (1973-1986): médiocre.

Le fichier présente 87% de mois incomplets ou manquants, correspondant certainement, pour beaucoup, à des périodes de non écoulement. On remarque l'absence totale de similitude entre les limnigrammes de cette station, et ceux de Maka, situé à l'aval.

Le TIOKOYE au PONT (1971-1986): bon.

Le fichier comporte 39% de mois manquants ou incomplets, correspondant pour la plupart à des périodes de non écoulement.. Mis à part les mois de octobre et novembre 1986, à éliminer, les cotes sont assez bien corrélées avec celles du Diarha au pont routier, contrôlant un bassin adjacent (voir tableau 4.3). Le tracé du cumul des résidus fait apparaître une certaine hétérogénéité dans cette corrélation, entre la période 1974-1976 (valeurs faibles sur le Tiokoye, ou bien fortes sur le Diarha) et la période 1977-1986 (valeurs fortes sur le Tiokoye, ou bien faibles sur le Diarha). Cependant, étant donnée la répartition des points de jaugeage de l'ensemble des deux périodes, sur une unique courbe d'étalonnage pour chacune des deux stations, il semble que cette hétérogénéité soit naturelle et ne corresponde à aucune anomalie.

La **GAMBIE** à **GENOTO**: moyen.

Le fichier est quasiment complet, avec seulement 5% de mois incomplets ou manquants. On remarque cependant sur le tracé graphique, par comparaison avec les stations de Goulombo et Wassadou aval, de nombreuses portions de données douteuses, qu'il convient d'éliminer: février et mars 1972; septembre et octobre 1973; mai 1974; juin et juillet 1978; octobre 1978 à avril 1979; mai 1979 à octobre 1979; mars 1980 à août 1980; décembre 1980 à mai 1981; septembre et octobre 1981; avril et mai 1982; juillet 1982 à mai 1983; septembre 1983; décembre 1983 à mars 1984; mai, juin, août et septembre 1984; février 1986. Mis à part ces données douteuses, la corrélation avec la station de Goulombo est excellente (voir le tableau 4.3).

Conclusion

La majorité des stations du bassin de la Gambie dispose de fichiers de données de bonne qualité. Pour quelques unes, des problèmes techniques auxquels il devrait être possible de remédier facilement, altèrent la qualité des fichiers. Il s'agit en particulier de nombreuses périodes de lacunes qui pourraient être, sous réserve de confirmation, saisies en code d'absence d'écoulement. Il s'agit également de quelques confusions de stations pour certaines années. Enfin, les données douteuses ou aberrantes, qui nécessiteraient une vérification à partir des documents originaux, sont plutôt rares dans l'ensemble.

Les relations obtenues, liant les limnigrammes de certaines stations deux à deux, montrent dans certains cas une redondance caractérisée:

Wassadou amont, Wassadou aval, Niériko au pont routier;
Génoto, Goulombo;
Wassadou amont, Simenti;

4.3.3.2 Stations du bassin du Sénégal

Dans de nombreux cas, les relations existant entre stations de ce bassin, dépendent fortement de l'amplitude de la crue. Il n'est alors pas possible d'utiliser la méthode du cumul des résidus pour la recherche d'erreurs systématiques. Cependant, l'absence d'apports de débits importants à l'aval de Bakel, permet une comparaison graphique aisée des hydrogrammes relatifs aux différentes stations de la vallée, pour la détection de certaines anomalies.

Pour les échelles anciennes (antérieures à 1951 ou 1952), certains cas d'erreurs de graduations, et surtout de modifications de calage de zéro, ont été mis en évidence dans la Monographie du Fleuve Sénégal. Afin de rendre exploitable l'ensemble des données, une homogénéisation des données originales a dû être entreprise. Les résultats de ces travaux sont présentés dans la monographie. Les valeurs antérieures à l'année 1965, présentes dans la banque de données pour les stations de la vallée du Sénégal, correspondent, non pas aux valeurs brutes, mais aux valeurs homogénéisées.

Pour les stations de la basse vallée (à partir de Guede et Podor), les données de basses eaux ne correspondent pas, à partir de 1983, au régime naturel du fleuve. Elles sont influencées dans un premier temps par le barrage anti-sel temporaire de Rheune (Séguis 1990), et ensuite par le barrage anti-sel de

Diama. Les relations existant entre les cotes de basses eaux des différentes stations s'en trouvent alors considérablement modifiées.

A partir de 1987, le barrage de Manantali a commencé à fonctionner, produisant du même coup un régime hydrologique artificiel à toutes les stations situées à l'aval (au Sénégal, la station de Bakel et toutes celles situées en aval de celle-ci).

Signalons enfin que dans la plupart des cas, les lectures d'échelles antérieures à 1952 ne concernent que les hautes et moyennes eaux.

Le SENEGAL à BAKEL (1904-1990): très bon.

La proportion de mois incomplets ou manquants est de 64% entre 1904 et 1950, et de 4% entre 1951 et 1990. Aucune anomalie flagrante n'est décelable sur les hydrogrammes, qui sont fortement corrélés avec ceux de Matam (voir tableau 4.3.3.2.1). Une hétérogénéité est mise en évidence par le cumul des résidus de cette corrélation, particulièrement en basses et très basses eaux (pour une même cote à Matam, la cote à Bakel est plus forte depuis 1981 qu'avant cette date). Cependant, la relation existant entre les cotes des deux stations dépend vraisemblablement de l'amplitude de la crue. Ceci ne permet pas d'interpréter comme une anomalie à l'une ou l'autre des deux stations, cette hétérogénéité qui peut être due à une cause naturelle, telle que la baisse du niveau des nappes.

Le SENEGAL à MATAM (1903-1989): bon.

La proportion de mois incomplets ou manquants est de 53% entre 1903 et 1950, et de 18% entre 1951 et 1989. On détecte un certain nombre de données douteuses: juin 1933; juillet 1937; 30 et 31 mai 1965; juin 1965; mars à juillet des années 1974 à 1977; février à juillet 1978; mai, juin et octobre 1979; avril à juin 1981; avril à juin 1983; Une fois écartées ces valeurs douteuses, la corrélation est forte avec la station de Bakel (voir commentaire concernant cette station), ainsi qu'avec la station de Kaedi (voir tableau 4.3.3.2.1). Pour cette dernière relation, certaines hétérogénéités mises en évidence par le cumul des résidus (pour une même cote de basses eaux à Kaedi, la cote à Matam est plus faible à partir de 1981 qu'avant cette date) ne peuvent, une fois de plus, être interprétées facilement, en raison de la dépendance de la relation à l'amplitude de la crue.

Le SENEGAL à KAEDI (Mauritanie: 1903-1973; Sénégal:1976-1990): bon.

Une batterie d'échelles étant installée sur chaque rive du fleuve au niveau de Kaedi, avec théoriquement le même calage de zéro, nous considérons ici les cotes des deux stations comme une unique chronique homogène.

La proportion de mois incomplets ou manquants est de 63% entre 1903 et 1958, et de 30% entre 1959 et 1990. On détecte un certain nombre de données douteuses: juin 1940; juillet 1970; décembre 1977 à juin 1978; mai à juillet 1979; janvier à avril 1980; octobre 1982; juin 1984; janvier à avril 1985; juin et juillet 1985; mars et juin 1989. Mis à part ces valeurs douteuses, la corrélation est bonne avec Matam (voir le commentaire pour cette station), et très bonne avec Salde (voir le tableau 4.3).

Le SENEGAL à SALDE (1903-1904; 1938-1942; 1952-1990): bon.

La proportion de mois incomplets ou manquants est de 30% pour les périodes 1903-1904 et 1938-1942, et de 24% entre 1952 et 1990. Des données douteuses figurent dans le fichier, pour les périodes suivantes: novembre et décembre 1963; février à juin 1968; janvier à juin 1970; juillet 1971; janvier et février 1972; octobre à décembre 1979; décembre 1986 à mars 1987; février à avril 1990; 1^{er} août 1982; Mis à part ces données douteuses, la corrélation avec la station de Kaedi (voir commentaire) est très bonne et quasi linéaire. La relation liant les deux stations ne semble pas dépendre de l'amplitude de la crue. Avec la station de Ngoui sur le Doué, la corrélation est également très bonne et quasi linéaire, mais fait apparaître des périodes très hétérogènes, traduisant probablement des erreurs systématiques au niveau de Ngoui.

Le DOUE à NGOUI (1955-1990): médiocre.

Le fichier présente 20% de mois incomplets ou manquants. Les données sont douteuses pour les périodes suivantes: juillet 1956; mai et juin 1972; avril à juin 1980; décembre 1986 à juillet 1987; décembre 1987 à juillet 1988. La corrélation entre les stations de Ngoui et Salde, fait apparaître à partir de 1980, une erreur additive systématique sur les données de Ngoui. Cette erreur vaut -100 cm pendant certaines périodes, et -200 cm pendant d'autres. Il est possible qu'elle soit due à une mauvaise interprétation des lectures de cotes, faites sur une batterie d'échelles numérotée de façon inadéquate. L'équation de régression entre Ngoui et Salde est donnée, à titre indicatif, dans le tableau 4.3.

Le DOUE à GUEDE (1940-1990): très bon.

La proportion de mois incomplets ou manquants est de 61% entre 1940 et 1949, et de 13% entre 1950 et 1990. Les données sont douteuses sur les périodes suivantes: août 1946; mars 1960; novembre et décembre 1970; novembre et décembre 1974; février à juin 1978; juillet et août 1979; octobre et novembre 1979; mai à juillet 1985. La relation existant entre les cotes de Guede et celles de Salde, est non linéaire, dépendante de l'amplitude de la crue, et différente en crue et en décrue. Elle est donnée, à titre indicatif, dans le tableau 4.3.

Le SENEGAL à PODOR (1903-1990): très bon.

Le fichier comprend 74% de mois incomplets ou manquants pendant la période 1903-1952, et 17% de 1953 à 1990. On distingue très peu de données douteuses: 8 août 1948; juillet 1951; juillet 1985. La relation entre cette station et celle de Guede est fortement non linéaire, dépendante de l'amplitude de la crue, et différente en crue et en décrue. Elle est donnée, à titre indicatif, dans le tableau 4.3.

Le SENEGAL à DAGANA (1903-1990): bon.

Le fichier comprend 69% de mois incomplets ou manquants, de 1903 à 1974, et 21% de 1975 à 1990. Les seules données douteuses détectées concernent la période de mars et avril 1989.

La relation entre cette station et celle de Richard Toll est très étroite (voir le tableau 4.3)

Le SENEGAL à RICHARD TOLL (1952-1990): bon.

La proportion de mois incomplets ou manquants est de 66% de 1952 à 1975 (basses eaux principalement), et de 16% de 1976 à 1990. Les seules données douteuses détectées se situent au mois d'octobre 1968, et du 24 au 26 novembre 1987. La corrélation est très forte entre cette station et celle de Dagana.

Conclusion

La qualité des données est bonne pour l'ensemble des stations testées, à l'exception de Ngoui sur le Doué. Pour celle-ci, une homogénéisation relativement simple des données postérieures à 1979, permettra au fichier d'atteindre le niveau de qualité constaté pour les autres stations.

4.3.3.2.3 Stations du bassin de la Casamance

Pour ces stations, l'évaluation de la qualité des données porte sur les débits moyens journaliers.

Le KHORINE à MEDINA ABDOUL (1968-1970, 1977-1983): bon.

Les mois incomplets ou manquants représentent 34% du fichier. La comparaison du limnigramme avec celui de Medina Omar (situé à l'aval), montre une assez bonne cohérence des données des deux stations. La corrélation est cependant faible (voir tableau 4.3), ce qui est normal compte tenu du fort accroissement de superficie de bassin entre les deux stations (64%). Les seules anomalies constatées sont des crues observées en décembre 1968 et novembre 1969 à Medina Abdoul et non observées à Medina Omar, ainsi qu'un débit nettement plus fort à Medina Abdoul qu'à Medina Omar, durant octobre et novembre 1979. Ceci concerne toutefois des écoulements tellement faibles qu'on ne peut en tirer aucune conclusion.

Le KHORINE à MADINA OMAR (1967-1970, 1974-1984): bon.

Le fichier comporte 29% de mois incomplets ou manquants. La seule anomalie constatée est une valeur aberrante pour le 18 novembre 1974. Le limnigramme est cohérent avec celui de Medina Abdoul (voir commentaire), et relativement corrélé avec celui de Sare Sara, station voisine sur le Tiangol (voir tableau 4.3).

Le TIANGOL à SARE SARA (1967-1970, 1974-1984): bon.

Le fichier comporte 28% de mois incomplets ou manquants. Seules les données du mois de juin 1978 semblent un peu douteuses. Sinon, la corrélation est relativement bonne avec la station voisine de Madina Omar (voir commentaire).

La CASAMANCE à KOLDA (1967-1986): très bon.

Les mois incomplets ou manquants représentent 21% du fichier. On remarque comme seules anomalies, les points suivants: deux discontinuités nettes, entre les mois de décembre 1981 et

janvier 1982 d'une part, et de avril et mai 1981 d'autre part; un possible décalage de jour en juin 1982 (visible par comparaison avec les stations de Madina Omar et Sare Sara).

Conclusion

La qualité des données est bonne pour les stations examinées. Une partie importante des mois de données incomplets, ne correspondent en fait qu'à un problème purement technique, propre à l'utilisation du logiciel HYDRON. Il s'agit de la quasi-totalité des mois de janvier, jugés incomplets du fait de l'absence de donnée pour le 1er janvier à 0 heure.

4.3.4 Lacunes et Insuffisances

4.3.4.1 Réseau hydrométrique

Le réseau hydrographique actif du Sénégal, est correctement couvert par les stations du réseau hydrométrique national. La masse de données accumulées sur ces stations, permet d'ores et déjà de faire des estimations statistiques très consistantes, des ressources en eau de surface du pays. Pour être entièrement opérationnelle, cette banque de données nécessite cependant une mise à jour complète de sa saisie sur support informatique. Il sera donc nécessaire de mener à bien les tâches suivantes:

- *concernant l'ensemble des données:*

fusionner les banques de données disponibles à l'ORSTOM Montpellier, L'ORSTOM Dakar et la SH. Certaines stations présentant une différence de codage d'une banque à l'autre, certaines modifications de codes devront être effectuées.

Il sera également nécessaire de faire un certain nombre de vérifications et de corrections, concernant les quelques problèmes signalés plus haut (valeurs aberrantes, confusions de stations, saisie des périodes à sec). L'ensemble du travail pourra prendre quelques jours.

- *concernant les courbes d'étalonnage:*

mettre à jour l'ensemble des courbes d'étalonnage restant à établir, en utilisant tous les résultats de jaugeages disponibles. Ce travail sera probablement assez long (1 ou 2 mois d'ingénieur), compte tenu de l'instabilité de certains étalonnages.

Vérifier le fichier des étalonnages (chevauchements de périodes de validité).

Saisir les étalonnages manquants dans le fichier. A titre indicatif, on peut estimer à plus de 200 stations-années, la quantité d'étalonnages manquants actuellement dans le fichier.

- *concernant les cotes instantanées (lectures d'échelles):*

saisir les cotes des années antérieures à 1985 ou 1986, pour les stations des bassins de Casamance et de Kayanga, et des bassins côtiers (à titre indicatif, entre 250 et 300 stations-années à saisir, occupant un technicien pendant environ un mois et demi).

- *concernant la limnigraphie:*

La saisie des limnigrammes à la table à digitaliser, à l'aide d'HYDROM, permet une discrétisation rapide et optimale des diagrammes, puisqu'il suffit de viser des points librement sélectionnés sur ces courbes.

L'idéal serait donc de pouvoir procéder à cette saisie pour l'ensemble des diagrammes existants. Ceux-ci doivent cependant représenter, d'après une estimation grossière, environ 600 années de limnigraphie, ce qui équivaut, compte tenu des périodes de rotation des appareils (hebdomadaire, mensuelle, semi-mensuelle), à environ 12000 diagrammes. Bien qu'un nombre important de ces diagrammes théoriques corresponde sans nul doute, à des périodes sans enregistrement (absence d'écoulement à certaines stations, ou pannes d'appareils), le dépouillement d'une telle masse de documents prendra un temps considérable, qu'on peut estimer à deux années de travail pour une personne.

Il sera donc sûrement nécessaire, du moins dans un premier temps, de laisser de côté les limnigrammes dont la saisie à la table à digitaliser n'apporterait pas un gain substantiel de précision, par rapport aux cotes déjà saisies manuellement sur la banque de données. Ceci concerne, en particulier, les limnigrammes dépouillés sur bordereaux avec suffisamment de précision, ayant déjà fait l'objet d'une saisie au clavier.

- *concernant les jaugeages:*

les listes déjà saisies semblent complètes, dans l'ensemble, pour les années antérieures à 1978, 1980, 1981 ou 1982, selon les stations. Il serait judicieux de compléter rapidement la saisie des jaugeages jusqu'aux plus récents, afin de faciliter la mise à jour des étalonnages. HYDROM permet en effet d'éditer différents graphiques comportant à la fois les courbes d'étalonnage et les points jaugés, qui apportent une aide précieuse et rapide pour mettre en évidence les éventuels détarages.

Mis à part la digitalisation des limnigrammes, l'ensemble des travaux à réaliser devrait donc prendre assez peu de temps.

Dans le cadre de la convention de travaux passée avec l'ORSTOM et financée par le FAC, la Section d'Hydrologie de la DGRH a d'ores et déjà été dotée d'un ensemble de matériel informatique très puissant. A l'issue de cette convention (1993), elle devrait disposer en outre, d'une banque de données informatisée quasiment complète et à jour.

4.3.4.2 Etudes de bassins versants

La figure 4.4 montre que les petits bassins versants étudiés au Sénégal, sont particulièrement concentrés sur le bassin de la Casamance et la région de Thiès et Dakar. Mis à part le bassin de Thyse Kaymor situé dans la partie basse du bassin de la Gambie, et les bassins du Daléma et du Koïla-Kobé, affluents de la haute Falémé, le reste du pays n'est pas représenté.

L'étude de bassins versants représentatifs serait souhaitable dans la région du haut bassin de la Gambie, où la pluviométrie intéressante permet d'envisager l'aménagement de retenues collinaires, ainsi que dans la région du fleuve Sénégal, de la Falémé et du Sénégal oriental (Matam - Bakel - Kidira - Tambacounda), où la Direction de Travaux Publics rencontre des problèmes pour le dimensionnement de petits ouvrages routiers de franchissement. De telles études intéresseraient également la Direction des Eaux, Forêts, Chasses, et de la Conservation des Sols, qui manque de données pour dimensionner les petits barrages collinaires et seuils anti-érosifs qu'elle réalise dans le département de Bakel.

4.4 Données sur la qualité des eaux et les transports solides

Pour les stations de la SH où l'on analyse la salinité, la fréquence des prélèvements va de un ou deux échantillons (marée haute - marée basse) par jour, pour les stations observées par un lecteur, à un échantillon par mois pour les autres. Les mesures sont effectuées par les brigades de la SH lors de leurs passages mensuels sur le terrain.

Les résultats de ces mesures sont stockés sur papier, sous forme de tableaux de chiffres, à la base de Dakar de la SH.

Les résultats des mesures effectuées par la Direction de l'Environnement ne sont pas gérés, à l'heure actuelle, sous forme de fichiers informatisés. Ils sont diffusés auprès du Service d'Hygiène, qui informe à son tour les structures administratives concernées et les pollueurs.

Les résultats des analyses de qualité des eaux effectuées par la SONEES, ne sont pas gérées, à l'heure actuelle, sur fichier informatisé.

L'ORSTOM suit trois stations (Bakel et Richard-Toll sur le Sénégal, et canal de la Tahouey) depuis 1984, pour les mesures de transport solide. Un prélèvement de 100 litres est effectué chaque jour sur ces stations pendant la saison des pluies (juin à octobre), pour la mesure de la turbidité et l'analyse des éléments dissous. Ces mesures, dont les résultats sont stockés sur fichier informatique, devraient être effectuées pendant encore au moins deux ou trois ans.

Annexe E

On trouvera dans cette annexe, une série de graphiques représentant les relations existant entre certaines stations du réseau hydrométrique, prises deux à deux. Les numéros figurant sur chacun de ces graphiques se réfèrent à ceux figurant dans la colonne « graphe » du tableau 4.3.

CHAPITRE 5

EAUX SOUTERRAINES

5.1 Organisation et gestion

Les différents services qui, au Sénégal, collectent des données géologiques et hydrogéologiques sont les suivants :

- a. La Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique : DGRH, du Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique MDRH, comportant trois divisions et un Bureau de Coordination :
 - . La Division des Etudes et des Aménagements : DEA
 - . La Division Hydraulique et Infrastructures Rurales : DHIR
 - . La Division Exploitation et Maintenance : DEM
 - . Le bureau de la Coordination, du Suivi et des Méthodes : BCSM

- b. La Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal : SONEES, dépendant du Ministère de l'Industrie et de l'Artisanat, et comportant entre autres :
 - . La Direction Technique, avec le Département Planification et Etudes et le Département Production, Transport et Maintenance.

 - . La Direction des Exploitations.

- c. Le Groupe Laboratoire d'Analyse du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce.

- d. La Cellule Eaux Souterraines de l'organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS).

- e. Le Centre de Documentation de l'OMVS.

5.1.1 Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique - DGRH

La Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique a été créée par le décret 90/333 qui fixait une répartition des services de l'Etat. Cette direction dépend du Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

Ce Ministère comprend :

- . l'Inspection du Développement Rural et de l'Hydraulique,
- . la Direction de l'Administration Générale et de l'Equipement (DAGE),
- . la Direction de l'Agriculture (DA),
- . La Direction de la Protection des Végétaux (DPV),

- . la DGRH,
- . la Direction des Eaux et Forêts et de la Conservation des Sols,
- . le Bureau de Presse et de Documentation.

5.1.1.1 Organigramme de la DGRH

L'organigramme de la DGRH est mentionné dans la figure 5.1.1.

La DGRH se compose de :

- . 1 Bureau de Coordination du Suivi et des Méthodes (BCSM),
- . 3 Divisions Techniques :
 - La Division des Etudes et des Aménagements (DEA),
 - La Division de l'Hydraulique et Infrastructures Rurales (DHIR),
 - La Division de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM).

Les données hydrogéologiques du pays sont centralisées au niveau de la DEA.

5.1.1.2 Responsabilités des Divisions de la DGRH

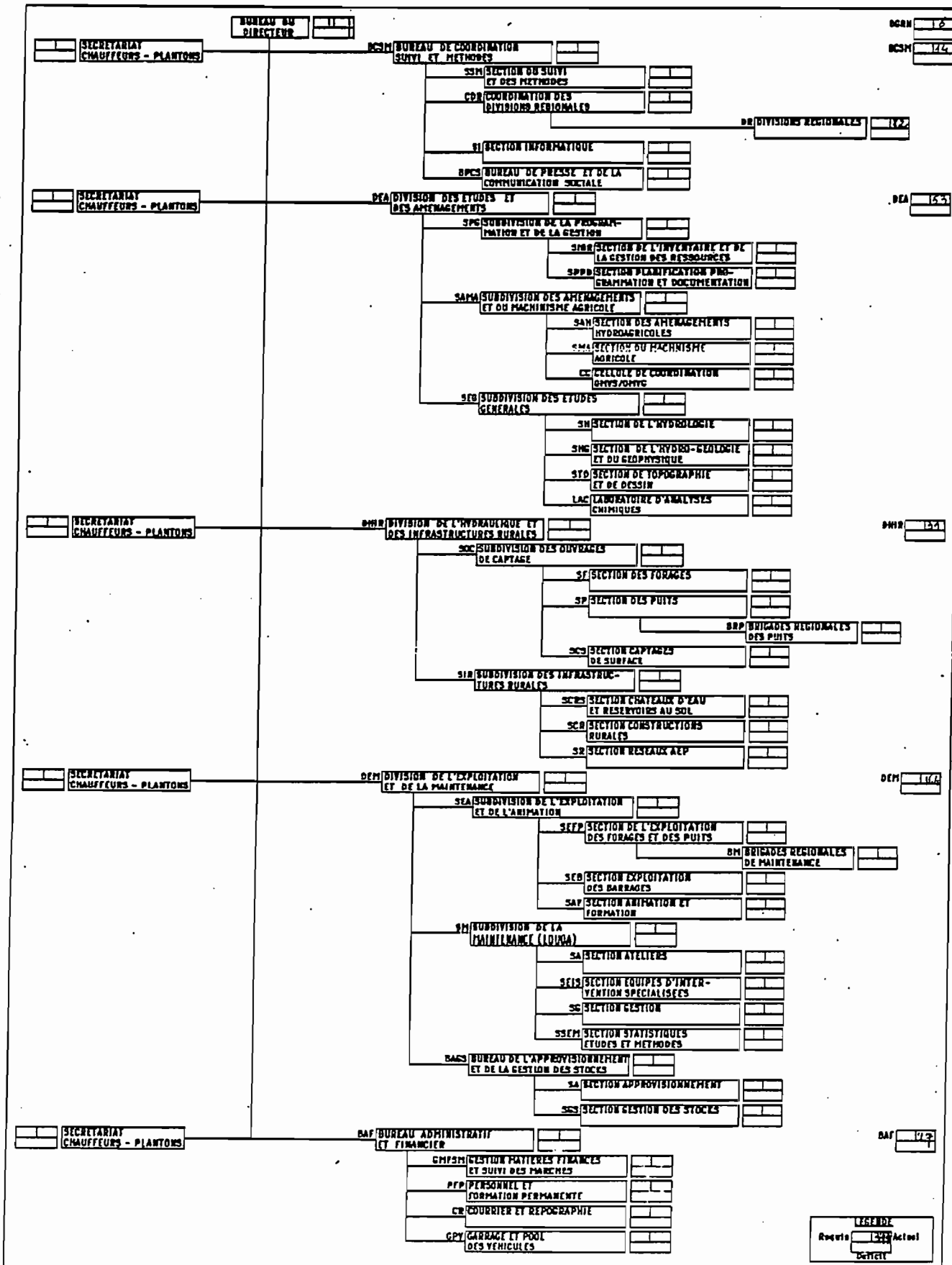
Les responsabilités de ces divisions sont définies ci-après :

a. Division des Etudes et des Aménagements (DEA)

- . Collecte des données de base (hydrologiques, hydrogéologiques, statistiques, topographiques, socio-économiques) de tous les projets du secteur eau.
- . Analyse, traitement, valorisation de ces données en produits facilement exploitables par les décideurs, les planificateurs et les utilisateurs.
- . Prospection, inventaire, étude et évaluation des ressources en eau superficielles et souterraines.
- . Mise en oeuvre d'un Plan de gestion des ressources en eau, la réalisation d'un programme d'utilisation et de protection des ressources en eau.
- . Etude d'exécution et contrôle de toutes les infrastructures rurales.
- . Etude d'exécution et contrôle de tous les aménagements hydroagricoles.
- . Tutelle technique sur les aménagements hydroagricoles réalisés par les sociétés régionales de développement rural.

Figure 5.1.1

ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DU GENIE RURAL ET DE L'HYDRAULIQUE :
BILAN DU PERSONNEL



- Contrôle technique des sociétés d'intervention relevant de sa compétence.
- Suivi des organisations internationales (OMVS, OMVG, UNESCO, CIEH, etc.).
- Elaboration et mise en application du schéma directeur hydraulique.

b. Division de l'Hydraulique et des Infrastructures Rurales (DHIR)

- Etudes d'exécution, du contrôle et de la réalisation des réseaux et ouvrages de captage, d'adduction et de distribution d'eau potable en milieu rural.
- Contrôle technique de toutes les sociétés d'intervention relevant de sa compétence.
- Suivi des questions afférentes aux différentes organisations internationales, relatives aux problèmes entrant dans son champ d'action.
- Définition avec la Division des Etudes et des Aménagements et la Division de l'Exploitation et de la Maintenance, des types d'ouvrage et d'équipement les mieux adaptés aux conditions socio-économiques, géographiques et hydrogéologiques.

c. Division de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM)

- Opérer la refonte du bureau de l'outillage et du matériel hydraulique afin de le rendre plus apte à assurer l'entretien et le fonctionnement des équipements hydrauliques ruraux et, par la suite, de contrôler et d'orienter ses activités.
- Participer, en étroite collaboration avec la DHIR et la DEA, aux choix d'ouvrages et équipements hydrauliques ruraux adaptés aux possibilités humaines et économiques des collectivités.
- Calculer les charges récurrentes des projets et de fixer les participations financières des bénéficiaires.
- Sensibiliser les populations sur l'importance d'une bonne conservation des installations mises à leur disposition.
- Vérifier le bon fonctionnement des matériels hydrauliques mis en place et l'efficacité des actions entreprises par les populations, notamment : collecte de fonds, unités de réparation, magasins de pièces détachées.
- De suivre les questions afférentes aux différentes organisations internationales.

5.1.1.3 Personnel de la DGRH

A fin mars 1991, l'effectif total de la DGRH était de 377 personnes dont 53 pour la Division des Etudes et Aménagements.

a. Personnel DGRH

La spécialisation du personnel de la DGRH est indiquée dans le tableau 5.1.1.

Aide ouvrier	12	Ingénieur Hydraulicien	6	Menuisier	4
Agents d'administration	5	Ingénieur Technologie	4	Moniteur Génie Rural	3
Ajusteur	1	Ingénieur Travaux Publics	3	Monteur de pompe	3
Chaîneur	1	Ingénieur Génie Civil	4	Observateur	1
Chauffeur	27	Ingénieur Génie Rural	29	Ouvrier	4
Chef de Brigade	2	Ingénieur Travaux Ruraux	7	Planton	1
Commis d'administration	9	Ingénieur Agronome	2	Plombier	3
Comptable	1	Ingénieur Hydrotechnicien	1	Ronéotypiste	1
Conducteur de forage	17	Ingénieur Irrigation	1	Secrétaire d'administration	3
Dactylographe	15	Ingénieur Génie Mécanique	1	Soudeur	3
Dessinateur	2	Ingénieur Aménagement	1	Sténo dactylo	2
Electricien	6	Ingénieur Hydrologue	1	Techn. sup. hydro.	10
Electromécanicien	3	Juriste	1	Techn. sup. maintenance	1
Gardien de forage	32	Maçon	1	Techn. sup. génie rural	46
Géomètre	2	Manoeuvre	2	Techn. de génie sanitaire	24
Hydrométriste	4	Mécanicien	5	Tourneur	2
		Mécanicien de forage	35		

b. Personnel DEA

Le tableau 5.1.2 donne la répartition du personnel de la DEA.

Ingénieur Génie Civil (chef de division)	1	Agent technique	1	Technicien de génie rural	1
Ingénieur Hydrologue	1	Chauffeur	1	Technicien de génie sanitaire	2
Ingénieur en irrigation	1	Commis d'administration	1	Technicien supérieur	12
Ingénieur Hydrotechnicien	1	Dactylographes	2		
Ingénieur Agronome	1	Dessinateur	1		
Ingénieur Hydraulicien	1				
Ingénieur en travaux ruraux	2				
Ingénieur de génie rural	6				

c. Ventilation du personnel DEA

La ventilation du personnel par subdivision et par section de la DEA est la suivante :

Tableau 5.1.3 - VENTILATION DU PERSONNEL DE LA DEA PAR SUBDIVISION				
Ingénieur de Génie Civil (chef de division)			1	
Ingénieur Génie Rural (chef de Subdivision)			1	
SUBDIVISION DE LA PROGRAMMATION ET DE LA GESTION	Section de l'Inventaire et de la Gestion des Ressources	Technicien supérieur Commis d'administration	1 1	
	Section Planification - Programmation et Documentation	Technicien Génie Sanitaire Techniciens supérieurs	1 2	
	Ingénieur en irrigation			1
	SUBDIVISION DES AMENAGEMENTS ET DU MACHINISME AGRICOLE	Section des Aménagements Hydroagricoles	Ingénieur Hydraulicien	1
Ingénieur Agronome			1	
Section du Machinisme Agricole		Ingénieur Travaux Ruraux	1	
		Ingénieur Génie Rural	1	
		Technicien Génie Sanitaire	1	
		Techniciens supérieurs	2	
Cellule de Coordination OMVS-OMVG	Ingénieur Hydrotechnicien	1		
	Ingénieur Travaux Ruraux Ingénieur Génie Rural	1 1		
Ingénieur en Génie Rural (chef de subdivision)			1	
Dactylographes			2	
Chauffeur			1	
SUBDIVISION DES ETUDES GENERALES	Section de l'Hydrologie	Ingénieur Hydrologue	1	
		Technicien supérieur	4	
		Chauffeur	1	
	Section de l'Hydrogéologie et Géophysique	Ingénieur Génie Rural	1	
		Technicien Génie Rural	1	
		Technicien supérieur	2	
Section de Topographie et de Dessin	Technicien supérieur	2		
	Dessinateur	1		
Laboratoire d'Analyses Chimiques	Ingénieur Génie Rural	1		
	Agent technique	1		

5.1.1.4 Moyens matériels affectés et disponibles à la DGRH-DEA

a. Véhicules

La ventilation globale est la suivante :

. MDRH

5 Véhicules légers dont :

- 2 en état médiocre
- 1 en mauvais état
- 2 en panne

. Direction de la DGRH

2 Véhicules légers dont 1 en mauvais état.

. DEA

9 Véhicules légers dont :

- 3 en bon état
- 2 en état passable
- 1 en mauvais état
- 2 en état médiocre
- 1 en panne

. DEM

3 Véhicules légers dont :

- 1 en bon état
- 1 en état passable
- 1 en panne

. DHIR

4 Véhicules légers dont :

- 2 en bon état
- 2 en mauvais état

. BAF

3 Véhicules légers dont :

- 2 en bon état
- 1 en mauvais état

. BCSM

3 Véhicules légers dont :

- 1 en bon état
- 1 en état passable
- 1 en panne

. Véhicules de mission : Pool commun

42 Véhicules dont :

- 34 véhicules légers
- 8 camions (citernes, grues et atelier)

Parmi les 34 véhicules légers :

- 9 en bon état
- 1 en état passable
- 9 en mauvais état
- 6 en état médiocre
- 7 en panne
- 2 état non déterminé

Divisions régionales

- Louga : 48 véhicules
- Linguéré : 1 véhicule
- Saint-Louis : 20 véhicules
- Tambacounda : 17 véhicules
- Diourbel : 8 véhicules
- Fatick : 1 véhicule
- Kaolack : 13 véhicules
- Kolda : 2 véhicules
- Thies : 5 véhicules
- Ziguinchor : 12 véhicules

b. Matériel informatique

Direction de la DGRH

- . 1 ordinateur EPSON Portable
- . 1 imprimante EPSON FX 800

BCSM

- . 1 ordinateur MAC Portable + Imprimante IMAGE WRITER
- . 1 ordinateur IBM PC
- . 1 ordinateur IBM PS 2 + Imprimante EPSON FX 800 + onduleur + lecteur extérieur

DEA

Subdivision de la Programmation et de la Gestion :

- . 1 ordinateur IBM PS/2 avec imprimante EPSON FX 1000 et onduleur
- . 1 ordinateur IBM PC AT avec imprimante et streamer
- . 2 ordinateurs HP 75 avec 2 tables traçantes

En cours d'acquisition :

- . 1 ordinateur IBM PC AT et 2 imprimantes
- . 1 ordinateur IBM PC XT avec table traçante et table à digitaliser

Le matériel cité a été acquis dans le cadre du projet PNUD SEN 81.003 "Gestion et Protection des Ressources en Eau Souterraine au Sénégal". Ce projet a permis le renforcement de l'ancienne Direction des Etudes Hydrauliques (DEH) de la DGRH, devenue depuis la DEA.

L'activité B2 de ce projet a consisté à la mise en place d'une cellule de gestion des eaux souterraines du pays.

Les caractéristiques détaillées du matériel informatique acquis pour les besoins de la cellule sont les suivantes :

. Ordinateur principal :

- ordinateur PC AT 3
- disque dur 30 Mo
- lecteur disquette 1.2 Mo 5"1/4
- extension mémoire 128 K
- 1 extension disque dur 30 Mo
- clavier français
- coprocesseur arithmétique
- écran graphique couleur
- carte graphique haute définition
- système d'exploitation DOS 3.2

. Second poste de travail :

- ordinateur IBM PS 60
- disque dur 60 Mo
- 1 lecteur de disquettes 5"1/4
- clavier français
- écran graphique couleur

. Périphériques :

- 1 imprimante EPSON FX 105
- 1 traceur format A3 (DSM P6)
- 1 streamer à cassette SYSGEM 20 Mo
- 1 onduleur

. Réseau :

- 2 cartes adaptateur

- 1 transformateur
- 1 convertisseur
- 1 câble local de 60 m
- 1 répartiteur d'extension
- 1 programme IBM PC NETWORK

. Chaîne HIVI :

- 2 ordinateurs HP 75
- 2 lecteurs de cassettes 82161 A
- 1 imprimante 82905 B
- 1 traceur HP 7470 A
- 1 interface HP-IL/RS 232
- 1 module ROM DATACOMM
- 1 jeu d'accus de rechange pour unité cassette

. Subdivision d'Etudes Générales :

- 1 ordinateur AST et imprimante OKI DATA avec onduleur
- 1 ordinateur RAINBOW avec imprimante LA 50 et onduleur

. DEM :

- 1 ordinateur MAC SE avec imprimante IMAGE WRITER et onduleur
- 1 ordinateur IBM PS/2 avec imprimante EPSON FX 1050, onduleur et lecteur extension
- 1 ordinateur MAC SE et imprimante IMAGE WRITER

. DHIR :

- 1 ordinateur IBM PS/2 avec imprimante EPSON FX 1000 et onduleur
- 1 ordinateur IBM PC avec imprimante à réparer

Il est prévu l'acquisition d'un ordinateur IBM PS/2.

c. Logiciels disponibles à la DGRH

HYDROM : Logiciel de gestion et de traitement classique des données hydrométriques, exploitable sur compatible IBM et mis au point par l'ORSTOM.

Il permet la gestion de 3 fichiers de base :

- . identification
- . données de station
- . cotes instantanées

de 4 fichiers élaborés :

- . jaugeages
- . étalonnages

- . débits instantanés
- . débits moyens journaliers

de fiches secondaires.

BOCAR : Logiciel ayant pour objectif la gestion des ressources en eau exploitées au Sénégal, mis au point par le BRGM. Ce logiciel comprend 2 bases de données principales :

- . localité
- . points d'eau

GOREE : Logiciel développé sur micro-ordinateur compatible IBM, constituant un système de gestion des ressources en eau.

Il fonctionne à partir de 2 bases de données :

- . village
- . ouvrages

Son but est de fournir aux planificateurs une aide à la décision pour l'implantation de nouveaux forages en fonction de différents critères.

CARTEL : Programme permettant d'effectuer des traitements cartographiques élémentaires sur les données numériques du logiciel GOREE.

Les traitements possibles sont les suivants :

- . reports de puits
- . représentation discontinue d'une variable
- . tracés d'isovaleurs

Les fichiers traités par CARTEL sont constitués automatiquement par le logiciel GOREE (option "Cartographie" du menu "Traitement").

STATEL : Programme permettant d'effectuer des traitements statistiques élémentaires sur les données numériques des bases de données de GOREE.

Les traitements sont les suivants :

- . calcul de paramètres statistiques élémentaires
- . histogrammes
- . construction de diagrammes binaires

Les fichiers traités par STATEL sont constitués automatiquement par ce logiciel GOREE (option "Statistiques" du menu "Traitement").

SAIFOR : Logiciel élaboré par le BRGM, construit en langage BASIC compilé. Il permet de stocker et de traiter les données de forage, soit 2 étapes :

- . saisie des données de forage, modification et stockage,
- . exploitation des données avec indications du numéro de classement du forage, sélection des sorties désirées, sélection des échelles de graphiques à produire.

SURNAP : Le programme SURNAP assure la saisie, la correction, l'édition et la restitution graphique de données historiques mesurées sur les ouvrages piézométriques de contrôle.

Il permet le suivi de la piézométrie et de la qualité des eaux des nappes souterraines.

Les variables traitées sont les suivantes :

- . mesures piézométriques (mètres)
- . conductivité (micro siemens/cm)
- . chlore (mg/l), résidu sec

CHAINE HIVI : La chaîne HIVI est un ensemble de programmes permettant la saisie, la restitution d'informations recueillies lors de campagnes d'hydraulique villageoise.

Les informations d'un forage sont saisies et stockées dans un fichier numérique et sauvegardées sur microcassettes.

Les traitements sont les suivants :

- . restitution de données : fiches de forage, tableaux récapitulatifs, coûts, graphiques
- . suivi financier et administratif
- . traitement statistique des résultats de campagne de forages
- . transfert de données sur des ordinateurs plus puissants

TRIVIS : Le programme TRIVIS permet le transfert sur ordinateur compatible PC des données saisies et stockées sur microcassettes à l'aide de la chaîne HIVI.

RENFOR : Le programme RENFOR assure la réception des fichiers HIVI sur le compatible PC et la constitution des fichiers SAIFOR.

Modèle VAL : Il est constitué par un ensemble de programmes de calcul permettant de simuler le comportement hydrodynamique des nappes et des rivières, avec possibilité de coupler ces 2 domaines, de simuler la propagation des pollutions dans les aquifères et les perturbations thermiques.

Il a été développé sur les mini-ordinateurs type IBM 1800, adapté à la micro-informatique et transcrit pour les compatibles IBM PC AT.

Ce modèle permet de simuler les situations suivantes :

- . nappe captive ou libre
- . modèle bidimensionnel
- . discrétisation en plusieurs tailles de mailles
- . maillage d'éléments carrés ou rectangulaires
- . prise en compte des singularités :
 - + rivières en contact avec l'aquifère
 - + canaux de drainage
 - + plans d'eau
 - + voiles étanches
- . simulation d'échanges entre aquifère et cours d'eau
- . échanges avec aquifères voisins par drainance

PROGRAMME DE CALCUL DE RESEAUX : BRANCH : Conception d'un réseau de distribution d'eau ramifiée avec choix du diamètre adéquat.

COOP : Simulation des caractéristiques hydrauliques d'un réseau maillé de distribution d'eau.

Ce programme donne les débits, les vitesses d'écoulement et la pression au niveau de chaque noeud représentant la liaison entre des sections individuelles et considérées par le programme comme des points d'entrée et de sortie de débit.

SEWER : Le programme optimise la conception d'un réseau d'évacuation d'eaux usées en donnant le schéma des conduites, leur diamètre et les débits de transit.

SCREEN : Le programme permet l'analyse des études financières des projets de distribution d'eau.

REGRESS : Le programme est utilisé pour les analyses statistiques.

HEADLOSS : Le programme permet le calcul des pertes de charge au niveau des conduites.

MINTREE : Programme permettant la détermination d'un réseau optimum.

LINPROG : Programme permettant l'optimisation d'une fonction linéaire.

NELDER : Ce programme permet la minimisation d'une fonction non linéaire.

d. Matériel scientifique de la DEA

Subdivision Etudes Générales

Le matériel scientifique de la section de l'hydrogéologie et de la géophysique est le suivant :

- . Lot de matériel de prospection géophysique
 - 1 résistivimètre DAYTRONICS
 - 1 générateur convertisseur DAYTRONICS
 - lignes électriques pour sondages électriques en AB 1 500 m
 - lot d'électrodes

Petit matériel scientifique

- 3 sondes électriques de 50 m
- 1 sonde électrique de 100 m
- 1 conductimètre
- 1 pHmètre
- 1 planimètre
- 1 stéréoscope de bureau

Subdivision de la programmation et de la gestion

- 1 sonde électrique de 100 m
- 1 conductimètre
- Petit matériel de dosage (pipette-burette) pour dosage de chlorures.

5.1.1.5 Budget de la DGRH

- a. Le Budget National d'Équipement (BNE) fixé pour la période 01/07/90-30/06/91 comprend les études et travaux. Les crédits alloués sont de 839 000 000 FCFA dont 543 800 000 FCFA disponibles au 01/04/91.

Ceci correspond aux intitulés budgétaires suivants :

Etude de la nappe profonde du Sénégal	50 000 FCFA
Etude hydrogéologique de la bordure sédimentaire	50 000 FCFA
Etude d'alimentation en eau des zones deltaïques	40 000 FCFA
Création de nouvelles brigades de puits	(Report de gestion 89-90)*
Programme digues antisel	100 000 000 FCFA
Projets périmètres irrigués à l'aval des forages villageois	5 000 000 FCFA
Programme hydraulique Saint-Louis	150 000 000 FCFA
Création ouvrage : barrage Bignona	20 000 000 FCFA
Réhabilitation de forages	50 000 000 FCFA
Gestion "Eau Casamance" "PROGES"	39 000 000 FCFA
Renforcement de la DEM	335 000 000 FCFA

* 146 000 000 FCFA dont 77 830 000 FCFA engagés au 31.03/1991.

- b. Les crédits du budget de fonctionnement pour la période 01/07/90 - 30/06/91 sont les suivants :

Dépenses communes (carburants-lubrifiants)	107 765 000 FCFA
Dépenses de fonctionnement	14 671 000 FCFA
Dépenses de carburant	84 600 000 FCFA
Frais de déplacement	15 444 000 FCFA
Ouvrages : barrage de Bignona	12 000 000 FCFA
Total	234 480 000 FCFA

- c. Les salaires du personnel et charges sociales sont prises en charge par le Ministère des Finances.
- d. Les dépenses permanentes sont gérées directement par le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique (eau, électricité, téléphone).

5.1.2 Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES)

5.1.2.1 Présentation Générale

La SONEES a été créée en 1971 et érigée en société nationale le 5 juillet 1983.

Elle est chargée de la gestion et de l'exploitation des réseaux d'eau potable et de l'assainissement dans les centres urbains du pays.

Cette société est placée sous la tutelle du Ministère de l'Industrie et de l'Artisanat.

Elle a pour mission :

- . la planification et l'exécution des programmes d'équipement hydraulique sur tous les centres qu'elle gère,
- . d'assurer l'équilibre du sous-secteur hydraulique urbain par la prise en charge des équipements et de leur exploitation,
- . la gestion de l'assainissement en milieu urbain.

Les principaux indicateurs de l'activité de la SONEES sont les suivants :

Tableau 5.1.4 - ACTIVITE DE LA SONEES			
	1987	1988	1989
Nombre d'employés au 31/12	1 375	1 348	1 445
Nombre d'abonnés au 31/12	109 911	123 492	132 884
Rendement global (vente/production)	72,3 %	70,9 %	71,0 %

Les directions régionales sont au nombre de huit (8) :

1. Dakar ville
2. Dakar banlieue
3. Saint-Louis
4. Louga
5. Thies
6. Diourbel
7. Kaolack
8. Ziguinchor

Tableau 5.1.5 - PRODUCTION ET CHIFFRE D'AFFAIRES DE LA SONEES

	1986	1987	1988	1989
Volumes vendus (x 106 m3)	58,3	62,6	61,0	62,3
Chiffre d'affaires Eau (109 F CFA)	12,0	12,6	12,1	13,2
Chiffre d'affaires total (109 F CFA)	12,7	14,1	14,0	14,6

En plus de la production d'eau, la SONEES se charge des aspects suivants :

- . contrôle de qualité des eaux grâce à son laboratoire central d'analyses et à ses laboratoires régionaux,
- . suivi piézométrique mensuel des nappes sur 66 piézomètres.

5.1.2.2 Organigramme

L'organigramme général de la SONEES est précisé en figure 5.1.2.

Deux directions centralisent les données sur les ressources en eau et les exploitations :

- . la Direction Technique, avec :
 - le Département Planification et Etudes,
 - le Département Production Transport et Maintenance,
- . la Direction des Exploitations.

Le Département de la Planification et des Etudes comporte, entre autres, un Service Laboratoire des eaux.

5.1.2.3 Personnel du Département Planification et Etudes

Le personnel d'encadrement du département est le suivant :

- . 1 ingénieur hydraulicien, chef de département,
- . 1 ingénieur hydraulicien,
- . 1 ingénieur électricien,
- . 5 ingénieurs de génie civil-hydraulique,
- . 1 technicien de mesure piézométrique.

Le service Laboratoire Central d'Analyse est composé de 13 personnes, dont :

- . 1 ingénieur chimiste, chef de laboratoire,

- . 5 techniciens chimistes :
 - 1 de niveau DUT
 - 2 de niveau Baccalauréat
 - 1 de niveau fin d'études secondaires
 - 1 de niveau CAP formé à la chimie

- . 2 techniciens microbiologistes :
 - 1 de niveau DUT
 - 1 de niveau BTS Chimie, formé à la microbiologie à l'Institut Pasteur de Tunis

- . 1 préleveur pour la bactériologie et le contrôle du chlore résiduel sur le réseau de distribution,

- . 2 chauffeurs,

- . 1 aide-professionnel :
 - pour la stérilisation du matériel et des milieux de culture pour la bactériologie,
 - pour les prélèvements, mesures au niveau des piézomètres et ouvrages.

Pour le suivi piézométrique, la SONEES dispose d'une équipe constituée de :

- . 1 préleveur pour les piézomètres, forages, réservoirs,
- . 1 chauffeur.

4 laboratoires régionaux de la SONEES existent dans le pays, avec le personnel suivant :

- . Usine de Ngnith :
 - 1 chef de section Traitement
 - 1 chimiste de niveau Baccalauréat
 - 2 agents pour la préparation des réactifs

- . Laboratoire des I.C.S. (Industries Chimiques du Sénégal) :
 - 1 chimiste de niveau Baccalauréat

- . Laboratoire de Saint-Louis :
 - 2 chimistes de niveau Baccalauréat

- . Station de Ziguinchor :
 - 1 chef d'usine niveau DUT
 - 2 agents

ORGANIGRAMME GENERAL DE LA SONEES

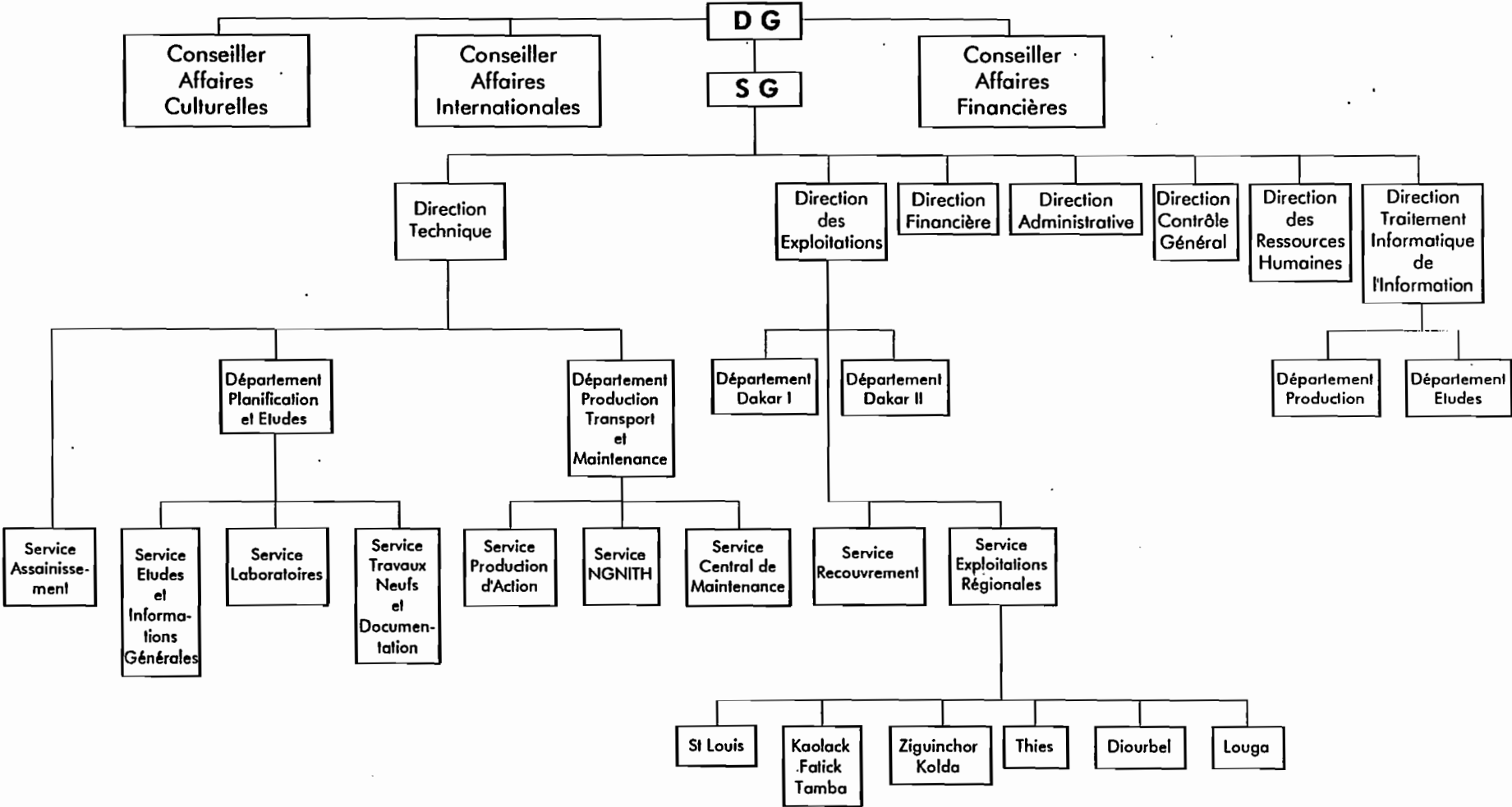


Figure 5.1.2

5.1.2.4 Moyens matériels affectés et disponibles au Département Planification et Etudes

Laboratoire Central d'Analyses

a. Analyses

Le matériel d'analyse d'eau disponible est le suivant :

- . 2 frigos
- . 6 étuves
- . 1 autoclave
- . 1 spectrophotomètre
- . 1 balance de précision
- . 2 balances de précision au 1/10 de g
- . 1 photomètre de flamme
- . 1 conductimètre
- . 1 pHmètre
- . 2 turbidimètres
- . 1 bain marie
- . 1 four
- . 1 DBO-mètre
- . 1 DCO-mètre
- . 1 chauffe-eau
- . 1 appareil Azotakjaldal
- . 1 flocculateur
- . 1 four de séchage des boues
- . 1 appareil pour essai de biodégradabilité
- . 2 distillateurs
- . 1 plaque chauffante
- . 2 compteur de colonies
- . 1 broyeur
- . 2 thermomètres
- . 1 microscope
- . 2 glacières

Ce matériel permet l'analyse des éléments chimiques suivants :

- . Température
- . Turbidité
- . Résistivité
- . Conductivité
- . pH
- . Dureté totale (TH) F (degré français)
- . Dureté calcique (TH Ca)
- . Dureté magnésienne (TH Mg)
- . Alcanité simple (TA)

- . Alcanité complète (TAC)
- . Chlorures (Cl)
- . Bicarbonate (HCO_3)
- . Carbonate (CO_3)
- . Gaz carbonique (CO_2) effectués
- . Oxygène dissous (O_2) sur le terrain
- . Fluor (F)
- . Silice (SiO_2)
- . Matières organiques (Alcalin)
- . Matières organiques (Acide)
- . Phosphate (PO_4)
- . Nitrates (NO_3)
- . Nitrites (NO_2)
- . Ammonium (NH_4)
- . Calcium (Ca)
- . Magnésium (Mg)
- . Manganèse (Mn)
- . Fer (Fe)
- . Sodium (Na)
- . Potassium (K)
- . Chlore résiduel (CL_r)
- . Résidu sec à 100°C

De même les éléments bactériologiques suivant peuvent être analysés :

- . Coliformes totaux à 37°
- . Coliformes totaux à 44°
- . Streptocoques fécaux à 37°
- . Germes totaux à 37°
- . Clostro-sulfito-réducteurs
- . Recherche de :
 - Salmonelles
 - Vibriocholériques
 - Shigelles

b. Suivi piézométrique

Le matériel de suivi piézométrique est constitué de coudes, clés, tubes de prélèvements, flacons de prélèvement, carnet de relevé de niveaux, sonde de mesure de niveau.

L'équipe de mesure dispose d'un véhicule 4 x 4 fréquemment en panne.

5.1.2.4 Documentation - Informatisation de la Direction Technique de la SONEES

La Direction Technique de la SONEES n'est pas informatisée.

Une salle de documentation rassemble la plupart des rapports d'études ou de réalisations de projets.

Un cahier registre recense la plupart des ouvrages. Celui-ci n'est pas mis à jour régulièrement.

5.1.3 Le groupe Laboratoire d'analyse du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce

5.1.3.1 Activité

Le laboratoire d'analyse effectue, depuis 1960, des analyses chimiques d'échantillons provenant de différents états d'Afrique de l'Ouest et Centrale : Sénégal, Mali, Burkina Faso, Niger, Nigéria, Cameroun, Congo, Gabon, Guinée Bissau et Guinée Conakry.

Depuis 1976, seuls sont stockés les résultats d'analyses d'échantillons provenant du territoire sénégalais.

Les analyses chimiques réalisées sont les suivantes :

- . analyse d'eau,
- . géochimie,
- . minéralogie,
- . contrôle de produits pétroliers,
- . fusion plombeuse (teneur en or).

De 1962 à 1975, 738 784 analyses y ont été réalisées, et 176 664 analyses de 1976 à 1990.

Depuis 1988, le nombre d'analyses ne dépasse pas 1 millier par an.

Les analyses d'eau réalisées sont de l'ordre de 200 à 300/an environ en fonction des projets d'hydraulique qui se réalisent dans le pays, soit par exemple :

- . 1978-1979 : 174 analyses d'eau
- . 1983-1984 : 241
- . 1984-1985 : 322

5.1.3.2 Personnel

- . 1 chef de laboratoire
- . 4 ingénieurs chimistes
- . 28 agents de laboratoire, techniciens, secrétaires, dont 6 laborantins pour la section analyse d'eau

5.1.3.3 Moyens matériels

- . 10 salles d'analyse climatisées dont une pour les analyses d'eau
- . Matériel d'analyse :
 - pHmètre
 - Conductimètre
 - Photomètre de flamme
 - Etuves
 - Balances
 - Matériel d'absorption atomique

Le groupe laboratoire manque de matériel moderne d'analyse et n'est pas informatisé.

5.1.3.4 Analyses d'eau effectuées ..

Les analyses d'eau portent sur les éléments suivants :

- . Eléments :

- Anions :	Cl-	- Cations :	Ca ⁺⁺
	SO ₄ ⁻		Mg ⁺⁺
	CO _{3H} ⁻		Na ⁺
	CO ₃ ⁻		K ⁺
	NO ₃ ⁻		NH ₄ ⁺
	F ⁻		Fe
	P ₂ O ₅		

- | | |
|--------------------------|------------------|
| . Extrait sec | . Silice ionique |
| . Dureté | . Silice totale |
| . Conductivité | . Bore |
| . pH | . Aluminium |
| . Oxygène dissous | . Cadmium |
| . Oxygène cédé par MnO4K | . Manganèse |

Les analyses réalisées sont recensées sur des carnets depuis le 04/07/1973. Des bordereaux d'analyses sont rangés dans des classeurs pour les résultats détaillés et rangés par année et ordre chronologique d'exécution.

5.1.4 La cellule "Eaux souterraines" de l'OMVS

5.1.4.1 Présentation et historique

La convention portant création de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal a été signée le 11 mars 1972 par les Chefs d'Etat du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal.

Le but de cette organisation est de conjuguer les efforts des 3 Etats pour la mise en valeur du fleuve Sénégal et pour permettre le meilleur développement des ressources du bassin du fleuve.

Un accord de subvention a été signé le 30 août 1989 entre l'OMVS et l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID) pour le projet d'aménagement des eaux souterraines (projet 625-0958).

Le projet s'est déroulé de janvier 1985 au 30 juin 1990.

Les buts et les réalisations escomptés du projet étaient :

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

Les activités de ce projet ont été axées sur la collecte et l'analyse des données hydrogéologiques, climatiques et limnimétriques et le développement d'un outil informatique, avec :

- . construction de 569 piézomètres,
- . juxtaposition de puits villageois au réseau piézométrique (soit un total de 1151 points d'observation),
- . suivi hydrogéologique de l'ensemble du réseau,
- . regroupement de données limnimétriques et climatiques recueillies par des tiers.

L'analyse des données recueillies devait permettre d'étudier :

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

Depuis fin juin 1990 correspondant à l'arrêt du financement du projet, l'organisation du projet s'est transformée en une "cellule des eaux souterraines".

Cette cellule est suivie, pour la partie sénégalaise, par le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

5.1.4.2 Organisation de l'OMVS et de la cellule "Eaux souterraines"

L'organisation générale de l'OMVS est mentionnée en figure 5.1.3.

La cellule eaux souterraines se compose de la manière suivante :

- . 1 Bureau central : basé à Saint-Louis (Sénégal)
- . 1 Secteur : basé à Saint-Louis (Sénégal)
- . 1 Secteur : basé à Rosso (Mauritanie)
- . 1 Secteur : basé à Manantali (Mali)

5.1.4.3 Personnel de la cellule "Eaux souterraines"

En ce qui concerne le personnel OMVS en territoire sénégalais :

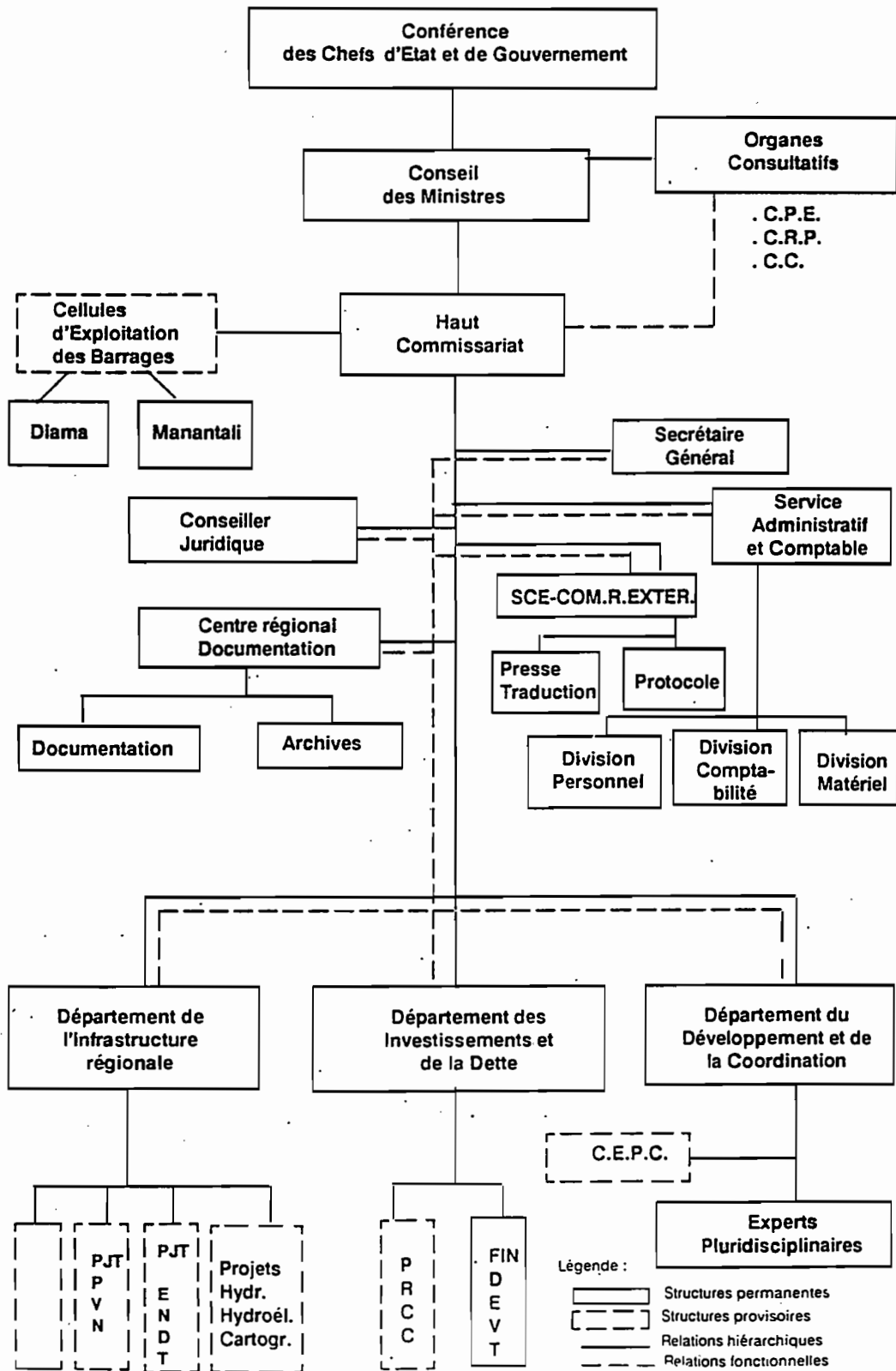
a. Bureau central

- 1 ingénieur de Génie Civil - détaché de la DGRH - Chef de Cellule.
Formation maîtrise Irrigation et Drainage, Master of Sciences Génie Civil et Environnement, formation en informatique aux USA .
- 1 secrétaire, agent de saisie.
- 1 comptable.
- 1 chauffeur.
- 1 dessinateur.
- 1 gardien.
- 1 planton.

b. Secteur Saint-Louis

- 1 chef de secteur : Technicien supérieur.
- 2 hydrométristes.
- 1 chauffeur.
- 1 gardien.

Figure 5.1.3
ORGANIGRAMME DE L'OMVS



5.1.4.4 Moyens matériels de la cellule "Eaux souterraines"

a. Véhicules

Bureau central :

- . 1 véhicule léger TOYOTA COROLLA Break
- . 1 MITSUBISHI Pajéro Pick-up

Secteur Saint-Louis

- . 2 véhicules MITSUBISHI Pick-up
- . 4 motos HONDA 125 cm³ dont 2 de secours

b. Matériel de mesure, tests, instrumentation

Dans le bureau central et le secteur de Saint-Louis :

- . 4 sondes électriques de 50 m
- . 4 sondes rubans lestés de 50 m
- . 4 conductimètres HANNA HI 8733
- . 1 Conductimètre-salinomètre WTW LF 196
- . 4 pHmètres
- . 4 Pompes électriques immergées avec groupes électrogènes pour exhaure en diamètre 2"1/2
- . 1 niveau WILD
- . 2 trépieds WILD
- . 2 mires WILD
- . 4 théodolites
- . 5 niveaux
- . 2 tachéomètres
- . 6 trépieds
- . 6 mires

c. Matériel divers

- . 1 radio émetteur fixe
- . 1 radio émetteur mobile
- . 2 photocopieurs
- . 1 tireuse de plans
- . 3 machines à écrire électriques
- . 1 machine à écrire manuelle

d. Matériel informatique

- . 1 ordinateur IBM XT avec moniteur HX 12, 60 Mo, limité à 30 Mo

- . 1 ordinateur NORTHGATE 386, 68 Mo, avec lecteur disquettes 3"1/2 et 5"1/4 et moniteur PSC 28
- . 1 ordinateur SILICON VALLEY 25 MHZ 386, 120 Mo, lecteur de disquettes 3"1/2 et 5" et moniteur TATUNG
- . 1 imprimante EPSON FX 1050 Noir et Blanc 132 colonnes
- . 1 imprimante FUJITSU DL 3400 Couleur 132 colonnes
- . 3 onduleurs-régulateurs IMMUNELEC MS 600
- . 1 table traçante HP 7475 Format A3
- . 1 table à digitaliser ALTEX DATALAB (Format A0) avec pupitre à digitaliser ALTEX AC 40.

e. Systèmes informatiques de gestion et d'exploitation des données

Les systèmes informatiques disponibles à la cellule "Eaux souterraines", Bureau Central de Saint-Louis, se composent des éléments suivants :

- . le progiciel GROUNDWATER
- . le système de gestion des eaux souterraines GES
- . les logiciels SURFER et GRAPHER
- . des utilitaires

Le progiciel GROUNDWATER

Ce progiciel permet de manipuler les paramètres fixes (non historiques) du réseau piézométrique OMVS tels que les paramètres techniques descriptifs (équipements géologiques, coupes d'équipements, analyses physico-chimiques, essais de pompage).

Il permet de tracer :

- . des coupes géologiques et techniques par ouvrage,
- . des sections géologiques par regroupement de plusieurs ouvrages,
- . des représentations graphiques de résultats d'analyse,
- . des courbes d'essai de pompage.

Le système de gestion des eaux souterraines GES

Le système GES a été développé pour les besoins spécifiques de la cellule "Eaux souterraines". Il permet :

- . de saisir des données historiques collectées sur le terrain : pluviométriques, limnimétriques, piézométriques, physico-chimiques,
- . de contrôler la cohérence et la fiabilité de ces données,
- . de saisir les données des mesures d'essai de perméabilité et de les interpréter,
- . de visualiser les courbes de variation pour une période donnée : piézométrique, physico-chimique, de précipitation journalière, limnimétrique,
- . de juxtaposer plusieurs graphiques sur un même écran,
- . de sélectionner un échantillon d'ouvrage à partir de certains critères,
- . d'exporter des données vers les logiciels SURFER et GRAPHER,
- . de créer des fichiers intermédiaires, version DOS, LOTUS, DBF,

- . d'éditer les résultats sous forme de tableaux de synthèse, de rapports individuels ou de tableaux graphiques,
- . de consulter les cartes et graphiques produits par les logiciels SURFER et GRAPHER.

Le système utilise 3 logiciels :

- . CLIPPER : Pour la saisie, l'emmagasinement des données et impression des rapports
- . TURBOPASCAL : Pour la production de graphiques et de certains rapports
- . DBASE III+ : Utilisé comme interface pour les tests et l'exécution de procédures spéciales

Logiciel SURFER - Version 4

Le logiciel de traitement cartographique traite en polynôme XYZ avec :

- . X Longitude
- . Y Latitude
- . Z Valeur quelconque : cote topographique, résultats, durées, profondeurs, démographie.

SURFER permet de visualiser les résultats sur une carte (2 dimensions) ou sur un bloc diagramme (3 dimensions).

Logiciel GRAPHER

C'est un outil complémentaire à SURFER. Il permet, à partir d'une carte générée par SURFER, de visualiser une surface quelconque en section (piézométrique, topographique, d'égale valeur des éléments chimiques).

Utilitaires

- . Tableur LOTUS 1-2-3
- . Traitement de texte WORD PERFECT 5.0

5.1.4.5 Budget de la cellule "eaux souterraines"

Depuis son fonctionnement sous régime "OMVS", soit depuis le 1er juillet 1990, la cellule des eaux souterraines n'a reçu aucun financement lui permettant de résoudre les problèmes se posant au niveau de ses structures (Bureau Central et Secteur).

Une seule dotation de carburant a été fournie pendant cette période, soit pour 2 mois de fonctionnement :

- . Secteur Saint-Louis :
 - 640 l de gas-oil/mois
 - 140 l mélange/mois

. Bureau Central :

- 240 l essence/mois
- 300 l gas-oil/mois

Par manque de caisse de fonctionnement, le Bureau Central n'est pas en mesure d'assurer les réparations, l'entretien de son matériel et de ses équipements.

5.1.5 Le Centre de Documentation de l'OMVS

Le centre de documentation est basé à Saint-Louis.

De 1971 à 1983, 12 index bibliographiques ont été publiés, regroupant les références des ouvrages stockés à l'OMVS.

La collecte des documents est effectuée par le réseau d'antennes et de correspondants installés dans les états membres de l'OMVS et à l'étranger.

Le traitement de l'information consiste en une analyse et indexation des documents sélectionnés, en un traitement des données sur ordinateur, aboutissant à la production de bandes magnétiques à usage varié.

Le tri de la documentation se fait par :

- . l'indexation analytique : utilisation de mots clés : eaux souterraines, hydrogéologie,
- . nom d'auteur.

5.1.5.1 Personnel

- . 1 chef de Centre de Documentation
- . 1 adjoint
- . 1 documentaliste
Formation : Ecole des Bibliothécaires-Archivistes, Documentalistes de Dakar (EBAD)
- . 1 perforateur (saisie des données)
- . 1 technicien reprographe pour l'établissement de microfiches
- . 1 agent administratif
- . 1 secrétaire
- . 1 planton
- . 1 gardien
- . 1 chauffeur

5.1.5.2 Matériel

a. Matériel de documentation

- . 1 caméra Fill Master pour microfiches
- . 1 développeuse
- . 1 lecteur-monteur JACKET
- . 6 lecteurs
- . 1 photocopieuse RANK XEROX
- . 1 imprimante de microfiches

b. Matériel informatique

Matériel en cours d'arrivage et d'installation au centre de Saint-Louis :

- . 1 ordinateur RS 20/25 C, 103 Mo
- . 1 système de sauvegarde STREAMER 120 Mo
- . 1 lecteur de disquette 3"1/2
- . 1 imprimante couleur EPSON LQ 1060
- . 1 logiciel de gestion de base de données documentaires ISIS
- . 1 documentation DOS 4.0

5.1.5.3 Locaux

- . 1 salle de bibliothèque pour rangement des rapports collectés
- . 1 salle de lecture pour 10 personnes
- . 1 meuble de rangement de cartes topographiques au 1/50 000 de la vallée du fleuve Sénégal

5.1.6 Autres organisations

5.1.6.1 Direction de l'Environnement du Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature

Cette direction a pour mission :

- . de prévenir et contrôler les pollutions et nuisances,
- . d'intervenir dans la gestion des établissements humains,
- . de protéger les sites naturels et monuments historiques,
- . d'intervenir dans la lutte contre la désertification,
- . d'éduquer, informer et former les populations dans le domaine de l'environnement,
- . d'assurer la coopération sous-régionale, régionale et internationale en matière d'environnement,
- . d'assurer la coordination entre les départements ministériels intéressés par les problèmes d'environnement.

L'organisation de cette direction est mentionnée en figure 5.1.4.

3 divisions composent cette direction dont celle de la Prévention-Lutte contre les Pollutions et Nuisances, chargée :

- . de promouvoir une politique de protection des milieux naturels, des sites naturels et des populations contre les pollutions et nuisances engendrées par les activités humaines,
- . de mettre en oeuvre toute action ou réglementation susceptible de prévenir, de réduire ou de supprimer toute pollution ou nuisance (élimination de déchets, récupération de matériaux, contrôle de la pollution atmosphérique et des produits chimiques).

La direction a pour mission, entre autres, le contrôle de qualité des eaux.

Jusqu'à présent, les actions de cette direction ont été ponctuelles :

- . Décharge de Mbeubeuss : étude d'impact
- . Lac Rose : étude de préservation du bassin lacustre
- . Etude "après barrage" au niveau qualité des eaux

Parmi les aspirations de cette direction, on peut citer :

- . la création du laboratoire national de référence
- . le contrôle de la protection des ressources en eau sur l'ensemble du territoire.

Les moyens de la direction sont :

a. Personnel

14 personnes dont 6 au niveau de la Division Protection, Lutte contre les Pollutions et Nuisances.

b. Matériel de prélèvement - Mesure

1 Camion laboratoire pour échantillonnage et analyse physico-chimiques :

- . Cations et anions
- . Matières en suspension
- . DCO
- . Mesure de débit
- . Dosage de phénol et hydrocarbures

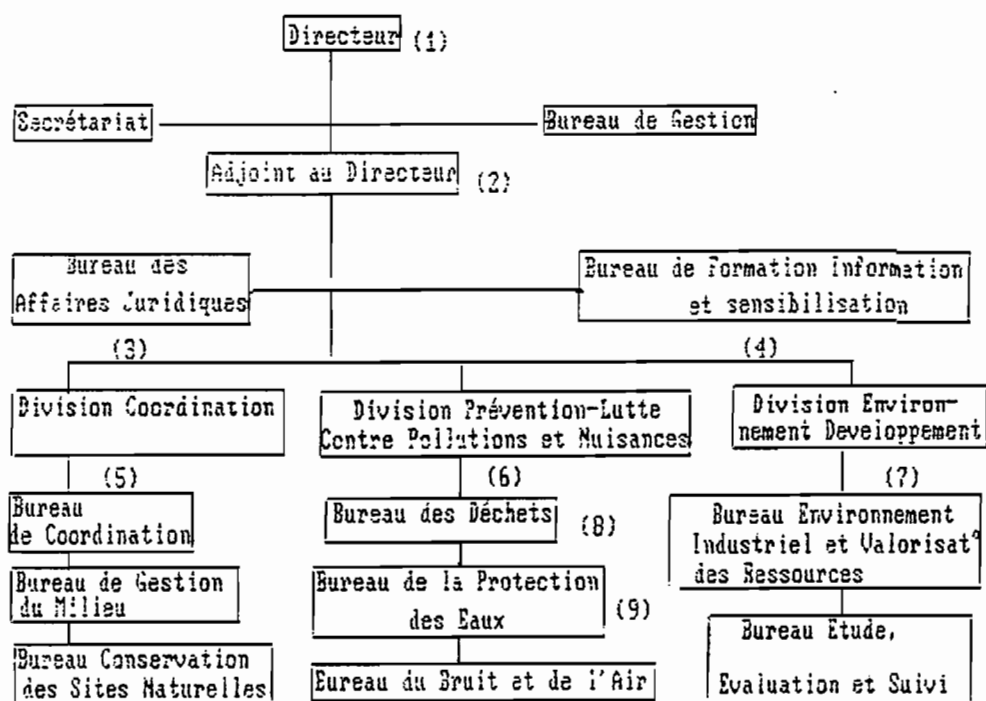
Les analyses bactériologiques sont faites à l'Institut Pasteur de Dakar.

c. Matériel informatique

- . 1 ordinateur IBM AT 40 Mo avec les logiciels :

Figure 5.1.4

ORGANIGRAMME ET MOYENS EN PERSONNEL
DE LA DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT DU MINISTRE DU TOURISME
ET DE LA PROTECTION DE LA NATURE



- (1) : Juriste-Environnementaliste
 (2) : Juriste-Environnementaliste
 (3) : Juriste-Environnementaliste
 (4) : Aménagiste
 (5) : Economiste-Environnementaliste
 (6) : Ingénieur en Génie de l'Environnement
 (7) : Géographe-Environnementaliste
 (8) : Aménagiste
 (9) : Chimiste

- FRAMEWORK II traitement de texte
- WORD PERFECT 5.1 traitement de texte
- PAINT-IT
- DBASE III
- CHIMIE : logiciel du Projet d'Etude, de Réhabilitation, d'Aménagement et Protection des Baies de Dakar (saisie et exploitation des données d'analyses)
- Logiciel de ce même projet pour les enquêtes épidémiologiques sur les baies

Fichiers créés avec DBASE III :

- rapport et comptes rendus de visite
- bibliothèque : tenue d'une documentation de base

5.1.6.2 Mission d'Etude et d'Aménagement du Canal de Cayor : MEACC

a. But de la mission

Par décret du 5 décembre 1988, l'Etat sénégalais a décidé de créer une mission rattachée à la Présidence de la République.

Cette mission, MEACC, est investie des pouvoirs les plus étendus pour rechercher les financements et accomplir les études nécessaires à la réalisation du canal de Cayor.

Il s'agit de réaliser un canal à ciel ouvert de 240 km de longueur reliant le lac de Guiers à la région de Thies et ayant à terme la capacité de transiter annuellement près de 430 millions de m³ d'eau brute, au débit de 20 m³/seconde environ.

Cette amenée est destinée à :

- l'alimentation en eau potable de la région de Dakar au gré de ses besoins jusqu'à l'horizon 2030,
- l'irrigation de 8500 ha de périmètres agricoles à aménager le long du parcours de l'ouvrage,
- la recharge des aquifères du Paléocène du secteur de Pout-Sébikotane, si la possibilité en était démontrée.

Le tracé du projet est mentionné en figure 5.1.5.

L'étude d'Avant-Projet Détaillé (APD) dont les termes de référence ont été établis en janvier 1990 devrait comporter au niveau de l'hydrogéologie :

- des essais par traceurs pour l'étude de la recharge des panneaux calcaires,
- le suivi des piézomètres existants.

b. Organisation en personnel de la MEACC

- 1 chef de mission
- 1 conseiller technique-coopérant

- . 1 directeur technique
- . 1 directeur environnement-impact (formation sociologue)
- . 1 agent administratif
- . secrétariat, agents administratifs

Un renforcement du personnel est prévu au cours de la réalisation de l'Etude d'APD :

- . 1 ingénieur des Ponts et Chaussées
- . 1 technicien

5.1.6.3 La Société de Développement des Fibres Textiles : SODEFITEX

La SODEFITEX est une société régionale de développement chargée de la production de riz, mil, maïs et coton.

Dans le cadre du développement des régions cotonnières, cette société peut entreprendre des projets de développement avec des volets hydrauliques :

- . réalisation de puits,
- . réalisation de forages d'hydraulique villageoise,
- . réalisation de forages pour l'alimentation en eau de chantiers de pistes.

Les rapports de forage et de puits sont en général transmis à la DGRH.

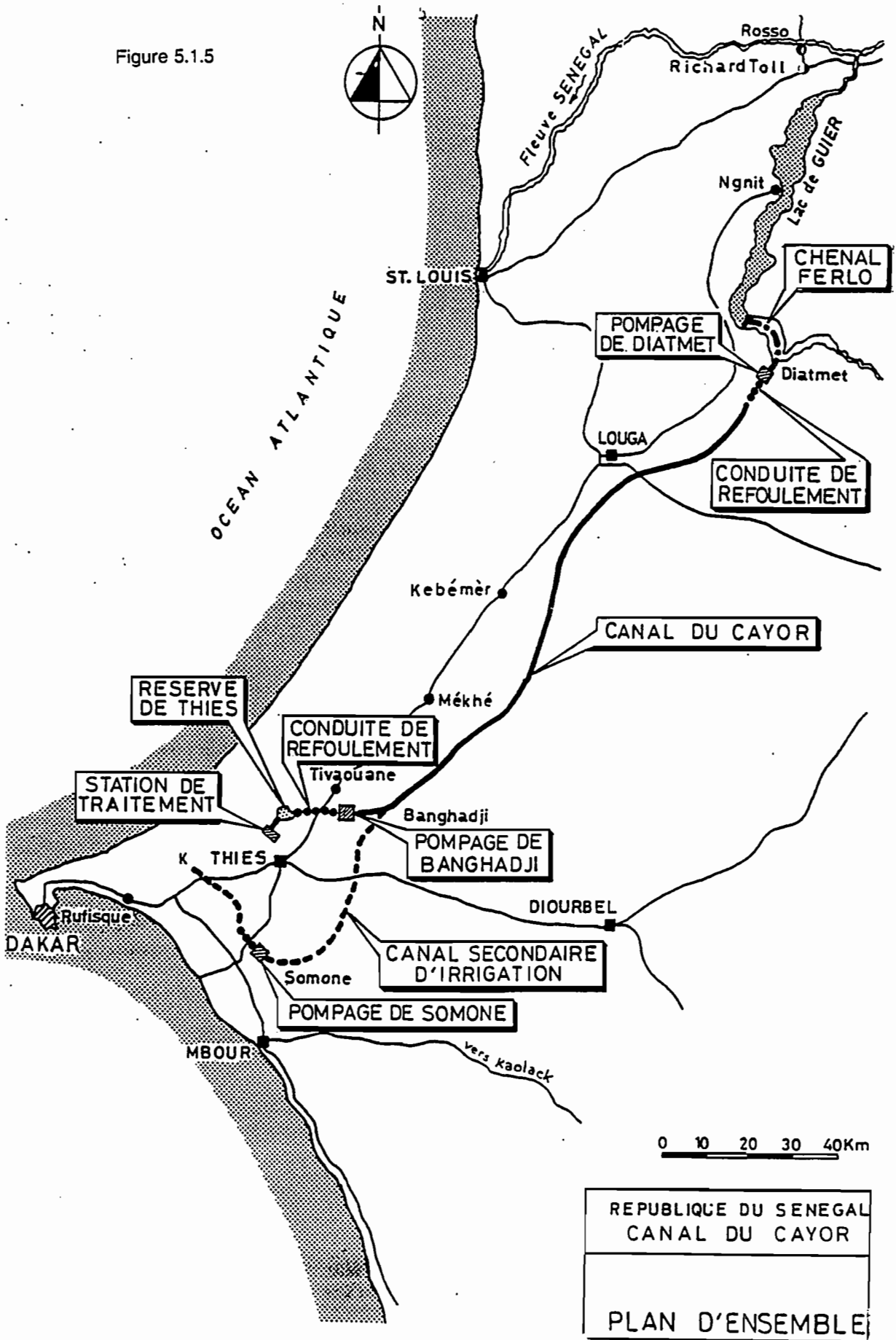
L'organisation de la SODEFITEX est la suivante :

- . 1 Directeur Général
- . Le Service d'Aménagement Rural comprenant :
 - Service administratif central (Dakar)
 - Service approvisionnement (Dakar)
 - Direction technique (Tambacounda)
 - Direction Industrielle : traitement, égrainage
- . Les régions SODEFITEX qui sont celles de :
 - Kahone
 - Tambacounda
 - Velingara
 - Kolda
 - Sedhiou
 - Kedougou

Au cours de la Phase I du Projet Intégré de Développement Rural au Sénégal Oriental et en Haute Casamance (1986-1990), le volet hydraulique a consisté en la réalisation de 70 puits, 16 forages hydraulique rurale, 10 forages en vue de la réalisation de pistes.

La Phase II de ce programme doit permettre la réalisation de 50 à 80 puits.

Figure 5.1.5



5.1.6.4 La Direction des Travaux Publics (DTP) du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement

L'organisation de cette direction est mentionnée en figure 5.1.6.

- . Elle est chargée de la construction et de la gestion des infrastructures routières. Cette Direction est utilisatrice de données hydrologiques, géologiques et hydrogéologiques.
- . Le bureau des infrastructures comprend 5 ingénieurs de Génie Civil et se charge des études de factibilité, d'exécution, de contrôle de travaux routiers.
- . Dans le cadre d'alimentation en eau de travaux routiers, des forages peuvent être réalisés. Lors de projets à financement extérieur, les études et travaux nécessaires à l'alimentation en eau des chantiers sont inclus dans le coût des travaux. Sur budget national, le DTP fait appel aux données et conseils de la DGRH. Les forages sont alors réalisés avec l'aval de celle-ci. En principe, les données des forages réalisés sont recueillis par la DGRH.

5.1.6.5 La Cellule après barrage (CAB)

Cette cellule, créée par décret du 9/10/1985, a un rôle de planificateur et a pour but de réfléchir sur la façon la plus judicieuse de mettre en valeur la vallée du fleuve Sénégal.

Elle représente le gouvernement sénégalais au sein de l'OMVS et participe ainsi aux consignes de gestion des barrages, en fonction des besoins des états.

Elle dépend de la Direction de la Planification du Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan.

Elle est composée d'une équipe pluridisciplinaire, soit :

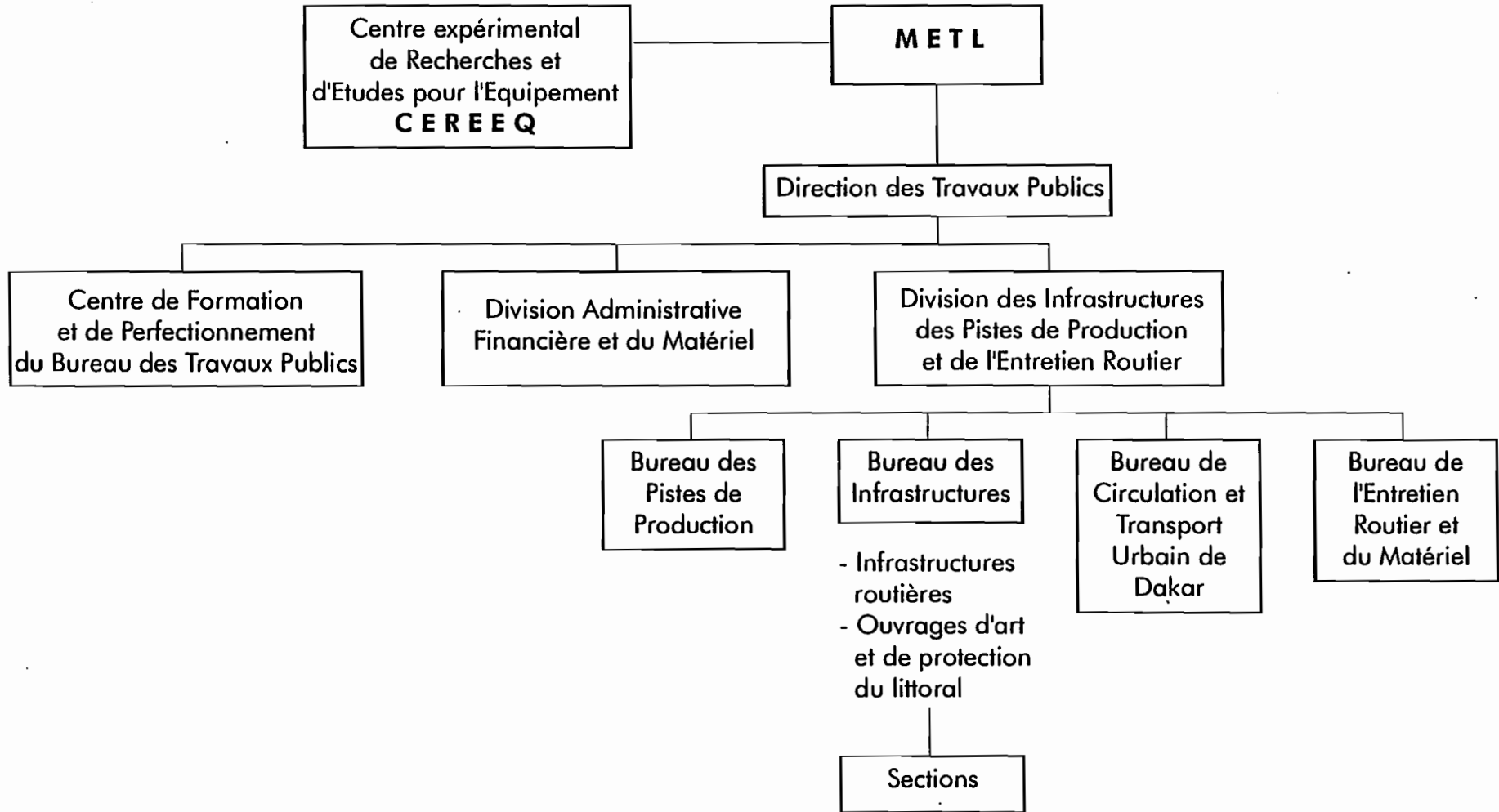
- . 1 économiste planificateur-analyste : coordonnateur technique de la cellule
- . 1 ingénieur de génie rural : chargé des problèmes de gestion de l'eau
- . 1 expert environnementaliste
- . 1 sociologue
- . 1 géographe
- . 1 agro-économiste
- . 1 économiste analyste
- . 1 ingénieur de planification
- . 1 économiste industriel
- . 2 statisticiens économistes, pour la collecte traitement de données
- . 1 informaticien
- . 1 bibliothécaire, documentaliste
- . 1 journaliste chargé de communication

Cette cellule s'organise en :

- . 1 bureau d'études sectorielles et projets

Figure 5. 1. 6

ORGANIGRAMME DE LA DIRECTION DES TRAVAUX PUBLICS DU MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT



- . 1 bureau des politiques et stratégies
- . 1 bureau des ressources humaines et planification
- . 1 unité informatique et enquêtes
- . 1 unité de gestion

La cellule est utilisatrice de données, dans le but de connaître l'état de la ressource en eau et le niveau de la demande et dans le but de l'amélioration de la gestion des barrages.

La qualité des eaux, la piézométrie des nappes sont des données que recherche la CAB.

5.2 Données géologiques

5.2.1 Cartographie géologique

Actuellement, les cartes géologiques réalisées sur le Sénégal sont définies dans le tableau 5.2.1.

Tableau 5.2.1 - INVENTAIRE DES CARTES GEOLOGIQUES

Echelle	Titre	Année	Nombre de feuilles
1/500 000	Carte géologique de la République du Sénégal et de la Gambie	1962	4
	Carte géotechnique du Sénégal	1964	4
	Carte des gîtes minéraux de la République du Sénégal	1966	4
1/200 000	Carte géologique de l'AOF		
	Feuillet Dakar Est Feuillet Thies Ouest	1956 1956	2
1/200 000	Carte géologique de la République du Sénégal	Bakel, Dalafi, Kedougou, Kenieba, Kossanto, Tambacounda, Youkounkoun, Dagana, Louga, Matam, Podor, Saint-Louis, Kaedi, Selibaby	1963 à 1967 14
	Carte géologique de la Presqu'île du Cap Vert	1963	1
	1/25 000	Carte géotechnique de Dakar	?	3
1/20 000	Carte géologique de la Presqu'île du Cap Vert	Ouakam	1952
		Dakar	1952
		Bargny	
		Deni Biram Ndao	
		Niakoul Rap	1976
		Rufisque Sangalkam Thiaroye	
1/12 500	Carte géologico-pétrographique	1980	?

5.2.2 Conservation d'échantillons

La Cellule des Eaux Souterraines de l'OMVS possède tous les échantillons de terrain obtenus lors de la réalisation des 569 piézomètres du projet 625 0958.

5.3 Données hydrogéologiques

5.3.1 Cartographie des aquifères

Les documents cartographiques relatifs aux eaux souterraines sont les suivants :

- . 1/1 000 000 :Carte hydrochimique des nappes phréatiques de la République du Sénégal (1966) - 1 Feuille
- . 1/500 000 :Carte hydrogéologique du Sénégal (1965) en 4 feuilles.

Ces cartes ont été réalisées pour le compte du Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique - Direction de l'Hydraulique.

Certains documents cartographiques généraux d'Afrique incluent et intéressent le Sénégal :

- . Carte de Planification des ressources en eau souterraine des Etats membres du CIEH, Afrique Soudano-sahélienne - Carte au 1/1 500 000 et notice - BRGM - 1976.
- . Carte de potentialité des ressources en eau souterraine de l'Afrique Occidentale et Centrale - Synthèse cartographique d'aide à la décision pour le développement - Echelle 1/5 000 000 avec notice d'explication et d'utilisation (BRGM - Géohydraulique - 1986).

5.3.2 Données de base hydrogéologiques

Nous donnons ci-après le descriptif des données de base collectées et stockées par :

- . la Division des Etudes et des Aménagements : DEA, de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique DGRH,
- . la Société Nationale de l'exploitation des Eaux du Sénégal : SONEES,
- . la cellule des Eaux Souterraines de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal OMVS,
- . le Groupe Laboratoires d'Analyse du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce.

5.3.2.1 Données collectées par la DEA

La section Inventaire et Gestion des Ressources de la Subdivision de la Programmation et de la Gestion de la DEA est chargée du stockage des données hydrogéologiques : caractéristiques d'ouvrages, suivi piézométrique des nappes.

La codification des ouvrages est la codification IRH (Inventaire des Ressources Hydrauliques), du type : 13-6X 0042, avec :

- . 13 : Numéro de feuille topographique au 1/200 000 (degré carré)
- . 6X : Référence du neuvième de la feuille au 1/200 000
- . 0042 : Numéro d'ordre de l'ouvrage dans le neuvième de degré carré.

Le principe est mentionné dans la figure 5.3.1.

Dans cette section, les données collectées et traitées par les différentes équipes sont les suivantes :

a. L'ancien BIRH : Bureau d'Inventaire des Ressources Hydrauliques

Devenu le BIR, il stocke les données brutes d'ouvrages et établit des fiches d'identification des agglomérations, soit :

Fiche d'identification : Village ou quartier
Hameau
Ouvrage

Ces fiches sont remplies manuellement : y sont insérés les coupes d'ouvrage tirés des rapports d'exécution de projets. Les modèles de ces fiches sont mentionnés en figures 5.3.2, 5.3.3 et 5.3.4.

20 000 fichiers sont actuellement ouverts au BIR, dont 7 000 points d'eau : forages, puits, forages de reconnaissance, forages pétroliers, dont :

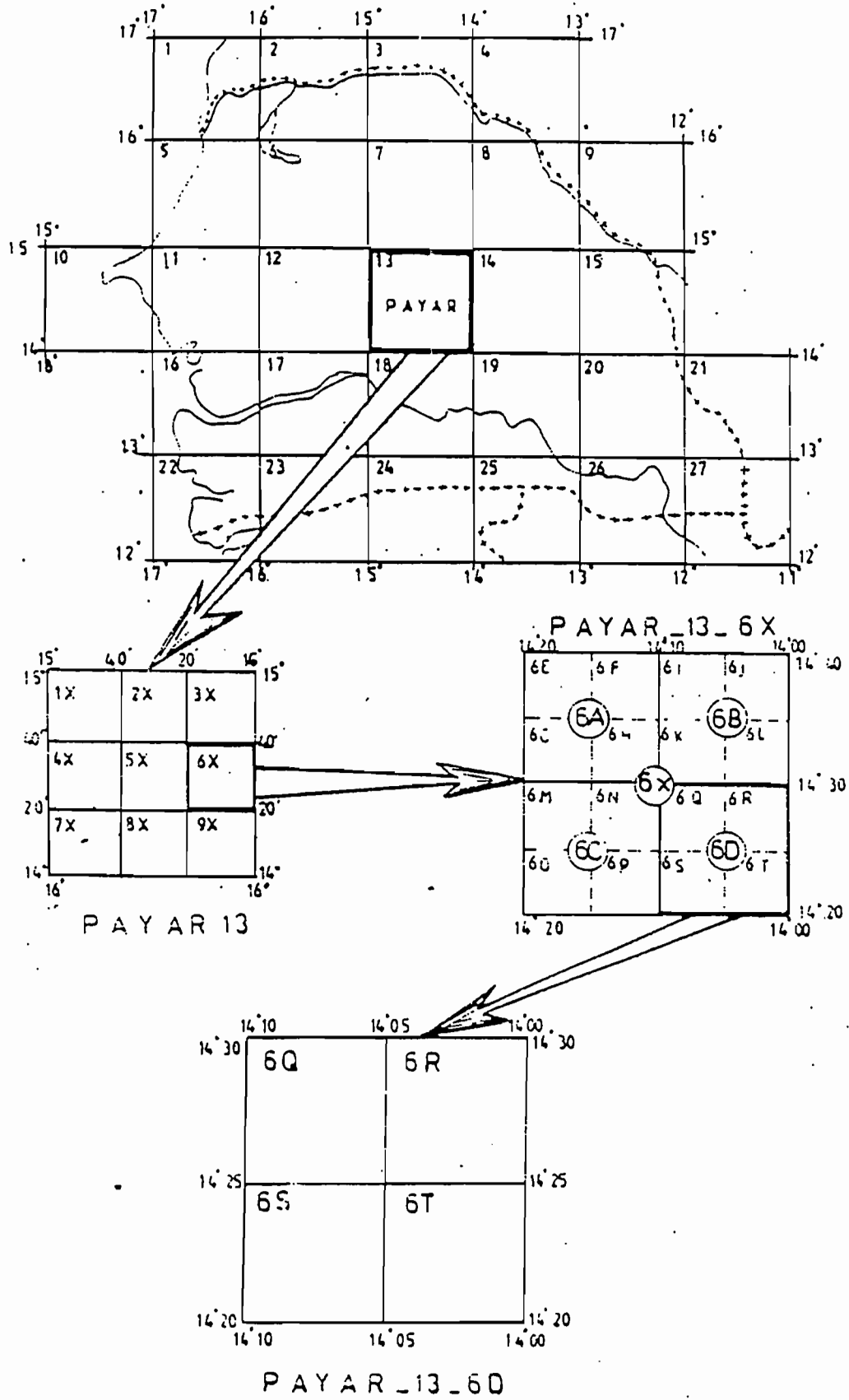
- . 1514 rapports "bruts" de forage avec numéro d'enregistrement,
- . 13 000 données villages, quartiers, hameaux.

Les ouvrages inventoriés par le BIR font l'objet d'un listing informatique comportant :

- . n° d'enregistrement
- . Objet (de l'ouvrage) : Sondage(Son)
forage(for)
Etude(Etu)
Piézomètre(Pz)
Puits(P)
- . Nom du site
- . Numéro de référence
- . Auteur du levé
- . Service d'exécution
- . Date de réalisation
- . Commentaire (mémo- : fiche d'ouvrage de projet jointe au dossier)

Le rangement de la documentation de l'ouvrage se fait dans un meuble rotatif avec repérage par numéro d'enregistrement.

Figure 5.3.1
 PRINCIPE DE LA CODIFICATION IRH ADOPTEE AU SENEGAL



Les données établies alimentent le programme GOREE de la DEA.

Le repérage cartographique des ouvrages du Sénégal est effectué sur des extraits de carte au 1/200 000 du pays.

L'extrait de carte, correspondant au 1/9e de degré carré, comporte le positionnement des ouvrages avec :

- . des figurés représentant :
 - Puits
 - Forage équipé
 - Forage non équipé
 - Forage puits
 - Piézomètre
 - Forage pétrolier
 - Ouvrage hors service
 - Ancien numéro de codification BIRH

- . le numéro d'ordre d'inventaire dans le neuvième de degré carré,

- . le type d'aquifère capté, représenté par un signe ou une lettre :
 - cristallin : gamma
 - Paléozoïque et anté-paléozoïque : béta
 - Maestrichtien : M
 - Paléocène : P
 - Eocène : E
 - Continental Terminal : C
 - Quaternaire : Q

Ces degrés carrés d'extrait de carte au 1/200 000 sont collés sur support cartonné et classés dans une armoire d'inventaire cartographique.

b. La Cellule du Projet SEN 88.002

Le projet PNUD SEN 81.003 "gestion et protection des eaux souterraines" et le projet PNUD SEN 88.002 en cours de réalisation "mise en valeur des eaux souterraines" avaient et ont pour but la mise en place d'une cellule de gestion informatisée des ressources en eau souterraine avec la création de bases de données et la consolidation d'un réseau de surveillance piézométrique des nappes souterraines.

b1. Organisation

Trois bases de données constituent des recueils d'informations directement consultables :

- . Base de données villages issue des enquêtes socio-économiques (évaluation des besoins, description des ressources). Cette base de données contient toutes les informations nécessaires pour identifier les villages déficitaires à partir de l'évaluation des besoins en eau et la description des ressources disponibles.

- Base de données points d'eau : la vocation de cette base est d'obtenir rapidement, à partir d'interrogations simples, un "cliché" de l'hydrogéologie d'un secteur (nature et potentialité des aquifères, équipement des ouvrages, qualité de l'eau).

Ces deux bases de données constituent le logiciel GOREE.

- Fichiers d'historiques piézométrie/qualité des eaux permettant de suivre dans le temps l'évolution des nappes, tant au niveau de leur exploitation que de leur qualité. Ces fichiers constituent le programme SURNAP.

Gestion des données

Les bases de données sont des collections d'informations que l'on peut comparer à des ensembles de fiches placées dans un classeur. Ces fiches sont composées de rubriques (ou champs). Il est établi une fiche par village et par ouvrage.

Les différentes bases de données et leurs relations sont mentionnées en figure 5.3.5.

Les bases de données comportent les différents niveaux suivants :

- des grilles de saisie qui servent à introduire ou modifier des données dans les différentes bases,
- un système de stockage et de classement des informations introduites (SGBD : Système de Gestion de Base de Données) "transparent" pour l'utilisateur.

Le logiciel DBASE III a été retenu comme système de gestion associé aux deux bases de données villages et ouvrages. Il permet de stocker l'information, la retrouver, la manipuler, la modifier à partir de procédures simples.

Le contenu de ces bases est réduit au strict minimum en raison de leur vocation d'outil de synthèse. Par contre, parallèlement, d'autres applications permettent l'acquisition et la restitution de l'ensemble des données disponibles sur les ouvrages :

- La chaîne HIVI, composée de 26 programmes de base, assure la saisie et le traitement des données au cours des campagnes-mêmes de forage. Elle utilise un ordinateur portable (HP 75) associé à différents périphériques. Les documents fournis par les programmes sont spécialement étudiés pour pouvoir être directement insérés dans les rapports de campagne de forages.
- Le programme SAIFOR permet une saisie exhaustive des données de forages sur compatible PC à l'aide d'une suite de pages/écran s'enchaînant automatiquement. Il lui est associé deux programmes : EDIFOR et TRAFOR, respectivement pour l'édition des fiches forages et le tracé des coupes géologiques et techniques. Ce niveau d'information plus exhaustif est important pour certaines applications (connaissance affinée des aquifères en vue de leur modélisation, équipement optimal des ouvrages).

Les différentes bases de données et les fichiers (HIVI et SAIFOR) ont un certain nombre d'informations en commun, soit sous une forme brute, soit sous une forme synthétisée. Des programmes de transfert et d'interfaçage permettent d'effectuer le déversement automatique de ces données d'un niveau à l'autre. Cette procédure permet d'éviter de nouvelles saisies au clavier, phase à la fois fastidieuse et exposée aux erreurs de recopiage.

Les échanges ne peuvent se faire que d'un niveau supérieur d'information vers un niveau inférieur. Par exemple, il est possible de transférer les données d'un fichier SAIFOR dans la base ouvrages mais l'inverse n'est pas envisageable. Par conséquent, dans la mesure du possible, les données doivent être acquises le plus en amont possible afin de minimiser le temps de saisie au clavier par rapport à la quantité d'informations stockée.

Les données concernant le suivi de la piézométrie et de la qualité des eaux sont gérées par un programme indépendant (SURNAP) assurant à la fois la saisie et le traitement des mesures (édition et restitution graphiques).

Traitement des données

Le principal traitement consiste à restituer les données saisies sous différentes formes :

- . fiches individuelles par village ou par ouvrage,
- . tableaux récapitulatifs (les colonnes de ces tableaux sont des rubriques choisies par l'utilisateur et les lignes correspondent aux enregistrements).

Par ailleurs, un certain nombre de programmes effectuant des traitements spécifiques à la gestion des ressources en eau et utilisant des fichiers issus des interrogations des bases de données sont développés en aval des bases de données :

- . statistiques élémentaires (calcul de paramètres statistiques, histogrammes, régressions linéaires),
- . visualisation graphique d'un ensemble d'informations (historiques de mesures),
- . report cartographique de points, d'interpolation et de tracé d'isovaleurs,
- . bilans par villages calculés à partir des données.

b2. Moyens et volumes des bases de données

Les données hydrogéologiques stockées sur les différentes bases de données sont les suivantes :

GOREE

La base GOREE est une base informatisée de gestion des points d'eau et des villages, alimentée à partir des données brutes d'ouvrages et à partir du programme de saisie SAIFOR (voir plus bas).

Elle comporte actuellement :

- . 1 972 forages, sondages, piézomètres, forages pétroliers, dont 232 piézomètres,
- . 10 604 données villages.

Ce programme ne stocke pas les données des puits.

400 forages et piézomètres connus resteraient à saisir, permettant d'éditer un annuaire complet des ouvrages modernes du Sénégal.

Cet annuaire comporterait des tableaux récapitulatifs avec les éléments suivants : par région, département et commune et par ouvrage :

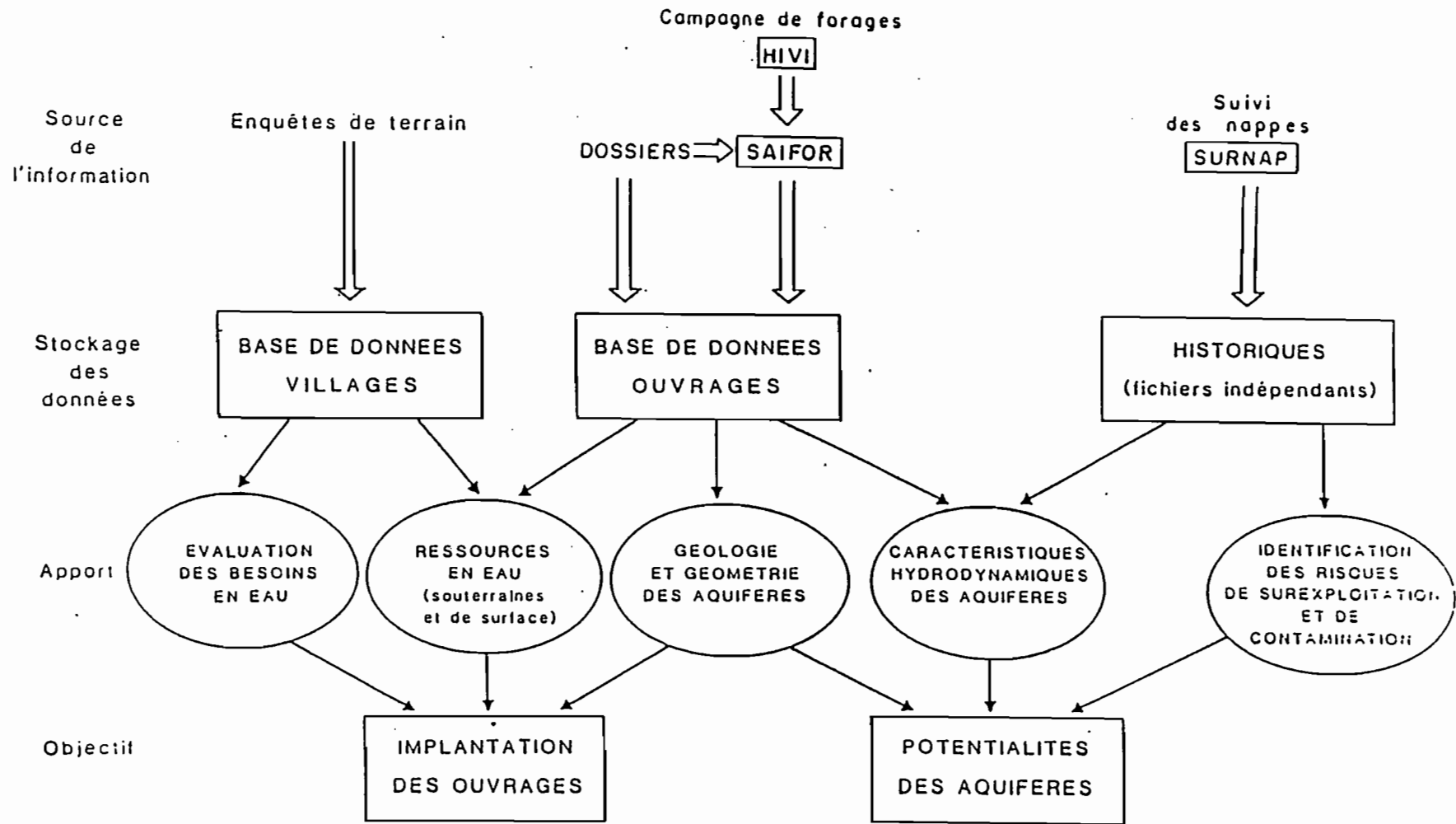
- . n° IRH
- . localité
- . entreprise
- . type d'ouvrage
- . date d'exécution
- . aquifère
- . profondeur d'investigation
- . Niveau statique (m)
- . Débit maximal (m³/h)
- . Rabattement (m)
- . Débit spécifique (m³/h/m)
- . Chambre de pompage :
 - diamètre (mm)
 - profondeur (m)
- . Profondeur de la crépine :
 - supérieure (m)
 - inférieure (m)
- . Résidu sec (mg/l)
- . Chlorures (mg/l)
- . Fluor (mg/l)
- . Débit prélevé (m³/jour)
- . Type de pompe

Les données villages ont été obtenues par enquêtes sur le terrain sauf pour les zones de Kaolack et Casamance non encore couvertes.

Ces enquêtes démographiques, cheptel, besoins, identification des ressources, ont été réalisées par :

- . BRGM en 1982 "Hydraulique Villageoise Nord Sénégal" (Projet FAC),
- . DIWI en 1987 "Etude et Suivi des Ressources en Eau au Sénégal Oriental" (Projet BID),
- . SODEVA en 1981 "Projet Siné Saloum" (BIRD).

Les données GOREE sont mentionnées en figures 5.3.6 et 5.3.7.



Organisation de la cellule de gestion

Figure 5.3.5 ORGANISATION DE LA CELLULE DE GESTION DE LA DEA

SAIFOR

SAIFOR est un programme de saisie détaillé des ouvrages, qui permet d'alimenter le programme GOREE qui, lui, extraira des données de synthèse.

Les bordereaux de saisie de SAIFOR sont mentionnés en figures 5.3.8, 5.3.9 et 5.3.10.

La version terrain de SAIFOR est la chaîne HIVI, grâce à laquelle peuvent être établies des coupes géologiques et techniques d'ouvrages est mentionnée en figure 5.3.11.

SURNAP

Le logiciel SURNAP permet la saisie informatique des mesures de surveillance piézométrique des nappes au Sénégal.

Il permet d'enregistrement des données et la restitution de tableaux récapitulatifs suivants :

Liste des fichiers comportant :

- . Nom du fichier, soit : numéro de codification du piézomètre de surveillance.
- . Nom de l'ouvrage.
- . Nom de l'aquifère avec la codification suivante :
 - LIT NORD : Aquifère du Littoral Nord : sables quaternaires
 - POUT PAL : Aquifère paléocène du Pout
 - SEBI PAL : Paléocène de Sébiikotane
 - INFRABAS : Infrabasaltique
 - THIAROYE : Aquifère de la zone de Thiaroye : sables quaternaires
 - POUT MAE : Maestrichtien de Pout
 - SEBI MAE : Maestrichtien de Sébikotane
 - MBOUR PAL : Paléocène de Mbour
 - MAESTRIC : Aquifère du Maestrichtien du reste du pays
 - OLIGO.MI : Aquifère Oligo-miocène
 - CONT.MAR : Aquifère Continental Terminal de la région de Marsassoum (Casamance)
 - CONT.TAM : Aquifère du Continental Terminal de Tambacounda-Kaffrine
 - SINE.GAM : Aquifère de Siné-Gambie : zone Zud de Kaolack et Nioro du Rip
- . Longitude : coordonnées Lambert en degré-minute-seconde
- . Latitude : coordonnées Lambert en degré-minute-seconde
- . Altitude : en mètre-décimètre-centimètre
- . Nombre d'enregistrements : correspond au nombre de passage d'observateur pour mesures de paramètres piéométriques et/ou physico-chimiques

- . Dernière date d'observation

Fiche d'édition de mesure comportant, pour un piézomètre :

- . Nom du forage
- . Aquifère
- . Longitude (Lambert)
- . Latitude (Lambert)
- . Période de mesures

et par mesure :

- . Date
- . Niveau de l'eau (m)
- . Conductivité ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
- . Résidu sec (mg/l)
- . Chlorures (mg/l)

Ces données sont issues de fiches individuelles d'observation de terrain, comportant, pour chaque ouvrage de mesure :

- . Nom du piézomètre
- . Cote IGN
- . N° d'IRH

et pour l'ensemble des mesures de ce piézomètre :

- . Date
- . Profondeur de l'eau sous la margelle (en mètre)
- . Altitude du plan d'eau (en mètre)
- . Conductivité en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C
- . Extrait sec en mg/l
- . Chlorures en mg/l
- . Observations

La quantité d'informations saisie dans SURNAP est récapitulée ci-après.

**Tableau 5.3.1 - INFORMATIONS SAISIES DANS LE LOGICIEL SURNAP DE LA DEA-DGRH
(au 29/03/1991)**

Aquifère	Nombre de piézomètres d'observation	Nombre d'enregistrements
Sables Quaternaires du Littoral Nord	80	2 970
Sables Quaternaires de Thiaroye	68	2 650
Paléocène de Pout	39	3 418
Paléocène de Sébikotane	39	2 858
Paléocène de Mbour	93	1 257
Infrabasaltique	25	1 335
Maastrichtien de Pout	22	2 060
Maastrichtien de Sébikotane	2	0
Maastrichtien du reste du pays	26	71
Oligo-Miocène	16	96
Continental Terminal de Marsassoum	14	97
Continental Terminal de Tambacounda	26	63
Continental Terminal de Siné-Gambie	21	29
Total	471	16 904

Soit 471 sites piézométriques et 16 904 enregistrements de mesures effectuées. Plusieurs sites piézométriques peuvent être constitués d'un seul ouvrage qui teste plusieurs aquifères (forage équipé de plusieurs tubes PVC).

SURNAP utilise la codification IRH des ouvrages.

Sur 32 sites, la codification est à améliorer car celle utilisée actuellement comporte en dernière rubrique une lettre correspondant à l'aquifère capté (dans le cas de piézomètres doubles ou triples) ou de référence de type P1-P2 représentant le numéro d'ordre d'un piézomètre dans un site d'exploitation.

5.3.2.2 Données collectées par la Société nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal

110 forages sont actuellement exploités par la SONEES, soit la répartition géographique suivante :

. Région de Dakar :	49
. ICS + villages :	5
. Région de Diourbel :	8
. Région de Louga :	3
. Région de Ziguinchor :	12
. Région de Kaolack :	15
. Région de Saint-Louis :	1
. Région de Thies :	17

A ce nombre, il faut rajouter un forage de secours en région de Saint-Louis et il faudra ajouter prochainement 6 nouveaux forages au Maastrichtien qui seront réalisés en région de Dakar.

Ceci portera le nombre total de forages à 117.

I D E N T I F I C A T I O N			
Numéro de localité : ||||		B E S O I N S	
Région : Départ. : Arrond. : Commune : Village :		Population : m3 / jour Cheptel : m3 / jour Cultures : m3 / jour Industries : m3 / jour	
Longitude : Latitude : Altitude : m Carte topo. :		R E S S O U R C E S	
Dossier mis à jour le : / / Organisme :		Eau de surface : m3/j Eau souterraine : m3/j Conduite(s) : m3/j	
B I L A N			
TOTAL :		m3/j Priorité :	
dont AEP :		m3/j	
D O N N E E S D E M O G R A P H I Q U E S		N° : ||||	
C H E P T E L		Bovides	Equides
Recensement 19 : Estimation 19 : Tendance (+,=,-) :			
P O P U L A T I O N		M I G R A T I O N	
Recensement 19 : Estimation 19 : Taux de variation : %		apport N : exode N : (Y/N) :	
		E T H N I E	
		princ. : secon. :	
C O N T E X T E S O C I O - E C O N O M I Q U E		N° : ||||	
I N F R A S T R U C T U R E S		I N D U S T R I E S	
Nombre de marchés par mois : Nombre de classes d'école : Nombre de postes de santé : Nombre de lieux de culte : Nombre de services publics :		Industries : Consommation moyenne : m3/j	
CULTURE	NATURE	TYPE	SUPERFICIE
R E S S O U R C E S H Y D R A U L I Q U E S		N° : ||||	
E A U X D E S U R F A C E			
NATURE		P E R E N N I T E	P R E L E V E M E N T
		mois	m3/j
		mois	m3/j
E A U X S O U T E R R A I N E S			
O U V R A G E S P R I N C I P A U X (répertoriés)		O U V R A G E S A N N E X E S	
Nombre : Prélèvement (m3/j) :		Puits trad.	Céanes
I M P O R T A T I O N		E X P O R T A T I O N	
D E B I T		D E B I T	
O R I G I N E		D E S T I N A T I O N	
I N F R A S T R U C T U R E H Y D R A U L I Q U E		N° : ||||	
P O M P E S		Bornes fontaines : Branchements privés :	
Manuelles : Animales : Moteur thermique : Electriques : Eoliennes : Solaires :		Ouvrages susceptibles d'être équipés : Forages : Puits :	
Châteaux d'eau : nombre :		capacité totale : m3	
Réservoirs au sol : nombre :		capacité totale : m3	

Figure 5.3.7
 GRILLE DE SAISIE DE LA BASE DE DONNEES "VILLAGE"
 PROGRAMME GOREE

IDENTIFICATION

Numero I.R.N.	.. . . . .
Numero provisoire	
Type de l'ouvrage (L.1)	
Nature de l'ouvrage (L.2)	
Objet de l'ouvrage (L.3)	
Etat de l'ouvrage (L.4)	

Projet	
Marché	
Financement	
Maître d'ouvrage	
Maître d'œuvre	
Ingénieur conseil	
Entrepreneur	

Dates de réalisation	début	.. . . .
	fin	.. . . .
Date de réception de l'ouvrage	.. . . .
Numero du Procès Verbal de réception		

LOCALISATION

Numero de la localité	.. . . . .	Longitude	.. . . .
Commune		Latitude	.. . . .
Village		Altitude (m)	
Hameau		Précision sur 2 (m)	

Non de la carte topo		Mission photo	
Numero de la carte		Numéros des photos	
Echelle de la carte	1 /		

DESCRIPTION DU TROU NU

N°	Diamètre (en millimètres)	Profondeur (en mètres)	Code (L.5)	Fluide (L.6)
1				
2				
3				
4				
5				
6				

TUBAGES ET CREPINES

N°	Type (L.7)	Diamètre (en mm)	Profondeur (m)		Nature (L.8)	Raccord (L.9)	Type de crépine (L.10)	Slot crépine	Ouvert. crépine	Centraux
			supérieure	inférieure						
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										

ESPACE ANNULAIRE

N°	Profondeur (m)		Type (L.11)	Nature (L.12)	Texture (L.13)	Granulométrie (en millimètres)
	supérieure	inférieure				
ESPACE ANNULAIRE EXTERNE	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
ESPACE ANNULAIRE INTERNE	1					
	2					

Figure 5.3.8

CONTEXTE HYDROGEOLOGIQUE

	AQUIFERE N° 1	AQUIFERE N° 2	AQUIFERE N° 3
Nom de l'aquifère			
Façons de l'aquifère			
Type de l'aquifère (L.14)			
Nature de la nappe (L.15)			
Profondeur du test (m)			
Profondeur du sur (m)			

CONTEXTE GEOLOGIQUE

Base du recouvrement (m)	
Base des alluvions (m)	
Géomorphologie (L.16)	

LINÉAIREMENTS

	Direction (°)	Longueur (m)	Distance (m)
Linéament n° 1			
Linéament n° 2			
Linéament n° 3			

VENUES D'EAU

N°	Profondeur (m)	Débit (m ³ /h)
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		

DEVELOPPEMENT

N°	Type (L.17)	Durée (h) ou Quantité	Débit moyen (m ³ /h)
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			

POMPAGE D'ESSAI

Hauteur du repère / sol (m)	
Niveau statique (au repos)	
Date de la mesure	.. .. .

Début du pompage d'essai	Date	.. .. .
	Heure	.. h .. m
Niveau initial avant le pompage (m)		

N°	DESCENTE			REMONTÉE	
	Durée (h)	Débit (m ³ /h)	Niveau (m)	Durée (h)	Niveau (m)
1					
2					
3					
4					
5					
6					

INTERPRETATION DU POMPAGE

Débit spécifique (m ³ /s/m)	.. . 10 - .
Transmissivité (m ² /s)	.. . 10 - .
Coef. d'emmagasinement	.. . 10 - .
Méthode d'interprétation	
Perles de charge (m ² /s)	
Liaite d'alimentation	oui . non .
Liaite étanche	oui . non .

PARAMETRES PHYSICO CHIMIQUES

Température nappe	°C
pH in situ	
Conductivité à 20°	µS/cm

Résidu sec	mg/l
pH labo	
Dureté	°f

Type des analyses chimiques .

Calcium (Ca ⁺⁺)	mg/l
Magnésium (Mg ⁺⁺)	mg/l
Sodium (Na ⁺)	mg/l
Potassium (K ⁺)	mg/l
Fer (Fe ⁺⁺)	mg/l
Manganèse (Mn ⁺⁺)	mg/l
Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/l

Bicarbonates (HCO ₃ ⁻)	mg/l
Carbonates (CO ₃ ⁻)	mg/l
Chlorures (Cl ⁻)	mg/l
Sulfates (SO ₄ ⁻)	mg/l
Nitrates (NO ₃ ⁻)	mg/l
Nitrites (NO ₂ ⁻)	mg/l
Fluorures (F ⁻)	mg/l

Figure 5.3.9

GÉOPHYSIQUE / DIAGRAPHIES

Géophysique	oui .	non .
Diagraphies	oui .	non .

GÉOPHYSIQUE

N°	Méthode (L.18)	Paramètre retenu	Unité	Valeur	Date		
1				
2				
3				
4				
5				

DIAGRAPHIES

N°	Méthode (L.19)	Paramètre retenu	Unité	Valeur	Date		
1				
2				
3				
4				
5				

OBSERVATIONS

Identification du rapport	
Nom de l'agent ayant rempli le bordereau	
Nom de l'agent ayant effectué la saisie	

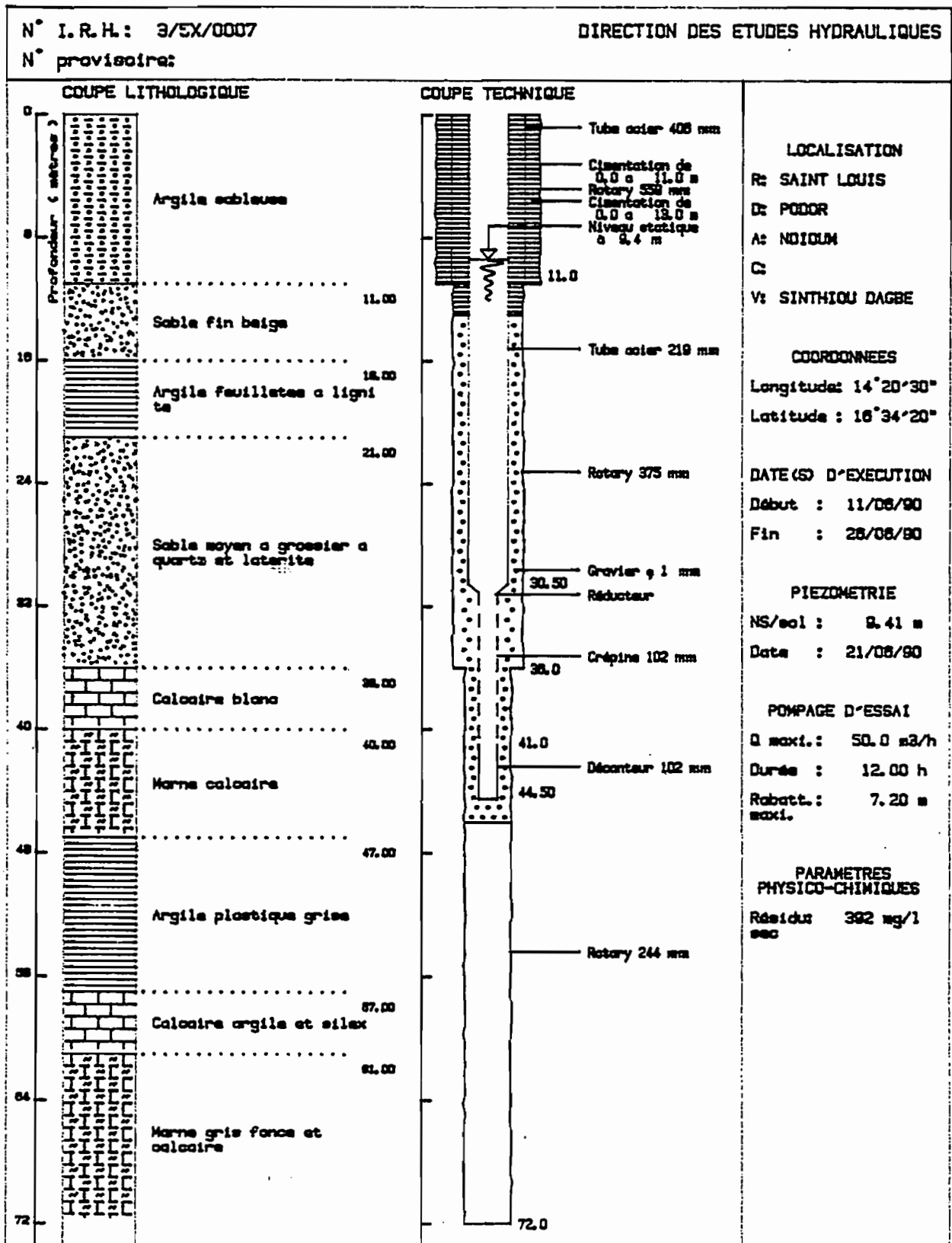
5-57

COUPE GEOLOGIQUE

N°	PROFONDEUR	DESCRIPTION (2 Lignes de 25 caractères max)	FIGURE
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			

Figure 5.3.10

Figure 5.3.11
SORTIE GRAPHIQUE - CHAINE HIVI



a. Données d'exploitation

Les données d'exploitation de ces ouvrages sont relevées quotidiennement (débit, temps d'exploitation) et récapitulés de manière : hebdomadaire, mensuelle, annuelle.

Ces données sont récapitulées sur des tableaux, avec détails mensuels, dans les rapports annuels des centres d'exploitation régionaux de la SONEES.

Aucune informatisation de ces données n'existe à la SONEES. Les données de base sont centralisées sur des fiches de relevés et stockées dans les centres régionaux d'exploitation.

b. Données piézométriques et physico-chimiques faites sur les piézomètres

Les données piézométriques et physico-chimiques sont relevées et stockées par le Service Laboratoire du Département Planification et Etude de la Direction Technique de la SONEES.

Elles consistent en des mesures de niveau d'eau, d'analyse de teneur en chlorures et sont réalisées en principe mensuellement.

Les suivis portent actuellement (au 9/04/1991) sur 56 ouvrages piézométriques avec la répartition suivante :

Infrabasaltique :	18 ouvrages
Sables quaternaires de Beer Thiliane :	6 ouvrages
Maestrichtien de Pout :	4 ouvrages
Paléocène de Pout :	8 ouvrages
Paléocène de Sébikotane :	8 ouvrages
Maestrichtien de Sébikotane :	4 ouvrages
Sables quaternaires de Thiaroye :	3 ouvrages
Calcaires de Sébikotane :	1 ouvrage
Sébikotane :	4 ouvrages

L'activité de contrôle de la SONEES portait il y a quelques années sur 74 piézomètres, certains ont été ensevelis depuis.

Les données piézométriques et physico-chimiques sont notées sur des carnets de relevé, comportant 1 page par ouvrage visité.

Chaque feuille comporte les éléments suivants :

- . numéro du sondage
- . région
- . n° d'observateur
- . n° IRH

et pour chaque mesure réalisée :

- . date et heure de la mesure
- . profondeur de l'eau sous la margelle ou par rapport au sol
- . altitude du plan d'eau
- . chlorures en mg/l
- . observations

Ces feuilles de relevés sont stockées par zones géographiques d'observation.

Certaines mesures de niveau ou de teneur en chlorures sont portées sur des graphiques d'évolution avec le temps.

c. Données physico-chimiques et bactériologiques des ouvrages d'exploitation

Les données physico-chimiques sont établies et stockées à partir de relevés mensuels par le Service Laboratoire :

- . sur une fiche individuelle d'ouvrage (voir figure 5.3.12),
- . sur un cahier-registre manuel.

Elles concernent les points de production, les points de stockage (château d'eau), les points de distribution.

Les données d'analyses bactériologiques sont établies à partir de relevés :

- . 3 fois par semaine sur le réseau de Dakar,
- . 2 fois par an sur l'ensemble des exploitations régionales de la SONEES (sauf Saint-Louis),
- . 1 fois par semaine sur la région de Saint-Louis.

Ces données sont portées sur des fiches individuelles d'analyse et classées par régions (voir figure 5.3.13).

Un fichier cartonné d'analyse bactériologique par ouvrage recense par points de prise les travaux réalisés avec :

- . Date de l'échantillon
- . Numéro de registre laboratoire
- . Date
- . Conclusion :
 - propre
 - satisfaisante
 - à surveiller
 - douteuse
 - impropre

d. Centre de documentation de la Direction Technique

De nombreux rapports d'études y sont stockés et inventoriés : 240 numéros de cote recensent ces ouvrages ; un numéro peut correspondre à plusieurs tomes d'une étude et plusieurs numéros correspondre à une étude.

5.3.2.3 Données disponibles à la Cellule Eaux souterraines de l'OMVS

Dans le cadre du projet OMVS-USAID n° 625-0958, l'OMVS a entrepris la réalisation d'un réseau piézométrique dans les 3 pays de l'organisation, avec les critères suivants :

- . périmètres irrigués : 1 piézomètre/100 ha,
- . hors périmètre irrigué : 1 piézomètre/100 km²,
- . 1 piézomètre/km sur chacune des 10 lignes transversales à la vallée du fleuve.

Le réseau de l'OMVS se compose pour l'ensemble des 3 pays de 569 piézomètres et de 1200 puits villageois.

Pour la partie située en territoire sénégalais, 67 piézomètres de petit diamètre (équipement en 2"1/2) ont été réalisés.

A ce nouveau réseau d'observation ont été intégrés de nombreux puits villageois.

a. La codification des points d'eau

Du type 07-4A-GA-0188-LP correspond :

- . 07 : N° de la carte au 1/200 000 soit :

06	Saint-Louis
07	Dagana
08	Podor
09	Kaedi
15	Matam
16	Selibaby

- . 4A : N° de codification de la carte au 1/50 000

- . GA : Rive du fleuve avec :

G	Rive gauche
D	Rive droite
A	Piéromètre
B	Puits
M	Mali

- . 0188 : N° du point d'observation

- . LP : Localisation du piézomètre :

HP	Hors périmètre irrigué
LP	Limite de périmètre : situé dans un périmètre irrigué
VV	Puits villageois

b. Les fiches d'identité d'ouvrages (voir figure 5.3.14)

Fiche technique de piézomètre

Tous les piézomètres réalisés dans le cadre du projet font l'objet d'une fiche d'identité informatisée fiche technique d'ouvrage avec :

- . Localisation cartographique avec coordonnées MTU
- . Localisation géographique
- . Cadre physico-graphique
- . Infrastructures avoisinantes
- . Paramètres de référence
- . Nivellement
- . Caractéristiques techniques du piézomètre
- . Analyses granulométriques
- . Essais de perméabilité

Fiche technique de puits

Chaque puits appartenant au réseau de mesure fait l'objet d'une fiche technique informatisée identique à celle des piézomètres et comportant :

Pour la rubrique caractéristiques techniques :

- . Le nombre de point d'eau dans le village
- . L'équipement en pompe (oui ou non)
- . Pompe fonctionnelle (oui ou non)
- . Observation en plan :
 - Zone inondable (oui ou non)
 - Clôture (oui ou non)
 - Dalle (oui ou non)
 - Distance évacuation eaux usées (m)
- . Observation en section :
 - Diamètre intérieur (mm)
 - Type paroi
 - Profondeur du puits
 - Hauteur margelle

Elle ne comporte pas de rubrique analyse granulométrique ni celle essai de perméabilité.

c. Les fiches de visites mensuelles

Ces fiches informatisées individuelles par ouvrage comportent les rubriques suivantes :

- . visite mensuelle (données de référence : date, heure, etc.)
- . localisation

Figure 5.3.12
SOCIETE NATIONALE D'EXPLOITATION DES EAUX DU SENEGAL

Région de..... Localité.....
 Lieu de prélèvement..... Jour de prélèvement Date.....
 Date..... Heure.....
 Arrivée au Labo : Heure..... Début d'analyse.....
 Fin d'analyse.....

ELEMENTS	TENEURS	INTERPRETATION DES RESULTATS
Température.....
^T Turbidité NTU.....
Résistivité Ohm - Cm.....
Conductivité μ /cm.....
PH.....
Dureté totale (TH) F (degré français).....
Dureté calcique TH Ca) ".....
Dureté Magnésienne (TH Mg) ".....
Alcalinité simple (TA) ".....
Alcalinité complète (TAC) ".....
Chlorures (Cl) ".....
Bicarbonate (HCO ₃) ⁻ mg/L.....
Carbonate (CO ₃) ".....
Gaz carbonique (CO ₂) ".....
Oxygène dissous (O ₂) ".....
Fluor (F) ".....
Silice - (SiO ₂) ".....
Matières organiques (Alcalin) ".....
Matières organiques ((Acide) ".....
Sulfate (SO ₄) ⁻ ".....
Phosphate (PO ₄) ⁻ ".....
Nitrates (NO ₃) ".....
Nitrites (NO ₂) ⁻ ".....
Ammonium (NH ₄) ⁺ ".....
Calcium (Ca) ++.....
Magnésium (Mg) ++.....
Manganèse (Mn) ++.....
..... ".....
Fer (Fe) ".....
Aluminium (AL) +++.....
Sodium (Na) +.....
Potassium (K) ".....
Chlore résiduel (CL ₂) ".....
Résidu sec à 110 ".....

LE CHIMISTE

LE CHEF DU LABORATOIRE

Figure 5.3.13
FICHE INDIVIDUELLE D'ANALYSE

SOCIÉTÉ NATIONALE D'EXPLOITATION DES EAUX DU SÉNÉGAL

S. O. N. E. E. S.

Service Laboratoire
Route du Front de
Terre Ilann
BP. 400 - DAKAR
TEL. 24-78-09

ANALYSE BACTÉRIOLOGIQUE

Nature Eau
Date de prélèvement
Début d'analyse.....
Nom du préleveur
Recherche de Salmonelle : Présence Absence
Recherche de Vibrio Cholérérique : Présence Absence
Recherche de Shigelle : Présence Absence
CONCLUSION :
.....
.....

FAIT ALE.....

LE MICROBIOLOGISTE

LE CHEF DU SERVICE LABORATOIRE

DIRECTION TECHNIQUE
DEPARTEMENT ETUDES ET PLANIFICATION
SERVICE LABORATOIRE

S O N E E S - BP. 400 - DAKAR
TEL. : 24.78.09

BULLETIN DE SURVEILLANCE BACTÉRIOLOGIQUE

SERVICE DEMANDEUR
NOM DU PRELEVEUR
DATE DE PRELEVEMENT
DATE D'ANALYSE

POINT DE PRELEVEMENT	N° REGIS	DATE d'Analyse	Méthode	Tempé.	Chlore	PH	Coli Totaux 37°	Coli Fécaux 44°	Strept. & Staph. 37°	Germes Totaux 37°	Clostr. Sulfito Réducteur	INTERPRETATION DES RESULTATS

CONCLUSION.....
.....

FAIT A..... LE

LE CHEF DU LABORATOIRE

LE MICROBIOLOGISTE

- . résultats acquis : Environnement
 - Mesure de profondeur
 - Elevation du niveau d'eau
 - Utilisation de l'ouvrage
 - Paramètres physico-chimiques
 - Liste d'appareils de mesure défectueux

Les mesures de profondeur et physico-chimiques portent sur les éléments suivants :

- . niveau d'eau
- . température
- . conductivité
- . salinité
- . aspect
- . pH
- . goût

5.3.2.4 Données disponibles au groupe laboratoire : Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce

Entre 1962 et 1990, 915 448 échantillons de toute sorte ont été analysés par le laboratoire au niveau des éléments chimiques. Le nombre d'échantillons d'eau analysés n'est pas connu exactement mais doit être autour d'un millier.

Aucune donnée n'est informatisée.

Tous les résultats sont stockés sous forme : de rapport Bulletin d'analyse soit individuel, soit groupé pour plusieurs échantillons.

Le stockage de ces bulletins se fait par ordre chronologique d'établissement et rangé dans des classeurs placés dans une salle de documentation.

Les modèles de bulletins sont mentionnés en figure 5.3.15.

Il faut noter que ni les coordonnées ni les codifications IRH ne sont portées avec les noms de points d'eau, ce qui engendre une utilisation peu aisée de ces données par un organisme ou un intervenant extérieur.

5.3.2.5 Données disponibles au centre de documentation de l'OMVS

De 1971 à 1983, l'OMVS a publié 12 index de références bibliographiques dont 1 index se rapportant à l'élevage.

Chaque index a été publié pour 1000 ouvrages stockés.

Environ 11 000 ouvrages seraient donc stockés dans ce centre de documentation (hors domaine de l'élevage).

5.3.3 Données piézométriques

Actuellement au Sénégal, les suivis piézométriques sont réalisés par 3 organismes :

- La Division des Etudes et des Aménagements de la DGRH : Section Inventaire et Gestion des Ressources en Eau.
- La SONEES, par l'intermédiaire de son laboratoire d'analyses.
- L'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal : OMVS, par l'intermédiaire de la Cellule des Eaux Souterraines.

Nous fournirons ci-après des tableaux de listes de piézomètres avec les codifications suivantes :

Type :	PZ	Piézomètre
Utilisation :	M	Mesure manuelle
Aquifère :	PA	Paléocène
	CO	Continental Terminal
	MA	Maestrichtien
	EO	Eocène
	QU	Quaternaire
	OL	Oligocène
	IN	Infrabasaltique
	SO	Socle paléozoïque

5.3.3.1 Données piézométriques de la DEA - DGRH

Dans le cadre du projet PNUD : SEN/88/002 "Mise en Valeur des Eaux Souterraines" un réseau piézométrique a été défini à partir de piézomètres existants et de nouveaux piézomètres créés dans le cadre du projet.

a. Constitution du réseau piézométrique

471 sites piézométriques ont été choisis selon la répartition suivante :

- Sables quaternaires du littoral Nord : 80
- Sables quaternaires de Thiaroye : 68
- Paléocène de Pout : 39
- Paléocène de Sébikotane : 39
- Paléocène de Mbour : 93
- Infrabasaltique : 25

Piezomètre : 06-2A-6A0001-HP

Fiche technique

Localisation cartographique et références du projet

Pays : Sénégal Coordonnées NTU Photo aérienne (P. A.)
 Carte 1:200 000 : SAINT-LOUIS I : 337.6 No : TELETYPE 1980
 Carte 1:50 000 : 2A Y : 1791.1 Roll : 511 Line : 27 No. : 502007
 Zone intervention : I
 Référence : fiche d'implantation no. : 1 Croquis d'implantation no. : 3

Localisation géographique

Hors périmètre/hors village : DANS LA NATURE
 Nom du cours d'eau avoisinant : DJEUSS Distance : 1800 m

Cadre physiographique

Unité naturelle JUDON UNE: DLT DELTA
 Unité géologique GEOL: TN QUATERNAIRE - INCHIRIEN
 Unité géomorphologique GEOM: A DEPOTS ACTUELS ET SUBACTUELS/CUVETTES ARGILEUSES DE DECONTATION

Infrastructures avoisinantes

Poste pluviométrique : NDJOL/DJALLO Distance : 6.000 km
 Echelle Liométrique : DAKAR BANGO Distance : 6.000 km

Paramètres de référence - suite au développement

Date de développement : 14/02/87
 Données de référence température : 29.0 °C
 Salinité : n/a Conductivité : 45600.0 mS pH = 7.8
 Durée développement : 3.00 hre

Nivellement

Nom du réseau : IGN Année: 1952
 Borne départ : DIARA Borne fermeture : DIARA
 Date de nivellement : 07/01/88 Hauteur point repère : 1.270 m/sol
 Cote/point repère : 3.672 m/Oign Cote/base béton : 2.403 m/Oign

Caractéristiques techniques du piezomètre

Généralités
 Date d'implantation : 09/12/85
 Date de forage : 15/02/87 Technique de forage : Rotary - Boue biodégradable
 Diamètre du trou de forage : 6"1/2 pce Profondeur forée : 20.00 m/sol Profondeur équipée : 20.00 m/sol
 Formation géologique captée : QUATERNAIRE - INCHIRIEN
 Profondeur du toit : 15.0 m/sol Cote du toit : -12.6 m/Oign

Stratigraphie au droit de la crépine : SABLE MOY

Piezomètre : 06-2A-6A0001-HP

Fiche technique

Equipeement du piezomètre

Tube de mesure
 Diamètre nominal : 2"1/2 pce Diamètre extérieur : 73 mm Diamètre intérieur : 58 mm Longueur hors sol : 100 cm

	Crépine	Bouchon I	lanterne	Bouchon II
Matériau	PVC	Bentonite	Gravier	Bentonite
Volume matériel (cc3)	4185	10000	40000	10000
Profondeur haut (cm/sol)	1800	1950	1750	1700
Profondeur bas (cm/sol)	1900	2000	1950	1750
Longueur (cm)	100	50	200	50

Analyses granulométriques

Echantillon	Diamètre efficace (D10 %)	K selon HAZEM
En surface B1	D10 % : 0.0400 mm	KB1 : 3.6E-3 cm/sec
En surface B2	D10 % : 0.0800 mm	KB2 : 6.4E-3 cm/sec
Observation :		

Essai de perméabilité (KK) (Type slug test)

Date de l'essai : 26/02/87 Profondeur de l'essai
 Niveau statique : 299 cm/sol Hauteur lanterne : 1750 cm/sol
 Valeur calculée de la perméabilité : N/I cm/sec Bas lanterne : 1950 cm/sol

Observations : INTERPRETABLE SELON HYORSLEV

FICHE TECHNIQUE DE PIEZOMETRE DU RESEAU OMVS
 Figure 5.3.14

. Maestrichtien de Pout :	22
. Maestrichtien de Sébikotane :	2
. Maestrichtien du reste du pays :	26
. Oligo-miocène :	16
. Continental Terminal de Masassoum :	14
. Continental Terminal de Tambacounda :	26
. Continental Terminal de Siné-Gambie :	21

La situation de ce réseau piézométrique est mentionnée en figure 5.3.16. Les caractéristiques des piézomètres sont mentionnées dans les tableaux 5.3.2 à 5.3.14.

Ce réseau n'intéresse que les formations sédimentaires aquifères du pays.

b. Surveillance du réseau piézométrique

Les tournées de mesure piézométrique sont assurées par le DEA dans le cadre du Projet. Pour les nappes proches de Dakar (200 piézomètres environ) le suivi des niveaux et relevés physico-chimiques se fait tous les 2 mois.

Pour le reste des aquifères, le suivi se fait deux fois par an (à l'étiage et en fin d'hivernage).

Ces suivis sont assurés par une équipe avec :

- . 1 technicien supérieur ou un aide-prospecteur
- . 1 chauffeur
- . Matériel de mesure : sonde électrique de 100 m
conductimètre et trousse d'analyse de terrain (mini-labo pour dosage des chlorures)

c. Stockage des données

Les données de mesure sont stockées grâce au logiciel SURNAP.

d. Edition des données - Résultats

Un rapport annuel est édité par la DEA "Contrôle piézométrique et hydrochimique des nappes souterraines du Sénégal - Note d'information annuelle".

Ce rapport comporte :

GROUPE LABORATOIRES
 DE LA
 DIRECTION DES MINES
 ET DE LA GEOLOGIE
 B.P. 268 - Tél. 22 52-78
 DAKAR

Demande
 d'Analyse n° Bulletin d'Analyse n° 333 à 334
 de M. WORLD VISION INTERNATIONAL

Echantillons reçus au laboratoire
 Le 30 - 03 - 91 N° 67
 Offset I.S.P.

Echantillon	Forage de DIAMBAL		Forage de NDOBATU					
	mg	meq	mg	meq	mg	meq	mg	meq
Date de prélève.	26 - 03 - 91		28 - 03 - 91					
P H	7,7		7,7					
Teneur par litre	mg	meq	mg	meq	mg	meq	mg	meq
Cl ⁻	56,7	1,60	62,4	1,76				
SO ₄ ⁻	5,8	0,12	9,6	0,20				
CO ₃ H ⁻	259,3	4,25	250,2	4,10				
CO ₃ ⁻	-	-	-	-				
NO ₃ ⁻	22,0	0,35	30,0	0,48				
F ⁻	0,1	0,01	0,1	0,01				
P ₂ O ₅								
Total anions		6,33		6,55				
Ca ⁺⁺	78,5	3,92	77,5	3,87				
Mg ⁺⁺	5,8	0,48	6,2	0,51				
Na ⁺	39,0	1,73	44,0	1,95				
K ⁺	0,8	0,02	0,8	0,02				
NH ₄ ⁺	< 0,1	-	< 0,1	-				
Fe	< 0,1		< 0,1					
Total cations		6,15		6,35				
Extrait sec	350		370					
Dureté	d'Fr	meq	d'Fr	meq	d'Fr	meq	d'Fr	meq

A DAKAR le 30 - 03 - 91. Le Chimiste, M. NBATHIE
 A DAKAR, le 06 AVRIL 1991. Le Chef de laboratoire, G. SALL
 Le Demandeur, Sorigno DIA

GROUPE LABORATOIRES
 DE LA
 DIRECTION DES MINES
 ET DE LA GEOLOGIE
 B.P. 268 - Tél. 22-52-78
 DAKAR

Demande
 d'Analyse N° Bulletin d'Analyse N°
 de M. Echantillons reçus au laboratoire
 Le N°

Echantillon			
	mg	meq	
Date de prélève.			
P H			
Teneur par litre	mg	meq	
Cl ⁻			Conductivité en s
SO ₄ ⁻			Oxygène dissous
CO ₃ H ⁻			Oxygène cédé par KMnO ₄ (M.O.)
CO ₃ ⁻			Silice ionique
NO ₃ ⁻			Silice totale
F ⁻			Bore
P ₂ O ₅			Aluminium
			Cadmium
Total anions			Manganèse
Ca ⁺⁺			INTERPRETATION DES RESULTATS
Mg ⁺⁺			
Na ⁺			
K ⁺			
NH ₄ ⁺			
Fe			
Total cations			
Extrait sec			
Dureté	d'Fr	meq	

A le Le Chimiste, A DAKAR, le 19...
 Le Demandeur, Le Chef de laboratoire

5 - 69

Figure 5.3.15

- . l'observation des fluctuations piézométriques par aquifère et par période,
- . un rappel des débits extraits par aquifère,
- . des tableaux de fluctuation piézométrique par piézomètre,
- . des tableaux de variation des résidus secs et des niveaux piézométriques par aquifère et par piézomètre,
- . des cartes au 1/200 000 de situation des piézomètres avec numéro de référence et courbes :
 - d'égal résidu sec
 - d'égal battement de la nappe

5.3.3.2 Données piézométriques disponibles à la DEA

En plus du suivi piézométrique réalisé dans le cadre du projet PNUD 88/002, la DEA effectue un inventaire des ressources hydrauliques du pays avec le recensement de tous les types d'ouvrages dont les piézomètres.

Ces données sont recueillies par le BIR et stockées par le logiciel GOREE. 230 piézomètres y sont inventoriés.

Le détail est mentionné dans les tableaux 5.3.15 à 5.3.20.

Seuls les piézomètres du projet PNUD sont suivis.

5.3.3.3 Données piézométriques de la SONEES

a. Constitution du réseau piézométrique

56 piézomètres sont suivis par la SONEES selon la répartition suivante :

. Infrabasaltique :	18	
. Sables quaternaires de Beer Thiliane :		6
. Maestrichtien de Pout :	4	
. Paléocène de Pout :	8	
. Paléocène de Sébikotane :	8	
. Maestrichtien de Sébikotane :	4	
. Sables quaternaires de Thiaroye :	3	
. Calcaires de Sébikotane :	1	
. Aquifères de Sébikotane :	4	

b. Surveillance du réseau piézométrique

Le suivi des niveaux et des teneurs en chlorures est mensuel.

Il est assuré par une équipe du laboratoire d'analyse de la SONEES constituée de :

- . 1 préleveur
- . 1 chauffeur
- . 1 véhicule

c. Stockage des données

Des fiches de carnets de relevé remplies et stockées manuellement contiennent tous ces résultats de suivi.

Un rapport mensuel de production et de suivi piézométrique était établi jusque dans les années 1970 mais n'est plus établi actuellement. La SONEES ne dispose pas de moyens informatiques de stockage ni de traitement de ces données.

5.3.3.4 Données piézométriques de l'OMVS

a. Constitution du réseau piézométrique

Dans le cadre du projet OMVS-USAID 625.0958, l'OMVS a mis en place un réseau piézométrique en bordure du fleuve Sénégal.

67 piézomètres de petit diamètre (2"1/2) ont été réalisés et suivis avec plusieurs centaines de puits villageois existants. La zone d'observation OMVS est mentionnée en figure 5.3.17. Les caractéristiques des piézomètres de petit diamètre réalisés par l'OMVS sont précisées dans les tableaux 5.3.20 et 5.3.21.

b. Surveillance du réseau piézométrique

Ce réseau piézométrique a été suivi mensuellement pendant toute la durée du projet, soit de novembre 1988 à fin juin 1990 par la cellule des Eaux Souterraines de l'OMVS.

Depuis la fin du projet et le passage de cette cellule sous le régime OMVS, la périodicité des mesures est plus ou moins assurée, avec interruption des mesures en septembre 1990, octobre 1990 et janvier 1991 (faute de carburant).

Ce suivi est assuré, côté Sénégal, par 2 équipes du secteur OMVS de Saint-Louis disposant chacune de :

- . 1 véhicule
- . 1 moto
- . 1 sonde électrique de 50 m
- . 1 ruban lesté de 50 m
- . 1 conductimètre
- . 1 pHmètre

sous la supervision du chef de secteur de Saint-Louis et dirigé par un technicien ou ingénieur stagiaire.

Ministère Hydraulique
 Direction des Etudes Hydrauliques
 Projet SEN81003 "Ressources en Eau"
RESEAU PIEZOMETRIQUE
 Mars 1989

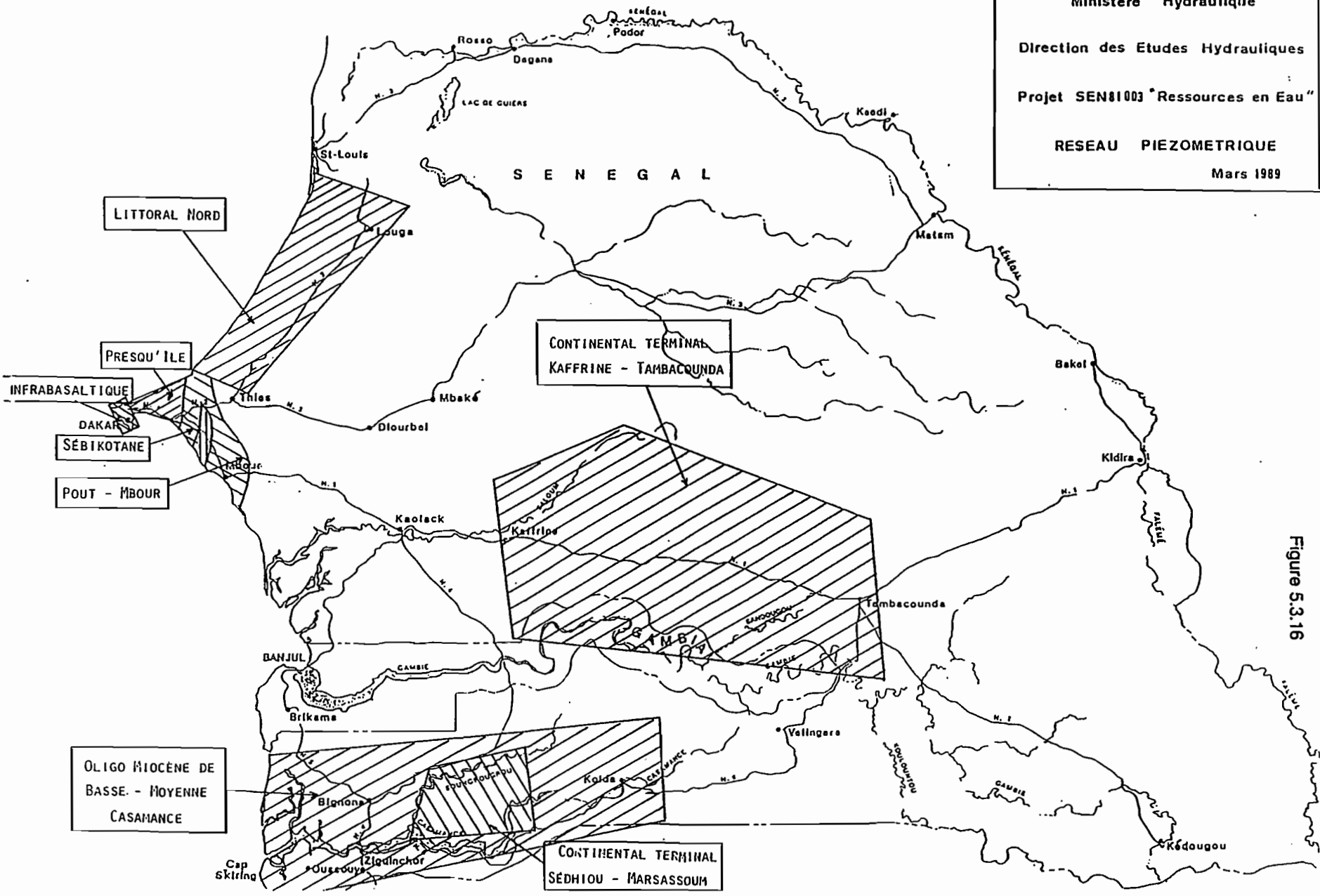


Figure 5.3.16

Tableau 5.3.1

RESEAU DE SURVEILLANCE PIEZOMETRIQUE DES NAPPES DU SENEGAL

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
052X0004	SEMEIL P	LIT.NORD	16°21'00	15°55'00	10.00	5	15/10/90
052X0005	TO. BUENE	LIT.NORD	16°23'40	15°51'48	12.20	52	16/10/90
052X0006	K. KOURA	LIT.NORD	16°32'00	15°42'25	8.39	51	19/10/90
052X0007	MOURIL	LIT.NORD	16°28'07	15°45'45	5.06	50	19/10/90
052X0008	MADAYANA	LIT.NORD	16°25'35	15°48'05	16.29	51	14/10/90
054X0001	KAB. PEUL	LIT.NORD	16°43'20	15°22'05	15.59	50	16/10/90
054X0002	DIJOURMEL	LIT.NORD	16°03'30	15°22'50	10.81	50	16/10/90
054X0003	THIGUGOU	LIT.NORD	16°43'40	15°26'40	6.90	51	17/10/90
055X0027	BOUNDGUB	LIT.NORD	16°36'45	15°27'35	26.40	49	18/10/90
055X0038	PETIE	LIT.NORD	16°38'30	15°31'30	19.13	52	18/10/90
055X0039	FI. LAOBE	LIT.NORD	16°39'00	15°32'35	12.31	52	18/10/90
055X0040	BENDIGUB	LIT.NORD	16°35'20	15°35'10	13.27	51	18/10/90
055X0041	BO. GULA	LIT.NORD	16°34'12	15°38'00	8.89	50	19/10/90
055X0042	MAMADGUB	LIT.NORD	16°33'10	15°39'55	8.06	51	19/10/90
057X0024	FASSBOUE	LIT.NORD	16°50'15	15°16'35	4.65	50	13/10/90
057X0042	MBANEM	LIT.NORD	16°45'30	15°17'40	34.00	1	14/06/87
057X0043	T. NDIAYE	LIT.NORD	16°53'30	15°02'30	52.00	6	19/10/90
057X0044	LACMEKHE	LIT.NORD	17°02'00	15°00'35	8.93	51	13/10/90
057X0045	SAO	LIT.NORD	16°59'00	15°00'48	22.57	50	13/10/90
057X0046	NDIOPSAO	LIT.NORD	16°59'05	15°04'40	9.97	51	13/10/90
057X0047	LOBCR. NG	LIT.NORD	16°54'10	15°05'05	20.03	52	13/10/90
057X0048	LOBOR. PE	LIT.NORD	16°55'57	15°06'45	12.08	26	14/10/86
057X0049	NDEUNE	LIT.NORD	16°54'30	15°08'15	14.74	52	13/10/90
057X0050	D. NAILOU	LIT.NORD	16°51'10	15°12'20	17.48	51	13/10/90
055X0007	DAR. DIGP	LIT.NORD	16°28'20	15°28'55	41.78	47	14/10/90
055X0009	THIAMBAM	LIT.NORD	16°37'55	15°23'45	21.94	51	17/10/90
055X0010	S. MERINA	LIT.NORD	16°16'45	15°49'10	14.40	32	15/10/90
055X0017	NGUER-NG	LIT.NORD	16°33'50	15°23'30	46.87	51	17/10/90
055X0018	MBENGUEN	LIT.NORD	16°24'25	15°35'40	38.40	51	20/10/90
055X0019	TOU. DIGP	LIT.NORD	16°18'36	15°42'40	43.59	50	19/10/90
055X0037	K. MAKHAR	LIT.NORD	16°23'05	15°26'50	37.33	51	14/10/90
056X0006	NDIAKHAL	LIT.NORD	16°18'20	15°38'40	32.75	50	14/10/90
056X0019	VELINGAR	LIT.NORD	16°13'30	15°35'30	36.11	52	14/10/90
058X0012	CIVEUL. R	LIT.NORD	16°36'30	15°15'40	46.92	50	16/10/90
058X0019	S. MBARIK	LIT.NORD	16°37'45	15°08'07	43.15	41	13/10/90
058X0039	KAB. GAYE	LIT.NORD	16°37'25	15°18'50	50.19	51	16/10/90
059X0006	NDIGUMO	LIT.NORD	16°15'23	15°17'45	0.00	0	00/00/00
057X0016	T. TIGUME	LIT.NORD	16°40'15	15°09'10	48.48	57	13/10/90
057X0051	ICS-71-	LIT.NORD	16°40'05	15°10'35	48.99	41	13/10/90
057X0052	ICS-73-	LIT.NORD	16°46'45	15°09'30	46.94	40	13/10/90
057X0053	ICS-62-	LIT.NORD	16°43'00	15°13'05	42.59	41	13/10/90
057X0054	ICS-61-	LIT.NORD	16°42'00	15°11'40	49.56	41	12/10/90

Tableau 5.3.2

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 2

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AGUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
057X0055	ICS-72-	LIT.NORD	16°42'00	15°11'41	49.89	39	13/10/90
058X0049	ICS-63-	LIT.NORD	16°36'25	15°06'30	38.03	41	19/10/90
058X0053	ICS-75-	LIT.NORD	16°38'50	15°08'40	44.91	41	13/10/90
058X0054	ICS-64-	LIT.NORD	16°33'00	15°05'00	30.70	41	19/10/90
058X0055	ICS-74-	LIT.NORD	16°39'32	15°05'35	37.67	41	19/10/90
058X0002	KELLE.Fo	LIT.NORD	16°34'40	15°12'00	0.00	4	07/07/89
058X0004	BGASSAMA	LIT.NORD	16°34'30	15°12'30	0.00	0	00/00/00
058X0014	NDANDE	LIT.NORD	16°31'25	15°16'40	37.10	51	16/10/90
058X0018	LAKHASSO	LIT.NORD	16°28'55	15°12'50	36.54	53	19/10/90
058X0021	PALMED	LIT.NORD	16°33'08	15°15'27	40.56	55	19/10/90
058X0022	PALMED V	LIT.NORD	16°32'40	15°15'52	0.00	8	19/10/90
058X0023	PALMED B	LIT.NORD	16°33'20	15°16'45	37.81	43	19/10/90
058X0025	MBAKA-LO	LIT.NORD	16°33'46	15°14'18	0.00	8	18/10/90
058X0052	DIE	LIT.NORD	16°33'00	15°14'55	38.07	43	24/10/87
053X0001	NDIOCK.S	LIT.NORD	16°16'19	15°44'30	28.24	41	06/06/90
055X0003	KEBEMER	LIT.NORD	16°27'15	15°22'32	0.00	8	18/10/90
055X0005	NDATEFAL	LIT.NORD	16°22'40	15°20'50	37.13	45	19/10/90
055X0006	TIEKENE	LIT.NORD	16°20'56	15°25'45	37.83	51	04/06/90
055X0013	GUEOUL	LIT.NORD	16°20'30	15°29'20	36.96	27	14/10/90
056X0007	BANGOYE	LIT.NORD	16°16'30	15°22'45	38.76	52	15/10/90
056X0009	MBIDIENE	LIT.NORD	16°12'15	15°30'45	38.71	8	07/10/89
056X0012	Fo.DJILY	LIT.NORD	16°11'48	15°36'45	0.00	7	04/06/90
056X0013	Fo.LOUGA	LIT.NORD	16°13'52	15°38'00	0.00	7	13/10/90
056X0018	MARCISSE	LIT.NORD	16°16'15	15°29'25	35.67	53	15/10/90
057X0015	TAQUAFAL	LIT.NORD	16°42'30	15°17'45	34.08	50	16/10/90
057X0025	TAIBA.SI	LIT.NORD	16°53'50	15°05'50	46.24	14	17/10/90
058X0016	MBAKHENE	LIT.NORD	16°24'10	15°15'50	33.13	58	05/06/90
058X0028	DIEMOUL	LIT.NORD	16°20'15	15°14'20	0.00	2	08/10/88
058X0029	TIETICUR	LIT.NORD	16°25'37	15°14'18	34.38	30	19/10/90
058X0042	NGALIK	LIT.NORD	16°21'34	15°09'55	31.63	38	10/06/88
058X0044	BARE DIA	LIT.NORD	16°14'30	15°27'30	0.00	2	06/06/88
058X0050	NDATTQU	LIT.NORD	16°24'45	15°00'18	0.00	2	06/10/88
058X0051	NDIANE	LIT.NORD	16°22'07	14°59'16	0.00	5	30/10/89
102BC068	DIEULEUK	LIT.NORD	17°01'00	14°57'15	25.33	47	13/10/90
112X0008	TAWAFALL	LIT.NORD	16°33'00	14°58'36	0.00	6	30/10/89
112X0023	B.SARAGE	LIT.NORD	16°17'30	13°56'33	0.00	4	30/10/89
052X0084	P3.1 BID	LIT.NORD	16°21'00	15°55'00	0.00	0	00/00/00
052X0019	P4.1 BID	LIT.NORD	16°22'00	15°48'30	0.00	0	00/00/00

Tableau 5.3.3

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURMAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
057X0014	NOTD P.6	PQUT.PAL	16°58'38	15°03'22	9.13	85	13/10/90
103B0045	7832.F3	PQUT.PAL	17°00'48	14°51'15	32.90	51	04/10/90
103B0046	7833.F3	PQUT.PAL	17°00'37	14°54'15	19.58	51	04/10/90
103B0048	7836	PQUT.PAL	17°03'15	14°03'15	0.86	40	15/06/88
103B0049	7837	PQUT.PAL	17°02'48	14°03'15	0.74	41	15/06/88
103B0050	7838	PQUT.PAL	17°03'06	14°53'42	0.39	38	27/11/87
103B0052	7834	PQUT.PAL	17°03'30	14°53'37	0.46	27	27/11/87
103B0054	7844.F5N	PQUT.PAL	17°00'09	14°54'03	0.00	13	12/12/89
103B0055	7845.F3N	PQUT.PAL	17°00'33	14°51'07	0.00	8	15/10/87
103B0075	SE.137	PQUT.PAL	17°00'58	14°59'48	24.16	93	09/10/87
103B0082	SE.130	PQUT.PAL	17°02'48	14°50'21	4.27	119	25/06/90
103B81-P	SE.19.P	PQUT.PAL	17°00'22	14°55'30	12.49	118	04/10/90
103B84-P	SE.34.P	PQUT.PAL	17°01'22	14°52'25	15.34	160	04/10/90
103B86-P	SE.35.P	PQUT.PAL	17°47'30	14°52'28	19.74	40	04/10/90
103D0003	P.F2	PQUT.PAL	17°00'49	14°44'53	37.18	84	05/10/90
103D0004	F4.FOUL.	PQUT.PAL	17°00'22	14°52'27	0.00	8	15/10/87
103D0007	SE.133	PQUT.PAL	17°00'50	14°46'10	36.61	209	05/10/90
103D0008	SE.124	PQUT.PAL	17°01'24	14°45'38	31.52	153	13/02/90
103D0009	SE.78	PQUT.PAL	17°02'10	14°45'43	34.72	164	05/10/90
103D0010	SE.112	PQUT.PAL	17°00'45	14°43'46	42.54	122	15/06/77
103D0011	SOMONE	PQUT.PAL	17°00'50	14°40'35	42.26	218	05/10/90
103D0015	SE.12	PQUT.PAL	16°58'40	14°36'10	22.14	168	24/10/90
103D0017	SE.126	PQUT.PAL	17°02'15	14°45'45	30.34	149	05/10/90
103D0027	7822	PQUT.PAL	17°01'22	14°47'42	37.40	27	15/10/86
103D0028	7842.F2N	PQUT.PAL	17°00'58	14°47'41	0.00	11	27/06/89
103D0030	7831	PQUT.PAL	17°00'48	14°49'40	31.62	21	03/10/86
103D0088	T.8	PQUT.PAL	17°00'50	14°50'15	0.00	76	15/03/74
103D01P1	P1.F1	PQUT.PAL	17°00'48	14°45'23	36.93	82	05/10/90
103D01P2	P2.F1	PQUT.PAL	17°00'59	14°45'23	35.02	77	05/10/90
103D0216	CAR.PQUT	PQUT.PAL	17°01'09	14°48'00	0.00	79	15/05/74
103D05-P	SE.102.P	PQUT.PAL	17°00'40	14°45'10	41.44	111	15/10/84
103D18-P	SE.110.P	PQUT.PAL	17°00'55	14°44'22	37.80	107	15/02/75
103D87-F	SE.36.F0	PQUT.PAL	17°00'23	14°52'25	26.09	87	04/10/90
103D87P2	SE.36.P2	PQUT.PAL	17°00'11	14°52'25	30.53	74	15/11/74
103D87F4	SE.36.P4	PQUT.PAL	17°00'19	14°52'25	29.24	73	15/11/74
106X02-P	SE.31.P	PQUT.PAL	17°00'30	14°37'28	21.34	178	05/10/90
111X0048	SE.134	PQUT.PAL	16°57'56	14°59'18	28.28	119	06/10/90
111X28-P	SE.38.P	PQUT.PAL	16°59'28	14°55'15	25.28	137	04/10/90
114A0122	F5.1 21D	PQUT.PAL	16°53'15	14°30'32	0.00	0	00/00/00

Tableau 5.3.4

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
102D0034	F.1 AEP	SEBI.PAL	17°08'58	14°44'25	0.00	7	15/06/86
102D0035	F.2 AEP	SEBI.PAL	17°09'41	14°44'00	0.00	26	06/11/90
103B0053	7843	SEBI.PAL	17°04'00	14°54'06	0.60	43	27/11/87
103B0057	TAMNA.P4	SEBI.PAL	17°04'07	14°56'09	1.67	113	06/10/90
103B0069	P.8 BIS	SEBI.PAL	11°02'15	11°18'35	21.52	97	06/10/90
103B0100	SAMBAN	SEBI.PAL	17°08'46	14°45'15	0.00	104	15/07/71
103C0160	NDOKORAS	SEBI.PAL	17°10'06	14°40'48	13.30	26	06/11/90
103C0161	SE.11.P	SEBI.PAL	17°10'20	14°31'13	6.21	75	06/11/90
103C0163	DAMBOU.E	SEBI.PAL	17°10'07	14°42'00	12.50	212	06/11/90
103C0202	PANTH.1	SEBI.PAL	17°10'45	14°40'51	4.81	347	06/11/90
103C0214	CHIRARA	SEBI.PAL	17°10'15	14°42'14	0.00	26	06/11/90
103C0215	W.PONTY	SEBI.PAL	17°10'07	14°44'20	0.00	94	15/07/71
103C0224	DIAYE.Fo	SEBI.PAL	17°10'15	14°41'55	0.00	2	15/10/86
103D0036	F.3 AEP	SEBI.PAL	17°09'59	14°44'09	0.00	33	06/11/90
103D0037	F.4 AEP	SEBI.PAL	17°10'00	14°43'48	0.00	28	06/11/90
103D0042	BAYAKH.F	SEBI.PAL	17°08'08	14°49'15	0.00	3	15/10/83
103D0043	LAFI	SEBI.PAL	17°07'35	14°46'44	30.60	60	20/03/89
103D0066	MBID.PS3	SEBI.PAL	17°05'20	14°53'39	20.41	92	11/10/88
103D0067	MBID.S.3	SEBI.PAL	17°05'20	14°53'39	20.41	33	11/10/88
103D0092	NDOYE.II	SEBI.PAL	17°07'59	14°45'28	25.02	163	26/10/88
103D0093	BRIGUETT	SEBI.PAL	17°05'35	14°45'01	21.25	230	06/11/90
103D0095	MALIGDR	SEBI.PAL	17°07'50	14°49'01	34.86	163	07/10/87
103D0105	MSOUNK.F	SEBI.PAL	17°09'55	14°41'33	5.71	74	06/11/90
103D0107	FILFIL.2	SEBI.PAL	17°08'28	14°45'05	0.00	29	06/11/90
103D0162	DAMBOU.W	SEBI.PAL	17°10'45	14°41'45	7.05	154	06/11/90
103D0189	K.SEGA.2	SEBI.PAL	17°07'18	14°40'18	52.13	11	26/10/88
103D0217	SEBIK.N	SEBI.PAL	17°09'04	14°44'13	0.00	55	15/07/71
103D0218	SEBIK.H	SEBI.PAL	17°09'12	14°44'22	0.00	16	15/12/62
103D0219	SEBIK.L	SEBI.PAL	17°09'09	14°44'32	0.00	96	15/06/71
103D0220	SEBIK.S	SEBI.PAL	17°09'13	14°44'37	0.00	79	15/11/74
103D0221	SEBIK.P	SEBI.PAL	17°09'20	14°44'44	0.00	111	15/11/74
103D0222	SEBIK.C	SEBI.PAL	17°09'15	14°44'39	0.00	3	15/07/60
103D0223	FILFIL.3	SEBI.PAL	17°08'25	14°45'32	0.00	25	06/11/90
103D0225	MASSEME	SEBI.PAL	17°07'42	14°48'29	0.00	0	00/00/00
106X0020	VEN.6	SEBI.PAL	17°10'22	14°38'18	8.95	56	06/11/90
106X0023	VEN.3	SEBI.PAL	17°10'28	14°39'13	0.00	7	06/11/90
106X0024	VEN.2	SEBI.PAL	17°10'22	14°39'55	6.38	51	06/11/90
106X0025	VEN.5	SEBI.PAL	17°10'24	14°38'59	24.56	14	06/11/90
106X0028	VEN.1	SEBI.PAL	17°11'09	14°39'30	0.00	49	15/01/73

Tableau 5.3.5

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURMAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
102X0001	FRONT.TR	INFRABAS	17°27'20	14°43'45	15.75	45	12/10/90
102X0004	POINT.NT	INFRABAS	17°22'00	14°44'07	15.95	47	12/10/90
102X0005	TERME.N.	INFRABAS	17°29'23	14°44'36	25.00	43	12/10/90
102X0006	TERME.S	INFRABAS	17°29'12	14°44'03	18.93	2	27/05/86
102X0017	AUTOROUT	INFRABAS	17°27'08	14°45'00	18.40	35	12/10/90
102X0020	FORT.A	INFRABAS	17°28'23	14°43'34	28.14	38	12/10/90
102X0022	POINT.M	INFRABAS	17°27'45	14°44'48	37.99	36	12/10/90
102X0026	CAMP.PEN	INFRABAS	17°22'38	14°44'08	30.31	44	12/10/90
102X0096	BID.P1.1	INFRABAS	17°23'30	14°42'30	30.00	20	29/06/90
102X0103	PUITS.11	INFRABAS	17°26'33	14°43'46	7.95	42	29/06/89
102X0104	PUITS.15	INFRABAS	17°27'40	14°42'22	0.00	20	25/11/87
102X0105	PUITS.14	INFRABAS	17°27'06	14°42'30	12.72	15	08/10/85
102X0106	PUITS.1	INFRABAS	17°26'36	14°43'40	9.69	55	29/06/90
102X0107	PIEZ.167	INFRABAS	17°26'26	14°43'45	8.35	69	12/10/90
102X0108	KM.5	INFRABAS	17°28'06	14°41'54	17.73	63	12/10/90
102X08-B	BAD.2.B	INFRABAS	17°30'23	14°43'53	13.07	78	12/10/90
102X08-H	BAD.2.H	INFRABAS	17°30'23	14°43'53	13.12	73	12/10/90
102X09-B	BAD.3.B	INFRABAS	17°29'53	14°45'10	9.86	77	12/10/90
102X09-H	BAD.3.H	INFRABAS	17°29'53	14°45'10	9.90	75	12/10/90
102X10-B	BAD.4.B	INFRABAS	17°28'48	14°45'33	13.93	78	12/10/90
102X10-H	BAD.4.H	INFRABAS	17°28'48	14°45'33	14.10	76	12/10/90
102X13-B	BAD.6.B	INFRABAS	17°26'30	14°44'10	9.63	75	12/10/90
102X13-H	BAD.6.H	INFRABAS	17°26'30	14°44'10	9.73	75	12/10/90
102X14-B	BAD.5.B	INFRABAS	17°27'12	14°45'34	7.93	77	12/10/90
102X14-H	BAD.5.H	INFRABAS	17°27'12	14°45'34	7.95	77	12/10/90

Tableau 5.3.6

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURMAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
102X0027	F.17	THIAROYE	17°22'48	14°45'33	1.00	15	10/10/90
102X0028	F.18	THIAROYE	17°22'31	14°45'38	0.00	14	28/06/90
102X0029	F.19	THIAROYE	17°22'15	14°46'07	0.00	15	10/10/90
102X0032	F.21	THIAROYE	17°21'59	14°46'01	0.00	0	00/00/00
102X0033	F.22	THIAROYE	17°22'41	14°46'18	0.00	14	28/06/90
102X0071	PZ.136	THIAROYE	17°22'06	14°45'25	5.52	63	10/10/90
102X0098	P2-2	THIAROYE	17°25'42	14°45'15	30.00	30	10/10/90
102X0099	P2-4	THIAROYE	17°24'37	14°46'38	13.00	30	10/10/90
102X0100	P2-3	THIAROYE	17°24'33	14°46'30	15.00	31	10/10/90
102X0101	P2-5	THIAROYE	17°22'38	14°47'19	16.00	31	10/10/90
102X0102	P2-6	THIAROYE	17°20'27	14°45'59	15.00	32	10/10/90
102X0109	PZ.40	THIAROYE	17°24'03	14°44'32	5.85	43	28/06/90
102X0110	PZ.43	THIAROYE	17°24'43	14°44'59	3.11	43	05/06/86
102X0111	PZ.4	THIAROYE	17°23'37	14°44'25	4.30	55	29/09/88
102X0112	PZ.8	THIAROYE	17°23'08	14°44'28	2.58	70	28/06/90
102X0113	PZ.5	THIAROYE	17°23'34	14°46'05	4.55	36	09/07/82
102X0114	PZ.14	THIAROYE	17°22'01	14°46'36	6.17	48	06/04/88
102X0115	PZ.13	THIAROYE	17°22'33	14°44'30	6.17	33	10/10/90
102X0116	PZ.18	THIAROYE	17°21'59	14°44'28	4.17	74	10/10/90
102X0117	PZ.19	THIAROYE	17°21'17	14°47'07	3.60	65	31/08/89
102X0118	PZ.31	THIAROYE	17°20'25	14°47'09	5.66	71	10/10/90
102X0119	P2-1	THIAROYE	17°26'05	14°44'24	13.00	31	10/10/90
102X0120	PZ.52	THIAROYE	17°20'20	14°47'43	3.43	58	02/06/88
103A0538	PT.02	THIAROYE	17°10'18	14°50'55	13.35	23	10/10/90
103B0059	BEER.5 2	THIAROYE	17°08'45	14°51'45	0.00	17	10/10/90
103B0065	PS-2	THIAROYE	17°07'15	14°51'14	14.46	75	09/10/90
103B0229	PS-3 BIS	THIAROYE	17°06'12	14°52'32	19.27	73	09/10/90
103B0230	PS-4	THIAROYE	17°06'28	14°52'37	9.73	72	09/10/90
103B0231	PS-5	THIAROYE	17°07'15	14°52'18	5.87	72	09/10/90
103B0232	PS-6	THIAROYE	17°06'37	14°53'22	5.13	73	09/10/90
103B0233	PS-7	THIAROYE	17°07'23	14°54'22	29.21	60	28/02/89
103B0239	PS-14	THIAROYE	17°08'58	14°53'00	6.26	72	10/10/90
103B0436	PT.234	THIAROYE	17°07'10	14°55'03	2.63	20	10/10/90
103B0455	PT.213	THIAROYE	17°07'47	14°53'18	7.64	21	10/10/90
103B0461	PT.219	THIAROYE	17°05'28	14°53'15	29.37	21	26/06/90
103B0464	PT.232	THIAROYE	17°09'40	14°52'48	11.12	20	10/10/90
103B0470	PT.210	THIAROYE	17°05'14	14°50'36	25.30	20	10/10/90
103B0488	PT.218	THIAROYE	17°06'00	14°52'46	23.00	22	09/10/90
103C0118	S1 BIS	THIAROYE	17°18'46	14°48'42	0.00	9	31/01/89
103C0121	PZ.120	THIAROYE	17°11'37	14°49'15	7.79	52	10/10/90
103C0127	PZ.118	THIAROYE	17°12'04	14°47'40	4.37	39	28/06/90
103C0129	PZ.109	THIAROYE	17°11'07	14°49'02	3.11	61	10/10/90

Tableau 5.3.7

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURWAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 2

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
103C0132	PZ.101	THIAROYE	17°14'17	14°48'39	4.27	36	24/07/81
103C0137	PZ.104	THIAROYE	17°14'24	14°47'26	10.09	35	15/06/83
103C0138	PZ.108	THIAROYE	17°13'31	14°47'02	13.86	14	07/10/86
103C0139	S1 P1	THIAROYE	17°13'55	14°47'33	8.18	24	09/10/90
103C0140	S1 P2	THIAROYE	17°13'48	14°47'33	8.18	22	09/10/90
103C0208	P2-7	THIAROYE	17°17'04	14°48'12	21.00	33	10/10/90
103C0209	P2-8	THIAROYE	17°16'34	14°49'10	21.00	33	10/10/90
103C0210	P2-9	THIAROYE	17°14'26	14°49'33	5.00	32	10/10/90
103C0211	P2-10	THIAROYE	17°12'26	14°49'47	18.00	33	10/10/90
103C0226	PZ.58	THIAROYE	17°19'18	14°47'18	5.78	67	31/08/89
103C0227	PZ.69	THIAROYE	17°17'47	14°46'33	8.76	55	10/10/90
103C0228	PZ.114	THIAROYE	17°12'58	14°47'11	14.42	57	09/10/90
103C0240	PZ.100	THIAROYE	17°15'22	14°47'16	13.41	20	09/10/90
103C0241	PZ.109	THIAROYE	17°15'03	14°46'48	14.50	18	10/10/90
103C0242	PZ.123	THIAROYE	17°11'43	14°47'50	15.60	18	09/10/90
103C0539	PT.201	THIAROYE	17°15'56	14°45'36	19.44	19	09/10/90
103C0540	PT.202	THIAROYE	17°15'06	14°45'09	24.63	21	09/10/90
103C0541	PT.203	THIAROYE	17°13'45	14°45'42	32.29	19	09/10/90
103C0542	PT.SALIM	THIAROYE	17°15'20	14°49'58	0.00	2	03/06/88
103D0234	PS-8	THIAROYE	17°09'37	14°48'22	28.85	73	09/10/90
103D0235	PS-9	THIAROYE	17°10'08	14°49'22	21.18	51	10/10/90
103D0236	PS-10	THIAROYE	17°08'56	14°49'56	29.46	74	09/10/90
103D0237	PS-11	THIAROYE	17°09'06	14°50'39	25.09	73	09/10/90
103D0238	PS-13	THIAROYE	17°10'17	14°52'03	4.36	75	10/10/90
103D0477	PT.215	THIAROYE	17°06'54	14°49'49	35.60	22	09/10/90
103D0481	PT.236	THIAROYE	17°07'37	14°48'58	38.84	0	00/00/00

Tableau 5.3.8

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
103B0074	S4.NOTO	POUT.MAE	17°00'48	14°59'41	23.31	66	22/08/89
103B0078	TAMNA.28	POUT.MAE	17°01'48	14°53'22	2.58	125	25/06/90
103B0083	TAMNA.41	POUT.MAE	17°02'57	14°50'26	1.06	141	25/06/90
103B81-M	SE.19.M	POUT.MAE	17°00'22	14°55'30	0.00	109	04/10/90
103B84-M	SE.34.M	POUT.MAE	17°01'22	14°52'25	15.35	150	04/10/90
103B85-M	SE.26.M	POUT.MAE	17°01'20	14°47'05	13.20	137	04/10/90
103B86-M	SE.35.M	POUT.MAE	17°47'30	14°52'28	19.77	137	04/10/90
103B91-M	SE.141.M	POUT.MAE	17°02'03	14°50'35	13.26	129	04/10/90
103D0014	P.11.BIS	POUT.MAE	17°00'37	14°42'00	29.56	61	05/10/90
103D0031	TAMNA.51	POUT.MAE	17°03'10	14°48'10	15.15	151	04/10/90
103D0194	F1.BIS.M	POUT.MAE	17°01'24	14°47'38	0.00	0	00/00/00
103D0199	F6.PT.Ma	POUT.MAE	17°00'15	14°53'09	0.00	0	00/00/00
103D05-M	SE.102.M	POUT.MAE	17°00'40	14°45'10	41.44	111	08/04/87
103D18-M	SE.110-M	POUT.MAE	17°00'55	14°44'22	37.80	38	15/12/74
103D87-M	SE.36.M1	POUT.MAE	17°00'10	14°52'25	27.54	121	04/10/90
106X0004	BAND.P10	POUT.MAE	17°01'05	14°36'02	21.69	106	21/06/90
106X0005	SOMON.F9	POUT.MAE	17°03'15	14°28'46	0.00	69	21/10/90
106X02-M	SE.31.M	POUT.MAE	17°00'30	14°37'28	21.34	178	05/10/90
111X26-M	SE.38.M	POUT.MAE	16°59'28	14°55'15	25.28	106	04/10/90
114A0003	SIFANE	POUT.MAE	16°56'07	14°37'03	40.50	61	24/10/90
114A0004	TAS.P.12	POUT.MAE	16°52'00	14°36'36	30.35	64	24/10/90
114A0103	PS.2 BID	POUT.MAE	16°53'15	14°30'32	0.00	0	00/00/00

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
1070.004	SE.11.M	SEB1.MAE	17°10'10	14°11'17	2.25	0	00/00/00
1070.004	SE.09.M	SEB1.MAE	17°09'35	14°11'50	2.7	0	00/00/00

Tableau 5.3.9

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURMAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE. ENR.	DERNIERE DATE
106X0488	SOMONE	MBOUR.PA	..°.. ' ..	..°.. ' ..	0.00	6	31/10/90
114A0005	K.A.DIAW	MBOUR.PA	16°53'45	14°32'12	0.00	15	25/10/90
114B0006	NDIAGANI	MBOUR.PA	16°43'45	14°32'30	0.00	15	26/10/90
114B0012	GODOGUIN	MBOUR.PA	16°46'30	14°29'03	0.00	15	26/10/90
114B0016	NDADAFK	MBOUR.PA	16°46'25	14°32'20	0.00	16	26/10/90
114B0018	KOTIANE	MBOUR.PA	16°44'45	14°34'07	0.00	15	26/10/90
114B0019	NDAME	MBOUR.PA	16°45'00	14°35'36	0.00	6	15/10/85
114B0020	LOUMATIR	MBOUR.PA	16°41'30	14°34'22	0.00	8	28/10/90
114B0021	TIANDENE	MBOUR.PA	16°43'30	14°31'00	0.00	15	26/10/90
114B0023	KOULOUKS	MBOUR.PA	16°42'36	14°36'30	0.00	14	28/10/90
114B0076	GODAGUEN	MBOUR.PA	16°47'33	14°27'31	0.00	16	26/10/90
114B0095	MBALAMSD	MBOUR.PA	16°38'06	14°37'00	0.00	15	28/10/90
114B0097	NDINGLER	MBOUR.PA	16°49'28	14°34'45	0.00	15	26/10/90
114B0104	NDIARAW	MBOUR.PA	16°47'45	14°31'45	0.00	16	26/10/90
114C0025	FALOKH	MBOUR.PA	16°56'30	14°26'28	0.00	6	07/11/87
114C0032	LOULY.NG	MBOUR.PA	16°50'28	14°26'38	0.00	15	25/10/90
114C0034	LOULY.BE	MBOUR.PA	16°52'03	14°25'48	0.00	15	24/10/90
114C0035	LOULY.MB	MBOUR.PA	16°51'45	14°26'46	0.00	5	15/06/85
114C0037	LOULY.SI	MBOUR.PA	16°53'22	14°26'45	0.00	15	26/10/90
114C0038	KIBIK	MBOUR.PA	16°51'36	14°28'32	0.00	16	24/10/90
114C0044	NIARNIAR	MBOUR.PA	16°50'45	14°24'15	0.00	13	17/06/90
114C0045	K.DIBA	MBOUR.PA	16°49'58	14°22'28	0.00	16	25/10/90
114C0046	SAMANE	MBOUR.PA	16°50'15	14°25'16	0.00	6	25/10/90
114C0048	WARANG	MBOUR.PA	16°55'47	14°21'58	0.00	15	29/10/90
114C0049	SOUSSANE	MBOUR.PA	16°53'30	14°22'00	0.00	2	15/06/84
114C0052	MBOULEME	MBOUR.PA	16°53'31	14°23'00	0.00	9	20/06/87
114C0091	AGABIRAM	MBOUR.PA	16°46'15	14°21'14	0.00	7	30/09/90
114D0058	SANDIARA	MBOUR.PA	16°47'30	14°26'15	0.00	14	13/10/89
114D0059	NDIOUK.M	MBOUR.PA	16°48'31	14°24'32	0.00	16	29/10/90
114D0061	NDOLLOR	MBOUR.PA	16°47'45	14°24'14	0.00	15	25/10/90
114D0070	GOROU	MBOUR.PA	16°44'15	14°22'46	0.00	12	29/10/90
114D0072	DILOF.S	MBOUR.PA	16°47'31	14°23'10	0.00	15	16/06/90
114D0074	K.YERIM	MBOUR.PA	16°43'30	14°23'53	0.00	12	24/06/88
114D0075	DIGLOF.O	MBOUR.PA	16°46'17	14°22'45	0.00	16	29/10/90
114D0077	FAYLAR	MBOUR.PA	16°46'15	14°26'48	0.00	14	13/10/89
114D0078	KOUTHIE	MBOUR.PA	16°49'36	14°29'00	0.00	15	26/10/90
114D0081	PETIO.MA	MBOUR.PA	16°42'30	14°21'06	0.00	9	15/10/87
114D0084	FALLA.BO	MBOUR.PA	16°49'30	14°20'44	0.00	16	29/10/90
114D0085	BOHE	MBOUR.PA	16°44'45	14°27'00	0.00	16	26/10/90
114D0086	FAW	MBOUR.PA	16°42'15	14°23'58	0.00	16	17/10/90
114D0087	SAPHTICR	MBOUR.PA	16°45'00	14°28'37	0.00	15	15/06/90
114D0088	GABKON	MBOUR.PA	16°41'30	14°17'16	0.00	16	26/10/90

Tableau 5.3.10

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 2

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
114D0090	NIOMAR	MBOUR.PA	16°43'30	14°27'42	0.00	14	26/10/90
114D0092	SESSENE	MBOUR.PA	16°44'52	14°25'54	0.00	9	10/11/87
114D0093	YABOYABO	MBOUR.PA	16°40'30	14°26'28	0.00	15	17/06/90
114D0094	LALLAM	MBOUR.PA	16°39'45	14°29'48	0.00	16	27/10/90
114D0101	NGUEDIAN	MBOUR.PA	16°36'15	14°20'30	0.00	13	15/06/90
114X0503	K.BAKARI	MBOUR.PA	16°58'48	14°31'03	0.00	5	15/06/85
114X0515	TENETGUB	MBOUR.PA	16°56'15	14°30'45	0.00	16	25/10/90
114X0549	PAMENE I	MBOUR.PA	16°50'00	14°34'30	0.00	16	25/10/90
114X0551	TIE.DIOP	MBOUR.PA	16°50'45	14°23'40	0.00	16	25/10/90
114X0561	K.NDIAYE	MBOUR.PA	16°51'45	14°33'24	0.00	18	25/10/90
114X0578	K.MACOUN	MBOUR.PA	16°54'04	14°33'45	0.00	18	24/10/90
114X0581	PARIDIEY	MBOUR.PA	16°53'30	14°34'48	0.00	18	12/10/90
114X0584	NDJITE	MBOUR.PA	16°54'15	14°31'07	0.00	16	25/10/90
114X0585	BAYE	MBOUR.PA	16°52'45	14°35'32	0.00	17	24/10/90
114X0623	TAKHOUN	MBOUR.PA	16°54'45	14°29'15	0.00	16	25/10/90
114X0646	MALIKO.S	MBOUR.PA	16°57'00	14°28'54	0.00	3	15/10/84
114X0877	KOPBOYAN	MBOUR.PA	16°57'45	14°33'45	0.00	19	24/10/90
114X0879	K.MASSOU	MBOUR.PA	16°55'20	14°32'45	0.00	18	24/10/90
114X0880	K.SIDY D	MBOUR.PA	..°..'	..°..'	0.00	7	21/06/90
114X0881	SOLIDITI	MBOUR.PA	16°56'00	14°25'30	0.00	16	25/10/90
114X0882	K.MDOUSSA	MBOUR.PA	16°56'15	14°31'28	0.00	18	25/10/90
115X0006	TATAGI.B	MBOUR.PA	16°38'56	14°26'28	0.00	10	10/11/87
115X0008	NG.POFIN	MBOUR.PA	16°38'00	14°20'30	0.00	11	29/10/90
115X0010	FISSEL.M	MBOUR.PA	16°37'00	14°32'30	0.00	15	23/10/90
115X0014	SAW	MBOUR.PA	16°40'00	14°29'03	0.00	14	27/10/90
115X0018	BAK	MBOUR.PA	16°38'15	14°34'15	0.00	15	27/10/90
115X0023	NDIAY.ND	MBOUR.PA	16°44'00	14°33'00	0.00	16	26/10/90
115X0028	MBAFAYE	MBOUR.PA	16°36'30	14°33'09	0.00	15	27/10/90
115X0029	MBEFE	MBOUR.PA	16°37'00	14°28'06	0.00	16	27/10/90
115X0030	SOP	MBOUR.PA	16°36'15	14°34'45	0.00	16	27/10/90
115X0032	DIOSMONE	MBOUR.PA	16°40'00	14°24'36	0.00	10	12/11/87
115X0042	NG.NDOFO	MBOUR.PA	16°36'45	14°21'42	0.00	14	30/10/90
117A0003	ROFF	MBOUR.PA	16°52'04	14°17'52	0.00	14	29/10/90
117A0007	NGAZOBIL	MBOUR.PA	16°51'47	14°11'28	0.00	15	17/06/90
117A0008	MBODIENE	MBOUR.PA	16°52'00	14°24'45	0.00	15	29/10/90
117B0010	NGUENIEN	MBOUR.PA	16°45'02	14°16'29	0.00	16	29/10/90
117B0013	BOYAR.ND	MBOUR.PA	16°39'46	14°17'16	0.00	16	25/10/90
117B0014	NDIANDA	MBOUR.PA	16°49'33	14°13'22	0.00	16	29/10/90
117B0015	N.MANGAN	MBOUR.PA	16°42'14	14°17'00	0.00	14	30/10/90
117B0016	FOUA.II	MBOUR.PA	16°44'06	14°18'10	0.00	15	29/10/90
117B0018	NDOFFANE	MBOUR.PA	16°46'45	14°14'47	0.00	14	29/10/90
117B0020	NOBANDAN	MBOUR.PA	16°42'00	14°19'22	0.00	14	27/10/90

Tableau 5.3.11

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 3

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
117B0030	S.TIELEM	MBOUR.PA	16°43'36	14°13'48	0.00	16	30/10/90
117B0031	S.BALA	MBOUR.PA	16°43'22	14°13'45	0.00	16	30/10/90
117B0036	AGABABOU	MBOUR.PA	16°45'31	14°20'16	0.00	16	29/10/90
118X0006	DIOFIOR	MBOUR.PA	16°40'00	14°11'31	0.00	16	30/10/90
118X0007	NDIAGAMB	MBOUR.PA	16°39'12	14°18'45	0.00	16	30/10/90
118X0008	POMBANE	MBOUR.PA	16°40'00	14°20'45	0.00	15	30/10/90
118X0009	DJILAS	MBOUR.PA	16°38'01	14°14'31	0.00	10	12/11/87
114A0127	KOPGOYAN	MBOUR.PA	16°58'33	14°32'00	0.00	1	03/08/88
114C0125	LOULYNDI	MBOUR.PA	16°51'00	14°26'40	10.42	1	29/08/88

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
157X0001	CAROLINE	MAESTRIC	12°56'24	14°05'39	73.00	10	14/11/90
157X0002	BARBARA	MAESTRIC	12°40'30	14°13'00	59.00	10	14/11/90
197X0001	MICHELE	MAESTRIC	13°49'30	13°19'50	53.00	11	14/11/90
235X0004	TANAFF	MAESTRIC	15°25'40	12°38'40	0.00	6	26/11/88
172X0008	F7.2 BID	MAESTRIC	16°38'04	13°46'53	10.00	1	28/04/88
113X0016	F9.1 BID	MAESTRIC	16°03'45	14°59'30	49.00	1	26/09/87
233X0007	F7.1 BID	MAESTRIC	16°13'37	12°47'50	21.16	1	08/02/88
057X0001	D.KHOUDO	MAESTRIC	16°51'25	15°05'45	37.91	1	15/11/80
057X0002	D.KHOUDO	MAESTRIC	16°51'25	15°05'45	0.00	1	22/01/81
106X0013	GUEREO	MAESTRIC	17°05'30	14°30'45	0.00	1	21/08/78
106X0014	GUEREO.S	MAESTRIC	17°05'45	14°30'32	0.00	1	22/11/78
106X0016	NOUGOUNA	MAESTRIC	17°07'55	14°35'30	0.00	1	05/06/78
106X0017	NDAYANE	MAESTRIC	17°07'20	14°34'00	0.00	1	23/06/78
106X0018	KHAZABE	MAESTRIC	17°03'05	14°32'35	0.00	5	06/11/90
106X0020	NDAYANE	MAESTRIC	17°07'10	14°34'05	0.00	6	06/11/90
106X0021	POPENGUI	MAESTRIC	17°06'15	14°34'05	0.00	5	06/11/90
111X0029	THIENABA	MAESTRIC	16°47'35	14°45'30	38.00	1	19/06/71
111X0053	K.MADIAM	MAESTRIC	16°53'20	14°44'10	0.00	1	15/05/67
068X0006	LAURE	MAESTRIC	15°35'00	15°12'15	50.00	1	15/05/67
074X0002	DJABAL	MAESTRIC	14°57'05	15°21'25	44.10	0	00/00/00
177X0002	BOUNKILI	MAESTRIC	14°41'25	13°02'35	14.00	1	04/07/79
188X0001	BADION	MAESTRIC	14°04'50	13°04'50	47.00	1	02/01/80
233X0003	SAREYDBA	MAESTRIC	15°06'35	12°46'00	12.00	1	27/03/79
111X0075	THIENABA	MAESTRIC	16°48'30	14°46'10	31.01	1	11/09/86
114A0126	KOPGOYAN	MAESTRIC	16°58'33	14°32'00	0.00	1	01/06/88
114C0124	LOULYNDI	MAESTRIC	16°51'00	14°26'40	10.42	1	29/08/88

Tableau 5.3.12

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
168X0003	DAROUKAI	OLIGO.MI	16°33'29	13°03'29	9.00	1	06/03/88
174X0002	BOUNKILI	OLIGO.MI	14°41'25	13°02'35	19.41	9	18/05/90
179X0002	SAREALKA	OLIGO.MI	15°31'45	13°14'40	14.18	7	18/11/89
188X0002	FAFAKOUR	OLIGO.MI	14°33'30	13°03'40	24.45	8	21/05/90
222X0002	EBINAKO	OLIGO.MI	16°28'50	12°57'57	0.00	7	18/05/90
222X0003	BAILA	OLIGO.MI	16°20'05	12°53'30	9.90	10	18/05/90
223X0003	SILINKIN	OLIGO.MI	16°00'40	12°56'50	29.09	8	18/05/90
224X0008	BOUCOTTE	OLIGO.MI	16°45'20	12°24'40	15.15	3	07/06/89
226X0010	ADEANE	OLIGO.MI	16°00'50	12°37'45	2.00	9	20/05/90
226X0024	FANDA	OLIGO.MI	16°08'08	12°34'44	19.00	4	19/11/89
226X0025	SINDONE	OLIGO.MI	16°04'47	12°35'29	7.00	1	06/03/83
232X0018	BARI	OLIGO.MI	15°39'25	12°52'15	27.00	5	20/05/90
234X0004	SIMBANDI	OLIGO.MI	15°46'30	12°32'50	24.98	8	20/05/90
235X0003	SAMINE	OLIGO.MI	15°38'00	12°29'25	21.24	7	21/05/90
241X0005	SARESARE	OLIGO.MI	14°45'50	12°50'00	12.98	9	21/05/90
224X0009	F6.2 BID	OLIGO.MI	16°43'20	12°21'39	0.00	0	00/00/00

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
231X0004	BADDJICO	CONT.MAR	15°51'45	12°41'15	0.00	8	19/05/90
231X0005	NIASSENE	CONT.MAR	15°53'45	12°44'55	0.00	3	19/11/87
231X0008	KAMOYA	CONT.MAR	15°52'45	12°51'40	0.00	1	18/11/86
231X0009	KARANTAB	CONT.MAR	15°48'55	12°44'15	0.00	6	19/05/90
231X0010	SANSAMBA	CONT.MAR	15°48'20	12°48'40	0.00	8	20/05/90
231X0012	F.YACINE	CONT.MAR	15°44'20	12°46'55	0.00	8	19/05/90
231X0014	DIAFOLON	CONT.MAR	15°51'35	12°54'45	0.00	8	20/05/90
231X0019	TOUBAVOY	CONT.MAR	15°47'55	12°40'43	0.00	8	19/05/90
232X0004	DIATOUA	CONT.MAR	15°35'00	12°47'20	0.00	7	18/11/89
232X0006	BAKOUN	CONT.MAR	15°34'05	12°43'25	0.00	8	20/05/90
232X0007	MANDINAF	CONT.MAR	15°31'20	12°48'25	0.00	8	20/05/90
234X0002	F.SINGER	CONT.MAR	15°53'30	12°39'10	0.00	8	19/05/90
234X0003	BOUDIESA	CONT.MAR	15°42'15	12°38'55	0.00	8	19/05/90
235X0001	BAMACOUN	CONT.MAR	15°37'35	12°37'05	26.00	8	19/05/90

Tableau 5.3.13

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
128X0015	SOROKOBN	CONT.TAM	15°30'00	14°10'15	8.43	2	27/05/90
128X0013	NGODIBA	CONT.TAM	15°30'20	14°04'20	32.77	3	16/11/90
172X0005	NBAMBALI	CONT.TAM	15°32'50	13°51'20	8.67	1	27/05/87
129X0007	DELBI.F3	CONT.TAM	15°18'25	14°14'20	13.20	1	26/05/87
172X0006	PNGAYENE	CONT.TAM	15°27'45	13°42'10	38.96	3	17/11/90
173X0006	M.SALAM2	CONT.TAM	15°15'00	13°49'50	30.87	0	00/00/00
173X0005	MISSIRA	CONT.TAM	15°06'50	13°59'30	46.49	2	27/05/87
181X0001	FASSKATY	CONT.TAM	14°56'29	13°54'40	15.34	1	25/05/87
185X0003	KOUSALAN	CONT.TAM	14°27'55	13°35'40	19.38	5	14/11/90
185X0004	PAKEBA	CONT.TAM	14°21'45	13°33'20	13.09	5	16/11/90
186X0005	SARE ELY	CONT.TAM	14°10'15	13°32'00	48.25	1	24/05/87
186X0007	FADIYA.C	CONT.TAM	14°09'27	13°39'25	11.76	1	24/05/87
194X0006	SOURIEL	CONT.TAM	13°52'05	13°35'35	28.45	5	15/11/90
194X0007	SITAGULE	CONT.TAM	13°42'30	13°38'48	47.10	4	15/11/90
192X0002	MAYEL.DI	CONT.TAM	13°38'35	13°53'10	22.22	4	14/11/90
191X0009	SAMEKOUT	CONT.TAM	13°45'45	13°47'10	22.50	6	15/11/90
147X0002	TINKOLY	CONT.TAM	13°57'10	14°02'08	24.56	4	13/11/90
183X0005	NGANTYLA	CONT.TAM	14°13'22	13°49'30	29.31	1	23/05/87
138X0004	VELINGAR	CONT.TAM	14°21'05	14°02'50	27.52	3	13/11/90
137X0003	KAFFAT	CONT.TAM	14°57'18	14°08'00	47.20	0	00/00/00
129X0009	NDIOBENE	CONT.TAM	15°11'15	14°17'35	18.22	3	18/11/90
231X0018	YANCINE	CONT.TAM	15°53'45	12°44'55	0.00	0	00/00/00
181X0007	FASS KAT	CONT.TAM	... ..	... ..	0.00	2	14/11/90
186X0006	FADIA	CONT.TAM	... ..	... ..	0.00	2	16/11/90
185X1000	SARE ELY	CONT.TAM	... ..	... ..	0.00	2	16/11/90
128X1000	NDIAO BA	CONT.TAM	... ..	... ..	0.00	2	17/11/90

Direction des Etudes Hydrauliques
Ministère de l'Hydraulique

Logiciel SURNAP
Surveillance des nappes du Sénégal

LISTE DES FICHIERS

Page 1

NOMS DES FICHIERS	NOMS DES OUVRAGES	NOMS DES AQUIFERES	LONGITUDE	LATITUDE	ALTIT.	NBRE ENR.	DERNIERE DATE
163X0006	K.MADIAB	SINE.GAM	16°03'40	13°51'15	20.41	0	00/00/00
119X0013	K.MOUSSA	SINE.GAM	16°03'07	14°00'13	6.87	1	15/05/74
127X0005	THIAMENE	SINE.GAM	15°57'54	14°01'12	23.78	1	25/05/74
163X0002	TYISSE.N	SINE.GAM	16°07'06	13°55'21	26.49	2	14/11/90
163X0004	LAMARAN	SINE.GAM	16°04'03	13°56'31	15.20	1	24/05/74
163X0008	K.MAMOUR	SINE.GAM	16°05'30	13°45'30	43.01	1	16/01/76
166X0003	TOUBA.MA	SINE.GAM	16°03'50	13°38'35	29.17	1	23/01/76
171X0005	NDIAME	SINE.GAM	15°54'54	13°59'18	20.04	2	14/11/90
171X0006	NDOFFANE	SINE.GAM	15°54'48	13°54'48	21.24	1	20/05/74
171X0007	SIKATORO	SINE.GAM	15°59'12	13°58'48	13.39	2	14/11/90
171X0008	K.NDIOUG	SINE.GAM	15°50'50	13°50'00	42.48	2	14/11/90
174X0001	MED.MOUN	SINE.GAM	15°50'00	13°37'00	40.82	1	29/01/76
162X0005	PADANENE	SINE.GAM	16°22'32	13°45'40	0.00	2	14/11/90
162X0006	THIAMENE	SINE.GAM	16°20'53	13°54'25	14.41	2	14/11/90
162X0008	TIARENE	SINE.GAM	16°22'00	13°48'45	21.91	1	05/01/76
163X0003	K.BABCU	SINE.GAM	16°14'13	13°53'48	21.73	2	14/11/90
163X0005	THIANDA	SINE.GAM	16°16'00	13°57'15	12.08	2	14/11/90
163X0009	HAMBALLA	SINE.GAM	16°16'00	13°43'10	0.00	1	09/03/77
163X0010	BAMBADAL	SINE.GAM	16°18'00	13°42'45	0.00	1	28/02/77
163X0011	NGAYENE	SINE.GAM	16°20'00	13°44'00	0.00	1	24/02/77
166X0001	K.MOMAR	SINE.GAM	16°16'45	13°38'15	28.61	2	14/11/90

LISIE DES PIEZOMETRES
SENEGAL

N° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	TYPE UTIL	EGEN. EXPL.	DATE	ARQUIF	PROF (m)	DIAM FOR (mm)	CREPINE	NIVEAU STATIQ (m)	DEBIT (m3/h)	RABAT. (m)	CONDUCT. (ns/cm)	PH	RES. SEC (ng/l)	CHLOR (ng/l)	FLUOR (ng/l)	
01 6X 0001	NBOUDJUME	16°22'10"	16°05'20"		PZ	M			29.50											
02 4X 0001	COLOKA dit BALKI	16°27'00"	15°51'00"	2.94	PZ	M	11/54	PA	101.00	114		3.20		3.70				11800		
02 4X 0006	COLOKA dit BALKI	16°33'08"	14°55'39"	3.04	PZ	M	08/72	CO	21.50	60	DE 16.0 A 17.0	4.20								
02 5X 0006	NBOUDJUME	16°30'35"	15°31'25"	5.00	PZ	M		MA	45.00			10.30	6.00	1.00				380		
03 5X 0005	NGADIACK NIANGA	16°30'30"	14°40'00"	8.10	PZ	M	09/72	CO	35.50	60	DE 14.0 A 15.0		1.30	2.21						
03 8X 0003	AERE SADIO NIANGA	16°18'00"	14°30'30"	11.90	PZ	M	08/72	CO	35.50	60	DE 33.0 A 34.0	15.48								
04 7X 0003	SALDE	16°08'30"	13°54'30"	11.00	PZ	M	08/72	MA	28.00	165	SE 24.0 A 28.0	6.32	2.60	2.46				140		
05 3X 0001	NDJOCK SALL	15°44'45"	16°15'45"	28.24	PZ	M	04/74	EO	69.50	102		26.33	8.00	0.15			6.9 254	97	0.1	
05 5X 0003		15°22'25"	16°26'25"	40.00	PZ	M	04/78	EO	77.00			36.21	20.00	10.81			7.8 278	40	0.2	
05 5X 0007	DAROU PARBA	15°28'55"	16°28'30"	41.78	PZ	M	02/74	CO	131.00		DE 76.0 A 82.0	34.75	5.40	0.86			7.2 160	36	0.1	
05 5X 0009	RONY DELGUEME	12°23'45"	16°37'55"	21.94	PZ	M	11/73	CO	84.50		DE 61.0 A 67.0	8.05	83.00	7.56			7.8 192	29	4.0	
05 5X 0014	NERIMA DIOP	15°24'45"	16°30'15"	45.37	PZ	M	01/74	CO	94.50	64	DE 49.0 A 55.0	36.60	1.10	0.32			7.7 710	54	8	
05 5X 0016	KEBENER	15°23'35"	16°27'30"	40.00	PZ	M	04/77	CO	100.00		DE 63.0 A 67.0	36.30	3.20	4.00						
05 5X 0017	NDJAR NDJAR	15°23'20"	16°35'50"	46.87	PZ	M	02/74	CO	111.00		DE 67.0 A 73.0	34.24	4.80	0.90			7.9 160	33	0.1	
05 5X 0018	SANTHIOU MBINGUENE	15°35'40"	16°24'35"	38.40	PZ	M	03/74	CO	163.00	164	DE 88.0 A 94.0	35.10	6.40	1.53			7.1 152	33	0.1	
05 5X 0019	TOUHO	15°32'20"	16°28'20"	43.60	PZ	M	02/74	CO	142.80	271	DE 88.0 A 94.00	34.62	6.70	0.70			6.5 104	39	9.1	
05 5X 0020	YODI SAYORO	15°33'55"	16°36'25"		PZ	M		CO												
05 5X 0021	YODI NDJAGA	15°34'50"	16°38'00"		PZ	M														
05 5X 0022	THIEKENE SECK	15°25'00"	16°21'00"	37.83	PZ	M	04/74	EO	98.00	102		33.40	10.50	0.08			7.8 356	55	0.1	
05 6X 0006	NIANKHAL PEULH	15°38'40"	16°18'20"	32.75	PZ	M	12/73	EO	123.00		DE 69.0 A 75.0	30.60	4.30	1.35			7.9 176	43	0.4	
05 6X 0007	BANGBYE NIANG	15°22'45"	16°16'30"	38.76	PZ	M	05/74	EO	73.50			35.15	40.00	1.05			7.5 406	58	0.1	
05 6X 0018	VAAR CISSE	15°29'35"	16°15'30"	35.67	PZ	M	04/74	EO	91.50			28.90	72.00	2.62			8.0 404	71	0.1	
05 6X 0019	OULINGARA TALL	15°35'28"	16°15'30"		PZ	M	DEA													
05 7X 0001	DAROU KHOUDDS (TAIBA)	15°05'45"	16°15'25"	37.00	PZ	M	11/80	MA	1001.00		DE 740.0 A 746.0	47.45	7.00	47.90			7.2 30	19	0.8	
05 7X 0002	DAROU KHOUDDS P2	15°05'45"	16°15'25"		PZ	M	DEA	01/81	MA	1001.00	219	DE 553.0 A 559.0	48.29	1.30	57.80			8.4 596	154	0.6
05 7X 0013	NBORD KHOUDIO	15°07'10"	16°55'00"		PZ	M	DEA	10/70	MA	422.50	168	DE 395.0 A 416.0	24.00	26.40	42.00			7.8 252	30	1.4
05 7X 0014	THISSE 3	15°03'10"	16°58'30"		PZ	M	DEA	10/70	PA	209.00		DE 146.0 A 146.0	5.20	156.00	9.00			7.8 310	72	
05 7X 0015	MBETETE	15°17'40"	16°42'30"		PZ	M	DEA	01/74	QU	86.00	64	DE 44.0 A 50.0	15.36	7.30	0.96			6.9 98	36	0.1
05 8X 0003	KELLE	15°12'00"	16°35'00"		PZ	M		04/78		65.15	64	DE 45.0 A 49.0	34.00							
05 8X 0012	SEALE ROMNAME	15°15'40"	16°38'30"	46.92	PZ	M	DEA	01/74	CO	123.00		DE 63.00 A 69.00	30.48	4.60	1.10			7.1 132	33	0.1
05 8X 0016	NRAKHEHE	15°15'45"	16°23'40"	35.16	PZ	M	DEA	07/74	EO	49.00			30.49	11.00			7.2 170	45	0.3	
05 8X 0018	LAKHASSO (NDOUGOURI)	15°12'50"	16°28'55"	36.54	PZ	M		05.74	PA	82.50			31.90	18.8	1.60			8.1 280	48	0.1
05 8X 0021	PALNEO	15°15'20"	16°33'35"		PZ	M	DEA	12/75	EO	97.50	64	DE 43.0 A 89.0	34.91	47.50	0.28			298		
05 8X 0025	NBAKALO	15°14'20"	16°33'40"		PZ	M		03/77	CO	90.00	152		15.00							
05 8X 0026	PALNEO	15°15'55"	16°32'45"		PZ	M		03/79	EO	119.50		SE 62.0 A 67.0	32.50	3.90	0.80					
05 8X 0039	KAB GAYE	15°18'50"	16°37'30"	50.29	PZ	M	DEA	01/74	RU	122.00		DE 74.0 A 80.0	35.60	4.50	1.77			7.5 126	31	0.1
05 8X 0042	NGALICK	15°09'55"	16°21'34"	31.83	PZ	M	DEA	06/74	EO	93.25			27.65	36.9	0.25			7.6 358	55	0.1
06 8X 0006	LAURE	15°12'15"	15°35'00"	51.42	PZ	M	DEA		MA	230.70			48.00	5.00	18.00			8.4 520	65	1.0
07 4X 0002	DJABAL	15°21'30"	14°57'15"	44.10	PZ	M	DEA	06/69	MA	249.58	64	DE 240.0 A 245.0	38.80					600		
08 3X 0001	BOYHADJI	15°40'45"	13°18'40"	13.00	PZ	M		05.76	CO	70.00	51	DE 40.0 A 64.0	6.87							
08 3X 0002	BOYHADJI ROUMDE	15°41'10"	13°19'30"	13.00	PZ	M		05/76	OL	100.00	273	DE 122.0 A 146.0	8.70	188.00	11.10					
08 3X 0003	DIANEL	15°40'10"	13°15'30"		PZ	M			101.00											
08 5X 0004	BOYHADJI SINTHIOU	15°29'08"	13°20'20"	21.00	PZ	M		05/76	CO	75.00	51	DE 51.0 A 75.0								
08 6X 0008	KANEL	15°34'10"	13°09'43"	12.60	PZ	M		06/72	QU	42.45	60	DE 36.0 A 37.0	5.75	31.70	6.70	164.0		100		
08 6X 0009	KANEL	15°34'10"	13°09'43"	12.60	PZ	M		06/72	QU	22.50		DE 21.0 A 22.0	5.84							

Tableau 5.3.14

c. Disponibilité des données

Les données sont informatisées sur des fiches individuelles de visite mensuelle et stockées grâce au logiciel GES (Gestion des Eaux Souterraines).

LISIE DES PIEZOMETRES
SENEGAL

N° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (a)	TYPE UTIL	EGEN. EXPL.	DATE CONSTRUC	AGUIF	PROF (a)	DIAM FOR (mm)	CREPINE	NIVEAU STATIO (a)	DEBIT (m ³ /h)	RABAT. (a)	CONDUCT. PH (mS/cm)	RES. SEC (log/l)	CLOR (log/l)	FLUOR (log/l)
08 61 0010	KANEL	15°32'15"	13°10'54"	12.31	PZ	M	06/72	KA	41.00	60	DE 39.0 A 40.0							
08 61 0011	KANEL	15°30'43"	13°13'00"	21.65	PZ	M	07/72	KA	47.00		DE 24.0 A 25.0	15.39	31.00	7.98	173.0	100		
08 61 0012	THIAMBE	15°39'45"	13°17'15"	12.29	PZ	M	06/72	ED	42.65		DE 34.0 A 35.0	4.61	30.90	3.84	98.0	50		
08 61 0013	OUROSSOGUI	15°39'45"	13°17'15"	12.29	PZ	M	06/72	CO	25.00		DE 24.0 A 25.0	4.61						
08 61 0014	BARLI	15°39'45"	13°08'08"	23.41	PZ	M	07/72	KA	50.15		DE 48.0 A 49.0	16.70	2.00	0.56				
08 61 0016	BARLI	15°36'48"	13°08'22"	12.92	PZ	M	07/72	KA	43.00		DE 36.0 A 37.0							
08 61 0018	OUROSSOGUI	15°36'26"	13°17'00"	14.00	PZ	M	05/76	CO	72.00		DE 42.0 A 66.0							
08 61 0020	OUROSSOGUI	15°36'29"	13°17'05"	14.00	PZ	M	05/76	KA	150.00	51	DE 120.0 A 144.0							
08 61 0021	OUROSSOGUI	15°36'30"	13°17'05"	14.00	PZ	M	05/76	CO	150.00	51	DE 120.0 A 144.0							
08 61 0022		15°39'45"	13°17'30"	13.00	PZ	M	05/76	CO	70.00		DE 46.0 A 70.0							
10 21 0007	DAKAR SOTARC P.	14°42'40"	17°28'42"	32.50	PZ	M	01/79	IN	91.75		DE 85.0 A 89.0	35.53	3.90		7.5 404	97	0.7	
10 21 0008	DAKAR MAHUELLES	14°43'53"	17°30'23"	13.07	PZ	M	01/79	IN	79.50		DE 70.0 A 74.0	12.00	4.50		7.9	9464	0.2	
10 21 0009	DAKAR NGOR	14°45'10"	17°29'53"	9.86	PZ	M	01/79	IN	80.60		DE 71.0 A 75.0	10.80	6.00		7.0	12054	1.3	
10 21 0010	DAKAR AEROPORT Y.P4	14°45'33"	17°28'48"	13.93	PZ	M	12/78	IN	95.00		DE 88.0 A 92.0	12.45	4.00		7.5 926	291	1.4	
10 21 0014	DAKAR CAMBER P5	14°45'34"	17°27'12"	7.93	PZ	M	12/78	DU	93.50		DE 86.0 A 90.0	11.04	3.60		7.9 346	119	0.1	
10 21 0061	THIARDE	14°46'37"	17°23'01"		PZ	M	09/57	DU	20.50	50	DE 19.0 A 20.0	9.65						
10 21 0072	THIARDE	14°45'30"	17°22'52"		PZ	M	11/55	DU	40.00	60	DE 24.0 A 25.0	3.24						
10 21 0073	THIARDE	14°45'30"	17°22'52"		PZ	M	12/55	DU	40.00	60	DE 24.0 A 25.0	5.08						
10 21 0074	THIARDE	14°45'30"	17°22'52"		PZ	M	12/55	DU	41.00	60	DE 24.0 A 40.0	6.45						
10 21 0076	THIARDE	14°44'36"	17°23'07"		PZ	M	09/57	DU	40.00		DE 29.0 A 30.0	0.20						
10 3B 0045	FOULOUME	14°51'15"	17°00'48"		PZ	M	09/78	PA	101.00			30.80	105.00	1.70		7.5 362	46	1.5
10 3B 0046	NDIAYE BOPP	14°54'15"	17°00'37"		PZ	M	09/78	PA	100.30	260	DE 23.0 A 62.0	17.00	165.00	4.10		7.6 364	41	1.5
10 3B 0048	FOULOUME	14°04'06"	17°03'15"		PZ	M	04/78	PA	227.00	260		11.74	105.50	8.11				
10 3B 0051	FOULOUME	14°54'07"	17°04'00"		PZ	M	06/78	PA	143.00	80	DE 132.0 A 136.0	9.68						
10 3B 0052	FOULOUME	14°53'37"	17°03'30"		PZ	M	03/78	PA	160.00	260		10.70	108.00	1.11				
10 3B 0057	FOULOUME	14°55'30"	17°04'15"		PZ	M	11/70	PA	204.00	63	DE 169.0 A 173.0	5.60	178.00	2.40		7.4 974	438	0.4
10 3B 0063	BEER THIALANE	14°52'15"	17°08'56"		PZ	M	05/74	EO	79.65	53	DE 56.0 A 60.0	2.60	6.60	2.60				
10 3B 0064	BEER THIALANE	14°53'07"	17°08'52"		PZ	M	05/74	DU	29.00	53.00	DE 13.0 A 17.0	1.60	2.40	4.75				
10 3B 0065	BEER THIALANE	14°53'00"	17°08'52"		PZ	M	DEA	DU	97.00	63	DE 29.0 A 45.0	2.90						
10 3B 0067	NDIDIEUM	14°53'45"	17°05'30"		PZ	M	11/70	PA	115.00	64	DE 100.0 A 104.0	27.31	42.00	26.35		7.5 330	58	
10 3B 0069	DIEULEUCK OUKLOFF	14°48'55"	17°03'00"		PZ	M	DEA	PA	312.00	62	DE 262.0 A 270.0	27.40	6.30	29.90		7.6 1486	486	0.2
10 3B 0074	NOITIO	14°59'51"	17°00'59"	22.00	PZ	M	DEA	PA	360.80	340	DE 328.0 A 340.0	18.27	425.00	5.94		7.9 332	48	0.2
10 3B 0075	NOTTO	14°59'47"	17°01'00"		PZ	M	DEA	PA	95.20		DE 87.0 A 92.0	120.00	7.50					
10 3B 0081	KOLAT DTOP	14°55'29"	17°00'23"		PZ	M			94.00									
10 3B 0082	NDEUYE	14°50'20"	17°02'43"		PZ	M	DEA		07/65	60	DE 36.0 A 39.0	3.25						
10 3B 0083	NDEUYE	14°50'27"	17°02'55"		PZ	M	DEA											
10 3B 0084	FOULOUME	14°52'27"	17°01'25"		PZ	M			91.00							388		
10 3B 0085	FOULOUME	14°52'05"	17°01'23"		PZ	M	06/64		102.00									
10 3B 0086	FOULOUME	14°52'34"	17°00'55"		PZ	M					A 64.0					500		
10 3B 0087	FOULOUME	14°52'28"	17°00'13"		PZ	M			82.00									
10 3B 0090	NDEUYE	14°50'17"	17°00'53"		PZ	M	07/65		55.50	60	DE 42.0 A 47.0	21.60						
10 3B 0091	NDEUYE	14°50'35"	17°02'00"		PZ	M	06/65		101.00	60	DE 93.0 A 98.0	9.75						
10 3B 0092	NDOYENNE	14°45'30"	17°08'15"		PZ	M		PA	108.00									
10 3C 0141	SANGALKAM	14°47'10"	17°12'43"	15.00	PZ	M	07/77	DU	14.00	102	DE 5.0 A 11.0	5.90	0.10	2.70		7.4 270	66	0.2
10 3C 0142	SANGALKAM	14°47'00"	17°13'40"		PZ	M		DU	14.00	102	DE 2.0 A 14.0	3.05	2.20	3.03		7.1 198	48	0.1
10 3C 0143	SANGALKAM	14°47'10"	17°13'35"		PZ	M	07/77	DU	10.00	254								

Tableau 5.3.15

LISTE DES PIEZOMETRES
SENEGAL

N° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	TYPE UTIL	EGEN. EXPL.	DATE CONSTRUC	AQUIF	PROF (m)	DIAM FOR (mm)	CREPINE	NIVEAU STATIO (m)	DEBIT (m3/h)	RABAT. (m)	CONDUCT. (ns/cm)	PH	RES. SEC (ng/l)	CHLOR (ng/l)	FLUOR (ng/l)
10 3C 0144	SANGALKAN	14°47'30"	17°13'30"		PZ	M	07/77	QU	10.00	254									
10 3C 0146	SANGALKAN	14°47'10"	17°12'40"		PZ	M	08/77	QU	14.00	102		4.05	0.70	3.88					
10 3C 0147	SANGALKAN	14°47'10"	17°12'40"	20.00	PZ	M		QU	14.00	102	DE 2.0 A 14.0	2.35	1.40	5.00		7.2	220	37	0.2
10 3C 0149	SANGALKAN	14°48'35"	17°12'15"		PZ	M		QU	10.00	102	DE 2.0 A 10.0	3.52	0.20	3.86					
10 3C 0159	PAHN TIOR	14°40'55"	17°10'45"		PZ	M	04/53		61.81										
10 3C 0265	MBEUBEUSS	14°47'40"	17°19'30"		PZ	M	08/90	QU	20.00		DE 2.0 A 15.0				2390				
10 3C 0266	MBEUBEUSS	17°48'50"	17°19'10"		PZ	M	08/90	QU	35.00	63.00	DE 5.0 A 18.0	4.64			788				
10 3C 0267	MBEUBEUSS	14°47'20"	17°19'40"		PZ	M	08/90	QU	20.00	63	DE 1.0 A 19.0	2.14			1350				
10 3D 0005	POUT	14°45'10"	17°00'40"		PZ	M	06/63	PA	159.30		DE 142.0 A 148.0	34.63				8.7	928	121	
10 3D 0006	POUT	14°45'35"	17°03'45"		PZ	M	04/71	MA	401.50	62	DE 235.0 A 245.0	25.10	250.00	10.49		7.6	362	16	
10 3D 0007	POUT	14°46'10"	17°00'50"		PZ	M	04/63	PA	59.80		DE 54.0 A 60.0					7.6	336	32	
10 3D 0008	POUT	14°45'38"	17°01'24"		PZ	M	07/63	PA	63.30	50	DE 35.0 A 53.0	25.21				8.2	380	29	
10 3D 0009	POUT	14°45'43"	17°02'10"		PZ	M	02/64	PA	70.50	60	DE 51.0 A 63.0					8.3	432	36	
10 3D 0010	POUT	14°43'10"	17°00'25"		PZ	M	01/64	PA	68.00	60	DE 57.0 A 63.0	37.00				7.4	416	22	
10 3D 0011	KIRENE	14°40'35"	17°00'50"		PZ	M	02/64	PA	67.50		DE 61.0 A 66.0	35.44				8.2	358	14	
10 3D 0013	KIRENE	14°40'45"	17°02'30"		PZ	M	07/71	MA	167.50	65	DE 139.0 A 147.0	19.55				7.1	176	21	
10 3D 0014	KIRENE	14°40'40"	17°02'15"		PZ	M	07/71	MA	426.70	65	DE 152.0 A 160.0	19.95	9.10				128		
10 3D 0015	POUT	14°45'15"	17°01'18"	36.93	PZ	M	10/63	PA	51.00	62	DE 45.0 A 51.0								
10 3D 0017	POUT	14°45'45"	17°02'15"		PZ	M	02/64	PA	52.80		DE 35.0 A 41.0								
10 3D 0018	POUT	14°44'56"	17°00'52"		PZ	M	12/63	PA	104.00	60	A 54.0		32.70			8.2	424	28	
10 3D 0019	POUT	14°46'00"	17°03'50"		PZ	M	03/71	MA	401.50	558		23.60	3.50						
10 3D 0025	POUT	17°47'42"	17°01'23"		PZ	M	03/78	PA	120.00	273		35.50	52.00	0.29		7.7	270	29	0.6
10 3D 0027	POUT	14°47'42"	17°01'22"		PZ	M	03/78	PA	90.00	260		36.32	85.40	3.20		7.8	258	31	0.6
10 3D 0029	POUT	14°48'36"	17°00'58"		PZ	M	06/78	PA	66.00	260		38.80	8.00	17.60					
10 3D 0030	POUT	14°49'40"	17°00'48"		PZ	M	06/78	PA	93.00	260.		29.59	60.00	18.50		7.2	440	34	1.4
10 3D 0040	SANDOCK	14°45'150"	17°06'16"		PZ	M	05/61		97.35										
10 3B 0044	KEUR SEGA	14°48'14"	17°07'07"		PZ	M	08/61	PA	138.50	60	DE 23.0 A 26.0	16.00							
10 3D 0092	NDOYENNE 2	14°45'30"	17°08'15"		PZ	M	DEA	PA	112.00										
10 3D 0093	SEBOKOTANE	14°45'00"	17°08'35"		PZ	M	DEA												
10 3D 0095	SANTIGU BARRA	14°49'00"	17°07'50"		PZ	M													
10 3D 0096	MBIRDJAM	14°46'03"	17°07'39"		PZ	M													
10 3D 0097	MBIRDJAM	14°40'45"	17°07'25"		PZ	M													
10 6X 0001	BANDIA	14°37'40"	17°00'40"		PZ	M	04/64	PA	97.00	60	DE 30.0 A 37.0	14.00				7.3	100	14	
10 6X 0003	SOMDNE	14°29'00"	17°04'30"		PZ	M	04/73	PA	379.00	254	DE 154.0 A 208.0	1.46	45.00	13.09		7.4	506	64	0.1
10 6X 0012	POPENGUINE SERERE	14°32'15"	17°02'15"		PZ	M	08/78	MA	218.00		DE 190.0 A 195.0		6.40			7.5	396	17	0.4
10 6X 0013	SVERED	14°30'45"	17°05'30"		PZ	M	08/78	MA	224.00		DE 138.0 A 143.0	10.12	5.40	0.10		7.7	254	43	0.3
10 6X 0014	SVERED SERER	14°30'32"	17°05'45"		PZ	M	DEA	MA	158.00		DE 123.0 A 155.0	6.13	80.00	26.19			66	0.30	
10 6X 0015	KELLE	14°37'16"	17°09'02"		PZ	M	05/79	MA	250.00	63	DE 200.0 A 210.0					7.9	780	133	0.3
10 6X 0016	NDJONGNA	14°35'30"	17°07'55"		PZ	M	06/78	MA	232.00		DE 150.0 A 155.0	0.92	6.70	1.85		7.5	864	71	0.7
10 6X 0017	NDAYANE	14°34'00"	17°07'20"		PZ	M	06/78	MA	224.00	63	DE 195.0 A 209.0	0.72	8.20	2.41		7.5	418	23	0.2
10 6X 0018	KHAZABE	14°32'35"	17°04'00"		PZ	M	07/78	MA	250.00		DE 174.0 A 179.0	17.00	6.60	0.37		7.5	240	21	0.4
10 6X 0019	YENNE SUR MER	14°38'30"	17°10'30"		PZ	M	05/79	MA	250.00										
10 6X 0021	POPENGUINE SERERE	14°33'30"	17°06'15"		PZ	M	06/79	MA	200.00	340	DE 160.0 A 180.0	16.06	45.00	55.16		7.4	376	34	0.4
10 6X 0022	YENNE	14°38'15"	17°10'20"		PZ	M	DEA	MA	67.00										
11 1X 0029	THIEMABA	14°45'30"	16°47'35"	38.00	PZ	M	06/71	MA	573.00		DE 276.0 A 288.0	31.38	2.00	26.17		7.7	440	122	5.0
11 1X 0053	KEUR MADIANA WADE	14°44'10"	16°53'20"		PZ	M			17.00			3.04	6.80	4.60			696		

Tableau 5.3.16

LISTE DES PIEZOMETRES
SENEGAL

N° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	TYPE UTIL	EGEN. EXPL.	DATE CONSTRUC	AQUIF	PROF (m)	DIAM FOR (mm)	CREPINE	NIVEAU STATIQ (m)	DEBIT (m3/h)	RABAT. (m)	CONDUCT. (ns/cm)	PH	RES. SEC (mg/l)	CHLOR (mg/l)	FLOOR (mg/l)		
11 21 0019	LAPPE I	14°59'48"	16°20'26"	27.19	PZ	M	07/74	EO	60.50	113	DE 30.0 A 48.0	24.03	1.00			8.0	354	53	0.1		
11 21 0020	MROTEL	14°48'02"	16°35'32"	25.89	PZ	M	06/74	EO	61.00	63	DE 43.0 A 48.0	23.23	0.60	12.00			7.8	889	268	1.4	
11 21 0021	HACKE	14°47'10"	16°25'27"	33.05	PZ	M	07/74	EO	65.00	63	DE 52.0 A 64.0	37.03	0.60	8.10			7.8	1732	500	0.8	
11 21 0022	NDIAYE DANKHE	14°55'06"	16°33'47"	19.50	PZ	M	07/74	EO	44.50	63	DE 27.0 A 43.0	18.12	0.10	18.26			7.7	284	23	0.1	
11 31 0014	KANKANE	14°42'30"	16°16'20"	20.54	PZ	M	07/74	EO	65.00		DE 47.0 A 65.0	25.90					7.3	2288	404	1.8	
11 4A 0003	SIPANE	14°36'55"	16°56'15"		PZ	M	DEA 06/71	PA	60.85		DE 59.0 A 61.0	34.50	3.20	0.13			8.1	336	33	0.2	
11 4A 0004	TASSET	14°37'25"	16°51'20"	28.90	PZ	M	DEA 06/71		501.00	64	DE 197.0 A 209.0	22.40	6.60	2.85			8.0	352	53		
11 4B 0011	SOUSSOUM SANDOC	14°34'47"	16°46'10"	26.26	PZ	M	07/71	PA	143.00		DE 40.0 A 113.0	20.50	90.00	12.79			7.8	534	67	1.0	
11 7B 0035	AGA BABOU	14°19'00"	16°46'58"		PZ	M	07/82	PA	80.00	150		7.12					7.8	446	62	3.5	
11 91 0013	K. MOUSSA NAYE	14°00'13"	16°03'07"	6.26	PZ	M	DEA 05/74	CO	56.00	63	DE 46.0 A 51.0	12.28	4.80	3.00			7.7	412	115	0.1	
12 71 0005	THIAMENE	14°01'12"	15°57'54"	23.08	PZ	M	DEA 05/74	CO	65.50	63	DE 42.0 A 47.0	26.44	0.20	5.30			7.0	350	60	0.1	
12 81 0013	NGODIBA	14°04'20"	15°30'20"	31.50	PZ	M	DEA 11/85	DL	79.00	64	DE 59.0 A 64.0	47.42	50.00	0.31			7.1	664	93	0.1	
13 51 003	DAROU SALAM I	14°20'13"	14°36'55"		PZ	M	04/85		144.00	457	DE 107.0 A 122.0	54.47	58.00	5.96			7.4	186	8	0.3	
13 71 0003	KAFFAT	14°08'00"	14°57'18"		PZ	M	DEA 06/86	EO	147.80	194		68.12									
15 71 0001	BDINGSUEL BAMBA	14°05'39"	12°56'24"	73.00	PZ	M	06/67	MA	187.00	64	DE 183.0 187.0	45.50									
15 71 0002	FETE WIEBE	14°13'00"	12°40'30"	59.00	PZ	M	DEA 06/67	SO	112.00	64	DE 110.0 A 112.0	22.50	6.00								
16 21 0005	PADANENE	13°45'40"	16°22'32"		PZ	M	DEA 02/77	CO	30.00		DE 12.0 A 19.0	1.90					6.1	380	14	0.1	
16 21 0006	THIAMENE SATIEBOU	13°54'25"	16°20'53"	13.65	PZ	M	DEA 05/74	CO	69.00	631	DE 55.0 A 59.0	10.50	6.20	1.34			7.1	68	10	0.1	
16 21 0008	ITARENE	13°48'45"	16°22'00"	20.78	PZ	M	DEA 01/76	CO	59.00	102	DE 42.0 A 54.0	15.12	13.20	2.94			6.3	104	11	0.1	
16 31 0002	TYISSE NDIAGNE	13°55'21"	16°07'06"	25.94	PZ	M	DEA 04/74	CO	51.00	631	DE 36.0 A 42.0	23.44	0.50	0.27			6.9	332	11	0.1	
16 31 0003	K. BABOU KANT	13°53'48"	16°14'13"	21.11	PZ	M	DEA 04/74	CO	41.00	63	DE 34.0 A 40.0	15.91	0.80	3.20			6.8	226	47	0.2	
16 31 0004	LAMARAN	13°56'31"	16°04'03"	14.35	PZ	M	DEA 04/74	CO	72.00	63	DE 32.0 A 37.0	16.90	0.40	0.59			7.6	252	8	0.1	
16 31 0005	THIANDA THIAMANENE	13°57'19"	16°16'00"	11.65	PZ	M	DEA 05/74	CO	48.00		DE 37.0 A 42.0	9.35	5.30	0.37			7.0	790	142	0.1	
16 31 0008	K. NAMOUR KOUNBA	13°45'30"	16°05'30"	41.88	PZ	M	DEA 01/76	CO	89.00	102	DE 45.0 A 63.0	34.90	12.10	4.62			6.3	192	11	0.1	
16 31 0009	HANDALLAI-VILAME	13°43'10"	16°16'00"		PZ	M	DEA 03/77	CO	30.00		DE 24.0 A 30.0	8.40					7.1	274	31	0.3	
16 31 0010	BAMBA DALA KOUTAYENE	13°42'45"	16°18'00"		PZ	M	DEA 02/77	CO	30.00		DE 24.0 A 30.0	13.30					7.0	290	32	0.4	
16 31 0011	NGAYENNE TIEBO	13°44'00"	16°50'00"		PZ	M	DEA 02/77	EO	30.00		DE 24.0 A 30.0	15.20					7.6	748	99		
16 61 0003	TOUBA-MANDERA	13°38'35"	16°03'50"	28.15	PZ	M	DEA 01/76	CO	97.00	102	DE 72.0 A 90.0	27.15	11.80	8.41			6.5	90	13	0.4	
17 11 0005	NDIANE	13°59'18"	15°34'54"		PZ	M	BEA 04/74	CO	40.00		DE 32.0 A 36.0	28.85					7.4	284	85	1.0	
17 11 0006	NDOFFANE	13°54'48"	15°54'48"	20.49	PZ	Ma	DEA 04/74	CO	50.00	64	DE 37.0 A 42.0	27.09					6.3	684	45	1.6	
17 11 0007	SIXATOROUM	13°58'48"	15°59'12"	13.06	PZ	M	DEA 05/74	CO	45.00		DE 30.0 A 35.0	19.59	0.50	1.57			7.5	218	14	0.1	
17 11 0008	KEUR NDIUGA DRANE	13°50'00"	15°50'50"	41.22	PZ	M	DEA 02/76	CO	87.00	102	DE 59.0 A 79.0	46.43	11.30	3.91			6.6	210	11	0.6	
17 31 0005	MISSIRAH	13°59'35"	15°07'00"		PZ	M	12/85	CO	108.00	64	DE 88.0 A 93.0	60.39					7.0	10	0.1		
17 41 0001	MEDINA MOUNAVARA	13°37'00"	15°50'00"	39.96	PZ	M	DEA 01/76	CO	98.00	102	DE 72.0 A 90.0	39.80	11.80	5.00			5.9	196	8	0.8	
17 71 0002	BOUNKILING	13°02'35"	14°41'25"	14.00	PZ	M	DEA 07/79	MA	417.50		DE 396.0 A 408	9.10	9.00	11.02			8.0	680	123	2.5	
17 81 0001	KIMBOUTO	13°01'35"	15°32'35"	12.00	PZ	M	01/80	CO	160.00		DE 80.0 A 90.0	9.40	22.00	0.45			7.9	200	4	0.2	
17 81 0002	SARE ALKALI	13°14'40"	15°31'45"	7.00	PZ	M	DEA 12/79	CO	117.00		DE 55.0 A 65.0	5.80	28.00	0.21			7.1	214	3	0.1	
17 91 0002	SYLLAKOUNDA	13°04'15"	15°18'10"	13.00	PZ	M	05/79	DL	72.00	152	DE 58.0 A 70.0	7.60	11.10	0.15			9.0			0.1	
18 61 0007	FADJACOUNDA	13°39'25"	14°09'40"	10.30	PZ	M	DEA 02/86	DL	88.00	64	DE 73.0 A 78.0	15.19					116				
18 71 0001	SOULABANI	13°12'20"	14°59'00"	30.00	PZ	M	01/80	CO	114.00		DE 85.0 A 95.0	14.50					7.7	80	4	0.1	
18 81 0001	BADION	13°04'50"	14°04'50"	47.00	PZ	M	DEA 01/80	MA	273.00	114	DE 251.0 A 261.0	37.40	20.00				7.5	400	67	0.7	
18 81 0002	FAFACOURDU	13°03'40"	13°33'30"	25.00	PZ	M	DEA 12/79	CO	200.00	114	DE 64.0 A 74.0	6.50					8.5	156	1	0.1	
18 91 0001		13°08'45"	14°06'00"	39.00	PZ	M	01/80	MA	252.00		DE 230.0 A 240.0	26.10	10.00				7.8	310	32	0.5	
19 71 0001	TIMIN DALLAH	13°19'50"	13°49'30"	53.00	PZ	M	DEA 05/67	MA	260.00	64		38.30	2.00								
19 71 0002	MEDINA SOUKASSE	13°08'45"	13°45'45"	58.00	PZ	M	06/67	MA	186.00	64	DE 166.0 A 170.0	29.00	2.50								
19 71 003	MEDINA DIAN	13°04'50"	13°45'10"	55.50	PZ	M	05/67	MA	131.85	64	DE 119.0 A 123.0	15.20	3.00	10.00							

Tableau 5.3.17

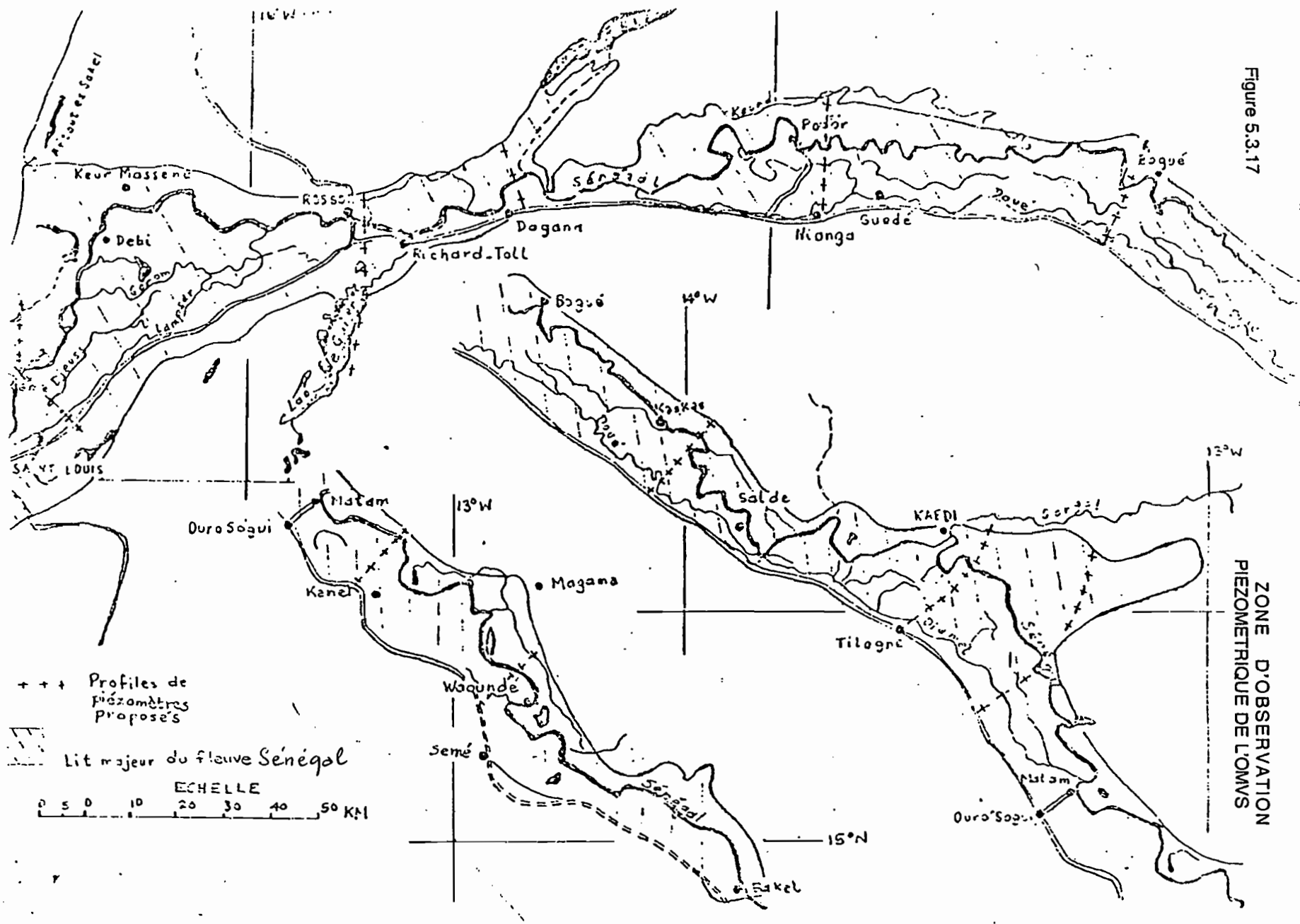


Figure 5.3.17

ZONE D'OBSERVATION
PIEZOMETRIQUE DE L'OMWS

LISTE DES PIEZOMETRES
SENEGAL

N° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	TYPE UTIL.	ESEN.	DATE EXPL. CONSTRUC	AQUIF	PROF (m)	DIAM FOR (mm)	CREPINE	NIVEAU STATIQ (m)	DEBIT (m ³ /h)	RABAT. (m)	CONDUCT. (mg/cm)	PH	RES. SEC (mg/l)	CHLOR (mg/l)	FLUOR (mg/l)
22 31 0003	SILINKINE	12°56'50"	16°00'40"	27.00	PZ	M	DEA 11/79	DL	171.55		DE 120.0 A 130.0	23.40	14.00	0.03		7.5	444	13	0.3
22 41 0005	BOUCOTTE OUCLOF	12°24'40"	16°45'20"		PZ	M	07/78	CO	27.00	254	DE 17.0 A 20.0	14.80	9.00	2.65					
22 51 0003	BACOUNOUM	12°27'00"	16°24'07"		PZ	M	07/79	CO	16.50	60									
22 51 0004	KALEANE	12°27'25"	16°26'00"		PZ	M	07/79	CO	4.97	60		4.03							
22 51 0005	BADJIGUI	12°32'02"	16°34'20"	7.90	PZ	M	07/79	CO	4.92			3.94					3200		
22 51 0006	BADJIGUI	12°30'50"	16°33'30"	6.70	PZ	M		CO	3.98			3.21					3200		
22 51 0007	BADJIGUI	12°25'00"	16°33'32"	8.60	PZ	M	07/79	CO	5.84	60		4.85					3200		
22 51 0008	SANTHABA-MANJAQUE	12°32'25"	16°32'22"	11.90	PZ	M		CO	7.60	60		7.05					3200		
22 61 0001	TENDABA	12°28'10"	16°12'22"	18.23	PZ	M	07/79	CO	6.10	60		5.04							
22 61 0003	BOURDFAYE DIOLA	12°20'15"	16°17'20"	4.97	PZ	M	07/79	CO	3.60			1.86							
22 61 0004	TOUBACOUTA	12°18'00"	16°17'45"	8.95	PZ	M	07/79	CO	2.50			1.75							
22 61 0005	BADEN	12°27'50"	16°18'05"	7.81	PZ	M	07/79	CO	4.20			0.66							
22 61 0006	BADEN	12°27'20"	16°19'25"	4.34	PZ	M	07/79	CO	3.90			2.21							
22 61 0007	BADEN	12°27'20"	16°19'55"	2.28	PZ	M	07/79	CO	3.80			0.74							
22 61 0008	TOUBACOUTA	12°29'39"	16°17'10"	8.63	PZ	M	07/79	CO	6.65	100		5.40							
22 61 0009	BOURDFAYE-DIOLA	12°30'05"	16°17'25"	3.67	PZ	M	07/79	CO	3.50			1.11							
22 61 0010	ADEANE	12°37'45"	16°00'50"	2.00	PZ	M	DEA 02/79	DL	200.00		DE 117.0 A 127.0	0.50	4.20	38.00	3300	8.0	618	66	0.9
22 61 0016		12°32'40"	16°16'10"	14.00	PZ	M	07/67	CO	41.00		DE 18.00 A 37.0	5.75	62.40	9.55		6.5	88	8	
23 11 0002	MARAKISSA	12°50'40"	15°56'05"	22.00	PZ	M	01/79	CO	24.00	64	DE 22.0 A 24.0	16.50							
23 11 0003	DJIBABOYA	12°47'20"	15°58'00"	15.00	PZ	M	02/79	CO	16.00	64	DE 14.0 A 16.0	9.80							
23 11 0004	BADJICOUNDA-BAYNDUCK	12°41'15"	15°51'45"	8.00	PZ	M	DEA 02/79	CO	15.00	64	DE 12.0 A 14.0	6.90							
23 11 0005	NIASSENE DIOLA	12°44'55"	15°53'45"	7.00	PZ	M	DEA 02/79	CO	12.00	64	DE 9.0 A 11.0	4.70							
23 11 0006	DIAFAR-SANTO	12°46'55"	15°55'20"	31.00	PZ	M	02/79	CO	23.00	64	DE 21.0 A 23.0	17.30							
23 11 0007	DIAFAR SANTO	12°46'55"	15°55'20"	31.00	PZ	M	05/79	CO	50.00	101	DE 29.0 A 51.0	17.16	13.70			5.9	54	6	0.1
23 11 0008	KANOYA	12°51'40"	15°52'45"	11.00	PZ	M	DEA 01/79	CO	17.00	64	DE 14.0 A 16.0	7.30							
23 11 0009	KARANTABA	12°44'15"	15°48'55"	16.00	PZ	M	DEA 01/79	CO	18.00	64	DE 16.0 A 18.0	12.50							
23 11 0010	SANSAMBA	12°48'40"	15°48'20"	29.00	PZ	M	DEA 01/79	CO	29.00	64	DE 27.0 A 29.0	18.90							
23 11 0011	DAROU SALAM	12°53'40"	15°48'30"	29.00	PZ	M	01/79	CO	22.00	64	DE 19.0 A 21.0	14.00							
23 11 0012	YANCIME MANDINA	12°46'55"	15°44'20"	29.00	PZ	M	DEA 04/79	CO	30.00	101	DE 17.0 A 19.0	15.90							
23 11 0014	DTAFILON DOLA	12°54'45"	15°51'35"	10.00	PZ	M	DEA 01/79	CO	14.00	64	DE 11.0 A 13.0	4.60							
23 11 0017	NIASSENE DIOLA	12°44'55"	15°53'45"	8.00	PZ	M	12/79	CO	150.40		DE 112.0 A 123.0	3.30	26.00			7.8	468	30	0.3
23 11 0019	BOMA LINKETO	12°40'45"	15°47'55"	29.00	PZ	M	DEA 02/79	CO	25.00	64	DE 20.0 A 22.0	16.90							
23 21 0002	BADIANDIAN DIOLA	12°44'15"	15°39'35"	43.00	PZ	M	05/79	CO	38.00	64	DE 23.0 A 25.0	23.90							
23 21 0004	DIATOURA MANDINGUE	12°47'20"	15°35'00"	12.00	PZ	M	DEA 05/79	CO	20.00	64	DE 12.0 A 14.0	8.00							
23 21 0006	BAKOUH MANGAGNE	12°43'25"	15°34'05"	7.00	PZ	M	DEA 06/79	CO	20.00	64	DE 4.0 A 6.0	6.10							
23 21 0007	MANDINA FINDIFETA	12°48'25"	15°31'20"	13.00	PZ	M	DEA 05/79	CO	20.00	64	DE 17.0 A 19.0	11.40							
23 21 0008	DJIDIMA	12°52'45"	15°36'00"	43.00	PZ	M	05/79	CO	40.00	64	DE 15.0 A 17.0	12.20							
23 21 0010		12°42'00"	15°34'20"	25.00	PZ	M	06/79	CO	25.00	101	DE 10.0 A 16.0	16.10							
23 21 0012	DASSILAME PAKAD	12°53'40"	15°26'10"	13.00	PZ	M	01/80	CO	119.00	102	DE 72.0 A 82.0	10.90	28.00	0.30		6.7	84	2	0.1
23 21 0018	BARI	12°53'37"	15°39'45"	27.00	PZ	M	DEA 03/88	DL	128.00	114	DE 86.0 A 118.0	25.44	12.00		740	6.8	86	11	
23 31 0003	SARE YOBA DIEGA	12°46'00"	15°06'35"	12.00	PZ	M	DEA 03/79	NA	250.00		DE 235.0 A 247.0	4.70							
23 31 0008	DJIDIMA	12°52'45"	15°36'00"	43.00	PZ	M	05/79	CO	40.00	64	DE 15.0 A 17.0	12.20							
23 41 0001	TINGTINGONE	12°37'25"	15°48'00"	26.00	PZ	M	02/79	CO	23.00	64	DE 21.0 A 23.0	16.90							
23 41 0002	SINGHERE BAYNDUCK	12°39'10"	15°53'30"	31.00	PZ	M	DEA 02/79	CO	27.00	64	DE 25.0 A 27.0	21.00							
23 41 0003	BOUDHIE SAMINE	12°38'55"	15°42'15"	15.00	PZ	M	DEA 02/79	CO	14.00	64	DE 12.0 A 14.0	5.90							
23 41 0009	SALIOT	12°39'35"	15°49'30"	27.82	PZ	M	10/74	DL	140.00		DE 112.0 A 140.0	24.35							

Tableau 5.3.18

LISTE DES PIEZOMETRES
SENEGAL

N° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALT. (m)	TYPE UTIL	EGEN. EXPL.	DATE CONSTRUC	AQUIF	PROF (m)	DIAM FOR (mm)	CREPINE	NIVEAU STATIQ (m)	DEBIT (m ³ /h)	RABAT. (m)	CONDUCT. (ms/cm)	PH	RES. SEC (mg/l)	CHLOR (mg/l)	FLUOR (mg/l)
23 XI 0001	BAKACOUNDA	12°37'05"	15°37'35"	25.00	P2	M	DEA 02/79	EQ	25.00	64	DE 23.0 A 25.0	18.30							
23 XI 0003	SAMINE ESCALE	12°29'25"	15°38'00"	20.00	P2	M	DEA 06/79	EQ	250.00		DE 50.0 A 60.0	16.90					392		0.2
24 XI 0001	SOUTOURE	12°56'40"	14°07'55"	30.00	P2	M	07/78	SO	64.00		DE 26.0 A 62.0	24.50	5.00	20.00		8.0	1062	16	0.5

SITUATION DES PIEZOMETRES DE L'OHVS EN TERRITOIRE SENEGALAIS
PROJET OHVS / USAID - 0625-0958
OHVS-SENEGAL

II° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (m)	TYPE UTIL.	AGEN. EXPLOIT.	DATE CONSTRUC.	AQUIFERE	PROF. EQUIPEE (m)	DIAM. FORAG. (pouce)	DIAM. EQUIP. (pouce)	POSITION CREPINE (m)	NIVEAU STAI. (m)	DATE M.S	CONDUCTIVITE mS/cm	DATE CONDUCTIVITE	PH
06 2A GA 0002 HP		1791.1	357.6	2.357	PZ M	OHVS	15/02/87	Q HK SF	10.00	6 1/2	2 1/2	DE 8.0 A 9.0	2.99	26/02/87	43900	14/02/87	7.7
06 2A GA 0003 HP		1792.4	355.7	1.280	PZ M	OHVB	15/02/87	Q I SF	19.00	6 1/2	2 1/2	DE 18.0 A 19.0	0.80	25/02/87	79200	13/02/87	7.8
06 2A GA 0004 HP		1792.4	355.7	1.228	PZ M	OHVS	15/02/87	Q I SF	12.00	6 1/2	2 1/2	DE 11.0 A 12.0	1.08	26/02/87	79800	13/02/87	7.2
06 2A GA 0005 LP		1794.1	353.9	3.756	PZ M	OHVS	13/02/87	Q I SF	19.00	6 1/2	2 1/2	DE 18.0 A 19.0	3.16	26/02/87	47700	25/02/87	8.0
06 2A GA 0006 LP		1794.1	353.9	3.650	PZ M	OHVS	13/02/87	Q I SF	13.00	6 1/2	2 1/2	DE 12.0 A 13.0	2.94	26/02/87	37300	13/02/87	8.0
06 2A GA 0007 HP		1793.2	355.1	1.836	PZ M	OHVS	14/02/87	Q I SF	43.50	6 1/2	2 1/2	DE 42.5 A 43.5	1.61	08/03/87	29600	26/02/87	7.2
06 2A GA 0008 LP		1788.7	358.9	1.657	PZ M	OHVS	26/02/87	Q I SF	49.18	8 3/4	4 1/2	48.18 A 49.18	1.00	08/03/87	53500	/ /	7.2
06 2A GA 0009 HP		1785.6	361.8	3.461	PZ M	OHVS	25/02/87	Q I SF	24.90	6 1/2	2 1/2	DE 23.9 A 24.9	4.09	09/03/87	43200	27/02/87	7.2
06 2A GA 0010 HP		1785.6	361.8	3.487	PZ M	OHVS	25/02/87	Q I SF	10.47	6 1/2	2 1/2	DE 9.47 A 10.47	4.06	09/03/87	27100	27/02/87	7.3
06 2A GA 0020 HP		1792.9	351.7	3.684	PZ M	OHVS	12/02/87	Q I SF	19.00	6 1/2	2 1/2	DE 18.0 A 19.0	3.40	26/02/87	48300	12/02/87	8.0
06 2A GA 0021 HP		1792.9	351.7	3.703	PZ M	OHVS	12/02/87	Q I SF	13.00	6 1/2	2 1/2	DE 12.0 A 13.0	3.01	26/02/87	47300	12/02/87	8.1
06 2A GA 0022 HP		1792.8	351.7	3.009	PZ M	OHVS	19/02/87	Q I SF	19.00	6 1/2	2 1/2	DE 18.0 A 19.0	2.70	26/02/87	49000	12/02/87	8.6
06 2A GA 0023 HP		1792.8	351.7	3.046	PZ M	OHVS	12/02/87	Q I SF	13.00	6 1/2	2 1/2	DE 12.0 A 13.0	2.51	26/02/87	47800	12/02/87	8.3
06 2A GA 0024 HP		1792.4	351.2	3.721	PZ M	OHVB	09/02/87	Q H	05.00	6 1/2	2 1/2	4.0 A 5.0	6.00	18/02/87	/ /	/ /	/ /
06 2A GA 0025 HP		1792.0	351.3	3.933	PZ M	OHVS	10/02/87	Q I SF	21.00	6 1/2	2 1/2	DE 20.0 A 21.0	3.98	26/02/87	10700	11/02/87	7.8
06 2A GA 0026 HP		1792.0	351.3	3.913	PZ M	OHVS	10/02/87	Q I SF	14.00	6 1/2	2 1/2	SE 13.0 A 14.0	5.07	26/02/87	11000	11/02/87	7.8
06 2A GA 0027 HP		1791.4	351.6	4.221	PZ M	OHVS	11/02/87	Q I SH	14.00	6 1/2	2 1/2	DE 13.0 A 14.0	7.31	18/02/87	10900	11/02/87	7.5
06 2A GA 0028 HP		1790.9	351.7	4.832	PZ M	OHVB	11/02/87	Q I SF	17.00	6 1/2	2 1/2	DE 16.0 A 17.0	9.12	18/02/87	10900	11/02/87	7.4
06 2A GA 0070 LP	CUVETTE LAHBSAR	1783.9	357.1	0.345	PZ M	OHVS	03/03/87	Q M SF	07.73	6 1/2	2 1/2	DE 6.73 A 7.73	0.91	09/03/87	31900	04/03/87	7.6
06 2A GA 0071 LP	PIV ISRA	1784.3	358.2	1.826	PZ M	OHVS	28/02/87	Q I SF	19.60	6 1/2	2 1/2	DE 18.17 A 19.17	2.34	09/03/87	20000	02/03/87	7.5
06 2A GA 0072 LP	PIV ISRA	1784.3	358.2	1.764	PZ M	OHVS	28/02/87	Q I SF	11.50	6 1/2	2 1/2	DE 10.10 A 11.10	2.22	09/03/87	/ /	01/03/87	/ /
06 2A GA 0075 LP	CUVETTE BIFECHE	1784.4	360.4	0.861	PZ M	OHVB	28/02/87	Q M SF	05.45	6 1/2	2 1/2	DE 4.0 A 5.0	1.59	08/03/87	32300	01/03/87	7.6
06 2A GA 0076 LP	CUVETTE DE NOELLE	1784.8	362.1	0.953	PZ M	OHVS	01/03/87	Q I SA	19.42	6 1/2	2 1/2	DE 18.02 A 19.02	1.33	09/03/87	32300	03/03/87	7.6
06 2A GA 0077 LP	CUVETTE DE NOELLE	1787.8	362.1	0.908	PZ M	OHVS	01/03/87	Q M SF	05.64	6 1/2	2 1/2	DE 5.07 A 6.07	1.25	09/03/87	/ /	03/03/87	/ /
06 2A GA 0078 LP	CUVETTE HDIAYE	1790.3	362.0	0.639	PZ M	OHVS	02/03/87	Q I SA	07.40	6 1/2	2 1/2	DE 5.88 A 6.88	1.20	02/03/87	46100	03/03/87	6.6
06V 2A GA 0079 LP	CUVETTE HDIAYE	1789.8	363.6	0.834	PZ M	OHVS	01/03/87	Q I SA	05.40	6 1/2	2 1/2	DE 3.87 A 4.87	0.76	09/03/87	27600	03/03/87	7.2
06 2A GA 0080 LP	CUVETTE HDIAYE	1790.9	363.8	0.718	PZ M	OHVS	02/03/87	Q I SF	05.55	6 1/2	2 1/2	DE 4.05 A 5.05	1.11	09/03/87	/ /	03/03/87	/ /
06 2A GA 0081 LP	CUVETTE HDIAYE	1790.9	364.4	1.171	PZ M	OHVS	03/03/87	Q H A	05.40	6 1/2	2 1/2	DE 3.90 A 4.90	1.18	09/03/87	28600	04/03/87	7.8
06 2A GA 0095 LP	CUVETTE DE SAVOIGNE	1790.7	360.2	0.828	PZ M	OHVS	27/02/87	Q M SF	05.55	6 1/2	2 1/2	DE 4.05 A 5.05	1.20	08/03/87	4250	28/07/87	7.7
06 2A GA 0096 LP	CUVETTE DE SAVOIGNE	1791.5	360.9	0.750	PZ M	OHVS	27/02/87	Q I SD	05.50	6 1/2	2 1/2	DE 4.05 A 5.05	1.47	08/03/87	40400	/ /	6.5
06 2A GA 0097 LP	CUVETTE DE SAVOIGNE	1792.4	361.3	0.623	PZ M	OHVS	27/02/87	Q I A	10.40	6 1/2	2 1/2	DE 8.87 A 9.87	1.64	08/03/87	46300	28/02/87	7.6
06 2B GA 0082 LP	CUVETTE NGOMEHE	1794.5	367.1	1.415	PZ M	OHVS	03/03/87	Q I SF	08.35	6 1/2	2 1/2	DE 6.85 A 7.85	1.18	09/03/87	47300	05/03/87	7.2
06 2B GA 0083 LP	CUVETTE NGOMEHE	1794.3	367.5	1.863	PZ M	OHVS	03/03/87	Q I SF	05.50	6 1/2	2 1/2	DE 4.0 A 5.0	1.30	09/03/87	15100	05/03/87	7.7
06 2B GA 0084 LP	CUVETTE NGOMEHE	1795.7	367.9	1.052	PZ M	OHVS	04/03/87	Q I SF	17.20	6 1/2	2 1/2	DE 15.74 A 16.74	0.80	09/03/87	/ /	05/03/87	/ /
06 2B GA 0085 LP	CUVETTE POHI BENDARNE	1796.4	369.6	1.310	PZ M	OHVS	04/03/87	Q I SIS	19.80	6 1/2	2 1/2	DE 18.30 A 19.30	1.23	09/03/87	/ /	05/03/87	/ /
06 2B GA 0086 LP	CUVETTE POHI BENDARNE	1796.4	369.6	1.282	PZ M	OHVS	05/03/87	Q I SF	05.40	6 1/2	2 1/2	DE 3.90 A 4.90	1.11	09/03/87	53600	05/03/87	6.6
06 2C GA 0011 HP		1803.0	357.9	1.365	PZ M	OHVS	14/04/87	Q I SI	19.48	6 1/2	2 1/2	DE 18.08 A 19.08	1.10	16/04/87	/ /	/ /	/ /
06 2C GA 0012 HP		1803.0	357.9	1.377	PZ M	OHVS	14/04/87	Q H SF	05.65	6 1/2	2 1/2	DE 4.15 A 5.15	0.88	16/04/87	/ /	/ /	/ /
06 2C GA 0013 HP		1803.1	358.1	1.355	PZ M	OHVS	14/04/87	Q I SI	19.45	6 1/2	2 1/2	DE 17.95 A 18.95	1.19	16/04/87	/ /	/ /	/ /
06 2C GA 0014 HP		1803.0	358.1	1.388	PZ M	OHVS	14/04/87	Q H SF	05.36	6 1/2	2 1/2	DE 3.86 A 4.86	0.92	16/04/87	/ /	/ /	/ /
06 2C GA 0015 HP		1803.1	358.3	1.529	PZ M	OHVS	14/04/87	Q H SF	05.55	6 1/2	2 1/2	DE 4.05 A 5.05	1.12	16/04/87	/ /	/ /	/ /
06 2C GA 0016 HP		1803.1	358.5	1.367	PZ M	OHVS	15/04/87	Q I SI	19.40	6 1/2	2 1/2	DE 17.9 A 18.9	1.06	16/04/87	53600	15/04/87	7.8
06 2C GA 0017 HP		1803.1	357.5	1.410	PZ M	OHVS	15/04/87	Q H SI	05.49	6 1/2	2 1/2	DE 3.99 A 4.99	1.06	16/04/87	51500	15/04/87	7.6
06 2C GA 0018 HP		1803.2	358.8	1.330	PZ M	OHVS	15/04/87	Q H SF	05.50	6 1/2	2 1/2	DE 4.0 A 5.0	0.95	16/04/87	52000	15/04/87	7.4
06 2C GA 0019 HP		1803.3	359.2	1.550	PZ M	OHVS	15/04/87	Q I SI	18.47	6 1/2	2 1/2	DE 16.0 A 17.0	1.04	16/04/87	/ /	16/04/87	/ /

Tableau 5.3.20

SITUATION DES PIEZOMETRES DE L'OMVS EN TERRITOIRE SENEGALAIS
PROJET OMVS / USAID - 0625-0958
OMVS-SENEGAL

N° REF	NOM	LATITUDE	LONGITUDE	ALTITUDE (m)	TYPE UTIL.	AGEN. EXPLOIT.	DATE CONSTRUC.	AQUIFERE	PROF. EQUIPEE (m)	DIAM. FORAS. (pouce)	DIAM. EQUIP. (pouce)	POSITION CREPINE (a)	NIVEAU STAT. (a)	DATE N.S	CONDUCTIVITE aS/cm	DATE CONDUCTIVITE	PH
06 2C GA 0040 LP	PERIMETRE DEBI	1823.8	365.0	0.936	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.49	6 1/2	2 1/2	DE 3.99 A 4.99	3.0	19/04/87		12/04/87	
06 2D GA 0041 LP	FERIMETRE DEBI	1824.2	366.6	1.119	PZ	M	OMVS	Q I SiA	05.35	6 1/2	2 1/2	DE 3.85 A 4.85	1.60	20/04/87		11/04/87	
06 2D GA 0042 LP	PERIMETRE DEBI	1824.2	367.2	0.741	PZ	M	OMVS	Q I SiA	06.55	6 1/2	2 1/2	DE 5.05 A 6.05	0.71	20/04/87		11/04/87	
06 2D GA 0043 LP	PERIMETRE DEBI	1824.1	368.3	0.565	PZ	M	OMVS	Q I ASI	10.52	6 1/2	2 1/2	DE 9.52 A 10.52	2.84	20/04/87		12/04/87	
06 2D GA 0045 LP	PERIMETRE DEBI	1824.1	370.3	0.941	PZ	M	OMVS	Q I SIS	06.37	6 1/2	2 1/2	DE 4.86 A 5.86	0.91	20/04/87		12/04/87	
06 2D GA 0046 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1820.8	388.0	2.097	PZ	M	OMVS	Q I SF	29.93	6 1/2	2 1/2	DE 28.43 A 29.43	1.77	08/04/87		05/04/87	
06 2D GA 0047 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1820.8	388.0	2.134	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.55	6 1/2	2 1/2	DE 4.05 A 5.05	1.52	08/04/87		05/04/87	
06 2D GA 0048 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1820.8	388.0	2.113	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.35	6 1/2	2 1/2	DE 3.85 A 4.85	1.52	08/04/87		05/04/87	
06 2D GA 0049 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1820.8	388.0	2.041	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.60	6 1/2	2 1/2	DE 4.10 A 5.10	1.42	08/04/87		05/04/87	
06 2D GA 0050 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1818.8	388.8	1.308	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.60	6 1/2	2 1/2	DE 4.10 A 5.10	2.02	08/04/87		06/04/87	
06 2D GA 0051 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1816.5	388.6	1.360	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.70	6 1/2	2 1/2	DE 4.20 A 5.20	2.09	08/04/87		06/04/87	
06 2D GA 0052 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1815.8	384.8	1.595	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.35	6 1/2	2 1/2	DE 3.85 A 4.85	1.00	08/04/87		07/04/87	
06 2D GA 0053 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1816.5	385.7	1.322	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.60	6 1/2	2 1/2	DE 4.10 A 5.10	2.15	08/04/87		07/04/87	
06 2D GA 0054 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1817.7	386.5	1.903	PZ	M	OMVS	Q I SIS/A	39.55	6 1/2	2 1/2	DE 38.05 A 39.05	1.64	23/04/87	23800	06/04/87	7.2
06 2D GA 0056 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1817.7	386.5	1.905	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.75	6 1/2	2 1/2	DE 4.25 A 5.25	3.05	23/04/87		06/04/87	
06 2D GA 0057 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1818.6	385.5	1.342	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.50	6 1/2	2 1/2	DE 4.0 A 5.0	1.81	08/04/87		07/04/87	
06 2D GA 0058 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1816.9	384.3	1.404	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.45	6 1/2	2 1/2	DE 3.95 A 4.95	1.52	21/04/87		09/04/87	
06 2D GA 0059 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1819.3	386.7	1.999	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.58	6 1/2	2 1/2	DE 4.08 A 5.08	1.62	08/04/87		06/04/87	
06 2D GA 0060 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1819.8	385.3	1.540	PZ	M	OMVS	Q N SH	06.72	6 1/2	2 1/2	DE 5.22 A 6.22	1.41	08/04/87		07/04/87	
06 2D GA 0061 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1816.4	382.9	1.620	PZ	M	OMVS	Q I SiA	24.70	6 1/2	2 1/2	DE 23.20 A 24.20	2.98	21/06/87		09/04/87	
06 2D GA 0062 LP	PERIMETRE BOUNDUM	1816.4	382.9	1.626	PZ	M	OMVS	Q N SF	05.60	6 1/2	2 1/2	DE 4.10 A 5.10	1.44	21/04/87		09/04/87	
06 2A GA 0001 HP		1791.1	357.6	2.043	PZ	M	OMVS	Q I SH	20.00	6 1/2	2 1/2	DE 18.0 A 19.0	2.99	26/02/87	45600	14/02/87	7.8

Tableau 5.3.21

CHAPITRE 6

EXPERTISE ET EVALUATION

Les données relatives à la climatologie, l'hydrologie, la géologie et l'hydrogéologie sont indispensables dans de nombreux domaines : irrigation, énergie hydroélectrique, ressource en eau, évaluation des crues, drainage urbain, etc.

Les besoins en données manifestés par le Sénégal lors de la mission du Consultant sont énumérés ci-après. Cette liste n'est pas forcément exhaustive mais elle permet de mettre en valeur l'importance des données de base : nécessité de leur existence, de leur validité, de leur stockage, des possibilités de traitements et de diffusion.

6.1 Besoins en données climatologiques

La Direction de l'Agriculture, principal utilisateur de données climatologiques, est demandeur d'une meilleure répartition des postes pluviométriques sur le pays. Certaines régions (Ferlo par exemple), sont actuellement sous-équipées, alors que d'autres (ouest du pays), présentent une abondance de postes.

6.2 Besoins en données concernant les eaux superficielles

La Direction de l'Agriculture, La Direction des Travaux Publics, et la Direction des Forêts, Chasses, et de la Protection des Sols, entre autres, sont demandeurs d'études de bassins versants représentatifs.

La Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta et de la vallée du Sénégal, est demandeur de modélisation des écoulements dans le fleuve, pour la connaissance et la prévision des niveaux aux prises d'eau. La Cellule d'Après Barrage est également demandeur d'une telle modélisation.

6.3 Besoins en données concernant les eaux souterraines

6.3.1 Dans le bassin sédimentaire

Les aquifères du bassin sédimentaire sénégalais permettent, dans leur partie Ouest, l'approvisionnement en eau de Dakar, son agglomération et les localités avoisinantes.

Les synthèses sommaires concernant les bilans en eau ont été établies en 1983 dans le cadre des études de la Direction des Etudes du Ministère de l'Hydraulique.

Entre 1986 et 1988, l'étude SETAME-BETURE concernant le renforcement de l'approvisionnement en eau de la région de Dakar a permis de préciser les besoins en eau (moyens et en pointe) du Cap Vert, de l'axe Ngnith-Thies, de Thies jusqu'à l'horizon 2020 et les ressources maximales exploitables des principaux aquifères.

Tableau 6.1

RESSOURCES EN EAUX SOUTERRAINES DU BASSIN SEDIMENTAIRE			
Type de ressources possibles	Aquifères	Ressources maximales	
Ressources rapprochées	Nappe infrabasaltique	13 820 m ³ /jour	
	Nappe des sables quaternaires du bassin de Thiaroye	10 500 m ³ /jour	
	Nappe des sables quaternaires du bassin de Beer Thiliane	8 000 m ³ /jour	
Ressources intermédiaires	Calcaires paléocènes de Sébikotane	25 000 m ³ /jour à limiter en 1995 à 17 500 m ³ /jour	
	Calcaires paléocènes de Pout	Zone Sud	4 500 m ³ /jour
		Zone Nord	21 300 m ³ /jour
	Maestrichtien de Pout		74 000 m ³ /jour et 70 150 m ³ /jour à partir de 1995
		Maestrichtien de Thies	15 000 m ³ /jour
Ressources lointaines	Littoral Nord	25 000 m ³ /jour avec surexploitation maximale à 31 000 m ³ /jour	

Cette étude a permis entr'autres une modélisation mathématique de la nappe du littoral Nord avec une simulation mathématique d'un accroissement de l'exploitation des calcaires Lutétiens entre Bambey et Louga.

La Direction des Etudes et des Aménagements de la DGRH établit, dans le cadre du Projet SEN/88/002, une note d'information annuelle sur les contrôles piézométriques et hydrochimiques des nappes souterraines.

Dans cette note, sont rappelées les potentialités des différentes formations aquifères, ainsi que les volumes d'eau journaliers extraits de ces nappes.

D'une manière générale, ces synthèses sont à :

élargir sur l'ensemble du bassin sédimentaire sénégalais,

- . affiner par l'utilisation d'outils informatiques pour l'évaluation de la recharge et la réserve des nappes,
- . préciser au niveau des volumes actuellement exploités (hydraulique urbaine, semi-urbaine et villageoise),
- . compléter par la réalisation de certaines études localisées :
 - synthèse hydrogéologique de la nappe profonde du Maestrichtien,
 - étude hydrogéologique de la bordure sédimentaire du Sénégal oriental,
 - étude de la recharge artificielle des nappes.

Les limites latérales des différentes aquifères du bassin sédimentaire, ainsi que leur puissance sont, dans certaines zones, assez mal connues en particulier pour le Maestrichtien.

Un synthèse globale des données disponibles et une évaluation plus précise de certains paramètres sont nécessaires pour obtenir le bilan précis de ces aquifères.

Pour l'évaluation du débit des exutoires de ces nappes, il est nécessaire de disposer de mesures piézométriques et de mesures des débits des fleuves, mesures qui doivent être judicieusement réparties et obtenues sur de longues périodes hydrologiques.

6.3.2 En zone de socle ancien

De nombreux forages d'hydraulique villageoise ont été réalisés au Sénégal Oriental au cours de ces dix dernières années, notamment au cours du projet CEAO.

Un bilan très sommaire et partiel de ces nappes "de fissures" a été établi en 1983 par la Direction des Etudes du Ministère de l'Hydraulique.

Une étude plus poussée de ces zones de socle reste à établir :

- . établissement d'une cartographie géologique et lithologique, à partir des données de forages réalisés,
- . établissement d'une carte structurale à partir de photos aériennes et photos satellites du type SPOT,
- . caractéristiques hydrauliques des principales fonctions aquifères :
 - débit spécifique/ouvrage
 - transmissivité
 - coefficient d'emménagement
- . utilisation d'ouvrages déclarés non productifs comme piézomètre pour le suivi des nappes.

6.3.3 Nécessité d'un suivi piézométrique

Il s'agit, avant tout, de créer, de disposer, d'entretenir et de suivre en permanence un réseau piézométrique préventif. Ce réseau piézométrique doit être réparti sur l'ensemble du territoire sénégalais et intéresser toutes les formations aquifères du pays. Il est nécessaire à la connaissance et à la gestion des ressources en eau souterraine. Ce réseau doit être suivi par un même organisme.

Les objectifs d'un tel réseau piézométrique sont :

a. En zone de socle

- Suivre l'évolution du niveau de la zone fracturée à l'échelle interannuelle afin de déceler les éventuelles baisses de cette nappe, phénomène constaté depuis plusieurs années dans les pays sahéliens.
- Evaluer la recharge des aquifères discontinus. La corrélation entre les fluctuations piézométriques et les différents paramètres climatologiques conduira à évaluer la recharge (en utilisant un modèle hydro-climatologique global tel que l'un des modèles de simulation du bilan hydrique du CIEH).
- Quantifier les échanges avec les ressources en eau de surface (fleuve Sénégal).

De nombreux forages d'hydraulique villageoise et urbaine ont été réalisés depuis une dizaine d'années dans les formations de socle du pays. L'utilisation des eaux souterraines du "socle" devient de plus en plus importante, nécessitant une meilleure connaissance des mécanismes d'alimentation de ces "nappes de fissures", des problèmes de chutes de débit constatés sur des ouvrages et des réactions d'un forage d'exploitation à gros débit (hydraulique urbaine à semi-urbaine) avec la configuration de ces aquifères particuliers.

b. En zone sédimentaire

- Surveillance de la configuration de la surface piézométrique de chaque aquifère principal : Quaternaire, Continental Terminal, Maestrichtien, Paléocène, Olygo-Miocène.
- Mise en évidence des zones de recharge, secteurs sensibles où l'environnement est à protéger.
- Précisions sur la valeur du seuil pluviométrique d'alimentation de chaque aquifère, ce qui est une donnée essentielle pour estimer les risques au niveau de certains aquifères très sollicités.
- Surveillance rapprochée de la teneur en chlorures des eaux des ouvrages dans les zones d'aquifères sensibles à l'invasion marine.
- Quantités des échanges entre les formations aquifères du sédimentaire et les ressources en eau de surface (fleuve Sénégal et affluents).
- Choix d'un réseau piézométrique optimal, permettant de mieux surveiller l'exploitation et les réactions des nappes, et d'avoir une vision globale sur l'ensemble du bassin sédimentaire.

c. En zone de contact socle - sédimentaire

Choix d'un réseau piézométrique permettant d'étudier les échanges des deux types de nappes.

6.3.4 Besoins en données sur la qualité des eaux

Il est nécessaire de connaître la qualité de l'eau de tout type d'ouvrage exploité ainsi que son évolution dans le temps.

Cette qualité de l'eau est à suivre sur les forages, les puits modernes et traditionnels, les sources et doit s'étendre à tous types d'aquifère du pays.

Il est important de suivre, au niveau de la qualité physico-chimique, les éléments minéraux mais aussi ceux en traces, ceci à cause des points suivants :

- . Vulnérabilité des eaux de "surface" aux pollutions chimiques et bactériologiques, aux pollutions industrielles et fécales avec possibilité d'analyses des métaux lourds.
- . Présence de certains éléments tels que le fer par exemple dans les eaux de forages de socle.
- . Acidité des eaux pouvant entraîner une dégradation des installations d'exhaure (pompe à motricité humaine par exemple).
- . Présence d'industries, abattoirs, déversements clandestins.

Il faut connaître la qualité chimique et bactériologique des eaux et son évolution afin de :

- . préciser le type d'équipement des ouvrages d'exploitation,
- . préciser les mesures de protection de ces ouvrages,
- . déterminer la nature de l'intervention qui sera susceptible de conserver la bonne qualité d'une eau ou de la rétablir.

Il est primordial que le suivi physico-chimique et bactériologique soit effectué par un seul et même organisme qui doit être la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique.

6.3.5 Besoins en données de la Direction des Travaux Publics (DTP)

Dans cette Direction dépendant du Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, la Division des Infrastructures, des Pistes de Production et de l'Entretien Routier a besoin de données sur les potentialités en eau des différents aquifères du pays sous forme :

- . d'accès à l'inventaire des ressources en eau, afin de localiser, dans la zone de ses projets, les ouvrages d'exploitation et leurs débits,

- . de documents de situation des ouvrages d'exploitations existants,
- . d'une carte des potentialités en eau souterraine du pays comme un outil d'aide à la décision dans la planification d'un projet routier.

Le but de la DTP est d'obtenir tout renseignement utile dans une zone où doit être établi un projet routier et pouvoir prévoir au mieux les études et le type d'ouvrage d'exploitation qui permettra l'alimentation en eau au cours de la réalisation des travaux routiers.

6.3.6 Besoins en données de la Cellule Après barrage (CAB)

Cette cellule, dépendant de la Direction de la Planification du Ministère de l'Economie, des Finances et du Plan, doit réfléchir sur la meilleure manière d'améliorer la gestion des barrages et émettre des propositions.

Cette cellule est utilisatrice des données.

Son besoin est de connaître l'état de la ressource en eau (souterraine et superficielle) et le niveau de la demande, en particulier :

- . connaissance des phénomènes d'évaporation et donc de réalimentation effectives des nappes,
- . connaissance et suivi de la qualité des eaux,
- . connaissance de l'interaction eaux souterraines - eaux de surface, en bordure du fleuve Sénégal.

La CAB souhaiterait dans un premier temps :

- . pouvoir accéder aisément aux banques de données existantes concernant les ressources en eaux et les besoins de la population,
- . pouvoir améliorer le réseau et le volume de données sur la qualité des eaux (souterraines et superficielles) du pays.

6.3.7 Besoins en données de la Direction des Eaux et Forêts, de la Chasse et de la Conservation des Sols (DEFCCS)

Cette Direction du Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique comporte plusieurs divisions :

- . restauration et conservation des sols,
- . sylviculture et reboisement,
- . pêche continentale et pisciculture
- . chasse
- . aménagement et lutte contre les feux de brousse

Les deux premières divisions s'intéressent aux ressources en eaux souterraines et de surface :

- . au niveau des débits des ouvrages (puits en général) et de la qualité physico-chimique des eaux, pour la Division sylviculture et reboisement,
- . au niveau des connaissances géologiques, géotechniques et des phénomènes de recharge de nappe, lors de la réalisation de barrages collinaires, pour la Division restauration et conservation des sols,
- . au niveau des données sur l'infiltration, lors de la réalisation de petites digues antisels.

Ses besoins en données intéressent essentiellement les eaux de surface.

Toutefois, ces besoins en données concernant les eaux souterraines pourraient se résumer en :

- . accès aux banques de données existant sur les ressources en eaux : coupes géologiques d'ouvrages, essais de débits, de perméabilité,
- . possibilité d'utilisation d'une carte pédologique du pays.

6.3.8 Besoins en données de la Direction de l'Agriculture (DA)

Cette Direction du Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique est une structure de suivi des activités agricoles.

Son but est d'étendre les zones de culture au-delà des zones habituelles que sont les bordures du fleuve Sénégal et la Casamance et donc de pouvoir faire réaliser des cultures en dehors des 3 mois habituels de saison pluvieuse.

Pour cela, la création de points d'eau est nécessaire, de même qu'une réorganisation du système de culture.

Pour atteindre cet objectif désigné dans les 20 ans à venir, plusieurs objectifs doivent être atteints :

- . évaluer le nombre de points d'eau actuels où la demande est inférieure à la ressource, afin de mieux valoriser le point d'eau,
- . posséder un document cartographique actualisé sur les ressources en eau souterraine du pays et un détail par région,
- . disposer d'un réseau piézométrique le plus représentatif et disposer de mesures de suivi de toutes les nappes,
- . inventorier les types d'ouvrages d'exploitation par catégorie,
- . évaluer au plus près les ressources en eau du pays,

renforcer la législation des ressources en eau souterraine pour une bonne protection et rationalisation des ressources et pour une protection de l'environnement.

6.3.9 Besoins en données de la Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta (SAED)

La SAED est chargée de la réhabilitation et de la réalisation de périmètres d'irrigation.

Ses besoins en données hydrogéologiques concernent essentiellement l'évolution de la ligne piézométrique des nappes et l'évolution de leur qualité physico-chimique, dans la vallée du fleuve Sénégal, afin d'évaluer les besoins en drainage.

6.3.10 Besoins en données de la Société de Développement Agricole et Industriel du Sénégal (SODAGRI)

Cette Société, dépendant du Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique, est une société d'économie mixte créée en 1974 dont le but est de développer l'agriculture et les activités agro-industrielles au Sénégal en vue principalement de contribuer à l'atteinte de l'autosuffisance alimentaire.

La SODAGRI est intervenue dans l'aménagement du bassin de l'Anambé en gérant, en outre, l'ensemble des infrastructures hydrauliques et de production.

Grâce à la réalisation d'un secteur d'eau de 50 millions de m³, une recharge de nappes a été réalisée permettant la réalimentation de puits villageois et l'approvisionnement régulier en eau potable de la population rurale.

La SODAGRI n'a pas émis de vœu particulier en ce qui concerne les données hydrogéologiques. Compte tenu de son activité, il semble souhaitable qu'à l'avenir, elle puisse avoir accès aux bases de données existantes sur les ressources en eau souterraine et connaître les meilleurs sites de recharge des nappes dans ses zones d'intervention.

De manière générale, ses besoins pourraient être identiques à ceux de la Direction de l'Agriculture.

6.3.11 Besoins en données de la Mission d'Etudes et d'Aménagement du Canal de Cayor (MEACC)

Cette Mission dépendant de la présidence de la République a pour but l'approvisionnement en eau de Dakar et la mise en valeur des zones traversées par le futur canal de Cayor qui véhiculera les eaux depuis le lac de Guiers.

Dans le cadre de cet objectif, une étude d'Avant-Projet Détaillé, qui sera supervisée par la MEACC, devra étudier l'incidence de la recharge des aquifères par les eaux du canal.

Une étude par essais de traceurs dans les panneaux calcaires est prévue, de même qu'une étude hydrogéologique avec suivi des piézomètres existants et inventaire des points d'eau.

Lors des travaux de réalisation du canal, des forages seront effectués pour alimenter en eau le chantier. Ces forages serviront ultérieurement à alimenter les villages environnants.

Dans le cadre de cette étude, les besoins de la MEACC sont :

- l'accès à la documentation des bases de données ressources en eau existantes,
- l'inventaire des forages d'exploitation et piézomètres dans la zone du projet,
- l'acquisition d'un système d'information géographique (SIG) "Révision et Systèmes de Contrôle de zones", permettant la restitution, à l'aide de tables traçantes, de cartes comportant tous les renseignements désirés.

6.3.12 Besoins en données de la Direction de l'Environnement du Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature

Dans cette Direction, la Division Prévention et Contrôle des Pollutions et Nuisances a pour mandat le contrôle de qualité des eaux.

Jusqu'à présent, ses actions ont été limitées car cette Division est récente.

Parmi ces objectifs, on peut citer :

- la création d'un laboratoire de référence de qualité des eaux,
- la protection des ressources en eau du littoral sénégalais,
- une intervention sur l'ensemble du territoire.

Les besoins de cette Division sont :

- une actualisation des potentialités en eau souterraine du pays,
- une meilleure coordination avec les différentes structures chargées de l'aspect "eau" dans le pays,
- une intégration dans la conception du projet du canal de Cayor, cette Division ayant des inquiétudes sur l'impact de la réalisation du canal sur la qualité des eaux souterraines,
- l'inventaire des rejets industriels et l'impact de ces rejets sur la qualité des eaux souterraines.

6.4 Evaluation - Eaux superficielles

6.4.1 Evaluation concernant la climatologie

La nécessaire acquisition de données climatologiques s'exprime à deux échelles de temps :

- sur le long terme, pour caractériser le climat, ses tendances, et les risques,
- sur le court terme, en mode opérationnel pour prévoir les déficits hydriques au cours d'une saison culturale, les risques parasites ou acridiens.

Dans le premier cas, le réseau doit être régulièrement réparti sur le territoire avec une densité moyenne pour assurer sa pérennité. Dans le second cas, la précision et la rapidité du diagnostic climatologique nécessitent une densité plus importante du réseau.

La répartition du réseau pluviométrique sénégalais reflète ces deux tendances. Environ, 190 postes fonctionnent actuellement. La densité (un poste pour 980 km²) est dans les normes O.M.M. mais la répartition est irrégulière et privilégie le bassin arachidier.

Les mêmes remarques sont à faire pour le réseau climatologique où à l'ouest de Diourbel et Kaolack se côtoient 10 stations d'évaporation sur 10 000 km².

La collecte des données de certaines stations climatologiques se fait encore par courrier en fin de mois.

L'E.T.P. Penmann est calculable à toutes les stations.

Les locaux d'entretien du matériel (électronique et mécanique) existent et sont équipés. Par contre, un magasin d'entreposage fait défaut. La D.M.N. n'a pas ses propres véhicules de tournée, ils sont partagés avec l'Hydraulique et l'Agriculture dans le cadre du programme AGRHYMET.

Les données sont archivées dans une salle spacieuse. Elles sont en cours de saisie sur support magnétique avec un matériel informatique relativement restreint. Cependant, l'accès ou la consultation des données est rendue difficile du fait qu'il n'existe pas d'inventaire.

Les publications actuelles sont uniquement celles du programme AGRHYMET. Les données saisies depuis 1980 n'ont pas été éditées sous forme d'annuaire.

Le personnel de la Météorologie nationale tel que décrit au § 3.1.2 (page 3 - 1) est suffisant, il doit être formé à l'analyse statistique de base.

La pluviographie n'est pas actuellement dépouillée faute de table à digitaliser (format A3).

6.4.2 Evaluation concernant l'hydrologie de surface

6.4.2.1 Aspects positifs de la situation actuelle

- L'implantation des stations du réseau hydrométrique sénégalais, permet de décrire de façon assez précise les ressources en eau disponibles sur une grande partie du réseau hydrographique du pays. La densité des stations est suffisante, et la plupart des cours d'eau actifs, à partir d'une certaine importance, sont représentés. Les parties estuariennes, soumises à l'influence de la marée, sont également bien couvertes.

Le nombre de limnigraphes disponibles sur l'ensemble du réseau, semble également suffisant pour permettre une description correcte des variations de cotes aux stations où celles-ci sont très rapides.

La densité de stations, exprimée en nombre de stations par 10 000 km², (3,72 pour la limnimétrie, 2,4 pour la limnigraphie, et 1,9 pour les mesures de débits) satisfait aux normes de densité minimale recommandées par l'OMM.

- Le personnel de la SH présente un effectif et un niveau de formation suffisants, pour assurer la gestion du réseau. La répartition des agents en plusieurs brigades est également un point positif.
- Le matériel informatique récemment acquis, sur financement du FAC, permet d'envisager à court terme une gestion parfaitement rationnelle, par la SH, de la banque de données hydrométriques avec le logiciel HYDROM. La mise à jour complète de cette banque de données, assortie d'un bon nombre de vérifications, sera certainement terminée à l'issue de la convention actuelle passée avec l'ORSTOM, relative à l'informatisation de la SH.
- Les données hydrométriques accumulées pour l'ensemble des stations, depuis leur création, sont d'une bonne qualité en général. L'ancienneté de la plupart des stations -remarquable pour certaines d'entre elles situées sur le bassin du Sénégal-, permet l'élaboration de statistiques consistantes.
- Les données sont diffusées sous forme de publications régulières. Le retard constaté dans la sortie des annuaires est sur le point d'être entièrement rattrapé. Des synthèses hydrologiques assez récentes sont disponibles pour les bassins du Sénégal (Sow 1984), de la Gambie (Lamagat et al 1989) et de la Casamance (Dacosta 1989) .
- Les barrages de Manantali et Diama modifient artificiellement, depuis 1987, le régime naturel du fleuve Sénégal. L'OMVS, gestionnaire de ces ouvrages, dispose du système de télétransmission de données et de la modélisation nécessaires, pour effectuer à partir des lâchures de Manantali, des prévisions donnant les cotes aux stations situées entre Bakel et Podor, plusieurs jours à l'avance. Une modélisation de la courbe de remous provoquée par la retenue de Diama, en cours d'élaboration, permettra d'étendre ces prévisions aux stations situées à l'aval de Podor. Les données télétransmises par le système OMVS (9 PH18) fonctionne bien (au niveau de 90%) et permet de connaître à tout moment le potentiel hydraulique du fleuve Sénégal. Il y a peu de relation entre Sh et OMVS. Il serait souhaitable que les données télétransmises soient communiquées au SH en "temps réel".

6.4.2.2 Aspects négatifs de la situation actuelle

- Sur le bassin de la Gambie, le lieu d'implantation de certaines stations semble parfois discutable, soit pour des raisons de redondance (Wassadou amont, Simenti, Génoto, Niériko au pont routier), soit pour des raisons de trop grande proximité de confluence, empêchant la possibilité d'établir des étalonnages corrects (Koulountou à Missirah, Niériko au pont routier, Sandougou à Maka).
- La SH manque de moyens pour assurer dans de bonnes conditions matérielles la gestion du réseau hydrométrique national, qui représente une lourde charge financière. Certains équipements de jaugeage sont très usagés, et les stocks de pièces détachées (éléments d'échelles limnimétriques, pièces de limnigraphes) sont très insuffisants. Les véhicules en bon état sont également en nombre insuffisant. Certains bâtiments sont très dégradés, et enfin les archives ne sont pas toujours stockées dans de bonnes conditions.
- Pour un certain nombre de stations de mesure de débit, la traduction des cotes en débits nécessite à l'heure actuelle une extrapolation importante de l'étalonnage, du fait de l'absence de jaugeages effectués en hautes eaux.
- Les études de petits bassins versants effectuées au Sénégal ne concernent qu'un petit nombre de régions, et ont été menées pour certaines d'entre elles il y a plus de vingt ans, à une époque où le climat était sensiblement plus humide qu'aujourd'hui. Des services comme la Direction des Travaux Publics ou la Direction de l'Agriculture manquent souvent, de ce fait, de données de base utilisables pour dimensionner, par exemple, des ouvrages de franchissement ou de petites retenues collinaires.
- Les seules mesures de transport solide effectuées actuellement au Sénégal, concernent des études relativement ponctuelles dans le temps. Il n'existe pas, à proprement parler, de réseau de stations exploitées pour ce type de mesures. Cette situation représente une grave lacune, comparée aux recommandations de l'OMM qui préconise, pour une superficie équivalente à celle du Sénégal, un nombre minimum de stations compris entre 8 (terrains non sédimentaires) et 13 (terrains sédimentaires)
- Des mesures de salinité sont faites sur un nombre assez important de stations estuariennes. Leurs résultats ne sont malheureusement pas stockés sur banque informatique de données.

6.5 Hydrogéologie

6.5.1 Evaluation générale

6.5.1.1 Situation actuelle de l'organisation et de la gestion

a. Laboratoire du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce

Ce laboratoire d'analyses regroupe des analyses effectuées depuis plusieurs dizaines d'années, en particulier les analyses d'eau.

Aucune informatisation n'y existe, le rangement de l'information se faisant sous forme manuelle (classeurs, rangement par ordre chronologique de réalisation des analyses).

La recherche d'information y est peu aisée par suite de l'absence de codification des points d'eau analysés, du type IRH, et par manque d'informatisation.

Aucune liaison avec la DGRH n'est établie :

- . transfert de données,
- . codification de point d'eau.

L'énorme stock de données n'est pas utilisé par les organismes chargés de l'eau dans le pays.

Le groupe laboratoire souffre d'un manque de rénovation du matériel d'analyse, par manque de budget d'investissement.

Cette rénovation devrait s'accompagner d'entretien, le laboratoire devrait bénéficier de budget de fonctionnement adapté.

b. La Direction de l'Environnement du Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature

Cette Direction dispose d'un camion laboratoire de contrôle de qualité des eaux.

Un des buts de cette direction est la création d'un laboratoire national de référence sur la qualité des eaux "Laboratoire de Référence et de Qualification de l'Environnement de la Vallée du fleuve", face aux risques de pollution dus au développement de la culture irriguée et l'utilisation de produits dont la toxicité actuelle ou potentielle constitue un risque pour la qualité des eaux du pays.

Ce laboratoire national comporterait :

- . une unité de chimie analytique,
- . une unité de chimie fine, de toxicologie,
- . une unité sanitaire,
- . une cellule informatique,
- . une unité de cartographie.

Cette Direction est à la recherche d'un financement pour la création de ce laboratoire.

Un renforcement urgent de celle-ci est nécessaire au niveau :

- . des moyens informatiques : micro-ordinateur compatible IBM PC pour la gestion des informations produites par le camion laboratoire,
- . de personnel formé à l'informatique, pour la conception, l'utilisation de bases de données,
- . de matériel complémentaire d'analyses d'eau.

c. La Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES)

La Direction Technique de la SONEES suit les exploitations de ces ouvrages, assure le contrôle de qualité physico-chimique et bactériologique des eaux et effectue une surveillance piézométrique des nappes. Toutefois, cette Direction n'a pas une structure d'étude mais d'exploitant.

Les difficultés qu'elle rencontre sont de plusieurs ordres :

- . Manque d'informatisation : pour le stockage des données d'exploitation, des données de levés piézométriques et de contrôle physico-chimique et bactériologique. Ceci se traduit par des difficultés à obtenir aisément toute information concernant :
 - l'exploitation par ouvrage,
 - les données de suivi piézométrique.

La SONEES a malgré tout établi, pour certains piézomètres seulement, des graphiques d'évolution.

- . Insuffisance de moyens pour le suivi des nappes, contrôle des forages et des réservoirs :
 - 1 seul véhicule, souvent en panne,
 - 1 chauffeur ayant interrompu partiellement ses activités par suite de maladie,
 - 1 technicien récemment affecté connaissait mal le terrain.

Ceci s'est traduit par une absence de suivi de septembre 1989 à mai 1990 et en septembre 1990.

Ce manque de moyens se traduit par un manque total de suivi piézométrique autour des ouvrages exploités à l'intérieur du pays. La SONEES suit les variations piézométriques autour d'une quarantaine de forages d'exploitation autour de Dakar, alors que ces variations ne sont pas suivies sur une centaine de forages à l'intérieur du pays.

Le manque de personnel se traduit indirectement aussi par une difficulté à dénombrer les piézomètres effectivement suivis par la SONEES et la période d'observation. Les différentes listes ou décomptes présentés par la SONEES sont parfois incohérents quant au nombre de piézomètres suivis, le nombre de piézomètres suivis par aquifère.

Il n'existe pas à la SONEES de carte de situation détaillée d'ouvrages de contrôle suivi. Les seules souvent disponibles sont celles du projet PNUD 88/002 servant de base de travail ou de référence.

- . Difficulté et retard dans la fourniture de matériel d'analyses.
- . Acheminement parfois long des échantillons d'eau de l'intérieur du pays vers le laboratoire central de la SONEES de Dakar.
- . Manque de rangement bibliographique et d'informatisation avec bases de données bibliographiques.

Une tentative de rassemblement des différents rapports suivis par la SONEES a été faite grâce à l'utilisation d'un stagiaire. Depuis son départ, le rangement et le classement manuel des informations n'a pas été poursuivi.

- . Insuffisance de moyens en véhicules et matériel pour le suivi bactériologique des eaux produites et distribuées.
- . Relation insuffisante avec la DGRH au niveau du contrôle des nappes se traduisant entre les deux services par :
 - Une codification différente des ouvrages.
 - Une mauvaise coordination des ouvrages suivis. En effet, le même piézomètre peut être suivi à la fois par SONEES-DRGH et l'Université de Dakar (sur la zone de Dakar et Louga en particulier).

SONEES souhaiterait, à juste titre, qu'une visite commune des sites piézométriques soit réalisée avec la DGRH afin de préciser la position de certains piézomètres, d'uniformiser leur codification.

- . Au niveau de la diffusion des données produites, la SONEES n'établit plus, depuis les années 1970, de rapport mensuel de production et de suivi piézométrique, ce qui n'est pas pour améliorer et rendre complémentaire ses actions par rapport à celles de la DGRH.

d. La Cellule "Eaux Souterraines" de l'OMVS

La Cellule "Eaux Souterraines" de l'OMVS a été mise en place lors de la réalisation du projet OMVS-USAID qui s'est achevé le 30 juin 1990.

Au cours de ce projet, elle a été équipée en matériel informatique, matériel de mesure, moyens de déplacements et appui d'experts extérieurs.

Depuis la fin de ce projet, la Cellule éprouve des difficultés de fonctionnement pour la poursuite du suivi du réseau piézométrique mis en place et l'élaboration de rapports de synthèse par zone.

Ces difficultés sont les suivantes :

- . Manque de budget de fonctionnement : ceci se traduit par le passage d'une fréquence régulière d'une mesure mensuelle en cours de projet à 3 mois sans observation depuis la fin de ce projet, un manque d'entretien du réseau piézométrique, dû à un manque de dotation en carburant et de caisse de fonctionnement pour assurer les réparations urgentes des véhicules et motos.
- . Manque de personnel permanent pour assurer le suivi piézométrique. La Cellule de l'OMVS fait appel à des stagiaires issus de l'Université de Dakar pour palier à ces difficultés.
- . Insuffisance de personnel d'encadrement : le seul ingénieur hydrogéologue - le chef de la Cellule - devrait être secondé par du personnel ayant une bonne formation en hydrogéologie et en informatique afin de poursuivre correctement les actions engagées :
 - suivi piézométrique,
 - élaboration des rapports,
 - gestion de la Cellule.

Cet appui est particulièrement nécessaire pour l'élaboration des rapports de synthèse des données acquises sur :

- la basse vallée du fleuve,
- la moyenne vallée amont,
- la moyenne vallée aval.

Actuellement, 2 rapports ont été élaborés et édités concernant :

- le Delta,
- le Haut Bassin (Manantali).

- . Amélioration des logiciels de stockage de données. Des erreurs résiduelles ont été constatées lors de l'utilisation des logiciels GES et GROUNDWATER.

Les possibilités de mélange des informations de ces deux logiciels sont à améliorer.

Sur GES, quelques améliorations sont nécessaires, par exemple mise en place de légendes sur les graphiques.

- . Homogénéisation des références des piézomètres avec celles faites par la DGRH. La codification OMVS est différente.
- . Transfert des données de suivi piézométrique sur les bases de données DGRH. Actuellement, ce transfert est inexistant car :
 - les codifications ne sont pas homogénéisées,
 - toutes les informations OMVS sont stockées à Saint-Louis,
 - il y a peu à pas de relations entre ces deux services.

Il n'y a pas de publication régulière des données relevées par l'OMVS. En effet, lors du projet OMVS-USAID, un rapport d'activité était établi par mois et trimestre, ainsi qu'un rapport de synthèse. Actuellement, cette cadence n'est plus respectée. Un seul rapport a été édité.

e. La Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique

e1. Moyens en personnel de la DEA

La Subdivision d'Etudes Générales comporte dans sa Section Hydrogéologie et Géophysique un hydrogéologue classé en technicien.

Sa formation est une maîtrise de géologie, un diplôme d'hydrogéologue et une formation en informatique. C'est le seul hydrogéologue de la DEA, ce qui est très insuffisant compte tenu de l'importance du domaine d'action de la DEA.

Ce manque suffisant d'hydrogéologue se fait aussi sentir au niveau de la section de l'Inventaire et Gestion des Ressources et de celle de la Planification-Programmation-Documentation où un meilleur contrôle des données de forages saisies et un appui de spécialiste dans la programmation des études hydrogéologiques générales et locales à entreprendre ou à suivre est nécessaire.

Cette même section ne comporte pas de personnel géophysicien de métier, alors que du matériel de prospection géophysique existe à la DGRH.

Au niveau du personnel formé à l'informatique, seul le Responsable National de l'Inventaire et Gestion des Ressources a été formé. Il est assisté d'un adjoint pour la saisie des informations de point d'eau.

Ce personnel est très limité en nombre et devrait être accru.

e2. Moyens en véhicules de la DEA

Au niveau de la Subdivision d'Etudes Générales, Section Hydrogéologie et Géophysique, cette subdivision n'a pas de véhicule affecté. Elle dépend du pool commun de véhicules de la DGRH, ce qui entraîne une certaine lenteur dans ces interventions.

e3. Matériel de mesure de la DEA

L'état du matériel de la Prospection Géophysique doit faire l'objet d'un diagnostic sur son renouvellement possible.

Il est nécessaire que des sondes de résistivité et des échantillonneurs d'eau soient acquis pour établir l'état et l'évolution de paramètres physico-chimiques dans des forages en fonction de la profondeur.

e4. Moyens informatiques de la DEA

Cette direction est équipée de matériels et logiciels informatiques acquis dans le cadre des projets PNUD 81/003 et 88/002.

Ce matériel équipe exclusivement la subdivision de la Programmation et de la Gestion.

La subdivision d'Etudes Générales, Section Hydrogéologie et Géophysique n'est pas équipée de matériel informatique ce qui est une lacune compte tenu des données qu'elle pourrait enregistrer au niveau des prospections géophysiques par exemple.

Le recueil des données d'ouvrages (feuilles techniques de chantier), étape préliminaire à la saisie des données sur la base GOREE, devrait être accompagné d'une informatisation de type bibliographique telle qu'elle a été commencée à la DEA.

Ceci nécessite des moyens informatiques complémentaires et devrait permettre d'établir des listings suivants :

- . n° d'ordre d'entrée d'un document d'ouvrage
- . objet de l'ouvrage (piézomètre, forage, sondage, etc.)
- . nom du site
- . référence IRH
- . auteur du document
- . service d'exécution
- . année d'exécution
- . commentaires divers (projet de réalisation, etc.)

Au niveau des bases de données mises en place et utilisées actuellement, certaines remarques peuvent être faites :

Le logiciel SURNAP devrait être amélioré pour permettre :

- une restitution graphique d'un document comportant les données de plusieurs ouvrages avec plusieurs paramètres,
- le tri des informations par rubrique : type d'ouvrage, coordonnées, etc.,
- la possibilité de sorties cartographiques.

Actuellement, les cartes établies par le projet 88/002 sont faites manuellement, ainsi que le tracé d'isovaleurs, le report des numérotations IRH des ouvrages de contrôle.

La matériel complémentaire à acquérir peut être :

- 1 Logiciel de cartographie (type ARCINFO)
- 1 Table traçante A0

- Accroissement de la capacité du disque dur du micro-ordinateur
- 1 Table à digitaliser

Liaison entre les bases de données :

Entre SURNAP et GOREE, une liaison devrait être établie afin de pouvoir transférer des données piézométriques d'une base sur l'autre.

Entre SAIFOR et GOREE - Certains paramètres importants saisis dans SAIFOR devraient pouvoir être transférés sur GOREE : positionnement et taille des crépines des ouvrages par exemple.

Base de données GOREE :

Actuellement, la Cellule informatique ne saisit pas les données sur les puits (modernes et traditionnels) du pays, alors que l'inventaire est établi manuellement par le BIR.

Un renforcement en personnel en particulier est nécessaire pour combler cette lacune.

Dans le premier stade, la DEA pense sortir, dans de brefs délais, l'inventaire informatisé des forages du pays.

Ceci devrait, dans un stade ultérieur, être établi pour l'ensemble des ouvrages d'exploitation et de contrôle du pays, si des renforcements en moyens et en personnel sont apportés.

Modèle mathématique VAL

Ce modèle mathématique d'étude des nappes a été mis en place au DGRH. Il est utilisable sur micro-ordinateur IBM PC AT ou compatible.

Il permet la simulation des cas de figure suivants :

- nappe captive
- nappe captive avec option :
 - domaine multicouche
 - mailles variables
 - échange nappe-rivière
- nappe libre avec réseau de drainage complexe
- nappe libre avec plusieurs tailles de mailles
- introduction de transmissivités différentes selon deux axes
- nappe libre avec possibilité de domaine multicouche

Ce modèle n'est pas utilisé à la DGRH mais devrait l'être, d'autant plus que dans le cadre du projet PNUD 81.003, le personnel de la DGRH a été formé à la modélisation mathématique de nappes du sédimentaire (8 stages totalisaient 22 semaines de formation étalées sur 2 ans).

L'appui d'un hydraulicien informaticien extérieur est toutefois nécessaire.

e5.Documentation bibliographique de la DEA-DGRH

Aucun stockage de rapports d'études ou de réalisation n'est centralisé à la DGRH. Divers rapports existent dans les bureaux des différentes divisions et sections.

Dans le cadre du projet PNUD 87.006 qui vient de démarrer au Sénégal, cette lacune devrait être comblée, avec création d'un local et recensement sur base de données bibliographiques.

e6.Récapitulatif des difficultés de la DEA

Compte tenu de la fin du projet PNUD 88/002, certaines difficultés apparaissent pour le suivi des actions engagées par la DEA :

- poursuite des actions de suivi piézométrique et de qualité des eaux,
- amélioration du réseau piézométrique,
- amélioration des outils informatiques,
- formation complémentaire du personnel à l'informatique.

Le projet venant de démarrer PNUD SEN/87.006 ne peut actuellement pas prendre en charge ces difficultés et il serait donc souhaitable que la DEA/DGRH pour obtenir des crédits de fonctionnement et définir les modalités de son intervention permettant d'agir avec le maximum d'efficacité.

Ces difficultés sont d'ordre institutionnel :

- Manque de décret d'application du Code de l'Eau. Il faut que l'utilisation d'eaux souterraines pour l'agriculture soit bien réglementée.
- La taxe d'exhaure actuellement en place devrait financer de manière plus conséquente les études et le suivi des ressources en eau.
- Un fond national de l'eau devrait être instauré afin de mieux palier à ces difficultés.
- Les relations entre la subdivision de la Programmation et de la Gestion, la DEA et le BCSM devraient être améliorées.
- Les actions de la DEA et de la DIRH devraient être plus effectives et complémentaires.

Parmi les objectifs importants que le DEA doit atteindre, certains sont prioritaires :

- Etude de la recharge artificielle des nappes (secteur Mbout - Sébikotane), volet initialement prévu dans le projet 88/C02 mais toujours en recherche et attente de financement,
- Actualisation des connaissances sur les potentialités en eau et des prélèvements d'eau des différents aquifères du pays.

De manière générale, la DGRH devrait être en relation avec les pays limitrophes dans le cas d'études de certains aquifères :

- . Maestrichtien : zone d'alimentation en Guinée Bissao,
- . Continental Terminal : risque de pollution à partir des débits industriels en Guinée Bissao.

f. La division de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM)

Cette division de la DGRH est chargée :

- . de la gestion des ouvrages hydrauliques,
- . de la sensibilisation des bénéficiaires,
- . de la formation des usagers avec création de comité de point d'eau,
- . du calcul des charges récurrentes fixant le montant des participations villageoises,
- . de la vérification du fonctionnement des ouvrages.

Cette division devrait apporter toutes données utiles à la DEA concernant les volumes réellement exploités dans les nappes. Actuellement, ces données ne sont pas disponibles.

Pourtant la DEM possède des outils informatiques :

- . micro-ordinateur MACINTOSH SE 20 Mo, non compatible PC
- . imprimante image WRITER
- . logiciels MULTIPLAN, EXCEL, WORD PERFECT, GRAPH
- . micro-ordinateur IBM 8303 PS 2, H 21, 20 Mo
- . imprimante
- . onduleur
- . logiciels : WORD PERFECT, LOTUS, EXCEL, DBASE IV

Les données d'exploitation et de maintenance des ouvrages suivis par DEM ne sont pas informatisées.

Une base de données est donc à créer, de même qu'une étude permettant de pouvoir transférer ces données sur les bases de données de la DEA.

L'appui d'un expert est nécessaire à cela de même que la volonté de la DGRH d'uniformiser et de rendre complémentaire l'action de ses différents services.

6.5.1.2 Evaluation des données hydrogéologiques

a. Evaluation des données géologiques

a1. Concernant le stockage d'échantillons de terrain

Seule l'existence d'une conservation de "cuttings" des piézomètres réalisés dans le cadre du projet OMVS-USAID nous a été signalée.

Ces échantillons sont stockés à Saint-Louis, Cellule "Eaux Souterraines".

Les améliorations à apporter pourraient concerner :

- le rapatriement de ces échantillons au niveau de la DGRH,
- la mise sur base informatisée de ces données permettant une recherche et une consultation aisée de ces échantillons,
- la décision de prélèvement systématique dans tous les forages qui sont réalisés dans le pays, en particulier de forage d'hydraulique villageoise, semi-urbaine à urbaine, d'un minimum d'échantillons, avec mise en place d'une banque de données géologiques.

a2. Concernant la cartographie géologique

Le Sénégal est couvert par des cartes géologiques au 1/500 000 (1962) et au 1/200 000 (1963 à 1967).

Une actualisation de ces documents est nécessaire ou tout au moins d'une carte générale (1/500 000) en intégrant les résultats acquis dans le cadre des importants programmes de forage du pays, mais aussi grâce à l'aide de photos satellites du type SPOT ou LANDSAT.

b. Evaluation des données hydrogéologiques

b1. Au niveau de la cartographie

Les documents disponibles sont :

- les cartes hydrogéologiques du pays au 1/500 000 (4 feuillets) établies en 1965,
- la carte hydrochimique des nappes phréatiques du pays au 1/1 000 000 établie en 1966,
- les fonds de cartes au 1/200 000 établis et mis à jours par le projet 88/002 de la DEA (suivi des nappes, programme SURNAP).

Les deux premiers types de cartes sont à actualiser et à compléter étant donné le volume de données produites depuis ces dates dans le pays et le volume de données stocké par l'Administration.

La position des points d'exploitation et de suivi piézométrique, la quantification de la ressource ponctuelle et régionale, est à préciser sur les premières.

Une meilleure densité de point de référence est à compléter sur la seconde, ainsi qu'une décomposition par chaque aquifère du pays.

b2. Au niveau des données piézométriques et du réseau piézométrique

Dans le cadre des projets 81/003 et 88/002 suivis par la DGRH-DEA un réseau piézométrique minimum a été suivi. Les données sont stockées sur le programme SURNAP.

Il ne s'agit pas encore d'un réseau piézométrique national mais plutôt d'un réseau minimum limité aux zones les plus critiques du pays, en particulier la zone de Dakar, à cause de l'importance des besoins en eau de la capitale et de son agglomération.

Ce réseau doit être repensé et généralisé à l'ensemble des aquifères sur l'ensemble du pays.

Les améliorations à apporter au réseau actuel sont les suivantes :

- . sélection parmi les piézomètres suivis actuellement des plus représentatifs et des plus intéressants,
- . homogénéisation du suivi avec le réseau piézométrique suivi par la SONEES et sélection dans ce réseau des piézomètres pouvant passer dans le réseau national,
- . intégration d'une partie des piézomètres du réseau OMVS dans un futur réseau national et de ceux des I.C.S. (Industries Chimiques du Sénégal : 9 forages existants),
- . amélioration du réseau piézométrique en sélectionnant d'autres types d'ouvrages :
 - puits,
 - forages profonds (au Maestrichtien),
 - puits et forages en zone de socle du Sénégal Oriental actuellement totalement non suivis.

La DGRH/DEA, consciente de l'utilité d'un réseau piézométrique national, est à la recherche de financement pour la création et le suivi d'un tel réseau avec :

- . identification de tous les ouvrages pouvant actuellement servir de piézomètre,
- . sélection de ces ouvrages pour chacune des nappes du pays,
- . nivellement des ouvrages,

- . suivi piézométrique pendant 3 ans, à savoir de mesures 2 fois par an :
 - une en crue (fin de saison des pluies),
 - l'autre en étiage (fin de saison sèche),
- . élaboration de cartes piézométriques par aquifère et de cartes hydrochimiques par aquifère.

Le but de ce suivi est d'aboutir au stockage de données fiables nécessaires à une meilleure connaissance des réactions des nappes, leurs ressources renouvelables et à la modélisation mathématique des nappes du pays, en particulier de la nappe du Maestrichtien.

b3. Au niveau des données hydrochimiques et bactériologiques

Dans le cadre des projets 81/003 et 88/002, DGRH-DEA suit, de manière sommaire et pour quelques paramètres seulement, la qualité des eaux sur les piézomètres de son réseau d'observation.

Or, ce suivi n'est suffisamment complet ni en éléments analysés, ni en répartition géographique des points analysés.

De plus, des analyses d'eaux détaillées sont effectuées au Sénégal par différents organismes :

- . le Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce,
- . l'Université de Dakar,
- . la SONEES,
- . le Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature.

Ces données sont dispersées dans les services et ne sont pas centralisées à la DGRH.

Actuellement, les suivis de qualité des eaux assurés par la DGRH concernent :

- . la Presqu'île du Cap Vert
- . le Littoral Nord
- . la région de Pout
- . la Basse et Moyenne Casamance
- . la région de Tambacounda

Ils devraient être étendus à l'ensemble du pays, intéresser tous les aquifères et différents types d'ouvrages et non pas seulement des piézomètres, et produire des données physico-chimiques et bactériologiques complètes.

Actuellement, seuls sont relevés :

- . conductivité
- . résidu sec
- . chlorures

La DGRH ne dispose pas d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques et est à la recherche de financement pour sa création et son fonctionnement.

Ce projet est totalement justifié dans la mesure où un organisme chargé de la gestion des ressources en eau doit avoir les moyens de contrôler la qualité des eaux du pays et ne pas faire appel à différents organismes extérieurs ayant des méthodes de mesure différentes.

Ce projet pourrait permettre le suivi de qualité des eaux des forages et des cours d'eau et permettre l'étude plus détaillée des phénomènes de recharge-drainage, pollution des nappes par la création d'un laboratoire double : physico-chimique et bactériologique nécessitant :

Un dossier de projet a été élaboré par la DGRH, pour une recherche de financement et consistait en :

- . la construction de locaux,
- . l'achat de matériel :
 - de mesure
 - renouvelable (verrerie, etc.)
 - véhicules,
- . la formation de personnel :
 - 1 Ingénieur géochimiste (avec stage dans un centre spécialisé)
 - 1 Microbiologiste
- . la mise en place, en plus du personnel précédent, de :
 - 2 techniciens chimistes
 - 2 techniciens biologistes,
- . le fonctionnement,
- . l'appui d'un expert extérieur,
- . l'équipement du laboratoire en matériel particulier pour étude des nappes in situ par utilisation de traceurs radioactifs,
- . la fourniture de moyens de déplacement pour assurer les tournées de prélèvement sur tous types d'ouvrages y compris puits traditionnels et modernes,
- . la fourniture de budget de fonctionnement pour :
 - l'achat des réactifs,
 - l'entretien, le fonctionnement des véhicules,

- . le renouvellement du matériel,
- . la fourniture de matériel et base informatique pour le stockage des données.

oOo

CHAPITRE 7

RECOMMANDATIONS

7.1 Description générale du niveau de changement nécessaire

7.1.1 Organisation du domaine de l'eau

7.1.1.1 Présentation générale

Au Sénégal, toutes les ressources en eau sont du domaine de l'Etat, ce qui doit faciliter leur réglementation.

L'Etat peut octroyer ou non des permis, autorisations ou concessions administratives en précisant les quantités d'eau à prélever, les fins auxquelles cette eau est destinée, le montant des redevances et les modalités techniques d'application.

- a. **Le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique**, organisé selon le décret 90/333 comprend la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH) qui est chargée du secteur hydraulique rurale et agricole.

La DGRH comprend entre autres la Division des Etudes et Aménagements (DEA) avec sa Subdivision de la Programmation et de la Gestion. Cette dernière comprend la Section de l'Inventaire et de la Gestion des ressources, en principe chargée de toutes les ressources, évaluation et suivi de celle-ci (y compris en milieu urbain et en milieu rural) et la Section Planification-Programmation-Documentation, avec le même domaine d'activité que la précédente.

Dans cette Direction, la DEM (Division de l'Exploitation et de la Maintenance) a plusieurs responsabilités dont celle de vérifier le bon fonctionnement des équipements hydrauliques mis en place dans le milieu rural. Ce ministère a la tutelle de l'OMVS et de l'OMVG en ce qui concerne l'activité de ces organisations sur le territoire sénégalais.

- b. **Le Ministère de l'Industrie et de l'Artisanat** par l'intermédiaire de la Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES) est chargé du Secteur Hydraulique Urbaine et Assainissement.
- c. **Le Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature** comprend la Direction de l'Environnement, dont une des activités est d'effectuer des contrôles de qualité des eaux face aux pollutions de toute nature.

7.1.1.2 Observations

L'organisation en place au Sénégal ne permet pas à un seul service de l'Etat de centraliser toutes les informations du domaine de l'eau :

- . La DEA de la DGRH est chargée de l'inventaire des ressources en eau du pays et de la Planification de leur exploitation. Or, les études, travaux, exploitation d'ouvrages à gros débit sont exclusivement suivis par la SONEES, qui est en fait un exploitant et agit surtout comme tel. Les données parvenant donc de la SONEES à la DEA sont partielles, incomplètes. La SONEES n'a pas une structure d'études, ce qui la rend peu compatible et peu complémentaire face aux objectifs de la DGRH-DEA. Il faudrait que la DGRH ait effectivement les moyens de superviser les études, travaux et exploitations de la SONEES et donc pouvoir intégrer ses propres observations dans des bases de données et réflexions.
- . La DGRH devrait être équipée des moyens de suivi de la qualité des eaux souterraines du pays : soit laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux.
- . Les efforts importants doivent être accomplis au niveau de la DEM afin que la DGRH puisse établir des bilans quantitatifs précis sur les volumes d'eau exploités par les forages dont elle est responsable à l'intérieur du pays.
- . Le code de l'eau a été élaboré au Sénégal. Toutefois, il n'y a pas de décret d'application.

7.1.2 Coordination - Comité National de l'eau

Cette structure n'est pas fonctionnelle au Sénégal.

Ce Comité Interministériel devrait regrouper tous les intervenants de l'Etat dans le domaine de l'eau et permettre :

- . le lancement effectif du code de l'eau,
- . la réflexion sur la réglementation et l'Administration du régime juridique de l'eau,
- . l'élaboration d'un avant-projet de mise en place de supports institutionnels pour l'Administration et la réglementation du régime de l'eau.

7.1.3 Recommandations pour la coordination du domaine de l'hydraulique

Il reviendra au Comité National de l'Eau le rôle de définir les mesures à prendre pour institutionnaliser la coordination entre tous les intervenants dans le domaine de l'hydraulique.

L'un des éléments essentiels de cette coordination est d'assurer la transmission de tous les renseignements et données sur l'eau et l'hydraulique à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, car c'est bien cette Direction qui doit détenir les banques de données sur l'eau du pays.

Cette coordination doit être complétée par l'institution d'un secrétariat technique, au sein de la DGRH chargée de fournir les services voulus au Comité National de l'Eau.

Dans l'immédiat, il est indispensable que la DGRH définisse au mieux les éléments qui sont indispensables à la réalisation de ses objectifs, qu'elle soit en contact, précise et obtienne, dans la mesure du possible, les données qui lui sont nécessaires, auprès des directions ou services de l'Etat intervenant dans le domaine de l'eau.

La Banque Nationale de données sur l'eau doit être détenue par la DGRH mais il faut pour cela que les services extérieurs l'alimentent en données directement utilisables:

Par exemple, un protocole d'accord devrait être établi entre la DGRH et la SONEES en vue d'un échange systématique d'informations sur les études de ressources en eau et les prélèvements effectués.

La documentation de la DGRH doit recevoir, répertorier et classer un exemplaire de tous les rapports techniques sur les projets exécutés au Sénégal : études de faisabilité, rapports d'avancement, rapports de fin de projet.

Une banque de données la plus complète et régulièrement mise à jour ainsi qu'une documentation centralisée complète et facilement consultable sur toutes les études de ressources en eau faites au Sénégal doivent devenir très rapidement des éléments indispensables pour la conception et l'orientation des projets futurs.

La DGRH chargée de centraliser toutes les données, doit aussi assurer la diffusion des informations auprès de tous les intervenants dans le domaine de l'eau qui sont demandeurs aussi bien en ce qui concerne les eaux de surface que les eaux souterraines.

Il est donc actuellement primordial que cette direction édite, à l'instar d'un annuaire hydrologique, un annuaire informatisé des forages du pays, ce qui sera étendu par la suite à tous les ouvrages de reconnaissance et d'exploitation du pays (puits traditionnels, puits modernes, forages, sondages, piézomètres) avec l'établissement des cartes de situation à une échelle adaptée (générale au 1/500 000 et détaillée au 1/200 000 et 1/50 000).

7.1.4 Nécessité d'une politique de l'eau

Le Comité National de l'Eau devra être fonctionnel et orienter ses activités vers les tâches suivantes :

- Création d'un bureau central chargé des affaires relatives à la réglementation et à l'administration des droits d'eau.
- Réforme éventuelle du cadre institutionnel du secteur de l'eau avec possibilité de grouper les activités concernant l'eau et l'hydraulique sous l'autorité et/ou la tutelle (pour les sociétés) d'un seul ministère, comme c'est le cas dans un nombre croissant de pays ou, tout au moins, d'une seule direction.

Cette réforme éventuelle du cadre institutionnel peut ne pas être une priorité si :

- le Code de l'Eau prévoit que la DGRH a pour mandat la centralisation de toutes les données sur les eaux,
- ce Code de l'Eau est appliqué,
- le Comité Interministériel fonctionne correctement.

Si ces conditions sont remplies, la politique de l'eau pourra être valablement coordonnée.

Etablissement d'un Plan Directeur pour l'aménagement du régime des eaux.

Le projet PNUD SEN 87/006 ("Planification des Ressources en Eau") qui vient de démarrer et dont la durée fonctionnelle est de 3 ans a, dans ses objectifs, l'élaboration d'un Plan Directeur National des Ressources en Eau.

7.2 Recommandations en climatologie

7.2.1 Le personnel

Le personnel est en nombre suffisant pour mener à bien les tâches qui lui sont dévolues.

Un effort doit être fait dans la formation du personnel supérieur à l'analyse et à la synthèse des données collectées.

7.2.2 Le réseau

La taille du réseau a atteint son équilibre (environ 180 postes). Une rationalisation de la partie occidentale du réseau doit être engagée au profit de la création de nouveaux postes dans l'Est et le Sud-Est du pays.

Si l'équipement est jugé bon actuellement par la DMN grâce au programme AGRHYMET, il est nécessaire de prévoir dans la prochaine phase d'AGRHYMET l'entretien et le remplacement du matériel. Deux véhicules utilitaires (dont un tout terrain) devraient être directement affectés à la DMN.

Il est nécessaire de doter en émetteurs-récepteurs, certaines stations climatiques non encore équipées.

7.2.3 Les données

7.2.3.1 Informatisation

La saisie des données pluviométriques complète jusqu'en 1980 doit s'accélérer afin de combler le retard acquis. Deux nouveaux micro-ordinateurs sont nécessaires.

L'acquisition d'une table à digitaliser permettra le dépouillement automatique de la pluviographie à l'aide du logiciel PLUVIOM.

7.2.3.2 Diffusion

En dehors du programme AGRHYMET, un effort doit être consenti dans la diffusion des données. Le logiciel utilisé (CLICOM) permet la publication rapide d'un annuaire. Si les charges de publication et éventuellement de diffusion d'un annuaire apparaissent trop élevés à la DMN, il est alors absolument nécessaire de disposer et de diffuser annuellement l'inventaire des données saisies.

7.2.3.3 Exploitation et valorisation

L'une des justifications de l'accumulation des données brutes est l'analyse et la synthèse des différents paramètres enregistrés. Ceci doit déboucher à terme sur la publication d'un atlas climatique du Sénégal, ouvrage de référence faisant défaut actuellement.

Le logiciel statistique DIXLOI de l'ORSTOM permet l'analyse rapide des précipitations (au format PLUVIOM avec passerelle vers CLICOM). Pour l'étude des intensités, l'ORSTOM dispose d'une chaîne de traitement automatique (POH 126). La fiche de projet n° 10 concerne l'installation de ces logiciels, sur un matériel approprié, à la Direction de la Météorologie, dans le but d'une exploitation de la pluviographie.

7.3 Hydrologie de surface

Rationalisation du réseau hydrométrique

Afin de réduire les coûts de gestion du réseau hydrométrique national, et de permettre ainsi à la SH de remplir sa mission dans de meilleures conditions, il pourrait être utile d'envisager une réduction du nombre de stations.

Une étude de rationalisation du réseau hydrométrique devrait donc être entreprise. Elle consisterait à évaluer l'utilité de certaines stations du point de vue :

- de la qualité des données qu'il est possible d'y recueillir (prenant en compte, par exemple, la stabilité des étalonnages pour les stations de mesure de débits, ou la durée des chroniques disponibles) ;
- du coût de leur gestion (problèmes d'accessibilité) ;
- de l'utilité des informations qui y sont recueillies (ouvrages ou projets existants ou prévus, suivi de bilan hydrologique, veille climatique de base, etc.) ;
- de la redondance éventuelle de leurs données avec celles d'autres stations.

A l'issue de cette étude, si l'économie escomptée en vaut la peine, un certain nombre de stations, jugées les moins utiles, pourrait être supprimé.

L'étude de rationalisation du réseau hydrométrique est prise en compte dans la fiche de projet n° 11.

Equipement de la section d'hydrologie en matériel de terrain

La Section d'Hydrologie de la DGRH risque de devenir peu efficace pour les travaux de terrain, si elle n'est pas dotée rapidement d'un lot minimal de matériel neuf et de pièces de rechange pour les appareils de mesure, ainsi que des moyens de locomotion nécessaires. Cette dotation est prise en compte dans la fiche de projet n° 11.

Mise en place d'un système de télétransmission des données

Une gestion rationnelle des stations de mesure de débits, nécessite la réalisation de jaugeages couvrant la plus grande partie possible de leur marnage. Pour les stations à variation rapide de débit (bassins versants de taille réduite), ceci est difficilement obtenu par des tournées classiques de jaugeages, pendant lesquelles les équipes suivent des itinéraires fixés à l'avance. Leurs chances d'arriver sur place au moment du passage d'une belle crue sont en effet minimales, et le résultat obtenu est souvent une dépense importante de temps et d'argent pour ne réaliser que la nième mesure de basses eaux.

L'utilisation de limnigraphes télétransmetteurs et de postes radio émetteurs récepteurs permet d'envisager des tournées de jaugeages beaucoup plus efficaces pendant la saison des pluies. Les itinéraires programmés à l'avance, peuvent être modifiés au jour le jour à partir d'une base fixe qui reçoit les données des limnigraphes en temps réel. Cette base retransmet les informations par vacations radio journalières, aux équipes de terrain disposant de postes émetteurs-récepteurs embarqués sur leurs véhicules. Les équipes peuvent alors se rendre sans tarder sur les stations où se présentent des cotes intéressantes à jauger.

Un tel système représente un investissement certes assez lourd, mais rentabilise au maximum les tournées de jaugeage. Celles-ci peuvent permettre en peu de temps, d'étalonner entièrement les stations. Au système classique, peu onéreux au départ, on peut au contraire reprocher une efficacité parfois quasi nulle pour les stations à variation rapide.

Les limnigraphes télétransmetteurs actuellement disponibles, à capteurs de pression, offrent en outre l'avantage d'une installation très facile et peu onéreuse. Leur déplacement d'une année sur l'autre peut ainsi être envisagé, en fonction des stations dont l'étalonnage nécessite un effort de jaugeage particulier.

Enfin, l'utilité de ce type d'appareil n'est plus à démontrer pour la gestion optimale de certains ouvrages hydrauliques. L'OMVS en utilise actuellement 9 sur le bassin du Sénégal, pour la gestion des barrages de Manantali et Diama. L'installation d'un ou deux appareils sur le bassin de la Kayanga serait également justifiée, pour la gestion du barrage d'Anambé et de la retenue supplémentaire prévue à l'amont.

La fiche de projet n° 11 comprend la mise en place d'un système de télétransmission des données.

Etude de petits bassins versants représentatifs

L'étude hydrologique de petits bassins versants serait souhaitable, au moins dans les trois régions suivantes : région du fleuve Sénégal (Bakel-Matam), vallée du Ferlo, Sénégal oriental. Le but serait de fournir les éléments nécessaires permettant aux aménageurs d'évaluer les crues décennales de petits bassins versants situés dans ces régions. Voir la fiche de projet n° 12.

Mesures de débits solides

Il serait souhaitable de constituer un réseau minimal de stations de mesures de débit solide. On peut proposer a priori les stations suivantes : Kolda sur la Casamance, Kédougou et Wassadou aval sur la Gambie, Bakel sur le Sénégal, et Kidira sur la Falémé. Les mesures de débit solide en suspension pourraient y être faites à l'occasion de certains jaugeages de débit.

L'équipement à acquérir pour faire de telles mesures n'est pas très onéreux. Il s'agit principalement du système de prélèvement et des flacons nécessaires. Un arrangement pourrait être conclu avec la SONEES pour l'analyse des échantillons. Voir la fiche de projet n° 11.

7.4 Eaux souterraines

7.4.1 Structure organisationnelle

Les principales transformations à apporter à la structure de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique sont les suivantes :

- Nécessité du centre bibliographique : La documentation concernant le domaine de l'eau doit être centralisée, inventoriée, stockée à la DGRH, avec possibilité à tout demandeur d'être rapidement renseigné.
- Nécessité de renforcer les moyens informatisés de la DEA par acquisition de logiciels et de matériels complémentaires de stockage et de restitution graphique.
- Nécessité d'une liaison étroite avec la SONEES afin de préciser, d'enregistrer les données les plus détaillées sur le degré d'exploitation des nappes.
- Nécessité d'un renforcement en moyens de suivi des nappes souterraines : avec, en premier lieu, le choix d'un réseau piézométrique national et la mise en place de compléments de moyens de fonctionnement.
- Nécessité de création d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques permettant à la DGRH de ne pas être tributaire d'organismes divers, en particulier d'exploitants, pour surveiller la qualité des eaux des aquifères du pays et de celles consommées.

. Nécessité d'une formation complémentaire du personnel :

- à l'informatique pour gérer, utiliser, améliorer les bases de données existantes et compléter le stockage des données,
- à l'hydrogéologie, afin que la DEA, en particulier, puisse avoir une équipe très compétente permettant l'analyse des données recueillies.

7.4.2 Recommandations concernant les données géologiques

La connaissance géologique du Sénégal est un élément indispensable au développement du pays. Son exploitation entre dans le cadre de plusieurs domaines dont l'utilisation des eaux souterraines.

Les documents cartographiques existants actuellement sont relativement anciens (entre 1962 et 1967 pour les cartes au 1/500 000 et au 1/200 000).

Il serait nécessaire d'actualiser ces documents, en premier lieu une carte de synthèse au 1/500 000, avec notice explicative.

Pour la réalisation d'un tel document, plusieurs étapes préliminaires sont nécessaires :

- . acquisition, analyse de toute la documentation existante,
- . élaboration et édition de l'annuaire informatisé des forages du pays avec carte de positionnement des ouvrages recensés,
- . recherche d'échantillons de forages pouvant exister dans les différents services du pays,
- . décision d'échantillonner et de stocker en un lieu unique tous les échantillons de forage se réalisant dans le pays (minier, d'hydraulique villageoise et urbain, de reconnaissance et d'exploitation),
- . analyse de ces échantillons : physico-chimique des roches, isotopique pour la détermination de l'âge absolu,
- . étude photogéologique et sur image satellite sur tout le territoire du Sénégal.

Une coordination doit être établie entre les différents chantiers de forage, la DGRH, le Ministère de l'Équipement, des Transports et du Logement, le Ministère de l'Industrie et de l'Artisanat. Celle-ci permettrait que les ouvrages de reconnaissance ou d'exploitation du pays (eau, minier, pétrole) fassent l'objet d'un positionnement et d'une codification précise, d'un prélèvement d'échantillons (2 au minimum), d'un stockage d'échantillons en un lieu unique, d'une identification géologique de terrain exacte et d'une datation.

7.4.3 Recommandations concernant les données hydrogéologiques

7.4.3.1 Nécessité de disposer d'une carte hydrogéologique actualisable

Compte tenu de l'importance des données produites et collectées et des études relatives aux ressources en eau souterraine réalisées depuis 1965, date de publication de la carte hydrogéologique financée par le FAC, il est nécessaire de faire une actualisation de cette carte.

Un volume important de données provient des nombreux programmes de forages d'hydraulique villageoise lancés depuis les années 1980 dans le pays, mais aussi d'études, reconnaissances et travaux faits pour l'approvisionnement en eau de Dakar.

L'élaboration de ce nouveau document de synthèse fait appel à plusieurs travaux et études préliminaires :

- Collecte et compilation des données géologiques à l'échelon national, ceci afin de disposer d'une base géologique actualisée.
- Utilisation et interprétation de vues satellites et aériennes pour établir un fond géologique.
- Renforcement des informations saisies dans les banques de données hydrogéologiques de la DGRH avec toutes les informations disponibles à l'échelle du pays, en particulier au niveau de l'inventaire des ouvrages de puits mais aussi au niveau du paramètre exploitation (volumes prélevés de tous types d'ouvrages), ceci afin de permettre de faire tous les traitements statistiques indispensables à l'élaboration d'une carte.
- Réalisation de campagnes de prélèvements et analyses des eaux souterraines afin d'intégrer le paramètre qualité.
- Enfin, actualisation et édition de l'annuaire informatisé des forages du Sénégal (en cours de réalisation) avec extension à tous types d'ouvrages dont les puits (modernes et traditionnels).

a. Conception proposée : la cartographie digitalisée

Les procédés actuels de DAO permettent de disposer de cartes digitalisées sur des micro-ordinateurs ou stations de travail appropriés.

L'intérêt de tels systèmes est de disposer, notamment dans le domaine de l'inventaire des connaissances sur les ressources en eau, de documents cartographiques actualisables.

La cartographie classique en couleur, par procédé offset par exemple, permet de différencier certains types d'informations à travers les couleurs : à un fond de plan hydrographique, par exemple, correspond à l'impression la couleur bleue.

La cartographie digitalisée permet de traiter sur ordinateur un grand nombre de niveaux (ou couches) d'informations, chaque niveau pouvant correspondre :

. aux fonds des cartes classiques :

- hydrographie,
- planimétrie (routes et nom des villes),
- topographie,
- etc.,

. puis aux fonds des informations acquises :

- isohyètes,
- contours et natures géologiques et lithologiques,
- schématisation des nappes et potentialités en eau,
- informations sur les stations et points de mesures et de contrôle (localisations, durée de fonctionnement) et nature du contrôle effectué, etc.

On peut choisir toute combinaison de niveaux pour une carte particulière.

Les informations ainsi cartographiées feront apparaître les zones de lacunes.

Ultérieurement, les nouvelles connaissances acquises pourront permettre d'actualiser les cartes.

L'expérience montre que, pour être lisibles et interprétables, les cartes ne doivent pas être surchargées d'informations. Ceci rejoint le souci de disposer de fichiers transportables sur des équipements informatiques qui ne soient pas trop lourds en maintenance : micro-ordinateurs ou station de travail.

La taille des fichiers et les temps de traitement peuvent donc être un facteur limitant.

Pour rester dans l'esprit du projet (actualisation ultérieure des cartes), il faut donc trouver un compromis acceptable entre une bonne définition de la cartographie de base et une taille de fichier raisonnable permettant de traiter les données sans faire appel à tout un service informatique.

Nous conseillons de respecter les échelles des quatre feuilles qui composent la première version de la carte hydrogéologique du Sénégal : digitalisation de la carte au 1/500 000 pour l'ensemble du pays.

b. Méthode d'établissement de cartes

b1. Les informations à faire apparaître sur la carte

Les informations de base concernant l'hydrologie, la planimétrie, la pluviométrie, les contours et natures lithologiques, la schématisation des potentialités en eau et la position des points de mesure doivent apparaître sur la carte hydrogéologique.

Celles-ci doivent être assorties des données suivantes :

. Localisation des zones du pays à projet ou étude de grande ampleur :

- nature du projet,

- type de réalisation,
- moyens mis en oeuvre,
- type de prospection,
- résultats sommaires : taux d'échecs - distribution des débits.

. Pointage des sites de données importants :

- Forages de reconnaissance, exploitation, avec :
 - * toit des aquifères,
 - * profondeur des ouvrages,
 - * débits maximaux et spécifiques,
 - * niveaux statiques.
- Sites de contrôle (piézomètres) avec :
 - * profondeur,
 - * aquifère testé,
 - * niveau statique et battement.

Cette étude devra apporter une attention particulière au domaine du socle ancien (Sénégal Oriental), avec :

- . compléments d'études de fracturation régionale,
- . affleurements des contours des principales formations "aquifères" du socle,
- . esquisse des variations de niveau statique :
 - épaisseur d'altération et de recouvrement,
 - répartition des débits, intérêt et résultats de la prospection géophysique par formation.

b2. La digitalisation - Restitution

Lors de la digitalisation du fond topographique et de la minute de la carte hydrogéologique, les données sont disponibles sous forme de fichiers graphiques informatiques permettant l'édition directe de cartes en couleur. La production de ces documents au moyen d'un système digital remplace l'établissement des cartes par la méthode traditionnelle.

Les fichiers graphiques, rassemblant l'ensemble des informations contenues dans les cartes traditionnelles, seront enregistrés sur des disquettes ou des bandes magnétiques (désignées ci-après comme "supports physiques") lisibles par des stations de travail ou des micro-ordinateurs.

Concernant les caractéristiques des supports physiques, leur format doit être compatible avec les matériels courants : disquettes 5"1/4 ou 3"1/2, bandes magnétiques ou tout autre support physiquement compatible avec les stations de travail et micro-ordinateur qui auront à traiter ces données ultérieurement.

Il est nécessaire de prévoir de tester l'intégralité des supports physiques : relecture et comparaison des fichiers.

Les fichiers cartographiques doivent permettre d'éditer des cartes allant jusqu'au format A0 sur les traceurs disponibles sur le marché, compatibles avec ARCINFO, ATLAS GIS ou AUTOCAD.

AUTOCAD est peu utilisé dans la sous-région ; ATLAS GIS pourrait être un meilleur choix qu'ARCINFO de par son coût, sa convivialité, sa facilité de mise en oeuvre et d'utilisation puisque conçu pour des micro-ordinateurs ATLAS GIS est capable de gérer des fichiers dBASE. On peut y injecter des fichiers issus de SURFER grâce à l'existence d'interface.

Concernant l'édition des cartes, pour avoir un document de bonne qualité, les tracés pourront être réalisés avec un traceur à jet d'encre dont la résolution est de 300 points par pouce.

Logiciel de digitalisation

Les logiciels utilisés devront permettre d'incorporer la notion de coordonnées relatives et coordonnées absolues (changement d'origine des repères orthonormés).

Le standard actuel au point de vue fichier cartographique est ARCINFO que les logiciels de SIG sont capables de lire et d'écrire. De par sa facilité de mise en oeuvre et d'utilisation ATLAS GIS peut être un meilleur choix qu'ARCINFO.

Exigences concernant l'emploi du matériel informatique

Standards obligatoires : sur micro-ordinateurs, machines compatibles MS DOS 4.01, OS/2 sur stations de travail. Plus généralement, l'ensemble du matériel utilisé ultérieurement devra être compatible avec ATLAS GIS ou ARCINFO.

Niveaux de performances : courant sur les micro-ordinateurs haut de gamme et les stations de travail (RAM minimum 8 Mo, processeurs cadencés à au moins 25 MHz).

c. Moyens à mettre en oeuvre

Assistance d'un Bureau d'Etudes spécialisé :

- Mise à disposition d'un Ingénieur hydrogéologue pour la conception de la minute de la carte hydrogéologique.
- Installation du système de digitalisation à la Division des Etudes et Aménagements (DEA).
- Digitalisation (fichiers cartographiques).
- Formation du personnel de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique à l'utilisation du matériel.

Soit l'intervention :

- d'un ingénieur hydrogéologue pendant un total de 4 mois,
- d'un ingénieur informaticien pendant 1 mois.

Acquisition et installation du matériel suivant :

- 1 station de travail ou 1 micro-ordinateur 486,
- 1 logiciel de DAO,
- 1 traceur à jet d'encre 300 points,
- consommables.

Formation : pour 1 ingénieur hydrogéologue et 1 technicien supérieur hydrogéologue de la DEA :

- 1 stage d'une semaine au siège du Bureau d'Etudes,
- formation pratique au Sénégal pendant la présence de l'hydrogéologue du Bureau d'Etudes.

Mise à disposition d'un Ingénieur hydrogéologue et d'un Technicien supérieur hydrogéologue de la DGRH pour la participation à l'établissement de cette carte de synthèse.

7.4.3.2 Nécessité d'un réseau piézométrique national

Dans le cadre de l'UNESCO et de l'OMM, des normes ont été établies pour définir la densité d'un réseau de surveillance des eaux souterraines : nombre de piézomètres à mesures manuelles, nombre de piézomètres avec enregistrement des niveaux. Ces normes sont difficilement applicables au Sénégal où il est plus rationnel de déterminer ce qu'il faut surveiller, suivre et mesurer, la densité des points de suivi étant fonction de l'importance de la ressource en eau et surtout des besoins en eau.

a. Conception d'un réseau piézométrique national

Il s'agit, avant tout, de mettre en place un réseau piézométrique préventif nécessaire à la gestion des ressources en eau souterraine et judicieusement réparti dans tout le pays en fonction de la distribution des différents aquifères et de l'importance de la demande en eau actuelle ou future.

Les objectifs d'un tel réseau sont :

En zone de socle

- Suivre l'évolution du niveau de la zone fracturée à l'échelle saisonnière et interannuelle afin de déceler les éventuelles baisses de cette nappe, phénomène constaté depuis plusieurs années dans les pays sahéliens.
- Evaluer la recharge des aquifères discontinus. La corrélation entre les fluctuations piézométriques avec différents paramètres climatiques conduira à évaluer la recharge (en utilisant un modèle hydroclimatologique global tel que l'un des modèles de simulation du bilan hydrique du CIEH).

Surveiller la nappe et l'évolution du niveau piézométrique lorsque les débits importants sont prélevés dans un aquifère de fractures (cas de l'alimentation en eau d'un centre urbain). Il est important d'étudier le mécanisme de réaction d'un aquifère de fissures dans un champ captant à gros débit, avec l'utilisation d'un réseau piézométrique adapté, permettant de comprendre les chutes de débit parfois constatées au cours de plusieurs semaines ou mois d'exploitation sur un site. Dans le cas de l'hydraulique urbaine à semi-urbaine, les prélèvements ne sont plus négligeables par rapport à la recharge en zone de socle.

En zone sédimentaire

- Surveiller la configuration de la surface piézométrique de chaque aquifère principal (essentiellement Continental Terminal et sable du Maestrichtien).
- Mettre en évidence les zones de recharge, secteurs sensibles où l'environnement est à protéger.
- Appréhender la valeur du seuil pluviométrique d'alimentation de chaque aquifère, ce qui est une donnée essentielle pour estimer les risques au niveau de certains aquifères très sollicités.
- Enfin, fournir un élément supplémentaire permettant de mieux évaluer l'importance des réserves.

Les données fournies par un réseau piézométrique doivent être significatives (en qualité) et suffisantes (en quantité). Pour cette raison, le réseau doit tenir compte :

- des conditions géologiques : roches cristallines fracturées, altérations, schistes, formations sédimentaires,
- des conditions géomorphologiques : proximité d'un axe d'alimentation (rivières permanentes, barrages, etc.), zone de plateau, zone de vallée, pente,
- des conditions climatiques : il faut compartimenter le pays en zones climatiques :
 - pluviométrie inférieure à 800 mm,
 - pluviométrie entre 800 mm et 1000 mm,
 - pluviométrie entre 1000 et 1200 mm,
 - pluviométrie supérieure à 1200 mm.

b. Situation d'un réseau piézométrique et du suivi piézométrique actuel

La DGRH, dans l'étude du projet PNUD SEN 88/002, suit un réseau piézométrique constitué de 471 piézomètres répartis dans les différents aquifères des formations du bassin sédimentaire sénégalais.

Aucun piézomètre n'est suivi dans les formations du socle ancien.

Le projet PNUD s'achevant à fin juin 1991, la poursuite du suivi de ce réseau doit être prise en charge par l'Administration dont les difficultés de fonctionnement ne présagent pas l'assurance d'un suivi régulier.

La Société Nationale d'exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES) suit de manière assez régulière 56 piézomètres répartis eux aussi dans les aquifères du bassin sédimentaire, au voisinage de ses forages d'exploitation.

Un manque de coordination avec la DGRH entraîne parfois un double suivi de certains piézomètres. Quelques difficultés organisationnelles de la SONEES entraînent à certaines périodes un suivi irrégulier et incomplet de ces piézomètres.

La cellule des eaux souterraines de l'OMVS, dans le cadre du projet OMVS-USAID n° 625-0958, a fait réaliser en bordure du fleuve Sénégal un réseau piézométrique constitué de 67 piézomètres de petit diamètre du côté sénégalais. Ce réseau d'observation est complété par une centaine de puits villageois existants.

Il intéresse en grande majorité les formations alluviales du fleuve Sénégal (Quaternaire).

Ces piézomètres ont été suivis régulièrement jusqu'en Juin 1990. Depuis cette date, la Cellule des Eaux Souterraines, par insuffisance de moyens de fonctionnement, n'a pas pu assurer un suivi régulier du réseau.

c. Mise en oeuvre du projet

Le projet de définition et suivi d'un réseau piézométrique national doit comprendre :

L'analyse des données existantes :

- Inventaire des points d'eau du BIR de la DEA.
- Inventaire des ouvrages d'exploitation et de suivi de la SONEES et l'OMVS.
- Inventaire des ouvrages réalisés sous contrôle ou supervision de la DGRH -/DIRH et DEM.
Il s'agit en particulier de voir quels sont les ouvrages d'exploitation ou déclarés négatifs et non exploitables qui pourraient être utilisés comme piézomètres dans le pays.

L'analyse des données récoltées par DGRH/DEA et SONEES afin de sélectionner les piézomètres les plus intéressants.

Le choix du réseau piézométrique en faisant une répartition judicieuse géographique, morphologique, par aquifère (de sédimentaire et de socle ancien) et par zone de besoins en eau.

Une enquête préliminaire de terrain permettant :

- d'établir un diagnostic précis de l'état des piézomètres inventoriés,
- de localiser et choisir, parmi les forages d'hydraulique villageoise réalisés ces dernières années, ceux qui peuvent être récupérés comme piézomètres parmi les ouvrages négatifs encore en état (forages en trou nu, forages ayant conservé leurs tubages provisoires) et les forages qui ne sont plus exploités par suite de chute de débit ou par suite de causes diverses (panne de pompe, création d'un autre ouvrage d'exploitation plus performant dans le village).

- . Le nivellement du réseau piézométrique défini.
- . L'acquisition de matériel complémentaire à celui existant permettant un suivi :
 - véhicules,
 - matériel de mesure :
 - * sondes électriques
 - * sondes de profondeur
 - * préleveurs d'eau
 - * conductimètres permettant des mesures à des profondeurs différentes dans un ouvrage
 - * limnigraphes
 - * pluviographes
- . L'organisation de la procédure de mesure, des tournées de mesure.
- . Le suivi du réseau piézométrique sur une année hydrologique complète.
- . Le renforcement des bases de données informatisées existantes.
- . La fourniture de matériel et logiciel permettant l'établissement de cartes et graphiques de synthèse.
- . La formation complémentaire de personnel sénégalais à la sélection des sites, aux procédures de mesure, au contrôle, à la saisie, la gestion et l'analyse des données acquises.

d. Appui d'un Bureau d'Etudes

La mise en place et le suivi du réseau piézométrique doit se faire au sein de la DGRH-DEA avec l'appui d'un bureau d'études qui devra intervenir au cours de quatre missions totalisant quatre hommes-mois et demi.

On peut estimer à 500 le nombre d'ouvrages qui pourront servir de piézomètres, dont 150 environ en zone de socle ancien et 350 dans les différentes formations sédimentaires.

e. Formation

La formation concernera les cadres et techniciens qui participeront au projet et sera uniquement pratique. Elle portera sur :

- . l'organisation de campagnes de mesures piézométriques,
- . les procédures de mesure,
- . la saisie et le traitement informatique des données,
- . la présentation des résultats.

f. Recommandations pour les projets à venir

Afin de compléter la mise en place du réseau piézométrique Sénégalais à moindre coût, il serait souhaitable d'envisager, de façon systématique, l'équipement en piézomètres de tous les forages positifs, mais considérés comme non exploitables, que ce soit dans les programmes d'hydraulique villageoise ou dans le cadre de l'hydraulique urbaine et des forages de reconnaissance divers.

7.4.3.3 Nécessité de campagnes de prélèvements pour la qualité des eaux et synthèse des résultats

a. Contexte

Les données physico-chimiques et bactériologiques des eaux du Sénégal, sont actuellement dispersées dans plusieurs services et n'ayant pas la même importance :

SONEES :

Analyses physico-chimiques et bactériologiques des ouvrages d'exploitation pour la physico-chimie (fréquence mensuelle), pour la bactériologie (2 fois/an) au niveau des exploitations régionales ; 1 fois/semaine sur Saint-Louis, 3 fois/semaine sur Dakar. Teneur en chlorures et pH sur les piézomètres.

DGRH-DEA :

- Mesure des teneurs en chlorures, mesure de conductivité et chlorures sur les piézomètres suivis dans le cadre du projet PNUD SEN 88/002.
- Collecte des analyses physico-chimiques des eaux des forages d'exploitation d'hydraulique villageoise, analyses réalisées soit par la SONEES, soit par le Groupe Laboratoires du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce.

OMVS, Cellule des Eaux Souterraines :

Les mesures faites par l'OMVS sur son réseau piézométrique concernent :

- la conductivité,
- le pH,
- la température,
- la salinité.

Le stockage de ces données est variable selon les services. Seule la DGRH centralise sur ses logiciels les données des ouvrages d'exploitation.

Toutefois, les données de qualité des eaux des ouvrages de type puits modernes ne sont pas stockées.

Face à cela, on peut dénombrer :

- 93 ouvrages d'exploitation (forages) suivis par la SONEES,
- 661 forages d'hydraulique villageoise à semi-urbaine dont 495 équipés de moyens d'exhaure mécaniques,
- 3124 puits dont 688 équipés de moyens d'exhaure,

soit au total : 3878 captages,

- 594 piézomètres relevés par différents organismes.

Actuellement, un seul document fait le point de l'hydrochimie au Sénégal : la carte au 1/1 000 000 des nappes phréatiques établie en 1966.

Il est actuellement peu aisé, compte tenu du faible nombre relatif d'analyses disponibles et du manque d'homogénéité de certains résultats, d'avoir un aperçu général de la cartographie sur l'aspect qualitatif de l'eau au Sénégal.

Les points à préciser doivent être :

- Combien faut-il de points de contrôle de la qualité de l'eau ? Où doivent-ils être répartis ?
- Quels sont les éléments caractéristiques de la qualité à suivre ? En fonction de quelle contrainte ?
- Quelles sont les zones à risque ou présentant un problème de qualité d'eau qu'il convient de surveiller ?

Afin de préciser toutes ces questions, il convient, en premier lieu, de réaliser une campagne de prélèvements couvrant toutes les unités hydrogéologiques définies incluant les différents types de captage utilisés (forages, puits modernes, puits traditionnels, sources) en tenant compte de tous les cas spécifiques recensés (pollution locale, secteur à géochimie particulière, secteurs à risques, etc.).

Il n'y a, actuellement au Sénégal, aucune information sur l'aspect qualitatif pour les puits captant en majorité les formations quaternaires ou l'altération du socle.

A ce volet, il convient d'ajouter les ressources en eau de surface utilisées pour l'alimentation en eau potable.

Les résultats des campagnes de prélèvements et de mesures se traduiront par l'élaboration de cartes hydrochimiques et bactériologiques schématiques :

- à l'échelle du 1/1 000 000, pour l'ensemble des aquifères,
- à l'échelle du 1/500 000 pour les formations du socle.

b. Conception des campagnes de mesures sur la qualité des eaux

Compte tenu de la situation actuelle sur l'état des connaissances sur la qualité des eaux, il importe de faire 2 campagnes de prélèvements pour analyses complètes des eaux : physique, chimique et bactériologique, soit :

- . une campagne en période de hautes eaux,
- . une campagne en étiage (fin de saison sèche).

Le nombre de point de prélèvements est établi de la façon suivante :

- . Des prélèvements doivent être faits aussi bien sur des points d'eau déjà connus sur le plan qualitatif que sur des points d'eau pour lesquels aucune analyse n'a été faite.
- . Les prélèvements à faire doivent être répartis en fonction de la situation du point par rapport aux formations et aquifères captés : on peut différencier une vingtaine d'unités hydrogéologiques au Sénégal.

Dans chaque unité, les prélèvements doivent être faits en fonction de la position morphologique du point d'eau :

- . Plateau : 45 prélèvements
- . Pente : 45 prélèvements
- . Bas-fond : 45 prélèvements

Le nombre de points de prélèvements est, dans ces conditions, de 2700.

A cet échantillonnage, il faut ajouter des prélèvements des eaux de surface essentiellement là où celles-ci sont utilisées pour l'alimentation en eau potable (100 analyses environs).

Sur 2 campagnes (hautes eaux et basses eaux), il faut donc prévoir environ 5600 analyses complètes.

c. Moyens à mettre en oeuvre

Il est nécessaire de mettre en oeuvre deux équipes pour assurer les tournées de terrain. Chaque équipe comprendra :

- . 1 technicien,
- . 1 chauffeur,
- . 1 véhicule tout terrain,
- . matériel de campement,
- . matériel de prélèvement d'eau pour analyse chimique et bactériologique,
- . matériel de conservation des échantillons,
- . 1 sonde électrique,
- . 1 pHmètre,
- . 1 conductimètre de terrain,
- . 1 thermomètre.

Il faudra 2 mois par équipe pour faire chacune des campagnes de prélèvements, soit 8 équipes/mois nécessaires.

Cette étude sur la qualité des eaux sera réalisée par la DEA-DGRH.

Sur chaque point de prélèvement, 2 échantillons d'eau sont nécessaires : un pour l'analyse physico-chimique, un pour l'analyse bactériologique.

Ces analyses seront réalisées par la DGRH, grâce au projet de renforcement des moyens d'analyse de celle-ci. Ce projet est décrit dans les pages suivantes.

Il est important que l'Administration sénégalaise chargée du volet "eaux" puisse se doter de moyens d'analyse lui permettant d'assurer un contrôle effectif de la qualité des eaux dans le pays.

Dans le cadre du projet de renforcement des moyens informatiques de la DGRH, ces analyses pourront être stockées sur support informatique.

d. Appui de personnel extérieur

L'intervention de personnel d'un bureau d'études peut se faire de la manière suivante :

- . Un hydrogéologue pendant un total de 5 mois.

Cet hydrogéologue devra avoir de bonnes connaissances en hydrochimie.
- . Un hydrochimiste pendant 1,5 mois.
- . Un ingénieur informaticien, prévu en appui au projet de renforcement des moyens informatiques de la DGRH, interviendra pendant 1,5 mois au cours de la réalisation de ce projet. Il permettra un aménagement des bases de données existantes pour un traitement aisé des données produites.

7.4.3.4 Mise en place d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques à la DGRH

a. Contexte et objectif

Actuellement au Sénégal, les analyses physico-chimiques et bactériologiques sont réalisées par plusieurs organismes :

- . SONEES :
 - Analyses physico-chimiques complètes
 - Analyses bactériologiques
- . OMVS et DGRH :
 - Analyses sommaires physico-chimiques (pH, conductivité, chlorures, résidu sec)
- . Groupes Laboratoires du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce :

- Analyses physico-chimiques

Direction de l'Assainissement du Ministère du Tourisme et de la Protection de la nature :

- Analyses physico-chimiques, matières en suspension, DCO, phénol et hydrocarbures.

La DGRH ne possède pas de laboratoire d'analyse d'eaux alors qu'elle est en charge de la connaissance et des bilans des ressources en eau souterraine.

L'inventaire des connaissances que la DGRH réalise actuellement prend donc en compte des données produites par des organismes différents avec des moyens de mesure différents.

Il est nécessaire qu'un point zéro soit fait sur la connaissance physico-chimique et bactériologique des eaux du pays, en partant de données produites, non pas par les exploitants comme la SONEES, mais par l'organisme planificateur qu'est la DGRH.

Pour cela, il est nécessaire que l'Administration s'équipe d'un laboratoire complet d'analyses.

Ce projet d'équipement va de pair avec celui de la nécessité de campagnes de prélèvements pour la qualité des eaux.

Il s'agit pour la DGRH de pouvoir suivre l'évolution physico-chimique et bactériologique de ces points d'eau tant au point de vue sanitaire qu'au point de vue évolution hydrochimique des nappes (montée de la salinité, par exemple ou des éléments néfastes, comme le bore, le lithium, le plomb, le cuivre, le zinc ou le mercure, etc.), par suite de leur exploitation plus ou moins intensive ou par la modification de leur environnement.

La mise en place de ce laboratoire permettra donc au Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique de surveiller régulièrement l'évolution de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux destinées à la consommation ou à l'irrigation, de compléter les études hydrogéologiques pour une meilleure connaissance des nappes souterraines grâce à leur suivi de qualité des eaux.

b. Actions à entreprendre - Moyens à mettre en oeuvre

Elles comportent 3 volets :

- construction et équipement du laboratoire,
- formation du personnel spécifique,
- fonctionnement pendant 2 ans.

b1. Mise en place du laboratoire d'analyse

Pour la construction, sont à prévoir :

- une pièce avec paillasse, eau, etc., pour la géochimie,
- une pièce identique pour la bactériologie,
- une pièce pour entreposer les produits,

- . un bureau pour le responsable du laboratoire,
- . un bureau pour la géochimie et la microbiologie,
- . un bureau de secrétariat.

Il faut prévoir du matériel de mesures bactériologiques, géochimiques.

L'équipement en matériel informatique peut être le suivant :

- . Micro-ordinateur compatible IBM PC avec logiciel de gestion de bases de données physico-chimiques et bactériologiques et logiciel de tracé simple.
- . Imprimante.

La constitution de l'équipe nécessaire au fonctionnement du laboratoire pourra être :

- . 1 ingénieur chimiste (ayant de bonnes notions de géochimie) qui sera chef de laboratoire,
- . 1 microbiologiste confirmé,
- . 2 techniciens chimistes,
- . 2 techniciens biologistes,
- . 1 technicien chargé des saisies informatiques des données produites,
- . 1 chauffeur,
- . 1 agent de laboratoire.

Formation du personnel :

- . La qualification de l'Ingénieur chimiste devra être complétée par une formation de géochimiste lui permettant la compréhension des phénomènes de l'eau : un stage de trois mois dans un centre spécialisé est souhaité.
- . Le micro-biologiste devra être recruté parmi le personnel du Ministère. Dans le cas contraire, il faudra prévoir un stage de formation de la même importance que précédemment.

L'ensemble du personnel du laboratoire sera ainsi formé "sur le tas" pendant la durée de fonctionnement du laboratoire lors de la présence d'un expert extérieur.

Appui d'un ingénieur hydrochimiste expatrié.

Il pourra se faire pendant une durée totale de 6 mois :

- . 1 mois au démarrage du projet, définition du matériel à acquérir,
- . 1 mois pendant la construction du laboratoire pour préparer l'organisation en matériel, personnel, gestion du laboratoire,
- . 2 missions de 1,5 mois lors du fonctionnement du laboratoire, au cours desquelles l'expert assurera la formation complémentaire du personnel, en particulier :

- organisation du travail de laboratoire,
- formation du chef de laboratoire à la gestion d'un laboratoire d'analyse d'eau,
- appui d'un ingénieur informaticien, en 1 mission de 1 mois.

Celui-ci aura la charge :

- de concevoir une base de données simples, adaptées aux besoins du laboratoire, et compatible avec les bases de données existant à la DGRH, permettant d'assurer des transferts de données entre les différentes bases,
- de formation auprès du technicien de saisie et du chef de laboratoire pour la saisie et le traitement des données produites.

c. Organisation du laboratoire

Le laboratoire d'analyse devra permettre le bon déroulement du projet d'étude physico-chimique et bactériologique des eaux du Sénégal, prévu dans cette étude.

Il devra donc pouvoir réaliser de l'ordre de 5 à 6000 analyses par an la première année de son fonctionnement.

Ultérieurement, le nombre annuel des analyses pourra être réduit à 2500-3000.

Son fonctionnement sera au début assuré par le projet et devra être autonome par la suite.

7.4.3.5 Mise en place d'un centre de documentation à la DGRH

a. Situation actuelle

Au Sénégal, la documentation concernant les eaux souterraines est répartie dans plusieurs services :

La DGRH

Cette direction ne possède pas de local et de liste ou base informatisée de la documentation qu'elle possède sur les études qu'elle initie, suit et supervise, ni sur les rapports de fin de projet d'exécution.

Une liste de 32 rapports a été présentée par la DGRH-DEA. Cela ne correspond probablement pas à tout ce qui peut être stocké dans les bureaux de cette direction.

La SONEES

Elle possède, au sein de sa direction technique, un local réunion servant de bibliothèque où sont stockés et inventoriés des études et rapports d'exécution.

L'archivage a été établi manuellement par un stagiaire de la SONEES : 240 numéros d'inventaire

sont établis. On ne peut savoir exactement à combien de données cela correspond. Depuis le départ de ce stagiaire, le rangement et classement des informations ne sont plus assurés.

L'OMVS, Cellule Eaux Souterraines

Elle ne possède pas de salle de documentation ni de listes de rapports produits et stockés.

Le centre de documentation de l'OMVS

C'est le seul organisme qui assure un stockage bibliographique avec saisie informatique. Ce centre est en cours de renouvellement du matériel informatique, mais il est basé à Saint-Louis.

Ce volume d'ouvrages recensés est extrêmement important et se réfère à tous types de rubriques. Il pourrait être de l'ordre de 11 000 ouvrages intéressant tous les domaines de l'OMVS (non comptabilisé le domaine particulier de l'élevage).

Il est assez peu aisé de retrouver rapidement des données à partir des index bibliographiques.

L'Université de Dakar

Le département de géologie de l'Université de Dakar réalise des études d'hydrogéologie ou à composante hydrogéologique. Celles-ci ne se retrouvent pas toutes dans la documentation bibliographique de l'Université.

Une liaison devrait être assurée entre la DGRH et le département de géologie afin qu'une copie de ces études soit à la disposition de la DGRH, inventoriée et stockée par celle-ci.

Le laboratoire d'analyses du Ministère de l'Industrie, de l'Artisanat et du Commerce

Il ne stocke que des données brutes d'analyse, sous forme de classeurs et rangement par ordre chronologique d'exécution.

En conclusion

Il est nécessaire que le DGRH puisse centraliser toute la documentation concernant les ressources en eau du pays :

- la propre production,
- les études et rapports importants émis par d'autres services,

et qu'elle puisse assurer un stockage et une recherche ainsi de l'information grâce à :

- la présence d'un local adapté,
- l'utilisation d'outils informatiques,
- la présence de personnel compétent.

b. Moyens à mettre en oeuvre

Ce sont essentiellement :

- . Construction d'un local bibliothèque, avec :
 - un compartiment stockage des ouvrages,
 - un compartiment traitement-saisie de références d'ouvrages,
 - un compartiment duplication-reproduction,
 - un compartiment consultation d'ouvrages,

avec des locaux climatisés et protégés, meubles de rangement et de travail.
- . Formation et mise en place de personnel au traitement des données bibliographiques :

Avec nécessité de stage de formation à l'informatique et à l'analyse des données bibliographiques pendant un minimum de 2 mois.
- . Acquisition de matériel informatique :
 - Micro-ordinateur IBM PC
 - Logiciel de gestion de base de données bibliographiques
 - Imprimante
 - Traceur A0
 - Onduleur
- . Acquisition de matériel technique
 - Photocopieurs
 - Tireuse de plan A0
- . Intervention d'un expert en documentation pour l'équipement du centre de documentation pendant 6 mois en 3 missions/
- . Le fonctionnement du centre :

Pendant une durée de 12 mois.
- . La mise en place par l'Administration :
 - d'un chef de centre documentaire,
 - d'un adjoint opérateur.

7.4.3.6 Mise en place et fonctionnement au Sénégal d'un modèle mathématique des nappes

a. Justification

Les nappes du bassin sédimentaire sénégalais, sollicitées de manière importante, surtout pour l'alimentation en eau de Dakar, ont fait l'objet depuis plusieurs années de modélisation mathématique.

Tous ces modèles mathématiques n'ont pas été mis en place au Sénégal mais ont fonctionné aux sièges des Bureaux d'Etudes, à l'extérieur du pays.

Les moyens de la DGRH ont été renforcés ces dernières années dans le cadre des projets PNUD SEN 81/003 et 88/002, avec la mise en place de bases de données informatisées, de matériel informatique, de formation du personnel.

La DGRH possède un modèle mathématique de nappe, le modèle VAL, qui n'a jamais été effectivement utilisé localement.

Il serait souhaitable de mettre en oeuvre les moyens nécessaires au fonctionnement de ce modèle sur place.

Une modélisation pourrait concerner en priorité :

- l'Oligo-Miocène du bassin sédimentaire casamançais,
- les aquifères du Littoral Nord (de Dakar à Saint-Louis) soit le Quaternaire et les calcaires du Lutétien.

b. Données disponibles et nécessaires

- Dans le cadre de la simulation du fonctionnement des aquifères du Littoral Nord, une grande quantité de données piézométriques et de qualité d'eaux sont disponibles dans les enregistrements du logiciel SURNAP de la DEA (16 904 enregistrements sur 471 piézomètres, une partie seulement intéressant les aquifères cités).
- Dans le cadre de la simulation des aquifères du bassin sédimentaire casamançais, l'étude hydrogéologique réalisée pour la DEA (ex DEH) en 1983 peut fournir des données de levés piézométriques sur une cinquantaine d'ouvrages.

Celles-ci seraient à compléter par une tournée de terrain destinée à relever les niveaux piézométriques d'un nombre équivalent ou supérieur d'ouvrages.

- Une actualisation des prélèvements réalisés par la SONEES et par les ouvrages sous contrôle de la DGRH devra être nécessaire par une tournée de terrain et une synthèse de la documentation existante dans les 2 services, en particulier avec l'aide des bases informatisées fonctionnant actuellement à la DGRH (GOREE, BOCAR, SAIFOR).

c. Possibilités du modèle d'hydrodynamique souterraine "VAL"

Ce modèle utilisable sur micro-ordinateur IBM PC AT permet de simuler des cas de figure très variés et peut être intégré aux outils mis au point par le BRGM, ce qui est le cas des bases de données actuellement en fonctionnement à la DGRH.

Plusieurs équations de calcul et à plusieurs options (multicouche, mailles de différentes tailles) permettent de simuler :

- . nappe captive,
- . nappe captive avec domaine multicouches,
- . plusieurs tailles de mailles, prises en compte des échanges nappes-rivières,
- . nappe libre avec réseau de drainage complexe,
- . nappe libre avec possibilité de plusieurs mailles et excavations dans le réservoir aquifère,
- . introduction de transmissivités différentes selon deux axes permettant la simulation de cas de figures :
 - représentation en plan d'un aquifère comportant des discontinuités,
 - représentation verticale avec prise en compte de l'anisotropie,
- . nappe libre avec possibilité de domaine multicouche.

Les fichiers du modèle VAL sont :

- le fichier travail d'accès direct non formaté,
- le fichier commande de type séquentiel formaté,
- le fichier commande de régime transitoire,
- les fichiers sortie.

Sur compatible PC AT les limitations du modèle sont :

- 8000 mailles,
- 4 tailles de maille,
- 99 pas de temps,
- nombre de couche illimité.

d. Mise en oeuvre

La modélisation mathématique des nappes comportera les étapes suivantes :

- . synthèse des données disponibles,
- . enquête de terrain permettant de compléter les données de production, positionnement et actualisation des ouvrages de contrôle et d'exploitation,
- . enquête piézométrique dans le bassin sédimentaire casamançais,
- . calage et fonctionnement du modèle mathématique,
- . calcul de plusieurs scénarios d'exploitation.

e. Appui de personnel-extérieur

Un hydrogéologue modéliste ayant de bonnes connaissances du modèle VAL devra intervenir au cours du projet pendant un total de 5 mois en 5 missions.

Il assurera lors de sa présence dans le pays la formation du personnel sénégalais à l'utilisation du modèle.

7.4.3.7 Renforcement des moyens informatiques de la DGRH pour le suivi et l'exploitation des aquifères

a. Les bases de données actuellement utilisées à la DGRH

Les logiciels principalement utilisés par la DGRH sont les suivants :

- . GOREE : Développé sur Micro-ordinateur compatible IBM fonctionnant grâce à 2 bases de données : village, ouvrage.
- . SAIFOR : En langage basic compilé permettant de stocker et traiter les données de forage.
- . SURNAP : Permettant le suivi piézométrique et physico-chimique sommaire des nappes.
- . BOCAR : Logiciel de gestion des ressources exploitées avec 2 bases de données : localité, point d'eau.

b. Améliorations à apporter aux bases de données existantes et compléments de matériel nécessaires

Ceci concerne :

- . L'étude et l'amélioration de la liaison entre les bases de données GOREE d'une part et SURNAP d'autre part, avec transferts possibles d'informations d'une base sur l'autre.

Ceci nécessite l'amélioration de chaque logiciel pour que les 2 bases ne soient plus, comme actuellement, totalement indépendantes.

C'est essentiellement la base de données SURNAP qui est à renforcer par la possibilité d'actualisation à partir de données issues de SAIFOR :

- profondeur des ouvrages,
- géologie schématique,
- équipement.
- . L'amélioration des bases de données GOREE et SAIFOR pour le stockage des données de puits (modernes et traditionnels) du pays.
- . L'amélioration de la base de données SURNAP en fonction des éléments cités précédemment, mais aussi au niveau :

- de la possibilité de sorties cartographiques,
- de la possibilité de sorties graphiques constituées de plusieurs paramètres et plusieurs ouvrages à comparer entre eux,

La fourniture de matériel informatique complémentaire à la base SURNAP de la DEA :

- logiciel de cartographie,
- table traçante format A0,
- table à digitaliser,
- extension de mémoire sur les micro-ordinateurs de la DEA.

La création de nouvelles bases de données :

- Physico-chimiques, plus détaillées que celles actuellement disponibles dans SURNAP, et évolutives, avec module de tracés graphiques de plusieurs éléments sur plusieurs ouvrages.
- D'exploitation, permettant d'intégrer les données disponibles à la SONEES ou qui peuvent être relevées par la DGRH, ceci permettant d'aboutir à l'estimation la plus exacte possible des débits extraits par ouvrage, par aquifère, par zone, sur une période considérée. Cette base de donnée pourrait être alimentée et exploitée parallèlement par les différentes divisions de la DGRH : la DEA et la DEM, et permettrait d'affiner, à tout moment, les bilans de nappes.
- De maintenance : cette base, complémentaire à la précédente, pourrait être alimentée par la DEM qui ne dispose actuellement d'aucune base informatisée mais qui possède toutefois du matériel informatique (Macintosh et compatible IBM PC).

c. Actions complémentaires à entreprendre

Formation de personnel supplémentaire à l'informatique

Actuellement, la saisie des données est assurée par un cadre de l'Administration, chef de section inventaire et gestion des ressources en eau, par un adjoint et un secrétaire.

La formation de 2 cadres et 2 agents de saisie en plus est indispensable pour l'ensemble DEA-DEM.

Formation plus poussée à l'informatique

Pour plusieurs cadres de l'Administration, permettant d'adapter quelques possibilités supplémentaires sur certaines bases de données si cela s'avère nécessaire au cours de l'utilisation de ces bases.

d. But du renforcement proposé

Il s'agit en résumé d'arriver à :

- établir au plus vite un annuaire informatisé de tous les points d'eau du pays (forages, puits, ouvrages de reconnaissance, piézomètres),

pouvoir stocker toutes les données disponibles sous forme brute dans les différents services administratifs chargés des problèmes de l'eau :

- physico-chimique et bactériologie (SONEES),
- maintenance (DEM),
- piézométrie (SONEES),

aboutir à une estimation précise des caractéristiques et des bilans d'eau souterraine du pays.

e. Appui en personnel extérieur

Cet appui comprendra l'intervention :

d'un ingénieur hydrogéologue, ayant de bonnes connaissances dans l'utilisation et la conception de bases de données, pendant 4 mois, en 2 missions, ceci pour :

- évaluer :
 - * le complément de données à stocker,
 - * les éléments à transférer d'une base sur une autre,
 - * le type d'outil et de restitution nécessaire face aux besoins de la DGRH,
- participer à la conception des nouvelles bases de données ou les améliorations des bases existantes,
- rechercher, trier, stocker toutes les informations disponibles à la DGRH et autres services concernés par le volet eaux souterraines,
- assurer une formation à l'hydrogéologie au personnel de la DGRH,

d'un ingénieur informaticien, pendant 4 mois, en 2 missions, pour :

- rechercher, améliorer ou créer des bases de données complémentaires,
- lancer le fonctionnement de ces bases de données,
- former le personnel de la DGRH à l'informatique, à plusieurs niveaux :
 - * de base : pour le contrôle et la saisie des informations
 - * supérieur : conception, modification, application des bases de données.

f. Formation de personnel

En plus des formations lors de la présence de l'hydrogéologue et de l'informaticien de Bureaux d'Etudes extérieurs, il serait souhaitable que 2 cadres de l'Administration suivent un stage orienté vers l'hydrogéologie et l'informatique appliquée à l'hydrogéologie.

7.4.3.8 Appui à la cellule "Eaux souterraines" de l'OMVS

a. Contexte actuel

L'OMVS, dans le cadre du projet OMVS-USAID n° 625 0958 qui s'est achevé à la fin juin 1990, a pu :

- . être équipée de matériel informatique conséquent permettant la saisie et la restitution de données géologiques-hydrogéologiques et physico-chimiques des nappes en bordure du fleuve Sénégal,
- . être équipée de plusieurs logiciels de gestion de base de données et de restitution graphique,
- . réaliser une campagne de piézomètres de petit diamètre,
- . assurer un suivi du réseau piézométrique et le stockage des données issues des tournées régulières de contrôle,
- . réaliser des rapports finaux des observations faites sur le Delta du fleuve et le Haut Bassin (Manantali).

b. Appui et renforcement nécessaire à la cellule "Eaux Souterraines"

Cet appui et renforcement sont consécutifs à l'arrêt du projet 625 0958. Il vient de plusieurs ordres :

- . Amélioration des logiciels de stockage des données :
 - suppression nécessaire des erreurs résiduelles constatées dans logiciels GES et GROUNDWATER,
 - amélioration des logiciels graphiques et cartographiques (GES),
 - possibilités de restitution d'un document contenant des informations provenant des logiciels GES et GROUNDWATER,
 - homogénéisation de la codification du réseau piézométrique avec la codification de la DGRH.

L'appui se traduira par l'intervention d'un ingénieur informaticien d'un Bureau d'Etudes pendant 1,5 mois, la fourniture si nécessaire de logiciels complémentaires, l'intervention d'un ingénieur hydrogéologue pendant 0,5 mois pour évaluer et préciser les améliorations nécessaires et possibles.

- . Appui pour l'élaboration des rapports de synthèse des observations faites par l'OMVS.

Cet appui se traduira par :

- l'intervention d'un ingénieur hydrogéologue d'un Bureau d'Etudes.
- . La formation du personnel de l'OMVS :

- A l'hydrogéologie : un cadre hydrogéologue supplémentaire est nécessaire dans la conjonction de l'équipe actuelle. La personne qui sera désignée par l'Administration aura une formation sur place pendant la présence de l'hydrogéologue expatrié.
- A l'informatique : dans ce cas aussi, la présence d'un informaticien supplémentaire est nécessaire à l'OMVS. La formation de la personne désignée se fera lors de la présence de l'Ingénieur informaticien expatrié.

7.4.3.9 Etude du bilan d'eau sur un bassin expérimental

a. But de l'étude

Le but du projet est de déterminer, de façon précise, sur un bassin versant expérimental, un bilan de nappe précis, comprenant :

- . observation des données pluviométriques,
- . suivi des fluctuations piézométriques des nappes,
- . mesure des débits aux exutoires des eaux de surface,
- . estimation des débits relevés.

Ceci doit permettre d'affiner les connaissances sur les phénomènes d'alimentation, d'évapotranspiration et de déterminer la recharge annuelle des nappes.

b. Choix de la zone d'étude

Le bassin à étudier doit avoir une superficie assez réduite, de l'ordre de 300 à 400 km². Il doit intéresser un aquifère.

Le choix peut se porter sur la région de la Sokone, avec la rivière Nema et intéresser, au niveau eaux souterraines, l'aquifère du Continental Terminal.

c. Organisation de l'intervention

- . Contrôle de terrain, afin de préciser et de sélectionner la position des ouvrages de contrôle et d'exploitation de la zone d'étude, sur la base d'une centaine de points d'observation à sélectionner.
- . Installation de matériel de mesure.
- . Campagne de mesures sur une année hydrologique.
- . Estimation des bilans de nappe.

Ceci nécessite un renforcement des moyens actuels de la DGRH.

d. Appui de personnel extérieur

Il peut se faire par l'intervention de personnel extérieur hydrogéologue et hydrologue pendant 3 mois chacun.

7.4.4 Diffusion des données

La centralisation de toutes les données relatives aux eaux souterraines à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est une première étape nécessaire :

- Amélioration et renforcement des banques de données hydrogéologiques.
- Création d'un centre de documentation permettant de rassembler tous les rapports d'études et de projets exécutés au Sénégal.
Les banques de données hydrogéologiques doivent être valorisées, c'est-à-dire en mesure d'apporter les éléments de base indispensables à tous les intervenants dans ce secteur permettant une exploitation rationnelle des ressources en eau souterraine.

Pour cela, il faut favoriser la diffusion des données. La DGRH doit faire connaître :

- l'existence des banques de données hydrogéologiques et les informations qu'elles contiennent,
- l'existence d'une documentation complète avec des moyens informatiques permettant d'effectuer des recherches sur tous les aspects liés à la ressource en eau.

La DGRH doit nécessairement mettre au point un bulletin d'information diffusé dans tous les services techniques des ministères et dans certaines sociétés. Une périodicité annuelle paraît adaptée. Le contenu de ce bulletin serait :

- Informer tous les intervenants dans le domaine des ressources en eau sur l'organisation et le fonctionnement de la DGRH.
- Faire savoir ce que les différents services de la DGRH peuvent fournir comme prestataires :
 - études d'implantation,
 - mesures de géophysique,
 - consultation de banques de données hydrogéologiques,
 - fourniture d'éléments hydrogéologiques à tout service demandeur,
 - suivi d'un réseau piézométrique de surveillance,
 - disponibilité de documentation (nature d'ouvrages, mode de classement, modalité de consultation des documents),
 - fourniture d'informations synthétiques sur les ressources en eau sous forme de tableaux, cartes, graphiques.

7.4.5 Recommandation générale dans le domaine de l'informatique

Le Sénégal étant un pays avancé dans le domaine du stockage informatisé des données sur les eaux souterraines, il est important que ces données soient mises en valeur de la meilleure manière et qu'elles puissent être associées à des données concernant d'autres domaines en relation avec celui de la ressource en eau ; par exemple :

- . population,
- . cultures,
- . revenus,
- . exploitation de l'eau.

Les logiciels existants à la DGRH sont performants bien qu'ils aient le défaut et la qualité d'être fermés. Les fichiers ne sont pas au standard dBASE. Les données stockées peuvent toutefois être contrôlées.

Les traitements et extractions de données nécessaires doivent utiliser des logiciels spécifiques permettant d'obtenir les résultats désirés.

Un interface permettant l'exploitation des données vers un format destinataire ou l'importation à partir de ce même destinataire est nécessaire de manière à traiter les données à la convenance de chacun.

En ce qui concerne le système d'information géographique, fin d'un choix de traitement de données, ATLAS GIS semble un choix satisfaisant par son coût, sa convivialité, sa facilité de mise en oeuvre.

7.5 Projets identifiés

L'ensemble des recommandations faites ici, les termes de référence de l'étude (généraux et spécifiques) ont permis d'identifier un certain nombre de projets permettant de combler une grande partie des lacunes observées en matière de données de base et de moyens permettant une évaluation précise des ressources en eau.

Ces projets identifiés font l'objet de documents de projet, présentés dans l'annexe B.

La liste de ces projets fait l'objet du tableau 7.5.1.

Tableau 7.5.1 - RECAPITULATIF DES PROJETS IDENTIFIES

N°	Agence gouvernementale	Titre proposé	Coût US\$
SEN 01	Direction de la Météorologie Nationale	Traitement des données pluviographiques	171 500
SEN 02	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Etude du bilan sur bassin expérimental	251 500
SEN 03	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Modernisation de la Section d'Hydrologie	333 000
SEN 04	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Etude de petits bassins versants représentatifs	500 000
SEN 05	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Renforcement des moyens informatiques de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique pour le suivi et l'exploitation des aquifères	311 600
SEN 06	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Définition et suivi du réseau piézométrique national	575 375
SEN 07	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Mise en place d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique	483 700
SEN 08	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Campagne de prélèvements pour la qualité des eaux au Sénégal Synthèse des résultats	316 750
SEN 09	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Actualisation de la carte hydrogéologique du Sénégal au 1/500 000	279 900
SEN 10	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Mise en place d'un centre de Documentation à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique	291 800
SEN 11	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Fonctionnement d'un modèle mathématique de nappe des formations sédimentaires	273 300
SEN 12	Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS)	Appui à la Cellule des Eaux Souterraines de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal	180 650
SEN 13	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique	Etude du bilan eau sur un bassin versant expérimental	235 300

Nous indiquons ci-après le chronogramme montrant l'enchaînement des projets qu'il faudra respecter ainsi que l'ordre de priorité, ceci dans l'optique où les sources de financement mobilisables ne

EVALUATION HYDROLOGIQUE DE L'AFRIQUE SUB-SAHARIENNE CHRONOGRAMME DES PROJETS PROPOSES POUR LE SÉNÉGAL

Projets identifiés	An 1												An 2												An 3																
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36					
Renforcement des moyens informatiques de la DGRH pour le suivi de l'exploitation des aquifères																																									
Définition et suivi d'un réseau piézométrique national																																									
Mise en place d'un laboratoire d'analyses physicochimiques et bactériologiques des eaux de la DGRH																																									
Campagne de prélèvement à la qualité des eaux - Synthèse																																									
Actualisation de la carte hydro-géologique du Sénégal à 1/500 000e																																									
Fonctionnement d'un modèle mathématique de nappes du sédimentaire à la DGRH																																									
Appui à la cellule "eaux souterraines" de l'OMVS																																									
Mise en place d'un centre de documentation à la DGRH																																									
Etude du bilan d'eau sur un bassin versant expérimental																																									

7 - 36

Tableau 7.5.2

Priorité 1
 Priorité 2

DOCUMENTS DE REFERENCE

Auteur	Titre	Année
BETURE-SETAME	Renforcement de l'approvisionnement en eau de la région de Dakar - 1986-1991 Phase intérimaire Tome 1 : Données de base - Rapport provisoire	1986
	Renforcement de l'approvisionnement en eau de la région de Dakar - 1986-1991 Phase intérimaire Tome 1 : Rapport provisoire - Annexes	1986
Nations Unies	Les eaux souterraines de l'Afrique Septentrionale et Occidentale "Ressources naturelles/Série Eau" n° 18	1987
OMVS/USAID	Répertoire des travaux de cartographie. Levés terrestres et couvertures aériennes du bassin du fleuve Sénégal	1987
DEH/DGRH	Gestion et protection des ressources en eau souterraine du Sénégal Projet de rapport final Projet PNUD/OPS : SEN 81/003	1988
BETURE-SETAME	Renforcement de l'approvisionnement en eau de la région de Dakar - 1988-2020 Phase intérimaire Tome 5 - Rapport de synthèse	1988
BRGM	Etude des ressources en eau souterraine du Sénégal Synthèse générale du projet 89 DAK OI D EEE	1989
SONEES	Rapport annuel 1989	1989
Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique Ministère de l'Industrie et de l'Artisanat	Rapport sectoriel sur l'hydraulique	1990
BRGM	Etude en vue de l'élaboration du Plan Directeur de l'Hydraulique Rurale du Sénégal Rapport n° 1 - Provisoire	1990
DEH/DGRH	Contrôle piézométrique et hydrochimique des nappes souterraines du Sénégal Note d'information annuelle Projet SEN 88/002 "Eaux Souterraines"	1990
DGRH	Le secteur de l'Hydraulique "Bilan des réalisations et programmes à court et moyen termes" présenté à l'occasion de la session budgétaire de l'Assemblée Nationale en juin 1990	1990
	Plan Directeur National des Ressources en Eaux Projet PNUD SEN 87/006 Méthodologie de l'étude	1990
OMVS	Rapport de synthèse hydrogéologique Delta du fleuve Sénégal - Période d'observation 1986-1990	1990
OMVS/DIR/PES	Projet OMVS/USAID n° 625 0958 Eaux souterraines - Rapport Final - Volume 1	1990
Cellule des Eaux Souterraines de l'OMVS	Cellule des eaux souterraines - Situation au 31 janvier 1991	1991

ANNEXE A

**TERMES DE REFERENCE SPECIFIQUES
AU SENEGAL**

Les termes de référence de l'Etude comportent ci-après et pour chaque rubrique une référence entre parenthèses se rapportant aux Chapitres et Paragraphes du texte du Rapport traitant du sujet.

1. Hydrométéorologie

Le Consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires concernant :

- l'adéquation du réseau (différentes catégories de stations) aux besoins en données pour les différents secteurs d'aménagement: agriculture pluviale et irriguée, hydroélectricité, lutte contre la désertification;

3.6.1.2; 6.1

- amélioration de l'équipement des stations: pièces de rechange, modernisation (appareils à mémoire longue durée dans les sites isolés), renforcement de la logistique pour la maintenance;

7.2

- amélioration des télécommunications entre les stations et le centre météo national: liaisons BLU, groupe électrogène solaire...;

7.2

- renforcement des capacités de traitement informatique: acquisition de matériel compatible, rapide et de grande capacité mémoire;

fiche n°10

- amélioration des locaux spécialisés (archives, laboratoire de maintenance, ateliers divers) au centre national, salles d'observations et éventuellement habitations d'observateurs en station (pour assurer une veille complète);

6.2

- la constitution d'une banque informatisée des données climatologiques nationales en tenant compte des fichiers existants (ASECNA, AGRHYMET, ORSTOM/CIEH), bruts critiqués;

3.4

- la préparation d'études de synthèse, du type atlas climatologique, pour porter les données élaborées à la disposition des utilisateurs;

fiche n°10

- le renforcement des effectifs du personnel dans les différentes disciplines: météorologie/climatologie classe 1, informatique (software , hardware), maintenance.

3.1; 7.2

2. Eaux de surface

- revue des différents programmes de renforcement des activités hydrologiques, tant au niveau national qu'international (bassins du Sénégal, de la Gambie et de la Kayanga) pour identifier les résultats attendus et éventuellement les lacunes qui pourraient subsister, afin d'évaluer les besoins complémentaires dans les principaux domaines suivants:

- réseau: adéquation aux besoins de conception des projets d'aménagements hydrauliques tant du point de vue quantitatif (petits et grands bassins, estuaires à marée) que qualitatif (salinité, sédimentologie);

4.2; 4.3.4.2; 6.3.1; 6.3.2; fiche n° 12

- maintenance: renforcement des moyens pour l'entretien du matériel hydrométrique, de déplacement et d'analyse;

4.2.1.2; 4.2.1.3; 6.3.2; fiche n° 11

- archives: rassemblement des archives et de la documentation, et renforcement des moyens de stockage et de conservation;

4.2.1.2; 6.3.2; fiche n° 11

- traitement des données, équipement informatique et logiciels banque de données;

4.2.1.2; 4.3.4.1; 4.3.1; 6.3.1

- analyse des données: synthèse sur les régimes hydrologiques et paramètres caractéristiques, publications;

4.3.2; 6.3.1;

- gestion des ressources: systèmes de collecte des données en temps réel (télétransmission), prévision d'apports et de crues (modèles);

6.3; 7.3; fiche n° 11

- ressources humaines: effectifs, prévision des besoins, programme de formation et/ou de spécialisation.

4.1.2; 6.3.1; fiche n° 11

3. Eaux souterraines

Le Consultant devra faire les analyses et recommandations nécessaires concernant :

- . Les aspects institutionnels relatifs à la définition des tâches des différentes composantes intervenant dans le domaine des eaux souterraines (§ 6.5, 7.1.1 et 7.4).
- . Les moyens nécessaires pour suivre les réseaux piézométriques déjà mis en place et leur extension en vue de la création d'un réseau national (§ 7.4.3.2 - *Annexe B*).
- . Les moyens à mettre en oeuvre pour réaliser à court terme et dans de bonnes conditions de fiabilité, l'actualisation de l'I.R.H. et la saisie de ces données sur support informatique mis en place dans le cadre du projet PNUD "Gestion des Ressources en Eau" (§ 7.4.3.7 - *Annexe B*).
- . La comptabilité entre les différents systèmes informatisés mis en place au niveau du B.I.R.H., de la D.H.R. et de la D.E.M. (§ 7.4.3.7 - *Annexe B*).
- . Les moyens humains et matériels à mettre en oeuvre pour rassembler, organiser et conserver fonctionnellement les archives et la documentation relatives aux eaux souterraines (§ 7.4.3.5 - *Annexe B*).
- . La nécessité de mettre en place une cellule chargée d'une synthèse évolutive permanente des études hydrauliques en vue d'une meilleure connaissance et gestion des ressources en eau (§ 7.4.3.2 et 7.4.3.3 - *Annexe B*).
- . La possibilité de mettre en place une procédure adaptée de cartographie assistée par ordinateur pour effectuer et mettre à jour la synthèse évolutive ci-dessus mentionnée (§ 7.4.3.1 et 7.4.3.2 - *Annexe B*).
- . Une actualisation de la carte hydrogéologique du Sénégal à l'échelle à environ 1/1 000 000 (§ 7.4.3.1 - *Annexe B*).
- . Le renforcement des moyens matériels de la D.E.H. en équipements de locaux, véhicules et matériels de terrain (§ 7.4.3.4 et 7.4.3.5 - *Annexe B*).
- . La mise en place d'un programme de formation de personnel au niveau des différentes directions du Ministère de l'Hydraulique (§ 7.4.3.1, 7.4.3.2, 7.4.3.4, 7.4.3.5, 7.4.3.6, 7.4.3.7 et 7.4.3.8 - *Annexe B*).
- . L'opportunité et les moyens nécessaires à la D.E.H. pour réaliser les études hydrogéologiques suivantes (§ 7.4.3.6 et 7.4.3.9 - *Annexe B*) :
 - modélisation de la nappe profonde du Maestrichtien : simulation de l'état actuel de la nappe et évaluation de la ressource,
 - étude hydrogéologique complémentaire et modélisation du bassin casamançais,

- étude hydrogéologique de la bordure sédimentaire du Sénégal Oriental.

4. Impact des aménagements

Tous les aménagements existants ou futurs (alimentation en eau potable, en eau industrielle, aménagements hydroagricoles, hydroélectriques) susceptibles d'avoir un impact sur le régime des ressources en eau seront pris en compte dans la préparation des systèmes de mesure, de collecte et de traitement des données hydrométéorologiques, hydrologiques et hydrogéologiques.

oOo

ANNEXE B

DOCUMENTS DE PROJETS

DOCUMENT DE PROJET

PAYS : SENEGAL

DATE : Août 1992

PROJET N° : SEN/01

TITRE PROPOSE : **TRAITEMENT DES DONNEES
PLUVIOGRAPHIQUES**

**STRUCTURE GOURVERNEMENTALE
IMPLIQUEE:** Direction de la Météorologie Nationale

DUREE ESTIMEE : 24 mois

**Contribution internationale
provisoire :** 171 500 US\$

Coûts homologues estimés : à calculer

Source de financement : à rechercher

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1. Programme pour le pays

Les données pluviographiques sont utilisées en génie civil pour le dimensionnement des petits barrages et des collecteurs urbains. Elles sont aussi employées dans l'évaluation des risques d'érosion (formule de Wischmeyer).

Actuellement, ces données provenant des 30 stations synoptiques et climatiques ne sont pas encore dépouillées. Il est nécessaire de les sauvegarder sur support informatique puis de les exploiter (cartes et statistique).

1.2. Objectifs du projet

Le premier objectif est de fournir le matériel de dépouillement et le système de gestion des données pluviographiques afin de créer une banque de données.

Actuellement, la Direction de la météorologie nationale et plus particulièrement le Centre de calcul dispose de logiciels internes pour la saisie de la pluviométrie et du logiciel CLICOM pour les données climatologiques. CLICOM ne permet que la saisie des intensités horaires, après un dépouillement manuel. Le matériel disponible est actuellement trop restreint pour assurer une tâche supplémentaire.

A l'issue de la construction de la banque pluviographique, le second objectif est de produire une note statistique de synthèse sur la pluviographie au Sénégal.

2. Eléments les plus importants

- Fourniture du matériel de dépouillement et de saisie.
- Fourniture du logiciel de gestion de la banque de données (PLUVIOM).
- Formation du personnel au dépouillement, à la gestion de la banque et au contrôle de qualité.
- Elaboration de la banque.
- Fourniture de la bibliothèque ORSTOM de traitement statistique de la pluviométrie.
- Formation du personnel à l'utilisation de cette chaîne.
- Etablissement d'une note de synthèse sur la pluviographie au Sénégal.

3. Stratégie du projet

3.1. Quelles sont les Institutions qui bénéficieront en premier lieu des résultats et des activités du projet ?

La Direction de la Météorologie Nationale.

Les entreprises de génie civil pour les routes, les endiguements, les réseaux pluviaux urbains.

3.2. Bénéficiaires désignés

Grâce à la meilleure conception des projets routiers, des réseaux d'évacuation des eaux pluviales, l'ensemble de la population sera bénéficiaire.

3.3. Organisation du projet

Le maître d'ouvrage sera le Ministère de l'Équipement, du Transport et de la Mer et le maître d'œuvre sera la Direction de la Météorologie Nationale.

Un expert consultant interviendra pendant la durée du projet, soit deux périodes de 3 et 2 mois au début et à la fin des 24 mois du projet.

3.4. Stratégies alternatives de mise en œuvre

Pas de stratégie alternative

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1. Soutien homologue

Le Centre de calcul est suffisamment spacieux pour accueillir le nouveau matériel (2 ordinateurs, une imprimante et une table à digitaliser). Une simple réorganisation de l'espace suffira.

La formation au dépouillement des pluviogrammes et à l'utilisation du logiciel de gestion s'effectuera sur place avec l'assistance de l'expert consultant.

La formation à l'analyse statistique organisée à l'extérieur du pays sera d'une durée suffisamment brève (un mois) afin de ne pas porter préjudice à l'organisation de la Direction de la Météorologie Nationale.

4.2. Accords légaux et déployement futur du personnel

Peu ou pas de possibilité de quitter la Direction de la Météorologie Nationale.

5. Risques

Devant les soins apportés à l'entretien des pluviographes du réseau synoptique et climatique, il est anormal de ne pas valoriser les données collectées.

6. Interventions

6.1. Sommaire des interventions

Le projet se déroulera en 2 ans avec une affectation d'un expert climatologique pour deux séjours de trois et deux mois.

L'expert assurera le bon déroulement du projet et la formation des cadres.

L'expert passera les commandes du matériels nécessaires. La formation au dépouillement des pluviogrammes et à l'utilisation du logiciel de gestion s'effectuera sur place avec l'assistance de l'expert durant 3 mois.

L'actualisation des données pluviographiques durera environ 18 mois. A ce moment, la banque pluviographique sera complète. Un inventaire des données disponibles dans la banque devra être publié.

La seconde partie de valorisation de la banque débutera avec la formation de deux cadres supérieurs aux techniques d'analyse statistique. Cette formation durera un mois dans une structure spécialisée à l'extérieur du pays.

A la suite de ce stage, l'expert produira en collaboration avec les cadres formés de la division agro-climatologie, une analyse statistique de synthèse mettant en évidence les paramètres les plus importants de la pluviographie. (durée de l'affectation de l'expert : 2mois).

6.2. Budget schématique

Rubrique		Affectation	Unité	Quantité	Coût unitaire	US \$
Personnel	National	2 Techniciens 1 Ingénieur	Mois	2 x 18 1 x 3	p.m.	
	International	Consultant	Mois	3 + 2	20 000	100 000
Equipements	Informatique	Dépouillement Analyses Publication	Unité	2	11 000	22 000
		Logiciels	Unité	5	1 500	7 500
Fonctionnement	Fournitures	Bureau	Unité	18	1 000	18 000
	Publications	Bureau	Unité	2	5 000	10 000
Formation		2 bourses d'études	Mois	2	7 000	14 000
TOTAL						171 500

Personnel International

L'expert international est prévu pour deux périodes de trois et deux mois au début et à la fin du projet.

Pendant le premier séjour, il assurera :

- le démarrage du projet et les commandes de matériel,
- l'installation du matériel de dépouillement,
- la formation de deux techniciens au dépouillement des pluviogrammes,
- la programmation du dépouillement et de l'élaboration de la banque pluviographique pendant 16 mois.

Durant le deuxième séjour, il effectuera une analyse critique de la banque en collaboration avec les 2 cadres formés. Il rédigera avec ces cadres une note statistique de synthèse sur la pluviographie du Sénégal.

L'expert doit maîtriser parfaitement la langue française et avoir une grande expérience de l'informatique appliquée aux statistiques pluviographiques.

Formation

La formation assurée sur place par l'expert portera sur

- le traitement des pluviogrammes (maîtrise du logiciel PLUVIOM et/ou autres logiciels retenus par l'expert).
- la mise en pratique de l'enseignement statistique, reçu par les deux cadres, à travers la rédaction de la note de synthèse.

La formation aux statistiques appliquées à la pluviographie sera réalisée à l'étranger pour décharger les cadres de tout souci matériel et de toutes contraintes de travail extérieures à leur formation. Cette formation sera suffisamment brève (un mois) pour ne pas désorganiser la direction de la météorologie nationale.

Le laboratoire d'Hydrologie ORSTOM de Montpellier (France) peut assurer cette formation à la carte.

Equipement

L'équipement nécessaire au travail de dépouillement, à l'analyse statistique et à la publication est le suivant :

- une table à digitaliser (format A2),
- deux micro-ordinateurs 386 SX20 ou 386 DX25 avec 4 Mo. de RAM (coprocesseur mathématique, disque dur de 100 Mo, lecteur disquettes 5*1/4 et 3*1/2, souris),
- une carte graphique et un moniteur couleur d'une définition 1024x768,
- une imprimante du type HP Laserjet IIIp (ou équivalent) avec une extension mémoire de 2 Mo. de RAM,
- un lecteur de disque amovible du type BERNOUILLI (ou équivalent) à cartouche de 90 Mo.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/02
TITRE PROPOSE:	Etude du bilan d'eau sur un bassin versant expérimental
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH).
DUREE ESTIMEE:	12 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	251 500 \$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1. Programme pour le pays

Depuis plusieurs années, le Sénégal a initié des études permettant d'avancer vers une connaissance plus précise des aquifères et des ressources en eaux souterraines du pays :

- . Etablissement de la carte hydrogéologique du pays à l'échelle du 1/500 000 (1965)
- . Etablissement de la carte hydrochimique des nappes phréatiques de la République du Sénégal (1966)
- . Projet PNUD/DEH - SEN 81/003 "Ressources en Eau" : Suivis piézométriques et hydrochimiques des nappes, avec Mise en place de moyens de gestion informatisés, projet achevé en novembre 1988
- . Projet PNUD/DEH - SEN 88/002 "Mise en Valeur des Eaux Souterraines" : avec poursuite et renforcement du suivi piézométrique et hydrochimique des nappes, réalisation de piézomètres complémentaires, projet achevé en juin 1991
- . Projet PNUD/DEA - SEN 87/006 "Planification des Ressources en Eau" : qui a démarré en octobre 1990, dont l'objet est le renforcement institutionnel de la DGRH et qui doit aboutir sur l'élaboration du Plan Directeur National des Ressources en Eau.

Jusqu'à présent, les bilans de nappes ont été approximatifs. L'Etude d'un bilan hydrologique sur un bassin versant intéressant un aquifère permettrait d'avancer dans la précision des connaissances sur les phénomènes régissant le fonctionnement des aquifères et l'estimation des ressources en eau.

1.2 Objectifs du projet

Le but du projet est de déterminer, sur un bassin versant expérimental, d'une superficie de l'ordre de 400 km², un bilan de nappe précis, comprenant :

- . observation des données pluviométriques,
- . suivi des fluctuations piézométriques des nappes sur une centaine de piézomètres,
- . mesure des débits aux exutoires des eaux de surface,
- . estimation des débits relevés.

Ceci doit permettre d'affiner les connaissances sur les phénomènes d'évapotranspiration et de déterminer la recharge annuelle des nappes.

Cette étude pourrait se situer sur la région de la Sokone, avec la rivière Nema et intéresser, au niveau eaux souterraines, l'aquifère du Continental Terminal.

2. Eléments les plus Importants

- . Contrôle de terrain afin de mesurer et de sélectionner la position des ouvrages de contrôle et d'exploitation de la zone d'étude, sur la base d'une centaine de points d'observation à sélectionner.
- . Installation de matériel de mesure :
 - pluviomètres,
 - pluviographes,
 - limnigraphes.
- . Campagne de mesures sur une année hydrologique.
- . Estimation des bilans de nappé.

Cette intervention nécessite :

- . Un renforcement des moyens actuels de la DGRH au niveau :
 - du matériel de mesure : sondes électriques, conductivimètre, matériel de jaugeage,
 - des moyens de déplacement : véhicules et frais de fonctionnement.
- . l'Appui de personnel extérieur, soit intervention d'un hydrogéologue et d'un hydrologue :
 - pendant 1 mois chacun en début de projet, pour le choix du site à étudier, l'inventaire des sites de contrôle et d'exploitation, l'organisation des campagnes de mesure,
 - 1 mois chacun à la fin de la saison sèche et de la saison pluvieuse pour l'interprétation des résultats,
 - 1 mois en fin de projet pour l'élaboration d'un rapport final.

3. Stratégie du projet

3.1. Quelles sont les Institutions qui bénéficieront en premier lieu des résultats et des activités du projet ?

Le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui aura ainsi les moyens humains et en matériel de suivre une donnée importante sur la ressource et essentielle pour la pérennité de son utilisation.

La connaissance de ce type de donnée est d'un grand intérêt pour tous les organismes étudiant ou utilisant les données de base et d'évaluation des ressources en eau.

3.2. Bénéficiaires désignés

Dans le domaine de la connaissance des ressources en eau souterraine, le projet bénéficiera à tous ceux pour qui l'utilisation des ressources en eau souterraine constitue une composante obligatoire de leur projet :

- . alimentation en eau potable des populations,
- . alimentation en eau industrielle.

Dans d'autres domaines liés au développement du pays :

- . mise en valeur des ressources naturelles,
- . Etude de la pérennité de la ressource,
- . Organismes internationaux,
- . Bureaux d'Etudes,
- . Entreprises.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

Le Maître d'Ouvre sera la Direction des Etudes et des Aménagements.

Pour l'exécution du projet, la Direction de l'Eau devra disposer de l'appui d'un Bureau d'Etudes expérimenté, avec un hydrogéologue et un hydrologue pendant 4 mois chacun.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est relativement bonne : elle permettra d'assurer un niveau raisonnable à l'exécution des tâches envisagées ici.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le secteur privé du pays est actuellement en développement.

Cependant, il n'y a aucun indice laissant craindre que le personnel de la Division des Etudes et des Aménagements formé par le projet cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues et d'atteindre les objectifs

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet. Cependant, une incertitude demeure, à savoir le nombre d'ouvrages piézométriques utilisables dans la zone du projet.

En effet, il n'est pas prévu de réaliser des piézomètres dans le cadre du projet, mais uniquement d'utiliser ceux réalisés au cours de différents projets antérieurs.

6. Interventions

6.1 Sommaire des Interventions

Phase 1

Analyse des données existantes. Choix de site d'étude.

Durée : 1,5 mois.

Enquête de terrain pour situation des sites de contrôle et d'exploitation.

Phase 2

Mesure de débits et niveaux de saison sèche. Contrôle des exploitations. Durée : 1,5 mois.

Phase 3

Mesure de débits et niveaux de saison pluvieuse. Contrôle d'exploitation.

Durée : 1,5 mois.

Phase 4

Rapport de synthèse. Etude du bilan des eaux.

Durée : 1,5 mois.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel		1 Ingénieur hydrogéologue 4 mois x 20 000 \$	80 000
		1 Ingénieur hydrologue 4 mois x 20 000 \$	80 000
		- Voyages : 4 x 2 x 2 600 \$	20 800
		- Allocation de subsistance : 8 x 30 x 75 \$	18 000
		- Location villa : 1 000\$ x8	8 000
		- Déplacements locaux : 8 mois x 30 x 75 \$	18 000
	1 Ingénieur Hydrogéologue (12 mois)		p.m.
	- 1 Technicien hydrogéologue : (12 mois)		p.m.
	- 1 Technicien hydrologue (12 mois)		p.m.
	2 chauffeurs (12 mois)		p.m.
Equipement	4 limnigraphes 2 000 x 4		8 000
	3 pluviographes 3 x 1 500 \$		4 500
	2 sondes électriques : 1 000\$ x 2		2 000
	2 micromoulinets 2 x 3 000 \$		6 000
	- Location véhicules : 4.5 mois x 2 x 30 x 75 \$		20 250
	- Matériel de campement : 3 x 1 000 \$		3 000
Fonctionnement	- 2 véhicules : 4.5 mois : x 2 200\$		19 800
	- Consommables divers : 4.5 mois x 700 \$		3 150
Total			251 500

Personnel International

L'exécution du projet sera supervisée par un Bureau d'Etudes ayant une grande expérience dans le bilan de nappes, et se fera par la mise à disposition des études :

- . d'un Ingénieur hydrogéologue,
- . d'un Ingénieur hydrologue.

Formation

La formation concernera 1 Ingénieur hydrogéologue, 1 Technicien hydrogéologue et 1 Technicien hydrologue de la Division des Etudes et des Aménagements et se fera par formation pratique pendant la présence des 2 Experts au Sénégal.

Equipement

L'équipement consistera à acheter du matériel de mesure et de campement.

L'évaluation exacte sera établie lors de la présence des ingénieurs du Bureau d'Etudes, soit :

- . 4 Limnigraphes
- . 3 Pluviographes
- . 2 Sondes électriques
- . 2 Micromoulinets et accessoires.
- . 3 Lots de matériel de campement sommaire.

oOo

DOCUMENT DE PROJET

Pays:	SENEGAL
Date:	Août1992
Projet n°	SEN/03
Titre proposé:	Modernisation de la Section d'Hydrologie
Structure gouvernementale impliquée:	Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique, Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, Section d'Hydrologie
Durée estimée:	12 mois
Contribution internationale demandée:	333 000 US\$
Coût de la contrepartie locale:	à déterminer
Source de financement:	à déterminer

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Dans les pays de la zone soudano-sahélienne, de nombreux projets de développement, visant à permettre l'auto-suffisance alimentaire, sont limités par la faiblesse de la ressource en eau. Il est donc indispensable de gérer cette ressource de façon rationnelle, ce qui ne peut s'envisager qu'à partir d'une bonne connaissance de ses variations, à la fois dans le temps et dans l'espace.

La Section d'Hydrologie de la DGRH a pour mission de collecter les informations concernant les eaux de surface. Ces données peuvent être utilisées en séries de longue durée dans les étapes de conception et de dimensionnement de certains projets, ou en temps réel pour la gestion d'ouvrages.

La tenue d'un réseau de mesure réparti sur l'ensemble du réseau hydrométrique du pays, et observé de façon continue, est le seul moyen de constituer une banque de données consistante, à partir de laquelle on peut tirer les statistiques utiles aux aménageurs. L'utilisation de certaines données en temps quasi réel, nécessite en outre la mise en place d'un système de transmission adéquat pour les stations concernées.

1.2 Objectif du projet

Les objectifs du projet visent à palier certains problèmes, décrits dans les quatre points suivants:

- La gestion du réseau hydrométrique national est une charge très lourde pour la Section d'Hydrologie, qui consacre tout son budget au volet fonctionnement, et n'a pas les moyens de renouveler son matériel de terrain, dont une partie est aujourd'hui très usagé.
- Certaines stations de mesure des débits ont un étalonnage incomplet, du fait du manque de mesures de hautes eaux. Il s'agit surtout de stations où les crues, relativement brèves, ont peu de chance d'être mesurées lors des tournées de jaugeage, dont l'itinéraire est prévu à l'avance. Pour ces stations, la connaissance des cotes en temps quasi réel, permettrait de se présenter sur le site au moment opportun pour effectuer les jaugeages.
- Le bassin de la Kayanga, déjà équipé de la retenue d'Anambé, doit être équipé, à terme, d'une seconde retenue. La gestion optimale de ce système d'ouvrages nécessitera des informations hydrologiques en temps réel, en provenance d'au moins un ou deux points du bassin.
- Il n'existe pas actuellement, au Sénégal, de réseau permanent de mesure des débits solides. Quelques stations, réparties sur les principaux bassins, devraient être équipées pour ce type de mesures.

Le présent projet se propose donc de diminuer les coûts de gestion du réseau (par une étude de rationalisation de celui-ci), et de réparer, renouveler ou compléter certains équipements. Il prévoit également la mise en place d'un système de télétransmission des données, destiné d'une part à une augmentation notable de l'efficacité des tournées de jaugeage, et d'autre part à la gestion des ouvrages

de la Kayanga. Enfin un embryon de réseau de mesure des débits solides, composé de cinq stations réparties sur les principaux bassins, sera constitué.

2 Eléments les plus Importants

L'étude de rationalisation, menée sous la responsabilité d'un expert connaissant ce problème, devra déterminer un certain nombre de stations, dont la suppression permettra une économie financière substantielle, au prix d'une perte d'information minimale. Les critères retenus pour la sélection de ces stations seront la redondance des données qui y sont collectées, leur qualité, leur utilité, et le coût de leur obtention.

Le renouvellement de matériel devra permettre à chaque brigade hydrologique de disposer de l'équipement de jaugeage, du stock de pièces détachées, du moyen de locomotion et du mobilier d'archivage qui lui sont nécessaires pour gérer, dans de bonnes conditions, les stations à sa charge.

Le système de télétransmission des données sera mis en place sous la responsabilité d'un expert, qui dispensera en outre une formation de base pour son utilisation et pour les dépannages courants. Ce système consistant en limnigraphes télétransmetteurs (système Argos), postes émetteurs-récepteur et station de réception satellitaire, permettra de connaître la situation hydrologique de cinq stations en temps réel, à la fois au niveau de la base de la Section d'Hydrologie à Dakar, et au niveau des équipes concernées, sur le terrain.

Un embryon de réseau de mesure des débits solides sera constitué, à partir de stations où se font déjà des mesures classiques de débits. L'expert assurera la formation du personnel de la SH dans ce domaine, et veillera à l'achat des matériels nécessaires.

3. Stratégie du projet

3.1 Institutions qui bénéficieront en premier lieu du projet

La Section d'Hydrologie de la DGRH, qui pourra assurer dans de bonnes conditions matérielles, et à un moindre coût, une gestion efficace du réseau hydrométrique national.

La SODAGRI, organisme chargé de la gestion des ouvrages de retenue sur le bassin de la Kayanga.

3.2 Bénéficiaires désignés

Tous les utilisateurs potentiels de données hydrologiques concernant les cours d'eau du Sénégal, qu'il s'agisse d'organismes de développement, de la Direction des Travaux publics, de la Direction de l'Agriculture, etc.

3.3 Organisation du projet

Le maître d'oeuvre sera la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique.

Le projet sera mis en oeuvre dans le cadre de la Section d'Hydrologie.

Un expert sera affecté au projet pour une durée de 6 mois, pendant lesquels il aura la charge d'encadrer l'étude de rationalisation, les commandes de matériels, la mise en place du système de télétransmission, la mise en route des mesures de débit solide, et de dispenser aux personnel de la SH, les formations correspondantes.

3.4 Stratégie alternative de mise en oeuvre

Néant

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La Section d'Hydrologie accueillera le projet dans ses locaux, et désignera les membres de son personnel qui y participeront.

L'état sénégalais assurera la réfection de certains locaux délabrés, et la réparation de deux véhicules actuellement en panne.

4.2 Accords légaux et déploiements futurs du personnel

Néant

5. Risques

Ce projet fait partie du groupe de projets nationaux et régionaux initiés dans le cadre de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne.

Il est urgent de le mener à bien, afin de permettre à la Section d'Hydrologie d'être entièrement opérationnelle pour l'évaluation et le suivi des ressources en eau de surface.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

L'expert affecté coordonnera la mise en route et le déroulement des différentes opérations envisagées (voir 1.2). Sa première tâche sera de passer les commandes de matériel nécessaire, et de planifier les travaux, en collaboration avec le responsable de la SH..

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel	2 Ingénieur hydrologue (2 x 6 mois) 2 Techniciens (2 x 6 mois)	Expert hydrologue (6 mois x 20 000 \$)	p.m. p.m. 120 000
Equipement	- Véhicule 4 x 4		30 000
	- Matériel d'hydrométrie		60 000
	- Plate forme de télétransmission (5 x 15 000)		75 000
	- Station de réception		40 000
	- Emetteur récepteur BLU (5 x 4 000)		20 000
Fonctionnement	- Entretien matériel		5 000
	- Déplacements		10 000
	- Abonnement Argos (2 ans x 5 x 1 300)		13 000
TOTAL			373 000

Personnel international

Un expert est prévu pour la durée du projet, qui est de 6 mois.

Il devra avoir une grande expérience en hydrologie opérationnelle, particulièrement en ce qui concerne tous les travaux de terrain, la télétransmission des données, les mesures de débits solides, et la rationalisation de réseau hydrométrique.

Il devra être bon pédagogue et maîtriser parfaitement la langue française.

Formation

Le niveau de formation des agents de la SH est bon, et suffisant pour l'accomplissement de la mission qui leur est confiée.

Une formation supplémentaire sera dispensée, sur le tas, principalement dans les domaines concernant le système de télétransmission des données (utilisation, et opérations de maintenance de base), les mesures de débits solides (terrain, dépouillement), et la rationalisation du réseau.

Equipement

L'achat d'un véhicule est prévu dans le cadre du projet, ainsi que la remise en état complète (contrepartie de l'état sénégalais) de deux véhicules actuellement en panne.

Le lot de matériel à acheter devra comprendre au moins:

- 2 bateaux pneumatiques
- 1 moteur hors-bord
- 2 caisses complètes de moulinet
- 1 niveau de géomètre
- 100 éléments de mires limnimétriques de 1 mètre
- 1 lot important de pièces de rechange, pour la maintenance des limnigraphes et des équipements de jaugeage
- du petit matériel de terrain
- du matériel de campement
- du matériel de bureau
- 5 limnigraphes télétransmetteurs PH18 de CEIS
- 1 station de réception satellitaire SRDA de CEIS
- 5 postes émetteurs-récepteurs
- 1 interface pour le dépouillement sur ordinateur PC (logiciel HYDRON), des cartouches de stockage des données des PH18
- 1 lot de pièces détachées pour la maintenance du système de télétransmission.

DOCUMENT DE PROJET

Pays:	SENEGAL
Date:	Août 1992
Projet n°	SEN/04
Titre proposé:	Etude de petits bassins versants représentatifs
Structure gouvernementale impliquée:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique, Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, Section d'Hydrologie
Durée estimée:	3 ans
Contribution internationale demandée:	500 000 US\$
Coût de la contrepartie locale:	à déterminer
Source de financement:	à déterminer

1 But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Le dimensionnement d'un certain nombre de petits ouvrages hydrauliques (ouvrages de franchissement routier, retenues collinaires, dispositifs anti-érosifs, etc.), passe souvent par l'évaluation de caractéristiques hydrologiques des bassins versants concernés. Des méthodes classiques (Rodier ou CIEH) permettent d'évaluer certaines de ces caractéristiques (crue décennale par exemple), moyennant le calage d'un certain nombre de paramètres. Pour faire correctement ce calage, il est nécessaire de disposer de mesures directes effectuées sur des bassins versants comparables, de préférence situés dans la même région.

Peu de régions du Sénégal ont fait l'objet, à ce jour, d'études de petits bassins versants. Il est nécessaire de mener de telles études, au moins dans les régions suivantes, actuellement non représentées: vallée du fleuve Sénégal (Bakel-Matam-Kidira), vallée du Ferlo, Sénégal oriental (Kidira-Tambacounda). Dans ces régions, la Direction des Travaux Publics rencontre de nombreux problèmes de stabilité d'ouvrages routiers, et la Direction de l'Agriculture est demandeur de données pour la mise en place de retenues collinaires.

1.2 Objectif du projet

L'objectif du projet est de soutenir la SH (Section d'Hydrologie) de la DGRH (Direction du Génie Rural et de l'hydraulique), pour la réalisation de trois études de bassins versants, dans les régions proposées plus haut. La SH ne dispose pas, en effet des moyens financiers et matériels suffisants pour mener ce type d'étude, en plus de la gestion du réseau hydrométrique national.

La réalisation de ces études permettra de mettre à la disposition des aménageurs, des données caractéristiques des petits systèmes hydrologiques des régions envisagées, du point de vue de la ressource en eau, de l'érosion et du risque décennal.

2 Eléments les plus importants

- Les bassins à étudier devront être choisis pour leur représentativité (relief, végétation, sols) des régions concernées.
- Des sous bassins emboîtés seront étudiés, afin de déterminer le bilan hydrologique à différentes échelles.
- Un dispositif de mesure sera installé sur les bassins, pour y suivre la répartition spatiale des pluies, et l'écoulement aux exutoires.
- Des mesures de transport solide, permettant de caractériser l'érosion hydrique des sols, seront effectuées.

- Les observations seront effectuées pendant trois saisons des pluies consécutives, sur le terrain.
- L'exploitation des mesures visera en premier lieu à établir des relations pluie-débit fiables (modélisation), pour tous les bassins et sous bassins étudiés. On effectuera ensuite une extrapolation dans le temps de ces relations, à partir de données pluviométriques recueillies sur des postes voisins, observés depuis plusieurs années. Les résultats obtenus feront l'objet d'une étude statistique. L'interprétation et la présentation des résultats seront faits dans l'optique constante de pouvoir utiliser ceux-ci sur des bassins versants non étudiés (régionalisation).
- Un expert interviendra sous forme de courtes missions, situées à différentes étapes du projet (choix des bassins et commande des matériels, installation des dispositifs et formation sur le tas du personnel de la SH, modélisation et régionalisation des résultats).

3 Stratégie du projet

3.1 Institutions qui bénéficieront en premier lieu du projet

- La Section d'Hydrologie de la DGRH, dont le personnel acquerra une expérience complète de la technique d'étude des petits bassins versants.
- La Direction des Travaux Publics, qui pourra disposer de données hydrologiques fiables pour le dimensionnement correct des petits ouvrages de franchissement routier. La destruction de tels ouvrages est actuellement fréquente dans la région de Matam - Bakel - Kidira, du fait de leur sous-dimensionnement et de la mauvaise prise en compte de l'érosion hydrique (favorisée par la nature pédologique des sols et la faiblesse du couvert végétal).

La Direction de l'Agriculture et la Direction des Eaux, Forêts, Chasse et de la Protection des Sols, qui disposeront de données fiables pour la réalisation de retenues collinaires dans les régions concernées.

3.2 Bénéficiaires désignés

- Le trafic routier, régulièrement très gêné pendant l'hivernage, par la destruction d'ouvrages de franchissement routiers.
- L'agriculture et l'élevage en général, qui bénéficieront de l'aménagement de petites retenues d'eau bien dimensionnées.

3.3 Organisation du projet

Le maître d'oeuvre sera la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique.

Le projet sera mis en oeuvre dans le cadre de la Section d'Hydrologie, qui y affectera une partie de son personnel (6 personnes), et apportera le matériel informatique nécessaire pendant la phase d'exploitation des résultats.

Un expert interviendra sous forme de missions réparties sur toute la durée du projet.

3.4 Stratégie alternative de mise en oeuvre

Néant

4 Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La SH possède dès à présent le matériel informatique, et une partie du personnel nécessaire pour la réalisation du projet. Un bureau devra être mis à la disposition de l'expert, pendant ses missions. Un véhicule sera affecté au projet pendant les phases de mesure sur le terrain.

4.2 Accords légaux et déploiements futurs du personnel

Néant

5 Risques

Ce projet fait partie du groupe de projets nationaux et régionaux initiés dans le cadre de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne.

Il concerne une action urgente à mener en hydrologie de surface, puisqu'il permettra de combler une lacune importante en données, préjudiciable au développement d'infrastructures routières ou agricoles.

6 Interventions

6.1 Sommaire des interventions

L'expert interviendra en tant que conseiller auprès du Chef de la SH, pour la réalisation de ce projet.

Au cours d'une première mission, il choisira avec celui-ci, les bassins à étudier, et passera commande des différents matériels nécessaires.

Pendant la seconde mission, il encadrera la mise en place des équipements sur le terrain, et dispensera sur le tas, le complément de formation nécessaire, concernant les techniques de suivi de bassin versant.

Une mission située à mi-parcours du projet permettra de faire le point, et de régler d'éventuels problèmes.

La dernière mission, la plus longue, concernera l'interprétation des mesures (modélisation, statistique, régionalisation), et la formation du personnel de la SH appelée à y participer.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel	3 brigades hydrologiques		p.m.
		1 Expert hydrologue (9 mois x 20 000 \$)	180 000
Equipement	Véhicules 4 x 4 (2 x 30 000)		60 000
	Equipement Hydrométrique (3 lots)		120 000
	Matériel divers Cartes - Imagerie spatiale - etc...		20 000
Fonctionnement	(dont matériel de campement)		120 000
Total			500 000

Personnel International

L'intervention d'un expert est prévue, sous forme de missions ponctuelles, pour une durée totale de 9 mois.

Il assurera la tâche de conseiller auprès du chef de la Section d'Hydrologie, pour la réalisation du projet.

Il devra posséder une expérience poussée des études de petits bassins versants, et maîtriser parfaitement la langue française.

Outre la supervision du projet, il dispensera la formation nécessaire auprès des agents de la SH.

Formation

Les agents de la SH appelés à participer au projet recevront une formation sur le tas, leur permettant de maîtriser la technique d'étude des petits bassins versants.

Ceci concernera à la fois les mesures sur le terrain et l'interprétation des résultats (modélisation pluie-débit, statistique, régionalisation).

Equipement

Deux véhicules sont prévus en renforcement des moyens de déplacement

Pour ce qui concerne le matériel de mesure nécessaire, une partie -à définir- pourra être prise sur le matériel dont dispose la SH, à condition que cela ne fasse pas défaut pour la gestion du réseau hydrométrique national. Le reste sera acheté dans le cadre du projet. En tout, il faut prévoir au minimum, pour l'ensemble des trois bassins versants:

- 3 équipements de jaugeage
- 9 limnigraphes
- 15 pluviographes
- 60 pluviomètres
- Le matériel nécessaire pour les mesures de débit solide (prélèvements et analyses)

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/05
TITRE PROPOSE:	Renforcement des moyens informatiques de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique pour le suivi et l'exploitation des aquifères
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)
DUREE ESTIMEE:	12 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	311 600 \$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Dans le cadre des projets d'appui PNUD 81/003 et 88/002, la DGRH s'est équipée de moyens informatiques permettant l'inventaire des ressources en eau du pays et le suivi piézométrique des nappes souterraines.

Ces projets achevés respectivement en 1988 et à la mi-1991 sont suivis du projet 87/006 "Planification des Ressources en Eau", projet qui doit aboutir au cours de 3 ans à l'élaboration du Plan Directeur National des Ressources en Eau.

Compte tenu des données et résultats acquis par ces projets et des objectifs et moyens de celui en cours, il ressort actuellement une nécessité de renforcement des moyens de la DGRH, en particulier de la DEA, essentiellement au niveau matériel informatique et formation du personnel à l'informatique.

1.1 Objectifs du projet

L'objectif du projet est :

- . d'améliorer les bases de données existantes de la DEA,
- . de créer de nouvelles bases de données, surtout au niveau exploitation des eaux souterraines à la DGRH;
- . de renforcer les réseaux de la DGRH en personnel formé à l'informatique.

Le but est d'arriver à obtenir, dans les délais les plus rapides :

- . des annuaires des points d'eau du pays,
- . des bilans des ressources et exploitation des nappes,
- . toutes possibilités de sorties des données permettant un meilleur jugement et une meilleure aide à la décision, en particulier :
 - documents graphiques,
 - documents cartographiques.

2. Eléments les plus importants

Les éléments importants du projet consistent en la fourniture de moyens nécessaires pour : l'amélioration des bases de données informatisées existantes, l'amélioration de la compétence du personnel chargé du stockage des données hydrogéologiques, soit :

- . fourniture de matériel informatisé complet permettant toutes sorties graphiques nécessaires à une meilleure interprétation des données stockées sur les banques de données hydrogéologiques existantes,
- . amélioration des bases de données actuelles, surtout au niveau des quantités d'eau exploitées dans le pays,
- . amélioration des relations entre les diverses bases de données,
- . création d'une base de données exploitation, essentiellement utilisable par la DEM mais aussi par la DEA,
- . une formation complémentaire du personnel à l'informatique.

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural de l'Hydraulique (DGRH) dont les différentes divisions seront les premières utilisatrices de toutes les possibilités de bases de données hydrogéologiques, en tant qu'outil d'aide à la décision pour la réalisation de programmes d'équipement et pour contribuer au mieux à l'élaboration du Plan Directeur National des Ressources en Eaux.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet permettra l'utilisation optimale des informations stockées à la DGRH par les intervenants dans le domaine de l'évaluation et l'utilisation des ressources en eau du pays, tant au niveau quantité (volumes) qu'au niveau suivi (niveau) et au niveau qualité des eaux.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé par la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui agira en Maître d'Oeuvre.

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

Ce projet bénéficiera de l'appui technique des Consultants :

- . hydrogéologue pendant 4 mois,
- . informaticien pendant 4 mois.

3.4 Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Il n'y a pas d'alternative dans la mise en oeuvre du projet.

Cette stratégie est absolument indispensable pour l'utilisation optimale des données actuellement stockées dans le pays, et permettra l'élaboration de documents de synthèse : cartes hydrogéologiques, Plan Directeur National des Ressources en Eau.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel de la DGRH est bonne et devrait permettre un bon déroulement du projet.

La formation prévue du personnel permettra de palier aux insuffisances actuelles.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Aucun indice ne laisse actuellement craindre que le personnel qui sera formé ne cherche un emploi dans d'autres secteurs.

5. Risques

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposés à la suite de l'évaluation hydrologique en Afrique Sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraîne pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues et d'atteindre les objectifs

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler au sein de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, et intéresse :

- . la Division des Etudes et Aménagements (DEA),
- . la Division de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM).

6.1.1 Appui d'un Bureau d'Etudes

Pour la vérification, l'amélioration des bases de données existantes et la création de bases de données complémentaires, un Bureau d'Etudes mobilisera :

- . un Ingénieur hydrogéologue, au cours de 2 missions de 2 mois,
- . un Ingénieur informaticien, au cours de 2 missions de 2 mois.

Ces ingénieurs participeront lors de leur présence à la formation complémentaire du personnel de l'Administration à l'informatique et à l'hydrogéologie.

6.1.2 Acquisition de matériel informatique complémentaire

Toutes les possibilités des matériels et bases de données compatibles à la DGRH devront être analysées au cours des missions d'hydrogéologue et informaticien.

On peut déjà estimer les renforcements possibles :

- . mise en place du logiciel de cartographie,
- . acquisition d'une table traçante,
- . acquisition d'une table à digitaliser,
- . extension des mémoires des micro-ordinateurs de la DEA,
- . conception d'une base de données exploitation-maintenance,
- . création d'une base de données analyses physico-chimiques et bactériologiques,
- . conception de logiciels de liaison entre les différentes bases de la DGRH.

6.1.3 Formation du personnel

Elle se fera :

- . lors de la présence de l'Ingénieur hydrogéologue et de l'Ingénieur informaticien et pourra concerner deux cadres et deux agents de saisie de l'Administration,

par un stage de formation de 2 cadres dans un organisme extérieur : d'une durée de 6 mois, avec orientation "informatique appliquée à l'hydrogéologie".

6.1.4 Organisation du projet

au démarrage : stage de 6 mois pour 2 cadres de l'Administration,

puis : amélioration des bases de données : stockage complémentaire des données disponibles, pour une durée totale de 6 mois.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel		1 Ingénieur hydrogéologue 4 mois x 20 000 \$	80 000
		1 Ingénieur informaticien 4 mois x 20 000 \$	80 000
		- Voyages : 4 x 2 600 \$	10 400
		- Location villa : 1 000\$ x 4 x 2	8 000
		- Billets d'avion pour formation 2 x 2 600 \$	5 200
		- 1 Technicien supérieur informaticien (12 mois) - 1 Ingénieur hydraulicien (12 mois)	p.m. p.m.
Equipement	- Matériel informatique et logiciels		60 000
	- matériel complémentaire de bureau		10 000
Formation	- Stage d'initiation à l'informatique appliquée à l'hydrogéologie 2 personnes : bourses d'Etudes		40 000
Fonctionnement	- Déplacements locaux : 75 \$ x 240		18 000
Total			311 600

Personnel International

L'Expert hydrogéologue devra avoir une bonne expérience de la conception, de la gestion et de l'utilisation de bases de données dans le domaine des Eaux Souterraines.

L'Expert informaticien devra avoir une parfaite maîtrise des micro-ordinateurs, des logiciels de gestion des bases de données, l'amélioration et le transfert d'un système à l'autre.

Ils devront avoir une bonne expérience de la formation de personnel africain et avoir une parfaite maîtrise de la langue française.

Formation

Les besoins en formation de personnel national sont les suivants :

- formation de deux cadres de l'Administration à l'hydrogéologie et à l'informatique appliquée à l'hydrogéologie, soit 6 mois dans un organisme spécialisé,
- formation pratique de deux cadres et deux techniciens pendant la présence d'experts de Bureau d'Etudes.

Equipement

L'équipement à acheter consistera en du matériel informatique. Une évaluation préliminaire est donnée ci-dessous :

- 1 logiciel cartographie (ARCINFO)
- 1 table traçante format A0, électrostatique, monocouche,
- 1 table à digitaliser, format A1.
- extension de mémoire pour 2 micro-ordinateurs,
- 1 micro-ordinateur compatibilité IBM PC,
- 1 logiciel de base de données d'exploitation,
- 1 logiciel de base de données maintenance,
- 1 photocopieuse.

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/06
TITRE PROPOSE:	Définition et suivi d'un réseau piézométrique national
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)
DUREE ESTIMEE:	21 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	575 375 \$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Depuis plusieurs années, le Sénégal a initié des études permettant d'avancer vers une connaissance plus précise des aquifères et des ressources en eaux souterraines du pays :

- Etablissement de la carte hydrogéologique du pays à l'échelle du 1/500 000 (1965)
- Etablissement de la carte hydrochimique des nappes phréatiques de la République du Sénégal (1966)
- Projet PNUD/DEH - SEN 81/003 "Ressources en Eau" : Suivis piézométriques et hydrochimiques des nappes, avec Mise en place de moyens de gestion informatisés, projet achevé en novembre 1988
- Projet PNUD/DEH - SEN 88/002 "Mise en Valeur des Eaux Souterraines" : avec poursuite et renforcement du suivi piézométrique et hydrochimique des nappes, réalisation de piézomètres complémentaires, projet achevé en juin 1991
- Projet PNUD/DEA - SEN 87/006 "Planification des Ressources en Eau" : qui a démarré en octobre 1990, dont l'objet est le renforcement institutionnel de la DGRH et qui doit aboutir sur l'élaboration du Plan Directeur National des Ressources en Eau.

1.2 Objectifs du projet

Dans le cadre du projet SEN 88/002, un réseau piézométrique a été suivi dans le pays, soit 471 piézomètres intéressant 13 formations aquifères du bassin sédimentaire sénégalais. Les données des suivis ont été enregistrées sur le programme SURNAP de la DGRH/DEA.

Ces piézomètres ne sont pas également répartis dans l'ensemble des aquifères du pays mais sont localisés dans les zones les plus "sensibles", au niveau essentiellement des fortes demandes en eau.

La Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES) suit de son côté un réseau piézométrique au voisinage de Dakar constitué de 66 piézomètres

Le but du projet est d'analyser la répartition actuelle des points d'observation, de définir un réseau piézométrique national, intéressant tous types d'aquifères, répartis dans tout le pays, et d'assurer un suivi de ce réseau.

Le premier objectif sera :

- De sélectionner et de mettre en place un réseau piézométrique optimal d'observation sur l'ensemble du pays en retrouvant les ouvrages qui ont été équipés comme tels ou utilisables comme tels lors de différents projets antérieurs de suivi ou d'équipement.

- . De mettre en place les équipes chargées d'effectuer les mesures régulières.
- . De fournir à ces équipes le matériel et les moyens de déplacement pour effectuer le travail demandé.
- . De suivre un réseau piézométrique sur une année hydrologique complète avec observations de : niveaux, conductivité, pH, teneur en chlorures.
- . De centraliser les données recueillies.
- . D'effectuer une synthèse des données recueillies sous forme de rapport de fin de projet, comportant listings, cartes schématiques, conclusions principales.

Le deuxième objectif sera d'assurer la pérennité de ce réseau de mesures et des mesures effectuées, afin d'apprécier les variations annuelles et interannuelles de la piézométrie de la ressource souterraine.

Le troisième objectif sera de fournir des données fiables qui permettront d'alimenter un modèle mathématique de nappes.

2. Eléments les plus importants

Pour définir la densité d'un réseau de piézomètres, la façon la plus rationnelle possible est de déterminer ce qu'il faut :

- . surveiller,
- . suivre,
- . mesurer.

Les critères pour la conception d'un réseau piézométrique au Sénégal sont les suivants :

- . En zone de socle :
 - Suivre l'évolution du niveau de la zone fracturée à l'échelle interannuelle afin de déceler les éventuelles baisses de cette nappe, phénomène constaté depuis plusieurs années dans les pays sahéliens.
 - Evaluer la recharge des aquifères discontinus. La corrélation entre les fluctuations piézométriques avec différents paramètres climatiques conduira à évaluer la recharge (en utilisant un modèle hydroclimatologique global tel que l'un des modèles de simulation du bilan hydrique du CIEH).
 - Lorsque des débits importants sont prélevés dans un aquifère de fractures (cas de l'alimentation en eau d'un centre urbain), il faut surveiller la nappe et l'évolution du niveau piézométrique. Dans le cas de l'hydraulique urbaine, les prélèvements ne sont plus

négligeables par rapport à la recharge en zone de socle.

En zone sédimentaire :

- Surveillance de la configuration de la surface piézométrique de chaque aquifère principal (essentiellement Continental Terminal et sable du Maestrichtien).
- Mettre en évidence les zones de recharge, secteurs sensibles où l'environnement est à protéger.
- Appréhender la valeur du seuil pluviométrique d'alimentation de chaque aquifère, ce qui est une donnée essentielle pour estimer les risques au niveau de certains aquifères très sollicités.
- Enfin, fournir un élément supplémentaire permettant de mieux évaluer l'importance des réserves.

Les éléments les plus importants du projet sont :

- Inventaire et situation des ouvrages équipés en piézomètres ou utilisables comme tels.
- Sélection et choix d'un réseau piézométrique optimal.
- Nivellement des ouvrages choisis.
- Acquisition du matériel nécessaire : véhicules, matériel de mesure, moyens informatiques.
- Organisation de la procédure de mesure, des tournées.
- Etablissement d'une base de données simples et mise au point des documents de synthèse : listings, cartes, etc.
- Formation du personnel sénégalais aux procédures de mesure, à la saisie des données, à leur gestion et à leur contrôle.

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui aura ainsi à sa disposition un outil de surveillance des aquifères intéressant toutes les formations aquifères du pays et lui permettant de prendre les dispositions pour assurer une meilleure gestion des ressources en eaux souterraines.

A un autre niveau, la connaissance et le suivi de la piézométrie est une donnée primordiale pour tous ceux qui planifient son utilisation : Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal (SONEES), etc.

La connaissance de ce type de données et ses variations annuelles ou interannuelles est d'un grand intérêt pour tous les organismes étudiant ou utilisant l'hydrogéologie.

3.2 Bénéficiaires désignés

La définition et le suivi de ce réseau de mesure permettra à tous les utilisateurs d'eau souterraine, actuels ou à venir, de mieux planifier l'exécution des ouvrages de captage.

Le projet bénéficiera à tous ceux pour qui l'utilisation des ressources en eau souterraine constitue une composante obligatoire de leur projet :

- . Alimentation en eau potable des populations,
- . Alimentation en eau industrielle.

Dans d'autres domaines liés au développement du pays :

- . Mise en valeur des ressources naturelles,
- . Etude de la pérennité de la ressource,
- . Organismes internationaux,
- . Bureaux d'Etudes,
- . Entreprises.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé en collaboration avec la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique et, plus particulièrement, la Division des Etudes et des Aménagements (DEA).

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est relativement bonne : elle permettra d'assurer un niveau raisonnable à l'exécution des tâches envisagées ici.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le secteur privé du pays est actuellement en développement.

Cependant, il n'y a aucun indice laissant craindre que le personnel de la Division des Etudes et Aménagements de la DRGH, formé par le projet, cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues et d'atteindre les objectifs

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir pour le bon déroulement du projet. Cependant, l'incertitude pour ce projet, est de savoir quel est le nombre d'ouvrages piézométriques qui demeurent actuellement en état, le type d'aquifère touché, permettant de compléter et d'améliorer le réseau piézométrique actuel.

En effet, il n'est pas prévu de réaliser des piézomètres dans le cadre du projet, mais uniquement utiliser différents types d'ouvrages réalisés au cours de différents projets de suivi ou d'équipement en eau de localités et villages.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

Le projet devrait se dérouler sur 21 mois, au sein de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, avec l'assistance d'experts appartenant à un Bureau d'Etudes au cours de quatre missions totalisant 4,5 hommes/mois.

- Une mission n° 1 (1 mois), pour définir le réseau des points de mesure, la définition du matériel et des moyens à mettre en oeuvre,
- Une mission n° 2 (1 mois), pour l'enquête de terrain permettant d'ajuster le réseau piézométrique

optimal, la formation du personnel, le nivellement des ouvrages, le suivi du démarrage des mesures et de la collecte et de la saisie des données.

- . Une mission n° 3 (1 mois), après les mesures de saison sèche, afin de faire une première évaluation et les recommandations éventuelles,
- . Une mission n° 4 (1,5 mois), en fin de 2e phase de mesures (saison des pluies), pour faire l'évaluation, les conclusions et recommandations.

La DGRH désignera un responsable de projet.

Les techniciens seront chargés d'effectuer les mesures sur le terrain et de saisir les données sous forme informatique. Ils recevront donc une formation complémentaire sur le tas pour l'utilisation des micro-ordinateurs et de logiciels simples.

Le projet fournira le complément de matériel de mesure, le complément de matériel informatique nécessaire et assurera le fonctionnement du projet.

On peut estimer à 500 le nombre d'ouvrages qui pourront servir de piézomètres et constituer le réseau, soit environ :

- . 100 à 150 en zone de socle,
- . 350 à 400 en zone sédimentaire.

Le planning général de l'intervention pourra être :

- . 3 mois :Analyse des données existantes. Définition du réseau piézométrique optimal
- . 2 mois :Mesures topographiques. Nivellement
- . 12 mois :Suivi des nappes
- . 4 mois :Synthèse des données acquises

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel		1 Expert Hydrogéologue 4.5 mois x 20 000 \$	90 000
		- Voyages : 4 x 2 600 \$	10 400
		- Per diem : 4.5 x 30 x 75\$	10 125
		- Location villa : 1 000\$ x 4.5	4 500
	1 Ingénieur Hydrogéologue (21 mois)		p.m.
	- Techniciens : 17 mois x 4		p.m.
	- Techniciens : 21 mois x 2		p.m.
Equipement	4 véhicules légers (4x4) : 15 000 x 4		60 000
	1 baromètre de nivellement		1 000
	4 sondes électriques : 1 000\$ x 4		4 000
	5 limnigraphes x 3 700 \$		18 500
	- Matériel de mesures divers (pluviomètres, pluviographes)		15 000
Fonctionnement	- Fonctionnement véhicules: 3 x 17 x 2 200\$		149 600
	- Déplacements locaux : 75 \$ x 30 x 5 x 17		191 250
	- Consommables divers : 1 000 x 21		21 000
Total			575 375

Personnel International

-

L'Expert international devra avoir une bonne expérience en organisation de projet et en formation de personnel homologue et posséder une formation d'hydrogéologue, avec une expérience importante en Afrique. Il devra posséder en outre une expérience confirmée des problèmes de gestion de banque de données informatisées.

Il devra avoir une maîtrise parfaite de la langue française.

-

Formation

-

La formation concernera les cadres et techniciens qui participeront au projet et sera uniquement pratique. Elle sera faite sur le tas et portera sur :

- . L'organisation de campagnes de mesures piézométriques,
- . Les procédures de mesure,
- . La saisie et le traitement informatique des données,
- . La présentation des résultats.

-

Equipement

-

L'équipement consiste en fournitures, pour le projet, de :

Matériel de mesure

- . 5 Limnigraphes,
- . 4 Sondes électriques de 100 m,
- . 2 Sondes de profondeur, 1 de 100 et 1 de 200 m,
- . 4 Conductivimètres,
- . 4 pHmètres,
- . 4 Pluviomètres,

- . 1 Baromètre de nivellement.

Moyens de locomotion

- . 4 Véhicules légers 4 x 4.

oOo

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/07
TITRE PROPOSE:	Mise en place d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique.
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)
DUREE ESTIMEE:	19 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	483 700 \$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

La mobilisation des ressources en eau va s'accroître dans les années à venir, ce qui nécessite dès maintenant de connaître exactement et de surveiller la qualité des ressources en eau, de suivre la potabilité de l'eau fournie pour l'alimentation des populations.

Il devient donc essentiel, pour le Sénégal, d'avoir les moyens de réaliser, au sein de l'Administration directement concernée, des analyses de qualité d'eaux et d'avoir des données fiables sur la qualité de l'eau.

Les données actuellement disponibles sont très insuffisantes en quantité et en qualité au niveau de la DGRH.

Les données plus complètes sont disponibles dans d'autres services de l'Etat intéressés par le domaine de l'eau. Il est nécessaire actuellement que la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique puisse disposer d'éléments fiables de contrôle de qualité des eaux du pays et donc de posséder un laboratoire d'analyse physico-chimique et bactériologique des eaux.

1.2 Objectifs du projet

L'objectif principal du projet est de fournir à la Direction du Génie rural et de l'Hydraulique un laboratoire d'analyses physico-chimique et bactériologique des eaux.

Cet outil est indispensable à un contrôle régulier de la qualité des eaux distribuées mais aussi pour la bonne connaissance des ressources en eau du pays.

Même si d'autres services de l'Etat travaillant dans le domaine de l'eau possèdent des laboratoires d'analyse, il est nécessaire que la DGRH, organisme planificateur, possède un laboratoire d'analyse.

2. Eléments les plus importants

La création d'un laboratoire d'analyses physico-chimiques et bactériologiques des eaux doit comprendre :

- . La construction de locaux d'analyse,
- . La fourniture de matériel d'analyse,
- . La fourniture de petit matériel informatique pour stockage de données,
- . L'organisation du laboratoire pour une cadence des analyses de plusieurs milliers d'analyses par an,

- La formation du personnel du laboratoire à la micro-informatique, aux méthodes d'analyses et à la gestion d'un laboratoire.

Il doit permettre la réalisation d'analyses physico-chimiques et bactériologiques prévue dans ce cadre du projet "Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines du Sénégal", projet défini par ailleurs.

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

En premier lieu, le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui disposera des moyens lui permettant :

- d'effectuer un nombre important d'analyses d'eaux sur l'ensemble du territoire,
- de stocker les informations de manière efficace,
- d'utiliser des données fiables et compatibles entr'elles pour étudier plus en détail les qualités d'eau du pays et les problèmes y afférant,
- de remplir le rôle qui lui est confié par le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet bénéficiera à tous les intervenants dans le domaine de la mobilisation des ressources en eau qui sont demandeurs d'informations sur la qualité des eaux souterraines du pays :

- Alimentation en eau potable des populations,
- Eau industrielle,
- Eau pour l'agriculture,
- Pisciculture,
- Etc.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé par la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique et bénéficiera de l'appui de Consultants : un Ingénieur hydrochimiste et un Ingénieur informaticien.

Le premier interviendra au cours de 4 missions d'un total de 5 mois. Il organisera la fourniture des équipements, définira et coordonnera les travaux de construction du laboratoire, définira le programme de formation, mettra en place le matériel d'analyse.

Le second interviendra au cours de 2 missions totalisant 2,0 mois, pour la conception d'une base de données informatisée, le choix et la mise en place de matériel informatique, la formation et la saisie du personnel du laboratoire.

3.4 Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Les activités proposées par le projet permettront à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique de disposer d'un laboratoire d'analyses d'eau pouvant fournir des résultats fiables et en mesure de prendre en charge l'exécution de la campagne de mesures sur la qualité des eaux (de surface et souterraine) proposée par la présente étude.

Le présent projet doit impérativement démarrer 8 mois avant l'exécution de la campagne de mesures sur la qualité des eaux du Sénégal, ceci pour laisser le délai nécessaire à l'organisation nécessaire du laboratoire (travaux, achat de matériel, formation).

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est relativement bonne : elle permettra d'assurer un niveau raisonnable à l'exécution des tâches envisagées ici.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le secteur privé du pays est actuellement en développement.

Cependant, il n'y a aucun indice laissant craindre que le personnel de la DGRH formé par le projet ne cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

6. Interventions

6.1 Sommaire des Interventions

Il faut mettre en oeuvre les moyens suivants :

- a. **Construction d'un local laboratoire pendant une durée de 6 mois et comprenant :**
 - . pièce pour la géochimie-hydrochimie,
 - . pièce pour la bactériologie,
 - . pièce de stockage des produits,
 - . un bureau pour le responsable du laboratoire,
 - . un bureau informatique pour le stockage des données,
 - . une pièce pour le stockage des fiches d'analyse.
- b. **Fourniture de matériel de laboratoire.**
- c. **Mise à disposition d'un Ingénieur hydrochimiste expatrié pendant 5 mois, intervenant :**
 - . pendant 1 mois : définition du matériel à acquérir et conception des locaux,
 - . pendant 1 mois : contrôle de la construction du laboratoire,
 - . en 2 missions de 1,5 mois chacune pour :
 - la formation pratique du personnel de laboratoire,
 - organiser le travail du laboratoire de façon rationnelle,
 - la formation du chef de la Division Hydrochimie à la gestion d'un laboratoire d'analyses d'eau,
- d. **Mise à disposition d'un Ingénieur informaticien, en 2 missions :**
 - . 1 mois pour le choix du type de matériel à acquérir,
 - . 1 mois pour la conception d'une base de données de qualité des eaux.

- e. Le fonctionnement du laboratoire d'analyses pendant une durée d'un an.
- f. Formation du personnel d'analyse et du chef de laboratoire. Elle sera assurée lors de la présence des experts hydrochimiste et informaticien et sera complétée par un stage de 1 mois dans un centre spécialisé pour le chef de laboratoire.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel		1 Ingénieur Hydrochimiste (5 mois x 20 000 \$)	100 000
		1 Ingénieur informaticien (2 mois x 20 000 \$)	40 000
		- Voyages : 4 x 2 600 \$ 2 x 2 600 \$	10 400 5 200
		- Per diem : 8 x 30 x 75\$	18 000
		- Location villa : 1 000\$ x 8	8 000
		- Allocation de subsistance : 75\$ x 30 x 8	18 000
	Formation extérieure Ingénieur chimiste (billet d'avion)		5 200
	1 Ingénieur chimiste (19 mois)		p.m.
	-2 Techniciens biologistes : (19 mois/U)		p.m.
	2 Techniciens chimistes : (19 mois/U)		p.m.
Equipement	- Construction laboratoire		80 000
	- Matériel de mesure		160 000
	- Micro-ordinateur + imprimante		18 000
Formation	- Stage de formation Ingénieur chimiste		18 000
Fonctionnement	- Fournitures diverses : 700 \$ x 12 mois		8 400
Total			489 200

Personnel international

Le Consultant hydrochimiste devra posséder un diplôme d'Ingénieur chimiste provenant d'une école reconnue. Il devra avoir au minimum 10 ans d'expérience dans le domaine de l'hydrochimie. Il aura pour tâche d'organiser le futur laboratoire d'analyses de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique :

- . Définir et contrôler les travaux qui s'imposent,
- . Commander l'équipement complémentaire indispensable,
- . Assurer la formation du personnel affecté au laboratoire,
- . Superviser la conception, la construction et le fonctionnement du laboratoire d'analyses pendant 5 mois.

Le Consultant informaticien devra avoir une bonne connaissance dans l'établissement de bases de données de qualité des eaux et aura pour tâche :

- . Le choix du matériel informatique à mettre en place,
- . La conception d'une base de données simple de physico-chimie et bactériologie adaptée aux bases de données existantes à la DGRH,
- . La formation du personnel affecté au laboratoire dans le domaine de la saisie informatique.

Formation

La formation concernera :

a. Un Ingénieur, chef du laboratoire :

- . Formation pratique :
 - pendant 5 mois, par le Consultant hydrochimiste,
 - pendant 2 mois par le Consultant informaticien.
- . Stage de formation théorique pendant 3 mois dans une école de physico-chimie et bactériologie à l'étranger.

- b. Quatre techniciens de laboratoire : formation pratique et théorique pendant la présence de chaque Consultant.

Equipement - Construction

a. Construction du laboratoire

L'estimation devra être précisée par le Consultant hydrochimiste, soit comme base :

- . une pièce avec paillasse, eau, etc. pour la géochimie,
- . une pièce identique pour la bactériologie,
- . une pièce pour entreposer les produits,
- . un bureau pour le responsable du laboratoire,
- . un bureau pour la géochimie et la microbiologie.

b. Matériel d'analyse

L'évaluation précisée ci-dessous et sommaire devra être ajustée par le Consultant hydrochimiste et bactériologiste, soit matériel :

- . De Bactériologie :
 - réfrigérateur grande capacité
 - étude à 37
 - étude à 44
 - rampe filtration
 - microscope
 - compteur d'eau polluée
 - bain-marie
 - glacière à prélèvements
 - stérilisateur
 - autoclave
 - etc.
- . De géochimie :
 - grand réfrigérateur
 - pHmètre
 - ionoanalyseur de fluor
 - analyseur d'azote

- tamis vibrant
- centrifugeuse
- DBOmètre
- balances de précision
- turbidimètre
- plaques chauffantes
- appareil à eau distillée
- bain-marie
- hotte
- étuve
- four à calciner
- photomètre à flamme
- colorimètre

A cette liste, il faut ajouter :

- . 1 boîte à pharmacie
- . 1 extincteur
- . 1 couverture antifeu
- . 2 climatiseurs

c. Matériel informatique

- . 1 Micro-ordinateur
- . 1 Imprimante
- . 1 Logiciel de gestion de base de données hydrochimiques et bactériologiques.

oOo

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/08
TITRE PROPOSE:	Campagne de prélèvements pour la qualité des eaux au Sénégal - Synthèse des résultats
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)
DUREE ESTIMEE:	16 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	316 750 \$
COÛT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Au Sénégal, l'essentiel de l'alimentation en eau potable des populations urbaines et la quasi-totalité de celle destinée aux populations rurales provient de l'exploitation des ressources en eau souterraine.

Au cours des vingt dernières années, l'ensemble du territoire a été couvert de points d'eau (puits modernes et forages). A ce jour, on peut dénombrer :

- . 93 Forages d'exploitation d'hydraulique urbaine suivis par la SONEES,
- . 661 Forages d'exploitation d'hydraulique rurale,
- . 3 124 Puits,

Soit un total de 3 878 captages de tous types,

- . 594 Piézomètres, suivis par divers organismes (DGRH, SONEES, OMVS).

On s'aperçoit que les analyses physico-chimiques des eaux souterraines exploitées ou reconnues sont établies par différentes structures administratives :

- . DGRH pour les qualités physico-chimiques sommaires des eaux du réseau piézométrique,
- . SONEES pour la physico-chimie, bactériologie des eaux de ses forages d'exploitation et de son réseau piézométrique,
- . OMVS pour la physico-chimie et bactériologie de son réseau piézométrique.
- . Laboratoire d'analyses du Ministère de l'Industrie de l'Artisanat et du Commerce,
- . Direction de l'Environnement, du Ministère du Tourisme et de la Protection de la Nature.

Les sources de production de ces données sont différentes et les données sont :

- . d'une part, d'une répartition variable selon la géographie,
- . d'autre part, mal réparties selon la nature des points d'eau et le type d'aquifère exploité,
- . enfin d'origines différentes.

La seule synthèse sur la qualité physico-chimique des eaux souterraines du Sénégal est une carte au 1/ 1 000 000 datant de 1966, qu'il est nécessaire d'actualiser.

Pour cela, il faudrait faire un état "zéro" de la situation existante, à savoir le choix et l'analyse d'un échantillon important de points d'eau du pays.

1.2 Objectifs du projet

- . Le premier objectif du projet est :
 - d'effectuer une campagne de mesure sur la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux sur l'ensemble du territoire, et l'ensemble des aquifères,
 - compléter les bases de données hydrogéologiques,
 - dresser une cartographie sur la qualité des eaux souterraines.
- . Le deuxième objectif sera de suivre les variations éventuelles de la qualité des eaux dans le temps et en fonction de la sollicitation de la ressource.

2. Eléments les plus importants

- . Définition des points de prélèvements (2 800 environ) : répartis sur tout le territoire sénégalais en fonction des différents aquifères sollicités, comprenant une centaine de points de prélèvement pour les eaux de surface.
- . Exécution de deux campagnes de prélèvements et réalisation des analyses : campagne de saison sèche et campagne de saison pluvieuse.
- . Saisie des données sur la banque des données ressources en eau.
- . Mise au point de documents de synthèse. Carte physico-chimique et bactériologique des eaux souterraines.
- . Définition de la procédure de suivi annuel de la variation de qualité des eaux sur certains ouvrages à gros débits ou en conditions hydrogéologiques défavorables (aquifère peu étendus, influences d'aquifères à qualité d'eau différentes de l'aquifère principal, etc.).

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire de ce projet sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui aura ainsi les moyens en personnel et en matériel pour connaître, suivre une donnée importante sur la ressource.

De plus, la connaissance des caractères physico-chimiques et bactériologiques des eaux est une donnée essentielle pour les utilisateurs de cette ressource et ceux qui en planifieraient l'exploration et l'exploitation.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des eaux souterraines, et de leur utilisation rationnelle, le projet bénéficiera à tous ceux qui exploitent cette ressource :

- . Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique,
- . Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal,
- . Ministère de la Santé,
- . Organismes internationaux,
- . Bureaux d'Etudes,
- . Entreprises,
- . Organismes de recherche : Université de Dakar.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

Le Maître d'Ouvre sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, Direction des Etudes et des Aménagements.

Les analyses physico-chimiques et bactériologiques seront réalisées par la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, dans le cadre du projet de création de son laboratoire d'analyses.

Le projet bénéficiera de l'assistance d'ingénieurs de Bureaux d'Etudes extérieurs :

- . hydrogéologue pendant 5,0 mois, en 4 missions

- hydrochimiste pendant 1,5 mois, en 4 missions
- informaticien pendant 1,5 mois, en 1 mission

3.4 Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Ce projet est lié à celui consistant en la création du laboratoire et renforcement des moyens d'analyses de la DGRH.

Il démarrera 8 mois après le projet de création du laboratoire d'analyses.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la DGRH devrait permettre l'exécution correcte du projet, avec l'appui de Consultants hydrogéologue, hydrochimiste et informaticien extérieurs.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Dans le principe, aucun indice ne laisse actuellement craindre que le personnel de la DGRH-DEA intervenant sur le projet ne cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposés à comme étant le résultat de l'évaluation hydrologique des pays de l'Afrique sub-saharienne.

Le planning de tous ces projets devra être coordonné afin d'éviter que le retard dans le démarrage de l'un des projets n'entraîne des retards dans le démarrage des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues et d'atteindre les objectifs

Le bon déroulement de ce projet est subordonné au projet de création du laboratoire d'analyses des eaux de la DGRH du Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique.

6. Interventions

6.1 Sommaire des Interventions

Le projet devrait fonctionner au sein de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, avec l'assistance d'experts qui interviendront de la manière suivante :

- Hydrogéologue (5 mois)
 - une mission de 1,0 mois pour l'analyse de la documentation et la définition du réseau d'observation,
 - une mission de 0,5 mois au cours de chacune des deux campagnes de prélèvement : saison sèche et saison humide pour l'organisation des prélèvements, la formation du personnel sénégalais aux techniques spécifiques du projet,
 - une mission de 3 mois en fin de projet pour :
 - l'évaluation de celui-ci,
 - l'interprétation des résultats,
 - l'élaboration d'un rapport de synthèse,
 - la définition des procédures pour la poursuite des mesures systématiques qui devront être effectuées sur certains ouvrages,
 - l'élaboration de cartes schématiques au 1/1 000 000 et 1/500 000
- Hydrochimiste (1,5 mois)
 - une mission de 0,5 mois au début du projet pour l'analyse de la situation existante et l'orientation des mesures à réaliser,
 - une mission de 0,25 mois au cours de chaque campagne de mesure,
 - une mission de 0,5 mois pour l'élaboration du rapport final et des documents cartographiques,
- Informaticien (1,5 mois)

Son appui en début de projet pour l'aménagement des bases de données actuelles de la DGRH.

La DGRH désignera le personnel d'encadrement (chef de projet) et les techniciens qui participeront au projet.

Le projet fournira le matériel complémentaire nécessaire et assurera le fonctionnement des équipes pendant la durée du projet.

Il devrait s'échelonner sur une période de 16 mois découpés ainsi :

- 1 mois Définition du réseau d'observation
- 2 x 2 mois prélèvements d'eau
- 8 mois Analyses des eaux
- 3 mois Elaboration du rapport final

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel		1 Ingénieur hydrogéologue 5 mois x 20 000 \$	100 000
		1 ingénieur hydrochimiste 1.5 mois x 20 000 \$	30 000
		1 Ingénieur informaticien 1.5 mois x 20 000 \$	30 000
		Voyages : 2 600\$ x 9	23 400
		- Déplacements locaux : 8 x 30 x 75\$	18 000
		- Location villa : 1 000\$ x 8	8 000
		Allocation de subsistance 8 x 30 x 75\$	18 000
	1 Ingénieur Hydrogéologue Chef de projet (16 mois)		p.m.
	- 4 Techniciens :et 4 Chauffeurs x 4 mois		p.m.
	- 1 Technicien hydrogéologue (8 mois)		p.m.
Equipement	2 véhicules (4x4) : 22 000 x 2		44 000
	Matériel de prélèvement, de mesure		15 000
	Petites fournitures diverses		8 000
	Matériel de rangement		2 000
Fonctionnement	-2 véhicules : 4 mois x 2 x 2 200 \$		17 600
Total			316 750

Personnel international

- L'Expert hydrogéologue devra avoir une parfaite connaissance des aspects hydrochimie et qualité des eaux.

Il aura une bonne expérience en organisation et direction de projets en Afrique.

- L'Expert hydrochimiste devra avoir une bonne connaissance des aspects qualité des eaux, aussi bien chimiques que bactériologiques, et liaison avec les contraintes géologiques.
- L'Expert informaticien devra étudier la possibilité d'améliorer les bases de données existantes et de créer de petits logiciels de stockage de données.

Formation

La formation se déroulera sur place, au cours du projet, lors de la présence des experts et concernera le chef de projet et les deux techniciens de la DGRH-DEA.

Equipement

L'équipement à acheter dans le cadre de ce projet consiste essentiellement en du matériel de prélèvement - mesures - du matériel de campement et des moyens de locomotion.

Le matériel d'analyse est pris en charge dans le cadre d'un autre projet.

Le matériel à fournir sera :

- 2 Véhicules légers tout terrain
- 5 Lots de matériel de camping
- 2 Sondes électriques

- . 2 pHmètres
- . 2 Conductivimètres de terrain
- . 2 Thermomètres
- . 2 Lots de matériel de conservation d'échantillons
- . 2 Lots de matériel de prélèvement d'eau.

oOo

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/09
TITRE PROPOSE:	Actualisation de la carte hydrogéologique du Sénégal au 1/500 000
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)
DUREE ESTIMEE:	9 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	279 900 \$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Depuis plusieurs années, le Sénégal a initié plusieurs études permettant d'avancer vers une connaissance plus précise des aquifères et des ressources en eaux souterraines du pays :

- Etablissement de la carte hydrogéologique du pays à l'échelle du 1/500 000 (1965)
- Etablissement de la carte hydrochimique des nappes phréatiques de la République du Sénégal (1966)
- Projet PNUD/DEH - SEN 81/003 "Ressources en Eau" : Suivis piézométriques et hydrochimiques des nappes, avec Mise en place de moyens de gestion informatisés, achevé en novembre 1988
- Projet PNUD/DEH - SEN 88/002 "Mise en Valeur des Eaux Souterraines" : avec poursuite et renforcement du suivi piézométrique et hydrochimique des nappes, réalisation de piézomètres complémentaires, achevé en juin 1991
- Projet PNUD/DEA - SEN 87/006 "Planification des Ressources en Eau" : qui a démarré en octobre 1990, dont l'objet est le renforcement institutionnel de la DGRH et qui doit aboutir sur l'élaboration du Plan Directeur National des Ressources en Eau.

1.2 Objectifs du projet

Dans le domaine de la cartographie hydrogéologique au sens large, les documents les plus récents sont les cartes élaborées en 1965 et 1966.

Le pays a été découpé en unités hydrogéologiques : dans certaines d'entre elles, il n'y avait pas (ou très peu) de données, notamment dans les formations du socle ancien. Maintenant, il est nécessaire d'actualiser cette carte pour les raisons suivantes :

- Près de 1 600 rapports de forages sont stockés à la DGRH-DEA recensés sur les bases de données.
- 7 000 points d'eau ou de reconnaissance sont connus (forages, puits, ouvrages de reconnaissance).
- Plusieurs projets d'alimentation en eau ont été amenés à conduire des réflexions sur les potentialités du bassin en matière de ressources en eau;

Cette masse importante de données doit être synthétisée par une nouvelle carte hydrogéologique, élaborée en utilisant les procédés actuels de DAO permettant de disposer de documents cartographiques actualisables.

2. Eléments les plus importants

L'élaboration d'une carte hydrogéologique actualisable pour le Sénégal nécessite que les recommandations suivantes soient respectées :

- Actualisation des données géologiques, sous forme d'une synthèse géologique à l'échelon national, ceci afin de disposer d'un fond géologique fiable.
- Renforcement des moyens de la DGRH d'établissement des banques de données hydrogéologiques avec toutes les informations disponibles à l'échelle du pays, ceci pour faire tous les traitements statistiques indispensables à l'élaboration d'une carte.
- Choix et suivi d'un réseau piézométrique optimal pour l'ensemble du territoire et l'ensemble des aquifères.
- Réalisation de la campagne de prélèvements des eaux souterraines pour intégrer les éléments principaux actualisés du paramètre qualité.
- Prise en compte des données acquises dans le cadre des projets SEN 81/003 et 88/002, projets PNUD-DEA et d'observations de l'OMVS, Cellule Eaux Souterraines.

Le projet consistera à :

- Synthétiser la documentation existante, au niveau :
 - géologique,
 - hydrogéologique : zones des grands projets, principaux résultats, unités hydrogéologiques majeures,
 - piézométrique,
 - de qualité des eaux,
 - de prélèvements en eau.
- Fournir l'équipement et le mettre en place, dotant ainsi la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique des moyens lui permettant d'établir puis d'actualiser régulièrement la carte hydrogéologique du pays.
- Former du personnel sénégalais à l'élaboration de cartes et à l'utilisation de logiciels de DAO.

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

En premier lieu, le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui aura accès à un équipement et à un logiciel modernes lui permettant de disposer de documents cartographiques actualisables.

Le projet intéressera tous les intervenants dans le domaine des ressources en eau souterraine : les utilisateurs et les planificateurs.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des ressources en eau, le projet bénéficiera à tous ceux pour qui l'utilisation de l'eau constitue une composante obligatoire de leurs projets :

- . alimentation en eau potable des populations,
- . eau industrielle,
- . abreuvement du cheptel,
- . besoins en eau pour l'agriculture.

Dans d'autres domaines liés au développement du Sénégal :

- . mise en valeur des ressources naturelles,
- . aménagiste,
- . environnement.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé en collaboration avec la Division des Etudes et des Aménagements de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique. Il emploiera un Bureau d'Etudes spécialisé en hydrogéologie qui organisera la fourniture de l'équipement et définira le programme de formation. Il travaillera en étroite collaboration avec ses homologues pour traiter et exploiter toutes les données disponibles et pour concevoir la carte hydrogéologique.

3.4 Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Les activités proposées par le projet sont telles qu'elles ne peuvent être réalisées qu'après exécution des recommandations faites à la suite de l'évaluation hydrologique et énoncées ci-dessus au § 2.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est relativement bonne : elle permettra d'assurer un niveau raisonnable à l'exécution des tâches envisagées ici.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le secteur privé du pays est actuellement en développement.

Cependant, il n'y a aucun indice laissant craindre que le personnel de la Division des Etudes et des Aménagement formé par le projet ne cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

6. Interventions

6.1 Sommaire des Interventions

Le projet respectera les échelles des quatre feuillets qui composent la première version de la carte hydrogéologique du Sénégal :

1ère étape :

Collecte, synthèse de l'information existante pendant 4 mois avec participation d'un Ingénieur hydrogéologue d'un Bureau d'Etudes extérieur en 2 missions de 1 mois chacune.

2e étape :

Initialisation du matériel informatique à la DGRH et digitalisation des données pendant 4 mois avec l'aide d'un Ingénieur hydrogéologue pendant 2 mois et d'un informaticien pendant 1 mois.

3e étape :

Sorties de documents hydrogéologiques digitalisés dans leur forme définitive, pendant 1 mois, avec appui d'un hydrogéologue et d'un informaticien extérieur pendant 0,5 mois chacun.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel	2 Ingénieurs hydrogéologues x 9 mois		p.m.
		1 Ingénieur hydrogéologue 4.5 mois x 20 000 \$	90 000
		1 Ingénieur informaticien 1.5 mois x 20 000 \$	30 000
		- Voyages : Hydrogéologue : 2 600\$ x 4 Informaticien : 2 x 2 600\$	10 400 5 200
		- Frais de logement et déplacements locaux : 6.0 mois x 150\$ x 30 - Location villa : 1 000\$ x 6	27 000 6 000
Equipement	Achat de fonds topographiques		1 000
	1 station de travail ou micro-ordinateur		20 000
	1 logiciel DAO		20 000
	1 traceur couleur		30 000
	- Consommables et divers		20 000
Formation	2 ingénieurs pendant 10 jours à l'étranger		1 500
	- Billet d'avion : 2 600 \$ x 2		5 200
Fonctionnement	- Fond topographique - Digitalisation préliminaire		18 000
	- Sorties papier AO en 50 exemplaires		3 600
Total			247 900

Personnel international

Le Bureau d'Etudes aura une très bonne expérience en hydrogéologie et dans le domaine particulier de la cartographie évolutive assistée par ordinateur.

- Le chef de projet, Ingénieur hydrogéologue mis en place par le Bureau d'Etudes, organisera l'acquisition du matériel nécessaire, définira le programme de formation du personnel sénégalais affecté au projet.

Il participera à la formation du personnel, à l'utilisation de l'équipement et du logiciel et à la conception de cartes hydrogéologiques. En étroite collaboration avec ses homologues, il définira la conception de la carte hydrogéologique.

- L'Expert informaticien, ayant une bonne expérience dans le domaine du dessin assisté par ordinateur, participera, avec l'Ingénieur hydrogéologue, à la digitalisation des fonds de la carte, au choix des outils et possibilités offertes par le matériel et logiciel, à la formation du personnel sénégalais dans l'utilisation du matériel et logiciel.

Formation

La formation concernera 2 Ingénieurs hydrogéologues de la Division des Etudes et Aménagements de la DGRH et se fera en 2 temps :

- Stage de 10 jours au siège du Bureau d'Etudes pour se familiariser avec le matériel et le logiciel,
- Formation pratique au Sénégal pendant la présence de l'hydrogéologue et de l'informaticien du Bureau d'Etudes.

Equipement

L'équipement à acheter consistera en matériel et logiciel informatique. Une évaluation préliminaire de l'équipement nécessaire est présentée ci-dessous. Celle-ci sera précisée par l'expert du Bureau d'Etudes :

- . 1 Station de travail ou 1 micro-ordinateur 486,
- . 1 Logiciel de DAO,
- . 1 Traceur couleur,
- . Consommables.

oOo

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/10
TITRE PROPOSE:	Mise en place d'un Centre de Documentation à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)
DUREE ESTIMEE:	19 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	291 800 \$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Compte tenu du développement de la mobilisation des ressources en eau du Sénégal, la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique doit être en mesure de collecter, stocker toutes les informations et données relatives aux ressources et exploitation d'eaux dans le pays.

L'élaboration de la mise en place de banques de données hydrogéologiques permettant d'aboutir à un Plan Directeur National des Ressources en Eau est prévue dans les années à venir.

Dans l'immédiat, il est indispensable que la DGRH soit en contact avec tous les organismes (publics ou privés) intervenant dans le domaine de l'eau, afin de recueillir toutes les informations et sous toutes leurs formes, lui permettant d'être le lien de stockage des informations sur l'eau du pays et de compléter ses bases de données informatisées.

Elle doit centraliser toutes les études, documents de réalisation, de suivi, ayant trait au domaine de l'eau.

1.2 Objectifs du projet

Des banques de données informatisées ont été mises en place au Sénégal. Une documentation complète sur toutes les études de ressources en eau faites dans le pays manque actuellement. Ces éléments doivent devenir très rapidement des éléments indispensables pour la conception et l'orientation des projets futurs.

Actuellement, la recherche de toutes les données concernant les potentialités en eau d'une région bien déterminée constitue une opération peu aisée exigeant la consultation de nombreuses archives détenues par plusieurs services et réparties dans plusieurs bureaux.

La Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, chargée de centraliser toutes les données, soit aussi assurer la diffusion des informations auprès de tous les intervenants dans le domaine de l'eau qui sont demandeurs.

Actuellement, il n'y a pas de base de données documentaires informatisée. Les documents sont partiellement recensés grâce à des fichiers manuscrits, non actualisés, au siège de la DGRH, et de ses divisions : DEA, DIRH, DEM et autres services (SONEES).

La documentation de la DGRH doit recevoir, répertorier et classer un exemplaire de tous les rapports techniques sur les projets exécutés au Sénégal : études de faisabilité, rapports d'avancement, rapports de fin de projet.

Le présent projet vise à compléter la collecte et le rassemblement de tous les documents et rapports de base existants, à créer un centre documentaire, à mettre en place une base de données documentaire informatisée.

2. Eléments les plus Importants

La centralisation de toute la documentation de base et des données relatives aux eaux souterraines à la DGRH est une première étape nécessaire qui a été partiellement réalisée au niveau des points d'eau mais pas au niveau des rapports d'étude.

Une fois cette lacune comblée, la banque de données bibliographiques doit être établie, ce qui permettra de compléter et de valoriser la banque de données hydrogéologiques. Les éléments de base indispensables à tous les intervenants dans ce secteur pourront alors être mis aisément à leur disposition, ce qui permettra une exploitation plus rationnelle des ressources en eau souterraine.

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique dont les différentes divisions et sections seront les premiers utilisateurs de données.

Les organismes producteurs et exploitants tels que la SONEES trouveront un intérêt dans l'existence de cette base de données documentaire.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet bénéficiera à tous les intervenants dans le domaine de la mobilisation des ressources en eau :

- . Services techniques des ministères,
- . Société Nationale d'Exploitation des Eaux du Sénégal,
- . Direction de l'Agriculture,
- . Bureaux d'Etudes.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le projet sera réalisé en collaboration avec la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique.

Il bénéficiera de l'appui technique d'un Consultant documentaliste pendant 6 mois.

3.4 Stratégies alternatives de mise en oeuvre

Les activités proposées par le projet seront développées selon la stratégie décrite ci-dessus.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est relativement bonne : elle permettra d'assurer, avec une formation à la documentation informatisée et l'appui d'un expert d'un Bureau d'Etudes expérimenté, un niveau raisonnable à l'exécution des tâches envisagées ici.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le secteur privé du pays est actuellement en développement.

Cependant, il n'y a aucun indice laissant craindre que le personnel de la DGRH formé par le projet cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

6. Interventions

6.1 Sommaire des Interventions

Interventions prises en compte par le projet :

- a. Mise à disposition d'un documentaliste national ayant une expérience professionnelle suffisante de l'informatique, pendant 19 mois :

1 mois	au démarrage du projet
1 mois	en stage de formation
5 mois	pendant les travaux de construction,
12 mois	période de fonctionnement du centre de documentation prise en charge par le projet.

- b. Appui d'un Consultant documentaliste en trois missions :

1 mois	au démarrage du projet (estimation initiale des aménagements)
--------	---

- 1 mois en début de projet, phase travaux de construction
- 4 mois en cours de projet, pour la formation complémentaire du personnel de gestion du centre documentaire, la collecte, l'analyse, le traitement de la documentation existante.

- c. Construction du centre documentaire de la DGRH : aménagement d'un endroit réservé à la consultation des documents sur place pour quatre postes de travail, climatisation, pendant une durée de 6 mois.
- d. Formation pratique en Europe, pendant 1 mois, à la gestion documentaire, d'un responsable qui sera désigné pour le centre de documentation, pendant la période de construction des locaux.
- e. Acquisition d'un micro-ordinateur avec imprimante, 1 logiciel de gestion de base de données documentaires, 1 onduleur, 1 photocopieuse, 1 tireuse de plans de format AO.
- f. Fonctionnement du centre de documentation pendant 12 mois.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel	1 Documentaliste pendant 19 mois		p.m.
		1 Consultant documentaliste : 6 mois x 20 000 \$ - Billets d'avion : 3 x 2 600 \$ - Frais de logement et déplacements locaux : 180 x 75 \$ - Location villa : 1 000\$ x 6 - Frais de subsistance : 180 x 75 \$	120 000 7 800 13 500 6 000 13 500
Equipement	Construction locaux		80 000
	- Matériel informatique		18 000
	- Matériel de bureau		15 000
Formation	- Cours d'initiation à la gestion informatique de bases bibliographiques		7 000
Fonctionnement	- Consommables divers : 12 mois x 700 \$		8 400
Total			291 800

Personnel international

Le Consultant documentaliste devra avoir une expérience professionnelle suffisante de l'informatique pour la mise en route et l'utilisation d'un logiciel de gestion de la base de données documentaires.

Il aura pour tâche :

- . Achever la collecte de tous les documents existants,
- . Organiser le fonctionnement du centre documentaire,
- . Concevoir la base de données documentaire informatisée,
- . Former le responsable sénégalais affecté au centre documentaire.

Formation

La formation concernera un responsable de la documentation désigné par la DGRH et se fera de deux façons :

- . Stage d'initiation à la gestion documentaire, en Europe, pendant 1 mois,
- . Formation pratique pendant 5 mois par le Consultant documentaliste.

Equipement

- . L'équipement à acheter consistera en matériel informatique et en matériel permettant d'équiper le local de documentation. Une évaluation préliminaire est donnée ci-dessous. Celle-ci sera précisée par le Consultant documentaliste :

- 1 Micro-ordinateur,
- 1 Imprimante
- 1 Logiciel de gestion de base de données documentaires
- 1 Onduleur

- 1 Photocopieuse
- 1 Tireuse de plans format A0
- 2 Climatiseurs
- Mobiliers (tables, chaises pour 4 postes de consultation).

La construction du local de documentation :

Elle comprendra, pour une superficie de 150 m² environ :

- 1 grande salle de rangement de documentation, avec étagères, climatisation,
- 1 bureau pour le chef du centre documentaire
- 1 salle de consultation.

oOo

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/11
TITRE PROPOSE:	Fonctionnement d'un modèle mathématique de nappes de formations sédimentaires dans les locaux de la DGRH.
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)
DUREE ESTIMEE:	19 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	273 300 \$
COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Depuis plusieurs années, le Sénégal a initié plusieurs études permettant une meilleure connaissance des ressources en eaux souterraines du pays :

1965 Carte hydrogéologique du pays au 1/500 000

1966 Carte hydrochimique des nappes phréatiques au 1/1 000 000

1988 Fin du projet PNUD 81/003 "Ressources en eau" avec mise en place de moyens informatisés à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique

1991 Fin du projet PNUD 88/002 "Mise en valeur des ressources en eaux"

Les nappes du bassin sédimentaire sénégalais, sollicitées de manière importante, surtout pour l'alimentation en eau de Dakar, ont fait l'objet de plusieurs modélisations mathématiques :

1972 Nappes de l'Infrabasaltique et des sables de Thiaroye (Géohydraulique)

1978 Nappe du littoral Nord : sables du Quaternaire (BRGM)

1982 Nappes du Paléocène et du Maestrichtien (Sébikotane et Pout) -ARLAB

1986 Nappe des calcaires lutétiens entre Bamrey et Louga. Simulation d'un accroissement de l'exploitation. Modèle réalisé par le BRGM pour BETURE-SETAME

Tous ces modèles mathématiques n'ont pas été mis en place au Sénégal mais ont fonctionné aux sièges des bureaux d'études, à l'extérieur du pays.

1.2 Objectifs du projet

Dans le cadre des projets PNUD SEN 88/003 et 88/002, les moyens de suivi des nappes de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique ont été renforcés, notamment avec la mise en place de bases de données informatisées, de matériel informatique, et formation du personnel. La DGRH possède un modèle mathématique de nappe, le modèle VAL, qui n'a jamais été effectivement utilisé localement.

Il serait souhaitable de mettre en oeuvre les moyens nécessaires au fonctionnement de ce modèle sur place à Dakar.

Une modélisation pourrait concerner en priorité :

- l'olygo-Miocène du bassin sédimentaire casamançais,
- les aquifères du Littoral Nord (de Dakar à Saint-Louis) soit le Quaternaire et les calcaires du Lutétien.

2. Eléments les plus importants

L'intérêt de mettre en fonctionnement au Sénégal un modèle mathématique de nappe est avant tout d'utiliser les données disponibles à la DEA/DGRH, de former le personnel sénégalais au calage et à l'utilisation de modèles mathématiques et afin de disposer au sein de l'Administration d'un outil d'évaluation et d'aide à la décision.

Dans le cadre de la simulation du fonctionnement des aquifères du Littoral Nord, une grande quantité de données piézométriques et de qualité des eaux sont disponibles dans les enregistrements du logiciel SURNAP de la DEA (16 904 enregistrements sur 471 piézomètres, une partie seulement intéressant les aquifères cités).

Dans le cadre de la simulation des aquifères du bassin sédimentaire casamançais, l'étude hydrogéologique réalisée par la DEA (ex DEH) en 1983 peut fournir des données de levés piézométriques sur une cinquantaine d'ouvrages. Celles-ci seraient à compléter par une tournée de terrain destinée à relever les niveaux piézométriques d'un nombre équivalent ou supérieur d'ouvrages.

La mise en place et le fonctionnement de modèles mathématiques de nappes permettront :

- de mieux cerner les échanges d'eaux entre les différents systèmes aquifères,
- de prévoir les risques de pénétration et invasions salines,
- de prévoir le bilan des nappes : apports, pertes en mer, potentiel exploitable,
- d'évaluer les prélèvements maximaux possibles sans déséquilibrer des nappes, afin de garantir la pérennité et la qualité de la ressource,
- d'identifier et proposer les solutions de protection ou de réduction face à la pénétration saline,
- de fournir les éléments dynamiques de gestion des eaux souterraines et des moyens de contrôle permanents.

Pour mettre en place et alimenter judicieusement les modèles mathématiques, plusieurs étapes préliminaires sont indispensables :

- collecte et vérification des données de bases disponibles (point d'eau, piézomètres, niveaux de prélèvements),

- . synthèse des données,
- . choix et suivi d'un réseau piézométrique complémentaire en Casamance,
- . listage des sites de prélèvement et des niveaux de prélèvements.

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui aura à sa disposition un outil lui permettant de mettre en application l'une de ses attributions : définition de la politique de l'eau, détermination des plans d'aménagement et de collecte des ressources en eau et de leur distribution.

3.2 Bénéficiaires désignés

Le projet permettra à la SONEES et à la DGRH, soit le DIRH et la DEA, de mieux planifier l'extension des prélèvements dans ces aquifères, garantissant ainsi une meilleure protection de la ressource en eau dans les zones de l'étude.

3.3 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le projet sera réalisé en collaboration avec la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique, Division des Etudes et Aménagements.

Il bénéficiera de l'appui technique d'un Bureau d'Etudes spécialisé en modélisation mathématique pendant une durée de 5 mois, soit l'intervention d'un Ingénieur hydrogéologue modéliste qui interviendra au cours de 5 missions :

- . 1 mois au démarrage du projet : synthèse de la documentation, vérification des capacités du modèle existant
- . 0,5 mois lors des enquêtes sur les points de prélèvement et points de mesure
- . 0,5 mois lors de la phase mesure piézométrique
- . 3 mois pour le calage des 2 modèles
- . 2 mois pour l'élaboration du rapport de synthèse.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est relativement bonne : elle permettra d'assurer un niveau raisonnable à l'exécution des tâches envisagées ici.

Ce personnel devra être formé au domaine particulier de la modélisation mathématique d'aquifères.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le secteur privé du pays est actuellement en développement.

Cependant, il n'y a aucun indice laissant craindre que le personnel de la DGRH-DEA, formé par le projet, cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

6.1.1 Collecte des données, synthèse hydrogéologique préliminaire

Pour permettre la constitution d'un modèle en tant qu'outil de surveillance et d'aide à la décision, une première étape préliminaire s'impose : la collecte et la vérification des données disponibles. Il convient donc de faire une synthèse hydrogéologique en mettant l'accent sur la qualité des données et sur leur vérification. Cette phase d'étude est estimée à 1,0 mois.

6.1.2 Enquête de terrain

Celle-ci permettra de collecter, vérifier et compléter les données relatives :

- . au positionnement exact de certains sites piézométriques et d'exploitation,
- . au positionnement et au degré d'exploitation des gros ouvrages des 2 zones d'études.

Cette phase d'étude aura une durée de 1,0 mois.

6.1.3 Enquête piézométrique

Elle concernera le bassin sédimentaire casamançais, pour une cinquantaine d'ouvrages de suivi, afin de compléter les données existantes de l'étude DEH-1983, soit pendant 1 mois.

6.1.4 Modélisation

Elle consistera en :

- . Vérification et mise en route du modèle mathématique VAL existant à la DGRH,
- . Calage des modèles de chacune des 2 zones d'étude,
- . Simulation de plusieurs scénarios d'exploitation,

soit une durée de 2 mois pour chaque zone d'étude. Durée totale de cette phase : 4 mois.

6.1.5 Rapport de synthèse

D'une durée totale de 3 mois (1,5 mois par zone d'étude), elle consistera en la présentation de toutes les données collectées et la synthèse des données de simulation des fonctionnements et scénarios d'exploitation des modèles mathématiques.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel	1 Hydrogéologue 1C mois		p.m.
	2 Techniciens 10 mois		p.m.
		1 Ingénieur hydrogéologue modéliste : 7 mois x 20 000 \$	140 000
		- Billets d'avion : 5 x 2 600 \$	13 000
		- Frais de subsistance et déplacements locaux : 7 x 30 x 150 \$	31 500
		- Location villa : 1 000\$ x 7	7 000
Equipement	- Matériel informatique complémentaire		40 000
	- Aménagement complémentaire d'un local		8 000
	- Consommables divers		5 000
	- 1 Baromètre		1 000
	- Petit matériel de mesures : 2 sondes électriques x 1 000 \$		2 000
	- Matériel de campement : 2 x 1 000 \$		2 000
Fonctionnement	2 véhicules 4 x 4 : 2 mois x 4 x 2 200 \$		8 800
	Location véhicules : 2 x 75 x 2 mois x 30 j		9 000
Total			273 300

Personnel International

L'exécution du projet sera confiée à un Bureau d'Etudes ayant une très grande expérience de la modélisation mathématique appliquée à l'hydrogéologie.

L'intervention du Bureau d'Etudes se traduira par la présence d'un hydrogéologue modéliste pendant 5 mois au Sénégal pour :

- la collecte des données,

- . l'organisation des enquêtes de terrain,
- . la construction des modèles, le calage et le réglage des modèles à la DGRH à Dakar,
- . la formation d'un ingénieur hydrogéologue et de 2 techniciens hydrogéologues de la DGRH,
- . l'élaboration d'un rapport de synthèse.

Formation

La formation concernera un Ingénieur et 2 Techniciens hydrogéologues de la Division des Etudes et Aménagements de la DGRH et se fera par une formation pratique lors de la présence de l'hydrogéologue modéliste.

Equipement

Une évaluation préliminaire est donnée ci-dessous. Celle-ci sera précisée par le Bureau d'Etudes qui sera désigné. L'équipement permettra de compléter celui déjà existant à la DGRH.

Cet équipement à acheter pourra consister en du matériel informatique et équipement de bureau, soit :

- . 1 Micro-ordinateur 486
- . 1 Table traçante,
- . Consommables et divers,
- . Aménagement complémentaire d'un bureau de travail : tables, chaises,
- . Matériel de mesures et de campement :
 - Sondes électriques (2)
 - Matériel de campement (2).

oOo

DOCUMENT DE PROJET

PAYS:	SENEGAL
DATE:	Août 1992
PROJET N°:	SEN/12
TITRE PROPOSE:	Appui à la Cellule des Eaux Souterraines de l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal.
STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE:	Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS) - Cellule des Eaux Souterraines.
DUREE ESTIMEE:	5,5 mois
CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE:	180 650 \$
COÛT DE LA CONTREPARTIE LOCALE:	A calculer
SOURCE DE FINANCEMENT:	A décider

1. But de l'aménagement et ses liens avec le programme national

1.1 Programme pour le pays

Dans le cadre de la meilleure connaissance des ressources en eau du pays, le Sénégal a entrepris depuis plusieurs années des études ou suivis des ressources en eau :

- . Projet SEN 81/003 "Ressources en Eau"
- . Projet SEN 88/002 "Mise en Valeur des Eaux Souterraines"

L'organisation inter-Etats OMVS : Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal, a créé une Cellule des Eaux Souterraines dont le but est d'étudier plus en détail les ressources en eau en fonction du fleuve Sénégal et la liaison entre les aquifères et les retenues dues aux aménagements hydrauliques sur le fleuve.

Un réseau piézométrique a été créé, constitué de 67 piézomètres de petit diamètre et d'une centaine de puits villageois et suivi de novembre 1988 à juin 1990 dans le cadre du projet OMVS-USAID n° 625 0958 puis sur budget propre de l'OMVS.

1.2 Objectifs du projet

Les objectifs essentiels du projet sont :

- . D'exploiter les données acquises dans le cadre du projet de suivi des ressources en eau de la vallée du fleuve.
- . D'élaborer des rapports de synthèse sur des données existantes sur certains tronçons de la vallée :
 - basse vallée du fleuve,
 - moyenne vallée du fleuve, partie amont,
 - moyenne vallée du fleuve, partie aval.
- . D'améliorer les systèmes informatiques acquis par l'OMVS afin d'utiliser au mieux les possibilités de ces équipements et d'obtenir des documents les plus adaptés à la compréhension des phénomènes hydrogéologiques.
- . D'apporter une formation complémentaire du personnel de la Cellule Eaux souterraines :
 - à l'informatique,
 - à l'hydrogéologie.

2. Eléments les plus importants

Ce sont les suivants :

- . Amélioration des logiciels de stockage de données GES et GROUNDWATER, des sorties cartographiques et graphiques,
- . Homogénéisation de la codification des points d'eau avec celle de la DGRH,
- . Appui d'experts hydrogéologues et informaticiens pour les points précédents.
- . Formation complémentaire du personnel.
- . Elaboration de rapports de synthèse sur les données stockées à la Cellule Eaux Souterraines.

3. Stratégie du projet

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire du projet sera la Cellule des Eaux Souterraines de l'OMVS qui aura ainsi les moyens humains et en matériel de synthétiser des données importantes sur la ressource en eau.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine du développement des ressources en eau souterraine et de leur utilisation rationnelle, le projet bénéficiera à tous ceux qui exploitent cette ressource :

- . Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique,
- . Bureau d'Etudes,
- . Organismes internationaux,
- . Entreprises,
- . Organismes de recherche.

3.3 Accords pour la mise en oeuvre du projet

Le Maître d'Ouvrage sera l'Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal, Cellule des Eaux Souterraines.

Celle-ci devra bénéficier de l'appui de personnel détaché de la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique et de l'appui d'experts extérieurs :

- . hydrogéologue pendant 4,5 mois,
- . informaticien pendant 2,0 mois.

4. Engagement du pays bénéficiaire

4.1 Soutien homologue

Le personnel technique de la Cellule des Eaux Souterraines a un bon niveau de compétence.

La structure d'accueil prévue pour le projet et sa décentralisation sont suffisantes pour assurer la réussite du projet.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Actuellement, aucun indice ne laisse supposer que le personnel de la Cellule des Eaux Souterraines de l'OMVS qui participe au projet ne cherche un emploi ailleurs.

5. Risques

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique sub-saharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues et d'atteindre les objectifs

Aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet.

6. Interventions

6.1 Sommaire des interventions

- . Etude des moyens informatiques actuels de la Cellule des Eaux Souterraines. Amélioration des logiciels et des sorties cartographiques et graphiques : intervention de personnel de Bureaux d'Etudes extérieur :

- Ingénieur hydrogéologue pendant 0,5 mois,
- Ingénieur informaticien pendant 1,5 mois.

· Analyse des données existantes, élaboration des rapports de synthèse :

- Ingénieur hydrogéologue : 4,0 mois,
- Ingénieur informaticien : 0,5 mois.

· Formation de personnel sénégalais à la manipulation des logiciels et à la synthèse hydrogéologique pendant la présence des experts.

Soit une durée total du projet de 5,5 mois avec :

- 1 Ingénieur hydrogéologue sénégalais,
- 2 Techniciens hydrogéologues sénégalais.

6.2 Budget schématique

	National	International	US \$
Personnel	1 Ingénieur hydrogéologue (5.5 mois)		p.m.
	2 Techniciens (5.5 mois)		p.m.
		1 Expert hydrogéologue : 4.5 mois x 20 000 \$	90 000
		1 Expert Informaticien : 2.0 mois x 20 000 \$	40 000
		- Billets d'avion : 4 x 2 600 \$	10 400
		- Déplacements locaux : 6.5 x 30 x 75 \$	14 625
		- Location villa : 1 000\$ x 6.5	6 500
		Per diem : 6.5 x 30 x 75 \$	14 625
Fonctionnement	- Papeterie, consommables : 5.5 mois x 600 \$		3 300
	- Edition documents : 200 p x 3 x 20 x 0.1 \$		1 200
Total			180 650

Personnel international

Les experts internationaux devront avoir une bonne expérience des projets réalisés en Afrique de l'Ouest, avoir une parfaite connaissance de la langue française.

- L'Hydrogéologue devra avoir une bonne expérience des bases de données informatisées et des études de synthèse régionales.
- L'Informaticien devra avoir une bonne expérience dans la conception, l'amélioration de bases de données et une expérience dans le domaine de l'informatique appliquée à l'hydrogéologie.

Formation

La formation du personnel sénégalais : 1 Ingénieur et 2 Techniciens hydrogéologues, se fera sur le tas et portera sur :

- l'hydrogéologie, étude de synthèse, présentation des résultats d'études,
- l'informatique : acquisition des bases informatiques, utilisation de bases de données informatisées.

oOo

DOCUMENT DE PROJET

PAYS : Sénégal

DATE : Août 1992

PROJET N° : SEN/13

TITRE PROPOSE : Etude du bilan d'eau sur un bassin versant expérimental

STRUCTURE GOUVERNEMENTALE IMPLIQUEE : Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique - Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique (DGRH)

DUREE ESTIMEE : 12 mois

CONTRIBUTION INTERNATIONALE DEMANDEE : 235 300 US\$

COUT DE LA CONTREPARTIE LOCALE : A calculer

SOURCE DE FINANCEMENT : A décider

1. BUT DE L'AMENAGEMENT ET SA RELATION AVEC LE PROGRAMME DU PAYS

1.1 Programme pour le pays

Depuis plusieurs années, le Sénégal a initié des études permettant d'avancer vers une connaissance plus précise des aquifères et des ressources en eaux souterraines du pays :

- . Etablissement de la carte hydrogéologique du pays à l'échelle du 1/500 000 (1965).
- . Etablissement de la carte hydrochimique des nappes phréatiques de la République du Sénégal (1966).
- . Projet PNUD/DEH - SEN 81/003 "Ressources en Eau" : suivis piézométriques et hydrochimiques des nappes, avec mise en place de moyens de gestion informatisés, projet achevé en novembre 1988.
- . Projet PNUD/DEH - SEN 88/002 "Mise en Valeur des Eaux Souterraines" : avec poursuite et renforcement du suivi piézométrique et hydrochimique des nappes, réalisation de piézomètres complémentaires, projet achevé en juin 1991.
- . Projet PNUD/DEH - SEN 88/006 "Planification des Ressources en Eau" : qui a démarré en octobre 1990, dont l'objet est le renforcement institutionnel de la DGRH et qui doit aboutir sur l'élaboration du Plan Directeur National des Ressources en Eau.

Jusqu'à présent, les bilans de nappes ont été approximatifs. L'étude d'un bilan hydrologique sur un bassin versant intéressant un aquifère permettrait d'avancer dans la précision des connaissances sur les phénomènes régissant le fonctionnement des aquifères et l'estimation des ressources en eau.

1.2 Objectifs du projet

Le but du projet est de déterminer, sur un bassin versant expérimental, d'une superficie de l'ordre de 400 km², un bilan de nappe précis, comprenant :

- . observation des données pluviométriques,
- . suivi des fluctuations piézométriques des nappes sur une centaine de piézomètres,
- . mesure des débits aux exutoires des eaux de surface,
- . estimation des débits relevés.

Ceci doit permettre d'affiner les connaissances sur les phénomènes d'évapotranspiration et de déterminer la recharge annuelle des nappes.

Cette étude pourrait se situer sur la région de la Sokone, avec la rivière Nema et intéresser, au niveau eaux souterraines, l'aquifère du Continental Terminal.

2. ELEMENTS LES PLUS IMPORTANTS

- . Contrôle de terrain afin de mesurer et de sélectionner la position des ouvrages de contrôle et d'exploitation de la zone d'étude, sur la base d'une centaine de points d'observation à sélectionner.
- . Installation de matériel de mesure :
 - pluviomètres,
 - pluviographes,
 - limnigraphes.
- . Campagne de mesures sur une année hydrologique.
- . Estimation des bilans de nappe.

Cette intervention nécessite :

- . Un renforcement des moyens actuels de la DGRH au niveau :
 - du matériel de mesure : sondes électriques, conductimètre, matériel de jaugeage,
 - des moyens de déplacement : véhicules et frais de fonctionnement.
- . L'appui de personnel extérieur, soit intervention d'un hydrogéologue et d'un hydrologue :
 - pendant 1 mois chacun en début de projet, pour le choix du site à étudier, l'inventaire des sites de contrôle et d'exploitation, l'organisation des campagnes de mesure,
 - 1 mois chacun à la fin de la saison sèche et de la saison pluvieuse pour l'interprétation des résultats,
 - 1 mois en fin de projet pour l'élaboration d'un rapport final.

3. STRATEGIE DU PROJET

3.1 Bénéficiaires des résultats et des activités du projet

Le principal bénéficiaire sera la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique qui aura ainsi les moyens humains et en matériel de suivre une donnée importante sur la ressource et essentielle pour la pérennité de son utilisation.

La connaissance de ce type de donnée est d'un grand intérêt pour tous les organismes étudiant ou utilisant les données de base et d'évaluation des ressources en eau.

3.2 Bénéficiaires désignés

Dans le domaine de la connaissance des ressources en eau souterraine, le projet bénéficiera à tous ceux pour qui l'utilisation des ressources en eau souterraine constitue une composante obligatoire de leur projet :

- . alimentation en eau potable des populations,
- . alimentation en eau industrielle.

Dans d'autres domaines liés au développement du pays :

- . mise en valeur des ressources naturelles,
- . étude de la pérennité de la ressource,
- . organismes internationaux,
- . bureaux d'études,
- . entreprises.

3.3 Accord pour la mise en oeuvre du projet

Le Maître d'Ouvrage sera le Ministère du Développement Rural et de l'Hydraulique.

Le Maître d'Ouvre sera la Direction des Etudes et des Aménagements.

Pour l'exécution du projet, la Direction de l'Eau devra disposer de l'appui d'un Bureau d'Etudes expérimenté, avec un hydrogéologue et un hydrologue pendant 4 mois chacun.

4. ENGAGEMENT DU PAYS BENEFICIAIRE

4.1 Soutien homologue

La qualité du personnel disponible à la Direction du Génie Rural et de l'Hydraulique est relativement bonne : elle permettra d'assurer un niveau raisonnable à l'exécution des tâches envisagées ici.

4.2 Accords globaux et déploiement futur du personnel

Le secteur privé du pays est actuellement en développement.

Cependant, il n'y a aucun indice laissant craindre que le personnel de la Division des Etudes et des Aménagements formé par le projet cherche un emploi ailleurs.

5. RISQUES

5.1 Facteurs pouvant entraîner un retard dans l'exécution du projet

Ce projet fait partie d'un groupe de projets nationaux et régionaux proposé à la suite de l'évaluation hydrologique de l'Afrique Subsaharienne. La planification de tous les projets devra être soigneusement coordonnée pour assurer que les retards dans le démarrage ou la remise tardive des résultats d'un projet n'entraînera pas de retard dans le démarrage ou l'exécution des autres projets complémentaires.

5.2 Facteurs pouvant empêcher l'exécution des tâches prévues et d'atteindre les objectifs

A priori, aucune difficulté n'est à prévoir dans le bon déroulement de ce projet. Cependant, une incertitude demeure, à savoir le nombre d'ouvrages piézométriques utilisables dans la zone du projet.

En effet, il n'est pas prévu de réaliser des piézomètres dans le cadre du projet, mais uniquement d'utiliser ceux réalisés au cours de différents projets antérieurs.

6. INTERVENTIONS

6.1 Sommaire des interventions

Phase 1

Analyse des données existantes. Choix de site d'étude.

Durée : 1,5 mois.

Enquête de terrain pour situation des sites de contrôle et d'exploitation.

Phase 2

Mesure de débits et niveaux de saison sèche. Contrôle des exploitations.

Durée : 1,5 mois.

Phase 3

Mesure de débits et niveaux de saison pluvieuse. Contrôle d'exploitation.

Durée : 1,5 mois.

Phase 4

Rapport de synthèse. Etude du bilan des eaux.

Durée : 1,5 mois.

6.2 Budget schématique

	National	International	US\$
		1 ingénieur hydrogéologue :	
		3 mois x 20 000 \$	60 000
		1 ingénieur hydrologue :	
		3 mois x 20 000 \$	60 000
		Voyages : 3 x 2 x 2600 \$	15 600
		Allocation de subsistance :	
		6 x 30 x 75 \$	13 500
		Location villa : 1000 \$ x 6	6 000
Personnel		Déplacements locaux :	
		6 mois x 30 x 75 \$	13 500
	1 ingénieur hydrogéologue (12 mois)		p.m.
	1 technicien hydrogéologue (12 mois)		p.m.
	1 technicien hydrologue (12 mois)		p.m.
	2 chauffeurs (12 mois)		p.m.
	4 limnigraphes : 2000 \$ x 4		8 000
	3 pluviographes : 3 x 1500 \$		4 500
	2 sondes électriques : 1000 \$ x 2		2 000
Equipement	2 micromoulinets : 2 x 3000 \$		6 000
	Location véhicules : 4,5 mois x 2 x 30 x 75 \$		20 250
	Matériel de campement : 3 x 1000 \$		3 000
	2 véhicules : 4,5 mois x 2200 \$		19 800
Fonctionnement	Consommables divers : 4,5 mois x 700 \$		3 150
Total			235 300

PERSONNEL INTERNATIONAL

L'exécution du projet sera supervisée par un Bureau d'Etudes ayant une grande expérience dans le bilan de nappes, et se fera par la mise à disposition des études :

- . d'un ingénieur hydrogéologue,
- . d'un ingénieur hydrologue.

FORMATION

La formation concernera 1 ingénieur hydrogéologue, 1 technicien hydrogéologue et 1 technicien hydrologue de la Division des Etudes et des Aménagements et se fera par formation pratique pendant la présence des 2 experts au Sénégal.

EQUIPEMENT

L'équipement consistera à acheter du matériel de mesure et de campement.

L'évaluation exacte sera établie lors de la présence des ingénieurs du Bureau d'Etudes, soit :

- . 4 limnigraphes,
- . 3 pluviographes,
- . 2 sondes électriques,
- . 2 micromoulinets et accessoires,
- . 3 lots de matériel de campement sommaire.

Annexe C

BIBLIOGRAPHIE

La liste des principaux documents bibliographiques relatifs aux ressources en eau du Sénégal est donnée ci-après.

La description de chaque document comporte les éléments suivants :

1. Pays
2. Auteurs
3. Client
4. Date de publication
5. Titre de la publication
6. Disponibilité où les codes de disponibilité sont les suivants :
 - M Document détenu par Mott Mac Donald
 - B Document détenu par BCEOM
 - S Document détenu par SOGREA
 - O Document détenu par ORSTOM
 - N Document non collecté mais noté
7. Archivage = lieu dans le pays où le document peut être consulté (Ministère, Service, etc.)
8. Objet du document (thème) :
 - CLIMAT Climatologie, pluviométrie
 - HYDROL Hydrologie, rivière
 - GEOLOG Géologie
 - AQUIFR Hydrogéologie, ressources en eau souterraine
 - QUALIT Qualité des eaux, traitement
 - FORAGE Résultats de travaux de forage
 - DIVERS
9. Type de document :
 - 1 Etude générale, faisabilité, plan directeur
 - 2 Carte
 - 3 Annuaire, recueil de données brutes, coupes de forage, mesures de géophysique,

relevés divers

- 4 Rapport de Consultant, rapport de fin de projet, rapport de synthèse
- 5 Autre

La liste des documents intéressant le Sénégal est donnée ci-après par année de publication.

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	GISCARO P.		1960	ETAT ACTUEL DES ETUDES HYDROLOGIQUES SUR LE TERRITOIRE DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL.	O	HYDROL	4
SENEGAL	BRGM	M.H.	1960	DES FLUCTUATIONS DE LA NAPPE DE SEBIKOTANE.	N	AQUIFR	3
SENEGAL	ELOUARD P.		1960	L'HYDROGEOLOGIE DU BASSIN VERSANT DU SENEGAL ET DE SES AFFLUENTS.	N	AQUIFR	4
SENEGAL	DUBOIS J.		1960	MOUVEMENT DE L'EAU SALEE DANS LE FLEUVE : TEXTE, PLANCHES - LA MISE EN VALEUR DU DELTA DU SENEGAL. MISSION D'AMENAGEMENT DU FLEUVE SENEGAL. VOL., 2.	O	HYDROL	4
SENEGAL	BRGM	M.H.	1961	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA CASAMANCE.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1962	COMPLEMENTS A L'ETUDE HYDROLOGIQUE DU PROFIL ROUTIER O BAKEL-KIDIRA.	O	HYDROL	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1962	AVERSES EXCEPTIONNELLES DANS LA REGION DE BAKEL ET DE KIDIRA.	N	CLIMAT	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1962	ETUDE HYDROLOGIQUE DU PROFIL ROUTIER BAKEL-KIDIRA.	N	HYDROL	4
SENEGAL	BRGM	M.H.	1962	ETUDE DU COMPORTEMENT HYDRAULIQUE DE LA PARTIE MERIDIONALE DU CASIER CALCAIRE SEBIKOTANE.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	ELOUARD P.		1962	ETUDE GEOLOGIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE DES FORMATIONS SEDIMENTAIRES DU GUEBLA MAURITANIEN ET DE LA VALLEE DU SENEGAL.	N	MIN. T.P.	AQUIFR 1
SENEGAL	BRGM		1962	CARTE GEOLOGIQUE DU SENEGAL AU 1/500.000.(4 FEUILLETS) SERVICE DES MINES ET DE LA GEOLOGIE.	S	GEOLOG	2
SENEGAL	DUBOIS J.		1962	LES AMENAGEMENTS GENERAUX : TEXTE, PLANCHES - LA MISE EN VALEUR DU DELTA DU SENEGAL - MISSION D'AMENAGEMENT DU FLEUVE SENEGAL, VOL. 2.	O	DIVERS	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	ROCHE M.	ONU	1963	MISSION DES NATIONS UNIES POUR L'ETUDE DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL. RAPPORT HYDROLOGIQUE.	O	HYDROL	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1963	ETUDE HYDROLOGIQUE DES BASSINS VERSANTS DE SEBIKOTANE. RAPPORT PROVISOIRE.	O	HYDROL	3
SENEGAL	BRUNET-MORET Y.		1963	ETUDE GENERALE DES AVERSES EXCEPTIONNELLES EN AFRIQUE OCCIDENTALE. REPUBLIQUE DU SENEGAL.	O	CLIMAT	1
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1963	ETUDE HYDROLOGIQUE DES BASSINS VERSANTS DE SEBIKOTANE. CAMPAGNE 1962.	O	HYDROL	3
SENEGAL	ROCHETTE C.		1963	BRETELLE DE PODOR. NOTE HYDROLOGIQUE.	O	HYDROL	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1963	ETUDE HYDROLOGIQUE DU PROFIL ROUTIER N'DIOUM-BAKEL : PREMIER RAPPORT : ECOULEMENTS ENTRE N'DIOUM ET MATAM.	O	HYDROL	3
SENEGAL	ROCHETTE C.		1963	RAPPORT D'ACTIVITE DE LA MISSION HYDROLOGIQUE ORSTOM AU SENEGAL.	O	HYDROL	3
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1963	ETUDE HYDROLOGIQUE DU PROFIL ROUTIER N'DIOUM-BAKEL : DEUXIEME RAPPORT : ECOULEMENTS ENTRE MATAM ET BAKEL.	O	HYDROL	3
SENEGAL	BRGM		1963	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION DE KEDOUGOU, BAKEL (SENEGAL ORIENTAL)	N	MIN. T.P.	AQUIFR 1
SENEGAL	BRGM	DIRECTION DES T.P.	1963	APERCU SUR L'HYDROGEOLOGIE DE LA REGION NORD LOUGA. DAK./63/A9.	N		AQUIFR 1
SENEGAL	DUBOIS J.		1963	HYDROLOGIE DE SURFACE : TEXTE, PLANCHES - LA MISE EN VALEUR DU DELTA DU FLEUVE SENEGAL. MISSION D'AMENAGEMENT DU FLEUVE SENEGAL, VOL. 2.	O	HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	DUBOIS J.		1963	LE BARRAGE DE RONG : PEUT-ON LE CONSTRUIRE AVANT L'ENDIGUEMENT GENERAL? - MISSION D'AMENAGEMENT DU FLEUVE SENEGAL.	0	DIVERS	4
SENEGAL	ROCHETTE C., TOUCHEBEUF P.		1964	APERÇU HYDROLOGIQUE DU FLEUVE SENEGAL. SYNTHÈSE PROVISOIRE DES DONNÉES HYDROLOGIQUES ELABOREES PAR L'ORSTOM.	0	HYDROL	3
SENEGAL	ROCHETTE C.		1964	REMONTEE DES EAUX MARINES DANS LE SENEGAL.	0	HYDROL	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1964	NOTE SUR L'ETUDE PLUVIOMETRIQUE POUR LA CULTURE DU RIZ AU SENEGAL.	0	CLIMAT	4
SENEGAL	BRGM		1964	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE PHREATIQUE DU HAUT N DELTA DU FLEUVE SENEGAL.		AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1964	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES TERRAINS ANCIENS DU SENEGAL ORIENTAL. CAMPAGNE 62-63	N	SERV.HYDRAUL	AQUIFR 1
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1965	ETUDE PLUVIOMETRIQUE POUR LA CULTURE DU RIZ DANS LE DELTA DU SENEGAL.	0	CLIMAT	4
SENEGAL	ROCHETTE C.		1965	MONOGRAPHIE DU FLEUVE SENEGAL. 4EME PARTIE : RECUEIL DE DONNÉES NUMERIQUES. TOME 1 - HAUTEURS LIMNIMETRIQUES DANS LA VALLEE DU BAKEL A KAEDI. TOME 2 - HAUTEURS LIMNIMETRIQUES DANS LA VALLEE DIORBIVOL A PODOR.	0	HYDROL	4
SENEGAL	ROCHETTE C.		1965	MONOGRAPHIE DU FLEUVE SENEGAL. 4EME PARTIE (SUITE). TOME 3 - HAUTEURS LIMNIMETRIQUES AUX STATIONS DU DELTA ET DU DOUE. TOME 4 - DEBITS JOURNALIERS AUX STATIONS DU HAUT-BASSIN.	0	HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	ROCHETTE C.		1965	MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU FLEUVE SENEGAL. 4EME PARTIE (SUITE). TOME 5 - DEBITS JOURNALIERS DANS LA VALLEE.	O	HYDROL	4
SENEGAL		D.H.	1965	ALIMENTATION EN EAU DE DAKAR. HYDROGEOLOGIE DU CASIER NORD DE POUT. (CAMPAGNE 1964-1965)	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1965	ANALYSE DES FACTEURS DE CONTACT EAUX DOUCES /EAUX SALEES DANS LES SABLES DE LA PRESQU'ILE DU CAP VERT. CAMPAGNE 1964 ET 1965. DAK 65/A10. DAK 66/A9.	N	QUALIT	1
SENEGAL	BARRERE J. SLANSKY M.		1965	NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE GEOLOGIQUE AU 2.000.000 DE L'AFRIQUE OCCIDENTALE. REPUBLIQUES DE COTE D'IVOIRE, DAHOMEY, GUINEE, HAUTE VOLTA, MALI, MAURITANIE, NIGER, SENEGAL ET TOGO.	N	GEOLOG	2
SENEGAL	BRGM		1965	CARTE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL AU 1/500.000 EN 4 FEUILLETS .	DEA	AQUIFR	2
SENEGAL	WITSCHARD F.		1965	CONTRIBUTION A L'ETUDE GEOLOGIQUE, PETROGRAPHIQUE ET METALLOGENIQUE DES MASSIFS GRANITIQUES DU SENEGAL ORIENTAL.	N	GEOLOG	1
SENEGAL	BRGM		1965	INTERPRETATION DES FLUCTUATIONS DES NAPPES DU HAUT DELTA DU FLEUVE SENEGAL. DAK.65/A24.	N	AQUIFR	4
SENEGAL	ROCHETTE C.		1966	MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU SENEGAL. 2EME PARTIE : LES DONNEES D'OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES. TOME 1 - STATIONS DU HAUT-BASSIN. TOME 2 - STATIONS DE LA VALLEE.	O	HYDROL	4
SENEGAL		D.H.	1966	POSE DE PIEZOMETRES ET ETUDE DE LA NAPPE PHREATIQUE AUTOUR DU LAC DE GUIERS.	N	AQUIFR	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM	D.H.	1966	RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE DU FERLO EN VUE DE SON AMENAGEMENT PASTORAL. DAK/66/A13.	N DGRH	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1966	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE PROFONDE DU SENEGAL.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BASSOT J.P.		1966	ETUDE GEOLOGIQUE DU SENEGAL ORIENTAL ET DE SES CONFINS GUINEO-MALIENS.	N	GEOLOG	1
SENEGAL	ROCHETTE C.		1967	MONOGRAPHIE DU FLEUVE SENEGAL. 3EME PARTIE : ANALYSE O DES ELEMENTS DU REGIME HYDROLOGIQUE.		HYDROL	4
SENEGAL	BRUNET-MORET Y.	DIRECTION DU GENIE RURAL	1967	ETUDES HYDROLOGIQUES EN CASAMANCE.	O	HYDROL	4
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	1967	LES LENTILLES D'EAU DOUCE DES ILES DE SALOUM.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1967	ETUDE EXPERIMENTALE DU PROCESSUS D'INTRUSION PROVOQUEE DES EAUX SALEES DE LA NAPPE COTIERE DE MALIKA.	N	QUALIT	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1967	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA NAPPE PHREATIQUE DE L'ILE DE SOR. SAINT LOUIS. DAK. 67/A13.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1967	HYDROGEOLOGIE DE LA MOYENNE ET HAUTE CASAMANCE	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1967	NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE HYDROGEOLOGIQUE DU SENEGAL ET DE LA CARTE HYDROCHIMIQUE.	N	AQUIFR	2
SENEGAL	BRGM	M.H.	1967	ALIMENTATION EN EAU DE DAKAR. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU HORST DE N'DIASS. RAPPORT DE SYNTHÈSE.	N	AQUIFR	4
SENEGAL	BRGM	M.H.	1967	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE ET PASTORALE DE LA ZONE SUD-OUEST DU FERLO.	N DEIA	AQUIFR	1

C-7

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM	M.H.	1967	ETUDE DES NAPPES AQUIFERES SUPERFICIELLES DE LA REGION DE JOAL FADIOUTH.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	CAMUS H., DANUC H., PEREIRA S.		1968	MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU FLEUVE SENEGAL. 1ERE PARTIE : LES FACTEURS CONDITIONNELS DU REGIME.	O	HYDROL	4
SENEGAL	BRUNET-MORET Y.		1968	ETUDES HYDROLOGIQUES EN CASAMANCE. CAMPAGNE 1967-1968 (RAPPORT PROVISOIRE)	O	HYDROL	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1968	CAMPAGNE DE CONSTRUCTION DE 133 PUIITS. REGION DE CASAMANCE ET DU SENEGAL ORIENTAL. SURVEILLANCE DE TRAVAUX. 69/DAK.5	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	D.H.	1969	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE EN VUE DU DEVELOPPEMENT PASTORAL DANS LE FERLO ET LA REGION DU LAC DE GUIERS.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	D.H.	1969	ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME D'HYDRAULIQUE PASTORALE N AU SENEGAL. CONSTRUCTION D'UN FORAGE, DE 36 FORAGES-PUIITS ET DE 9 PUIITS. DAK.11	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	D.H.	1969	ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE AU SENEGAL. CONSTRUCTION DE 26 FORAGES-PUIITS ET DE 120 PUIITS: 69/DAK.10	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRUNET-MORET Y.		1969	MESURES DE SALINITE DANS LE FLEUVE CASAMANCE. CAHIERS ORSTOM, SERIE HYDROLOGIE; VOL. 6, N°1.	O	QUALIT	3
SENEGAL	BRUNET-MORET Y.		1970	ETUDES HYDROLOGIQUES EN CASAMANCE. RAPPORT DEFINITIF.	O	HYDROL	4
SENEGAL	BRGM	D.H.	1970	ETUDE HYDRO-AGRICOLE DU BASSIN DU FLEUVE SENEGAL. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU DELTA.	N	AQUIFR	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM	D.H.	1970	COMPTE-RENDU DE SURVEILLANCE DE TRAVAUX, DE RECHERCHE N ET D'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES(1966-1968). PROGRAMME DE 9 FORAGES D'EXPLOITATION ET DE 15 FORAGES-PUITS. 70/DAK.6		FORAGE	4
SENEGAL	BRUNET-MORET Y.		1970	ETUDES DES MAREES DANS LE FLEUVE CASAMANCE. CAHIERS O ORSTON, SERIE HYDROLOGIE, VOL.7, N°4.		HYDROL	4
SENEGAL	BRGM	D.H.	1971	ALIMENTATION EN EAU DE DAKAR. INTERPRETATION DES N FLUCTUATIONS DE LA NAPPE DE POUT SOUS L'INFLUENCE DES POMPAGES. 71/RME/023.		AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.D.I.	1971	NAPPES PROFONDES DU SENEGAL.(NAPPES N MAESTRICHIENNES). INTERPRETATION DES OBSERVATIONS PERIODIQUES DE 1967 A 1970. INTERPRETATION DES ANALYSES ISOTOPIQUES. FONCTIONNEMENT HYDRAULIQUE DU SYSTEME SENEGAL.		AQUIFR	1
SENEGAL	GEOHYDRAULIQUE	OMS	1971	ETUDE SUR MODELE MATHEMATIQUE DU SYSTEME AQUIFERE DE S LA PRESQU'ILE DU CAP VERT.		AQUIFR	4
SENEGAL	BRGM	D.H.	1972	ETUDE PAR LA METHODE ISOTOPIQUE DE LA NAPPE DES N SABLES MAESTRICHIENS ET DU CONTINENTAL TERMINAL DU SENEGAL.		AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	D.H.	1972	ETUDE DES NAPPES DE LA PRESQU'ILE DU CAP VERT. N SECONDE MISSION DE BACKSTOPPING. DETERMINATION DES IMPUTATIONS DE CAPTAGE DANS LES NAPPES DE SABLE. 72/SGN/208/AME		AQUIFR	1
SENEGAL	CHAPERON P.		1973	ETUDE HYDROLOGIQUE DU BASSIN CONTINENTAL DU FLEUVE O GAMBIE. PREMIERE CAMPAGNE, JUIN 1972-MARS 1973.		HYDROL	3

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM	D.G.R.H.	1973	HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE. CONSTRUCTION DE 15 FORAGES-PUITS ET 50 PUIITS.	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	MINIST.DEVELOP.RURAL.	1973	ETUDE HYDRO-CHIMIQUE D'ORIENTATION AGRICOLE DES NAPPES DU BASSIN SEDIMENTAIRE SENEGALAIS MAESTRICHTIEN,NAPPES PHREATIQUES. 73/RME/018AF.	N	QUALIT	1
SENEGAL	BRGM		1973	ETABLISSEMENT D'UN PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE. CONSTRUCTUION DE 15 FORAGES-PUITS ET DE 30 PUIITS.	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1973	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA VALLEE DU SENEGAL.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	CHAPERON P.		1973	QUATRE ANNEES DE SECHERESSE DANS LE SAHEL : DONNEES O PLUVIOMETRIQUES ET HYDROLOGIQUES EN MAURITANIE ET AU SENEGAL, EXTENSION GEOGRAPHIQUE ET PERSPECTIVES.	O	CLIMAT	4
SENEGAL	CHAPERON P., GUIGUEN N.		1974	ETUDE HYDROLOGIQUE DU BASSIN CONTINENTAL DU FLEUVE O GAMBIE. RAPPORT TERMINAL. 2 TOMES.	O	HYDROL	4
SENEGAL	ROCHETTE C.		1974	LE BASSIN DU FLEUVE SENEGAL. MONOGRAPHIES O HYDROLOGIQUES N°1.	O	HYDROL	4
SENEGAL	DGHER	M.H.	1974	ETUDE DES RESSOURCES EN EAU DU LITTORAL NORD ENTRE O CAYOR ET SAINT LOUIS.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1974	NOTES SUR LES POSSIBILITES D'ALIMENTATION EN EAU DU O COMPLEXE DE LAM-LAM. USINE DE PHOSPHATES.	N	AQUIFR	4
SENEGAL	CHAPERON P.		1975	ETUDE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE DE M'BAO.	O	HYDROL	1
SENEGAL	CHAPERON P.		1975	NOTE PROVISoire SUR LE REGIME HYDROLOGIQUE DE LA O CASAMANCE A KOLDA.	O	HYDROL	3

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	LERIQUE J.		1975	LES TRANSPORTS SOLIDES EN SUSPENSION DANS LA GAMBIE A KEDOUGOU ET GOULOMBO.	O	HYDROL	4
SENEGAL	LERIQUE J.		1975	LE RESEAU HYDROLOGIQUE NATIONAL AU 31 MAI 1975.	O	HYDROL	1
SENEGAL	BRGM	CIEH	1975	NOTICES EXPLICATIVES DES CARTES DE PLANIFICATION POUR L'EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES DE L'AFRIQUE SAHELIENNE.	S	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.D.R.H.	1975	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES LUTETIENS ENTRE BAMBAY ET LOUGA. PHASE 1	N DGRH	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1975	ETUDE SUR MODELE MATHEMATIQUE DE LA NAPPE DES SABLES QUATERNAIRES ET CALCAIRES LUTETIENS ENTRE TIVAOUANE ET SAINT LOUIS. RAPP:75 SGN 049 AME.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1975	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU CONTINENTAL TERMINAL ENTRE LE SINE ET LA GAMBIE. 1E PHASE.	N DGRH	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1975	MISE AU POINT DES CONNAISSANCES DE LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL.: 75 DAK. 12.	N	AQUIFR	4
SENEGAL	CHAPERON P.		1975	ETUDE HYDROLOGIQUE DE LA ZONE DE M'BAO.	O	HYDROL	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1976	REPUBLIQUE DU SENEGAL. ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1974-1975.	O	HYDROL	3
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE	CIEH, MINISTERE DE LA COOPERATION	1976	REPUBLIQUE DU SENEGAL. PRECIPITATIONS JOURNALIERES DE L'ORIGINE DES STATIONS A 1965.	O	CLIMAT	1
SENEGAL	GUIGUEN N , LERIQUE J., RANC N.		1976	LE RESEAU HYDROMETRIQUE NATIONAL AU 31 MAI 1976.	O	HYDROL	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1976	REPUBLIQUE DU SENEGAL. ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1975-1976.	O	HYDROL	3
SENEGAL	BRGM	C.I.E.H.	1976	NOTICE EXPLICATIVE DE LA CARTE DE PLANIFICATION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE DE L'AFRIQUE SOUDANO-SAHELIENNE.	S	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1976	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU CONTINENTAL TERMINAL ENTRE LE SINE ET LA GAMBIE. 2E PHASE ET RAPPORT DE SYNTHESE.	N DEA	AQUIFR	4
SENEGAL	BRGM		1976	ETUDES POUR L'IMPLANTATION DE FORAGES DANS LES FORMATIONS A AQUIFERES DISCONTINUS DU SENEGAL ORIENTAL.	N	FORAGE	1
SENEGAL	LERIQUE J.		1977	AMENAGEMENT INTEGRE DU FLEUVE GAMBIE. MISSION PLURIDISCIPLINAIRE. TERMES DE REFERENCE : HYDROLOGIE.	O	DIVERS	1
SENEGAL	LERIQUE J., GUIQUEN N.		1977	NOTE SUR L'ETALONNAGE DU SENEGAL A BAKEL A LA SUITE DES CAMPAGNES DE MESURES DE 1974 ET 1975.	O	HYDROL	4
SENEGAL	LERIQUE J.		1977	ETUDE HYDROLOGIQUE DE DEUX PETITS BASSINS DE LA REGION DE THIES.	O	HYDROL	4
SENEGAL	LERIQUE J.		1977	ENCORE UNE ANNEE DE SECHERESSE AU SENEGAL (NOTE PRELIMINAIRE).	O	CLIMAT	3
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1977	REPUBLIQUE DU SENEGAL. ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1976-1977.	O	HYDROL	3
SENEGAL	LERIQUE J., RANC N.		1977	LE RESEAU HYDROMETRIQUE NATIONAL AU 31/7/1977 EN REPUBLIQUE DU SENEGAL.	O	HYDROL	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	DAUM J.R.	CLUB DES AMIS DU SAHEL	1977	LES EAUX SOUTERRAINES DU SAHEL. ETUDE DES RESSOURCES. PROPOSITIONS D'ETUDES. TYPOLOGIE DES CAPTAGÉS.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	D.H.R.	D.H.R.	1977	SURVEILLANCE DE TRAVAUX D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE. PROGRAMME DE 22 FORAGES-PUITS.	N	DIVERS	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1977	ETUDES POUR L'IMPLANTATION DE FORAGES DANS LES FORMATIONS A AQUIFERES DISCONTINUS AU SENEGAL ORIENTAL. 2E CAMPAGNE.	N	FORAGE	1
SENEGAL	DGHER	M.D.S.	1977	ESSAI DE POMPAGE DE LONGUE DUREE ET MODELISATION DE LA NAPPE OLIGO-MIOCENE. ZONE DE GOUDAMP/BIRKAMA(CASAMANCE)	N	FORAGE	5
SENEGAL	GUIGUEN N., LERIQUE J.		1977	NOTE SUR L'ETALONNAGE DU SENEGAL A BAKEL A LA SUITE DES CAMPAGNES DE MESURES DE 1974, 1975 ET 1976.	O	HYDROL	4
SENEGAL	BRGM		1978	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES LUTETIENS ENTRE BAMBEY ET LOUGA. PHASE 2.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1978	ANALYSE DES REPERCUSSIONS D'UN ACCROISSEMENT DES PRELEVEMENTS D'EAU SOUTERRAINE DANS LA REGION DE TAIBA AU SENEGAL.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	GALLAIRE R.		1979	ETUDE DE DEUX PETITS BASSINS VERSANTS DE L'ILE DE SAO NICOLAU (CAP VERT).	O	HYDROL	4
SENEGAL	GALLAIRE R.		1979	RAPPORT DE 2EME ANNEE D'ELEVE. SECTION HYDROLOGIE.	O	HYDROL	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE		1979	REPUBLIQUE DU SENEGAL. ANNUAIRE HYDROLOGIQUE 1977-1978.	O	HYDROL	3

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	OMS/DGHER		1979	ETABLISSEMENT D'UN PLAN DIRECTEUR POUR L'APPROVISIONNEMENT EN EAU ET LES ASSAINISSEMENTS DE DAKAR ET DE LA REGION ENVIRONNANTE. RAPPORT TERMINAL.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	DGHER	1979	SURVEILLANCE DE TRAVAUX D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE. PROGRAMME DE 22 FORAGES-PUITS. RAPPORT FINAL.	N	FORAGE	4
SENEGAL	OGIER M.		1979	ETUDE GEOPHYSIQUE PAR SONDAGES ELECTRIQUES DANS LA REGION DE KOUNKANE. DT. DE VELINGARA.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1979	ETUDES POUR L'IMPLANTATION DE FORAGES DANS LES FORMATIONS A AQUIFERES DISCONTINUS DU SENEGAL ORIENTAL.	N	FORAGE	1
SENEGAL	BRGM		1979	RESULTAT DE LA PREMIERE CAMPAGNE DE FORAGES MFT AU SENEGAL ORIENTAL.	N	FORAGE	3
SENEGAL		DEH/MH	1979	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE POUR LE PROJET INTEGRE DES KELOUNAYES/CASAMANCE.	N DEA	AQUIFR	1
SENEGAL		DEH/MH	1979	ETUDE D'ALIMENTATION EN EAU DE 7 CENTRES DE L'INTERIEUR. ETUDE HYDROGEOLOGIQUE PRELIMINAIRE.	N DEA	AQUIFR	1
SENEGAL	SOGREAH		1979	AMENAGEMENT RIZICOLE DE LA VALLEE DE SOUNGROUGROU. HYDROGEOLOGIE. RESSOURCES EN EAU. 1ER DIAGNOSTIC ET PROGRAMME D'INTERVENTION.	S	DIVERS	4
SENEGAL	CALLEDE J.		1979	TRANSMISSION PAR SATELLITE DES DONNEES HYDROMETRIQUES : EXPERIENCE DE L'ORSTOM AU SENEGAL ET ESQUISSE D'UNE TECHNOLOGIE. CAHIERS ORSTOM, SERIE HYDROLOGIE, VOL.16, N°1.	O	HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	GALLAIRE R.		1980	ETUDE HYDROLOGIQUE DU MARIGOT DE BAILA.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GALLAIRE R.		1980	TRAVAUX EFFECTUES A LA SECTION HYDROLOGIE DE DAKAR DANS LE CADRE DE LA DEUXIEME ANNEE D'ELEVE.	O	HYDROL	4
SENEGAL	BESBES M.		1980	MISSION D'EVALUATION. SIMULATION DE LA NAPPE PROFONDE DU MAESTRICHTIEN AU SENEGAL.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1980	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES CALCAIRES PALEOCENES DE LA N REGION DE MBOUR.		AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1980	RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE A TAIBA. OBSERVATIONS N COMPLEMENTAIRES.		AQUIFR	1
SENEGAL	SATI		1980	HYDRAULIQUE VILLAGEOISE.CONSTRUCTION DE 132 PUITTS.	N	FORAGE	3
SENEGAL	KRUGER I. AN.		1980	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA CASAMANCE. 1978-1980. VOL.(I.II.III.IV.V.). RAPPORT DE SYNTHESE DE LA CAMPAGNE DE FORAGES ET DE LA GEOPHYSIQUE.	N	FORAGE	4
SENEGAL	SOGREAH		1980	ETUDE DE FACTIBILITE POUR L'AMENAGEMENT DE LA VALLEE S DE SOUNGROUGROU. ETUDE DES RESSOURCES EN EAU.		DIVERS	1
SENEGAL	ROCHE M., OLIVRY J.C.		1981	GISEMENT DE FER DE LA FALEME. CONSTRUCTION DE BARRAGES SUR LES RIVIERES DALEMA ET KOILA-KOBE. CAMPAGNE D'OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES 1980 ET CALCUL DES CRUES DE PROJET.	O	HYDROL	3
SENEGAL	OLIVRY J.C.; CHOURET A.		1981	ETUDE HYDROLOGIQUE DU MARIGOT DE BIGNONA. QUELQUES ASPECTS INTERESSANTS DES MESURES REALISEES EN 1970-1971.	O	HYDROL	3
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1981	RECONNAISSANCE HYDROGEOLOGIQUE A TAIBA. EXECUTION D'UN SONDRAGE DE 1000 M. ET DE 2 PIEZOMETRES.	N	AQUIFR	3

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1981	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE COMPLEMENTAIRE DU BASSIN SEDIMENTAIRE CASAMANCAIS.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	SODEFITEX		1981	CATALOGUE DES POINTS D'EAU DU SENEGAL ORIENTAL. PROJET DE DEVELOPPEMENT DE L'ELEVAGE DU SENEGAL ORIENTAL	N	AQUIFR	3
SENEGAL	INTECSA		1981	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES ILES DU SALOUM.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BOURGEOIS M.		1981	PROJET IGIP POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE 11 VILLES DU SENEGAL. RAPPORT DE MISSION D'EXPERTISE DU 22/1 AU 13/2.81	N	AQUIFR	4
SENEGAL	ORSTOM		1981	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU MARIGOT DE BIGNONA.	O	AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1981	ETUDE DES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DE GUIDEL.	N	DEA	AQUIFR 1
SENEGAL	GEOHYDRAULIQUE	CIEH	1981	1978-1979-1981. METHODE D'ETUDES ET DE RECHERCHE DE L'EAU SOUTERRAINE DES ROCHES CRISTALLINES DE L'AFRIQUE DE L'OUEST. VOL. 1-2-3.	S	AQUIFR	1
SENEGAL	ROCHE M., OLIVRY J.C.		1981	CONSTRUCTION DE BARRAGES SUR LES RIVIERES DALEME ET KOILA-KOBE. CAMPAGNE D'OBSERVATIONS HYDROLOGIQUES 1980, ET CALCUL DES CRUES DE PROJET.	O	HYDROL	3
SENEGAL	COGELS F.X. ET GAC J.Y.		1981/82	LE LAC DE GUIERS : FONCTIONNEMENT, BILANS HYDRIQUES : EVAPORATION D'UNE NAPPE D'EAU LIBRE EN ZONE SAHELIENNE (SENEGAL). CAHIERS ORSTOM, SERIE GEOLOGIE, VOL.12, N°1.	O	HYDROL	4
SENEGAL	OLIVRY J.C.		1982	EVOLUTION DE QUELQUES PARAMETRES CLIMATIQUES MESURES AU SENEGAL ET AUX ILES DU CAP VERT. LE POINT EN 1982 SUR LA SECHERESSE.	O	CLIMAT	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM	M.H.	1982	HYDRAULIQUE VILLAGEOISE DANS LE NORD SENEGAL. RAPPORT FINAL ET ANNEXES.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1982	ETUDE D'AVANT-PROJET DU PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE DE LA CEAO AU SENEGAL.	N DGRH	AQUIFR	1
SENEGAL	DIWI	M.H.	1982	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE	N	AQUIFR	1
SENEGAL	SONED	M.H.	1982	PROGRAMME HYDRAULIQUE VILLAGEOISE, REGION DE THIES.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1982	SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE DU SENEGAL RESSOURCES/BESOINS.	N DEA	AQUIFR	4
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1982	ETUDE PRELIMINAIRE EN VUE DE LA REALISATION DE 5 FORAGES POUR L'ALIMENTATION EN EAU DE PERIMETRES IRRIGUES DE SEDHIOU, SIBANA, KAMAMYAR, MAKIFARA, NGUINDIR, BAMBALI. PETITS PROJETS RURAUX.	N DEA	AQUIFR	1
SENEGAL	OLIVRY J.C.		1983	EVALUATION OF HYDROLOGICAL AND METEOROLOGICAL DATA IN THE GAMBIA BASIN. DRAFT REPORT.	O	HYDROL	4
SENEGAL	OLIVRY J.C.		1983	CONTRIBUTION DE LA PREVISION EN HYDROLOGIE A L'EVENUELLE MAITRISE DES RESSOURCES DEFICITAIRES DU FLEUVE SENEGAL POUR LA SAISON SECHE 1983-84 (UN PROJET DE BARRAGE PROVISOIRE) ET LES ESTIMATIONS HYDROLOGIQUES.	O	HYDROL	1
SENEGAL	OLIVRY J.C., DACOSTA H.		1983	LE MARIGOT DE BAILA (BASSE CASAMANCE). BILAN DES APPORTS HYDROLOGIQUES ET EVOLUTION DE LA SALINITE. RESULTATS DES CAMPAGNES 1980-81, 1981-82, 1982-83.	O	HYDROL	3
SENEGAL	ARLAB		1983	ALIMENTATION EN EAU DES I.C.S. ETUDE COMPLEMENTAIRE DU MAESTRICHTIEN.	N DEA	AQUIFR	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM		1983	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU SECTEUR MBORO-LOUMPOUL. PROJET D'EXPLOITATION DES TOURBES DE LA ZONE DES NIAYES.(C.T.S.)	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1983	ETUDE D'IMPACT DE L'EXPLOITATION MINIERE DES SABLES. N EXPLOITATION DE LA ZONE DES NIAYES.	N	DIVERS	1
SENEGAL	BRGM		1983	SURVEILLANCE HYDROGEOLOGIQUE DE L'EXPLOITATION D'UNE N TOURBIERE DANS LA REGION DE MBORO. C.T.S.	N	AQUIFR	3
SENEGAL	BRGM		1983	SUIVI HYDROGEOLOGIQUE DU CHANTIER PILOTE D'EXPLOITATION D'UNE TOURBIERE DANS LA REGION DE MBORO.	N	AQUIFR	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1983	RAPPORT DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR METHODE ELECTRIQUE DANS LA REGION DE KEDOUGOU. (SENEGAL ORIENTAL)	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1983	ALIMENTATION EN EAU DE LA MINE D'OR DE SABODALA. (SENEGAL ORIENTAL) IMPLANTATIONS. ETUDES GEOPHYSIQUES ET CONTROLE DES FORAGES.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1983	SYNTHESE DES ETUDES HYDRAULIQUES. ETAT DES RESSOURCES EN EAU EN 1983	N	AQUIFR	4
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1983	PROJET D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE NORD SENEGAL. IMPLANTATION ET CONTROLE DE 23 FORAGES.	N	FORAGE	3
SENEGAL	SONEES	D.E.H.	1983	ETUDE A.E.P. DE ZIGUINCHOR. RECONNAISSANCE DE LA NAPPE OLIGO-MIOCENE A L'EST DE L'AGGLOMERATION(FORAGES DE SINDONE ET FANDA)	N	AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1983	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DU BASSIN SEDIMENTAIRE CASAMANCAIS. SYNTHESE GENERALE. 1979-1983	N	AQUIFR	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1983	ETUDES PRELIMINAIRES POUR LA PROGRAMMATION DES CAMPAGNES DE FORAGES CARITAS DANS LE SINE SALOUM.	N DEA	FORAGE	1
SENEGAL	BRGM		1983	ALIMENTATION EN EAU DU GISEMENT AURIFERE DE SABADOLA. (SENEGAL ORIENTAL). CAMPAGNE DE FORAGES JUIN 1983.	N	FORAGE	3
SENEGAL	BCEOM		1983	ETUDE D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DE LA MOYENNE CASAMANCE.	O	DIVERS	4
SENEGAL	ORSTOM, SERVICE HYDROLOGIQUE	MINISTERE DE L'ENERGIE ET DES MINES ,DHE	1983	LA CRUE DE 1982 SUR LE HAUT BASSIN DU SENEGAL AU MALI : COMPARAISON AVEC LES PERIODES DE SECHERESSE PASSEES.	O	HYDROL	4
SENEGAL	BRGM		1984	SURVEILLANCE HYDROGEOLOGIQUE D'UNE TOURBIERE APRES SIMULATION D'EXPLOITATION DANS LA ZONE DE NIAYES. (C.T.S.)	N	AQUIFR	3
SENEGAL	BRGM		1984	INFLUENCE DE LA RETENUE DE DIAMA SUR LA NAPPE SALEE DANS LE DELTA DU FLEUVE. MISSION D'EXPERTISE AUPRES O.M.V.S.	N	HYDROL	4
SENEGAL	BRGM		1984	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DANS LA REGION DE GANDIOLE POUR L'ALIMENTATION DU MARAICHAGE. SOCIETE DES TERRES NEUVES.(S.T.N.)	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1984	REALISATION DE FORAGES POUR L'EQUIPEMENT EN POMPES MANUELLES DE 8 PERIMETRES AGRICOLES DANS LA REGION DE KEDOUGOU(SENEGAL ORIENTAL). COMPTE RENDU D'EXECUTION. SODEFITEX.	N	FORAGE	4
SENEGAL	A.J.C.I.		1984	RAPPORT DE L'ETUDE DES PLANS DES BASES DU PROJET RURAL D'APPROVISIONNEMENT EN EAU AU SENEGAL.	N	AQUIFR	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM	M.H.	1984	CAMPAGNE MARTEAU FOND DE TROU. RESULTATS GEOPHYSIQUES. PROGRAMME CEA0. I.	N	AQUIFR	3
SENEGAL	COGELS F.X. ET GAC J.Y.		1984	EVOLUTION HYDROGEOCHIMIQUE DU LAC DE GUIERS(SENEGAL) 0 AU COURS DE LA SECHERESSE ACTUELLE AU SAHEL. SCIENCES DE LA TERRE - SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE, PARIS.		HYDROL	4
SENEGAL	SAOS J.L., KANE A., CARN M., GAC J.Y		1984	PERSISTANCE DE LA SECHERESSE AU SAHEL : INVASION MARINE EXCEPTIONNELLE DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL. SCIENCES DE LA TERRE - SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE, PARIS.	0	CLIMAT	4
SENEGAL	LAMAGAT J.P.		1985	ANALYSE DE LA VITESSE DE PROPAGATION DES ONDES DE CRUES. APPLICATIONS : PREVISION, TRANSFORMATION, HAUTEURS, DEBITS, SIMULATION DES CRUES, RECONSTRUCTION DES DONNEES DE BASES.	0	HYDROL	4
SENEGAL	HASNAOUI M.D.		1985	ANALYSE DES FACTEURS DE RUISSELLEMENT POUR LA PREDETERMINATION DE LA CRUE DECENNALE AU SAHEL. DEA, SCIENCES DE L'EAU.	0	HYDROL	4
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1985	SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE DU SENEGAL.	N	DEA	AQUIFR 4
SENEGAL	BRGM		1985	EXPERTISE HYDROGEOLOGIQUE DES FORAGES DE LA PLANTATION DE DAROU-NDOYE. PROJET PRODUCTION FRUITIERE DE LA REGION DE THIES.	N	FORAGE	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1985	ETUDES D'EXECUTION DU PROGRAMME SPECIAL D'HYDRAULIQUE. VOLET CASAMANCE - LOUGA. 4 VOL.	N	AQUIFR	5
SENEGAL	BRGM	SODEFITEX	1985	RAPPORT D'EXECUTION DU FORAGE A L'EOCENE DE LA CONCESSION SODEFITEX A TAMBACOUNDA(SENEGAL).	N	SODEFITEX	FORAGE 3

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	UNIGEO	M.H.	1985	SURVEILLANCE DES TRAVAUX D'EXECUTION DE FORAGES CONTRE-PUITS	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1985	RESULTATS DE FORAGES D'EXPLOITATION AU MARTEAU FOND DE TROU DE 14 VILLAGES DU SENEGAL ORIENTAL (P STABEX)	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1985	PROJET STABEX. IMPLANTATION DE 8 FORAGES MFT AU SENEGAL ORIENTAL.	N	FORAGE	3
SENEGAL	DIAKHATE B.	UNIV. BORDEAUX III.	1985	APPROVISIONNEMENT EN EAU POTABLE EN ZONE RURALE A PARTIR DES EAUX SOUTERRAINES. CONTEXTE DU SENEGAL. EXPLOITATION DES EAUX SOUTERRAINES. VALORISATION DES DONNEES HYDROGEOLOGIQUES	N	AQUIFR	1
SENEGAL	DIWI	M.H.	1985	PROGRAMME SPECIAL DE L'HYDRAULIQUE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES POPULATIONS RURALES.(VOLET TAMBACOUNDA-THIES). TOME I. II. III. IV.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1985	SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE DU SENEGAL. 1984-1985. GEOLOGIE STRUCTURALE, GEOMETRIE ET LIMITE DES AQUIFERES.	N	AQUIFR	4
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1985	ETUDE DES RESSOURCES EN EAU DU BASSIN DE GUIDEL.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	CARN M.		1985	ETUDE EXPERIMENTALE DE L'EVOLUTION CHIMIQUE DES EAUX O DU LAC DE GUIERS (SENEGAL) CONCENTREES PAR EVAPORATION.	O	QUALIT	4
SENEGAL	ORANGE D.		1985	DONNEES SUR LES FLUX CONTINENTAUX PARTICULAIRES AU BIEF DE BAKEL.	O	HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	SEGUIS L.		1986	RECHERCHE, POUR LE SAHEL, D'UNE FONCTION DE PRODUCTION JOURNALIERE (LAME PRECIPITEE-LAME ECOULEE), ET SA REGIONALISATION. THESE DE DOCTORAT SPECIALITE GENIE CIVIL, AMENAGEMENT.	O	HYDROL	4
SENEGAL	LAHAGAT J.P.		1986	SEUIL DE DJENNE. ETUDES HYDROLOGIE HYDRAULIQUE.	O	HYDROL	4
SENEGAL	OLIVRY J.C.		1986	BARRAGE DE KHEUNE : UN EXEMPLE D'ACTION CONJONCTURELLE DE SECOURS POUR LA MAITRISE DES RESSOURCES DEFICITAIRES DU FLEUVE SENEGAL DE 1983 A 1985.	O	HYDROL	5
SENEGAL	OLIVRY J.C.		1986	EVOLUTION DE L'HYDRAULICITE DU FLEUVE SENEGAL ET DES O PRECIPITATIONS DANS SON COURS INFERIEUR DEPUIS LE MILIEU DU XIX EME SIECLE. OBSERVATIONS PLUVIOMETRIQUES ET ESSAI DE VALORISATION QUANTITATIVE DE DONNEES HISTORIQUES.	O	HYDROL	4
SENEGAL	SAOS J.L., FLORY J., GAC Y.		1986	ETUDES HYDROLOGIQUES DANS LA REGION DE KAYMOR (SINE O SALOUM). RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1986.	O	HYDROL	3
SENEGAL	REMOTE SENSING INSTITUTE.	D.A.T.	1986	CARTOGRAPHIE ET TELEDETECTION DES RESSOURCES DU SENEGAL. ETUDE DE LA GEOLOGIE, DE L'HYDROLOGIE, DES SOLS, DE LA VEGETATION ET DES POTENTIELS D'UTILISATION DES SOLS.	N	DIVERS	1
SENEGAL	BETURE.SETAME	SONEES	1986	RENFORCEMENT DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE LA REGION DE DAKAR. 1986/1991. PHASE INTERIMAIRE. DONNEES DE BASE. TOME 1	N	SONEES AQUIFR	1
SENEGAL	GAYE CHEIKH. B.		1986	LA NAPPE DES SABLES INFRABASALTIQUES DE LA TETE DE LA PRESQU'ILE DU CAP-VERT. (SENEGAL)	S	UNIVERSITE AQUIFR	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BALLIN F. DAUM J.R.		1986	ETUDE PREVISIONNELLE DE L'INTRUSION D'EAU SALEE SOUS N L'INFLUENCE DE L'EXPLOITATION DES NOUVEAUX FORAGES DE L'INSTITUT ISLAMIQUE AGRICOLE DE NIAGA-NIASSENE.		AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1986	RESULTATS DE LA PROSPECTION GEOPHYSIQUE ET HYDROGEOLOGIQUE POUR L'ALIMENTATION EN EAU DU CAMP D'ELINKINE. DEPARTEMENT DE OUSSOUYE(CASAMANCE)	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1986	RAPPORT D'EXECUTION DES FORAGES DE NIAHENE ET DE SAGNA POUR L'ALIMENTATION EN EAU DES PERIMETRES DU P.A.R.C.E.	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM		1986	CAMPAGNE DE GEOPHYSIQUE POUR L'IMPLANTATION DE FORAGES D'ALIMENTATION EN EAU DE PISTES RURALES.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BETURE.SETAME.	SONEES	1986	RENFORCEMENT DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE LA REGION DE DAKAR.(1986-1991)	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1986	ALIMENTATION EN EAU DE DAKAR(SENEGAL). SIMULATION D'UN ACCROISSEMENT DE L'EXPLOITATION DES CALCAIRES LUTETIENS ENTRE BAMBAY ET LOUGA.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BELLER CONSULT	M.H.	1986	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE RURALE. ETUDE DE L'AMELIORATION DES POINTS D'EAU.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	1986	CEAO I.:ZIGUINCHOR,KOLDA,TAMBA,DIOURBEL.	N DGRH	FORAGE	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	1986	CEAO I.:ZIGUINCHOR,TAMBA,SAINT LOUIS, THIES	N DGRH	FORAGE	3
SENEGAL	CARITAS	DIOCESE KAOLACK	1986	PROJET D'ALIMENTATION EN EAU DES VILLAGES DES ILES DU SALOUM.	N	FORAGE	1
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1986	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE PRELIMINAIRE DE L'ARRONDISSEMENT DE TENDOUC.	N	AQUIFR	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1986	ETUDE PRELIMINAIRE POUR LA PROGRAMMATION DES CAMPAGNES DE FORAGES CARITAS DANS LE SINE SALOUM.	N	FORAGE	1
SENEGAL	BETURE/SETAME	SONEES	1986	RENFORCEMENT DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE LA REGION DE DAKAR.	N SONEES	AQUIFR	1
SENEGAL	DIOUF A.	D.E.H.	1986	GESTION ET PROTECTION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE. (VOLTS:GEOPHYSIQUE,NIVELLEMENT,FORAGES,CREATION D'UNE CELLULE DE GESTION INFORMATISEE,REAMENAGEMENT SITE PANTHIOR.)	N DEA	AQUIFR	1
SENEGAL	GAC J.Y. ET CARN M.		1986	BILAN QUANTITATIF DE L'EROSION MECANIQUE SUR LE HAUT O BASSIN DU FLEUVE SENEGAL - REUNION ANNUELLE DES SCIENCES DE LA TERRE - SOCIETE GEOLOGIQUE DE FRANCE, PARIS.		HYDROL	4
SENEGAL	COGELS F.X. ET GAC J.Y.		1986	ETUDE CHIMIQUE DES EAUX DU LAC DE GUIERS (SENEGAL) ET DE LEUR EVOLUTION ANNUELLE : APPROCHE DES MECANISMES DE LA REGULATION HYDROGEOCHIMIQUE.	O	QUALIT	4
SENEGAL	FAURE H. ET GAC J.Y.		1986	SENEGAL RIVER RUNOFF - NATURE, VOL. 293, N°5831.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GAC J.Y. ET KANE A.		1986	LE FLEUVE SENEGAL /1 : BILAN HYDROLOGIQUE ET FLUX CONTINENTAUX DE MATIERES PARTICULAIRES A L'EMBOUCHURE. SCIENCES GEOLOGIQUES, BULLETIN VOL. 39, N°1.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GAC J.Y. ET KANE A.		1986	LE FLEUVE SENEGAL /2 : FLUX CONTINENTAUX DE MATIERES DISSOUTES A L'EMBOUCHURE. SCIENCES GEOLOGIQUES. BULLETIN, VOL. 39, N°2.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GAC J.Y. ET KANE A.		1986	LE FLEUVE SENEGAL /2 : FLUX CONTINENTAUX DE MATIERES DISSOUTES A L'EMBOUCHURE. SCIENCES GEOLOGIQUES. BULLETIN, VOL. 39, N°2.	O	HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	GAC J.Y. ET COGELS F.X.		1986	LE LAC DE GUIERS : PARAMETRES DU MILIEU ACTUEL ET EVALUATION DES REPERCUSSIONS DE L'AMENAGEMENT DE LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL. WATER QAUALITY BULL, VOL. 11 N°2.	O	QUALIT	4
SENEGAL	GAC J.Y.		1986	LES PROGRAMMES D'HYDROGEOCHIMIE DE L'ORSTOM : LES EAUX DE SURFACE DU SENEGAL : BILAN DE L'EAU ET DE LA MATIERE. JOURNEES DE REFLEXIONS SUR L'EXPLOITATION ET LA GESTION DES RESSOURCES EN EAU DU SENEGAL.	O	DIVERS	4
SENEGAL	MILLET B., OLIVRY J.C. LE TROQUER Y.		1986	ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DE LA CAMPAGNE MARITIME. SEMINAIRE CASAMANCE, 19-25 JUIN 1986, ZIGUINCHOR.	O	HYDROL	4
SENEGAL	PAGES J.		1986	HYDROBIOCLIMAT DE LA CASAMANCE EN STADE HYPERSALIN : O RESULTATS PRELIMINAIRES. REUNION DU GROUPE DE TRAVAIL "CASAMANCE", JANVIER 1986.	O	DIVERS	4
SENEGAL	OLIVRY J.C.		1987	LES CONSEQUENCES DURABLES DE LA SECHERESSE ACTUELLE SUR L'ECOULEMENT DU FLEUVE SENEGAL ET L'HYPERSALINISATION DE LA BASSE-CASAMANCE. SYMPOSIUM DE VANCOUVER. AOUT 1987. IASH.	O	HYDROL	4
SENEGAL	P.N U.D.	P.N.U.D.	1987	LES EAUX SOUTERRAINES DE L'AFRIQUE SEPTENTRIONALE ET N OCCIDENTALE.		AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	D.E.H.	1987	ETUDE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE DU SENEGAL. N CAMPAGNE DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE. RAPPORT.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM, CIRAD, GERSAR.		1987	PROGRAMME INTEGRE DE DEVELOPPEMENT DU DEPARTEMENT DE N PODOR. REGIONS RURALES DU DIERI ET DU FERLO.	N	DIVERS	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1987	RAPPORT D'EXECUTION DES FORAGES DU DEPARTEMENT DE N LOUGA. PROGRAMME SPECIAL D'HYDRAULIQUE. VOLET LOUGA, KOLDA, ZIGUINCHOR.	N	FORAGE	3

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	BRGM	M.H.	1987	RAPPORT D'EXECUTION DES TRAVAUX D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE SUR 16 VILLAGES. PROJET DE DEVELOPPEMENT RURAL. SENEGAL ORIENTAL. HAUTE CASAMANCE.	N	AQUIFR	4
SENEGAL	BRGM	M.H.	1987	RAPPORT D'EXECUTION DES FORAGES. ALIMENTATION EN EAU DES PISTES RURALES. LOTS B. ET C. PROJET DE DEVELOPPEMENT RURAL. SENEGAL ORIENTAL. HAUTE CASAMANCE.	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1987	RAPPORT D'EXECUTION DES FORAGES. ALIMENTATION EN EAU DES PISTES RURALES. LOT A. PROJET DE DEVELOPPEMENT RURAL. SENEGAL ORIENTAL.	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	1987	ETUDE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE DU SENEGAL. CAMPAGNE DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM	M.H.	1987	CAMPAGNE DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE PAR METHODES ELECTRIQUES DANS LA ZONE DU CAP SKIRRING. V.A.C.A.P.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	BRGM		1987	PROGRAMME DE RENFORCEMENT D'HYDRAULIQUE RURALE ET DE DEVELOPPEMENT INTEGRE DU DIERI ET DU FERLO. DEPARTEMENT DU PODOR.	N	AQUIFR	1
SENEGAL	DIWI	M.H.	1987	PROGRAMME SPECIAL D'AIDE D'URGENCE DE LA BID AUX PAYS MEMBRES AFFECTES PAR LA SECHERESSE. RAPPORT FINAL DE SYNTHESE.	N	DIVERS	4
SENEGAL	BELLER CONSULT	M.H.	1987	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE RURALE. RAPPORT FINAL DE TRAVAUX.	N	AQUIFR	5
SENEGAL	BALFOURS ING. CONS.		1987	PROJET D'HYDRAULIQUE RURALE. REGION DE LOUGA, DIOURBEL ET KOLDA.	N	AQUIFR	1

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	SEGUIN J.J.		1987	ALIMENTATION EN EAU DE DAKAR. IMPACT DE PRELEVEMENTS N ACCRUS SUR LA NAPPE DES CALCAIRES LUTETIENS ENTRE BAMBEY ET LOUGA. NOUVELLES SIMULATIONS.		AQUIFR	1
SENEGAL	BCEOM, FLC, SEM, ARLAB/GEOLAB	MEACC	1987	CANAL DU CAYOR. ETUDE DE FACTIBILITE. RAPPORT 3 BIS: B SYNTHESE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE POUR LA REGION DE DAKAR. RAPPORT 3 TER: POSSIBILITES D'EXPLOITATION A MOYEN ET LONG TERME DU SYSTEME AQUIFERE MAESTRICHTIEN ET PALEOCENE.	MEACC	AQUIFR	1
SENEGAL	DIWI/SONED	M.H.	1987	ETUDE ET SUIVI DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE DU SENEGAL. TOME I. II. III. IV.	N	AQUIFR	1
SENEGAL		D.E.H.	1987	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA BORDURE MERIDIONALE DU FERLO ENTRE KAFFRINE ET TAMBACOUNDA.	N DEA	AQUIFR	1
SENEGAL		D.E.H.	1987	CAMPAGNE DE NIVELLEMENT DE 40 FORAGES DE LA ZONE KAFFRINE-TAMBA.	N DEA	FORAGE	3
SENEGAL	ALBERGEL J.		1987	EXPERTISE HYDROLOGIQUE SUR 11 SITES DE BASSE ET MOYENNE CASAMANCE. PROJET USAID.	O	HYDROL	1
SENEGAL	GAC J.Y.		1987	L'EVOLUTION DU PLAN D'EAU DU LAC DE GUIERS (SENEGAL) O : LES BARRAGES DE RHEUNE ET DE DJAMA : DEUX OPPORTUNITES.		HYDROL	4
SENEGAL	GAC J.Y., BOUCHEZ J.M. ET AL.		1987	GEOCHIMIE DES EAUX DU FOUTA-DJALON : FLUX DISSOUS ET PARTICULAIRES EN HAUTE GAMBIE (KEDOUGOU ET GOULOUMBOU) : CONTRIBUTION A LA MONOGRAPHIE DE LA GAMBIE.		QUALIT	4
SENEGAL	KATTAN Z., GAC J.Y. ET PROBST J.L.		1987	SUSPENDED SEDIMENT LOAD AND MECHANICAL EROSION IN THE SENEGAL BASIN : ESTIMATION OF THE SURFACE RUNOFF CONCENTRATION AND RELATIVE CONTRIBUTIONS OF CHANEL AND SLOPE EROSION. JOURNAL OF HYDROLOGY N°92.	O	HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	SAOS J.L., FLORY J. ET AL.		1987	ETUDES HYDROLOGIQUES DANS LA REGION DE THYSSE KAYMOR O (SINE SALOUM) : RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1986.		HYDROL	3
SENEGAL	SAOS J.L., DACOSTA H., LE TROQUER Y.		1987	LE MARIGOT DE BAILA (BASSE CASAMANCE) : PLUVIOMETRIE O ET ECOULEMENTS (RESULTATS DES CAMPAGNES 1983-1984-1985-1986).		HYDROL	3
SENEGAL	SAOS J.L. ET DACOSTA H.		1987	EVOLUTION HYDROLOGIQUE D'UN BASSIN VERSANT MAGINO-LITTORAL : LE MARIGOT DE BAILA (BASSE CASAMANCE). RAPPORT EPEEC.	O	HYDROL	4
SENEGAL	MILLET B.	ISRA	1988	ETUDE DE LA MAREE EN CASAMANCE. ETALONNAGE ET ANALYSE HARMONIQUE DES ENREGISTREMENTS COURANTOGRAPHIQUES DE ZIGUINCHOR. PROGRAMME ISRA/CASAMANCE.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GUIGUEN N., PEPIN Y., TRAORE A.K.	OMS, OCP	1988	INSTALLATION DE 6 TELEBALISES ARGOS-CHLOE SUR LE RESEAU LIMNIMETRIQUE UTILISE PAR LE PROGRAMME ONCHOCERCOSE DANS LE BASSIN DU SENEGAL. RAPPORT DE MISSION.	O	HYDROL	4
SENEGAL	ALBERGEL J.	CEE, N° TS2A 0017 F CD	1988	FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DES BAS-FONDS. SYNTHESE O PRELIMINAIRE.		HYDROL	3
SENEGAL	MILLET B.	ISRA/CASAMANCE	1988	ETUDE DE LA MAREE EN CASAMANCE. ETALONNAGE ET ANALYSE HARMONIQUE DES ENREGISTREMENTS COURANTOGRAPHIQUES DE ZIGUINCHOR. PROGRAMME ISRA/CASAMANCE, JUILLET 1984-JUILLET 1985.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GUIGUEN N., PEPIN Y., TRAORE A.K.		1988	INSTALLATION DE 6 TELEBALISES ARGOS-CHLOE SUR LE RESEAU LIMNIMETRIQUE UTILISE PAR LE PROGRAMME ONCHOCERCOSE DANS LE BASSIN DU SENEGAL. RAPPORT DE MISSION.	O	DIVERS	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1988	GESTION ET PROTECTION DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE DU SENEGAL. PROJET DE RAPPORT FINAL.	N	DEA	AQUIFR	1	
SENEGAL	OJEDRAOGO INOUSSA	INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY	1988	CONTRIBUTION DE LA GEOCHIMIE ISOTOPIQUE A LA COMPREHENSION DE LA NAPPE DEPRIMEE DU FERLO SEPTENTRIONAL(SENEGAL)	N	UNIVERSITE	DIVERS	1	
SENEGAL	TANDIA ABDOUL AZIZ.	INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY.	1988	SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE DE LA REGION DE CASAMANCE.CONTRIBUTION DES TECHNIQUES ISOTOPIQUES A LA CONNAISSANCE DES NAPPES D'EAU SOUTERRAINE	N	UNIVERSITE	AQUIFR	4	
SENEGAL	BETURE.SETAME	SONEES	1988	RENFORCEMENT DE L'APPROVISIONNEMENT EN EAU DE LA REGION DE DAKAR.1988/2020. PHASE INTERIMAIRE. RAP. DE SYNTHESE. TOME 5.	N	SONEES	AQUIFR	4	
SENEGAL	BRGM	M.H.	1988	REALISATION DE 41 FORAGES PROFONDS DU PROGRAMME CEAO I.	N	DGRH	FORAGE	3	
SENEGAL	BRGM		1988	PROJET SEPROMA D'ALIMENTATION EN EAU DOUCE DU PERIMETRE MARAICHER DU KIRENE(REGION DE THIES). ETUDE D'IDENTIFICATION DES POTENTIALITES HYDROGEOLOGIQUES	N		AQUIFR	1	
SENEGAL	BRGM	M.H.	1988	REALISATION DE 22 FORAGES MIXTES. PROGRAMME CEAO I.	N	DGRH	FORAGE	3	
SENEGAL	BRGM	M.H.	1988	REALISATION DE 98 FORAGES M.F.T:PRODUCTIFS AU SENEGAL ORIENTAL: PROGRAMME CEAO I.	N	DGRH	FORAGE	3	
SENEGAL	BCEOM,FLC,SEM, ARLAB/GEOLAB.	MEACC	1988	CANAL DU CAYOR.ETUDE DE FACTIBILITE. RAPPORT E ANNEXES 1 ET 2. ETUDE DE LA RECHARGE ARTIFICIELLE DES CALCAIRES PALEOCENES. CELLULE D'ETUDE ET DE REALISATION DU CANAL DE CAYOR.	B	MEACC	AQUIFR	1	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
SENEGAL	BRGM	SONEES	1988	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE POUR LE RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU DE LA PETITE COTE.	N	SONEES	AQUIFR	1	
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	1988	PROGRAMME SPECIAL D'HYDRAULIQUE TAMBACOUNDA THIES.	N		FORAGE	3	
SENEGAL	D.E.H.	CARITAS	1988	PROJET D'ALIMENTATION EN EAU DES VILLAGES DES ILES DU SALOUM.	N		AQUIFR	3	
SENEGAL	BRGM	M.H.	1988	PREMIER PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE ET PASTORALE. CEAO . REALISATION D'UNE CAMPAGNE DE FORAGES MIXTES. RAPPORT DE FIN DE TRAVAUX.	N	DGRH	FORAGE	3	
SENEGAL	BARRY B., BOIVIN P., BRUNET D.		1988	EVOLUTION DES STRATEGIES D'AMENAGEMENT HYDRO-AGRICOLE DES SOLS SALES EN BASSE CASAMANCE. DEUXIEMES JOURNEES DE L'EAU AU SENEGAL : EAU ET DEVELOPPEMENT.	O		DIVERS	4	
SENEGAL	ALBERGEL J.	CEE N°TS2A 0017 F CD	1988	PROJET BAS-FOND. RAPPORT D'AVANCEMENT N°1	O		HYDROL	3	
SENEGAL	ALBERGEL J., BERNARD A., DACOSTA H.		1989	CAMPAGNE HYDROLOGIQUE 1988. BASSINS VERSANTS EXPERIMENTAUX DE THYSSE KAYMOR SAISON DE PLUIES 1988. RAPPORT DE CAMPAGNE.	O		HYDROL	3	
SENEGAL	SY Y.E.		1989	TARAGE DES STATIONS NON UNIQUIVOQUES. APPLICATION AUX STATIONS HYDROMETRIQUES DE LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL. DU D'HYDROLOGIE APPLIQUEE AU DEVELOPPEMENT.	O		HYDROL	4	
SENEGAL	ALBERGEL J., BERNARD A., RUELLE P.	CEE XII N° 0017 CD	1989	HYDRODYNAMIQUE DES SOLS. BASSINS VERSANTS EXPERIMENTAUX DE THYSSE-KAYMOR. RAPPORT DE LA CAMPAGNE DE MESURES FEV. AVR. 1988.	O		HYDROL	3	
SENEGAL	ALBERGEL J.	CEE-CIRAD N° TS2A 0017 F CD	1989	BAS-FONDS SINE SALOUM. 3EME RAPPORT D'AVANCEMENT.	O		HYDROL	3	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
SENEGAL	ALBERGEL J.	CEE-CIRAD DGXII, N°TS2A 0216 M CD	1989	BAS-FONDS CASAMANCE. 1ER RAPPORT D'AVANCEMENT.	O		HYDROL	3	
SENEGAL	BRGM	M.H.	1989	RAPPORT D'EXECUTION DE 21 PIEZOMETRES ET 5 FORAGES D'ESSAI DU PROJET BID.	N		FORAGE	4	
SENEGAL	BRGM	SONEES	1989	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE POUR LE RENFORCEMENT DE L'ALIMENTATION EN EAU DE LA PETITE COTE. MODELISATION DES AQUIFERES ET SIMULATIONS DE PRELEVEMENT. RAPPORT DE SYNTHESE.	N	SONEES	AQUIFR	1	
SENEGAL	BRGM	M.H.	1989	SYNTHESE DES RECENTES CAMPAGNES DE PROSPECTION GEOPHYSIQUE.ETUDES DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE DU SENEGAL.	N		AQUIFR	1	
SENEGAL	BRGM	DGRH	1989	ETUDE DES RESSOURCES EN EAU SOUTERRAINE DU SENEGAL.SYNTHESE GENERALE DU PROJET.	N	DEA	AQUIFR	4	
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	1989	PROGRAMME SPECIAL D'URGENCE POUR L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES POPULATIONS RURALES DANS LES REGIONS DE FATICK ET KAOLACK	N		AQUIFR	1	
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1989	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA BORDURE MERIDIONALE DU FERLO ENTRE KAFFRINE ET TAMBACOUNDA.	N		AQUIFR	1	
SENEGAL	BRGM	M.H.	1989	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DE LA BORDURE MERIDIONALE DU FERLO ENTRE KAFFRINE ET TAMBACOUNDA. MODELISATION MATHEMATIQUE.	N	DEA	AQUIFR	1	
SENEGAL	ALBERGEL J. ET AL.		1989	PLUIES ET CRUES 88 AU SALOUM. I INFO R3S LA LETTRE DU RS3 RESEAU DE LA CORAF ET DU CILSS N°1.	O		HYDROL	4	
SENEGAL	ALBERGEL J., DIATTA M. ET AL.		1989	METHODES POUR AMELIORER L'INFILTRATION ET REDUIRE LE RUISSELLEMENT. PRESENTATION DU CAS DU SINE SALOUM ISRA/SCS RECHERCHES D'APPUI SINE SALOUM.	O		HYDROL	4	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	ALBERGEL J.	CEE-CIRAD N°TS2A 0017 F CD	1989	RAPPORT D'AVANCEMENT N°2 PROJET BAS-FOND.	0	HYDROL	3
SENEGAL	BOUCHEZ J.M.		1989	INVENTAIRE DE LA BANQUE DE DONNEES : PLUIES JOURNALIERES (GAMBIE, GUINEE, MALI, MAURITANIE), PLUIES MENSUELLES (GAMBIE, GUINEE, MALI, SENEGAL), DEBITS (GUINEE, SENEGAL).	0	CLIMAT	3
SENEGAL	BRUNET D.		1989	DESSALEMENT DES SOLS DE LA VALLEE DE DJIGUINOUM (BASSE CASAMANCE) : ESTIMATIONS DES DEBITS HYDRIQUE ET SALIN DE L'HIVERNAGE 1988.	0	HYDROL	4
SENEGAL	DACOSTA H.		1989	PRECIPITATIONS ET ECOULEMENTS SUR LE BASSIN DE LA CASAMANCE. TH. 3EME CYCLE : GEOGR. PHYS. : HYDROLOGIE, UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP, DKAR.	0	HYDROL	4
SENEGAL	GAC J.Y.		1989	ENVIRONNEMENT ET QUALITE DES EAUX AU SENEGAL : RAPPORT SCIENTIFIQUE N°1.	0	QUALIT	4
SENEGAL	JUSSERAND C., PAGES J. ET DEBENAY J.P		1989	EVOLUTION DU HAUT ESTUAIRE DE LA CASAMANCE (SENEGAL) O : VERS UN SYSTEME EVAPORATOIRE MARIN : DONNEES ISOTOPIQUES SUR LES EAUX LIBRES. C.R. AC. SC., SERIE 2 : MECANIQUE, VOL. 309, N°10.	0	QUALIT	4
SENEGAL	LAHOUD A.		1989	MODELISATION DES CIRCULATIONS TRANSITOIRE ET RESIDUELLE : APPLICATION A L'ESTUAIRE DE LA CASAMANCE (SENEGAL). TRAVAUX ET DOCUMENTS ORSTOM N°55. THESE MECANIQUE, GENIE MECANIQUE, GENIE CIVIL, USTL MONTPELLIER, 1988.	0	HYDROL	4
SENEGAL	LAMAGAT J.P., ALBERGEL J. ET AL.		1989	MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU FLEUVE GAMBIE. COLL. ORSTOM, MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE.	0	HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	LAMAGAT J.P.		1989	PREVISION DES DEBITS DE GESTION DES OUVRAGES COMMUNS O DE L'OMVS : MODELE DE TRANSFORMATION DES HAUTEURS EN DEBITS.		HYDROL	4
SENEGAL	LAMAGAT J.P.		1989	MODELE DE TRANSFORMATION DES HAUTEURS EN DEBITS. O		HYDROL	5
SENEGAL	OLIVRY J.C. ET CHASTENET M.		1989	EVOLUTION DE L'HYDRAULICITE DU FLEUVE SENEGAL ET DES O PRECIPITATIONS DANS SON COURS INFERIEUR DEPUIS LE MILIEU DU 19EME SIECLE : OBSERVATIONS HYDROPLUVIOMETRIQUES ET ESSAI DE VALORISATION QUANTITATIVE DE DONNEES HISTORIQUES. BRET (ED.)		HYDROL	4
SENEGAL	ALBERGEL, J., BERNARD A., MARIEU B.	CEE N° TS2A 001 F CD	1990	BAS-FONDS SINE SALOUM. ACTION DE RECHERCHES O "ECONOMIE DE L'EAU DRS". SIMULATION DE PLUIE SUR LE BASSIN KEUR DIANKO DU 23/01/1989 AU 22/02/1989. PROGRAMME R3S.		HYDROL	3
SENEGAL	ALBERGEL J., BRUNET D., G.	DUBEE CEE DGXII N°TS2A 0216 M CD	1990	RAPPORT HYDROLOGIQUE 1989, VALLEE DE DJIGUINOUM, O CASAMANCE. PROGRAMME R3S.		HYDROL	4
SENEGAL	BERNARD A., MARIEU B.	CEE N°TS2A 0017 F CD	1990	BAS-FONDS SINE SALOUM. ACTION DE RECHERCHES O "ECONOMIE DE L'EAU DRS". SIMULATION DE PLUIES SUR LE BAS-FOND DE KEUR SAMBA DIAMA DU 06/03/1990 AU 16/03/1990. PROGRAMME R3S.		HYDROL	3
SENEGAL	LAMAGAT J.P., ALBERGEL J.		1990	FLEUVE SENEGAL. PLAN DIRECTEUR DE LA HAUTE VALLEE O HYDROLOGIE-CLIMATOLOGIE. RAPPORT N°2.		HYDROL	1
SENEGAL	ORSTOM, ISRA, CIRAD	CEE N° TS2A 0017 F CD	1990	ACTION DE RECHERCHE "DSR-ECONOMIE DE L'EAU" SINE O SALOUM. 4EME RAPPORT D'AVANCEMENT.		HYDROL	3
SENEGAL	ORSTOM, ISRA, IRAT		1990	BAS-FOND CASAMANCE. 2EME RAPPORT D'AVANCEMENT. O PROGRAMME R3S.		HYDROL	3

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
SENEGAL	ORSTOM, ISRA, IRAT		1990	RAPPORT D'AVANCEMENT N°5. BASSINS VERSANTS DE THYSSE O KAYMOR. ACTION DE RECHERCHE "DRS-ECONOMIE DE L'EAU". PROGRAMME R3S.			HYDROL	3	
SENEGAL	C.I.E.H.	C.I.E.H.	1990	15E REUNION DU CONSEIL DES MINISTRES. OUAGADOUGOU 19-23 FEV. 1990. COMPTE RENDU DES JOURNEES TECHNIQUES. TOME 1. ATELIER 1: BILAN DE LA DIEPA. AEP ET ASSAINISSEMENT EN MILIEU RURAL.	N	DGRH	AQUIFR	1	
SENEGAL	M.D.R.H.	M.D.R.H. / M.I.A.	1990	RAPPORT SECTORIEL SUR L'HYDRAULIQUE	N	DEA	AQUIFR	1	
SENEGAL	GEOLAB	C.E.A.O.	1990	UTILISATION DE L'INFORMATIQUE DANS L'APPROVISIONNEMENT EN EAU EN MILIEU RURAL. BILAN ET RECOMMANDATIONS.	N		AQUIFR	1	
SENEGAL	B.R.G.H.	D.G.R.H.	1990	ETUDE EN VUE DE L'ELABORATION DU PLAN DIRECTEUR DE L'HYDRAULIQUE RURALE DU SENEGAL. RAPPORT PROVISOIRE N°1.	N		AQUIFR	1	
SENEGAL	PNUD/OPS	D.E.H.	1990	CONTROLE PIEZOMETRIQUE ET HYDROCHIMIQUE DES NAPPES SOUTERRAINES DU SENEGAL. SEN/88/002.	N	DEA	AQUIFR	1	
SENEGAL	SONEES	M.I.A.	1990	SOCIETE NATIONALE D'EXPLOITATION DES EAUX DU SENEGAL.RAPPORT ANNUEL 1989	N	SONEES	AQUIFR	4	
SENEGAL	D.G.R.H.	M.D.R.H.	1990	LE SECTEUR DE L'HYDRAULIQUE. BILAN DES REALISATIONS ET PROGRAMMES A COURT ET MOYEN TERMES.	N	DEA	DIVERS	3	
SENEGAL	OMVS.ISTI INC. USGS.	O.M.V.S.	1990	RAPPORT DE SYNTHESE HYDROGEOLOGIQUE. DELTA DU FLEUVE SENEGAL. VOL 2. RAPPORT FINAL.	N	OMVS	AQUIFR	1	
SENEGAL	OMVS / INT. SCIENCE. AND TECH.INST.	O.M.V.S.	1990	PROJET OMVS/USAID. EAUX SOUTERRAINES. RAPPORT FINAL. VOL. 1.	N	OMVS	AQUIFR	1	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	ROBERT H. REESER. STERGIOS DENDROU	O.M.V.S.	1990	OMVS GROUNDWATER MONITORING PROJECT. FINAL EVALUATION. FINAL REPORT.	N	OMVS	AQUIFR	1
SENEGAL	CPGF.HORIZON.	M.T.P.N.	1990	ETUDE D'IMPACT DE LA DECHARGE DE M'BEUBEUSS SUR L'ENVIRONNEMENT DE LA VILLE DE DAKAR. CARACTERISTIQUES GEOLOGIQUES ET HYDROGEOLOGIQUES DU SITE DE LA DECHARGE. VOL. 1:TEXTE. VOL. 2:ANNEXES.	N	MTPN	AQUIFR	1
SENEGAL	ALBERGEL J. ET AL.	CEE N°TS2A 0017 F CD	1990	RAPPORT D'AVANCEMENT N°3 PROJET BAS-FOND.	O		HYDROL	3
SENEGAL	ALBERGEL J. ET AL.	CEE N°TS2A 0216	1990	RAPPORT D'AVANCEMENT N°1 PROJET BAS-FOND.	O		HYDROL	3
SENEGAL	ALBERGEL J., BRUNET D. ET AL.		1990	GESTION D'UN BARRAGE ANTI-SEL EN BASSE CASAMANCE (SENEGAL). "UTILISATION RATIONNELLE DE L'EAU DES PETITS BASSINS VERSANTS EN ZONE ARIDE", 12-15 MARS 1990, OUAGADOUGOU.	O		HYDROL	4
SENEGAL	BADER J.C.		1990	HOMOGENEISATION ET COMPLETEMENT DE LA BANQUE DE DONNEES HYDROMETRIQUES DU BASSIN DU SENEGAL EN AMONT DE BAKEL.	O		DIVERS	5
SENEGAL	COGELS F.X., GAC J.Y., ET AL.		1990	FONCTIONNEMENT ET BILANS HYDROLOGIQUES DU LAC DE GUIERS DE 1976 A 1989.	O		HYDROL	4
SENEGAL	COGELS F.X. ET GAC J.Y.		1990	BILAN LIMNOLOGIQUE DU LAC DE GUIERS AVANT LA MISE EN O FONCTION DU BARRAGE DE DJAMA : .HYDROLOGIE, QUALITE ET GESTION DES EAUX.	O		DIVERS	4
SENEGAL	GAC J.Y., COGELS F.X. ET AL.		1990	RECONNAISSANCE GEOCHIMIQUE SUR LES EAUX DE LA LAME O DE SUBMERSION DE LA VALLEE DU FERLO (SENEGAL).	O		QUALIT	4
SENEGAL	GAC J.Y., APPAY J.L. ET LAROUSSE B.		1990	L'INTRUSION DES EAUX OCEANIQUES DANS LA BASSE VALLEE O DU SENEGAL AU COURS DU 20EME SIECLE.	O		HYDROL	4

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP	ARCHIVAGE	OBJET	TYPE	REFERENCE
SENEGAL	LAMAGAT J.P., MARIEU B., ALBERGEL J.		1990	PLAN DIRECTEUR DE LA HAUTE VALLEE DU FLEUVE SENEGAL. O ETUDES STATISTIQUES DES HAUTEURS ET DEBITS MOYENS DECADAIRES AU DROIT DES SECTIONS RETENUES. SIMULATION DE LA CRUE ARTIFICIELLE GIBB. ORSTOM.			HYDROL	1	
SENEGAL	LAMAGAT J.P., SEGUIS L., DUBEE G.		1990	CAMPAGNE DE JAUGEAGES SUR LE CANAL DE LA TAOUE O (HIVERNAGE 1990).			HYDROL	3	
SENEGAL	SEGUIS L.		1990	NOTE SUR LA PROPAGATION DE LA CRUE LE LONG DE L'ILE O DE MORFIL ET SUR LES INONDATIONS 1986, 1988.			HYDROL	4	
SENEGAL	ALBERGEL J. ET AL.	CEE N°TS2A 0017 F CD	1990	PROJET BAS-FOND. RAPPORT D'AVANCEMENT N°4. O			HYDROL	3	
SENEGAL	D.E.A.	M.D.R.H.	1991	ETUDE HYDROGEOLOGIQUE DES VALLEES DU CAR CAR ET DU N SINE. PROJET AGRO-FORESTIER DE DIOURBEL.			AQUIFR	1	
SENEGAL	CELLULE ST. LOUIS.	O.M.V.S.	1991	CELLULE DES EAUX SOUTERRAINES. SITUATION AU 31 JANV. N 1991.			AQUIFR	3	
SENEGAL	BADARA CISSE. ANTA DIOP.	ONU DI	1991	ETUDE DE L'IMPACT DE LA DECHARGE DE M'BEUBUESS SUR N LA SANTE DES POPULATIONS RIVERAINES. RAPPORT.		MTPN	DIVERS	1	
SENEGAL	VERITAS	M.T.P.N.	1991	ETUDE DES IMPACTS DE LA DECHARGE DE M'BEUBUESS SUR N L'ENVIRONNEMENT. PLAN D'ASSAINISSEMENT ET DE GESTION ECOLOGIQUE DU SITE.		MTPN	DIVERS	1	
SENEGAL	D.E.H.	M.H.	1991	PROGRAMME D'HYDRAULIQUE VILLAGEOISE DANS LE N DEPARTEMENT DU PODOR.			AQUIFR	1	
SENEGAL	BADER J.C.		1991	SIMULSEN. LOGICIEL DE SIMULATION DE GESTION DE LA O RETENUE DE MANANTALI AU PAS DE TEMPS JOURNALIER. NOTICE D'UTILISATION.			DIVERS	5	

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	COGELS F.X., DACRUZ EVORA N., GAC J.		1991	L'EVAPORATION DU LAC DE GUIERS (SENEGAL) DE 1976 A 1989 : BILAN ET ESSAI D'INTERPRETATION.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GAC J.Y., COGELS F.X., EVORA N.		1991	BILAN HYDROLOGIQUE DU LAC DE GUIERS EN 1990.	O	HYDROL	4
SENEGAL	GAC J.Y. ET COGELS F.X.		1991	GEOCHIMIE DES EAUX DE LA VALLEE DU FERLO (SENEGAL). 7 - L'EAU ET LE DEVELOPPEMENT DANS LA PERSPECTIVE DU 21EME SIECLE, 13-18.MAI 1991, RABAT.	O	QUALIT	4
SENEGAL	CHOURET A.		INC.	MESURES D'ETIAGE EN CASAMANCE. DEPARTEMENTS DE KOLDA ET SEDHIOU.	O	HYDROL	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	INC.	PROJET SPECIAL D'HYDRAULIQUE. VOLET : DIOURBEL, LOUGA.	N	FORAGE	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	INC.	PROGRAMME SPECIAL D'HYDRAULIQUE. VOLET FATICK KAOLACK	N	FORAGE	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	INC.	PROGRAMME SPECIAL D'AIDE D'URGENCE DE LA B.I.D.	N	FORAGE	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	INC.	HYDRAULIQUE RURALE II. PROGRAMME CHINE	N	FORAGE	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	INC.	PROGRAMME SPECIAL D'HYDRAULIQUE VOLET CASAMANCE ET LOUGA.	N	FORAGE	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	INC.	PROJET SPECIAL D'HYDRAULIQUE. CITIBANKE	N	FORAGE	3
SENEGAL	D.H.R.	M.H.	INC.	PROJET SPECIAL D'HYDRAULIQUE. PROGRAMME FENU.	N	FORAGE	3
SENEGAL	BRGM	M.H.	INC.	ETUDE DE LA REALIMENTATION DE LA SALINITE DE LA NAPPE DES SABLES MAESTRICHIENS	N	QUALIT	1

Page No. 36
27/11/91

PAYS	AUTEURS	CLIENTS	ANNEE	TITRE	DISP ARCHIVAGE	OBJET	TYPE REFERENCE
SENEGAL	OLIVRY J.C. ET FLORY J.		INC.	ETUDES HYDROLOGIQUES DANS LA REGION DE THYSSE-KAYMOR O (SINE-SALOUN) : RESULTATS DE LA CAMPAGNE 1985. RAPPORT PROVISOIRE. ORSTOM, ISRA, IRAT.		HYDROL	3

Annexe D

**DISPONIBILITE DES PHOTOGRAPHIES AERIENNES
ET DES DOCUMENTS CARTOGRAPHIQUES**

1. COUVERTURE PHOTO AERIENNE DU SENEGAL

De nombreuses missions de photos aériennes ont été réalisées sur le Sénégal depuis 1949, comme l'indique le tableau D1.

Les couvertures photos aériennes de l'Institut Géographique National dans la vallée du fleuve Sénégal, en territoire sénégalais, sont mentionnées dans le tableau D2.

La figure D3 donne l'extension de la Mission Photo Aérienne OMVS-USAID réalisée par TELEDYNE-GEOTRONICS sur la vallée du fleuve Sénégal.

Tableau D1 - MISSIONS PHOTOS AERIENNES SUR LE SENEGAL

Année	Réalisation	Echelle	Zone
1954	IGN France	1/50 000	Tout le pays
1969	IGN France	1/40 000	Découpage IGN 1/200 000 Feuilles : Sokone Ziguinchor Sedhiou Nioro du Rip
1970	IGN France	1/40 000	Découpage IGN 1/200 000 Feuilles : Kedougou Tambacounda Velingara Youkounkoun Kolda Kenieba
1979	IGN France	1/60 000	Découpage IGN 1/200 000 Feuilles : Dakar Thies Louga Fatick Saint-Louis Diourbel Dagana Linguéré Kaffrine Barkedji
1978	Japon	?	Sur ligne du projet voie ferrée Tambacounda-Sénégal Oriental (mines de fer)
1980	?	1/12 000 Vol.supérieur 1/6000 Vol.inférieur	Projet secteur urbain aéro canevas
1989	TELEDYNE- GEOTRONICS	1/50 000	Projet OMVS-USAID Noir et blanc et infrarouge Bassin versant du fleuve Sénégal
1989	?	1/50 000	OMVG - Feuilles 1/200 000 de Sokone - Velingara - Tambacounda - Youkounkoun - Kedougou - Dalafi et en partie : Kenieba - Bala - Bakel

Tableau D2

LISTE DES COUVERTURES AERIENNES IGN DANS LA VALLEE DU FLEUVE SENEGAL
EN TERRITOIRE SENEGALAIS

No. de mission	Date	Emulsion: 1/	Format	Nb. de clichés	Client	Zone photo
1/15 000	23-11-49	P	24 X 24	840		S-Louis- Dagana
1/15 000	1954	"	19 X 19	18		St.Louis
135/150	4.4.58	"	"	17	Ht. Cdt. AOF	Podor
136/150	29.3.58	"	"	12	"	Matam
137/150	11.4.58	"	"	11	"	Bakel
165/150	31.3.58	P + IR	"	280	"	Env. St.L
166/150	4.5.58	"	19 X 19	596	"	Dagana-R.T
167/150	4.4.58	"	"	17	"	Casier de Guédé
170/250	31.3.58	P	"	69	Cons. Coord.	Rte St.L.- Eq base-Conv:Rosso
285/150	Ju 13.1.60	P + IR	"	<u>1.129</u>	<u>MAS</u>	<u>Val.Sénég.</u>
302/60	4.3.60	P	"	10	Hydraul.	Bakel
303/60	"	"	"	24	"	Matam
304/60	"	"	"	44	"	Ouro Sogui
305/60	29.2.60	"	"	54	"	Podor
306/60	"	"	"	9	"	Ndioum
346/150	19.3.60	P + IR	19 X 19	30	<u>MAS</u>	Langue de Barbarie
351/100	16.3.60	C	"	15	Agence IGN	St.Louis
371/100	16.4.61	P	"	319	"	Saldé
372/100	16.4.61	"	"	352	"	Matam
409/150	23.11.61	P	"	<u>1.120</u>	<u>MAS</u>	<u>Rivière</u> <u>Falémé</u>
409/50	24.11.61	"	"	341	"	Rapides de Sénoudébou
410/200	25.11.61	"	"	343	Travaux Publics	Podor-Bakel
415/150	"	"	"	20	<u>MAS</u>	Bakel
537/250	1.10.64	P+IR	"	565	Minist.Plan	Delta du Sénégal

1/ Emulsion: P : Panchromatique noir et blanc
IR : fausses couleurs infra-rouge
C : couleurs.

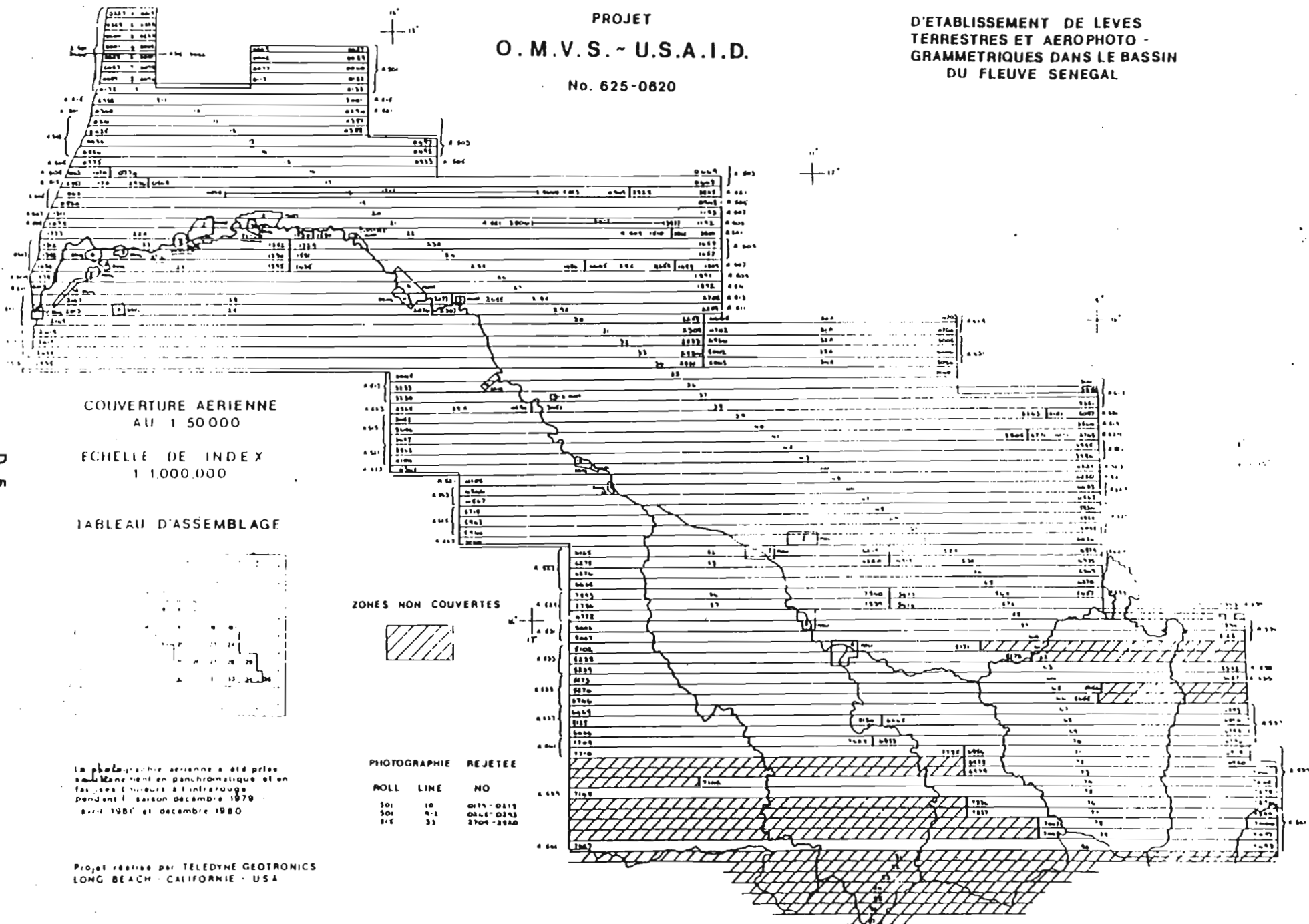
Tableau D2 (suite)

No. de mission	Date	Emulsion: 1/	Format	Nb. de clichés	Client	Zone Photo
694/60*	17.5.65	"	"	58	Service Topo	SaintLouis
783/50	26.3.67	"	24 X 24	457	BCEOM	Podor
783/300	"	"	"	36	"	Nianga
802/50*	27.10.68	P	"	47	Urbanisme	Podor
803/50*	"	"	"	31	"	Dagana
804/50	"	"	"	18	CRA Bambey	Richard-Toll
805/100*	"	"	19 X 19	85	Urbanisme	"
805/150*	11.2.69	P	24 X 24	14	Urbanisme	R.Toll
806/150*	27.10.68	"	19 X 19	122	"	Saint-Louis
806/250*	"	"	"	49	"	"
813/50*	"	"	19 X 19	41	Urbanisme	Bakel
820/50*	30.10.68	"	"	10	"	Matam
04/50	27.2.72	C	24 X 24	530	Co Sucrière Sénégalaise	Rég. R.Toll
14/50	29/3/74	P	F.152	364	)	Saint-Louis
	26.4.75	P		35	) 399	"
18/130	6/3/75	P+IRC	F.152	18		Falémé
						(ND 29 I)
19/130	6/3/75	"	F. 152	7		Boboti
						(ND 29 I)
20/130	6/3/75	"	F. 152	22		Youfouti
						(ND 29 I)
21/150	13/9/75	P	F. 152	48		St.Louis
23/500	19/4/76	P	F. 88	93	MULLER	DIAMA (ND (28 II-III)
23/125	19.20./4/76	P	F. 152	1024	"	DIAMA "
37/900	18/11/77	P	F. 83	34	SONED	SOUNGROUGROU
50/400	29/10/77	P	F. 152	73	ASURTOP	KAEDI-MATAM
71	9-12	500	152	286	IEM	Linguère- Podor

PROJET
O.M.V.S. - U.S.A.I.D.

No. 625-0820

D'ETABLISSEMENT DE LEVES
TERRESTRES ET AEROPHOTO-
GRAMMETRIQUES DANS LE BASSIN
DU FLEUVE SENEGAL



COUVERTURE AERIENE
AU 1 50000

ECHELLE DE INDEX
1 1.000.000

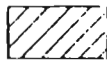
TABLEAU D'ASSEMBLAGE

D-5



La photographie aeriene a été prise
soit Monochrome en panchromatique et en
faux couleurs à l'infrarouge
pendant la saison decembre 1979 -
avril 1981 et decembre 1980

ZONES NON COUVERTES



PHOTOGRAPHIE REJETEE

ROLL	LINE	NO
501	10	0111 - 0118
501	4-8	0241 - 0248
516	33	2704 - 2820

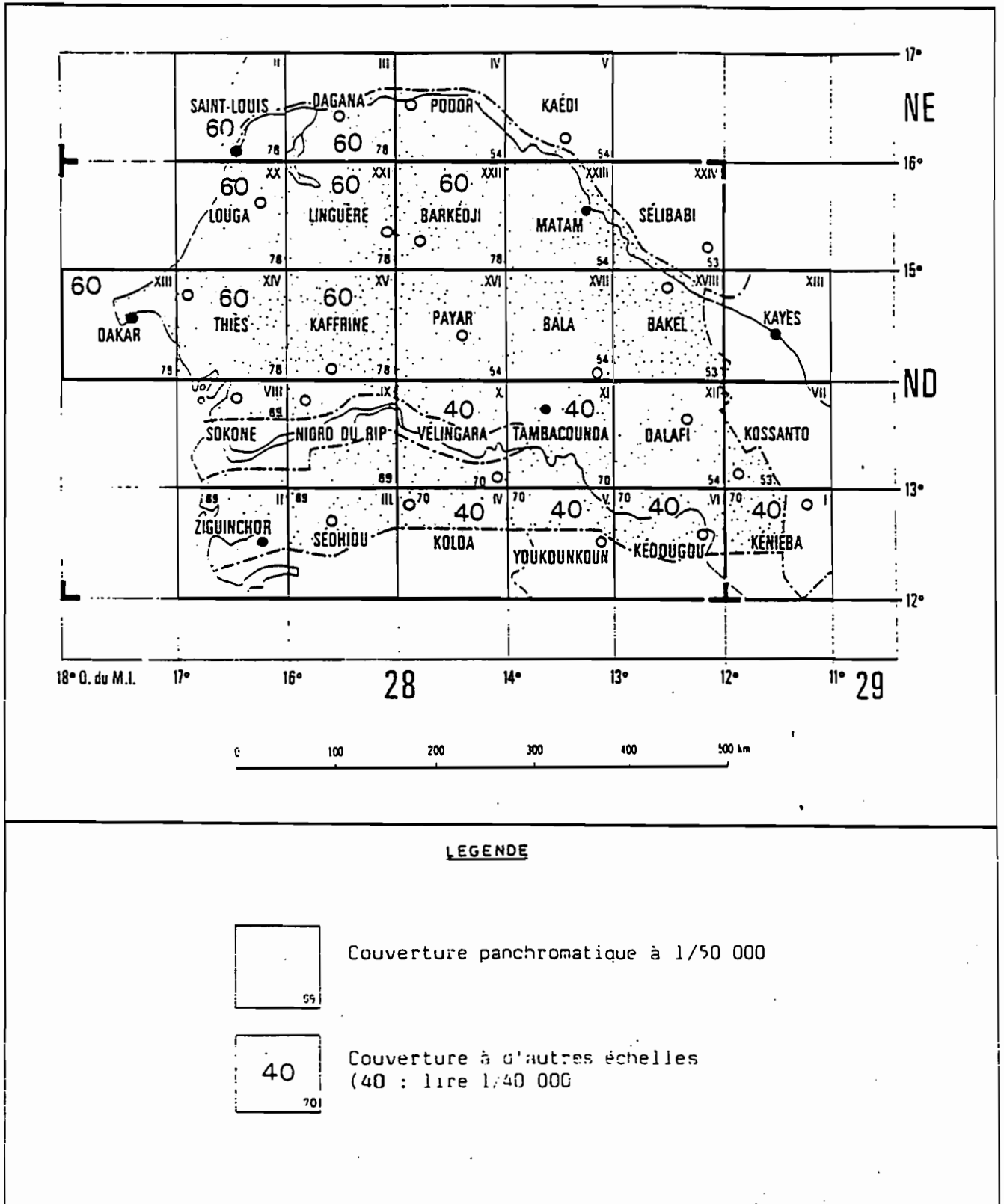
Projet realise par TELEDYNE GEOTRONICS
LONG BEACH - CALIFORNIE - USA

COUVERTURE AERIEENNE TELEDYNE A 1/50 000
(1979-1980)

Figure D3

Figure D4

PLAN D'ASSEMBLAGE DE LA COUVERTURE PHOTOGRAPHIQUE
DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL

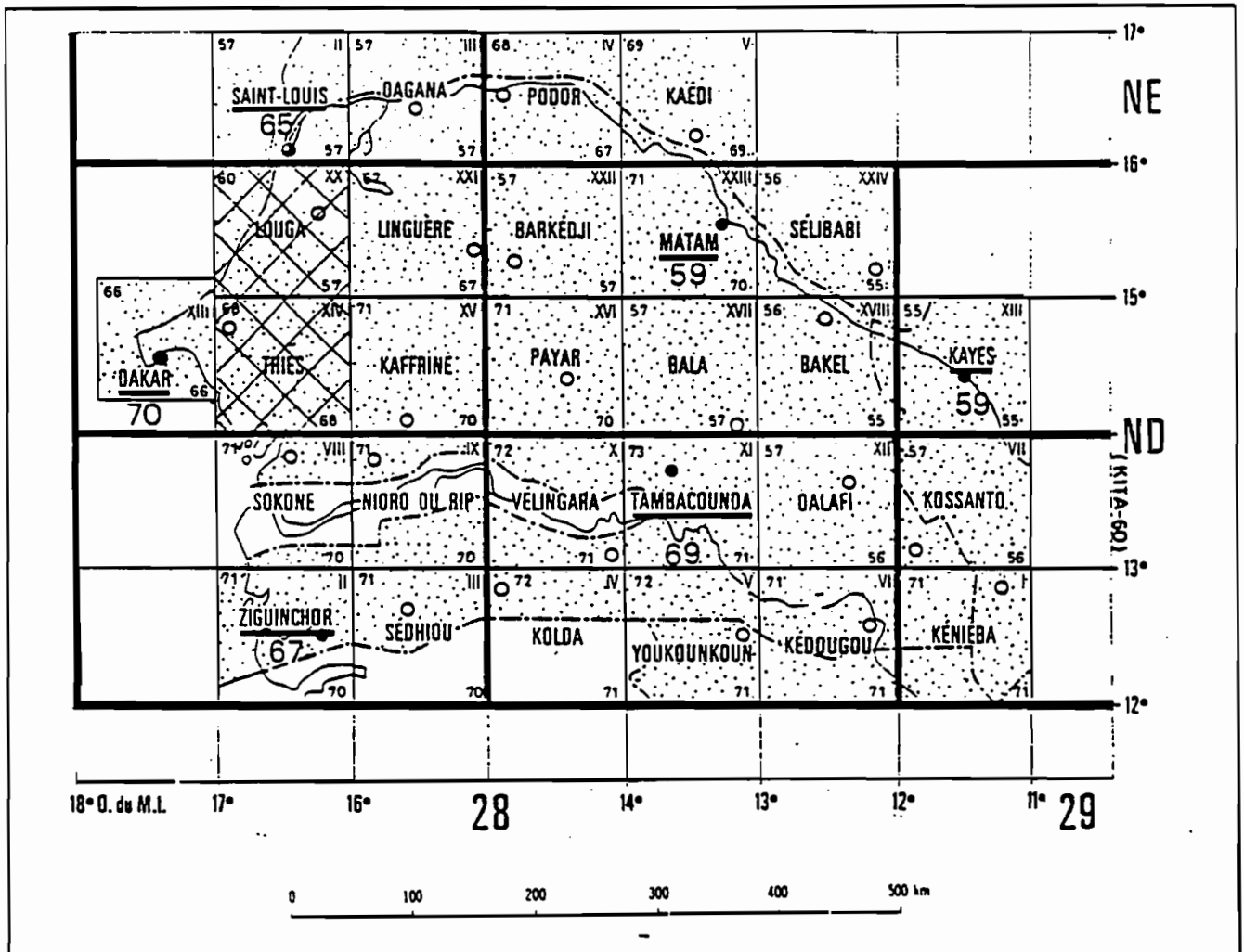


2. CARTES TOPOGRAPHIQUES DU SENEGAL

- . Carte au 1/2 000 000 du Sénégal
- . Carte au 1/1 000 000 du Sénégal : IGN 1980
- . Cartes au 1/500 000 : 6 feuilles (cf. figure D5) :
 - Saint-Louis
 - Dakar
 - Ziguinchor
 - Matam
 - Tambacounda
 - Kayes
- . Cartes au 1/200 000 : 28 feuilles (cf. figure D6)
- . Cartes au 1/50 000 (cf. figure D6) :
 - Région de Dakar en 3 coupons :
 - * Dakar
 - * Bargny
 - * Cayor
 - Saint-Louis
 - Casamance
 - Vallée du fleuve Sénégal
 - Feuille au 1/200 000 : Bakel, Dalafi, Kossanto, Selibaby
- . Carte au 1/10 000 - Plan ville de Dakar
- . Cartes au 1/5000 - Région de Dakar en 21 coupons.

Figure D5

PLAN D'ASSEMBLAGE DE LA COUVERTURE TOPOGRAPHIQUE
DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL AU 1/200 000 ET 1/500 000

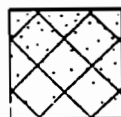


LEGENDE

Carte à 1/200 000



Feuille publiée



Rédition en cours
ou prévue

Carte à 1/500 000

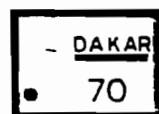
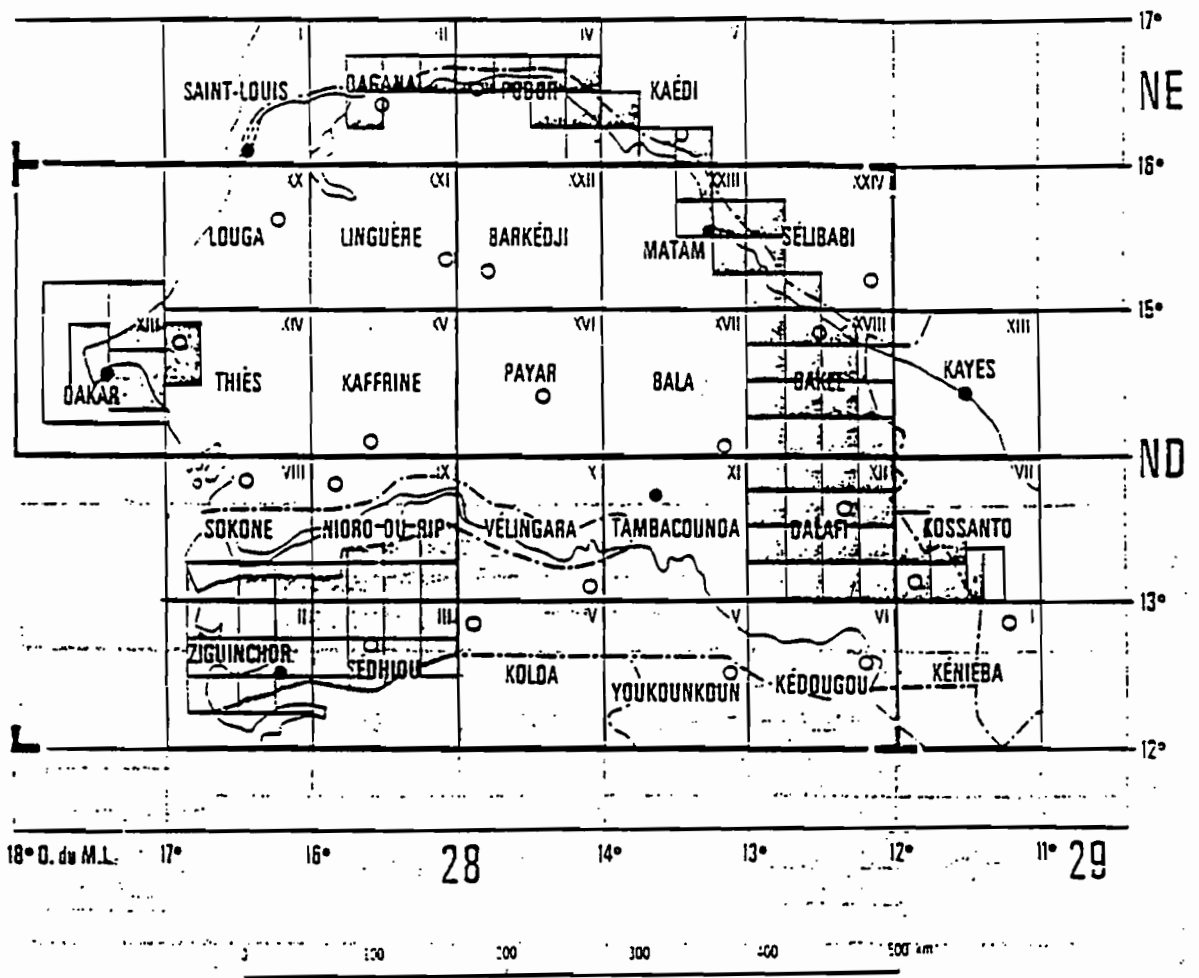


Figure D6

PLAN D'ASSEMBLAGE DE LA COUVERTURE TOPOGRAPHIQUE
DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL AU 1/50 000



3. CARTES GEOLOGIQUES ET GEOTECHNIQUES DU SENEGAL (Figure D8)

Carte géologique de la république du Sénégal et de la Gambie au 1/500 000 (BRGM) - 1962

4 Feuilles et notice.

Cartes géologiques au 1/200 000 :

- Carte géologique de l'A.O.F. au 1/200 000

Feuilles :Dakar-EstND-28-XIII-E,1956+ Notice

Thies-OuestND-28-XIV-0,1956+ Notice

- Carte géologique de la République du Sénégal au 1/200 000 (BRGM) :

Feuilles :	Bakel	1963 + Notice
	Dalafi	1963 + Notice
	Kedougou	1963 = Notice
	Kenieba	1963 + Notice
	Kossanto	1963 + Notice
	Tambacounda	1963 + Notice
	Youkounkoun	1963 + Notice
	Dagana	1967
	Louga	1967
	Matam	1967 + Notice
	Podor	1967
	Saint-Louis	1967
	Kaedi	1967 + Notice
	Selibabi	1967 + Notice

- Carte géologique de la presqu'île du Cap Vert au 1/20 000 (feuille Ouakam et Dakar) - 1952, 2 feuilles et notice

- Carte géologique de la presqu'île du Cap Vert au 1/20 000

Feuilles :	Bargny	1976 + Notice
	Deni Biram Ndao,	
	Lac Retba	1976 + Notice
	Niakoul Rap	1976 + Notice
	Rufisque	1976 + Notice
	Sangalkam	1976 + Notice
	Thiaroye	1976 + Notice

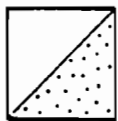
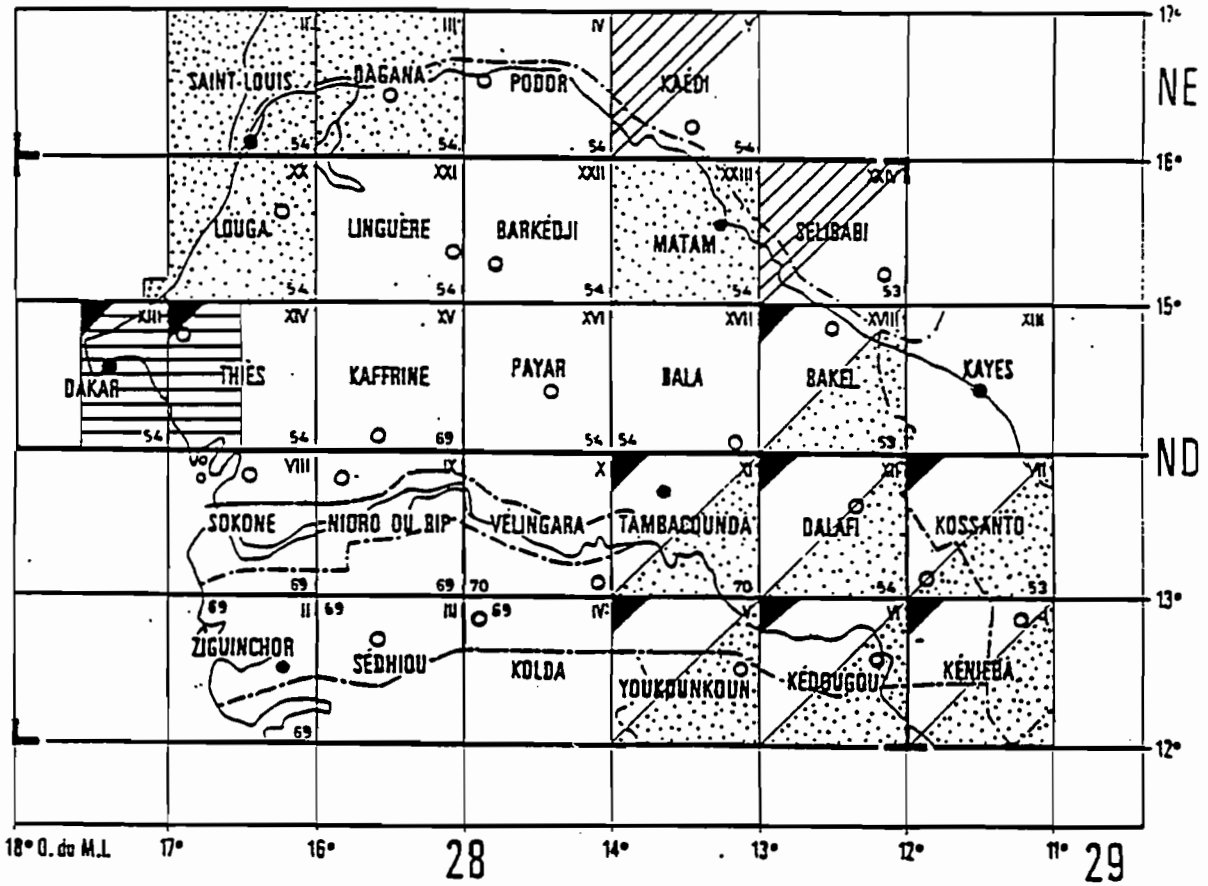
- Carte des gîtes minéraux de la République du Sénégal 1/500 000 (BRGM - 1966) - 4 Feuilles.

- Carte géotechnique du Sénégal 1/500 000 (BRGM)

 Carte provisoire 1962
 Carte définitive 4 feuilles 1964+ Notice
- Carte géotechnique de la presqu'île du Cap Vert au 1/200 000 (1963) + Notice explicative
- Carte géotechnique de Dakar 1/25 000 (H. CHATELET) 3 feuilles + Notice explicative.
- Carte géologico-pétrographica del Gruppo del Monile (Alto Adige) 8/12/1980 - Echelle 1/12 500

Figure D8

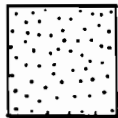
PLAN D'ASSEMBLAGE DE LA COUVERTURE GEOLOGIQUE
DE LA REPUBLIQUE DU SENEGAL AU 1/200 000



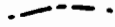
Feuilles pliées



Notice explicative



Feuilles classées
"in-plano"



Frontière



Carte géologique de la R.I.
de Mauritanie (classée "in-plano"
Mauritanie)



Carte géologique de l'A.O.F. 1/200 000
- Thiès-ouest. N.D. 28-XIV-0
- Dakar-est. N.D. 28-XIII-E

4. CARTES HYDROGEOLOGIQUES ET HYDROCHIMIQUES DU SENEGAL

- . Carte hydrochimique des nappes phréatiques de la République du Sénégal au 1/1 000 000 - BRGM - 1966

1 Coupon

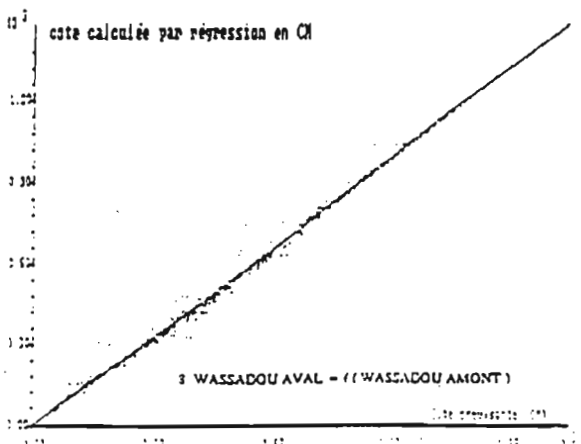
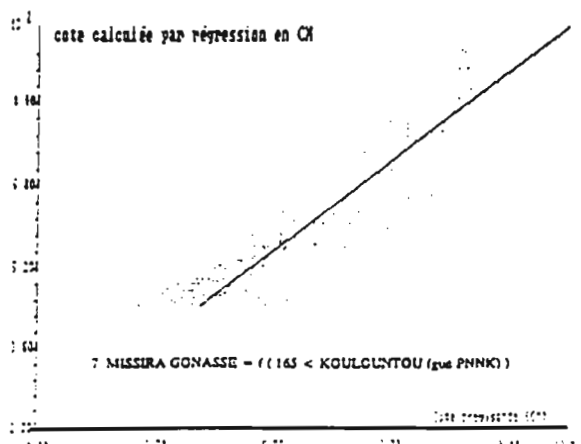
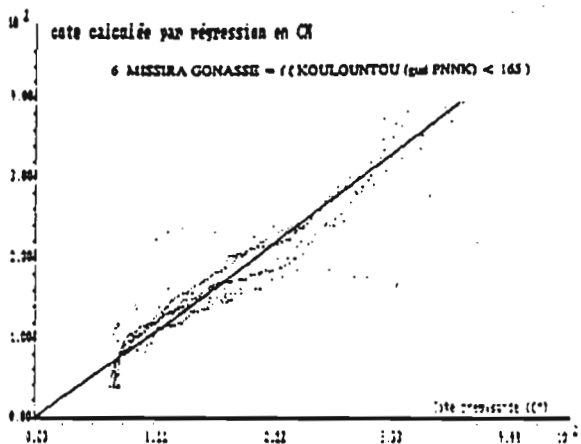
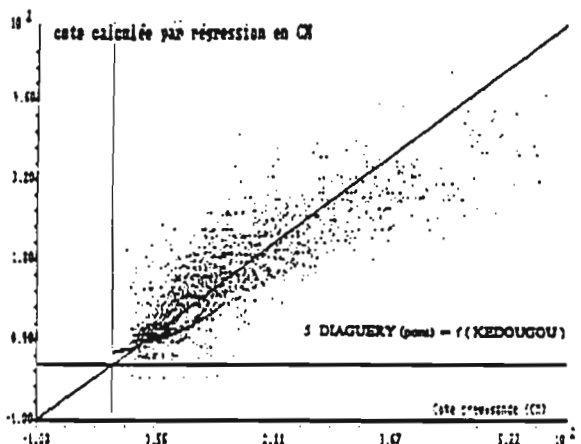
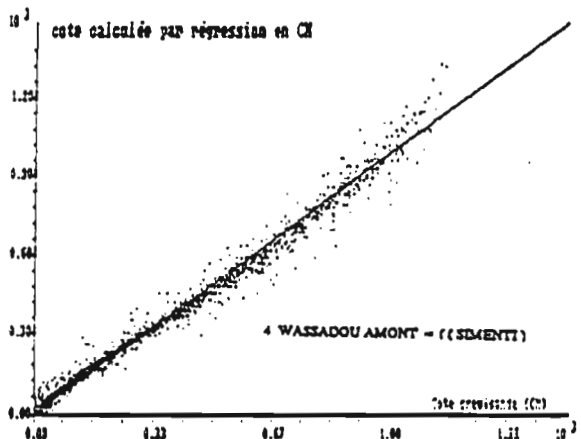
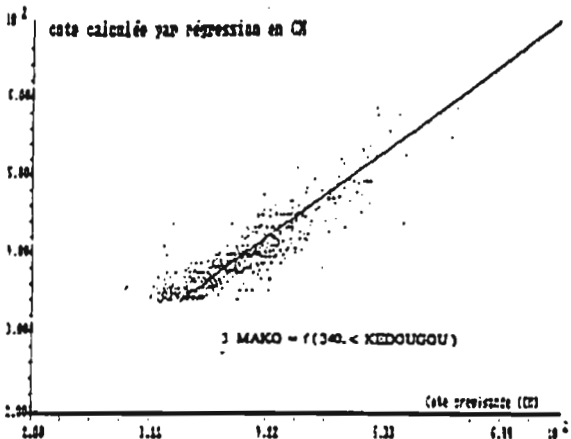
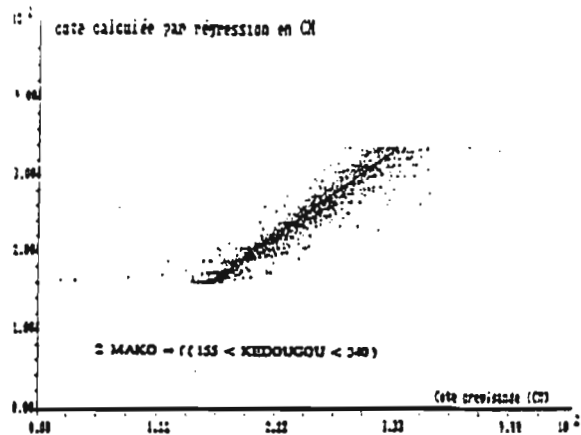
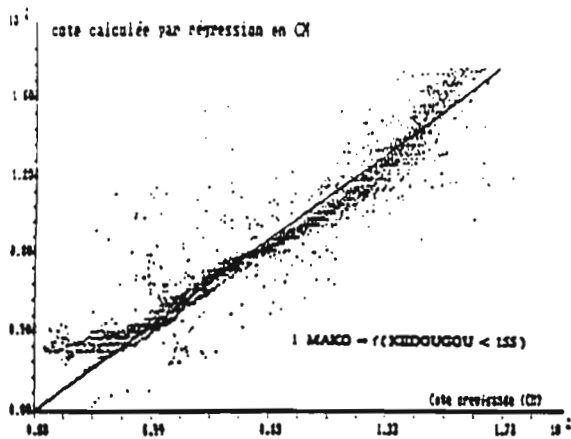
- . Carte hydrogéologique du Sénégal au 1/500 000, 4 Feuilles (BRGM - 1965)

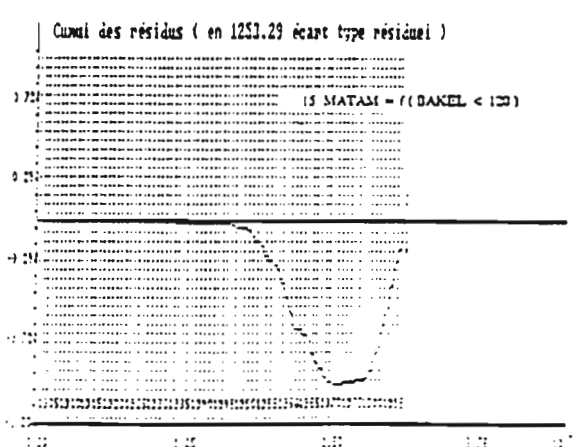
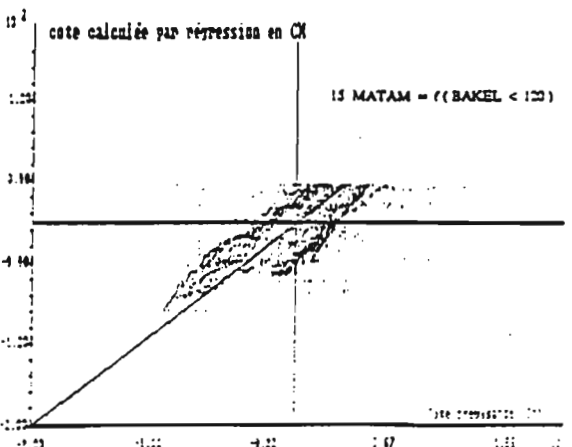
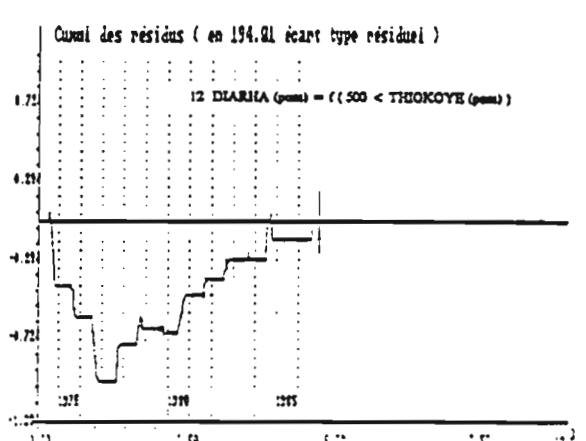
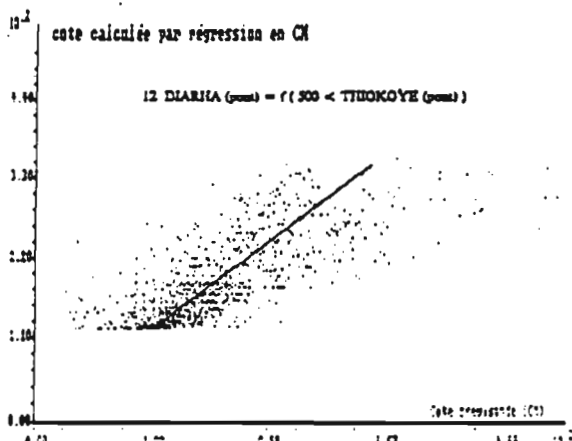
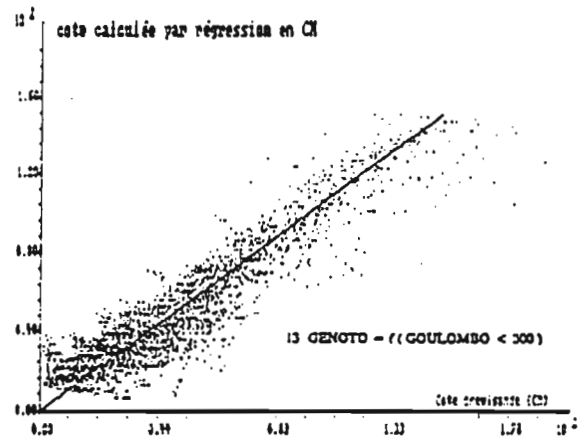
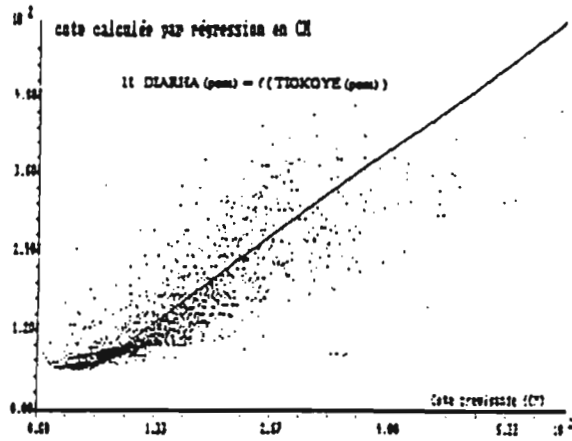
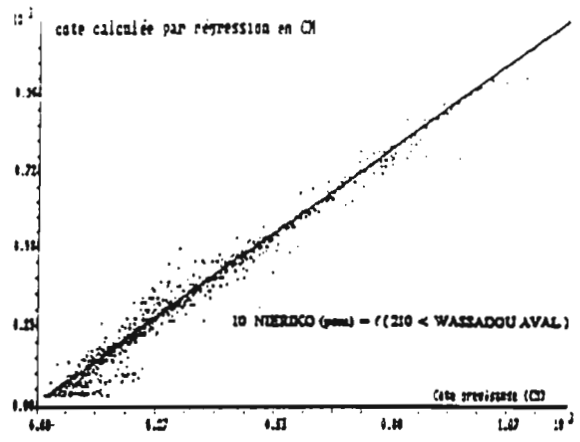
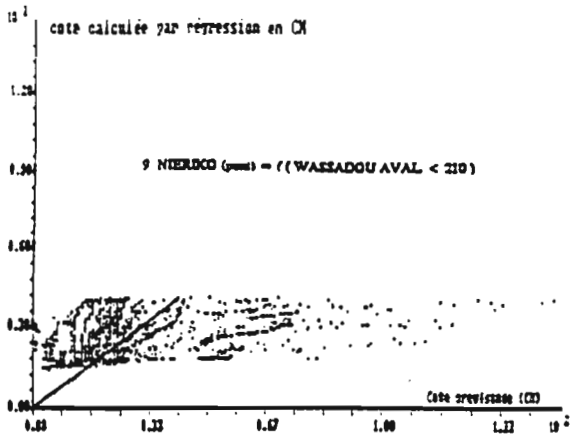
5. CARTES DIVERSES

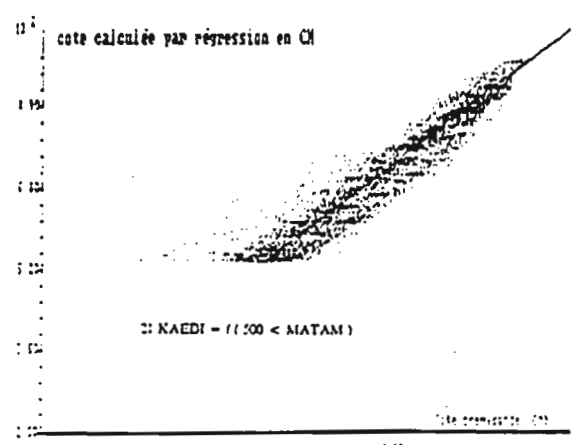
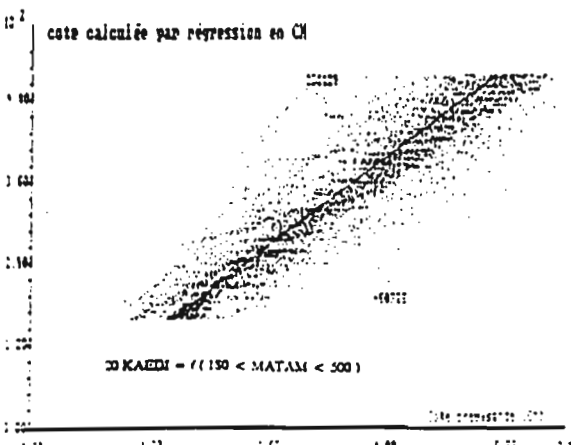
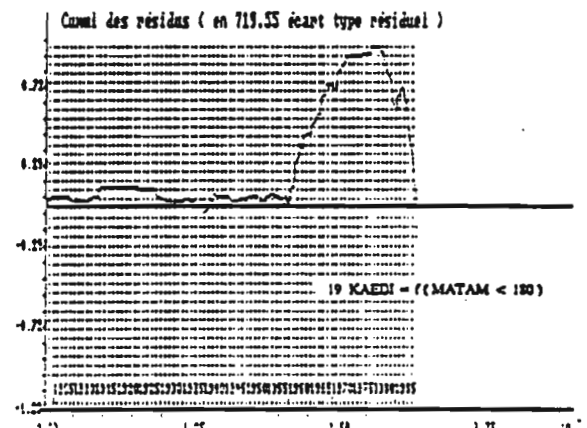
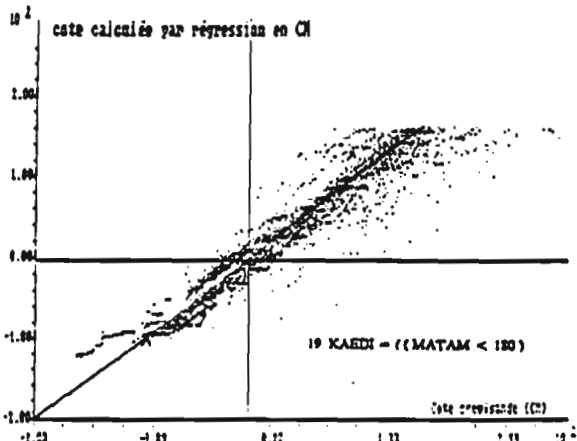
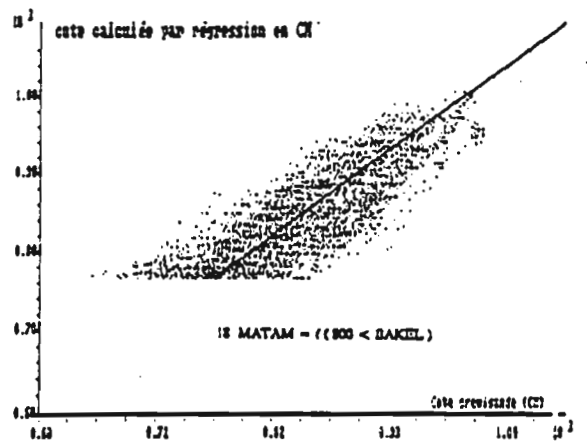
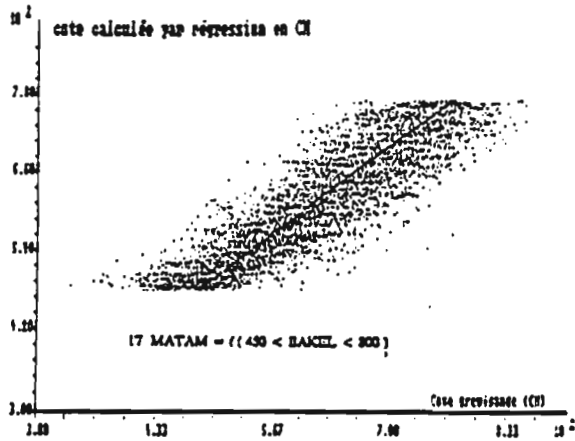
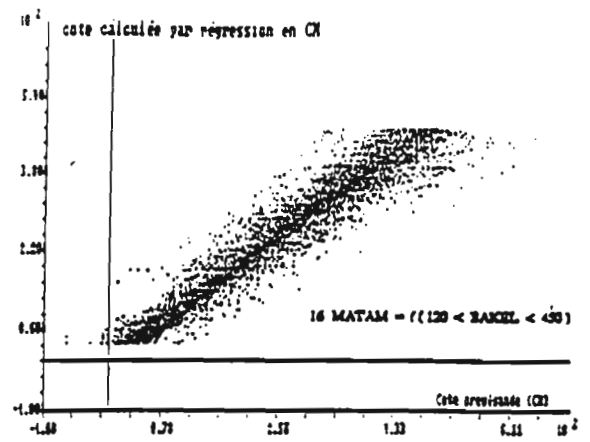
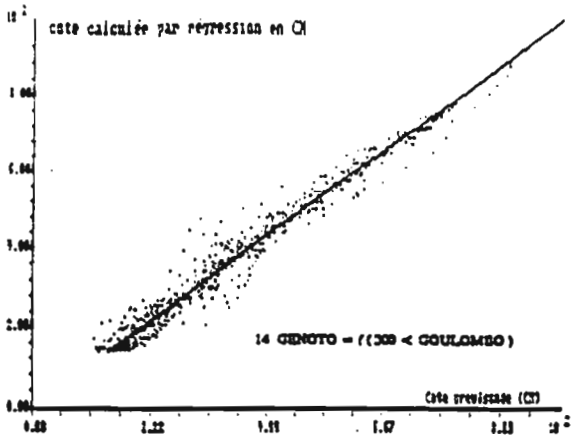
- . Cartes d'aptitudes culturales des terres au 1/50 000 - 36 Feuilles - FAO
- . Cartes pédologiques et géomorphologiques de la vallée et du Delta du Sénégal au 1/50 000 - 36 Feuilles - FAO

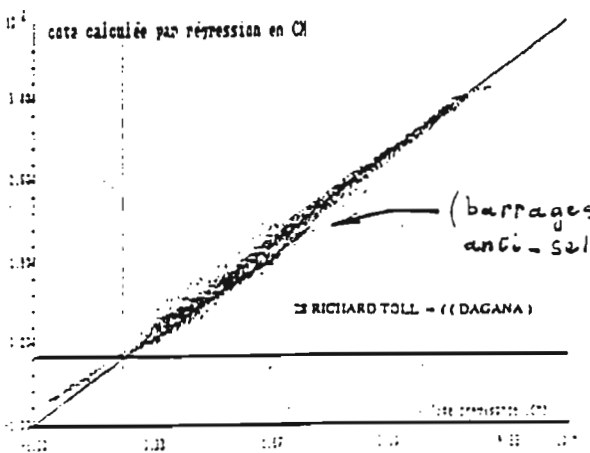
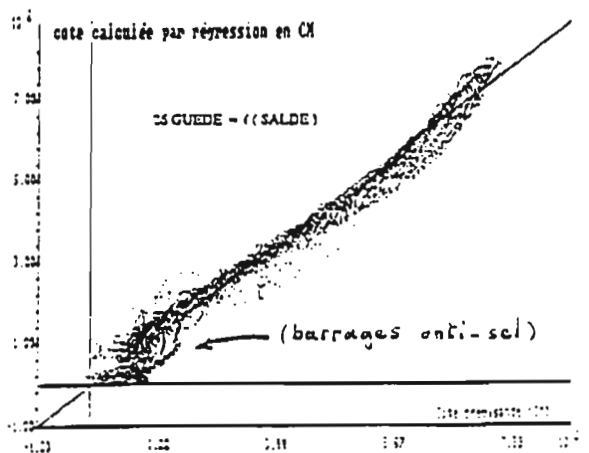
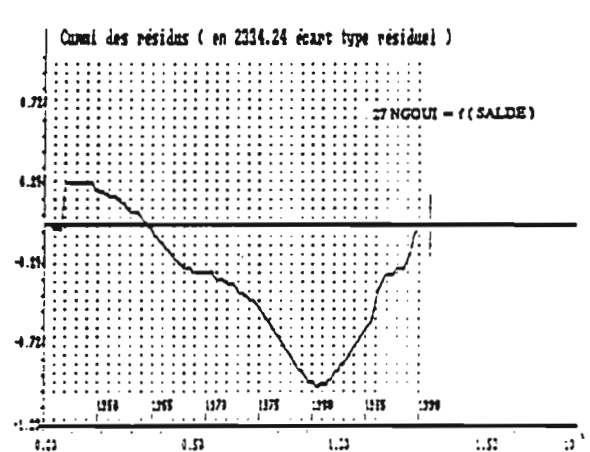
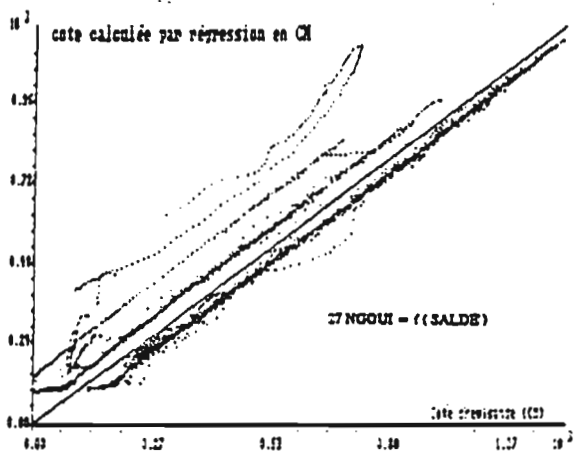
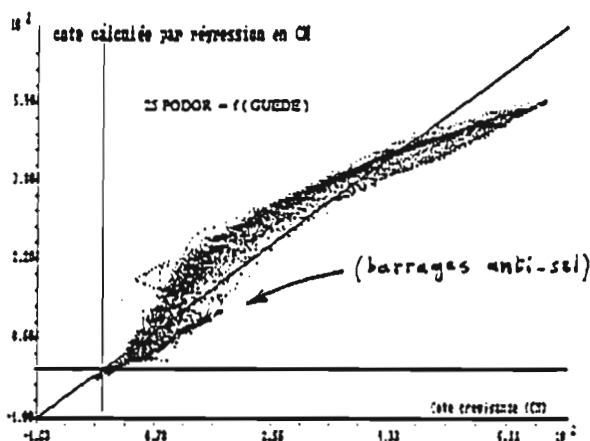
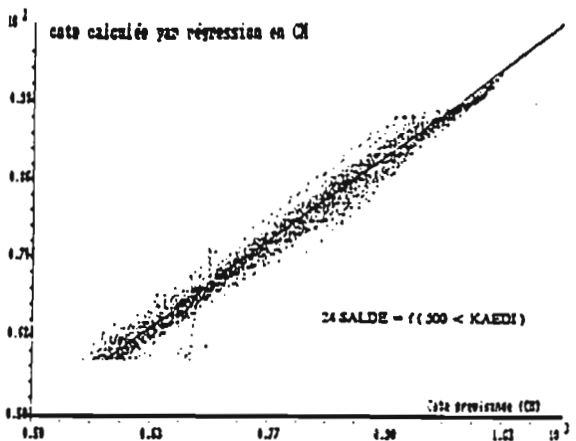
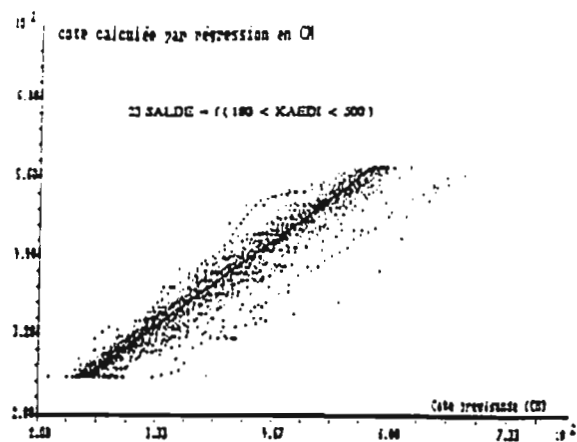
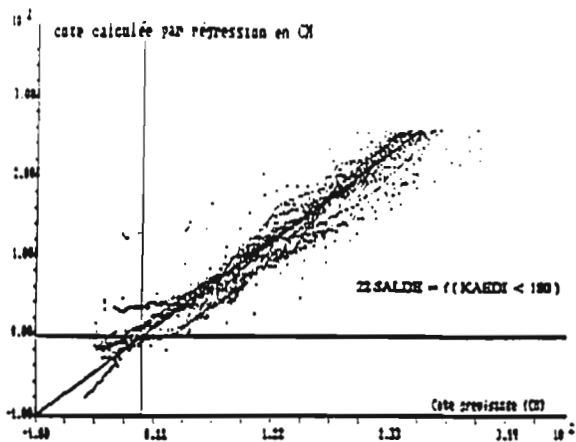
ANNEXE E

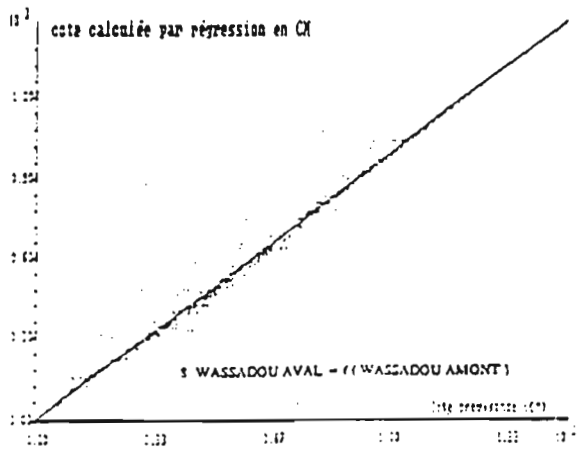
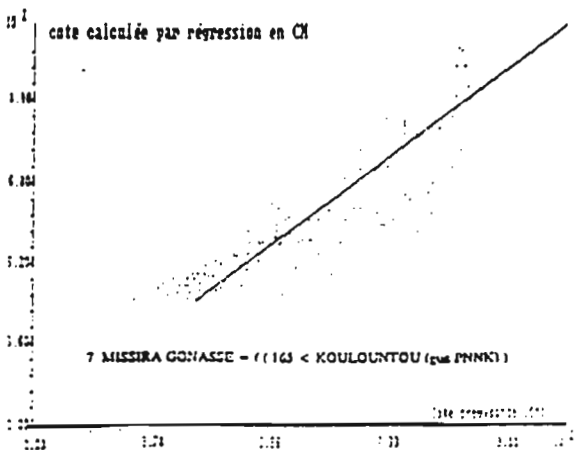
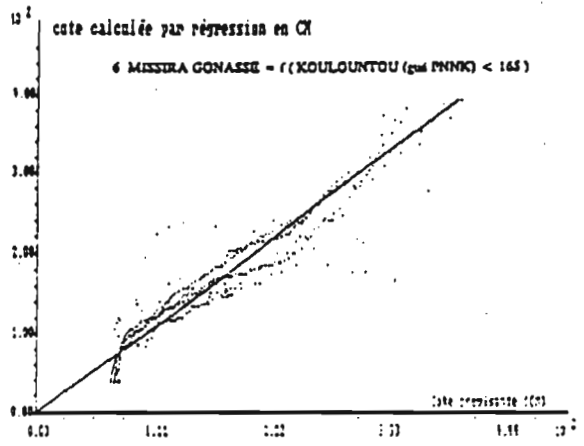
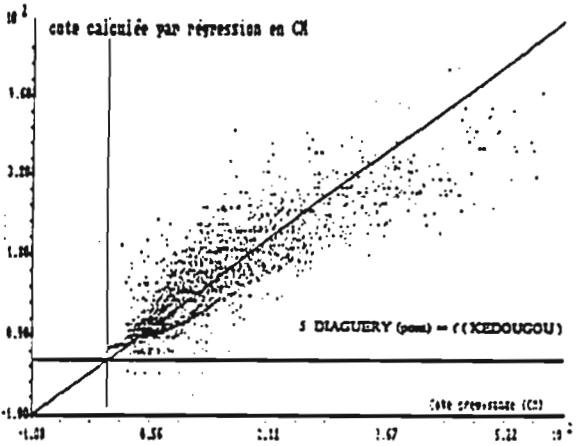
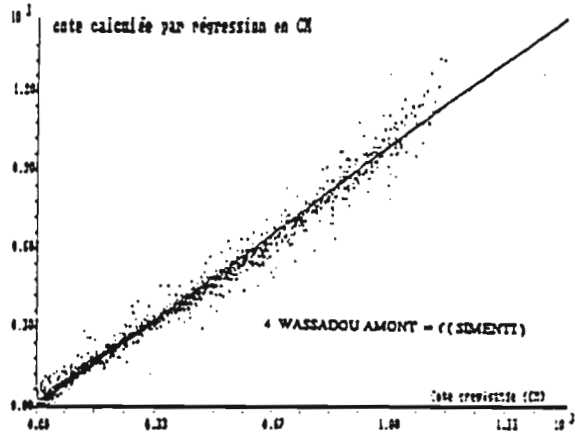
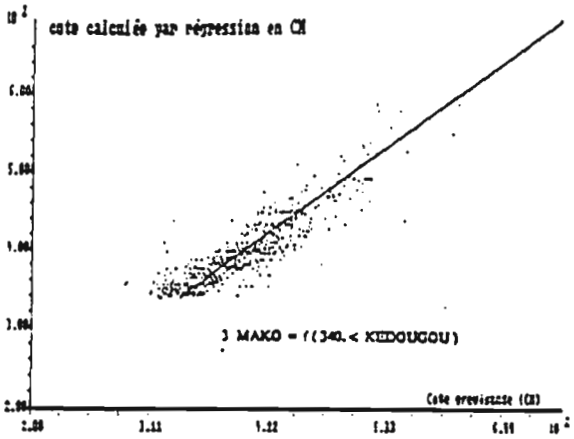
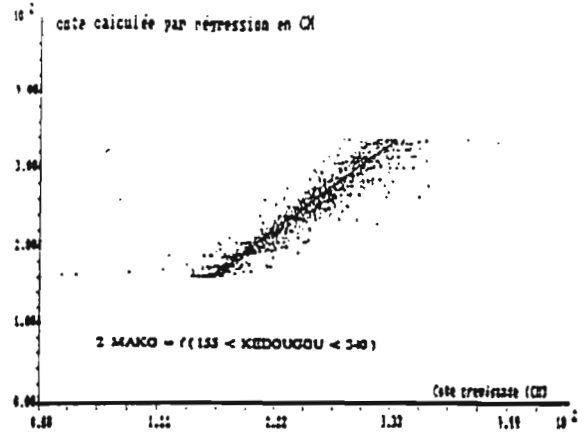
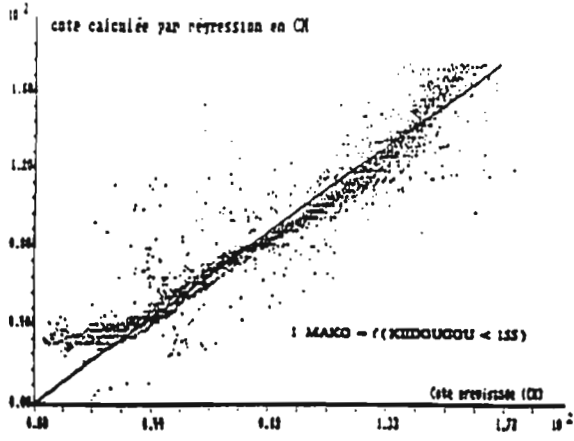
TESTS EFFECTUES SUR LES HAUTEURS D'EAU

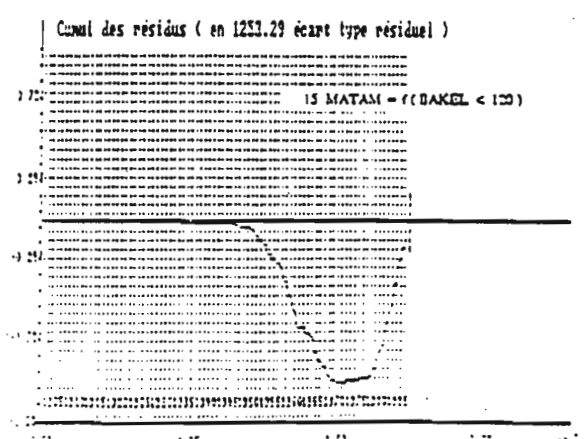
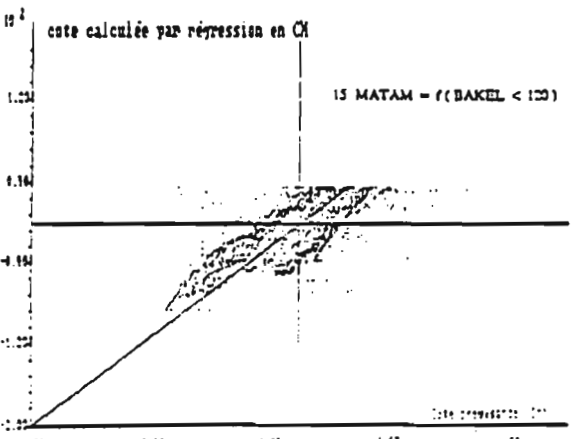
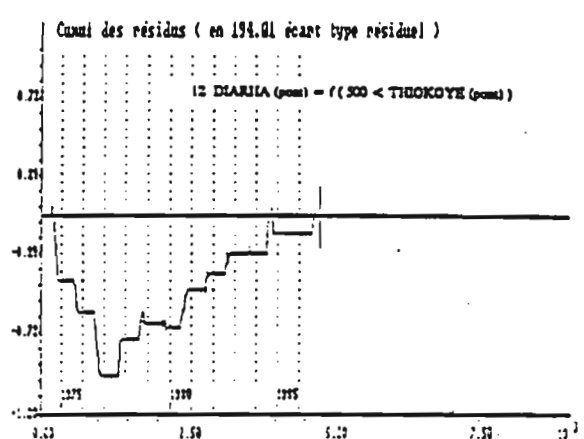
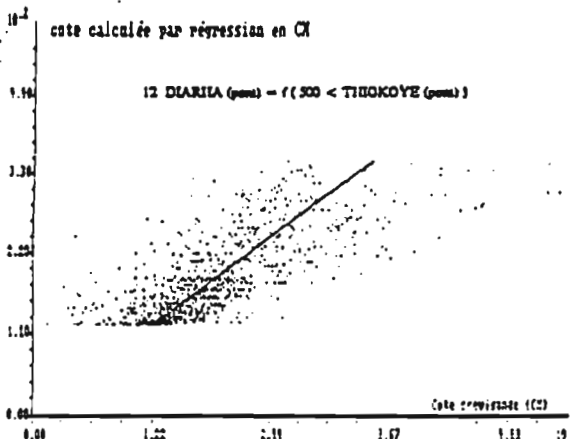
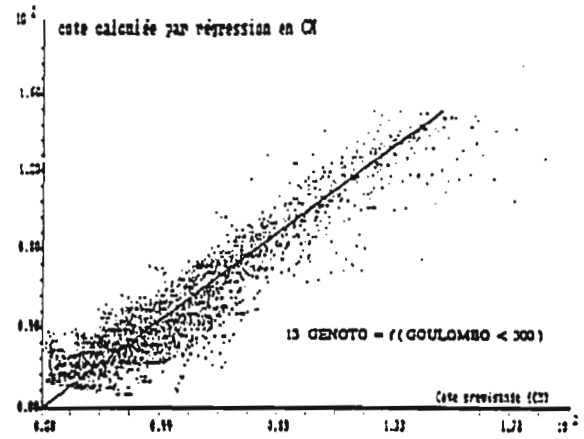
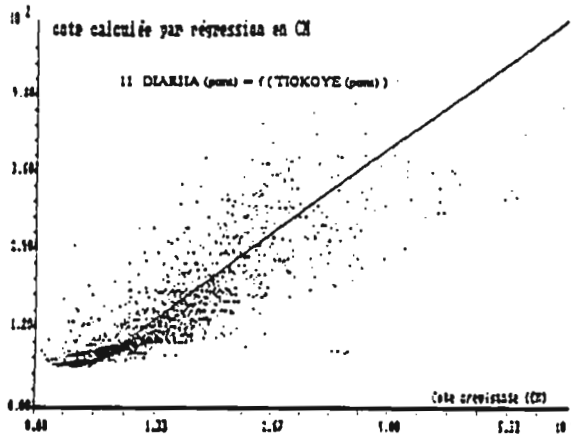
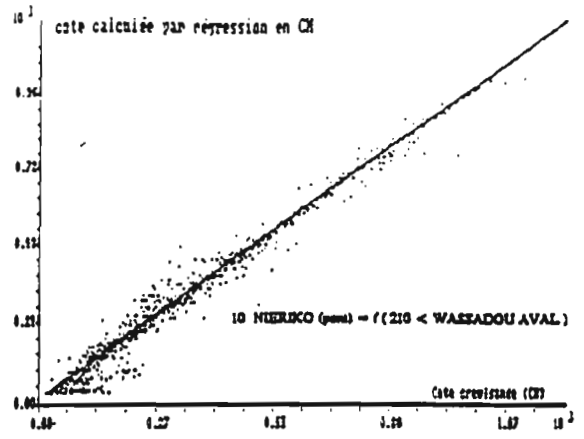
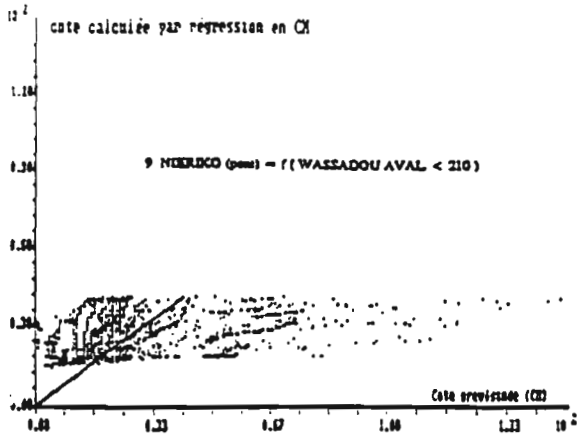


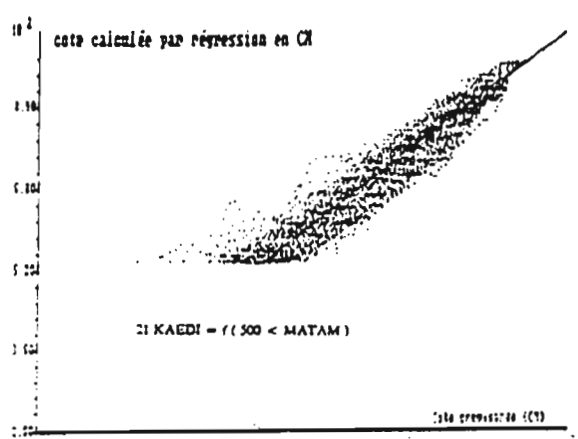
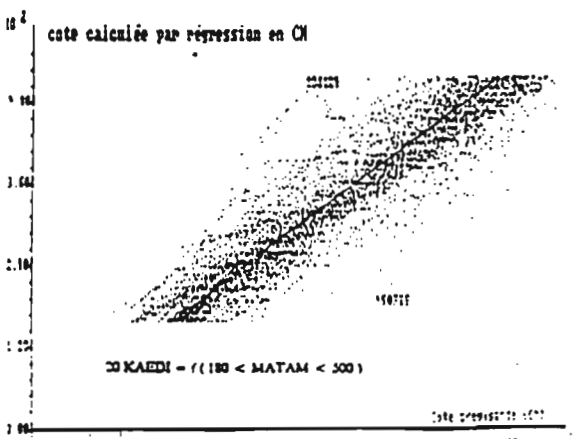
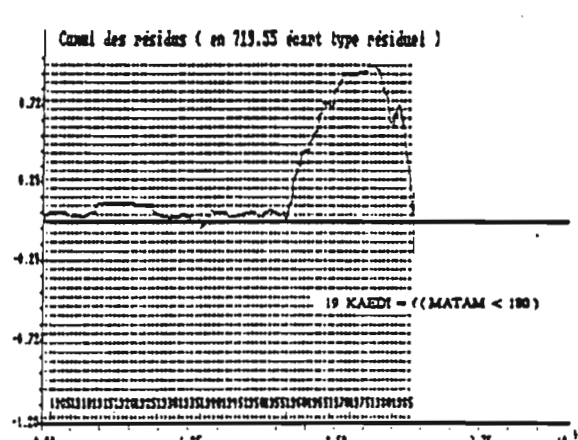
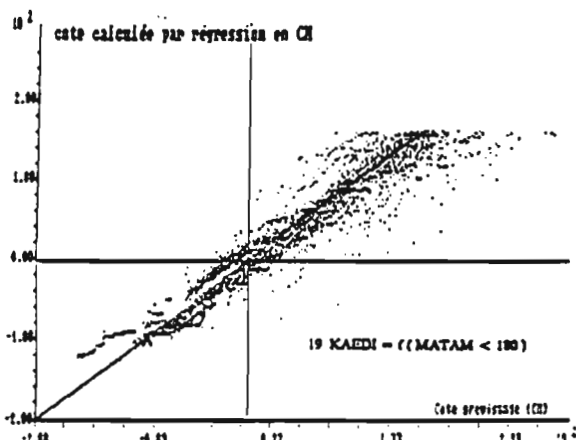
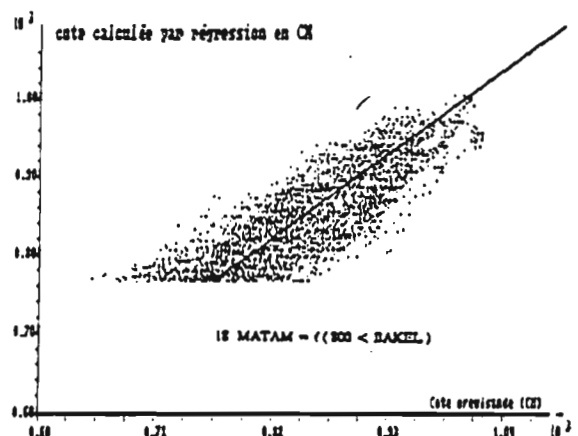
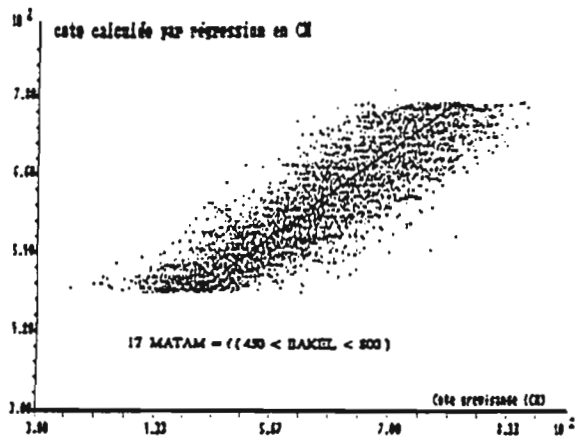
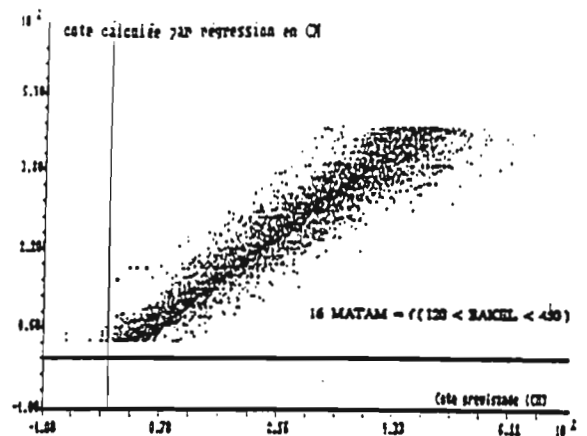
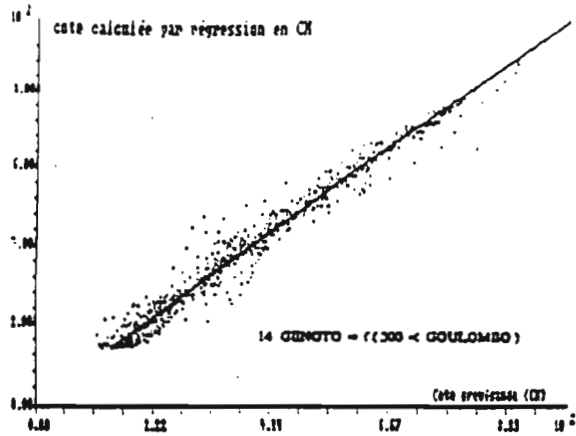


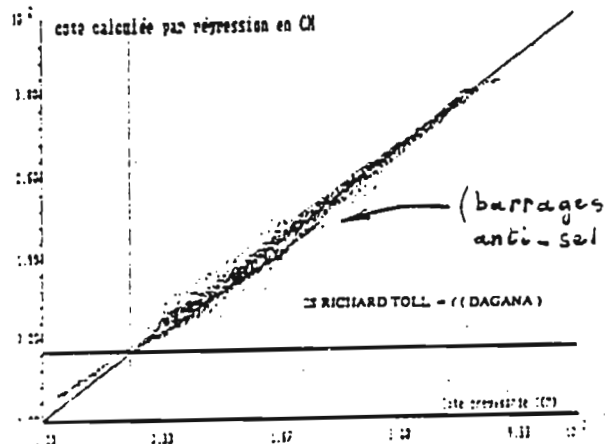
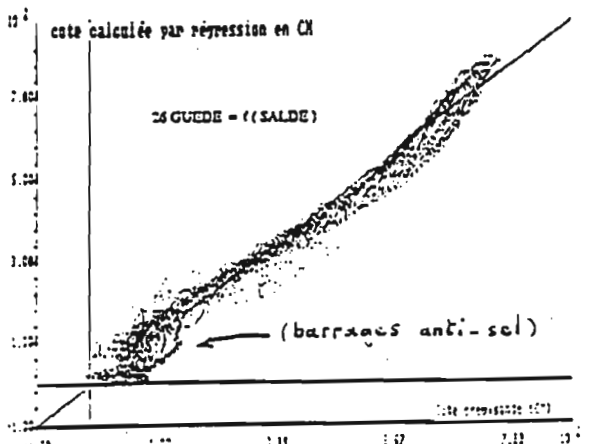
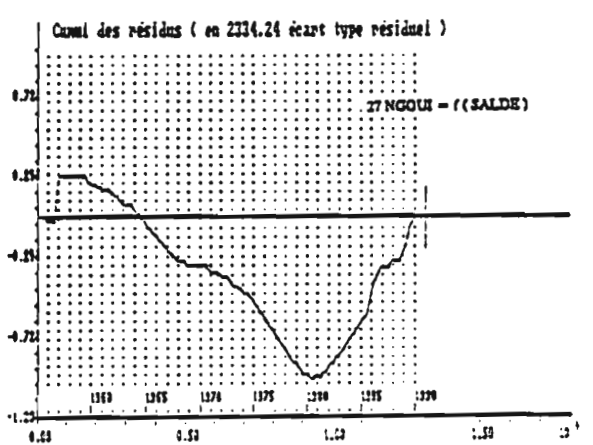
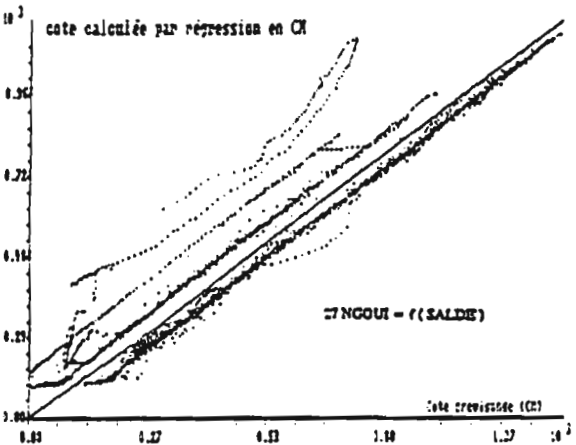
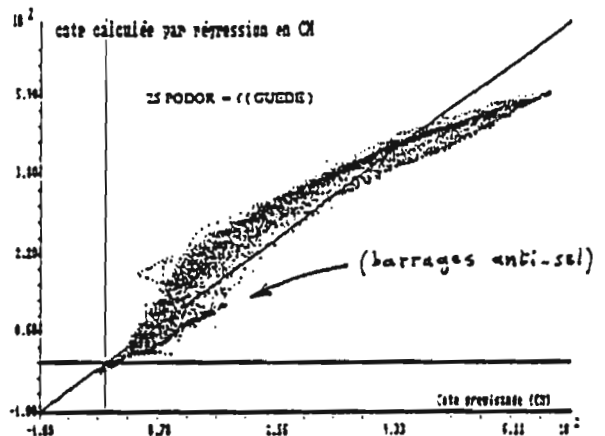
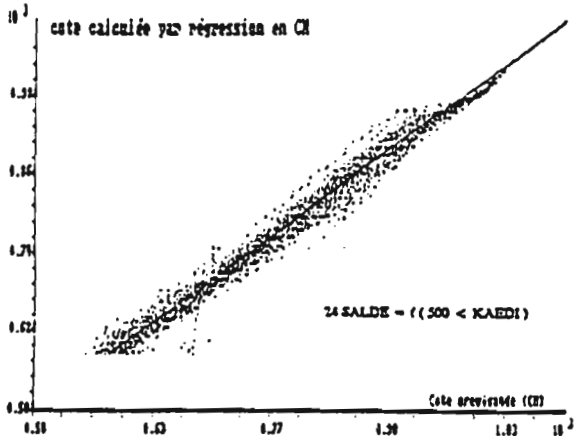
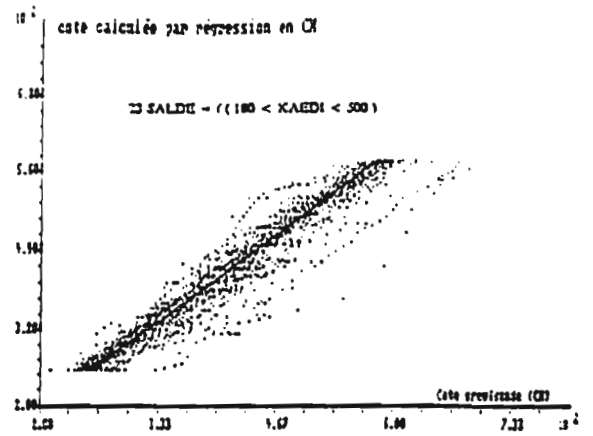
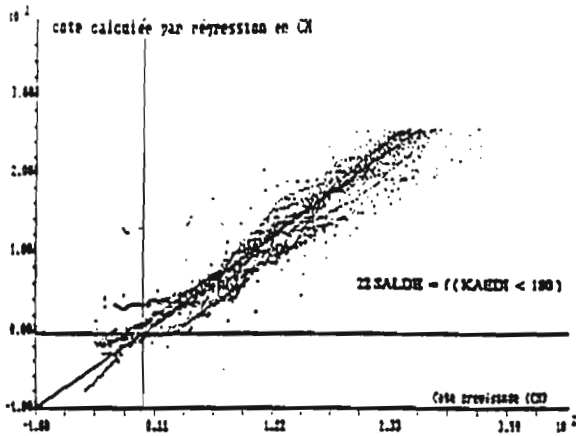


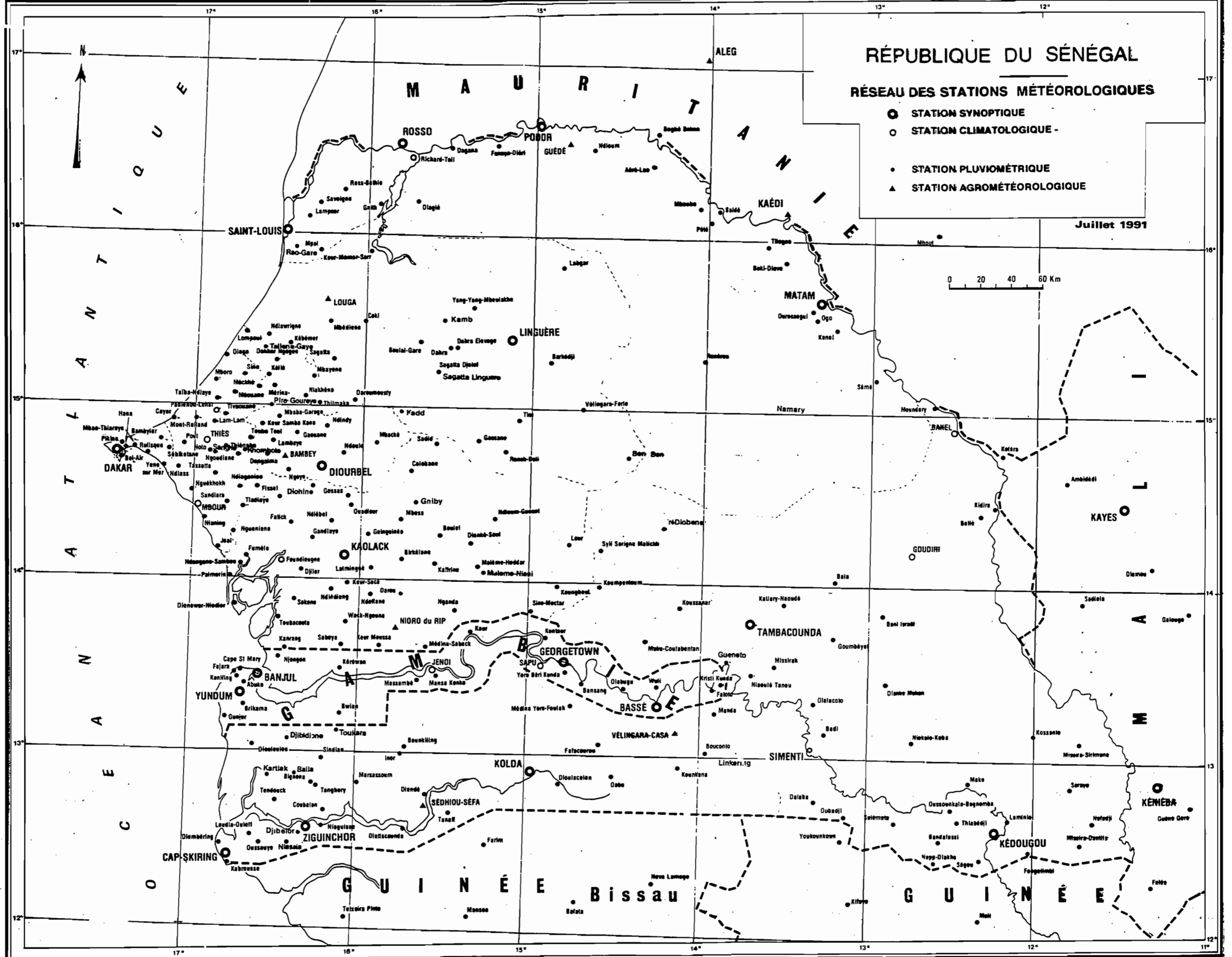












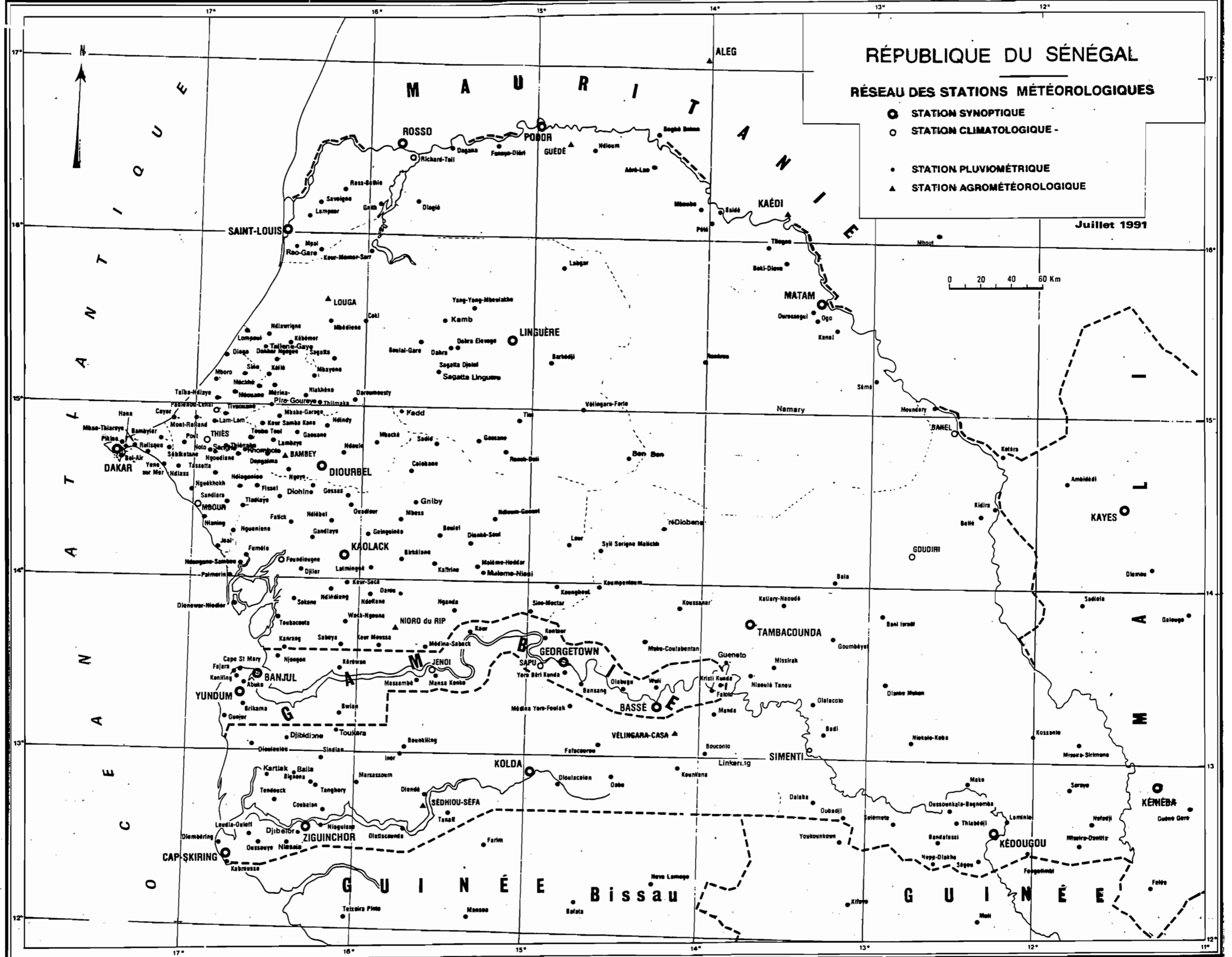
RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

RÉSEAU DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

- STATION SYNOPTIQUE
- STATION CLIMATOLOGIQUE -
- STATION PLUVIOMÉTRIQUE
- ▲ STATION AGROMÉTÉOROLOGIQUE

Juillet 1991

0 20 40 60 Km



RÉPUBLIQUE DU SÉNÉGAL

RÉSEAU DES STATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

- STATION SYNOPTIQUE
- STATION CLIMATOLOGIQUE -
- STATION PLUVIOMÉTRIQUE
- ▲ STATION AGROMÉTÉOROLOGIQUE

Juillet 1991

0 20 40 60 Km

**Banque Mondiale
Programme des Nations Unies
pour le Développement
Banque Africaine de Développement
Ministère Français de la Coopération**