

**PROGRAMME DES NATIONS UNIES
POUR LE DEVELOPPEMENT (PNUD)**
DEPARTEMENT D'APPUI AU
DEVELOPPEMENT ET DES
SERVICES DE GESTION (DAGSG)

**MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE
ET DE L'ENERGIE**
CELLULE NATIONALE DE
L'OMVS (CN-OMVS)

PROJET MAU 92/0892

**Gestion des Ressources en Eau en Mauritanie (Ministère de l'Hydraulique et
de l'Energie - OMVS - UNDP, 1995, 56 p.)**

ASSISTANCE A LA CELLULE NATIONALE DE L'OMUS

<p>GESTION DES RESSOURCES EN EAU EN MAURITANIE</p>

VERSION PROVISoire

BEATH
INGENIEUR CONSEILS JUIN 1995
NOUAKCHOTT

 Gestion des Ressources en Eau en Mauritanie (Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie
- OMVS - UNDP, 1995, 56 p.)

- ➔  (*introduction...*)
-  Preamble
-  Introduction et résumé du rapport
-  Chapitre I: Hydrologie de surface
-  Chapitre II: Les eaux souterraines en Mauritanie
-  Chapitre III: Besoins en eau des populations du cheptel et de l'irrigation
-  Chapitre IV: Code de l'eau
-  Chapitre V: Proposition pour une bonne gestion de l'eau en Mauritanie
-  Annexe: Tarage de l'échelle de Bakel
-  Bibliographie
-  Abreviations

Préambule

Ce rapport provisoire a comme souci de respecter les termes de référence en compilant le maximum de données sur les ressources en eau en Mauritanie, leur mobilisation et leur gestion.

L'actualisation d'une importante partie des résultats des études menées jusqu'ici dans ce domaine fera du rapport un document de travail qui aidera, probablement, les chercheurs et les décideurs dans leur orientation.

A présent, son contenu constitue une base d'échange d'idées entre les personnes chargées des problèmes liés aux ressources en eau en Mauritanie.

Nous disons un grand Merci aux experts de la Cellule Nationale de l'**OMVS** de leur collaboration sans faille.

Rappel du contenu de l'étude

Sous la supervision du Directeur National du projet et en étroite liaison avec le conseiller technique principal et le responsable du service irrigation de la cellule, le consultant:

- inventoriara les ressources en eau disponibles au niveau du pays et déterminera leur potentiel exploitable (eaux de pluie souterraines, lacs et fleuve);
- inventoriara les infrastructures hydrauliques de mobilisation des eaux existantes à travers tout le pays (barrages, digues, puits, sondages...);
- inventoriara les besoins en eau pour les différents usages;
- analysera l'équation ressources disponibles exploitables et demandes encourues;
- répertoriara les différents outils juridiques mis en place afin de favoriser une gestion nationale des ressources en eau (code de l'eau, zones de sauvegarder et d'interdiction, gestion des points d'eau...);
- identifiera les différents travaux élaborés et mis en place pour une meilleure planification de la gestion de l'eau en Mauritanie (plans directeurs d'utilisation de l'eau...);
- identifiera les grands axes de la stratégie de développement des ressources en eau pour les vingts prochaines années;
- proposera des mesures susceptibles de contribuer à l'amélioration de la gestion des ressources en eau en Mauritanie;
- remettre au plus tard une semaine après la fin de la mission, un rapport de mission à la direction du projet, retraçant l'ensemble des analyses et diagnostics relatifs à la gestion des ressources en eau en Mauritanie;

- exposera pendant 45 minutes environ, les principaux résultats de sa consultation et participera aux débats de celles-ci lors du séminaire National sur la gestion de l'eau du bassin du fleuve Sénégal qui se tiendra à ROSSO le 06, 07, 08/06/95.

Introduction et résumé du rapport

La présente étude rentre dans le cadre de la politique et stratégie hydraulique adoptée par la Mauritanie pour une meilleure gestion des ressources en eau. Elle est basée sur une exploitation de la document disponible et complétée par des renseignements obtenus auprès des services administratifs chargés de la gestion de l'eau.

Les ressources en eau exploitables en Mauritanie comprennent les eaux de surface et les eaux souterraines. Aucun bilan, au vrai sens du mot, n'est possible, faute de données sûres, mais un tour d'horizon sur l'ensemble des ressources en eau exploitables, montre clairement que quantitativement le problème de l'eau en Mauritanie ne se pose que dans le domaine d'une mauvaise répartition géographique entre les différentes régions du pays.

Les eaux de surface:

- La Mauritanie reçoit un apport des précipitations de 251 milliards de m³ en moyenne par an. Les 512 barrages collinaires permettent un stockage de près de 5 milliards de m³ par an.

- Dans le sud-Est du pays, 6 bassins versants, de Karakoro à Gueloir, ont un apport annuel de 530 millions de m³.

- Entre Kaédi et Boghé, l'oued Ketchi alimente le lac d'Aleg par un apport de 120 millions de m³ par an.

- En aval de Boghé, le Divane, le Guidayo, Sokam et la Garak, composent le système du lac R'Kiz avec un volume d'eau de 200 millions de m³.

- En aval de Rosso, un système plus ou moins désorganisé, aboutit dans l'Aftout Sahel véhiculant un apport de 300 millions de m³ au maximum de la crue naturelle,

- Le Fleuve Sénégal assure un volume annuel de 23 milliards de m³ et une alimentation permanente des nappes dans la partie Sud-Sud-Ouest de la Mauritanie.

Les eaux souterraines

- Les nappes des aquifères généralisés ont un débit unitaire de 547.500 m³ par an. La nappe du continental terminal a un volume exploitable de l'ordre de 15 milliards de m³.

- Les sables et grès du maestrichien, présents en Mauritanie, ont une productivité qui oscille, localement, entre 500.000 et 2 millions de m³ par an. Les horizons perméables de la nappe alluviale peuvent donner un débit annuel de 262.800 m³.

- D'une perméabilité localisée et d'une productivité limitée les aquifères discontinus ne sont pas en reste.

Achouil	4,5 millions de m ³ par an
Akjoujt	730.000 m ³ /an
Taoudenni	3 millions de m ³ /an
Tagant et Assaba	220.000 m ³ /an
Hodh Gharbi	175.000 m ³ /an.

- La partie Sud-Est du Hodh Chargui bénéficie de la présence d'une nappe du continental terminal pouvant produire 2.200.000 m³ par an.

- La Direction de l'Hydraulique a identifié un potentiel exploitable de 8,48 milliards de m³.

- Des études plus poussées augmenteront sûrement ce chiffre.

Les points d'eau et leur équipement

La Direction de l'Hydraulique gère actuellement un patrimoine de:

763 forages équipés
 410 puits modernes
 963 puits traditionnels

Comme équipement elle assure la gestion de:

375 stations à motricité humaine
 160 forages motorisés
 63 installations en énergie solaire
 97 installations en énergie éolienne dans le Trarza
 50 installations prévues dans les autres régions
 20 installations par les privés

La D.H dispose également d'un parc tubé non équipé.

La SONELEC mobilise un volume annuel de 13.951.412 m³ essentiellement au niveau de Nouakchott et Nouadhibou.

Un programme évolutif prévoit d'ici l'an 2010 la production de:

18.100m³/j à Idini,
 20.400 m³ à Tenadji I,
 27.300 m³ à Tenadji II.

Un projet, dit des 10 villes, est en évolution pour compléter l'alimentation de Néma, Timbedra, Kiffa, Tidjikja, Akjoujt, M'Bout, Boghé, Aleg, Boutilimit et Atar.

Les besoins en eau

Actuellement les besoins en eau sont:

Populations 41,5 millions de m³ par an
Irrigation 526,4 millions de m³/an
Cheptel 59 millions de m³/an.

Ces besoins seront vers l'an 2015:

Populations 65 millions de m³
Irrigation 996 millions de m³
Cheptel 95 millions de m³.

soit:

1995 627 millions de m³

2015 1.156 milliard de m³.

Code de l'eau

Le code de l'eau comporte 141 articles dont les principaux portent notamment sur:

- la réglementation administrative de l'usage des eaux,
- la réglementation des servitudes,
- la réglementation des périmètres de protection autour des points d'eau
- le régime des habilitations des entreprises de travaux publics,
- la protection qualitative des eaux,
- les mesures pour combattre les effets nuisibles de l'eau y compris les droits et devoirs des individus.

Application du code de l'eau

Dans le domaine de la mise en application du code de l'eau, l'ordonnance 85 144 prévoit la promulgation de décrets et arrêtés prioritaires suivants:

- la réglementation administrative de l'exploitation et des usages de l'eau
- une déclaration de politique générale sur la gestion des ressources en eau
- la réglementation des servitudes,
- la réglementation des périmètres de protection, autour des points d'eau ou le long des cours d'eau superficiels,
- décret déterminant les mesures destinées à la protection qualitative des eaux,

- décret fixant les mesures destinés à combattre les effets nuisibles de l'eau y compris les droits et devoirs des individus,
- décret concernant le prix de l'eau pour diverses utilisations.

Une cellule qui sera chargée de la réglementation et de l'administration des droits de l'eau sera créée au sein de la Direction de l'Hydraulique.

Cette Cellule aura pour tâche prioritaire de préparer la mise en place du code de l'eau en:

- identification des zones prioritaires,
- sensibilisant les autorités locales et les usagers,
- préparant les arrêtés et décrets d'application.

Une police de l'eau devra ensuite être mise en place pour veiller à l'application des textes.

Planification de la bonne gestion de l'eau.

Une bonne gestion de l'eau c'est l'application des articles ci-dessus du code de l'eau.

La gestion quantitative de l'eau en Mauritanie est facilitée par l'importance des ressources disponibles. Elle sera plutôt ardue au niveau des aquifères discontinus. Les études, les observations, les équipements hydrographiques, les barrages, les mares artificielles, les financements, la mobilisation des eaux de surface trouveront une place prioritaire dans ces régions.

La sécurité des approvisionnements la sauvegarde de l'environnement exigent une gestion rationnelle de la qualité et de la quantité des apports en eau. Ceci nécessite la réalisation des actions suivantes:

- l'élaboration d'un système d'information,
- l'instauration d'une méthode d'irrigation moins exigeante en eau,
- la mise en place de modèle de simulation et de gestion,
- la mise en place d'un système de récupération des eaux usées,
- la mise en place d'une tarification progressive des servitudes,
- la création et l'encouragement des associations collectives qui prendront en charge les frais d'exploitation et la maintenance des réseaux de distribution de l'eau.

Gestion de la demande

La distribution de l'eau aux usagers se fait généralement dans le cadre de la législation et de la réglementation générale sur le régime des eaux.

C'est dans ce cadre qu'une structure de gestion des ressources en eau pourra étudier et établir un contrat et un cahier des charges précisant les droits et charges de l'agence ou service de gestion et de l'utilisateur.

Le contrat doit être établi dès la première installation de l'utilisateur. Il est connu que chaque demandeur d'eau constitue un cas particulier auquel sera adapté un contrat et cahier des charges propres.

Dans ces contrats la structure de gestion aura des engagements, dans certaines conditions envers l'utilisateur.

Il est donc, indispensable de créer un bureau de gestion de l'eau au niveau de tous les services impliqués, de près ou de loin, dans la distribution de l'eau.

A présent, dans le domaine des eaux souterraines, le décret 93/124 définit les conditions d'exploitation et de gestion des équipements d'approvisionnement en eau potable.

Au niveau des périmètres d'irrigation, la SONADER pourra créer un bureau de gestion de l'eau au niveau des aménagements. C'est particulièrement dans ce secteur que les services de mise en valeur doivent être liés avec les agriculteurs par un contrat dont les clauses seront conformes aux dispositions prévues par le code de l'eau.

Le transport de l'eau à distance et les aménagements sommaires sont généralement à l'origine de gaspillage et de pertes d'eau considérables.

Les agents des services de l'encadrement doivent subir une formation dans le domaine de la distribution et de la gestion de l'eau.

La conception des aménagements, l'entretien des réseaux d'irrigation doivent être contrôlés par les services de mise en valeur pour éviter des pertes d'eau inconsidérées.

La gestion de l'eau au niveau des périmètres d'irrigation pose des problèmes particuliers. Il importe que dorénavant et déjà puisse être engagé un processus de mise en place d'un bureau de gestion.

L'évaporation et la piézométrie sont exclus des équipements actuels des services s'occupant des ressources en eau.

Il est indispensable, pour une gestion optimale de compléter les observations nécessaires à l'amélioration qualitative et quantitative des ressources en eau.

Il faut créer un Conseil National de l'Hydraulique et des améliorations agricoles et doter chaque Wilaya d'un bureau de l'hydraulique et des améliorations agricoles. Ainsi la politique de la gestion de l'eau sera décidée au sommet et répercutée vers la base.

La gestion de la demande doit être faite dans la réglementation générale sur le régime des eaux. Des contrats seront établis dès la première installation de l'utilisateur et adaptés à son cas particulier.

Les agents des services de l'encadrement subiront une formation dans le domaine de la distribution et la gestion de l'eau. La conception des périmètres pilotes doit être vulgarisée afin de mettre fin aux aménagements sommaires sources de perte d'eau.

Ouvrages communs de l'OMVS

Tout en respectant les consignes de sécurité, la gestion des ressources en eau devra permettre d'utiliser aux mieux les quantités d'eau disponibles. Il ne faut pas dépasser une cote maximale au-dessus de laquelle les ouvrages seraient détériorés et maintenir un niveau minimal au mois de juillet pour garantir l'alimentation en eau potable.

Cela suppose que soient mis en place:

- un système d'annonce de crue,
- un programme prévisionnel de remplissage des dépressions,
- un dispositif de mesures et de contrôles,
- un état prévisionnel des besoins,
- un programme de manœuvre des vannes des ouvrages hydrauliques,
- indiquer aux utilisateurs les contraintes auxquelles ils risquent d'être soumis.

Il faudra connaître à tout moment avec précision le bilan de la retenue et des réserves adjacentes par des mesures du niveau des plans d'eau. Pour cela un réseau limnimétrique doit être mis en place.

Le système d'annonce de crue doit s'étendre sur l'océan afin d'assurer des observations hydrographiques sur les mouvements des marées et des houles.

Chapitre I: Hydrologie de surface

I.1. Pluviométrie - Température - Evaporation

Le contact des deux masses d'air l'anticyclone saharien et la mousson dans le front intertropical, produit les formations orageuses qui caractérisent les pluies en Mauritanie.

Elles sont localisées dans le temps du 15 Juillet au 25 Septembre et rarement début octobre. Les irrégularités des précipitations dans l'espace affecte énormément les volumes annuels et leur répartition géographique. Une pluie dans une région du Nord du pays a des valeurs 20 fois inférieures à celle tombée dans le Sud-Est.

Ceci ne facilite pas l'interprétation des données pluviométriques et nécessite la division du pays en plusieurs zones plus ou moins homogènes.

L'intensité des pluies est assez marquée dans le Sud-Est, mais s'annule totalement sur la frontière Nord. Le tracé des isohyètes, sur le territoire mauritanien, commence par 5 mm au Nord pour monter à 700 mm au Sud-Est. Les pluies journalières dépassent souvent la valeur prise pour le tracé des isohyètes dans certaines régions.

Les relevés pluviométriques sont assez bien suivis et des moyennes sur 30 années d'observations sont disponibles, mais le nombre de pluviomètres relevés reste insuffisant par rapport à la surface du pays.

Les petits bassins versants des sites des barrages et digues ne sont pas équipés de pluviomètres, ni pluviographes, ni même d'échelles limnitrriques, équipement nécessaire à l'exploitation de ces ouvrages et à la gestion des eaux de surface dans ce domaine.

Les températures maximales sont souvent entre 38° et 42° et les minima oscillent entre 20°C et 31°C. Elles sont plus élevées au Sud du Pays.

Les évaporations sont très élevées dans les zones désertiques. Leur importance dépend de la saison, de la situation géographique du point de mesure, et du dispositif mis en place. Du Nord, elles sont excessives, près de 4 m par an. Au centre, l'évaporation sur les lacs (nappes libres) est de l'ordre de 3m par an. Au sud, elle est de 2,25 m par an.

Dans la vallée du Fleuve Sénégal, elle est estimée à 14 litres par Km.

Les évaporations conditionnent l'utilisation des eaux qui tombent en très grandes quantités sur le sol et en absorbent près de 70%.

Les observations de l'évaporation en Mauritanie semblent être négligées par les services s'occupant de la climatologie. D'une manière générale, les équipements en hydrographie doivent être installés et suivis dans tout le pays. Il s'agit d'un dispositif nécessaire à l'utilisation et à la gestion des eaux de surface.

Les apports des précipitations en Mauritanie sont de l'ordre de 251 milliards de m³ par an. Mais ce montant peut être ramené à 8 milliards seulement en année sèche.

Pour calculer les apports des précipitations, la Mauritanie a été divisée en quatre zones:

- Désert nord, d'une pluviométrie moyenne de 5 mm à 100 mm couvrant une surface approximative de 4000 Km², pour cette zone la moyenne médiane retenue est de 20 mm;

- Désert sud, d'une pluviométrie moyenne de 100 mm à 200 mm; 150 mm sont retenus comme moyenne médiane, sur une superficie de 2000 km².

- Sahel nord, d'une pluviométrie moyenne de 200 mm à 400 mm, sur une surface de 2030 km²; la moyenne médiane prise en compte est de 300 mm;

- Sahel sud, pluviométrie moyenne entre 400 mm et 600 mm; La moyenne médiane est de 400 mm sur une superficie de 2000 km².

Ces apports sont présentés dans le tableau suivant:

Zones géographiques	Isohyètes moyennes annuelles	Isohyètes servant de base au calcul	Superficies en Km²	Valeur des précipitations en milliards de m³
Désert nord	5 mm - 100 mm	20 mm	4000	80
Désert sud	100 mm - 200 mm	150 mm	2000	30
Sahel nord	200 mm - 400 mm	300 mm	2030	61
Sahel sud	400 mm - 600 mm	400 mm	2000	80
TOTAL			1.030.000	251

Pluviométrie:

Estimation des moyennes annuelles maximum et minimum aux stations ayant une période de 30 ans et plus.

Tableau n° 1

| Nom station moyenne mm |
|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Timbedra
295,7 | Nema
264,9 | Mederdra
263,0 | Nouadhibou
33,2 | Sélibaby
579,9 |
| Ayoune El A
243,3 | Rosso
254,9 | Nouakchott
108,7 | Tidjikja
21,2 | F'Dérik |
| Kiffa
318,6 | Boutilimit
166,5 | Atar
92,0 | Moudjeria
90,3 | Bir Moghren |
| Kaédi
367,0 | Boghé
295,0 | Chinguitti
59,0 | Tichit
79,9 | Akjoujt
87,0 |
| M'Bout
399,3 | Aleg
295,7 | | | |

Tableau n° 2

Pluviométrie moyenne annuelle pour la période 1968- - 1987

S - synoptique A = agrométéorologique P = pluviométrique

Nom station	Type	Région	Long.	Lat. (m)	Altit. en m	Moy.	Année de création
Néma	S	1	07°16'	16°36'	269	198,7	1924
Timbedra	P	1	08°12'	17°17'	210	215,4	1932
Ayoun Al Atrouss	S	1	09°36'	16°24'	237	176,9	1947
Kiffa	s	2	11°24'	16°38'	122	236,4	1923
Kaédi	s	3	13°31'	16°09'	18	238,2	1921
M'Bout	P/A	4	12°37'	16°02'	44	299,0	1923
Aleg	P/A	4	13°55'	17°07'	45	166,0	1922
Boghé	P/A	5	14°17'	16°34'	11	221,1	1922
Rosso	S	5	15°49'	16°30'	6	198,2	1923
Boutilimit	S	6	14°41'	17°32'	75	106,0	1923
Mederdra	P	6	15°40'	16°55'	25	198,4	1931
Nouakchott	s		15°47'	18°06'	3	69,1	1931
Atar	s	7	13°04'	20°31'	244	67,7	1922
Chinguitti	P	7	20°22'	20°27'	500	51,2	1932
Nouadhibou	s	8	17°02'	20°56'	3	11,6	1906
Tidjikja	s	9	11°26'	18°34'	402	91,3	1909
Moudjeria	P	9	12°21'	17°56'	120	103,7	1923
Tichitt	P	9	09°31'	18°27'	170	63,2	1922
Sélibaby	P/A	10	12°10'	15°14'	60	410,4	1933
F'Dérik	S	11	12°42'	22°41'	298		1939
Bir Moghren	s	11	11°37'	25°14'	360	34,2	1943
Akjoujt	s	12	14°22'	19°45'	120	50,6	1933

BARRAGES ET DIGUES: RÉALISATION JUSQU'EN 1995

REGION	TYPE D'OUVRAGE		NOMBRE	SURFACE (ha)	TOTAL		
			Entre 1991-95	Avant 1991	Entre 1991-95	Ouvrages	Superficies
		Avant 1991					
Brakna	Barrages	27	8	6400	585		
	Digues et						
	Diguettes	16	17	2000	136	68	9141 ha
Hodh	Barrages	15	8	2000	845		
Chargui	Digues et						
	Diguettes	21	70	900	560	113	4305 ha
Hodh	Barrages	22	15	2800	1363		
Gharbi	Digues et						
	Diguettes	21	15	1600	120	73	5883 ha
Assaba	Barrages	19	13	3800	882		
	Digues et						
	Diguettes	16	19	2100	156	65	6938 ha
Guidmakha	Barrages	6	1	350	200		
	Digues et						
	Diguettes	7	11	400	180	57	1130 ha
Ta gant	Barrages	17	9	3000	2340		
	Digues et						
	Diguettes	24	7	2800	56	57	8196 ha
Gorgol	Barrages	6	10	700	2005		
	Digues et						
	Diguettes	13	25	1200	200	54	4105 ha
Inchiri	Barrages	1	3	75	65		
	Digues et						
	Diguettes	15	0	800	0	19	940 ha
Adrar	Barrages	9	14	1500	678		
	Digues et						
	Diguettes	8	9	700	63	40	2941 ha
TOTAL		261	251	33125	10434	512	43559 ha

I.2: Volumes ruisselles par écoulement à courtes distances

La direction de l'environnement et de l'aménagement du rural gère un patrimoine de 512 ouvrages, barrages et digues confondus, permettant la culture en décrue de quelques 43559 ha environ. Les ouvrages retiennent des écoulements à courtes distances à partir d'une superficie de bassins versants non déterminées pour le moment. Des travaux sont en cours pour déterminer avec exactitude la superficie de ces bassins versants.

Les besoins annuels à l'ha, cultivé en décrue sont évalués à 40.000 m³/ha.

Le volume utilisable est de 30% du volume des écoulements à courtes distances. Ainsi, pour assurer une culture de décrue dans les normes, les bassins versants doivent fournir un apport annuel de l'ordre de 5,8 milliards de m³.

Ce qui est bien possible, compte tenu des apports des précipitations et du climat des régions où sont construits les ouvrages collinaires.

Au niveau des bassins versants de l'ordre de 25 km². Les études de l'ORSTOM permettent de faire le point sur la situation des écoulements, des graphiques donnent les lames d'eau écoulées en fonction des fréquences annuelles désertiques, subdésertique et sahélien.

On peut résumer comme suit ces graphiques:

Climat désertique: (100 mm de pluviométrie moyenne annuelle)

Sous une pluviométrie moyenne annuelle de 50 mm, la lame écoulée est de l'ordre de 8 mm, une année sur deux.

Climat subdésertique: (de 100 mm à 300 mm de pluviométrie moyenne annuelle)

Sous une pluviométrie moyenne annuelle de l'ordre de 200 mm, les lames écoulées oscillent autour des chiffres suivants:

- bassins à forte pente et imperméables: lame écoulée de l'ordre de 57 mm
- bassins à assez forte pente et relativement imperméables: lame écoulée de l'ordre de 27 mm
- bassins à pente modérée et relativement peu perméables: lame écoulée de l'ordre de 10 mm

Climat sahélien: (300 mm à 800 mm)

Sous une pluviométrie moyenne annuelle de 500 mm, les lames écoulées sont les suivantes:

Bassins sableux 2,2 mm, bassins sur granité ou granito-gness (17,5 à 70 mm), bassins sur sable et marnes 45 mm, bassins sur grés peu fissurés 70 mm, bassins sur schistes 98 mm.

Les pays sahéliens reçoivent 1.740 milliards de m³ de précipitations en année moyenne et quelques 870×10^9 m³ en année très sèche.

Ces chiffres montrent à l'évidence que les problèmes de ravitaillement en eau ne se posent pas au niveau de l'apport global des précipitations, mais au niveau de leur répartition géographique.

En plus des barrages de décrue, la Direction de l'Environnement et de l'Aménagement Rural, assure également les relevés sur 70 pluviomètres, 6 échelles limnimétriques dans le delta. La Direction doit compléter le réseau des échelles sur la rive droite du Fleuve Sénégal entre Gouraye et Rosso.

I.3: Bassin du Fleuve Sénégal

Le bassin versant du Fleuve Sénégal s'étend sur 4 Etats.

D'une longueur totale de 1800 Km, son bassin versant a une surface de 289000 Km² répartie comme suit:

. Mali	155000 Km ²
. Mauritanie	75500 Km ²
. Guinée	31000 Km ²
. Sénégal	27500 Km ²

Les parties Guinéennes et Maliennes du bassin versant sont bien arrosées avec une pluviométrie annuelle de 700 à 2000 mm. Ce bassin fournit la totalité des apports du Fleuve: 780 m³/s en moyenne à Bakel, soit 24 milliards de m³ par an.

La Vallée s'élargit inondant une plaine alluviale entre Gouraye et Jedrelmohguen sur près de 500 Km. Lors de la crue de Juillet à Octobre, le fleuve sort de son lit mineur, large de 200 à 400 m, pour inonder de vastes zones sur une largeur de 10 à 25 Km par endroits. Au fond du lit principal, 40 seuils rocheux ou sableux gênent la navigation en période de basses eaux.

Les biefs peuvent avoir des profondeurs de près de 20 m. Sur la partie terminale, sur près de 170 Km, se forme le delta avec de multiples défluent. Une vaste zone couvrant une surface de 400000 ha sur une largeur pouvant atteindre 500 m par endroits.

I.3.1. Hydrographie

Le Fleuve Sénégal est formé par la réunion de deux affluents, le Bafing et le Bakoye au Mali à 1055 Km de Saint-Louis.

Au sud, sur les versants du Fouta Djallon le réseau hydrographique est dense (Bakoye Baoule, Bafing, Balinnko, Balé, Falémé).

Au nord et à l'ouest, dans la zone sahélienne, les affluents sont plus ou moins intermittents (vallée du Serpent, Kolombiné, Karakoro, Niordé, Ghorfa, Gorgol, etc.)

La moitié des apports proviennent du Bafing long de 760 Km. Son bassin versant est de 38500 Km². Son débit moyen annuel fait 420 m³/s.

Le Bakoye, d'un bassin versant de 87000 Km² est long de 640 Km. Il a un débit moyen annuel de 160 m³/s.

Le Karakoro dont le débit moyen est estimé à 100 m³/s pour un bassin versant de 37000 Km² a un débit de 10 m³/s.

- Le Niordé apporte un débit de 5m³/s
- Enfin le Gorgol dont le débit est de 300 m³/s

I.3.2. Régime des eaux

A partir de 1903, la connaissance des variations des hauteurs d'eau a suscité un grand intérêt confirmé par de nombreuses études sur le potentiel hydroélectrique du fleuve.

Un réseau hydrographique important a été mis en place et relevé par différents services s'occupant du fleuve Sénégal, si bien qu'on dispose de beaucoup plus de renseignements sur l'écoulement du fleuve que sur la climatologie, donc le réseau mérite d'être complété et amélioré.

Les principaux résultats, complétés par d'autres mesures et études ont fait l'objet d'une interprétation suivie depuis 1903. Certaines divergences subsistent dans ces résultats.

En effet, les courbes de débits en fonction de la hauteur ne sont pas univoques à cause des remous existants à la décrue (pour une même hauteur, le débit est plus important à la crue qu'à la décrue). Certaines relations ont été établies donnant le débit en fonction de la hauteur mesurée. Il faut toutefois prendre en compte les changements du lit mineur.

Les résultats sont généralement donnés en tête de la vallée, là où l'écoulement est maximum (l'évaporation provoque une forte ponction dans la vallée.)

I.3.3 Débits et volumes écoulés

En tête de la vallée, sur une superficie de 218000 Km², le volume moyen annuel des eaux de pluie est estimé à 200 milliards de m³. Pour une pluviométrie moyenne de 900 mm environ, l'écoulement correspond à un coefficient moyen de 0,12, ce qui donne un débit moyen annuel de 5,5 E/s/km².

La valeur moyenne des écoulements annuels reste marquée de grandes variations:

- écoulement moyen annuel 23 milliards de m³ (moyenne 1903-1975).
- maximum 1924-1925 39 milliards de m³
- minimum 1972-1973 8 milliards de m³

En construisant la moyenne mobile sur 5 ans, on constate l'apparition de périodes sèches prolongées tous les 30 ans environ, on voit comment se manifestent les cycles d'hydraulicité du Fleuve sur une longue période. Les périodes sèches apparaissent nettement en revenant tous les 30 ans pour s'étaler sur plusieurs années (1913 - 1915 - 1940 - 1944 - 1972 - 1975). Durant ces périodes sèches, le module moyen annuel s'abaisse à 450 m³/s soit 60% seulement du débit moyen annuel en année normale.

C'est pourquoi une régularisation permettant la constitution d'un réservoir d'une capacité supérieure aux apports moyens annuels a été retenue.

I.3.4 La crue du Fleuve Sénégal

Il y a une crue bien marquée qui suit les précipitations avec un certain retard, retard qui va en augmentant au fur et à mesure que l'on descend sur le cours aval.

On distingue:

- Une saison des hautes eaux de Juillet à Octobre avec un maximum vers le 10 septembre en tête de la vallée, le 1er Octobre à Kaédi et le 25 Octobre à Rosso.

- Une période de décrue qui s'amorce fin Octobre et se poursuit jusqu'en Février-Mars.

- Une période d'étiage de Mars à Juin.

En tête de la vallée à Gouraye par exemple les débits moyens mensuels sur la période 1903 - 1968 se présentent comme suit:

Crue		Décrue		Etiage	
Juillet	592	Novembre	566	Mars	46
Août	2332	Décembre	255	Avril	19
Septembre	3400	Janvier	141	Mai	10
Octobre	1644	Février	83	Juin	113

La propagation de la crue vers l'aval est fonction de la longueur du lit et de son profil en long. La croissance de la crue s'accélère en Août avec plusieurs pointes irrégulières. Les niveaux maximaux sont généralement atteints aux dates suivantes:

- le 1er Octobre à Kaédi PK 532
- le 5 Octobre à Bohgé PK 374
- le 15 Octobre à Lexeiba PK 268
- le 25 Octobre à Rosso PK 133
- le 1er Novembre à Diama PK 23

Avant la régularisation, les débits maximums atteints à Courage sont les suivants: crue médiane 5000 m³/s, crue décennale 7200 m³/s, crue septennale 10000 m³/s, crue millénale 13000 m³/s.

L'amplitude de la crue s'élève de 5 à 10 m dans la vallée et est de 2 à 3 m seulement dans le Delta. Entre l'étiage et la pointe de la crue, les variations de niveau sont: 9 m à Gouraye, 7,50 m à Cive, 7 m à Kaédi et à Boghé, 5 m à Lexeiba et 3 m à Jedrelmohguen.

La durée de propagation varie de 15 à 30 jours entre Gouraye et le Delta.

- une crue millénaire dépasse de 0,60 à 0,90 m la crue centennale
- la crue centennale dépasse de 1 m la crue décennale
- une crue décennale dépasse de 1 à 2 m la crue moyenne.

Un débit de 300 m³/s permet d'avoir un niveau de plan d'eau au dessus des seuils de 1,60 à 2 m.

Les endiguements en cours ou prévus vont limiter l'épandage des écoulements dans le lit majeur resserrant les sections d'écoulement. Un rehaussement des niveaux des crues dans la basse vallée pourra atteindre des côtes variants de 0,20 à 0,90 m.

L'influence des aménagements sur les crues est donnée dans le tableau ci-après:

Type de crue		Etat naturel		Etat aménage	
		Centennale	Millenade	Centennale	Millenade
Débit maximal en m ³ /s					
Gouraye		10.100	13.000	-	-
Delta (Diama)		4.336	5.498	+ 449	+ 559
Boghé	PK 374	9,70	10,48	+ 0,05	+ 0,04
Lexeiba	PK 268	7,00	7,85	+ 0,30	+ 0,39
Jedrelmohguen	PK 169	4,80	5,30	+ 0,75	+ 0,92
Bagdad	PK 139	4,30	4,95	+ 0,40	+ 0,43
Rosso	PK 133	4,08	4,70	+ 0,42	+ 0,40
Diama	PK 32	1,92	2,25	+ 0,03	0

I.3.5 La vallée rive droite

Affluents:

Le bassin versant entre Selibabiy et Kaédi: GHORFA et NIORDE

Les bassins versants du Ghorfa et du Niordé couvrent respectivement des superficies de 5000 Km² et 1550 Km² avec des altitudes de 72 et 68 m.

Les monts wa-wa constituent la frontière ouest de la région qui se présente comme une pénéplaine ancienne qui s'étend au pied du massif gréseux de l'Assaba. Les reliefs qui la dominent sont des alignements quartzitiques dont l'altitude est d'une centaine de mètres. Les massifs d'Artemou qui longent la vallée du Niordé, les massifs de N'Diajdibine et ceux de Toukobra constituent la limite Est de ces bassins versants. Les massifs dominent des plaines schisteuses à recouvrement argilo-sableux.

L'érosion qui a entaillé le massif (altitude 400m) a formé un cordon dunaire sur un niveau gréseux. Une vaste dépression entre les deux formations est le lieu des écoulements dont la jonction forme l'Oued Ghorfa. Au sud, un chapelet de mares alimentées en partie par le Fleuve Sénégal par l'intermédiaire de deux marigots d'un débit de 15 l/s, complète le système hydraulique du Ghorfa et du Niordé.

La pluviométrie annuelle est de 560 mm et le bilan hydraulique fait état d'un débit de 10 m³/s.

Le bassin versant du Gorgol:

Les bassins versants du Gorgol, noir, du Gorgol blanc, d' Afadiar et le bassin aval ont une surface de 20.000 Km².

Les crues dépendent de l'intensité des précipitations. Celles-ci varient de 500 à 200 mm. La moyenne prise en considération est de l'ordre de 360 mm.

Les débits correspondants sont de l'ordre de 172 et 100 m³/s. Les hydrogrammes donnent des apports cumulés de 565 et 255 millions de mètre cubes. Dans la constitution du débit du Fleuve Sénégal, le débit du Gorgol pris en considération ne dépasse pas 30 m³/s avant la régularisation du marigot.

Entre Kaédi et Boghé, l'oued Ketchi alimente le lac d'Aleg par un apport de 120 millions de mètre-cubes.

I.3.6 Défluent:

Les défluent du fleuve Sénégal entre Boghé et Rosso sont:

- le Garak PK 138
- le Sokam PK 174
- le Guidayo PK 184
- le Diawane PK 189.

Le Garak à la sortie Est de Rosso, irrigue plusieurs périmètres sur une longueur de 25 Km. Son lit encaisse en période de basses eaux un volume proche de 7,5 millions de mètres-cubes.

Le Sokam et le Guidayo alimentent le lac R'Kiz. Le Guidayo peut avoir un débit de 40 millions de mètre-cubes à la côte 1,50 m et 140 millions à la côte 2,50m. Les débits qui transitent par ces marigots, à sections bien marquées, peuvent atteindre 20 m³/s. Tout le système du lac R'Kiz a un volume d'eau de 200 millions de m³.

Delta Rosso Keur Macène

La région est alimenté à partir du Fleuve Sénégal à la côte, 1 mètre IGN par l'intermédiaire des marigots du Gouère, du Goup, du Birama et du M'Diadier. Ce dernier alimente la dépression de l'Aftout Sahel dont le volume peut atteindre 30 millions de m³ au maximum de la crue naturelle.

Le barrage de Diama ne perturbe pas le régime des eaux en aval de Boghé et pourra même améliorer le remplissage des différents marigots qui composent le système hydraulique dans la basse vallée et le delta. Néanmoins, des ouvrages calibrés sur un débit de 20 m³/s, doivent être installés sur les marigots franchis par la route Rosso-Boghé.

Une amélioration des sections des marigots en aval de Rosso pourra être envisagée afin de faciliter l'alimentation et la vidange des cuvettes qu'ils desservent.

Après la régularisation, le régime des eaux dans la vallée du Fleuve Sénégal dépendra essentiellement du débit constitué à Bakel en tête de la vallée.

Ce débit est formé par les apports du Bakoyé à Oualia et ceux de la Falemré à Goubassy, complétés éventuellement, selon le débit désiré, par un débit complémentaire lâché à partir du réservoir de Manantali.

Les bassins versants et les bassins intermédiaires doivent être équipés de stations hydrographiques pour faciliter la gestion des apports.

Des modèles mathématiques ont été construits pour faciliter la gestion des ouvrages communs de l'OMVS.

La recherche de nouveau modèle qui ne s'adapte pas au régime du fleuve Sénégal, risquerait de compliquer la gestion des eaux et des ouvrages.

Chapitre II: Les eaux souterraines en Mauritanie

II.1. Géologie

C'est par la connaissance géologique du pays que l'on peut résoudre les problèmes qui se rapportent à l'hydrogéologie.

Dans les régions arides les études sous estiment souvent la valeur des conditions hydrologiques d'un pays où la pluviométrie est faible. Dans ce cas il faut procéder à une étude complète de la géologie et des conditions météorologiques dans la région concernée avant d'entreprendre tout travail de captage où l'on peut perdre beaucoup de temps et d'argent.

Du point de vue géologie, la Mauritanie est subdivisée en trois grands ensembles géologiques:

- au centre, un ensemble de roches cristallines et métamorphiques orienté Nord-Sud, Est-Ouest;
- à l'Est un ensemble sédimentaire plésoïque (synclinal de Taoudenni);
- à l'Ouest un ensemble de formation sédimentaire cénozoïque (bassin Sénégal-Mauritanien).

Le climat est sahélien au Sud du 20° parallèle canarien au Nord, et sub-canarien au nord-ouest. Les températures moyennes sont très élevées et la pluie, supérieure à 400 mm dans la partie méridionale, tombe à 100 mm dans une grande partie du pays; s'annulant dans les régions Nord-Est.

II. 2 Hydrogéologie potentialités des régions

- Bir Moghren. Une nappe existe dans les formations de granite. Bien que son extension réelle soit très mal connue, ses réserves sont estimées à 200000 m³/Km².
- Tiris Zemmour. Il est enfermé entre la frontière du Sahara et les formations subhorizontales du synclinal de Taoudenni. Pour une pluviométrie supérieure à la moyenne, le Tiris présente des conditions hydrogéologiques plus favorables que dans la zone précédente. Au Nord-Est, l'Oued Tagadit possède trois nappes:

- la nappe d'Achouil (mal connue),
- la nappe de la Gorge, plus élevée que les autres,
- la troisième nappe, au débouché de la gorge, semble être la plus importante.

Les débits sont estimés à 4,5 millions de m³/an.

- Akjoujt. Les nombreuses études effectuées dans l'Inchiri reconnaissent de nombreuses nappes dans la région d'Akjoujt. Les possibilités d'exploitation sont variables et les réserves peuvent assurer un débit de 6000 m³/j.

- Bassin de Taoudenni: Dans la zone Ouest, la présence de nappes sédimentaires n'est pas à exclure. A l'Est un poste militaire exploite trois sources d'un débit voisin de 400 l/h soit 3 millions de m³/an.

- Réseau de l'Affolé. On distingue deux systèmes principaux:

- le système d'alimentation des dépressions de Tamchekett,
- le système d'alimentation du Korakoro.

Cet important réseau orienté SE-NW est venu du plateau de Kettan au nord et est complété par un réseau sud de direction générale Est-W.

Le tiers du bassin est situé en zone rocheuse au nord du massif de l'Affolé.

L'écoulement est souvent gêné par le sable, mais le réseau est assez bien tracé.

Le rendement de l'ensemble est assez bon en année pluvieuse. Le bassin supérieur alimente les barrages de Medroum, Touejjilit safra et le barrage de Tamchekett.

- Le Karakoro est issu du bassin de Kettan; le profil en long se présente comme une succession de seuils et de plaines d'épandages qui sont mis à profit par la culture du mil. C'est dans ce bassin que l'on trouve la plupart des barrages de l'Affolé.

Cette zone intéresse à la fois les eaux souterraines et les eaux de surface par son double rôle d'alimentation des nappes et d'affluence du Fleuve Sénégal.

Situé dans les grès d'Aïoun, son aquifère est plus ou moins régulier. Son important potentiel, bien que sous-exploité, pourra permettre le développement d'activités dans la région. Plusieurs projets de forages allant de 10 à 30 m de profondeur sont implantés dans la plaine de l'Assaba et de l'Affolé. Les taux de succès des forages sont faibles et les débits signalés sont sous-estimés.

En effet, le Karakoro a un bassin versant de 37000 Km², avec un débit en période de crue 100 m³/s.

La pluviométrie moyenne est estimée à 90 mm en année décennale, 140 mm en année cinquantenaire et 165 mm en année centennale.

La perte par évaporation et par infiltration se chiffrent à 43 mm/j (1,60m/an). On note la présence de petites nappes dans les formations superficielles, dunes ou placage sableux (Kankossa).

Les précipitations variant de 400 à 600 mm/an, assurent l'alimentation de la nappe par infiltration directe. Il est dit que pour une pluie de 50 mm l'écoulement sur un bassin versant de 100 Km², représente un volume de 1,5 million de m³. En considérant, comme le confirment plusieurs études, que la moitié du volume absorbé par le sol contribue à l'alimentation de la nappe, nous pourrions en conclure que les nappes alluviales du sud de l'Affolé peuvent couvrir largement les besoins dans la région. L'exploitation traditionnelle semble être la plus convenable.

- Formations éocènes: Est et Centre

Dans la partie méridionale du bassin Mauritanien on recèle sous la couverture continentale, des calcaires et dolomies, des nappes généralisées pouvant donner des débits variables qui peuvent atteindre 100 m³/h.

Les pélites du Hodh sont perméables dans les 15 à 20 premiers mètres grâce à un réseau de diaclases et fissures. Les débits ponctuels atteignent 3m³/h.

Des formations d'altération argileuses recèlent des débits de l'ordre de 0,5m³/h en moyenne. Dans l'Assaba et le Tagant des nappes en réseaux localisés donnent naissance à des sources pérennes fournissant des débits de 25 à 100 m³/j ou plus.

Au pied du massif de l'Assaba, dans le détroit Assaba Tagant, des dolomies sont le siège de circulation d'eau. Des débits de 20 à 50 m³/h ont été obtenus par des recherches ces dernières années.

- Les zones stériles sont marquées par le haut-fond des pélites du Hodh sous les sables de l'Aoukar et le biseau sec dû à la remontée des petites stériles du Hodh au-dessus des niveaux des nappes, dans les formations continentales du secteur.

- Dans le sud Est du Hodh Charghi, les quifères des formations continentales d'âges variables renferment une importante nappe dont le débit peut dépasser 6000 m³/j.

Sud-Ouest Mauritanien

- Quaternaire: Le quaternaire groupe des formations continentales et des dépôts marins, leur puissance est le plus souvent inférieure à 30 m mais peut atteindre 60 m.

- Continental terminal: Le continental terminal (Mio. Paléocène) affleure dans la dépression de l'Aftout Echergui. Il forme les reliefs des environs de Kaédi et le plateau du M'Bidane. Aleg est construit sur le grès tendre du continental terminal. Il est constitué de grès argileux et de sable plus ou moins argileux (Kaolinite) Dans le Sud-Ouest, les puits retrouvent la nappe sous la couverture quaternaire. La puissance peut atteindre 200 m d'épaisseur. Cette puissance varie d'Est en Ouest:

-30 m à Aleg

- 37 m à Legatt

- 140 m à Idini
- 200 m à Oumoutounsi.

- L'éocène: Il est constitué de calcaires, des argiles, des grès, de sables, des dolomies et des dépôts marins. Deux zones d'affleurement sont citées: Aleg et la bordure des faciès gréseux à l'Ouest de Kaédi. Il est également connu jusqu'aux environs Est de Boutilimit où il est recoupé par de nombreux puits. Le Paleocène et le Maestrichien. Les sables rencontrés au sondage d'Aleg et de Legatt sont assimilables au Maestrichien comme ceux rencontrés à Niabina.

- Nappe du Sud-Ouest Mauritanien

Dans le Sud-Ouest de la Mauritanie on parle beaucoup d'une nappe continue avec une hétérogénéité dans la topographie et dans la chimie.

Les zones d'alimentation sont:

- à l'Est, à partir du ruissellement sur le socle précambrien,
- au Sud, par la vallée du Fleuve Sénégal,
- à l'Ouest, l'océan, l'Aftout et d'autres défluent du Fleuve Sénégal.

Un axe de drainage Sud-Nord passe à 30 Km à l'Est de Boutilimit.

P. ELOUARD cite les zones de cette nappe généralisée:

- la nappe du Brakna,
- la nappe de l'Amouchtil,
- la nappe du Trarza,
- la nappe Alluviale.

En bordure de l'océan, les eaux salées pénètrent largement vers l'intérieur envahissant ainsi le domaine des eaux douces.

H-PLOTE reconnaît:

- une nappe phréatique à 28 m de profondeur,
- une nappe sub-phréatique, entre 0 et 100 m de profondeur,
- une nappe entre 180 et 186 m de profondeur,
- une nappe profonde entre 420 et 450 m de profondeur.

A Idini, les sondages ont permis de mettre en évidence, entre 0 et 160 m, la superposition de plusieurs niveaux aquifères séparés par des passées argileuses dans le continental Terminal.

H-PLOTE admet également la continuité hydraulique dans l'ouest Mauritanien. Les débits sont variables:

- 1 m³/h/m à 15m³/h/m
- 28 m³/h à Idini.

Les aquifères généralisés situés dans les formations sédimentaires (sable, grès) ont un débit important. Les productivités pouvant donner des débits allant de 100 à plusieurs milliers de

mètre-cubes par jour. En amont de Boghé, on a relevé 30m³/h avec un rabattement de 2 mètres. Il paraît que sur une longueur de 110 Km entre Kaédi et Boghé l'exploitation des eaux souterraines pourra donner 40 millions de mètre-cubes par an. En effet, un puits pénétrant le sol de 5m sous la surface piezométrique peut fournir en moyenne 40m³/h.

Mais les débits spécifiques sont très variables du sud au nord et dépendent généralement des types d'ouvrages de captage et de leur pénétration dans l'aquifère. Ils sont de 30 à 50m³/j. La puissance de la nappe du Trarza est de 40 m, celle de l'Amouchtil 20 m seulement.

Les forages ci-après, ont donné les débits suivants:

- Kaédi KF1 - 11,50m³/h/m
- Kaédi KFC - 18,50m³/h/m
- Kaédi KFD - 23,40m³/h/m
- Boghé BF9 - 23,50m³/h/m.

- L'épandage de la crue du fleuve Sénégal apporte aux nappes les volumes indiqués dans le tableau ci-après.

Ces débits sont calculés à partir de la formule:

$Q = LIT$, dans laquelle, L exprime la longueur du front de la nappe, I le gradient hydraulique, T la transmissivité.

Nappe	Région	L Km	I	T M ² /s	L/s	Q en milliers de m ³ /an
Maestrichien + eocène gréseux	Maghama- Kaédi	100	$1,4 \cdot 10^{-4}$	10^{-2}	140	4,4
Eocène gréseux	Amont Kaédi	25	$1,4 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$	17	0,53
Eocène gréseux	Kaédi	30	$1,5 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$	23	0,72
Maestrichien	Kaédi	30	$1,5 \cdot 10^{-4}$	10^{-2}	45	1,40
Eocène-calcaire (Amouchtil)	A mont Boghé	120	$2 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-4}$	72	2,30
Quaternaire cout, terminal	Legatt J. Mohguen	70	$1 \cdot 10^{-3}$	$5 \cdot 10^{-2}$	350	11,00
Quaternaire cout, terminal	J Mohguen Rosso	40	$1 \cdot 10^{-4}$	10^{-2}	40	1,20
Paléocène calcaire	J Mohguen Rosso	40	$1 \cdot 10^{-4}$	$5 \cdot 10^{-3}$	20	0,63
TOTAL:						22,28

II.3 Caractéristiques des aquifères

Les nombreuses études de productivité des nappes souterraines menées par le BRGM distinguent:

- les formations sédimentaires plus ou moins perméables comme les sables, les grès ou des fissures, dolomies, calcaires, marno, calcaires et les roches diaclasées.
- les formations imperméables ayant localement une certaine perméabilité par fracturation ou par altération, comme les granités, les gneiss, les schistes et les roches intrusives.

La considération donnée par plusieurs études aux aquifères généralisés les groupent en quatre grands ensembles:

- 1. Sables dunaires:

Ces sables quaternaires couvrent quelques milliers de Km² du sud au nord, dans la partie occidentale du pays vers l'Aoukar et Chegatt.

Les aquifères ont un niveau allant de 10 à 50 m sous la surface et leur épaisseur se situe entre 20 et 30 mètres.

Dans cet ensemble où les sables sont perméables, la productivité des ouvrages de captage est fonction de leur profondeur dans la nappe exploitée. Il est possible dans ce cas d'obtenir des débits unitaires de 1000 à 1500 m³/j.

- 2. Continental Terminal:

Le Continental Terminal est décrit comme un vaste aquifère composé de sables ou grès argileux, parfois de calcaire eocène.

La nappe y est libre avec un niveau statique entre 50 et 70 mètres sous le sol et une épaisseur variant de 20 ou 50 à 200 mètres.

Heureusement, la nappe du Continental Terminal couvre une grande partie du bassin géographique Mauritanien. Son alimentation est assurée d'une manière convenable par les pluies et par le Fleuve Sénégal.

Son bilan, encore mal déterminé, doit faire l'objet d'études plus poussées. Son volume exploitable en Mauritanie doit être approximativement de l'ordre de 10 milliards de mètre-cubes. Pour un rabattement de 10 mètres on lui donne un débit spécifique de 300m³/j dans certains endroits (2.000 m³/an par point d'eau).

- 3. Sables et grès du maestrischtien:

Cet aquifère couvre près de 1620 km² de surface suivant un triangle Niabina Dokhou Jedrelmohguene dans le sud-ouest du pays. La productivité, avec un rabattement de 30 m, varie suivant la zone d'exploitation. En Mauritanie quatre zones donnent les productivités annuelles suivantes:

- 2.160.000 m³/an par point d'eau
- 1.800.000 m³/an par point d'eau
- 1.080.000 m³/an par point d'eau
- 540.000 m³/an par point d'eau

La réalimentation de cette nappe est mal connue.

Elle est probablement alimentée à partir du Fleuve par l'intermédiaire de lits fossiles à horizon perméable.

- Nappe alluviale:

La nappe alluviale, située dans des horizons perméables, peut donner un débit de l'ordre de 30 m³/h avec un rabattement de 2 mètres. Elle est localement salée. Cependant, elle est souvent dans les zones irriguées.

- Aquifères discontinus:

La perméabilité dans ces roches, bien que localisée, est occasionnée par les réseaux diaclases et fissures. Les débits d'exploitation sont généralement faibles, de l'ordre de 3m³/h dans les pélites du Hodh.

Dans l'Assaba et le Tagant, les grès en contact avec des structures favorables donnent naissance à des sources pouvant fournir près de 100 m³/j. Au pied du massif de l'Assaba une circulation d'eau dans les dolomies donne des débits de 20 à 50 m³/h.

- Autres nappes

La nappe de Taoudenni mérite une attention particulière. Son existence est d'un très grand intérêt pour la Mauritanie. Des études pourront élucider sa structure et son importance. Elle pourra être, probablement, l'extension du même aquifère au Mali. Une alimentation à partir du Fleuve Niger est fort probable.

II.4 Activité de la Direction de l'hydraulique

La Direction de l'Hydraulique définit le potentiel exploitable comme suit:

- à l'ouest le bassin côtier ou zone sédimentaire du Trarza,
- au centre orienté nord-sud, la zone schisteuse des Mauritanides,
- au centre, à l'est et au sud-est l'immense bassin sédimentaire de Taoudenni,
- au nord-ouest et au nord, un socle cristallin très étendu qui couvre l'Inchiri au nord d'Akjoujt et le Tiris Zemmour.

L'étude qui a été menée par la Direction de l'Hydraulique sur la base de l'examen de la totalité des forages et sondages permet de préciser les caractéristiques des aquifères reconnus et leur salinité, d'évaluer les ressources exploitables et de quantifier les réserves des aquifères continus.

Le tableau ci-après donne la situation des forages gérés par la Direction de l'Hydraulique

Wilaya	Forages équipés	Puits modernes	Puits traditionnels
Hodh Charghi	65	4	109
Hodh Ghrabi	64	97	170
Assaba	126	95	71
Gorgol	67	14	80
Brakna	74	61	57
Trarza	59	21	284
Adrar	23	8	21
Dakhlet NDB	23	16	00
Tagant	37	00	31
Guidimagha	195	52	130
Tiris Zemmour	5	37	9
Inchiri	25	5	1
	763	410	963

Schéma directeur

Aucune stratégie de développement n'est établie sur 20 ans, mais les activités des services sont évolutives suivant des priorités définies dans les plans directeurs.

Dans le domaine de l'hydrogéologie, le schéma directeur se fixe comme priorité:

- la recherche de nouvelles ressources en eau pour satisfaire les besoins des villes d'Atar, Tidjikja et Kiffa;
- la recherche des ressources en eau dans le Tiris Zemmour;
- l'étude de nouvelles ressources en eau de l'Agan et de l'Khat;
- l'étude de la limite du biseau salé et du biseau sec de la nappe du Trarza;
- l'étude de la productivité des aquifères en milieu fissuré;
- surveillance de l'évolution du front salé sur la partie occidentale de la nappe du Trarza;
- pose d'un réseau piézométrique sur l'Aftout Sahel.

Les résultats sont résumés dans le tableau ci-après

Aquifères	Forages positifs	Taux de succès	Q Moy m3/h	Salinité Moy. Mg/l	Réserves en millions de m3
Sables Aouker et Assaba	?	?	2	430	210
Grès d'Aïoun	70	65	5	560	190
Pélites des Hodhs	297	30	8	660	595
Continental Intercalaire	?	?	2	2070	?
Nappes des Mauritanides	154	50	6	530	395
Nappes de l'Eocène et de Mastrichien	26	60	35	420	190
Nappe alluviale	22	75	15	560	165
Nappes du Trarza	118	85	40	340	1895
Nappes de Benichab	20	65	63	390	860
Nappes de Boulanouar	27	50	90	710	2400
Adrar et Tagant	147	45	20	725	1320
Tiriz Zemmour	37	15	8	930	260
	916				8.480

Ce potentiel est exploité actuellement par 763 forages motorisés, 410 puits modernes et 963 puits traditionnels.

D'une manière générale, les nappes sont sous-exploitées, les forages ne fonctionnant que quelques heures, voir quelques minutes par jour, juste pour satisfaire les besoins des collectivités sur place. Sur la base de la durée de fonctionnement et le débit pompé, certains ouvrages donnent ces débits annuels Adrar 1900 m3/an, Tagant Assaba 3988 m3/an, Brakna 2950 m3/an, Trarza 5440 m3/an, Guidimagha 5466 m3/an, etc.

Aussi, des milliers d'Oglats et céanes sont toujours omis des inventaires.

Cette partie des ressources en eau est rarement chiffrée, alors qu'elle assure une partie de l'année les besoins en eau des animaux et des personnes, voir même l'irrigation (palmeraies et maraîchage). Une étude a relevé au niveau de la seule ville de Kaédi 360 puits d'eau produisant 230 m3 par jour. Ce potentiel négligé restera une source cachée des sous-estimations des besoins en eau en Mauritanie.

Une modeste consommation est également omise, faute de recensement, celle des ânes et des chevaux.

Équipement des points d'eau

La Direction de l'hydraulique gère également les équipements suivants:

- stations à motricité humaine	375
- forages motorisés	160
- énergie solaire	63
- énergie pompes manuelles	901
- énergie éolienne (Trarza)	97
- prévus dans les autres régions	50
- installés par les privés	20

La D.H a un parc de forages tubes non équipés.

En milieu rural la vie d'un puits est estimé à 30 ans, dans les centres urbains, la vie d'un forage est de 20 à 25 ans. Les pompes peuvent avoir une vie de 5 à 6 ans.

II.5 Activité de la SONELEC

La SONELEC mobilise un volume annuel de 13.951.412 m³, essentiellement au niveau de Nouakchott et Nouadhibou.

Un programme évolutif prévoit d'ici l'an 2010 la production de 18.100 m³/j à Idini, 29.400 m³ à Tanadi I et 27.300 m³ à Tanadi II.

Parallèlement à ce programme, le projet des 10 villes est en évolution pour l'alimentation en eau des centres urbains suivants:

Néma, Timbedra, Kiffa, Tidjikja, Aleg, M'Bout, Boghé, Boutilimit, et Atar.

Chapitre III: Besoins en eau des populations du cheptel et de l'irrigation

RECAPITULATION DES BESOINS EN EAU

(En millions de m³)

Affectation	1995	2015
Populations	41,5	65
Irrigation	526,4	995,8
Cheptel	59	95
Totaux	626,9	1,156

III. 1 Les besoins en eau des populations:

Les normes de l'alimentation des populations en eau sont les suivantes d'après la Direction de l'Hydraulique:

- 20l/jour/habitant pour les localités de 150 à 2000 habitants,
- 40l/jour/habitant pour les localités de 2000 à 5000 habitants,
- 50l/jour/habitant pour les localités de plus de 5000 habitants.

Sur cette base les besoins sont évalués à 3750 points d'eau à l'horizon 2000.

Compte tenu des ouvrages existants et de ceux en cours de réalisation, 1635 points d'eau restent à réaliser.

En fait les besoins en eau pour l'alimentation des populations varient suivant:

- le mode de vie,
- la situation géographique,
- les saisons et les moyens des consommateurs.

Dans les localités rurales les besoins augmentent en saison chaude d'Avril à Juillet.

Au niveau des grands centres urbains les consommations couvrent les besoins suivants:

- consommation domestiques,
- l'arrosage des jardins publics,
- l'arrosage des jardins privés,
- l'artisanat et les petites industries.

Ces besoins dépassent largement les 50 l fixés par la Direction de l'Hydraulique, particulièrement en saison chaude où les consommations sont généralement doublées.

Pour assurer une faible marge de sécurité nous retenons pour toute la population le volume de 50l par habitant.

Ainsi les besoins en eau des populations au mois de Mai 1995 sont de l'ordre de $18 \text{ m}^3 \times 2.255.725 = 41.603.050 \text{ m}^3$ par an. A l'horizon 2015, ces besoins seraient aux environs de 65 millions de m^3 par an, comme indiqué dans le tableau ci-après:

Année	Populations n. habitants	Litres par tête	Besoins en Million de m^3/an
1995	2.255.725	50	41,6
2015	3.609.160	50	65,0

III. 2 Besoins en eau de l'irrigation

Les besoins en eau sont définis compte tenu des types de cultures, des rotations et des modes de développement des périmètres irrigués. Le groupement pour l'étude du barrage de Manantali, a défini un hectare théorique moyen qui représente une moyenne pondérée du

potentiel irrigable qui pourrait être économiquement alimenté à partir du réservoir de Manantali.

Les besoins annuels nets sont évalués à 18.600 m³/ha (0,591/) à la parcelle. Ces besoins s'élèvent à 28.600 m³/ha (0,911/sec.ha) en tête des stations de pompages avec une efficacité du réseau d'irrigation de 65%.

Une partie des eaux pompées retourne au fleuve. En évaluant cette partie à 7% les besoins nets à prélever sont de 24.800 m³/ha.an (0,791/sec.ha).

En hivernage, la pluviométrie fournit 2.100 m³/ha. Ainsi la demande nette est réduite à 23.470 m³/ha.an (0,741/sec.ha). C'est sur cette base qu'on a étudié le dimensionnement de la retenue de Manantali, et la rentabilité du projet qui est à la base de son financement.

C'est ce débit qui est utilisé pour calculer les besoins en eau du potentiel irrigable en Mauritanie. Il doit être aussi l'étalon de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation, pour une gestion conforme avec la conception des barrages.

Dans le domaine de l'irrigation en Mauritanie, et afin de faire des projections acceptables, la détermination d'un rythme annuel des aménagements s'impose.

La SONADER vient de sortir, à la suite d'une importante enquête, sur l'ensemble des aménagements, un rapport complet sur la situation générale de l'évolution des périmètres d'irrigation (enquête SONADER sur financement CED).

Les 635 périmètres individuels ont une surface aménagée de 25897 ha. Les collectifs eux, d'un nombre de 405 couvrent une superficie de 12621 ha aménagés. Soit un total de 1040 périmètres totalisant une superficie aménagée de 38.518 hectares.

Le rythme d'aménagement a connu une montée brutale entre 1984 et 1993 pour chuter par la suite. En plus, sur les 38.518 ha aménagés, 18000 ha seulement sont réellement exploités.

En cherchant un rythme d'aménagement annuel, on est tenté par une solution statique. Depuis 1961, près de 43.000 ha sont aménagés, y compris les 4430 ha que totalisent les périmètres de Fom Gleita, Kaédi, Boghé, M'Pourié et R'Kiz, dans la période comprise entre 1961 et 1994, le rythme de l'évolution par an est réellement 1300 ha. Mais, en revenant sur l'utilisation de l'eau, ce chiffre tombe jusqu'à 673 ha par an de surfaces effectivement irriguées. Pour ces raisons, le chiffre 1000 ha par an pourrait être pris comme base de calcul des besoins en eau de l'irrigation à l'horizon 2015.

Sur cette base, les besoins en eau de l'irrigation sont donnés dans le tableau ci-dessous:

Années	Débit annuel à l'hectare en m³	Surfaces exploitées/ha	Besoins en Millions de m³	Total besoins irrigation en Million de m³
1995	23.470	22.430	526,4	526,4
2015	23.470	42.430	995,8	995,8

Besoins en eau des animaux

Les normes scientifiques d'élevage affecte aux animaux, une consommation d'eau de 4 à 5 litres par Kg de matière sèche de la ration journalière.

Le Zébu qui pèse 250 Kg de poids vif, et qui consomme 3 kg de matière sèche par 100 kg de poids vif, devrait boire, chaque jour, les quantités d'eau suivantes:

$$4 \times \frac{250}{100} \times 3 = 30 \text{ litres ou } 5 \times \frac{250}{100} \times 3 = 37,5 \text{ litres.}$$

Le chiffre de 30 litres appliqué par les Directions de l'Hydraulique et de l'Elevage paraît justifié.

En 1991, les animaux sont chiffrés par la Direction de l'Elevage comme suit:

Bovins 1.400.000 têtes, Ovins et Caprins 8.800.000 têtes.

Camelins 990.000 têtes

La consommation en eau des ovins et caprins est estimée à 71/j tête, les camelins sont assimilés aux ovins.

Finalement, suivant une projection de 3% par an, ces animaux pourraient atteindre à l'horizon 2015 les chiffres suivants:

1995 Bovins: 1568000 têtes, Ovins et Caprins: 9856000 têtes,
Camelins: 1108800 têtes

2015 Bovins: 2508800 têtes, Ovins et caprins: 15769600 têtes,
Camelins: 1774080 têtes.

Les besoins en eau des animaux sont chiffrés pour 1995 et 2015 dans le tableau suivant:

Années	Bovins en têtes	Besoins en millions de m3 par an	Ovins et caprins têtes	Besoins en millions de m3 par an	Camelins en têtes	Besoins en millions de m3 par an
1995	1.568.000	17,25	9.856.000	29,5	1.108.800	12.2
2015	2.508.800	28,4	15.769.600	47,3	1.774.080	19.5

Chapitre IV: Code de l'eau

L'ordonnance n° 85144 du 4 Juillet 1986 instituant le code de l'eau régit le régime des eaux non maritimes et le régime des ouvrages hydrauliques.

Ce code de l'eau se substitue au droit traditionnel jusqu'alors existant. Le code de l'eau comporte 141 articles dont les principaux portent notamment sur:

- la réglementation administrative de l'usage des eaux,
- la réglementation des servitudes,
- la réglementation des périmètres de protection autour des points d'eau
- le régime des habilitations des entreprises de travaux publics,
- la protection qualitative des eaux,
- les mesures pour combattre les effets nuisibles de l'eau y compris les droits et devoirs des individus.

IV.1 Application du code

Dans le domaine de la mise en application du code de l'eau, l'ordonnance 85144 prévoit la promulgation de décrets et arrêtés prioritaires suivants:

- la réglementation administrative de l'exploitation et des usages de l'eau
- une déclaration de politique générale sur la gestion des ressources en eau
- la réglementation des servitudes,
- la réglementation des périmètres de protection, autour des points d'eau ou le long des cours d'eau superficiels,
- décret déterminant les mesures destinées à la protection qualitative des eaux,
- décret fixant les mesures destinés à combattre les effets nuisibles de l'eau y compris les droits et devoirs des individus,
- décret concernant le prix de l'eau pour diverses utilisations.

Une cellule qui sera chargée de la réglementation et de l'administration des droits de l'eau sera créée au sein de la Direction de l'Hydraulique.

Cette Cellule aura pour tâche prioritaire de préparer la mise en place du code de l'eau en:

- identification des zones prioritaires,
- sensibilisant les autorités locales et les usagers,
- préparant les arrêtés et décrets d'application.

Une police de l'eau devra ensuite être mise en place pour veiller à l'application des textes.

Dans le domaine de la mise en application du code de l'eau, l'ordonnance 85144 prévoit la promulgation de décrets et arrêtés prioritaires suivants:

- la réglementation administrative de l'exploitation et des usages de l'eau
- une déclaration de politique générale sur la gestion des ressources en eau
- la réglementation des servitudes,
- la réglementation des périmètres de protection, autour des points d'eau ou le long des cours d'eau superficiels,
- décret déterminant les mesures destinées à la protection qualitative des eaux,
- décret fixant les mesures destinés à combattre les effets nuisibles de l'eau y compris les droits et devoirs des individus,
- décret concernant le prix de l'eau pour diverses utilisations.

Une cellule qui sera chargée de la réglementation et de l'administration des droits de l'eau sera créée au sein de la Direction de l'Hydraulique.

Cette Cellule aura pour tâche prioritaire de préparer la mise en place du code de l'eau en:

- identification des zones prioritaires,
- sensibilisant les autorités locales et les usagers,
- préparant les arrêtés et décrets d'application.

Une police de l'eau devra ensuite être mise en place pour veiller à l'application des textes.

IV. 2 La politique de l'eau

Les éléments de la politique de l'eau sont exposés ci-après.

- satisfaire totalement les besoins en eau de l'ensemble de la population et du cheptel,
- permettre à tous les ruraux l'accès facile à l'eau potable,
- assurer un niveau de service élevé pour l'approvisionnement en eau des grandes agglomérations,
- préserver la qualité de l'eau,
- mettre en valeur tous les pâturages naturels en rationalisant l'utilisation des points d'eau,
- faire prendre en charge totalement le prix de l'eau par les bénéficiaires,
- améliorer constamment la connaissance des ressources en eau souterraine,
- assurer la maîtrise de l'eau en vue d'une valorisation des potentialités économiques du pays,
- utiliser rationnellement les ressources en eau,
- promouvoir l'intervention du secteur privé dans le sous-secteur de l'hydraulique rurale.

Ces différentes orientations se traduisent par la définition d'une stratégie du secteur de l'eau et la mise en œuvre de plusieurs mesures d'accompagnement.

Schéma Directeur

Dans le domaine de l'hydrogéologie, le schéma directeur se fixe comme priorités:

- la recherche de nouvelles ressources en eau pour satisfaire les besoins des villes d'Atar, Tidjikja et Kiffa,
- la recherche des ressources en eau dans le Tiriz Zemmour,
- l'étude de nouvelles ressources en eau de l'Agan et de El Khatt,
- recherches similaires dans le triangle Hadad, Monguel, Kaédi,
- l'étude de la limite du biseau salé et du biseau sec de la nappe du Trarza,
- étude de la productivité des aquifères en milieu fissuré,
- surveillance de l'évolution du front salé sur partie occidentale de la nappe du Trarza,
- pose d'un réseau piézométrique sur l'Aftout Sahel.

Chapitre V: Proposition pour une bonne gestion de l'eau en Mauritanie

L'importance des ressources en eau est conditionnée par le climat et la répartition dans l'espace des précipitations. Ces ressources sont fort heureusement très importantes en Mauritanie, mais elles restent encore mal réparties à travers le pays où le développement économique dépend des quantités d'eau mobilisables. La stratégie hydraulique en Mauritanie se traduit par le souci de satisfaire les besoins en eau au niveau national afin de garantir un développement économique de haut niveau.

Le code de l'eau qui sera mis en application va protéger et valoriser le potentiel des ressources en eau en mettant en place une structure administrative qui veillera sur la gestion des ressources en eau et de l'écosystème.

La gestion quantitative de l'eau en Mauritanie est facilitée, en partie, par l'importance des ressources disponibles, dans une importante partie du pays, ressources dont l'alimentation régulière par les pluies et le Fleuve Sénégal les protège contre tout épuisement. La seule nappe du continental terminal a un potentiel de près de 20 milliards de m³.

La gestion doit être axée sur la mobilisation, la qualité, l'économie et la satisfaction équitable de la demande.

La gestion de l'eau sera plus ardue dans les régions où les nappes discontinues sont localisées et les chances de réussite des captages sont minces. C'est là où les équipements hydrographiques, les observations, les études et les recherches vont trouver la place prioritaire. C'est là où les eaux de surface doivent être interceptées par des barrages, des digues, des lacs et des mares artificielles.

Des études seront entamées pour la mobilisation des ressources en eau et leur gestion par la mise en place et l'exploitation de stations pluviométriques, hydrologiques et piézométriques à travers tout le pays.

Il faut, en associant les utilisateurs, chercher un rendement satisfaisant des infrastructures hydrauliques par une surveillance continue de leurs modes d'exploitation, de leur maintenance et de leur entretien. Il faut améliorer leur rendement en les faisant pénétrer d'avantage dans les aquifères avec, au fond, un filtre en gravier.

La pollution affecte la qualité de l'eau, elle est à éviter au niveau de la pollution saline, de la pollution urbaine, de la pollution agricole et au niveau de la pollution solide par la mise en place d'un système de suivi et de contrôle de la qualité des eaux.

La sécurité des approvisionnements, la sauvegarde de l'environnement exigent une gestion rationnelle de la qualité et de la quantité des apports en eau.

Ceci nécessite la réalisation des actions suivantes:

- l'élaboration d'un système d'information,
- la mise en place de modèle de simulation et de gestion,
- l'instauration d'une méthode d'irrigation moins exigeante en eau,
- la mise en place d'un système de récupération des eaux usées,
- la mise en place d'une tarification progressive des services rendus,
- la création et l'encouragement des associations collectives qui prendront en charge les frais d'exploitation et la maintenance des réseaux de distribution.

Gestion de la demande

La distribution de l'eau aux usagers se fait généralement dans le cadre de la législation et de la réglementation générale sur le régime des eaux.

C'est dans ce cadre qu'une structure de gestion des ressources en eau pourra étudier et établir un contrat et un cahier des charges précisant les droits et charges de l'agence ou service de gestion et de l'utilisateur.

Le contrat doit être établi dès la première installation de l'utilisateur. Il est connu que chaque demandeur d'eau constitue un cas particulier auquel sera adapté un contrat et cahier des charges propres.

Dans ces contrats la structure de gestion aura des engagements, dans certaines conditions envers l'utilisateur.

Il est donc, indispensable de créer un bureau de gestion de l'eau au niveau de tous les services impliqués, de près ou de loin, dans la distribution de l'eau.

A présent, dans le domaine des eaux souterraines, le décret 93/124 définit les conditions d'exploitation et de gestion des équipements d'approvisionnement en eau potable.

Au niveau des périmètres d'irrigation, la SONADER pourra créer un bureau de gestion de l'eau au niveau des aménagements. C'est particulièrement dans ce secteur que les services de

mise en valeur doivent être liés avec les agriculteurs par un contrat dont les clauses seront conformes aux dispositions prévues par le code de l'eau.

Le transport de l'eau à distance et les aménagements sommaires sont généralement à l'origine de gaspillage et de pertes d'eau considérables.

Les agents des services de l'encadrement doivent subir une formation dans le domaine de la distribution et de la gestion de l'eau.

La conception des aménagements, l'entretien des réseaux d'irrigation doivent être contrôlés par les services de mise en valeur pour éviter des pertes d'eau inconsidérées.

La gestion de l'eau au niveau des périmètres d'irrigation pose des problèmes particuliers. Il importe que dorénavant et déjà puisse être engagé un processus de mise en place d'un bureau de gestion.

L'évaporation et la piézométrie sont exclus des équipements actuels des services s'occupant des ressources en eau.

Il est indispensable, pour une gestion optimale de compléter les observations nécessaires à l'amélioration qualitative et quantitative des ressources en eau.

Il faut créer un Conseil National de l'Hydraulique et des améliorations agricoles et doter chaque Wilaya d'un bureau de l'hydraulique et des améliorations agricoles. Ainsi la politique de la gestion de l'eau sera décidée au sommet et répercutée vers la base.

Retenue du barrage de Diama

En respectant les consignes de sécurité, la gestion des ressources en eau devra permettre d'utiliser aux mieux les quantités d'eau disponible.

Il ne faut pas dépasser une cote maximale au-dessus de laquelle les ouvrages seraient soumis au risque de détérioration, tout en maintenant un niveau minimal au mois de Juillet pour garantir les prélèvements pour l'alimentation en eau potable.

Un système d'annonce de crue et de décrue doit être mis en place afin de prévoir les manœuvres progressives des vannes.

La gestion du barrage de Diama n'est pas aisée, compte tenu de sa situation trop en aval. Les premiers sites prospectés en amont n'avaient pas les caractéristiques géologiques favorables pour satisfaire les conditions exigées par les assises de la fondation du barrage.

C'est pourquoi les études ont été poussées de plus en plus vers l'aval, et finissent par trouver le site favorable à Diama. Mais, dans ce site trop en aval, le barrage se trouve pris en tenaille, au plus haut de la crue, par la force de la crue en amont et la force des hautes marées en aval, à tel point qu'il ne peut plus jouer son rôle d'évacuateur devant s'effacer devant les crues.

Ce phénomène naturel, parfois imprévisible compliquera la gestion des ouvrages communs. D'où la nécessité impérieuse d'un système d'annonce et de prévision des crues et des décrues.

En considérant que l'apport du fleuve Sénégal n'est régularisé qu'à 50% et que la répartition des précipitations peut fléchir en faveur des bassins versants des affluents non régularisés, la gestion des ouvrages communs aura à surveiller l'évolution des aménagements des périmètres d'irrigation dont les endiguements peuvent modifier les hauteurs d'eau dans la moyenne et la basse vallée.

Les hauteurs déterminées à partir des modèles mathématiques pour l'état aménagé, sont incertaines, ne pouvant prévoir les modifications du lit mineur:

- par ensablement à la suite des vents,
- par l'érosion qui ronge les berges.

Ce phénomène peut également modifier les hauteurs d'eau d'un point à l'autre.

La surveillance de l'agence de gestion s'étendra sur tous les marigots dont la côte de radier est inférieure au niveau normal de la retenue et dont la simple manœuvre de vanne peut entraîner un effet rapide sur le niveau du plan d'eau de la retenue.

Cela suppose que soient mis en place:

- un système d'annonce de crue,
- un programme prévisionnel de remplissage des grandes dépressions,
- un dispositif de mesures et de contrôles,
- un état prévisionnel des besoins,
- un programme de manœuvre des vannes des ouvrages hydrauliques pour une gestion optimale des ressources en eau et indiquer aux utilisateurs les contraintes auxquelles ils risquent d'être soumis.
- un contrôle de l'utilisation de l'eau pour éviter des pertes inconsidérées réduisant les ressources disponibles.

Annexe: Tarage de l'échelle de Bakel

Le nouveau modèle de gestion et le tarage de l'échelle de Bakel

Dans le but d'améliorer la qualité de la gestion des ouvrages communs et des ressources en eau disponibles, l'**OMVS** a fait appel à l'ORSTOM pour la construction d'un nouveau modèle de gestion.

Après avoir constaté des écarts importants dans les calculs des débits à Bakel. calculs effectués à partir des courbes de transformation hauteur/débit de ce modèle, nous pensons qu'il est pour le moment peu adapté au régime des eaux dans le bassin du Fleuve Sénégal. Sans rentrer dans les détails de la construction du modèle, nous présentons ci-après des exemples sur les écarts entre les débits calculés à partir des courbes établies par le nouveau modèle.

- courbe mesurée période 1973 – 1986
- courbe corrigée même période

Q: mesurés Q: corrigés écarts

2m	133 m3/s	133 m3/s.	000
3	200	400	+ 200
4	730	733	+ 3
5	1300	1200	- 100
6	1600	1665	+ 65
7	2130	2331	+ 201
8	2660	2930	+ 270
9	3530	3796	+ 265
10	4330	4795	+ 465

Ecarts entre débits mesurés nouveau modèle et débits calculés par l'Agence de gestion, même modèle:

Q: mesurés Q: corrigés A.G écarts

2m	133 m3/s	--	
3	200	422	+ 222
4	730	841	+ 111
5	1300	782	- 518
6	1600	1942	+ 342
7	2130	2119	- 11
8	2660	2447	- 213
9	3530	3581	+ 51
10	4330		

Ecarts entre les débits corrigés du nouveau modèle de transformation hauteur-débit et les débits du barème moyen tenant compte de la non univocité de la station de Bakel.

Q: mesurés du nouveau modèle Q: barème moyen écarts

2 m	133 m3/s	160 m3/s	+ 27
3	400	380	- 20
4	733	710	- 23
5	1200	1050	- 150
6	1665	1500	- 165
7	2331	2000	-331
8	2930	2600	- 330
9	3796	3200	- 596
10	4795	4000	- 795

Ecarts entre les débits mesurés d'après le nouveau modèle et les débits d'après le barème moyen:

	Q: mesurés	Q: corrigés	écarts
2m	133 m ³ /s	160 m ³ /s	+ 27m ³ /s
3	200	380	+180
4	730	710	-20
5	1300	1050	-250
6	1600	1500	-100
7	2130	2000	-130
8	2660	2600	-60
9	3530	3200	-330
10	4330	4000	-330

Remarques:

1°) Les erreurs au niveau des calculs ne sont pas exclues:

- le 1er Juillet 1994 à Bakel 253 cm, débit 303 m³/s
- le 2 juillet 1994 à Bakel 254 cm, débit 309 m³/s, écart 6 m³/s pour 1 cm
- le 4 juillet 1994 à Bakel 251 cm, débit 271 m³/s. écart 38 m³/s pour 3 cm
- le 25 Août 1994 à Bakel 710,5 cm, débit 2339 m³/s
- le 26 Août 1994 à Bakel 710.5 cm, débit 2303 m³/s, écart 35 m³/s. (même hauteur)
- le 1er Septembre à Bakel 908 cm, débit 4158 m³/s
- le 3 Septembre à Bakel 908,5 cm, débit 3673 m³/s, écart 485 m³/s pour 1/2 cm
- le 6 Septembre à Bakel 909 cm, débit 3730 m³/s, écart 57 m³/s pour 1/2 cm
- le 4 Septembre à Bakel 905,5 cm, débit 3658 m³/s
- le 5 Septembre à Bakel 906 débit cm, 3782 m³/s, écart 124 m³/s pour 1/2 cm.

2°) Les écarts considérables entre les courbes du nouveau modèle, elles-mêmes, et entre ces courbes et le barème moyen n'obéissent à aucune loi.

L'ORSTOM avait constaté une grande dispersion des points de jaugeages entre 6 et 10m. Cela s'explique par le fait que le changement du lit mineur, à la suite d'érosion et des ensablements, ne peut pas être de même grandeur sur toute la section. Mais c'est un phénomène naturel qui continue et ne doit pas changer chaque fois un modèle déjà construit pour solutionner les petits changements entre deux hauteurs qui ne sont désormais utilisées que très rarement.

Lors de la construction et de l'exploitation du modèle de propagation entre Manantali et Bakel Sogreah a déduit de l'ensemble des formules (ORSTOM-SOGREAH) une loi moyenne tenant compte de la non univocité de la station de Bakel. Ceci afin de présenter des services homogènes tout en tenant compte des changements récents de la section mouillée du lit mineur, mais aussi et surtout pour utiliser les résultats des modèles mathématiques déjà construits:

1) Le modèle construit en 1972, suivant un principe bidimensionnel, comprenant 72 tronçons et 157 mailles pour le lit majeur. Il a été testé pour les crues de 1968 et 1970 et peut répondre aux questions suivantes:

- surface inondée par les crues
- influence des endiguements partiels
- crues artificielles modulées à partir de barrages accumulateurs
- étude de barrage de reprise.

2) Le modèle propagation, construit en 1977, prend en considération le cours supérieur du Sénégal et peut permettre le calcul des débits à lâcher à Manantali or atteindre le débit désiré à Bakel.

Ces modèles n'ont jamais été contestés, ni pendant les études d'avant projet, ni durant l'exécution des barrages. Au contraire, ils sont utilisés pour le débit 300 m³/s à Manantali, pour la crue artificielle, pour déterminer les lignes d'eau à l'état aménagé, pour la navigation et la production de l'énergie.

C'est donc des outils à conserver, mais aussi et surtout à exploiter pour éviter les recherches d'autres modèles inutiles.

Crue artificielle

Dans le temps, la crue artificielle doit être assurée entre le 15 Août et le 15 Septembre. Son débit est de 2500 m³/s étalé sur 30 jours afin d'assurer une durée de submersion convenable. Une telle crue peut assurer la culture de décrue sur 100.000 ha.

Bibliographie

1962 BRGM

- Connaissance hydrogéologique de la Mauritanie
- Note explicative de la carte hydrogéologique du bassin Sud-Ouest Mauritanien

1973 Paul Illy

Etude hydrogéologique de la vallée du Fleuve Sénégal

1976 SCET

International

Etude préliminaire sur le bilan des ressources en eau des pays Sahéliens de l'Afrique de l'Ouest

1975 BRGM

Notices explicatives des cartes de planification pour l'exploitation des eaux souterraines de l'Afrique Sahélienne

1977 Groupement Manantali IC

Actualisation des données de base (agriculture)

1988 BURGEAP

Etude d'une stratégie d'alimentation en eau en milieu rural mauritanien

1994 Horchani Ameer

Gestion des ressources en eau en Tunisie

1995 Direction de l'Hydraulique

Direction de l'environnement et de l'Aménagement Rural

SONADER

SONELEC

CELLULE NATIONALE DE L'OMVS.

Abreviations

BRGM: Bureau de Recherche Géologique et Minière

ORSTOM: Office de Recherche Scientifique outre-mer

SCET: Société Centrale de l'Equipement du Territoire International

BURGEAP: Bureau des Etudes de Géologie Appliquée et de l'Hydrologie

SONADER: Société Nationale pour le Développement Rural

SONELEC: Société Nationale de l'Eau et de l'Electricité

D.H: Direction de l'Hydraulique

OMVS: Organisation pour la Mise en Valeur de la Vallée du Fleuve Sénégal

CFD: Caisse Française de Développement

Version texte