

**ETUDE DES PROBLEMES D'ENVIRONNEMENT ET DE PROTECTION  
DES MILIEUX NATURELS DANS LE DELTA DU FLEUVE SENEGAL**



**PHASE III - PROJETS PRIORITAIRES**

**MODELE DE GESTION HYDRAULIQUE DES AFFLUENTS ET  
DEFLUENTS DU DELTA**

**Mars 1995**

# MODELE DE GESTION HYDRAULIQUE DES AFFLUENTS ET DEFLUENTS DU DELTA

## SOMMAIRE

<b>1. Objectifs et justification du projet</b>	<b>1</b>
<b>2. Localisation du projet</b>	<b>2</b>
<b>3. Déroulement du projet</b>	<b>2</b>
3.1. Bilan et diagnostic sur le réseau	2
Bilan sur la documentation disponible	2
Diagnostic sur les conditions réelles de fonctionnement des aménagements	3
Diagnostic sur les conditions d'utilisation des ressources hydrauliques	3
Proposition de mesures complémentaires ou correctives	4
Expertise à effectuer	4
3.2. Suivi hydrologique et établissement des modèles	4
Réseau actuel de stations hydrométriques	4
Mise en place d'un réseau complémentaire de mesures hydrométriques	5
Mise en place d'un réseau de suivi qualitatif	8
Suivi des campagnes hydrologiques	9
Télédétection et cartographie des zones inondées	10
Etablissement des modèles hydrologiques	10
3.3. Détermination des règles de gestion hydraulique	12
Evaluation des besoins en eau des différents utilisateurs	12
Mise en forme des règles de gestion	12
Expertise à effectuer	12
3.4. Intégration dans un modèle de gestion global	13
Mise au point du modèle	13
Transfert et formation	13
<b>4. Nature et durée des opérations</b>	<b>14</b>
<b>5. Budget prévisionnel</b>	<b>17</b>

⌘ ⌘

# MODELE DE GESTION HYDRAULIQUE DES AFFLUENTS ET DEFLUENTS DU DELTA

## 1. OBJECTIFS ET JUSTIFICATION DU PROJET

La gestion hydraulique des défluent du Delta a fait l'objet d'études de différentes sortes :

- études de plans directeurs (plans directeurs hydrauliques rive gauche et rive droite du Delta),
- études de factibilité ou d'avant-projet (Aftout-es-Saheli, Canal du Cayor, émissaire principal du Delta rive gauche),
- études localisées sur l'alimentation en eau de certaines zones (périmètres du Lampsar, alimentation de St-Louis, alimentation du lac R'Kiz, alimentation de la cuvette du Ndiel)

Mais en pratique cette gestion reste très empirique du fait que tous les travaux de recalibrage ou de construction des ouvrages de régularisation n'ont pas été réalisés et qu'il est nécessaire d'adapter le système en fonction des contraintes observées. Cette situation est encore aggravée par l'absence d'une structure bien organisée de gestion, l'absence d'une réglementation de l'utilisation de l'eau et l'implantation parfois mal contrôlée de nouveaux périmètres.

Les gestions pratiquées prennent en compte la demande en eau avec une priorité à l'alimentation des villes et des périmètres irrigués, mais rarement les impacts sur l'environnement et la prise en compte des besoins des aires sylvo-pastorales et des sites écologiques humides. Les contraintes écologiques de zones classées pourtant comme parcs nationaux (Djoudj au Sénégal, Diawling en Mauritanie) n'ont jamais été traduites en demandes hydrauliques à satisfaire.

Après la mise en place des grands ouvrages hydrauliques et des multiples aménagements qui ont bouleversé les conditions hydrologiques de la région, il est très souhaitable de disposer d'un modèle global permettant de comprendre l'ensemble du fonctionnement du réseau hydraulique et de gérer efficacement les écoulements d'eau, en prenant en compte des règles précises approuvées par les décideurs et acceptées par les différents utilisateurs.

Le projet de gestion hydraulique global des affluents et défluent du Delta aura pour objectif d'intégrer les données sur le fonctionnement hydraulique (modèles hydrauliques des réseaux contrôlés par les ouvrages), les informations sur la qualité des eaux (réseau minimum de suivi qualitatif) et les règles de gestion (localisation, quantités d'eau, débits, calendrier) permettant de fixer au mieux la gestion des ouvrages d'alimentation et/ou de vidange des eaux.

Un tel modèle de gestion constituera ainsi un outil d'aide à la décision pour les responsables chargés de décider de la gestion des ouvrages, dans le cadre des activités de la Cellule Permanente des eaux ou des autres instances oeuvrant dans le Delta.

Sa mise au point devrait inclure **quatre étapes principales** :

- Bilan et diagnostic sur l'ensemble du réseau (état des lieux)
- Constitution des modèles hydrauliques de l'ensemble du réseau (fleuve, marigots, affluents, défluent, lacs et mares)
- Détermination des règles de gestion hydraulique pour les différentes utilisations (localisation, quantités d'eau et calendrier)
- Intégration des modèles hydrauliques et règles de gestion dans un modèle de gestion global

## 2. LOCALISATION DU PROJET

Le projet concernera deux groupes de défluent :

- les marigots du Delta :
  - en rive gauche, le GOROM, le LAMPSAR, le DJEUSS, le KASSACK, le DJOUDJ, le N'GALAM et les TROIS MARIGOTS ;
  - en rive droite, le GOUERE; le DIOUP, le DIALLO, le NDIADIER, L'AFTOUT-ES-SAHELI; le DIAWLING, le BELL et le TIALAKHT (ou N'Callax).
- les alimentations du lac R'Kiz (SOKAM et le LAOUVAJA) et du lac de Guiers (CANAL DE LA TAOUEY)

La carte de la situation hydrologique au 1/500 000ème ci-jointe montre ce réseau hydrologique ainsi que les équipements existants : ouvrages hydrauliques et stations hydrométriques. Des distinctions ont été faites entre ouvrages existants et ouvrages projetés<sup>1</sup>. Pour les stations hydrométriques des distinctions ont été introduites entre les stations fonctionnelles<sup>2</sup> et celles qui ne fonctionnent plus depuis un certain nombre d'années (relevés limnimétriques non disponibles actuellement).

<sup>1</sup> Ouvrages projetés d'après les documents de schéma directeurs ou d'avant-projets.

<sup>2</sup> Stations dont les relevés sont régulièrement disponibles au cours des 4 à 5 dernières années.

### 3. DEROULEMENT DU PROJET

#### 3.1. Bilan et diagnostic sur le réseau

##### Bilan sur la documentation disponible

Il sera souhaitable de mener une étude préalable sur l'ensemble de la documentation concernant les réseaux et les ouvrages mis en place ou projetés :

- **Etudes de plans directeurs** : plan directeur hydraulique du Delta rive gauche (GERSAR / CACG) schéma directeur de la rive droite (GERSAR / SCP et BDPA-SCETAGRI).
- **Etablissement de plans d'aménagement pour les parcs nationaux** du Diawling et du Djoudj (UICN).
- **Etudes de factibilité pour l'alimentation en eau** de l'Aftout-es-Saheli, du Canal du Cayor, de l'émissaire principal du Delta rive gauche.
- **Etudes localisées sur l'alimentation en eau de certaines zones** : périmètres du Lampsar, alimentation de St-Louis, alimentation du lac R'Kiz, alimentation de la cuvette du Ndiel.
- **Projets d'aménagement ou de réhabilitation des périmètres irrigués** de Boundoum, Kassack Nord et Sud, Thiagar, Grande Digue, Tellel et Lampsar (BDPA-SCETAGRI, AGRER, GERSAR), de l'Aftout-es-Saheli et du Gouère (SOGREAH, BDPA-SCETAGRI).

Une analyse critique de ces documents sera effectuée afin de déterminer les modes de fonctionnement du réseau et des ouvrages incluant les aspects suivants :

- caractéristiques des ouvrages sous la forme de fiches descriptives : nature, localisation, dimensionnement, fonctions normalement attribuées (ou projetées)...
- insuffissances, dysfonctionnement et/ou incohérences entre ouvrages, en tenant compte des hypothèses de gestion de la retenue de Diama et des connaissances actuelles sur le fonctionnement hydrologique du fleuve Sénégal<sup>3</sup>
- utilisations et utilisateurs prévus (ou projetés) : identification, type de besoin, volumes consommés, débits et calendrier...

Cette tâche sera réalisée au cours d'une mission dans les deux pays permettant de collecter les données et d'effectuer les rencontres nécessaires avec les services hydrauliques et l'OMVS tant à Dakar et Nouakchott, que dans le Delta (services hydrauliques, SAED, SONADER, OMVS Rosso...).

##### Diagnostic sur les conditions réelles de fonctionnement des aménagements

Une vérification sur le terrain sera effectuée en vue de constater les conditions réelles de fonctionnement des ouvrages et d'observer l'état général du réseau. Les dérives par rapport au fonctionnement prévu seront mises en évidence et les insuffissances seront soulignées au niveau de l'état des aménagements, des dysfonctionnements signalés et des effets sur le milieu.

Il s'agit ici d'un pré-diagnostic établi à partir d'enquêtes et d'observations sur le fonctionnement effectif du réseau et les effets actuellement observables ou mesurables sur la situation hydrologique et le milieu.

<sup>3</sup> On prendra notamment en compte les modèles hydrologiques établis par ORSTOM/OMVS pour les gestions envisagées de Manantali et de Diama, ayant permis d'établir les courbes de remous sur le lit mineur de la vallée et sur la retenue de Diama.

### **Diagnostic sur les conditions d'utilisation des ressources hydrauliques**

L'analyse documentaire, complétée par des enquêtes et observations concernera spécifiquement l'utilisation de la ressource en eau, pour la consommation humaine ou animale, les périmètres hydro-agricoles ou de décrue, la pêche et pisciculture et les parcs et réserves. Le diagnostic portera sur :

- l'estimation des besoins en eau actuels et projetés (prévisions) en termes de volumes, hauteurs d'eau, débits et calendrier,
- l'estimation des besoins en drainage/évacuation actuels et projetés
- les moyens actuels ou projetés pour mesurer ces besoins

Ce diagnostic permettra d'établir un état préalable des besoins en eau et des règles à appliquer pour les satisfaire. Pour ceux qui sont mal connus, en particulier ceux des biotopes humides associés aux parcs et réserve, à d'autres sites écologiques ou aux sites d'intérêt halieutique, on déterminera les protocoles à mettre en oeuvre pour les estimer, en prenant en compte les opérations de suivi hydrologique et écologique prévus dans les plans d'aménagements en cours (Parcs du Djoudj et du Diawling en particulier).

### **Proposition de mesures complémentaires ou correctives**

Le bilan et diagnostic permettra de proposer les mesures immédiates nécessaires pour corriger les dysfonctionnements les plus graves dont les effets négatifs ont pu être constatés lors des enquêtes et des visites sur le terrain. Ces mesures concerneront :

- les **corrections à effectuer au niveau des schémas d'aménagement** : modifications du fonctionnement général des réseaux par rapport aux effets souhaitables et aux conditions hydrologiques nouvelles ;
- les **modifications ou compléments à apporter au niveau des aménagements** : réfection et amélioration des ouvrages existants, spécifications des ouvrages projetés, localisation et spécifications des ouvrages éventuels à ajouter ;
- les **recommandations pour améliorer la gestion actuelle** : fonctionnement des ouvrages et effets attendus sur le réseau ;
- les **recommandations pour estimer les besoins en eau et établir les règles de gestion des biotopes humides** (parcs et réserves, sites écologiques, zones de pêche...)

### **Expertise à effectuer**

Ces différentes opérations feront l'objet d'une expertise par un expert hydraulicien (hydrologue ou ingénieur du Génie Rural), ayant une bonne expérience de ce type d'intervention dans les zones irriguées des milieux tropicaux.

Elle comprendra une mission de un (1) mois sur place (Dakar, Nouakchott et région du Delta), suivie de trois (3) semaines pour l'exploitation des données et la rédaction d'un rapport incluant le bilan et diagnostic, les fiches descriptives des aménagements et les propositions et recommandations pour l'amélioration du fonctionnement hydraulique du réseau des affluents et défluent du Delta.

### 3.2. Suivi hydrologique et établissement des modèles

L'établissement des modèles hydrologiques sur les affluents et défluent du Delta permettront de compléter les modèles établis sur le fleuve à partir des hypothèses de gestion de Manantali et Diama, à l'aide d'un réseau de stations hydrométriques et de données satellitaires sur l'état d'inondation permettant d'effectuer un suivi hydrologique durant deux années.

#### Réseau actuel de stations hydrométriques

La collecte et la transmission des données sont actuellement assurées par les infrastructures suivantes :

- un réseau de stations limnimétriques installées sur les grands affluents et sur le cours supérieur du fleuve,
- un réseau de radios émetteurs-récepteurs fonctionnant sur fréquence réservées qui permet la transmission journalière des relevés de hauteur d'eau entre ces stations, les barrages et la Cellule d'Exploitation des barrages de l'OMVS,
- des plates-formes hydrologiques d'acquisition et de transmission automatiques des données équipant certaines stations,
- une station de réception des données (SRDA) qui permet la réception en temps réel et l'analyse des données de base.

Cette station est installée pour l'instant à Dakar et devra être transférée ultérieurement au siège de la future Agence de Gestion.

L'ensemble des chroniques de hauteurs d'eau et des mesures de débit permettant d'étalonner les stations, est géré sur une banque de données informatisée (ORSTOM). L'étalonnage a été établi ou révisé pour l'ensemble des stations où l'on dispose de mesures de débit. Pour Bakel et toutes les stations situées en aval, le débit dépend à la fois de la hauteur d'eau et de la vitesse de variation de celle-ci, ce caractère s'accroissant vers l'aval à mesure que la pente du fleuve diminue.

Comme le montre la carte de situation, le réseau actuellement opérationnel<sup>4</sup> comprend un nombre limité de stations :

- En rive droite, la station de Rosso et les stations doubles<sup>5</sup> au niveau des ouvrages de Gouère, Dioup, Aftout, Lemer et M'Bell
- En rive gauche, les stations de Saint-Louis, Dakar Bango, Diama, Richard-Toll Pont, Richard-Toll Quai, Dagana, Sanenté et N'Gnith

Ces stations concernent essentiellement les rives du fleuve Sénégal. Leur suivi permettra de valider ou ajuster les modèles existants mais elles sont nettement insuffisantes pour la mise au point de nouveaux modèles au niveau du lit majeur. Seules les stations situées le long de la digue du côté plaine ou le long de certains affluents ou défluent seront plus spécifiquement utiles pour la modélisation à effectuer.

#### Mise en place d'un réseau complémentaire de mesures hydrométriques

Le réseau actuel étant insuffisant, il sera nécessaire de le compléter avec d'autres stations qui seront sélectionnées le long du réseau secondaire. Une pré-identification des sites nécessaires

<sup>4</sup> Il s'agit de stations intégrées dans le réseau ORSTOM dont les données sont disponibles régulièrement depuis 1990.

<sup>5</sup> Stations récemment remises en état avec échelle côté fleuve et échelle côté plaine.

au suivi hydrologique a été effectuée, retenant un certain nombre de sites existants, complétés par des sites à réhabiliter ou à installer (Cf. carte) :

■ **Rive droite :**

- ◆ Ndiadier : ouvrage Aftout (échelle double), Chott Boul (limnigraphe)
- ◆ Diawling : ouvrage de Lemer (échelle double), ouvrage de M'Bell (échelle double)
- ◆ Lekseir : ouvrage de Lekseir
- ◆ Gouère : ouvrage du Gouère (échelle double), cuvette de Lackmar
- ◆ Sokam : ouvrage de Tiem Bem (échelle double), barrage de Sokam (échelle double)
- ◆ Laouvaja : ouvrage de Gani (échelle double), barrage de Gouélit (échelle double)

■ **Rive gauche :**

- ◆ Gorom : Rhonk (échelle double), Boundoum-Barrage (échelle double), ouvrage de Gorom (échelle double)
- ◆ Lampsar : Ross Béthio, confluence Djeuss, barrage de Dakar-Bango (échelle double)
- ◆ Cuvette du Djoudj : ouvrage du Djoudj (échelle double), Grand Lac
- ◆ N'Galam : seuil déversoir de Ndiaoudoun (échelle double), Trois Marigots
- ◆ Estuaire : marégraphe de Saint-Louis à réhabiliter
- ◆ Cuvette de Gueumbeul : ouvrage d'entrée et ouvrage de sortie
- ◆ Cuvette de Ndiael : drain (passage RN), cuvette centrale
- ◆ Lac de Guiers : Richard Toll Pont (échelle double), N'Gnith, barrage de Keur Momar Sarr (échelle double)
- ◆ Niéti Yone : ouvrage de Niéti Yone (échelle double)

La carte de la page suivante présente l'ensemble de ce réseau, incluant les trois types de stations hydrométriques proposées (stations fonctionnelles, stations à réhabiliter et échelles à installer), ainsi qu'une station automatique (Chott Boul).

Selon les cas, ce réseau de suivi comprendra ainsi des stations fonctionnelles, d'anciennes stations à réhabiliter, des stations fonctionnelles non rattachées au réseau<sup>6</sup> ou des stations nouvelles à créer.

Une mission de terrain doit permettre d'effectuer un diagnostic sur les stations hydrométriques à réhabiliter ou à installer, avec les opérations suivantes :

- identification des stations existantes ou nouvelles à intégrer ;
- réalisation des travaux de raccordement topographique<sup>7</sup> ;
- réalisation des travaux de réhabilitation pour les stations anciennes dégradées ou installation de nouvelles échelles<sup>8</sup> ;
- installation complémentaire de stations automatiques<sup>9</sup> pour les sites difficiles d'accès ou éloignés des zones d'habitat ;
- détermination des modalités de collecte des données par une personne située sur place<sup>10</sup> qui fournira les résultats au service en charge de la transmission au centre de traitement.

<sup>6</sup> Par exemple, les stations mises en place pour le suivi hydrologique de parcs ou de réserves.

<sup>7</sup> De nombreuses échelles nécessitent une vérification de leur niveau de référence (calage du 0).

<sup>8</sup> Station simple ou double (échelles en entrée et en sortie d'ouvrage) constituée d'une assise en béton et de mires scellées sur élément métallique IPN.

<sup>9</sup> Par exemple, limnigraphe Chloé.



Le diagnostic et la mise en place du réseau nécessitera une mission de l'ordre de 1 mois dans le Delta pour une équipe constituée par un hydrologue expérimenté (chef de mission) et d'un topographe avec deux assistants (levés topographiques et installation des échelles<sup>11</sup>). L'hydrologue effectuera une mission complémentaire d'une semaine à Dakar pour les rencontres nécessaires à l'OMVS et à l'ORSTOM et la rédaction d'un rapport de mission, avec description des stations et modalités de collecte des données.

---

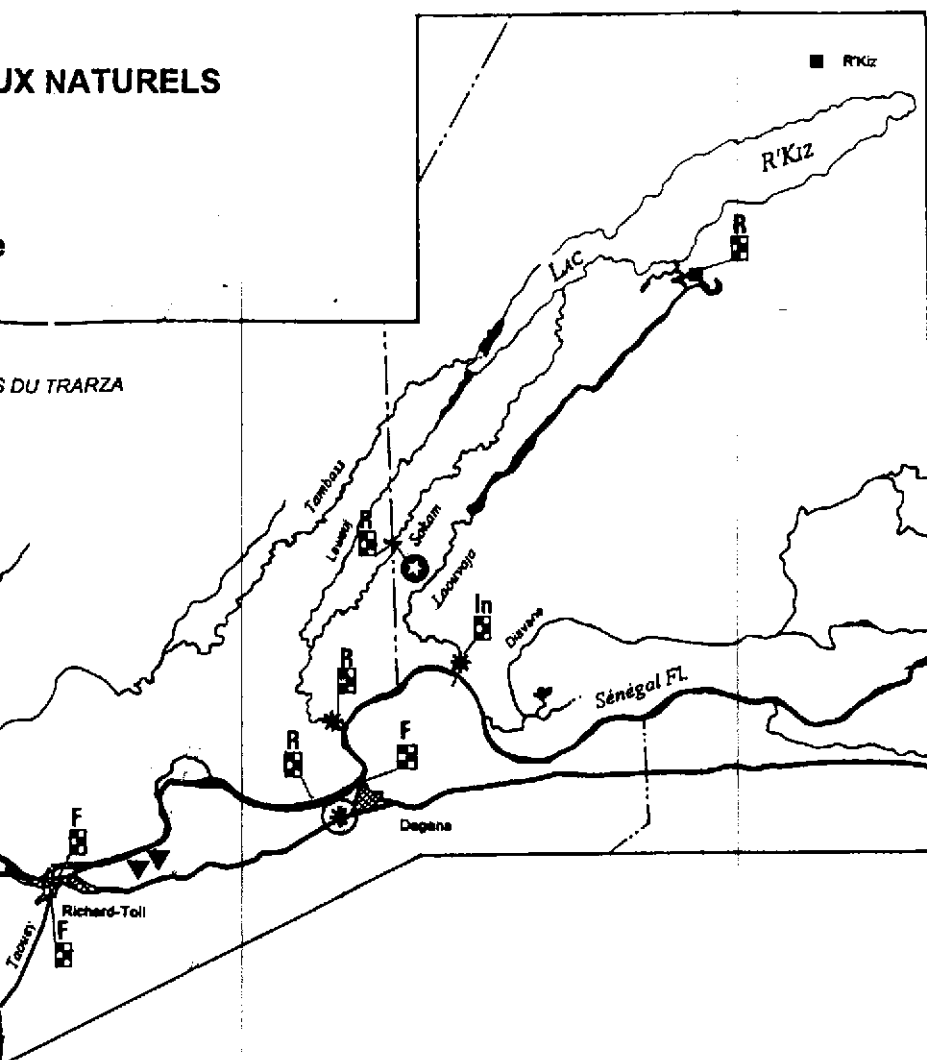
<sup>10</sup> Par exemple, un instituteur affecté dans un village voisin du site qui tiendra un carnet des relevés, moyennant une indemnisation.

<sup>11</sup> Des manoeuvres seront recrutés localement pour les travaux de terrassement.



JX NATURELS

S DU TRARZA



## CARTE DE SITUATION HYDROLOGIQUE

Echelle : 1/500 000°



Digue principale



Ouvrage d'alimentation existant



Ouvrage mixte (alimentation/rejet)



Station de rejet (drainage)



Station hydrométrique fonctionnelle



Station hydrométrique à réhabiliter



Station limnimétrique à installer



Marégraphe (à réhabiliter)



Station automatique à installer (limnigraphe)



Site de suivi qualitatif (prélèvements)



Plan d'eau - cote Diama à 150 cm



Plan d'eau - cote Diama à 250 cm

### Mise en place d'un réseau de suivi qualitatif

Le suivi qualitatif permettra de disposer des informations minimales nécessaires pour apprécier les risques environnementaux liés aux rejets des eaux dans le réseau, en particulier les rejets de eaux de drainage dont l'effet est encore très mal connu dans le Delta.

Le réseau proposé peut inclure certains sites faisant déjà l'objet d'un certain suivi, en particulier au niveau des stations d'alimentation de la SONEES (Dakar Bango et Ngnith). D'autres sites intéressent des actions de suivi liées à des projets en cours (suivi qualitatifs associés aux parcs nationaux, étude d'impact de l'émissaire principal en rive gauche). Il sera donc important de prendre en compte ces sites et d'obtenir une collaboration dans le cadre du suivi plus général proposé ici.

La plupart des sites proposés pour ce réseau pourront être localisés au niveau d'une des stations hydrométriques précédemment indiquées. Ceci facilitera les opérations de suivi qui pourront être assurées par le même responsable.

Les sites suivants sont proposés pour ce réseau de suivi qualitatif (Cf. carte de situation) :

■ **Sites en rive droite :**

- Axe Tiallakht-Diawling : ouvrage de M'Bell
- Axe Diallo-Ndiadier : jonction Diallo et Ndiadier (ouvrage projeté), Diallo près de Keur-Macène
- Gouère : entrée cuvette de Lackmar (rejet)
- Alimentation R'Kiz : barrage de Sokam

■ **Sites en rive gauche :**

- Cuvette de Gueumbeul : ouvrage d'alimentation
- Drain du Ndiael : franchissement RN (rejet)
- Lampsar : réserve de Dakar-Bango (barrage), entrée de la cuvette de Noar (rejet)
- Gorom : Gorom aval sud Djoudj, Boudoum Barrage (aval barrage)
- Niéti Yone : ouvrage de Niéti Yone (marigot)
- Lac de Guiers : station de Ngnith (SONEES)

L'implantation des sites de prélèvement sera assurée au cours de la mission de l'Expert Hydrologue (Cf. ci-dessus). Les coordonnées géographiques de chaque site seront mesurées (point GPS). Les prélèvements seront effectués par les responsables du contrôle des stations limnimétriques à l'occasion des tournées des agents des services hydrauliques, sur la base d'un protocole établi par l'hydrologue.

Les analyses courantes porteront sur les éléments suivants :

- Salinité (conductivité électrique)
- pH
- Chlorures
- Sulfates
- Sodium
- Azote total, nitrates
- Phosphore total

2 stations en rive droite et 3 stations en rive gauche feront l'objet d'analyses complémentaires (sites lourds) :

- 6 pesticides à déterminer parmi les pesticides couramment utilisés dans la région (en différenciant éventuellement entre Mauritanie et Sénégal)<sup>12</sup>
- Métaux lourds : plomb et cadmium

Ces analyses permettront d'obtenir un minimum de données, constituant les indicateurs de base sur les risques de pollution et des données utiles pour l'établissement de modèles qualitatifs (Cf. modèles ORSTOM du lac de Guiers ou modèle projeté pour la retenue de Diama).

### Suivi des campagnes hydrologiques

Les lectures des échelles seront régulièrement assurées durant deux années successives par des équipes ainsi constituées :

- Responsable de site chargé de la lecture de l'échelle, 1 fois tous les 2 à 3 jours<sup>13</sup> durant l'hivernage (Juin à Octobre, 5 mois) puis toutes les semaines en saison sèche (Novembre à Mai, 7 mois). Il tiendra à jour un carnet des relevés et percevra une indemnisation incluant des frais éventuels de déplacement sur site.
- Tournées de contrôle<sup>14</sup> et de collecte des résultats, toutes les deux semaines environ<sup>15</sup> pendant l'hivernage, puis tous les deux mois, par les services hydrauliques (Saint-Louis et Rosso) ou d'autres organismes associés au réseau de suivi hydrologique (SAED, SONADER, SONEES, Parcs nationaux...). Les données ainsi collectées seront analysées (détection et correction éventuelle des erreurs) et transmises au centre de traitement.

Ces tournées seront mises à profit pour collecter les échantillons d'eau sur les sites de suivi qualitatif, selon la procédure indiquée par l'expert hydrologue. La fréquence des prélèvements sera de 1 mois en hivernage, passant à deux mois en saison sèche, conformément aux périodes mentionnées ci-dessus, soit 9 prélèvements par an et par site. Les analyses de pesticides ne concerneront que la période d'hivernage (5 prélèvements sur 5 sites lourds). Les analyses seront effectuées dans les laboratoires nationaux<sup>16</sup>, avec un contrôle annuel des analyses de base dans un laboratoire en Europe (double analyse), ainsi que les analyses de métaux lourds pour les sites lourds.

- Contrôle et saisie des données par le centre de traitement chargé de la réalisation des modèles hydrologiques.

Ces données contribueront à alimenter les banques de données hydrologiques informatisées existantes (services hydrologiques, ORSTOM). Celles-ci seront utilisées ultérieurement pour la mise au point des modèles hydrologiques.

Deux missions de l'hydrologue seront effectuées en fin d'hivernage durant 2 semaines, vers novembre-décembre, à l'issue de chacune des deux campagnes permettant d'effectuer une vérification des données recueillies et une visite de terrain (tournée avec les responsables du suivi et contrôle) pour contrôler et remettre éventuellement en état les échelles ou équipements automatiques. Un rapport de fin de campagne sera rédigé à l'attention de l'OMVS et des services hydrauliques. Le bilan de 1ère campagne servira également à préparer la 2ème campagne de mesure (recommandations complémentaires pour la campagne de mesures).

<sup>12</sup> Pour cela, l'hydrologue enquêtera auprès des services agricoles. Le cas échéant, une enquête plus approfondie pourra être préconisée pour obtenir des données plus précises (Cf. dossier sur le suivi qualitatif de la retenue de Diama).

<sup>13</sup> Une fréquence de 3 jours pourra être admise pour les sites d'accès difficile.

<sup>14</sup> Il est fondamental qu'un contrôle rigoureux des lectures permette de détecter les erreurs de lecture ou les déficiences des responsables de site.

<sup>15</sup> On évitera d'effectuer des visites régulièrement le même jour de la semaine, de manière à permettre un contrôle aléatoire des levés.

<sup>16</sup> CNH, LANASOL, ISS en Mauritanie. ISRA, ORSTOM, SAED, UCAD, FAO au Sénégal.

### Télédétection et cartographie des zones inondées

Les données satellitaires de l'ensemble de la région du Delta seront acquises en fin d'hivernage (entre mi-septembre et fin octobre) et en cours de décrue (mi-février à fin mars) pour chacune des deux années, de manière à disposer d'une image complète des situations hydrologiques du Delta. Celle-ci permettra de cartographier les zones inondées aux dates concernées et d'établir les relations entre les hauteurs d'eau aux échelles et les surfaces inondées dans le réseau.

Les données satellitaires seront acquises sous forme de produits numériques des images SPOT multispectrales XS de niveau 1B (corrections radiométriques et géométriques standard), ainsi que sous forme de film photographiques couleur permettant d'effectuer des agrandissements sur papier à 1/50 000 pour la cartographie.

Trois scènes SPOT sont nécessaires à chacune des dates pour couvrir le Delta<sup>17</sup> qui seront acquises dans le cadre d'une programmation auprès de Spot Image (France). La carte de la page suivante présente cette couverture satellitaire.

L'interprétation de images et la cartographie pourra être effectuée par l'équipe télédétection de OMVS/DDC qui dispose des équipements et de l'expérience nécessaire.

La programmation des images, leur acquisition auprès de Spot Image et la préparation des produits nécessaires (données numériques, films et agrandissements photographiques) seront assurées par un prestataire de service, en appui à l'OMVS.

### Etablissement des modèles hydrologiques

Les modèles hydrologiques seront établis à l'issue des deux années de suivi à partir des mesures effectuées (lectures limnimétriques) et des données cartographiques (série des 4 cartes des états d'inondation).

Ces modèles permettront de calculer les effets hydrologiques pour différents scénarios de gestion des ouvrages situés sur le réseau. Ils compléteront les modèles établis sur le fleuve et prenant en compte les hypothèses de gestion de Manantali et Diama (SIMULSEN et COREDIAM)<sup>18</sup>. En complément des modèles qualitatifs seront établis du type de celui mis au point par l'ORSTOM sur le lac de Guiers.

En complément, les sites de suivi et de contrôle seront déterminés, pour la validation des modèles sur le long terme.

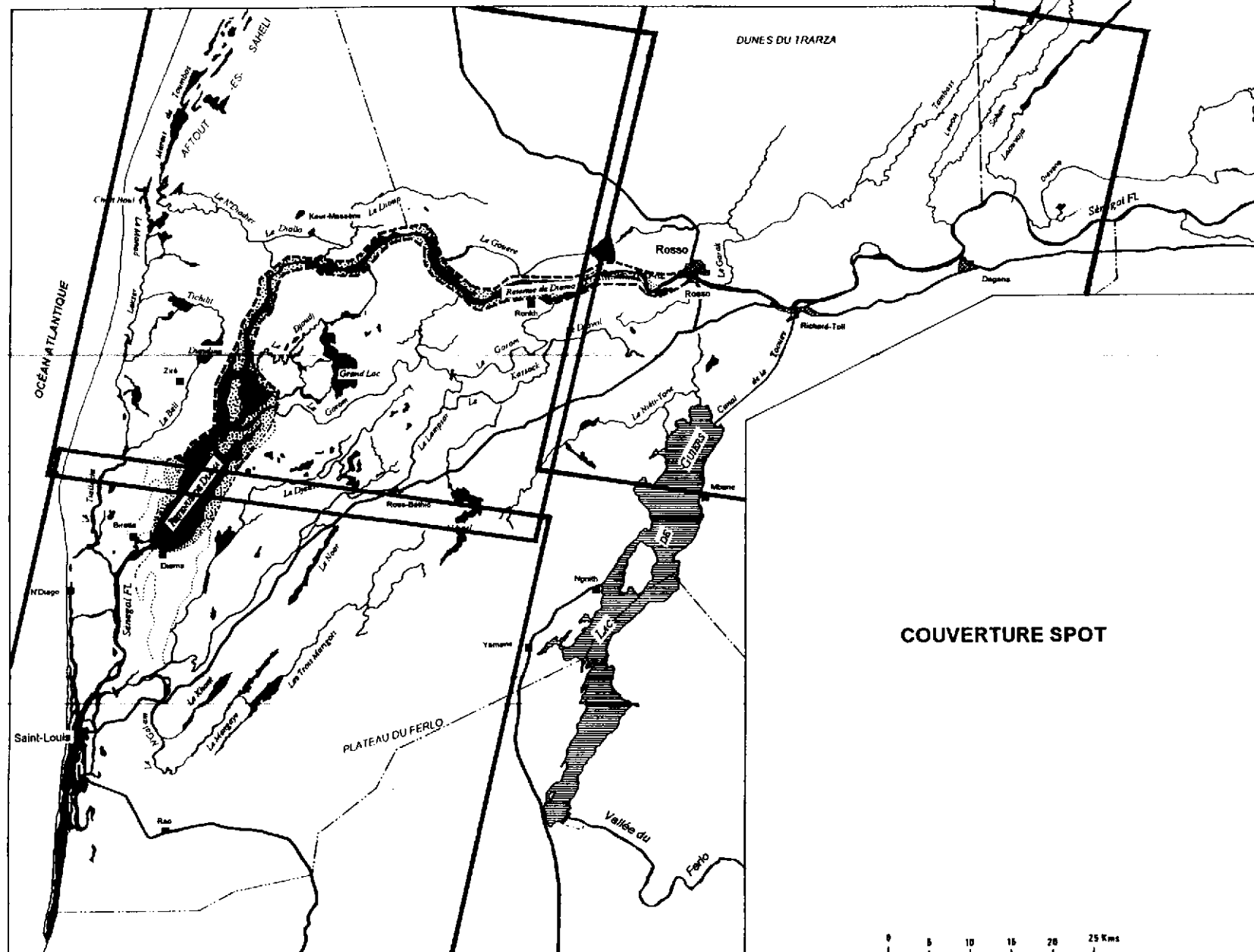
Les modèles seront établis sur système informatique compatible avec ceux de l'OMVS et des services hydrauliques futurs utilisateurs, par un hydrologue ayant une bonne expérience de ce type de traitement.

Ils seront transférés à l'OMVS et aux services hydrauliques nationaux, permettant à ceux-ci de les utiliser. Pour cela, deux à trois journées de formation pratiques d'un ou deux ingénieurs hydrauliciens seront assurées dans chacun des pays pour permettre aux services concernés d'utiliser les modèles de façon opérationnelle.

<sup>17</sup> 5 scènes standard sont nécessaires en cas d'acquisition sur catalogue (grille SPOT). Ce nombre est réduit à 3 en cas de programmation permettant d'adapter la localisation des scènes par rapport aux zones à couvrir.

<sup>18</sup> Les modèles sur le fleuve ont été réalisés par l'ORSTOM, organisme qui pourra également être associé à l'établissement des modèles des affluents et défluent.

DANS LE DELTA DU FLEUVE SENEGAL



COUVERTURE SPOT

0 5 10 15 20 25 Kms

### 3.3. Détermination des règles de gestion hydraulique

#### Evaluation des besoins en eau des différents utilisateurs

La détermination des règles de gestion hydraulique repose sur l'estimation des besoins et des conditions hydrauliques souhaitables pour les différentes utilisations.

Les règles concernant les périmètres hydro-agricoles (casiers rizicoles, périmètres sucriers, cultures maraîchères, etc.) ou les cultures de décrue sont a priori déjà bien établies, avec un calendrier connu pour les différentes campagnes (hivernage, contre-saison froide et contre-saison chaude). Il s'agira simplement de les mettre en forme en les rattachant aux biefs du réseau et en traduisant les surfaces et besoins calendaires des cultures en volumes d'eau et débits à fournir ou à évacuer.

Les règles concernant l'alimentation en eau des populations et du bétail seront essentiellement définies en fonction de critère de localisation tenant compte de la proximité des zones habitées, de la qualité de l'eau consommable. Les sites devront également permettre de limiter la présence permanente de vastes zones inondées pour les seuls besoins des populations et du bétail.

Les règles concernant les zones sylvo-pastorales et les sites écologiques nécessiteront des opérations de suivi écologique ou agrostologique de plus longue durée. La mission préalable effectuée pour le diagnostic sur les conditions d'utilisation des ressources hydrauliques aura normalement permis d'identifier les opérations en cours pour ce suivi, en particulier dans le cadre des plans de gestion des parcs et réserves. Les premiers résultats ainsi obtenus pourront être collectés à l'issue de ce projet pour les intégrer dans les règles de gestion.

Les règles concernant la gestion des ressources halieutiques seront également établies après enquête auprès des organismes compétents en la matière (services nationaux des pêches, parcs et réserves/UICN, ORSTOM Dakar...). Il s'agira ici de déterminer les zones devant faire l'objet d'inondation (localisation avec cartographie), les parties du réseau assurant les migrations des espèces, et les périodes d'alimentation et de vidange souhaitées. Un état complémentaire concernera les sites piscicoles (stations et étangs) et leurs besoins en eau.

#### Mise en forme des règles de gestion

Les règles de gestion seront mises en forme au moyen des documents suivants :

- carte de situation localisant, pour les différentes utilisations, les zones ou sites concernés sur le réseau, celui-ci étant découpé en biefs définis par rapport aux ouvrages et/ou aux situations hydrologiques rencontrées ;
- pour chacune des utilisations et pour chacun des biefs concernés, évaluation des besoins en eau sous la forme de débits moyens et maxi tout au long de l'année (calendrier des besoins).
- de la même manière, évaluation des quantités d'eau rejetées dans le réseau avec estimation de la qualité moyenne correspondante (charge en sels et autres nutriments), à partir de l'exploitation des données du suivi hydrologique ou d'autres sources disponibles.

#### Expertise à effectuer

L'établissement des règles de gestion fera l'objet d'une seconde mission de l'expert hydraulicien en complément de la mission préliminaire effectuée en début de projet (diagnostic). Elle sera réalisée en fin de 2ème année de façon à recueillir le maximum d'informations sur les suivis effectués dans l'intervalle. Elle durera quatre (4) semaines réparties entre Dakar, Nouakchott



et le Delta et sera suivie de trois (3) semaines pour la rédaction d'un rapport de miss. l'élaboration finale du dossier sur les règles de gestion (carte et tableaux synoptiques).

### 3.4. Intégration dans un modèle de gestion global

#### Mise au point du modèle

Le modèle de gestion global doit permettre de confronter les hypothèses de gestion issues des règles précédemment établies et les modèles hydrologiques réalisés pour les différents biefs du réseau.

Il indiquera tout au long de l'année le degré de satisfaction des besoins des différents utilisateurs, en terme de demandes en eau (débit/volume disponible par rapport au débit/volume souhaité), en positif (exès d'eau) ou en négatif (déficit d'eau). Il permettra de proposer différentes options de gestion en fonction des priorités qui peuvent être imposées.

Les résultats étant modélisés suivant une logique réseau, il sera possible d'obtenir des bilans par biefs qui pourront être aisément intégrés dans les systèmes d'information géographique mis en place à l'OMVS ou dans les structures nationales, constituant ainsi un système d'information intégré d'aide à la gestion hydraulique.

Les produits cartographiques et descriptifs issus du modèle de gestion global devront être disponibles rapidement pour servir d'aide à la décision pour les décideurs en charge de la gestion des ouvrages, au niveau des endiguements du fleuve (participants à la Commission Permanente des Eaux de l'OMVS) ou des aménagements situés à l'intérieur du Delta.

Le modèle devra également mettre en évidence les lacunes et insuffissances des aménagements que ce soit au niveau du dimensionnement du réseau (volumes d'eau reçus ou évacués) ou des risques encourus. Ces données permettront d'affiner le diagnostic initial pour préconiser les modifications et compléments à apporter.

A l'issue du projet, des recommandations devront être faites pour la maintenance et l'amélioration du système, celui-ci devant pouvoir prendre en compte l'évolution des aménagements et des règles de gestion (modèle de gestion évolutif<sup>19</sup>).

La mise au point de ce modèle nécessitera l'intervention d'une équipe constituée d'un hydrologue et d'un hydraulicien durant un (1) mois, à Dakar. Ils mettront au point les procédures techniques et informatiques nécessaires au traitement des données et à la production des résultats selon différents scénarios de fonctionnement des aménagements et de gestion des eaux à l'intérieur du réseau. Pour cela, il sera souhaitable de tester l'utilisation de modèles informatisés commerciaux permettant de les intégrer dans la chaîne de traitement fonctionnelle proposée pour le modèle Delta.

Une notice claire et précise sera éditée pour permettre une utilisation aisée du modèle par les utilisateurs potentiels.

#### Transfert et formation

De même que les modèles hydrologiques, le modèle de gestion global devra être mis à disposition de l'OMVS et des services hydrauliques nationaux, permettant à ceux-ci de disposer d'un outil opérationnel.

<sup>19</sup> L'évolution concernera en particulier de nouvelles utilisations (projets hydrauliques concernant les émissaires du Delta, le Canal de Cayor, l'alimentation en eau du Ndiak...), l'extension des périmètres irrigés et des cultures de contre-saison.

Pour cela l'organisme en charge de la mise au point du modèle assurera une formation sur site, sous la forme de deux ateliers de une (1) semaine, respectivement à Dakar et à Nouakchott, réunissant les utilisateurs nationaux du modèle, ainsi que des représentants de l'OMVS.

#### 4. NATURE ET DUREE DES OPERATIONS

Le chronogramme mensuel qui suit indique le déroulement général des opérations sur la durée du projet (26 mois). Les différentes interventions prévues sont détaillées ci-après, en indiquant leur nature et leur durée.

##### ■ Bilan et diagnostic sur le réseau

- Expert hydraulicien :
  - Mission Dakar-Nouakchott-Delta : 1 mois
  - Exploitation des données et rédaction : 4 semaines
- Appui spécialistes nationaux (pour chacun des deux Etats) :
  - Hydraulicien pour expertise sur les ouvrages : 2 semaines Delta
  - Agronome pour expertise besoins en eau des cultures : 1 semaine Delta

##### ■ Suivi hydrologique et établissement des modèles

- Expert hydrologue :
  - Mission d'installation du réseau : 1 mois + 1 semaine Dakar
  - Mission fin de 1ère campagne : 2 semaines
  - Mission fin de 2ème campagne : 2 semaines
  - Etablissement des modèles hydrauliques et rédaction notice : 8 semaines
  - Formation et transfert (Dakar, Nouakchott) : 2 semaines
- Topographe et assistants (2) : 1 mois Delta
- Appui de spécialistes nationaux (pour chacun des Etats) :
  - Hydrologues ou hydrauliciens des services régionaux pour les tournées de contrôles (14/an) : environ 60 journées cumulées
- Appui OMVS :
  - Equipe télédétection pour cartographie des états d'inondation : 4 x 1 mois
  - Expert hydraulicien ou hydrologue pour tournées dans le Delta : 2 semaines

##### ■ Détermination des règles de gestion hydraulique

- Expert hydraulicien :
  - Mission Dakar-Nouakchott-Delta : 1 mois
  - Exploitation des données et rédaction : 3 semaines
- Appui spécialistes nationaux (pour chacun des deux Etats) :

- Représentant Direction des Parcs Nationaux : 2 semaines Delta
  - Représentant services de l'élevage : 2 semaine Delta
  - Hydraulicien pour collecte de données : 2 semaines Delta
- **Intégration dans un modèle de gestion global**
- Expert hydrologue :
    - Mise au point du modèle à Dakar : 4 semaines
    - Transfert/formation à Dakar et Nouakchott : 2 semaines
  - Expert hydraulicien :
    - Mise au point du modèle à Dakar : 1 mois
  - Appui spécialistes nationaux (pour chacun des deux Etats) :
    - Hydraulicien ou hydrologue pour traitement des données à Dakar : 2 semaines

## 5. BUDGET PREVISIONNEL

Le budget prévisionnel est établi en Francs CFA<sup>20</sup> hors taxes et frais de douane, en tenant compte des coûts moyens des prestations et des différentes natures de frais indiquées. Il permet d'apprécier le montant du fonctionnement spécifique du projet en considérant que les personnels, les infrastructures et la plus grande partie des équipements (bâtiments, véhicule, équipements de collecte et traitement, équipements de laboratoire...) sont existants et disponibles, leur fonctionnement étant pris en compte sur d'autres budgets.

	F CFA
<b>■ Assistance technique (missions d'experts)</b>	<b>133 000 000</b>
• Expert hydraulicien :	58 000 000
- Missions (3) Dakar-Nouakchott-Delta (3 mois)	27 600 000
- Exploitation des données et rédaction (2 mois)	15 600 000
- Avion Europe-Afrique (3)	3 900 000
- Hébergement/hôtel	3 600 000
- Déplacements locaux	6 000 000
- Edition et divers fournitures	1 300 000
• Expert hydrologue :	75 000 000
- Missions (4) Dakar-Nouakchott-Delta (3,5 mois)	32 200 000
- Exploitation des données et rédaction (3 mois)	23 400 000
- Avion Europe-Afrique (4)	5 200 000
- Hébergement/hôtel	4 200 000
- Déplacements locaux	7 000 000
- Edition et divers fournitures	3 000 000
<b>■ Appui des spécialistes nationaux</b>	<b>18 000 000</b>
• Indemnités :	7 800 000
- Brigade topographique (1 mois)	3 000 000
- Hydrauliciens/ hydrologues (12 semaines)	2 400 000
- Agronomes/ agropastoralistes (6 semaines)	1 200 000
- Ecologistes/botanistes... (6 semaines)	1 200 000
- Responsables lecture échelles (20 sitesx2 campagnes)	6 000 000
• Autres frais :	10 200 000
- Déplacements Delta (20 000 Km)	5 000 000
- Personnels locaux (manoeuvres...)	500 000
- Fournitures et divers	1 700 000
<b>■ Appui de l'OMVS</b>	<b>2 350 000</b>
• Missions d'appui hydrologue/hydraulicien :	2 350 000
- Tournées Delta (2 x 1 semaine)	550 000
- Mission Nouakchott (transfert modèle) (1 semaine)	400 000
- Voyage avion Dakar-Nouakchott	150 000

<sup>20</sup> 1 FCFA = 0,234 UM ou 1 UM = 4,27 FCFA (cours janvier 1995).

- Déplacements véhicule (5000 Km)	1 250 000	
<b>■ Equipements et fournitures</b>		<b>8 000 000</b>
• Stations hydrométriques :		6 000 000
- Fournitures construction échelles (15)	3 000 000	
- Acquisition 1 limnigraphe capteur/enregistreur	2 500 000	
- Matériel topographique (amortissement)	500 000	
• Télédétection et cartographie (OMVS) :		2 000 000
- Fournitures télédétection et cartographie	500 000	
- Frais d'édition	1 500 000	
<b>■ Autres prestations</b>		<b>46 000 000</b>
• Fourniture images SPOT :		34 000 000
- Programmation et achat scènes SPOT (4 x 3)	25 200 000	
- Prétraitements, restitution films et agrandissements photo	8 500 000	
- Expédition et assurances	300 000	
• Analyses d'eau :		11 500 000
- Laboratoires nationaux, analyses de base (250 éch.)	5 000 000	
- Idem, analyses pesticides (50 éch.)	4 500 000	
- Laboratoire Europe, analyses de contrôle (30 éch.)	1 500 000	
- Petites fournitures	200 000	
- Frais expédition et transmission résultats	300 000	
<b>■ Divers et imprévus</b>		<b>3 000 000</b>
<b>TOTAL BUDGET PREVISIONNEL FCFA</b>		<b>210 350 000</b>

8 2

## Chronogramme mensuel

1ère campagne	1995							1996				
Opérations	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5
Bilan et diagnostic sur le réseau												
Installation du réseau												
Suivi hydrométrique 1ère campagne												
Acquisition images SPOT												
Cartographie des états d'inondation												
Mission fin de 1ère campagne												

2ème campagne	1996							1997						
Opérations	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7
Suivi hydrométrique 2ème campagne														
Acquisition images SPOT														
Cartographie états d'inondation														
Mission fin de 2ème campagne														
Détermination des règles de gestion														
Intégration dans modèle de gestion global														

ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL  
(O.M.V.S.)

HAUT COMMISSARIAT

TERMES DE REFERENCE

ETUDE HYDRAULIQUE DES DEFLUENTS ET CUVETTES  
DU FLEUVE SENEGAL

1. OBJET DES ETUDES

Les études de gestion hydraulique ont été jusqu'à présent limitées à l'axe principal du fleuve, le bras secondaire du Doué, n'ayant été étudié que dans le seul cadre du modèle mathématique du fleuve Sénégal établi lors de l'étude LDE. Mais en réalité le fleuve Sénégal ne peut être réduit à ce seul axe et constitue un système beaucoup plus complexe de cuvettes alimentées par débordement au-dessus des berges du fleuve ou par écoulement dans les défluent et drainées par ces mêmes défluent ou par d'autres marigots. Le fonctionnement hydraulique de ce système est très complexe puisque le sens des écoulements peut s'inverser et que les alimentations se font aussi bien par l'amont que par l'aval.

L'existence de ces défluent est cependant très importante pour les aménagements dans la vallée puisqu'ils constituent un réseau naturel d'adduction et desservent des superficies très importantes. Ce réseau naturel n'est malheureusement pas permanent et ne fonctionne réellement que pendant les périodes de crue et sans que l'on puisse contrôler les débits et les niveaux. De plus, ce réseau comporte des lacunes soit que le marigot se forme à partir des débordements sans lit apparent ou qu'il s'épanouisse dans certaines cuvettes et ne se reforme qu'à l'aval avant de rejoindre à nouveau le fleuve.

Il est donc bien certain que ce réseau naturel ne pourra être véritablement utilisé que si l'on peut assurer la continuité de l'écoulement aussi bien dans l'espace et dans le temps. Ceci nécessitera des recalibrages et la construction d'ouvrages de régulation et de fermeture et éventuellement de relevage ainsi que la mise en place d'une gestion hydraulique d'ensemble.

Malheureusement, ces défluent ont été jusqu'à présent très négligés et l'on ignore très généralement leurs caractéristiques hydrologiques et les mécanismes hydrauliques de fonctionnement. Il y a même de nombreuses incertitudes sur le tracé dans certaines zones et les cartes sont à ce point de vue contradictoires. Il est donc indispensable tant pour la gestion de l'ensemble du système hydraulique de la vallée par l'OMVS que pour l'aménagement des cuvettes alimentées par ces défluent de disposer des caractéristiques topographiques et hydrauliques de tous ces défluent en vue de l'établissement du schéma directeur hydraulique.

Il faut toutefois noter que des défluent ont fait l'objet d'études et parfois d'aménagement en particulier dans le delta rive gauche et rive droite. Mais il serait utile de faire un point des données disponibles et de procéder à leur mise à jour compte tenu des possibilités offertes par la gestion des barrages de Diama et Manantali.

Une étude générale hydrologique est envisagée qui a été soumise à l'USAID et devrait être réalisée en 1993 - 1994.

## **2. GESTION HYDRAULIQUE DES DEFLUENTS DU DELTA**

La gestion hydraulique des défluent du delta a fait l'objet de nombreuses études :

- soit des études de plans directeurs (plans directeurs hydrauliques rive gauche et rive droite - du delta rive droite),
- soit des études de factibilité (Aftout-es-Sahel - Canal du Cayor),
- soit des études localisées d'alimentation (périmètres du Lampsar - alimentation de St-Louis - Alimentation du R'Kiz).

Mais en pratique cette gestion reste très empirique du fait que ces travaux de recalibrage ou de construction des ouvrages de régularisation n'ont pas été réalisés et qu'il est nécessaire d'adapter le système en fonction des contraintes observées. Cette situation est encore aggravée par l'absence d'une structure bien organisée de gestion, l'absence d'une réglementation de l'utilisation de l'eau et l'anarchie et l'implantation de nouveaux périmètres.

Toutefois avant de faire des propositions d'amélioration de la gestion hydraulique des défluent du delta il est nécessaire de faire un point précis de la situation et de mettre en place dans un premier temps un système de suivi de la gestion.

On distinguera 2 groupes de défluent :

- . les marigots du delta
- . les alimentations du lac R'Kiz et du lac de Guiers

### **a) Les marigots du delta**

Les principaux marigots du delta sont en

rive gauche : l'ensemble Gorom Lampsar incluant le Kassack, le Djoudj et le N'Galam



- rive droite : le Gouère  
 - l'ensemble Dioup, Diallo, NDiader, Aftout-es Sahel  
 - l'ensemble Diaouling, Bell, N'Gallax

Ces défluent ont fait l'objet de propositions d'aménagement : plan directeur hydraulique du delta rive gauche (GERSAR CACG et al.) et rive droite (GERSAR - SCP) et projets d'aménagement ou de réhabilitation périmètres de Boundoum - Kassack Nord et Sud - N'Thiagar (BDPA SCET AGREER GERSAR) - Aftout es Sahel (Sogréah) - Grande digue - Tellel - Lampsar. Des données récentes ont pu être obtenues (mesures de débit sur le Gorom amont - relevés d'échelles aux ouvrages de réalimentation en rive droite) mais ces données restent certainement incomplètes et surtout elles sont recueillies de façon assez anarchique. L'objet de l'étude de ces défluent devrait être la mise en place d'un système cohérent d'observation et contrôle du fonctionnement des défluent : pour cela l'étude comprendra :

- un examen critique des études et propositions d'aménagement et de gestion hydraulique,
- une vérification sur le terrain des conditions réelles de fonctionnement des dérives par rapport au fonctionnement prévu,
- des propositions éventuelles de mesures à prendre pour corriger les dysfonctionnements les plus graves,
- la mise en place d'un réseau d'observation hydrologique et de contrôle de l'exploitation, l'organisation et le financement du recueil, de la critique, du stockage et de l'exploitation des données.

#### b) L'alimentation du Lac R'Kiz et du Lac de Guiers

Le lac R'Kiz est alimenté par un ensemble de marigots dont les deux principaux sont le SOKAM et le LAOUVAJA. Ces marigots ont fait l'objet d'aménagements dans le cadre du projet du R'Kiz. Ils doivent être équipés d'échelles.

Le lac de Guiers est alimenté par un chenal artificiel (nouvelle Taouey) qui a remplacé l'ancien marigot. Des mesures récentes effectuées dans le cadre du projet de Cayor ont permis de mettre en évidence la forte débitance de ce chenal qui devrait permettre d'alimenter non seulement le canal mais le Bas Ferlo ainsi que la cuvette du N'Diaël. Un modèle hydrologique a été établi et a permis de tester certaines hypothèses de gestion.

La gestion des ouvrages existants sur ces marigots est assurée respectivement par le projet R'Kiz et par la CSS. L'étude comportera en premier lieu une évaluation de la gestion par ces deux organismes en examinant plus particulièrement les problèmes d'insuffisance de certaines données (prélèvements pour le Ferlo - le N'Diaël - la culture de décrue) et d'amélioration de la qualité des données existantes (courbes de tarage - fréquence des mesures) et de leur diffusion à tous les intéressés.

Il est bien évident que cette gestion des marigots et des alimentations des lacs influe sur la gestion de Diama et il conviendrait dans un deuxième temps d'étudier la compatibilité des règles de gestion, du barrage avec les contraintes de gestion des marigots et alimentations, en particulier il serait nécessaire d'examiner si il est justifié pour permettre la vidange de certaines cuvettes et l'évacuation des eaux de drainage des rizières, de prévoir des abaissements de la cote de Diama à certaines périodes.

Il conviendrait aussi d'établir la possibilité de développer le modèle COREDIAM, en premier lieu en y incluant le fonctionnement des principaux défluent. En particulier il sera très facile de prévoir une interface entre ce modèle et le modèle de gestion du Lac de Guiers.

### 3. ETUDE HYDRAULIQUE DES DEFLUENTS ET CUVETTES

L'étude ne porte pas sur le Doué et sur quelques défluent (N'Galenka - Diollol - Diovol - Ghorfa - Niorde - Dessili) qui ont fait l'objet d'études d'aménagement qui doivent être examinées dans le cadre de l'étude hydrologique financée par l'USAID

Si l'on fait abstraction de cuvettes isolées alimentées directement à partir de débordements localisés ou en nappe du Sénégal ou du Doué on peut retenir cinq ensembles importants qui peuvent faire l'objet d'une étude générale :

#### a) Garak (Tombass ou Gnonker)

Le Garak est formé par plusieurs cours d'eau qui drainent l'UNE GA dont le principal le Markouaye d'une longueur d'environ 13 kilomètres rejoint le fleuve Sénégal en aval de Keur Mour et par des cours d'eau provenant de la zone dunaire. (Tombass - Gnonker).

Sa longueur est d'environ 27 km.

Un ouvrage de fermeture a été construit à son extrémité aval. Il semble que l'alimentation s'effectue par l'amont à partir d'une cote voisine de 3,00 m.

L'ensemble du système représente environ 40 kilomètres.

#### **b) Koundi (Diavane)**

Le Koundi est formé par une série de marigots plus ou moins marqués drainant l'UNE KO8 entre autres le marigot de N'Diorol, le Djoul et le Leup-Rhère ou Aéro qui semblent être alimentés à partir d'une cote voisine de 6 m. leurs longueurs respectives sont de 22,18 et 14 km.

Le Koundi a un lit bien marqué sur 27 km jusqu'à son confluent avec le Niandé qui assure une liaison de 10 km environ avec le Sénégal et avec l'UNE KO5. La cote d'alimentation est d'environ 4,5 m.

Sur environ 19 km le lit tend à se réduire puis se marque à nouveau nettement sur 31 km.

A ce niveau, il existe une liaison avec le fleuve Sénégal et la partie NE de l'UNE KO3 par l'intermédiaire du Baouadji dont la longueur est de 7 km et dont la cote d'alimentation paraît être de l'ordre de 3,50 m.

Le Koundi se poursuit encore sur 30 km avec 2 branches, de 4 km et 13 km (Kiraye) qui le relie à l'UNE KO3.

Au-delà, il prend le nom de Diavane et a une longueur de 26 km. L'ensemble de ce système représente 155 km.

#### **c) Ile à Morphil**

La partie amont de l'Ile à Morphil est extrêmement complexe du point de vue hydraulique. Les lits des défluent ne sont marqués que par intermittence, ils relient soit les cuvettes avec le Doué soit les cuvettes entre elles.

A partir du Doué on trouve successivement

le TIATIOLOL et le DIADEVOL (22 km)

le YOLI DIOLOL (13 km)

le LOUGUE MAYOL (17 km) et BALERO (20 km)

et trois cours parallèles le GOUNDOUROL (9 km) un défluent formé par le MADOUBA, le GOLLLOL et le BAKOU (au total 32 km) - le SAMBANIDRA (8 km).

L'ensemble représente plus de 120 km sans compter de multiples bras et défluent secondaires et notamment 2 défluent bien marqués alimentant les cuvettes de la partie amont et de 7 km environ chacun.

Ce n'est qu'au niveau des UNE MO4 et MO3 près de Tiélao que se constitue un véritable marigot, le Gayo. Il est difficile de déterminer s'il existe une alimentation directe à partir du Doué par le Bariguira (environ 10 km) ou si elle se fait uniquement à partir des cuvettes amont par le Tiéli Mayil et la série de tronçons de marigot cités précédemment jusqu'en tête du Tatiolol sur le Doué environ 75 km en amont.

Le lit du Gayo est bien marqué jusqu'à son confluent avec le Sénégal sur 46 km. 18 km avant son embouchure, il est relié au Doué par un bras de 5 km. L'ensemble du système hydraulique aval représente 61 km.

#### d) Diamel (Tialougueul ou Wong)

Le Diamel est bien marqué dès son origine jusqu'au niveau des UNE OT5 et OT6 à 45 km de son origine.

Il présente d'importantes branches Babangol, Tchibé alimentant les UNE DI 5 et DI 6.

Après cette première section, il éclate en 3 branches ; le Kaodil qui alimente les UNE OT3 et OT2, le Mahel Coutil (ou Thiabragal) qui alimente les UNE OT3 et OT4 et une troisième qui alimente l'UNE OT6.

Les deux premiers paraissent pouvoir constituer une boucle par l'intermédiaire d'un lit peu marqué de 10 km mais les cartes ne sont pas d'accord sur l'importance relative de ces deux branches de longueur respective 24 km et 20 km.

L'ensemble du système hydraulique représente 99 km.

En aval il existe toute une série de défluent débouchant dans le Sénégal ou le Doué, Toomane et Paol (environ 23 km), Aouldou, Oualtoundé, Dialogne qui forment le Tianaba (environ 44 km) et divers autres défluent (environ 10 km). Cet ensemble représente donc 77 km.

#### 4. DEROULEMENT DES ETUDES

Toutes les études devront être conduites en étroite collaboration avec les services compétents du Haut Commissariat et des Etats-membres, afin d'assurer la permanence de la mise à jour des données.

- 4.1. Etude critique de la gestion hydraulique des défluent du delta. Cette étude portera sur les documents existants sur le Delta rive gauche et rive droite, l'Aftout es Sahel, les marigots alimentant le lac R'Kiz et le lac de Guiers.

Elle sera confiée à une équipe comportant un hydrologue et un hydraulicien. L'étude des documents pourra être complétée par une mission de 1/2 mois sur le terrain en vue de préciser les points qui nécessitent des éclaircissements. La durée totale de cette étude sera de 2 mois. Elle débouchera sur l'établissement d'un document de synthèse comportant une description du système et de son fonctionnement actuel compte tenu des aménagements existants et des conditions de gestion, une définition des objectifs de gestion hydraulique et des propositions concernant l'organisation du service gestionnaire de ces marigots et la réalisation des aménagements indispensables lorsqu'ils sont suffisamment bien définis par les études antérieures.

Dans le cas où les études existantes seraient insuffisantes pour l'établissement de ces propositions, il sera établi un programme d'études hydrologiques - topographiques et hydrauliques.

L'hydraulicien examinera les règles de gestion du barrage de Diama en fonction des contraintes de gestion des marigots et alimentation et des contraintes de drainage et assainissement. Avec le concours de l'informaticien il procédera à la simulation de divers scénarios en utilisant les modèles déjà existants (COREDIAM - gestion du lac de Guiers - calcul du débit déversé à Diama) et en les complétant éventuellement.

Ce nouveau modèle devra être conçu de façon conviviale pour qu'il soit utilisable par tous les techniciens de l'OMVS et des Etats concernés par la gestion.

- 4.2. Etude hydrologique des défluent et cuvettes de la vallée

a) Reconnaissance préliminaire

L'étude de ces défluent nécessite au préalable une reconnaissance de terrain détaillée qui devra

être faite par un hydraulicien avec les représentants de l'OMVS et de l'Etat concerné en vue de préciser le programme d'étude. Ces reconnaissances peuvent être estimées à 1 mois

non compris 1/2 mois pour la préparation au siège:

- Garak : 2 jours
- Koundi : 5 jours
- Ile à Morphil : 7 jours
- Diamel : 3 jours
  
- Ghorfa - Niorde  
Dessili : 3 jours

#### **b) Travaux topographiques**

A la suite de cette reconnaissance, il sera prévu une étude topographique des défluentés comportant:

- l'établissement d'une vue en plan du défluent à l'échelle 1/10.000 avec point cotés tous les 100 m en moyenne
- profil en long des cotes fonds et berges R.D. en R.G. tous les 100 m à l'échelle L 1/5000 H 1/100
- profil en travers avec espacement moyen de 500 m du défluent et d'une bande de 100 à 150 m de chaque côté des berges.

#### **c) Campagnes de mesures hydrologiques**

L'objet du modèle hydraulique est de fournir un outil à l'OMVS lui permettant de prévoir les conséquences de la gestion des eaux du fleuve Sénégal sur l'alimentation des défluentés, et, aux Etats membres, la possibilité d'entreprendre des études spécifiques d'aménagement des défluentés et cuvettes.

Dans le cadre de l'étude hydrologique financée par l'étude USAID Il a été prévu l'installation d'un réseau d'échelle et une première campagne de mesure hydrologiques.

Il sera prévu deux campagnes de mesure supplémentaires.

#### **d) Modèle hydraulique**

A partir des données topographiques demandées au paragraphe b, des données hydrologiques et du recensement des superficies alimentées, provenant de l'étude hydrologique financée par l'USAID il sera établi un modèle hydraulique d'alimentation des défluentés utilisant des logiciels classiques de calcul d'écoulement. Le modèle sera paramétrable de façon à pouvoir prendre en compte diverses hypothèses de remplissage ou vidange des cuvettes ou de prélèvement et rejet pour l'irrigation et le drainage. Il devra permettre aussi d'évaluer

les conséquences sur le fonctionnement des défluent de recalibrage, suppression de seuil ou introduction d'ouvrage de régulation.

Il sera prévu que ce modèle sera établi au siège du bureau d'étude par un hydraulicien et un informaticien dans un délai de 3 mois avec une participation pendant 1,5 mois de trois experts de l'OMVS, de l'Agence de Gestion et des Etats concernés pour se former à la mise en œuvre de tels modèles et à leur exploitation. A partir de ce modèle il devra être recherché les dispositions à prévoir pour assurer un fonctionnement continu dans l'espace et si possible dans le temps des défluent et proposer des règles de gestion. Les résultats de l'étude seront présentés et discutés au cours d'un séminaire de 5 jours réunissant une dizaine de participants représentant l'OMVS et les Etats concernés.

Après chaque campagne de mesure, les données recueillies seront confrontées au modèle et il sera procédé à une révision du modèle et pour les défluent équipés d'ouvrages d'alimentation, de contrôle ou de régulation à l'adaptation des règles de gestion.

## **5. DOCUMENTS A ETABLIR PAR LE CHARGE D'ETUDES**

### **5.1. Etude critique de la gestion hydraulique du delta**

Dans un délai de 3 mois après le début de l'étude il sera remis un rapport de synthèse des informations recueillies au cours des reconnaissances et à partir des documents existants. Ce rapport comportera 3 sous rapports qui ne devront pas dépasser 20 à 30 pages.

a) Delta Rive Droite et Rive Gauche - Synthèse des données relatives à la gestion des cuvettes et défluent du delta actuellement et à terme en vue de propositions d'aménagements indispensables pour améliorer la gestion actuelle et faciliter son évolution vers la gestion future.

Etablissement d'un projet de réseau d'observation du système de gestion hydraulique du delta incluant le fonctionnement hydraulique et le contrôle du maintien de la qualité des eaux, sols et de la végétation.

b) Aftout es Sahel - Présentation du projet d'aménagement - Evolutions constatées et propositions de réactualisation du projet avec l'indication des actions prioritaires.

c) Lac R'Kiz et Lac de Guiers - Etude des modalités actuelle de gestion de ces deux retenues et évaluation des effets positifs et négatifs, en vue de propositions éventuelles d'amélioration permettant une utilisation des ressources plus efficace (production agricole - pisciculture) ou plus large (protection de l'environnement - forêt - élevage) ou de réduire certains inconvénients (maladies hydriques).

## 5.2. Etude hydraulique des défluent et cuvettes de la vallée

Il sera fourni pour chaque ensemble hydraulique 1 mois après la réalisation des travaux topographiques un dossier comportant :

- . Rapport d'exécution des travaux topographiques
- . Etat des bornes de rattachement avec note critique

sur les problèmes provenant de l'existence de réseaux MAS et IGN et de l'anomalie gravimétrique de Matam

- . Plans et profils prévus à l'article 5.2.b.

Ces données topographiques et les données hydrométriques et la télédétection provenant de l'étude hydrologique citée au point 1 seront exploitées pour mise au point des modèles de fonctionnement hydraulique. Après réalisation de modèle il sera remis :

- le logiciel avec une notice d'utilisation
- un rapport sur le fonctionnement hydraulique des défluent dans différents cas de crue (si possible 4 cas forte, moyenne forte, moyenne faible, faible) en vue de déterminer les règles de gestion de l'eau dans le Sénégal ou les aménagements sur les défluent ou dans les cuvettes susceptibles d'améliorer le fonctionnement hydraulique.

A la fin de chacune des campagnes hydrologiques il sera fourni une note complémentaire comportant une critique des données et une analyse des résultats qui pourra conduire éventuellement à une modification du modèle ou de son calage et à de nouvelles propositions d'aménagement.

Il sera joint à cette note les logiciels modifiés ainsi que les fichiers informatisés.

Tous les documents seront fournis en 3 exemplaires provisoires pour l'OMVS et 3 pour chacun des Etats concernés et après observations de l'OMVS et des Etats l'édition définitive sera assurée :

- rapports : 15 exemplaires complets pour l'OMVS et 15 exemplaires partiels pour chacun des Etats concernés,
- dossier de données (topographie - hydrologie - télédétection) : 30 exemplaires pour l'OMVS et 30 exemplaires partiels pour chacun des Etats concernés.

L'édition définitive comportera un résumé en anglais de chaque document.