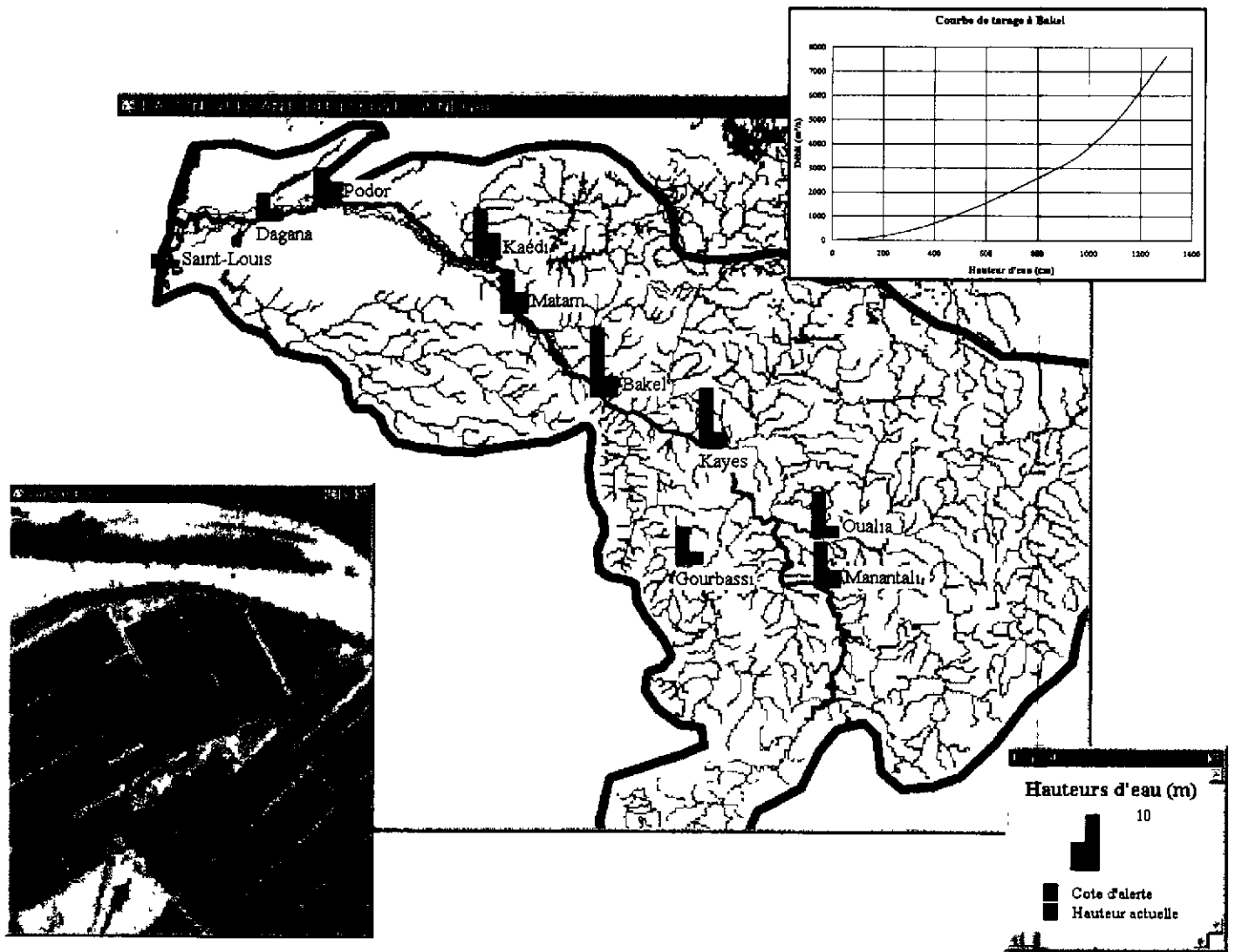


Projet Pilote de Développement d'un  
Système Intégré de Gestion  
des Lâchers de Manantali

SYGESMAN



**Rapport Intermédiaire**  
janvier 1996 - mai 1997

**Da Vinci Geomanagement S.A.**  
Chaussée de Namur 92 - bte 8  
B - 1300 Wavre  
Tél: +32 10 23 01 60  
Fax: +32 10 22 58 95



## **Objet du rapport**

Ce projet est réalisé en collaboration avec le Département des Infrastructures Régionales (D.I.R.) ainsi que le Département du Développement et de la Coordination (DDC) du Haut-Commissariat de l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS), localisé à Dakar.

Le présent rapport intermédiaire vise à faire le point sur les actions qui ont été menées entre janvier 1996 et mai 1997 ainsi qu'à présenter les actions prévues dans les phases ultérieures.

Le rapport ne présente pas en détail les différentes fonctionnalités du prototype de système informatique SYGESMAN. La description détaillée de ces fonctionnalités feront l'objet d'un manuel d'utilisation.

## **Remerciements**

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont apporté, d'une manière ou d'une autre, leur contribution à la réalisation de ce rapport. Nos remerciements s'adressent tout d'abord au Haut Commissaire de l'OMVS, aux Directeurs des Départements des Infrastructures Régionales (D.I.R.) et du Développement et de la Coordination (DDC), ainsi qu'au Comité Technique de Suivi. Nos remerciements vont également au Ministre des Relations Internationales de la Région Wallonne et à son administration pour le financement de ce projet. Nous remercions aussi l'Institut de l'Energie des Pays Francophones et l'Agence de Coopération Culturelle et Technique pour la gestion administrative du projet.

## **Experts Da Vinci ayant participé au projet**

Les experts de Da Vinci ayant participé à ce projet jusqu'à présent sont:

- Prof. Olivier Cogels, expert en gestion de l'eau (chef de projet)
- Raoul Penneman, expert en télédétection et systèmes d'information (analyse)
- Dr Moussa Badji, expert en télédétection et systèmes d'information (analyse)
- Eric Gontier, expert en systèmes d'information (direction technique)
- Olivier Ledent, consultant (développement du prototype)
- Philippe Vandenberghe, consultant (développement du prototype)

# TABLE DES MATIÈRES

<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>2. OBJECTIFS DU PROJET.....</b>	<b>5</b>
<b>3. ACTIONS RÉALISÉES.....</b>	<b>6</b>
3 1 INTRODUCTION .....	6
3 2 ORGANISATION DU PROJET - COMITÉ TECHNIQUE ET LOGISTIQUE LOCALE .....	8
3 3 DIAGNOSTIC DU PROCESSUS DE GESTION ACTUEL.....	8
3 3 1 <i>Analyse de la documentation existante</i> .....	8
3 3 2 <i>Réunions techniques</i> .....	8
3 3 3 <i>Restructuration de l'OMVS</i> .....	10
3 3 4 <i>Identification des modèles mathématiques existants</i> .....	10
3 3 4 1 <i>Modèle de transformation des hauteurs en débits (Lamagat, 1989)</i> .....	10
3 3 4 2 <i>Modèle de propagation des crues du fleuve Sénégal (Lamagat, 1989)</i> .....	11
3 3 4 3 <i>PROGESEN (Seguis, 1991)</i> .....	11
3 3 4 4 <i>SIMULSEN (Bader, 1991)</i> .....	11
3 3 4 5 <i>COREDIAAM</i> .....	12
3 3.5 <i>Possibilités offertes par la télédétection satellitaire</i> ..	12
3.4 DEVELOPPEMENT DES FONCTIONALITÉS DU PROTOTYPE SYGESMAN .....	13
3 4 1 <i>Introduction</i> .....	13
3 4 2 <i>Analyse conceptuelle du système intégré de gestion</i> ..	13
3 4 3 <i>Développement des fonctionnalités du prototype</i> .....	15
3 4 3 1 <i>Concepts de SyGesMan</i> .....	15
3 4 3.2 <i>Aperçu de SyGesMan</i> .....	16
3 4 3.3 <i>Les spécificités techniques actuelles de SyGesMan</i> .....	20
3 4 4 <i>Intégration de la modélisation mathématique</i> .....	22
3 4 4 1 <i>Données initiales</i> ..	23
3 4 4.2 <i>Connaissance des besoins et des critères de gestion</i> ..	23
3 4 4 3 <i>Simulation des besoins en eau d'irrigation</i> .....	25
3 4 4.4 <i>Simulation des apports</i> .....	25
3 4 4.5 <i>Input des hydrogrammes simulés</i> .....	25
3 4 4.6 <i>Scenari de gestion</i> .....	26
3 4 4 7 <i>Simulation proprement dite</i> .....	26
3 4 4.8 <i>Analyse des conséquences des scénari de gestion</i> ..	26
3 4 4.9 <i>Aide a la décision</i> .....	26
3.5 ACQUISITION D'EQUIPEMENTS INFORMATIQUES.....	27
3 5 1 <i>Introduction</i> .....	27
3 5 2 <i>Equipements existants</i> .....	28
3 5 3 <i>Equipements supplémentaires acquis par le projet</i> ..	28
3 5 4 <i>Architecture du système</i> ..	29
<b>4. ACTIONS ENVISAGÉES POUR 1997.....</b>	<b>31</b>
<b>5. CONCLUSION .....</b>	<b>32</b>

# 1. INTRODUCTION

Dans les années 80, l'OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal) a entrepris, sur le fleuve Sénégal, la construction du barrage de Manantali (11 milliards de m<sup>3</sup>) au Mali, ainsi que du barrage anti-sel de Diama, dans le delta, afin de régulariser les eaux nécessaires à l'irrigation, la production hydroélectrique, la navigation et l'alimentation en eau potable, tout en assurant la sécurité des populations riveraines.

La maîtrise des eaux du fleuve est théoriquement rendue possible depuis la fin de la construction des barrages de Diama en 1986 et de Manantali, en 1988. Il subsiste néanmoins des difficultés à tenir compte des besoins réels en eau ainsi que des apports des affluents non-contrôlés que sont le Bakoye et la Falémé.

Il existe sur le fleuve un dispositif de télémessure des hauteurs d'eau. De plus, divers modèles mathématiques ont été par l'ORSTOM en vue d'aider l'OMVS à planifier et à gérer les lâchers d'eau de Manantali. Malgré cela, les années 90 ont vu s'accroître les problèmes environnementaux et sanitaires, conséquences d'une gestion encore insuffisamment contrôlée de l'eau du barrage, se manifestant par des effets directs (inondations, étiages insuffisants) et indirects (salinisation des sols, appauvrissement des ressources forestières, irrigations anarchiques) sur l'environnement, la santé et les activités socio-économiques. L'élaboration d'une solution intégrée, prenant en compte la dimension géographique de la gestion des eaux du fleuve, apparaît comme de plus en plus nécessaire.

La société Da Vinci Geomanagement oeuvre depuis 1994 sur la problématique de gestion de l'eau dans le bassin du fleuve Sénégal par des actions pilotes en matière de suivi des cultures, de gestion des données environnementales et de gestion de périmètres irrigués, en se basant sur l'exploitation opérationnelle des nouvelles technologies d'observation de la terre par satellites et de systèmes d'information géographiques. Dans ce contexte, la société Da Vinci avait formulé les grandes lignes d'un programme intégré dénommé GEC-EAU (Gestion et contrôle de l'utilisation des ressources en eau et de l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal). Ce programme modulaire a pu être discuté lors d'un atelier OMVS qui s'est tenu à Dakar en décembre 1995 et qui réunissait la plupart des intervenants des trois états membres. Parmi les modules composant ce programme, l'OMVS a marqué un intérêt plus particulier pour une *action pilote visant à l'amélioration de la gestion intégrée des lâchers d'eau du barrage de Manantali*. Il s'agit là en effet d'un élément-clé pour la gestion de l'eau dans l'ensemble de la région.

Cet intérêt a amené le Haut Commissaire de l'OMVS à adresser une demande de financement au Ministre des Relations internationales de la Région Wallonne. Celui-ci a accordé, par l'Arrêté Ministériel du 27 juin 1996, au travers de l'Agence de Coopération Culturelle et Technique (ACCT) et de l'Institut de l'Energie des Pays Francophones (IEPF), une subvention à la société Da Vinci Geomanagement pour l'exécution d'une première phase d'un an d'un projet planifié sur une durée de quatre ans (1996 - 1999).

## 2. OBJECTIFS DU PROJET

*L'objectif du projet SYGESMAN est d'étudier et de démontrer, à l'aide d'un système prototype, comment on pourrait améliorer la planification, la gestion et le suivi des lâchers d'eau du barrage de Manantali, en intégrant les données environnementales et les outils de simulation mathématique dans un seul système d'information géographique convivial, permettant à l'OMVS de fournir aux décideurs les éléments nécessaires pour tenir compte de manière optimale des besoins respectifs des différents usagers, tout en assurant la protection de l'environnement et des populations locales.*

Le projet SYGESMAN est complémentaire à d'autres actions que mène l'OMVS en termes d'amélioration des outils de simulation, de télémessure et de télédétection satellitaire. Il vise à apporter une plus grande cohérence dans la manipulation et l'exploitation conjointe de ces différentes sources de données, au travers d'une approche à la fois géographique et documentaire.

Le prototype SYGESMAN doit donc démontrer comment il est aujourd'hui possible d'intégrer, dans un seul système convivial, à la fois les données environnementales existantes sous diverses formes, les données de télédétection par satellite, les données télémessurées ainsi que les données simulées à l'aide de modèles mathématiques. Ce système intégré doit aussi permettre aux experts de l'OMVS d'éditer en temps utile des documents synthétiques d'aide à la décision (bulletins, cartes, rapports,...), destinés aux responsables de la politique de l'eau dans le bassin du fleuve, qu'ils soient chargés de la planification, de la gestion quotidienne et/ou du suivi des lâchers d'eau du barrage de Manantali.

Ce projet pilote vise à préparer un projet opérationnel de plus grande envergure, permettant de garantir à plus long terme une gestion intégrée et un contrôle systématique de l'utilisation des ressources en eau ainsi que de l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal.

## **3. ACTIONS REALISEES**

### **3.1 Introduction**

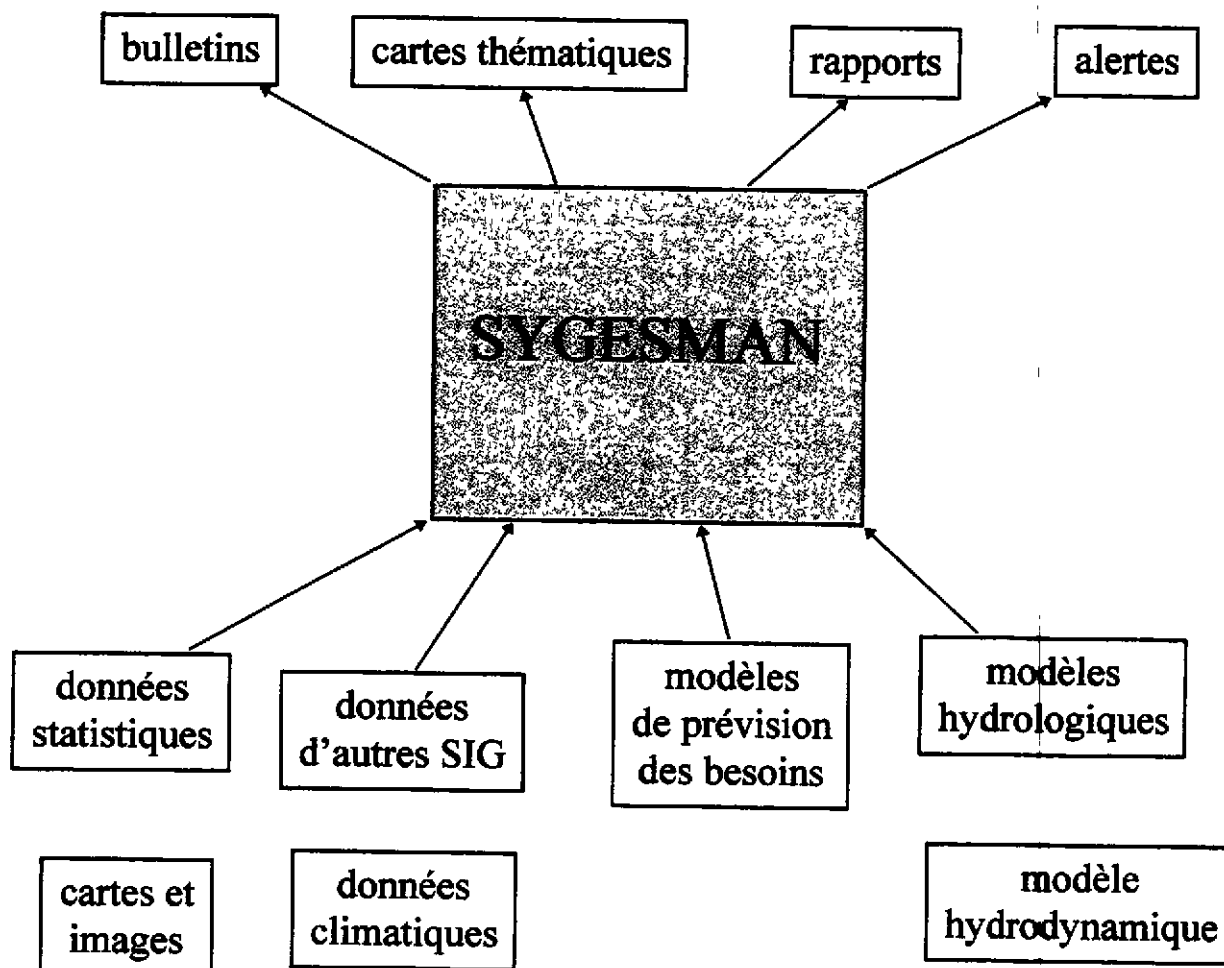
L'arrêté ministériel du 27 juin 1996 prévoyait pour la première année les tâches suivantes:

- synthèse des études et modèles réalisés à ce jour;
- analyse détaillée du processus de gestion actuel;
- études conceptuelles du modèle de gestion;
- identification des données utilisées et de l'information produite par le modèle;
- analyse des outils informatiques pour l'intégration du modèle;
- étude pour l'intégration de la modélisation hydraulique;

Les termes de références initiaux ont été affinés en collaboration avec les experts de l'OMVS. Remarquons qu'un temps assez long a été nécessaire pour la finalisation de la convention avec la Région Wallonne. Par conséquent, certaines tâches n'ont pu être réalisées qu'avec un certain retard et seront poursuivies, en accord avec l'OMVS, dans le cadre des phases suivantes. Par contre, pour compenser, il a été décidé de consentir un effort plus important au développement des fonctionnalités informatiques du prototype.

Deux types d'efforts ont donc été menés en parallèle. D'une part, un effort de diagnostic et d'analyse du dispositif de gestion actuel et, d'autre part, un effort de développement de fonctionnalités informatiques dans un des systèmes d'information géographiques les plus répandus sur le marché, à savoir le logiciel MapInfo. Ces développements ont eu lieu dans les bureaux de Da Vinci en Belgique.

**FIGURE: CONCEPT GENERAL**



## **3.2 Organisation du projet - Comité Technique et logistique locale**

Un comité technique de suivi a été constitué. Il est composé de:

MM	Bakary	Ouattara	OMVS/DIR
	Malang	Diatta	OMVS/DIR
	Pape Moussé	Sarr	OMVS/DDC
	Samba	Dia	OMVS/DDC
	Olivier	Cogels	Consultant/DA VINCI

Pour faciliter l'exécution du projet, un bureau a été loué à Dakar pour accueillir les experts en mission. Une logistique de base y a été installée, raccordée au réseau INTERNET pour faciliter la communication avec la société en Belgique.

## **3.3 Diagnostic du processus de gestion actuel**

### **3.3.1 Analyse de la documentation existante**

Une documentation assez conséquente a été rassemblée et analysée de manière à mieux comprendre le dispositif actuel ainsi que les perspectives de son développement et de son organisation. Une première action a été de consulter les bases de données documentaires localisées au centre de documentation de l'OMVS à Saint-Louis. Divers documents ont aussi été prêtés par la Direction de l'Infrastructure Régionale de l'OMVS à Dakar.

Les bases de données documentaires consultées au Centre de Documentation de l'OMVS à St-Louis sont les suivantes:

- OMVS
- REGIS (nouveaux documents)
- FSEN (Fleuve Sénégal)
- SAED (documents disponibles à la SAED)

Une cinquantaine de documents ont été collectés et analysés.

### **3.3.2 Réunions techniques**

Plusieurs réunions de travail ont pu être tenues à l'OMVS avec les intervenants clés du dispositif de gestion actuel.

Une réunion de travail a eu lieu à Dakar avec le responsable de la Cellule temporaire de Gestion des Ouvrages de l'OMVS, située à ROSSO (actuellement remplacée par la Société de gestion et d'exploitation de Diama, SOGED).



Deux réunions ont eu lieu à Saint-Louis, à la SAED, la Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé (S.A.E.D.). Cet organisme joue un rôle important au niveau du suivi des aménagements hydro-agricoles du côté rive gauche du fleuve. La SAED développe notamment une banque de données des aménagements et Unités de mise en Valeur ainsi que des modèles mathématiques de calcul des besoins en eau des cultures. Les besoins en eau dépendent des superficies réellement mises en cultures au sein de périmètres aménagés, ou de manière temporaire, au moment de la décrue du fleuve. La connaissance de ces besoins est primordiale pour la gestion de lâchers d'eau du barrage.

Plusieurs discussions ont également eu lieu avec le Commissariat à l'Après Barrage (CAB), qui joue le rôle de cellule nationale de l'OMVS pour le Sénégal. Il est notamment chargé du Plan de Développement Intégré de la Rive Gauche du Fleuve (PDRG). Le Commissaire est coordonnateur des différentes cellules nationales.

Nous avons également pris connaissance des projets de prise d'eau envisagés par la Mission d'Etudes et d'Aménagement des Vallées Fossiles (MEAVF).

Trois réunions du comité technique de suivi ont été tenues jusqu'à présent et ont fait l'objet de procès verbaux.

Une importance particulière a été accordée à la compréhension du flux de données hydrométriques et à leur traitement. Ces données sont, pour l'essentiel, stockées dans un système de gestion de bases de données, dénommé HYDROM. L'OMVS nous a fourni copie de ce système et le dépouillement des données hydrologiques est en cours actuellement. Nous étudions aussi actuellement comment il serait possible d'intégrer cette base de données directement ou indirectement (en transférant son contenu dans un autre système tel que ACCESS) dans un tableau de bord de gestion à caractère géographique.

Il existe un système de télétransmission de données hydrologiques, financé par l'Agence de Coopération Française. Les données hydrométriques peuvent en principe être transmises via le système satellitaire ARGOS. Il semblerait toutefois que ce système ne soit pas encore réellement intégré dans la routine de gestion.

### **3.3.3 Restructuration de l'OMVS**

En terme d'organisation, nous avons pris connaissance, à titre d'information, des documents portant sur la création des sociétés SOGED et SOGEM, début 1997.

Il résulte de cette première analyse que cette restructuration de l'OMVS ne devrait pas affecter la localisation du projet SYGESMAN, dont l'objectif doit rester focalisé sur les missions du Haut-Commissariat. La mission du Haut-Commissariat restera essentielle pour assurer les arbitrages éventuellement nécessaires en cas de conflit d'intérêt entre usagers de l'eau. Le haut Commissariat doit continuer à fournir à la CPE une information objective et indépendante. De plus, une des missions du Haut-Commissariat restera celle de surveiller l'état de l'environnement de la vallée en relation avec l'exploitation des eaux.

Remarquons que la création des deux sociétés SOGED et SOGEM va de pair avec une restructuration des Départements de l'Infrastructure et de la Coordination qui pourraient être fusionnés. Etant donné que le projet travaille déjà avec les deux départements, cette fusion ne pourrait être que bénéfique.

### **3.3.4 Identification des modèles mathématiques existants**

Depuis 1987, L'ORSTOM développe plusieurs modèles mathématiques et logiciels visant à prédire et à gérer les débits du fleuve.

Nous avons pris connaissance de ces modèles et de leurs possibilités et étudions actuellement une procédure pour pouvoir intégrer les données simulées dans le prototype SYGESMAN. A cet égard, des contacts seront pris prochainement avec l'ORSTOM. Nous croyons qu'il est utile d'analyser aussi d'autres modèles existants, notamment MIKE SHE du Danish Hydraulic Institute.

Les modèles développés par l'ORSTOM et actuellement en phase d'amélioration, sont:

#### ***3.3.4.1 Modèle de transformation des hauteurs en débits (Lamagat, 1989)***

Ce modèle permet de calculer les débits du fleuve en aval de BAKEL en fonction des mesures de hauteurs d'eau. Il faut savoir qu'en aval de BAKEL, les étalonnages des stations de mesure sont de type non biunivoque et que le débit à un moment donné est non seulement fonction de la cote (hauteur d'eau), mais aussi du gradient limnimétrique de la crue.

### **3.3.4.2 Modèle de propagation des crues du fleuve Sénégal (Lamagat, 1989)**

Ce modèle a été calibré à partir des observations réalisées entre 1972 et 1986. Il sert de support aux modèles PROGESEN et SIMULSEN dont question ci-après.

### **3.3.4.3 PROGESEN (Seguis, 1991)**

Rappelons d'abord que la gestion actuelle des lâchers d'eau est basée sur le fait que l'on souhaite constituer une crue artificielle dite "crue GIBB A", définie par un certain débit à satisfaire à BAKEL pendant un certain temps (2500 m<sup>3</sup>/s pendant 10 jours), de manière à assurer une irrigation de 50.000 ha.

Le modèle PROGESEN permet de calculer:

- ⇒ le débit à lâcher au niveau du barrage en fonction des débits mesurés (et normalement télétransmis) sur les affluents non contrôlés (Bakoye et Falémé) pour atteindre un certain débit à BAKEL;
- ⇒ les débits à l'amont de BAKEL et les cotes à l'aval de BAKEL.

PROGESEN est utilisé pour la gestion au quotidien (au pas de temps de 24 h).

Un réseau de 9 stations de télétransmission via le système satellitaire ARGOS fournissait les données nécessaires au fonctionnement de PROGESEN. Ces stations ont été réduites à 5, nombre considéré comme suffisant pour le fonctionnement du logiciel. Ces stations sont:

- OUALIA sur la BAKOYE
- GOURBASSY sur la FALEME
- KAYES sur le Sénégal
- BAKEL sur le Sénégal
- DAGANA sur la retenue de DIAMA

### **3.3.4.4 SIMULSEN (Bader, 1991)**

Ce modèle permet d'évaluer l'effet des règles de gestion des lâchers sur le degré de satisfaction des différents objectifs assignés à l'ouvrage.

Dans un premier temps, on se fixe une certaine consigne de lâcher et:

- ⇒ on simule la propagation du débit jusqu'à BAKEL;
- ⇒ la production d'énergie électrique;
- ⇒ l'évolution du niveau d'eau de la retenue.

Dans un deuxième temps, les chroniques de débit, de cote et de production électrique, sont analysés de manière statistique pour déterminer les taux de satisfaction par rapport aux objectifs fixés.

Les simulations sont faites au pas de temps journalier.

Les paramètres pris en compte sont:

- ⇒ limites physiques imposées par les dimensions des organes d'évacuation du barrage;
- ⇒ niveau maximum admissible pour la sécurité de la retenue;
- ⇒ limites inférieure et supérieure admissibles pour le plan d'eau en fonction du temps;
- ⇒ laminage de crue au niveau du barrage ou à BAKEL;
- ⇒ demande de production électrique.

A la demande de la Banque Mondiale, en mai 1996, l'ORSTOM a effectué des modifications de SIMULSEN afin de tester un scénario prenant en compte la prévision des crues au niveau de la retenue de Manantali et des affluents non contrôlés. Ceci afin d'optimiser le calendrier des lâchers en vue de l'obtention d'une crue à BAKEL de 2500 m<sup>3</sup>/j pendant 10 jours. L'ORSTOM a proposé à la Banque Mondiale plusieurs améliorations de son logiciel.

#### **3.3.4.5 COREDIAM**

Ce logiciel permet de calculer la courbe de remous (rehaussement des eaux du fleuve) jusqu'à BOGHE en fonction de la cote imposée au niveau du barrage de DIAMA.

#### **3.3.5 Possibilités offertes par la télédétection satellitaire**

Da Vinci a acquis une expérience polyvalente de l'utilisation de la télédétection satellitaire, surtout dans le domaine du monitoring de l'exploitation des terres agricole. En collaboration avec la SAED notamment, nous avons pu analyser les possibilités offertes par des images SPOT prises à différentes saisons dans la région de PODOR (images XS et panchro fusionnées). Il subsiste néanmoins de problèmes au niveau de la résolution spatiale de telles données, insuffisante pour pouvoir délimiter précisément les limites des Unités de Mise en Valeur ainsi que pour analyser l'état des aménagements. Nous souhaitons voir dans les phases ultérieures comment la télédtection à très haute résolution, obtenue par micro-satellites, pourrait répondre à ces besoins. Nous croyons également qu'il y a lieu de ne pas écarter la photographie aérienne.

Le CEMAGRAF a réalisé très récemment un inventaire des images satellites existantes dans la vallée du fleuve Sénégal, en focalisant surtout sur les possibilités offertes pour l'étude des crues.

## **3.4 Développement des fonctionnalités du prototype SYGESMAN**

### **3.4.1 Introduction**

Une grande part de travail consacrée par Da Vinci au projet SYGESMAN dans cette première phase a été d'analyser, puis de développer les fonctionnalités de base du système d'information géographique devant servir à intégrer, dans un seul système convivial, à la fois les données environnementales existantes sous diverses formes, les données de télédétection par satellite, les données télémessurées ainsi que les données simulées à l'aide de modèles mathématiques. Comme il a été précisé dans les objectifs du projet, ce système intégré doit permettre aux experts de l'OMVS d'éditer en temps utile des documents synthétiques d'aide à la décision (bulletins, cartes, rapports,...), destinés aux responsables de la politique de l'eau dans le bassin du fleuve, qu'ils soient chargés de la planification, de la gestion quotidienne et/ou du suivi des lâchers d'eau du barrage de Manantali.

### **3.4.2 Analyse conceptuelle du système intégré de gestion**

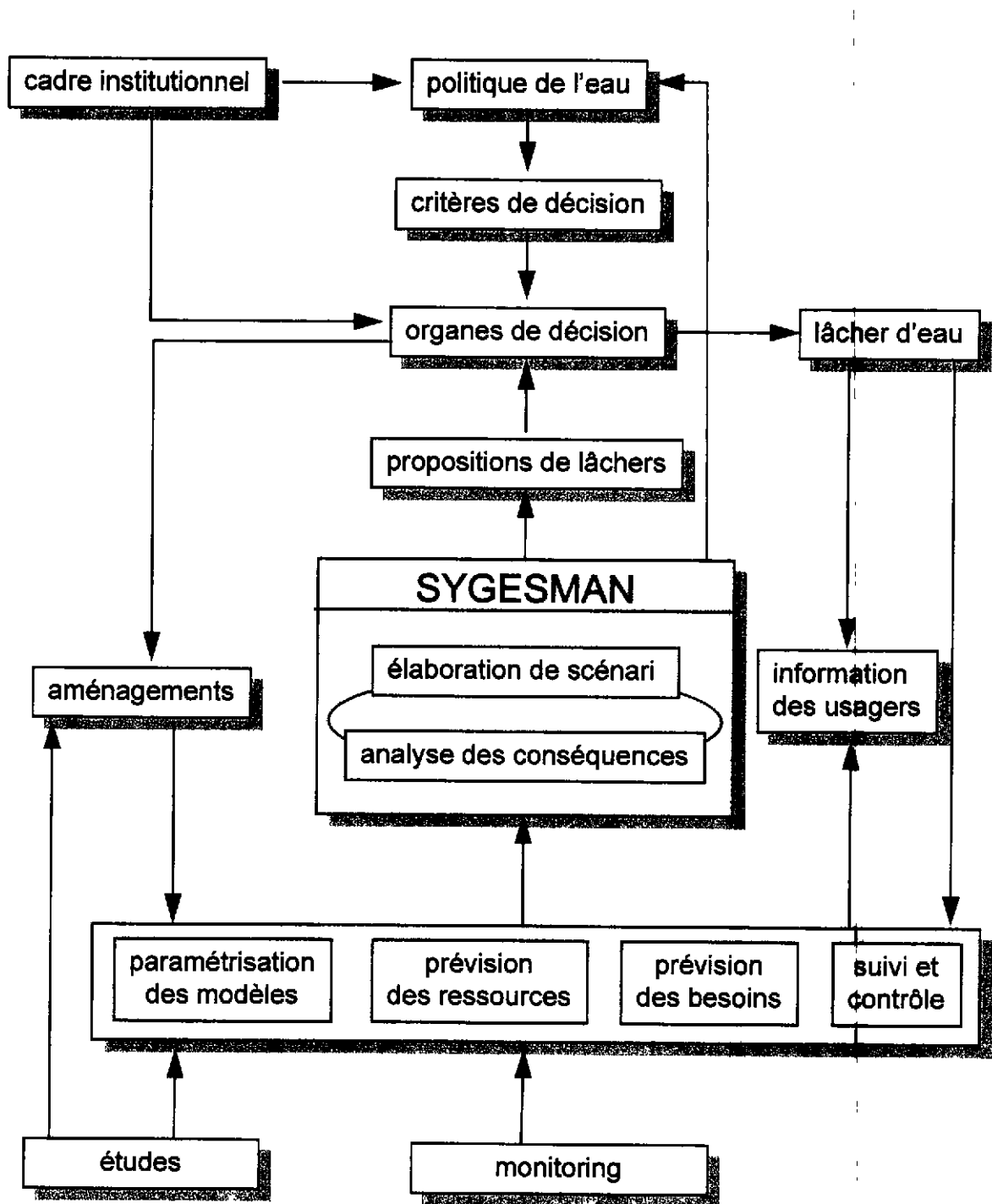
Nous sommes tout d'abord partis d'une analyse très globale du mécanisme de gestion qui doit pouvoir tenir compte des intérêts, parfois divergents, des divers secteurs d'utilisation de la ressource: irrigation, eau potable, navigation, énergie, laminage de crues,...

La figure suivante présente un schéma global de gestion optimale pouvant être appliqué dans le cas du barrage de Manantali. Ce schéma est assez général et différentes modalités d'applications sont possibles.

Nous pensons que l'OMVS doit pouvoir être le plus autonome possible dans la détermination des scénari de lâcher, en fonction de l'évolution des besoins, des priorités et des contraintes climatiques et environnementales. Autrement dit, le système d'aide à la décision doit pouvoir rendre l'OMVS le moins dépendant possible de bureaux d'études extérieurs pour la planification des lâchers.

Ce principe implique non seulement que le système soit le plus convivial possible, mais implique également suffisamment de moyens humains, techniques et financiers.

Place de SYGESMAN dans le mécanisme de gestion des lâchers d'eau du barrage de Manantali



### 3.4.3 Développement des fonctionnalités du prototype

Au niveau du prototype, basé sur le logiciel MapInfo, un important travail informatique a été réalisé chez Da Vinci pour développer plusieurs fonctionnalités, rendant le système plus convivial et permettant d'intégrer et gérer d'une part les multiples sources de données nécessaires à la gestion du barrage et d'autre part les différents modèles mathématiques de simulation. Ce travail continuera pendant toute la durée du projet de manière itérative avec les utilisateurs.

L'outil SYGESMAN permet très facilement de produire des documents de synthèse et des cartes thématiques en combinant les diverses cartes, données et résultats d'analyses. Ces documents synthétiques serviront notamment de support d'information pour la CPE ou pour les autorités chargées de la politique de l'eau.

#### 3.4.3.1 Concepts de SyGesMan

Dans son principe, l'utilisation de SyGesMan repose sur la manipulation d'objets visualisables sur des fonds de cartes, d'une part, et sur le traitement de l'information de toute nature liée à ces objets, d'autre part. Ces informations regroupées selon un thème particulier constituent un catalogue. L'ensemble des cartes, compilées en un atlas, et des catalogues regroupés dans un même but de gestion, de planification et de contrôle forment un projet. Le principe d'organisation des concepts de SyGesMan est schématisé à la figure suivante.

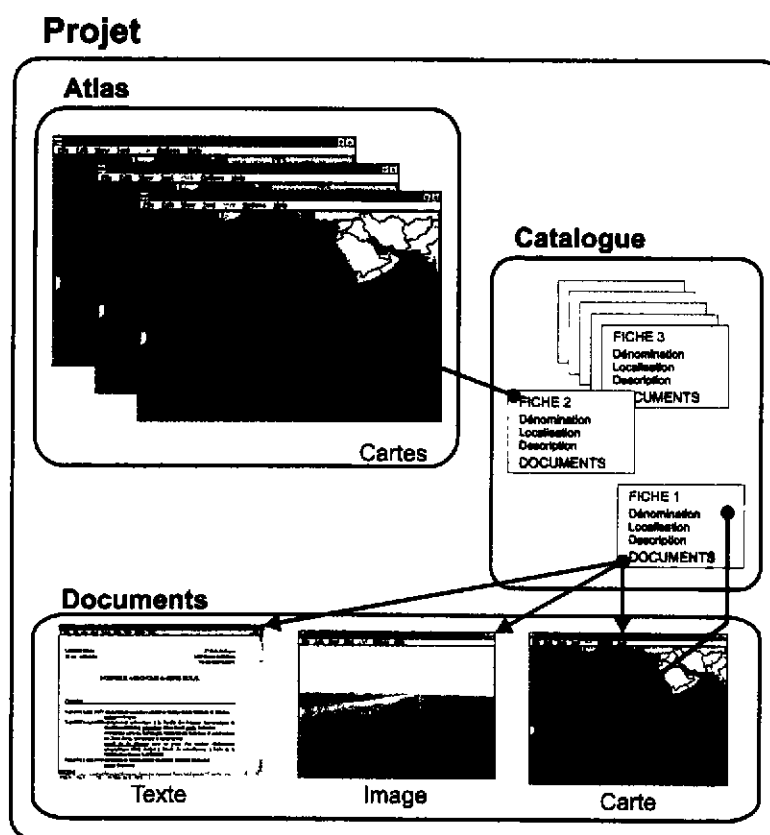
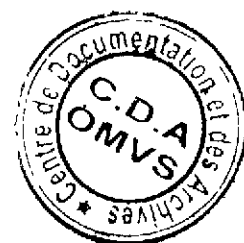


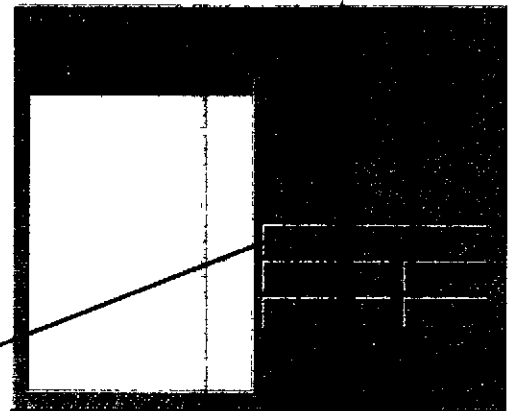
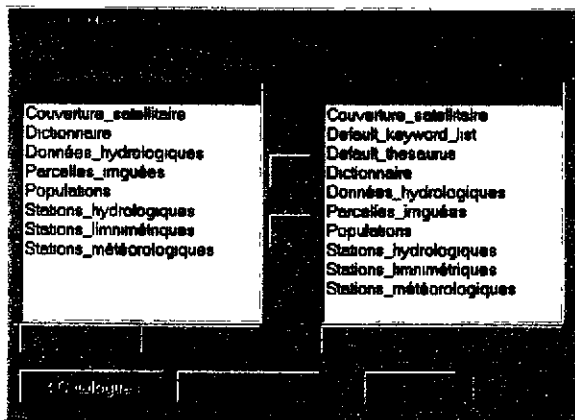
Schéma de principe des concepts de SyGesMan



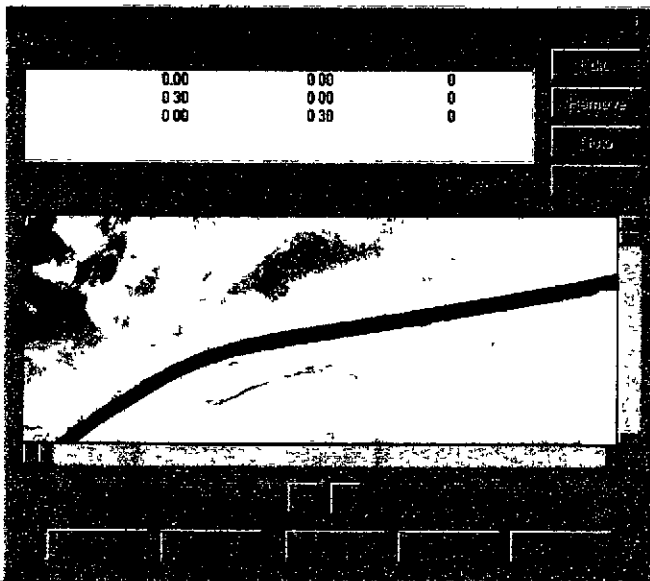
### 3.4.3.2 Aperçu de SyGesMan

SyGesMan profite de tous les avantages de l'interface de Windows pour se rendre aussi convivial que possible. De plus, il organise les informations en catalogues et regroupe les différents fonds de cartes en un atlas, ce qui permet de construire un projet de manière plus intuitive. Un catalogue se présente souvent comme un regroupement de l'information autour d'un thème.

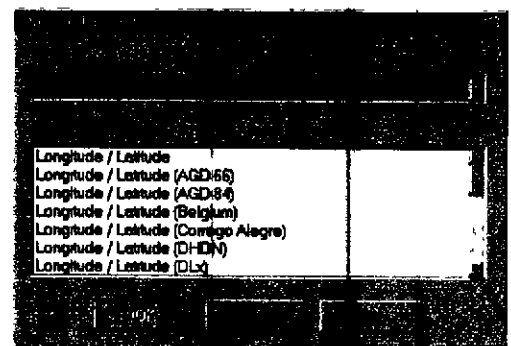
Dès le démarrage, l'utilisateur se trouve face à un gestionnaire de projet qui lui permet de créer un nouveau projet ou de travailler avec un projet existant. Via ce même gestionnaire, l'utilisateur peut visualiser le contenu d'un projet afin d'en appréhender facilement la structure.



Lorsqu'il décide d'entamer un nouveau projet, l'utilisateur peut créer de nouveaux catalogues selon une structure propre ou prédéfinie, ou récupérer des catalogues existants même dans d'autres projets. Les données peuvent également être importées de différentes sources (dBase, Access, Autocad notamment, et Arc/Info via un module supplémentaire).



Les cartes peuvent exister sous divers formats raster parmi les plus courants. La géoréférenciation des images se fait directement dans SyGesMan. L'utilisateur peut choisir parmi 300 systèmes de coordonnées déjà présents et peut même créer son propre système de coordonnées.



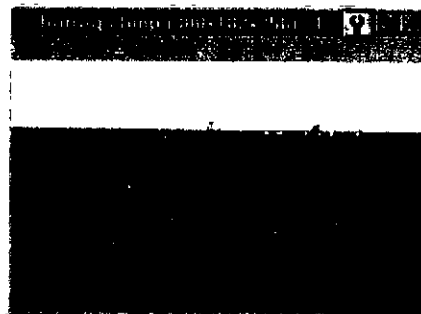




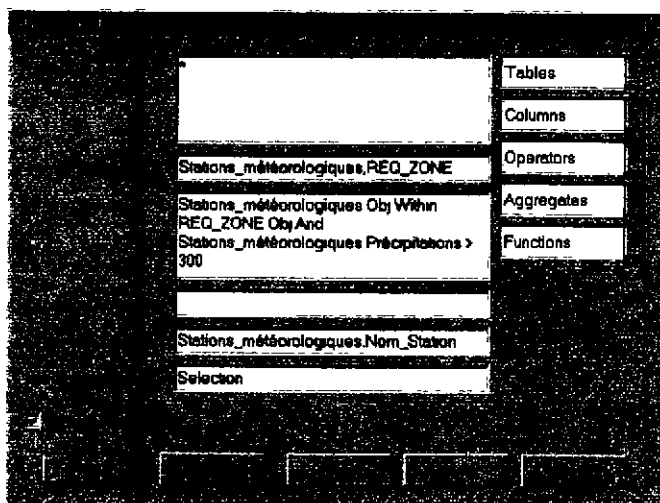
Au niveau de l'interface graphique, les cartes et catalogues s'ouvrent dans des fenêtres. Plusieurs cartes et catalogues peuvent être affichés dans une même fenêtre (une mosaïque de plus de 600 Mo d'images raster par exemple) ou dans des fenêtres différentes. De plus, SyGesMan dispose de tous les outils d'affichage et de navigation au sein des fenêtres des systèmes traditionnels. Ceci permet de présenter de manière optimale les données désirées.

Un catalogue est constitué de fiches. Chaque fiche contient de l'information sur un élément du catalogue. Une fiche peut être associée à un objet vecteur qui sera visualisé sur un fond de carte. Pour ce faire, SyGesMan propose des outils de numérisation qui facilite l'encodage d'objets dans un catalogue, intéressants notamment pour les travaux intenses de numérisation à l'écran.

Parmi les types de données que peut contenir une fiche, l'utilisateur y adjoindra sans difficulté des fichiers de texte, des images, photographies et autres cliparts, des bandes son et même des séquences vidéo. Il suffit juste de posséder le logiciel capable de les interpréter.



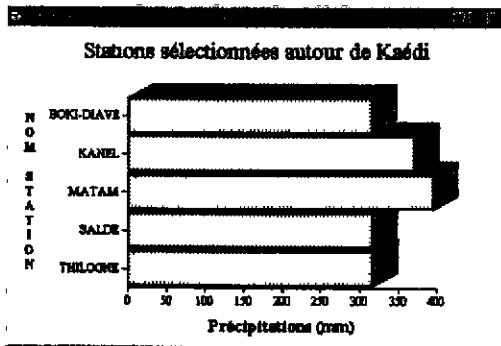
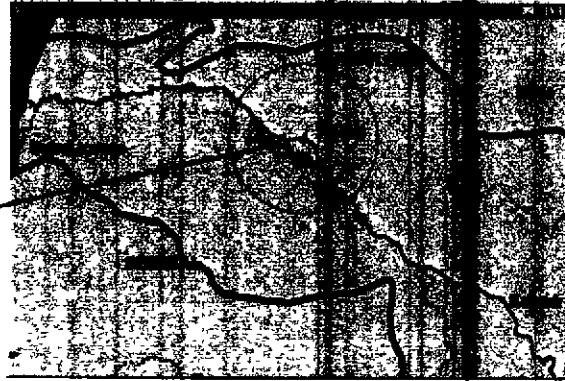
Card content	
<input type="checkbox"/>	ID_Station SN63SLD0
<input type="checkbox"/>	Nom_Station SALDE
<input type="checkbox"/>	Pays_ISO_Nr SENEGAL (686)
<input type="checkbox"/>	WMO_Num
<input type="checkbox"/>	Altitude 30
<input type="checkbox"/>	Précipitations 316
<input type="checkbox"/>	Début_des_mesures 01/01/1961
<input type="checkbox"/>	Fin_des_mesures 01/01/1987
<input type="checkbox"/>	+ Trésors Pluies total (E208)
<input type="checkbox"/>	Notes (Z-EST) XA30044
<input type="checkbox"/>	Source : FAO AGPT Agromet Group
<input type="checkbox"/>	+ Document Vue du barrage



Un des principaux aspects d'un système d'information géographique est la recherche des données et l'affichage des éléments sélectionnés. SyGesMan, comme la plupart des bases de données actuelles, utilise le langage SQL pour les requêtes, et permet d'y intégrer des fonctions propres aux requêtes spatiales. Toutefois, SyGesMan dispose de commandes simplifiées pour la plupart des requêtes au sein d'un même catalogue, notamment lors d'une recherche par mots-clés.

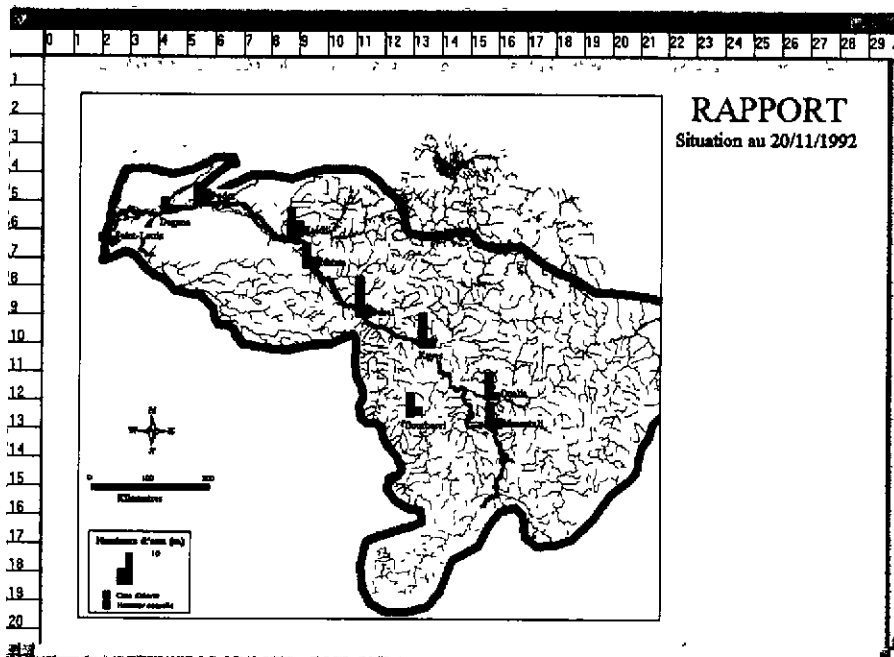
Ces fonctions de recherche et de sélection peuvent être combinées à des fonctions visuelles sur fond de carte telles que la création de zones d'intérêt.

Zone d'intérêt



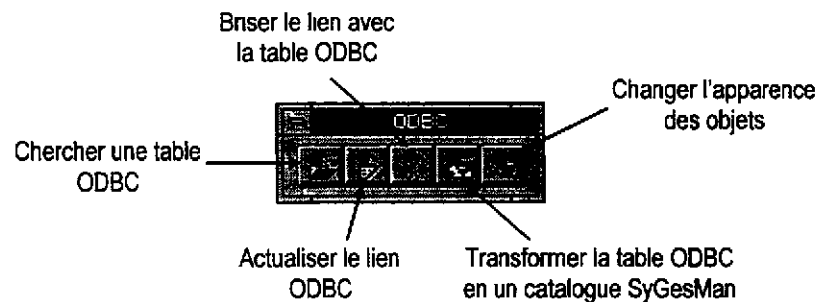
SyGesMan possède aussi divers outils de traitement et d'analyse des données. L'utilisateur trouvera d'une part des fonctions de gestion de base de données traditionnelles, et d'autre part des fonctions d'analyse des données, préambules à la prise de décision. L'utilisateur peut en effet calculer des statistiques diverses sur les éléments d'un catalogue, créer des graphiques (courbes, histogrammes, etc.) sur base de l'une ou l'autre

propriété d'un catalogue, ou peut encore effectuer des analyses mono- ou multivariées, par densité de points, points proportionnels, histogrammes, camemberts ou autres, sur les éléments d'un catalogue. Le résultat d'une telle analyse s'affiche à l'écran, soit directement dans la fenêtre contenant les fonds-de-cartes et les objets des catalogues, soit dans une fenêtre à part selon la méthode d'analyse choisie.



Une fois les données sélectionnées et mises en forme, l'utilisateur a le choix entre préparer une impression, exporter ses données vers un autre logiciel, ou conserver une présentation vers un fichier afin de la sortir ultérieurement.

Conscient que l'utilisateur n'a pas toujours le temps de s'intéresser à un nouveau langage de base de données et à de nouvelles procédures, SyGesMan propose d'établir des liens totalement transparents à l'utilisation avec des gestionnaires de base de données parmi les plus courants (Oracle, Access, dBase, etc.). C'est ce qu'on appelle les liens ODBC. Par ce biais, l'utilisateur retrouve dans SyGesMan l'information stockée dans une table externe et peut l'exploiter comme s'il s'agissait d'un catalogue SyGesMan. Et de manière inverse, l'utilisateur peut confier la gestion des éléments graphiques à SyGesMan et continuer à traiter l'information alphanumérique dans son gestionnaire de base de données habituel. SyGesMan devient donc le complément idéal pour qui veut gérer de l'information spatiale.



Avant de clôturer cette présentation, nous précisons que SyGesMan est un outil appelé à évoluer, et que des fonctions peuvent être développées à la demande. Par exemple, un outil de navigation par noms de localités ou des commandes de sélection et d'analyse personnalisées qui se révéleraient complexes tout en devant être exécutées régulièrement.

L'évolution majeure prévue pour SyGesMan est le couplage à des modèles externes. Selon l'origine et le mode d'obtention du modèle, celui-ci pourra être vu comme un exécutable à part entière, éventuellement utilisé pendant une session SyGesMan, ou comme une macro effective de l'application SyGesMan.

### 3.4.3.3 Les spécificités techniques actuelles de SyGesMan

#### L'atlas de cartes

- ♦ géoréférenciation de cartes à partir de SyGesMan;
- ♦ visualisation des cartes géoréférencées dans SyGesMan en format BMP, TIFF, PCX, JPEG, TGA, BIL, GIF;
- ♦ ouverture d'une ou plusieurs cartes simultanément, dans une ou plusieurs fenêtres;
- ♦ affichage des marqueurs sur les fonds de plan ouverts, indépendamment de la projection et du système de coordonnées;

#### Le catalogue de données

- ♦ concept de projet comprenant ses propres catalogues et son atlas de cartes;
- ♦ possibilité de création d'un catalogue dans SyGesMan connecté à des bases de données externes (MS/Access, etc., par lien ODBC);
- ♦ création dans SyGesMan de catalogues pré-définis comprenant une structure de base avec des champs alphanumériques, numériques et dates, relations pré-établies vers un index de mots-clefs, relation possible vers des documents;
- ♦ possibilité de modifier dans SyGesMan son catalogue, d'ajouter ou d'éliminer des champs, de modifier leur caractéristique, d'ajouter des liens vers d'autres catalogues, des index ou une connection vers des tables externes telles que MS/Access;

- ♦ visualisation et modification dans SyGesMan des données contenues dans MS/Access (ODBC);
- ♦ ouverture d'un ou plusieurs catalogues, affichage d'une ou plusieurs fiches du/des catalogues successivement, navigation entre les catalogues relationnels.

#### Les marqueurs

- ♦ bibliothèque de marqueurs symboles, de taille et de couleur modulables;
- ♦ marqueurs lignes de style, couleur et épaisseur modulables;
- ♦ marqueurs polygones de style, épaisseur, couleur modulables pour la bordure, et de style, couleur modulables pour la trame;
- ♦ étiquettes affichables pour tous les marqueurs ou les marqueurs sélectionnés;
- ♦ étiquettes associées aux marqueurs de position, de taille et de couleur modulables;

#### Les documents

- ♦ ouverture des documents par action sur le marqueur ou sélection dans la fiche du catalogue;
- ♦ documents attachés libellés par un nom logique.

#### Les requêtes

- ♦ requêtes de type SQL, sur plusieurs tables, sur plusieurs champs;
- ♦ opérateurs SQL de type **et**, **ou**, **non**, **comme**, **contient**, **dedans**, **intersecte**;

- ♦ requêtes spatiales par sélection sur fonds de plan, de type ligne, rectangulaire, radiale ou polygonale;
- ♦ requêtes dans une ou plusieurs zones tampons;
- ♦ agrégation de type **moyenne, somme, minimum, maximum, comptage**;
- ♦ fonction de type **longueur, périmètre, surface, distance, date actuelle**;
- ♦ zone tampon autour de marqueur point, ligne ou polygone;
- ♦ zone tampon de taille pré-définie ou fonction d'une valeur numérique d'un champs d'un catalogue;
- ♦ une zone tampon englobant plusieurs marqueurs;
- ♦ une zone tampon autour de chacun des marqueurs;
- ♦ considération du buffer pour les requêtes.

### **L'analyse**

- ♦ représentation thématique des marqueurs de type point ou polygone;
- ♦ valable jusqu'à 4 thèmes maximum (4 champs du catalogue);
- ♦ méthodes des points de dimension variable, surfaces colorées, fromages, barres;
- ♦ affichage d'une légende automatique et modulable.

### **La numérisation**

- ♦ ajout de fiches dans le catalogue par digitalisation sur une carte de base et accès au catalogue;

- ♦ déplacement de la fenêtre lors de la digitalisation.

### **L'import/export**

- ♦ import de données tabulées (ASCII délimité, XLS Excel, DBF dBase, Access, MIF MapInfo Interchange, GMS-Decide interchange) et de données vectorielles (MapInfo Interchange, DXF Autocad, GMS-Decide);
- ♦ export de données au format ASCII délimité, DXF Autocad, DBF dBASE, MIF MapInfo Interchange et GMS-DECIDE interchange.

### **L'impression**

- ♦ pré-visualisation d'un layout d'impression comprenant le fond de plan et les marqueurs afin d'y rajouter la légende automatiquement et du texte;
- ♦ impression de la carte de base et des marqueurs;
- ♦ impression du contenu d'un catalogue ou du résultat d'une sélection.

### **Le matériel et les OS**

- ♦ configuration minimale: un 80386 SX 16 avec coprocesseur et 4 Mo de mémoire RAM;
- ♦ tourne sous Windows 3.x et Windows 95.

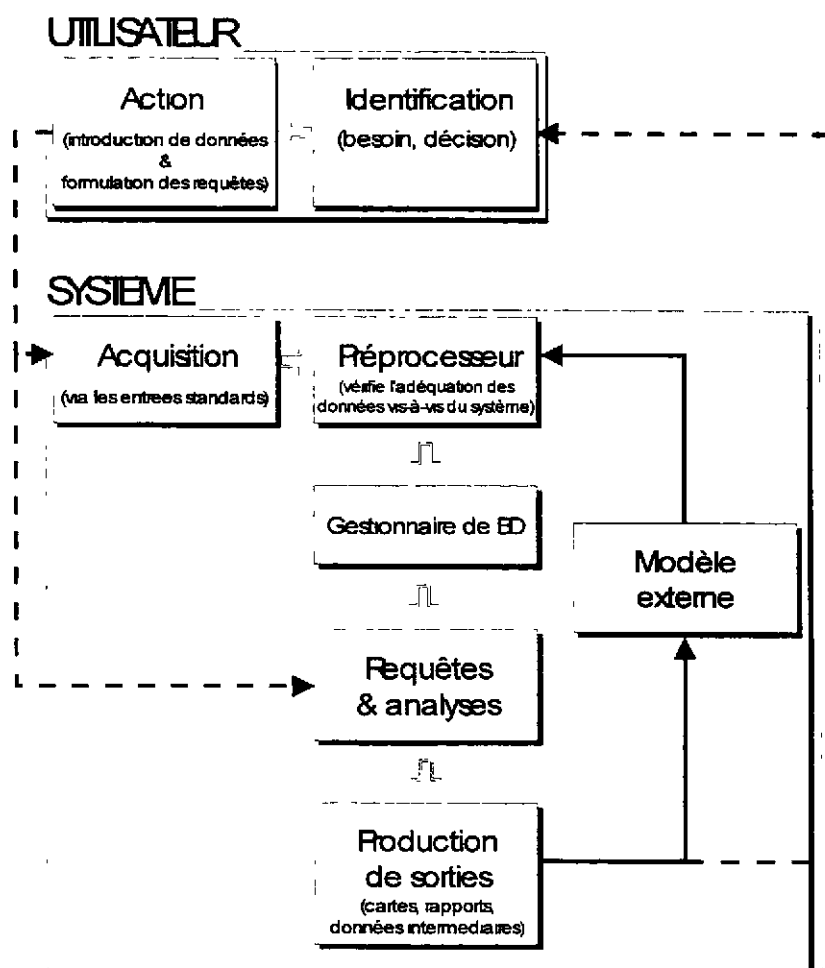
### 3.4.4 Intégration de la modélisation mathématique

Comme nous l'avons dit dans l'introduction, le projet SYGESMAN ne consiste pas à développer de nouveaux modèles hydrologiques ou hydrodynamiques, mais à rechercher et à démontrer comment on pourrait les intégrer dans un système d'information et de gestion plus global. Da Vinci propose que les modèles tels que ceux développés par l'ORSTOM, ou d'autres modèles éventuels, puissent être accessibles au travers de SYGESMAN.

L'idée de base est que les données simulées soient manipulables d'une manière semblable aux données existantes dans les catalogues (bases de données) de SYGESMAN. Une fois sélectionnées, les données sont exploitables statistiquement et directement transférables vers d'autres logiciels tels que EXCEL et WORD. Deux approches sont possibles et doivent encore être validées. Soit, les modèles sont utilisés séparément de manière à remplir des catalogues de données simulées. Soit, les modèles sont couplés directement au système.

La première approche ne nécessite aucune modification du modèle, qui s'utilise normalement, et demande seulement de connaître la structure des fichiers d'entrée et de sortie du modèle, ainsi que son répertoire de travail. La seconde approche, si elle est accompagnée des codes sources du modèle, requiert une étape de développement supplémentaire afin d'adapter les entrées et sorties du modèles pour pouvoir utiliser les fonctions de lecture/écriture de SyGesMan. Mais à l'utilisation, cette approche se révèle beaucoup plus souple.

La figure suivante illustre l'intégration d'un modèle par rapport à l'application et à l'utilisateur.



Une approche générale de simulation est présentée ci-dessous à titre d'éléments de discussion (voir figure ci-jointe).

#### **3.4.4.1 Données initiales**

Au temps  $t_0$ , l'opérateur est supposé connaître:

la cote du plan d'eau de Manantali  $Z(t_0)$ ;  
les cotes et débits en divers points sur le fleuve  $H(x, t_0)$  et  $Q(x, t_0)$ .

#### **3.4.4.2 Connaissance des besoins et des critères de gestion**

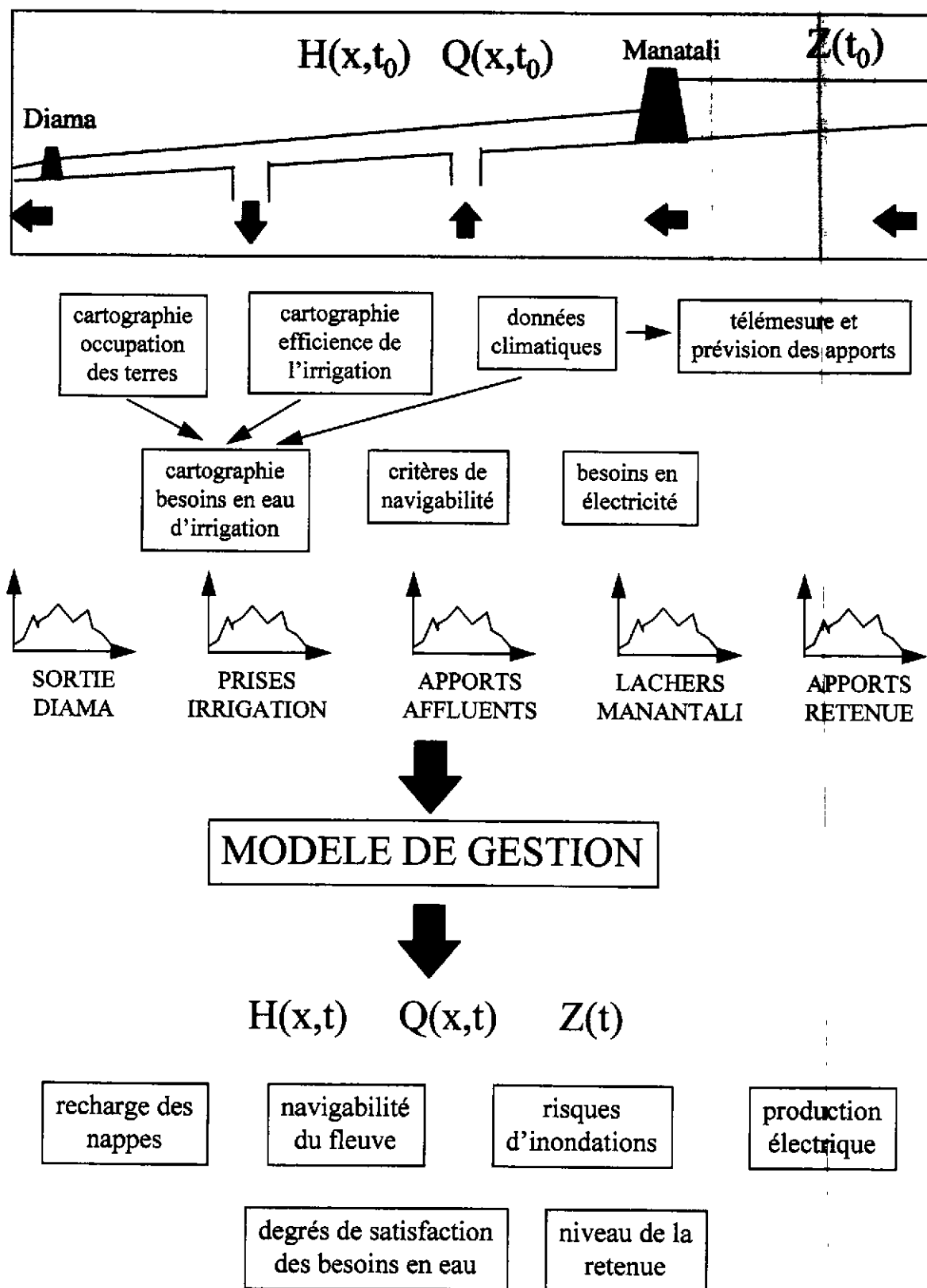
L'opérateur est supposé connaître:

- ◇ les besoins en électricité;
- ◇ les besoins en eau pour les cultures de décrue;
- ◇ les besoins en eau d'irrigation des aménagements;
- ◇ les besoins en eau potable.

En outre, il connaît:

- ◇ les critères de navigabilité du fleuve en termes de cotes minimales;
- ◇ les critères de protection des populations en termes de cotes maximales (inondation);
- ◇ les critères environnementaux.

FIGURE: SCHEMA D'UNE SIMULATION





#### **3.4.4.3 Simulation des besoins en eau d'irrigation**

Actuellement, les prévisions des besoins en eau d'irrigation sont estimées de manière très globale en se basant sur des normes de consommation en eau des cultures et sur les superficies déclarées par les états membres. Les besoins ne sont pas exprimés de manière géographique. Pourtant, les superficies réellement cultivées ainsi que leur répartition spatiale constitue un facteur de gestion essentiel. Avec les moyens actuelles de télédétection, il est facile de mesurer exactement ces superficies, mais surtout on peut ainsi aisément appréhender la répartition géographique de zones cultivées, et donc des besoins en eau.

Il est souhaitable que les hydrogrammes de prises d'irrigation puissent être estimés sur base de données cartographiques d'occupation des terres et d'efficience de l'irrigation, combinées à des données climatiques prévisionnelles. Les données cartographiques d'occupation des terres (superficies et cultures) doivent pouvoir être synthétisées à partir de données détaillées fournies par les organismes actifs sur le terrain, tels que la SAED et la SONADER.

Les hydrogrammes de prises d'irrigation, en n'importe quel point du fleuve (x), doivent aussi pouvoir être estimés sur base d'objectifs de planification. C'est ainsi que l'impact et la faisabilité de grands projets doivent pouvoir être évalués valablement en termes de disponibilité en eau.

#### **3.4.4.4 Simulation des apports**

Les hydrogrammes d'apports dans la retenue ainsi que les hydrogrammes d'apports par les affluents non contrôlés peuvent être calculés sur base de modèles hydrologiques, faisant intervenir des prévisions de pluies combinées à des mesures de débits dans les affluents. Cette approche est prévue dans le cadre des nouveaux développements qui seront réalisés par l'ORSTOM.

Notons ici que des données prévisionnelles de pluies à 3 mois deviennent de plus en plus disponibles, notamment sur Internet, et qu'il ne sera peut-être bientôt plus nécessaire de faire ses propres prévisions sur base d'important moyens.

#### **3.4.4.5 Input des hydrogrammes simulés**

En fonction des calculs prévisionnels décrits aux points précédents, l'opérateur doit pouvoir, pour une certaine durée à partir de  $t_0$ , fonction des objectifs de gestion (temps réel ou planification), définir un certain nombre d'hydrogrammes probables:

- ◇ un hydrogramme d'apports d'eau dans la retenue en amont du barrage;
- ◇ des hydrogrammes d'apports d'eau des affluents non contrôlés (Bakoye et Falémé);
- ◇ des hydrogrammes de prises d'eau pour l'irrigation.

#### **3.4.4.6 Scénari de gestion**

L'opérateur choisit ensuite des scénari de lâcher à Manatali et de gestion de cotes à Diama (déversements), exprimés pour la même durée.

L'opérateur doit avoir le loisir de modifier ces scénari à volonté, après analyse des conséquences, dont question plus loin.

#### **3.4.4.7 Simulation proprement dite**

Une fois les données introduites dans le système, celui-ci calcule automatiquement, à l'aide de routines telles que PROGESEN, l'évolution de la cote du plan d'eau de Manantali, ainsi que des cotes et débits en plusieurs points du fleuve.

#### **3.4.4.8 Analyse des conséquences des scénari de gestion**

L'opérateur peut ensuite vérifier le degré de satisfaction des différents critères:

- ◇ satisfaction des besoins en eau;
- ◇ satisfaction des besoins en électricité;
- ◇ navigabilité;
- ◇ capacité de recharge des nappes phréatiques;
- ◇ risques d'inondations;
- ◇ autres critères environnementaux éventuels;
- ◇ ...

#### **3.4.4.9 Aide à la décision**

En choisissant ainsi plusieurs scénari et plusieurs hypothèses en termes de prises d'irrigation et d'apports probables, l'opérateur peut produire des documents de synthèse destiné aux organes de décision tels que la CPE.

## 3.5 Acquisition d'Equipements Informatiques

### 3.5.1 Introduction

Le projet prévoyait l'achat du matériel dans le courant de la première phase, soit en 1996, et son transfert à l'OMVS dans le courant de la deuxième phase, soit en 1997. Ce matériel a été acquis en concertation étroite avec l'OMVS, après avoir confronté les besoins aux capacités déjà existantes.

Rappelons que le Haut Commissariat de l'OMVS a un rôle à jouer au niveau de la recherche et la mise au point de nouvelles techniques permettant d'améliorer le dispositif de gestion, qui, une fois la faisabilité prouvée, devraient être transférées ultérieurement aux structures chargées de la gestion opérationnelle.

Il est donc nécessaire que l'OMVS puisse disposer d'un équipement informatique au goût du jour et suffisamment polyvalent que pour pouvoir y intégrer et tester les différentes fonctionnalités de gestion, de traitement et d'analyse de données pouvant être générées par les nouvelles technologies de monitoring aériennes et spatiales.

L'équipement doit donc permettre essentiellement:

- de familiariser les experts techniques de l'OMVS avec l'utilisation des nouvelles technologies de SIG, de télédétection satellitaire et de gestion de données;
- de démontrer et de tester les capacités de la solution SYGESMAN en tant qu'outil d'aide à la décision pour la programmation et le suivi des lâchers d'eau du barrage de Manatanli.

Remarquons toutefois que les équipements fournis dans le cadre du projet SYGESMAN n'est pas destiné à satisfaire les autres besoins informatiques éventuels de l'OMVS.

En fonction des éléments fournis par le DDC, il ressort que le système doit pouvoir intégrer les fonctionnalités suivantes:

- organisation et gestion de sources de données à formats multiples à l'aide d'un système de gestion de bases de données relationnelles;
- traitement d'images satellitaires pour le suivi de la crue, le suivi des périmètres, les cultures de décrue, etc;
- production et gestion de fonds cartographiques géoréférencés à partir de cartes existantes et d'images satellitaires;
- agrégation et analyse statistiques de données;
- production de cartes thématiques (potentialités des terres, ...) ainsi que de spatio-cartes (localisation des périmètres, ...);
- production de rapports et bulletins périodiques documentés par des cartes et graphiques.

### 3.5.2 Equipements existants

En janvier 1996, le DDC a fourni une synthèse des équipements informatiques dont il dispose actuellement. Plusieurs de ces équipements, en particulier les équipements fonctionnant sous UNIX sont aujourd'hui inopérables (séries dépassées et plus maintenues par le constructeur). Le parc de matériel pouvant être réutilisé est constitué de:

- deux micro ordinateurs Compaq DESKPRO, 8Mb RAM, 500 Mb de disque dur, écran couleur VGA, 66 Mhz;
- un micro ordinateur AST BRAVO LC, 8 Mb RAM, 486/66 Mhz, 400Mb de disque dur, moniteur couleur 14";
- une imprimante couleur HP DESKJET 600 C;
- un scanner couleur A4;
- une table à digitaliser ALTEK A0;
- un traceur HP Draftpro A0-A4, 8 plumes;
- un traceur HP 7580 B A4-A1.

### 3.5.3 Equipements supplémentaires acquis par le projet

Un ensemble d'équipements informatiques a été acquis pour le projet et sera transféré en principe à Dakar en juin 1997. Cet équipement est essentiellement constitué de deux stations de travail Pentium et de leurs périphériques. Ces stations sont pourvues des logiciels de base sur Windows et des logiciels spécifiques pour le projet: MapInfo(SIG) et ER-Mapper (traitement d'images). L'une des deux stations de travail sera installé dans un local mis à disposition du projet par l'OMVS. L'autre sera utilisé pour développer le prototype.

SERVEUR NT  
PENTIUM COMPAQ 150 Mhz  
32 MB RAM  
Disque dur 2 GB IDE  
Disque dur Seagate Barracuda SCSI 4 GB  
lecteur CD-ROM  
Système d'exploitation NT  
Graveur CD Yamaha externe (4X lecture, 2x écriture)  
Moniteur couleur 21" NEC Multisync 6FG

Ce PC sera considéré comme machine pour le traitement d'image. Sa grande capacité en disque dur permet de traiter plusieurs images en même temps. De plus, l'ajout du graveur CD-ROM permet de sauvegarder son travail final sur un support standard.

PENTIUM COMPAQ 150 Mhz  
32 MB RAM  
Disque dur 2 GB IDE  
lecteur CD-ROM  
Windows 95  
Système de sauvegarde Colorado 800 MB  
Moniteur couleur 21" NEC Multisync 6FG

PC Portable Olivetti  
100 Mhz, 16 MB RAM, disque dur 810 MB, lecteur CD-ROM 6x

PC Portable Toshiba  
100 Mhz, 16 MB RAM, disque dur 810 MB, lecteur CD-ROM 6x

Imprimante Laser HP 4P

Imprimante couleur Epson stylus color XL (A3)

#### Logiciels:

Traitement d'image: ER Mapper  
SIG: Mapinfo  
MS-OFFICE 97

#### Réseau:

Etant donné que nous avons du Win 3.11 et du Windows 95, nous préconisons une architecture réseau basé sur un serveur WINDOWS NT qui permet une intégration aisée de ces systèmes d'exploitation. Afin que toutes les informations puissent circuler librement, les différents PC seront connectés via un réseau LAN. Le type de réseau sera du type coaxial. Celui-ci permet d'ajouter aisément des PC dans le futur.

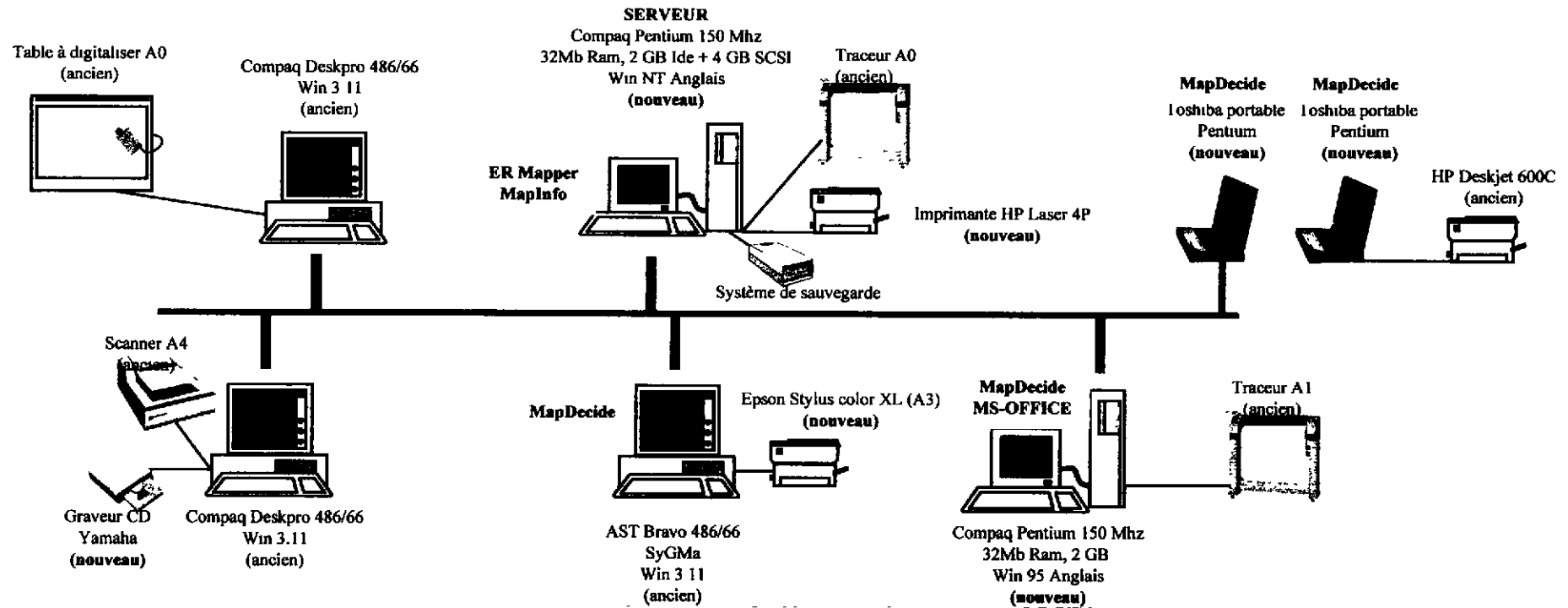
#### **3.5.4 Architecture du système**

Il est possible et recommandé de mettre en réseau les équipements pouvant être récupérés, complétés par un certain nombre de nouveaux équipements pouvant être fournis par le projet. Après analyse du document fourni par le DDC d'une part et en tenant compte des objectifs, des choix technologiques et des contraintes budgétaires du projet SYGESMAN, seule une solution entièrement de type PC peut être retenue ici. De plus, seule l'une solution entièrement de type PC se prête aux capacités de maintenance et de gestion système disponibles. Le système d'exploitation choisi est de type WINDOWS NT.

Cette solution est flexible et évolutive et permettra ultérieurement, si nécessaire, l'ajout de périphériques supplémentaires. Le schéma suivant présente l'architecture du système.

FIGURE: ARCHITECTURE DU SYSTEME

## PROJET SYGESMAN ACHITECTURE MATERIEL INFORMATIQUE



## 4. ACTIONS ENVISAGEES POUR 1997

Rappelons que le projet doit aboutir, après analyse de la situation existante et recommandation d'une approche plus intégrée, à un prototype de système informatique (tableau de bord de gestion) permettant de démontrer comment, par une approche géomatique, il devrait être possible d'intégrer un ensemble de fonctions de mesure, de simulation, de planification d'opération et de suivi.

La priorité doit d'abord être axée sur la poursuite du développement du prototype, l'intégration des données et l'intégration des modèles de simulation.

Tenant compte des considérations précédentes, les tâches suivantes ont été identifiées:

- transfert et installation des équipements informatiques acquis dans le cadre de la première phase;
- mission de formation en Belgique de deux experts locaux;
- visite des cellules nationales de l'OMVS ainsi que des structures locales de gestion des ouvrages de Manantali et de Diama;
- poursuite de l'analyse des besoins informatiques et fournitures d'équipements complémentaires;
- poursuite de l'étude conceptuelle globale d'un système intégré de gestion en tenant compte en particulier de la problématique des crues;
- poursuite des développements du prototype;
- intégration de données dans le prototype;
- analyse de l'intégration des modèles

### PLANNING PREVISIONNEL DE JUIN A DECEMBRE 1997

	j	j	a	s	o	n	d
transfert et installation du matériel							
mission de formation,							
visite des cellules nationales de l'OMVS							
développements informatiques							
intégration de données dans le prototype,							
analyse de l'intégration des modèles							
production du rapport d'avancement							

## 5. CONCLUSION

En résumé, la première phase du projet a permis surtout, après une période d'organisation et de mise en route, d'analyser la documentation et les modèles existants, de faire le diagnostic du dispositif actuel de gestion et de suivi, d'identifier les principaux intervenants et leurs besoins et d'analyser les fonctionnalités et la structuration des données du système.

En se basant sur cette analyse, un effort important a été consenti en parallèle pour développer les fonctionnalités de base du prototype informatique et pour étudier comment y intégrer de manière optimale la modélisation mathématique.

La première version du prototype sera transféré prochainement à l'OMVS en même temps que les équipements achetés pour le projet. La formation des experts et l'intégration de données pourra débuter dès que le matériel sera installé.

