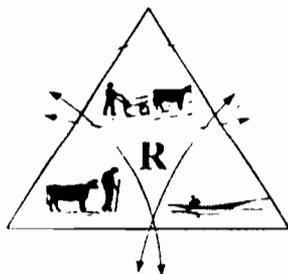


CNRST

*Ministère Enseignement Supérieur
et Recherche -
République du Mali*

CERDIN

*Groupe de réflexion pluridisciplinaire
malien pour une Gestion Intégrée
des Ressources Naturelles
dans le Delta Intérieur du Niger*



EIDES-DIN

*ÉTUDE INTÉGRÉE DE LA DYNAMIQUE DES PROCESSUS ÉCOBIOPHYSIQUES
ET SOCIO-ECONOMIQUES D'UNE ZONE HUMIDE TROPICALE :
LE DELTA INTÉRIEUR DU NIGER*

Document de projet
identification et cadrage

par le groupe CERDIN (CNRST)
avec le support des projets GIHREX (IRD) et ZADIN (GIP-Hydrosystèmes)

Rédacteur : Didier ORANGE (IRD)

Bamako, octobre 1999

Ont collaboré à la rédaction de ce document, par ordre alphabétique :

CARTAILLER Caroline, CERDI / Univ. Clermont I

DIALLO IAM Mamadou, CNRST / Bamako

KODIO Amadou, SPGRN / IER / Mopti

KUPER Marcel, IRD / Bamako

MAIGA Abdou Yeya, IER / Gao

MORAND Pierre, IRD / Bamako

NIARE Tiéma, PRH / IER / Mopti

ORANGE Didier, IRD / Bamako

PONCET Yveline, ERMES / IRD / Orléans

TEKAYA Chiffa, PAO – Div. Sciences / UNESCO / Paris

TRACRE Djériba, PNAE / Min. Environnement / Bamako

Sommaire

Avant-propos (in french and english versions)

Une chance inestimable, un constat, une proposition

Préambule

Philosophie pour une recherche utile au développement

Introduction

Une unité de gestion intégrée : l'hydrosystème delta

La modélisation intégrée

L'observatoire

Un projet de développement

Partie 1 : Le contexte malien

Chap. 1 - Le contexte géographique : le delta intérieur du Niger

Chap. 2 - La politique de l'Environnement au Mali

Chap. 3 - CERDIN, une plate-forme de recherche pluridisciplinaire

Partie 2 : Les principes du projet

Chap. 4 - Justifications

Chap. 5 - Stratégie du projet

Chap. 6 - Objectifs du projet

Chap. 7 - Les résultats attendus

Partie 3 : Les activités de recherche

Chap. 8 - Les activités en cours

Chap. 9 - Les conditions de mise en œuvre de la recherche

Partie 4 : Le budget prévisionnel

Chap. 10 - Calendrier indicatif de mise en œuvre de la recherche

Chap. 11 - Estimation et ventilation des coûts hors équipements de développement

Conclusion

Annexes

Table des matières

-Summary

Preface

An invaluable chance, an observation, a proposal

Preamble

Research for development

Introduction

A unit of integrated management : the inland delta of the Niger river

Integrated modelling

The observatory

A development project

Part 1 : The malian context

Chap. 1 - The geographical context

Chap. 2 - Environmental policy in Mali

Chap. 3 - CERDIN, a multi-disciplinary research platform

Part 2 : Project principles

Chap. 4 - Justifications

Chap. 5 - The project strategies

Chap. 6 - The project objectives

Chap. 7 - Results

Part 3 : Research activities

Chap. 8 - On-going activities

Chap. 9 - Implementation for research activities

Part 4 : Previsionnal budget

Chap. 10 - Implementation calendar for research activities

Chap. 11 - Estimation and break-down of costs without development equipments

Conclusion

Annexes

Table

Avant-propos

Une chance inestimable : l'eau au cœur du Sahel

Le Sahel est traversé par de longs fleuves qui s'étirent sur des centaines de kilomètres où ils répandent et entretiennent la vie. Le fleuve Niger, le plus grand, s'étend ainsi de la Guinée au Nigeria, et arrose successivement le Mali, le Niger et le Burkina Faso. Chose exceptionnelle, le fleuve Niger a la particularité de contenir deux deltas : l'un intérieur et l'autre maritime. *Le Delta Intérieur du Niger est à la fois une véritable source de biodiversité et de productivité, et un rempart contre la désertification qui menace si durement la zone sahélienne.*

Un constat : nécessité de réseaux intégrés

La recherche fondamentale peut jouer un rôle important dans le processus de développement (éradication de la pauvreté, sécurité alimentaire, amélioration de l'environnement), si elle prend en considération son utilisation potentielle dans la société. Pour cela, le schéma classique linéaire formé par la succession *recherche de base / recherche appliquée / innovations / vulgarisation* est à remettre en cause. *La recherche environnementale pour le développement doit s'apparenter davantage aux écosystèmes étudiés, avec des fonctions multiples et des interactions complexes entre les différents partenaires* : scientifiques, pouvoirs publics, développeurs, ONG, acteurs économiques et sociaux. Elle repose alors sur une activité systématique de mise en réseau dans laquelle le contenu de ce qu'il faut savoir et la nature des innovations à élaborer se déterminent dans le même mouvement, et celui-ci s'accompagne de la mise en place d'un collectif qui rassemble les différents partenaires.

Une proposition : identification et cadrage pour un projet de développement

Comprendre le fonctionnement de l'écosystème du Delta Intérieur du Niger pour apprendre à gérer ses ressources naturelles de façon durable, voilà le défi qu'un groupe de chercheurs maliens et français (CERDIN) se sont lancés en novembre 1996 à Bamako. La *Gestion Intégrée des Ressources Naturelles* (ou INRM, *Integrated Natural Resources Management* soutenu par le CGIAR) est par définition interdisciplinaire et hautement participative. Elle est donc forcément complexe car concerne de multiples acteurs. Le groupe CERDIN, soutenu par les projets de recherche GHIRES et ZADIN, a eu pour objectif de mobiliser les potentialités maliennes (scientifiques, institutionnelles, gouvernementales) concernant la GIRN dans le Delta Intérieur du Niger. Il a obtenu le label scientifique français de *Zone Atelier* par le GIP-Hydrosystèmes (Paris) (seule zone atelier internationale) et est intégré au volet *Zones Humides* du *Programme Hydrologique International* de l'UNESCO.

Ce document de projet est un document d'identification et cadrage pour la réalisation d'un projet de développement concernant la gestion intégrée des ressources naturelles dans le delta intérieur du Niger. Il fait la synthèse de propositions issues de 3 années de réflexion et études préliminaires, qui constituaient un préalable nécessaire à l'uniformisation de l'information environnementale disponible, à la mobilisation des acteurs et à la construction des outils nécessaires pour la structuration d'un tel projet de développement.

Preface

An invaluable chance : the water in the heart of Sahel

The Sahel is fed by long rivers stretched over hundreds of kilometers allowing and maintaining life. The Niger river, the longest, makes its way from Guinea to Nigeria, watering Mali, Niger and Burkina Faso. The Niger river has the particularity to possess two deltas : one inland and the other at the mouth of the river. The inland delta of the Niger river is at the same time a constant source of bio-diversity and productivity, as well as a protection against desertification, to which the Sahel is greatly exposed.

An observation : necessity of integrated networks

Fundamental research can play an important role in the process of development (eradication of poverty, food security, environmental protection), if it takes its potential utilisation for the society into account. To achieve this, the classical linear approach of a succession of fundamental research, applied research, innovations, and extension, should be questioned. Environmental research for development should have more in common with the eco-systems that are studied with multiple roles and interactions between the different partners in development : researchers, government, development agencies, NGO's, economic and social actors. Research is then systematically integrated into a network in which knowledge and the nature of innovations are determined through the same mechanism, involving all the different partners.

A proposal : identification and guidelines for a development project

"Understanding the functioning of the eco-system of the inland delta of the Niger river in order to learn how to manage its natural resources sustainably" is a challenge that a group of malian and european researchers (CERDIN) have taken up in November 1996 in Bamako. The ***Integrated Natural Resources Management*** (INRM as sustained by the CGIAR) is by definition inter-disciplinary and highly participative. In addition, it concerns a complex system because of the multitude of processes and actors. The group CERDIN, with the support of the projects GIHREX and ZADIN, has as its objective to mobilise potential malian strengths (scientific, institutional, governmental) concerning INRM in the inland delta of the Niger river. The group has obtained the scientific label "Zone Atelier" ("Workshop Zone") of the GIP-Hydrosystems (Paris) and is integrated in the "Humid Zones" component of the *International Hydrological Programme* of UNESCO.

This project document is intended to identify and guide the implementation of a development project concerning the integrated natural resources management in the inland delta of the Niger river. This synthesis is issued from three years of learning and preliminary studies, which were necessary for the standardisation of environmental information, for the mobilisation of actors and for the conception of tools necessary for the structuration of this development project.

Préambule :

philosophie pour une recherche utile au développement

« La rationalité économique du développement durable doit se concevoir sur le long terme et dans l'optique d'une gestion rationnelle des ressources de ces écosystèmes. Dans cette perspective, l'objet central de la recherche ne peut plus être l'écosystème ou une ressource naturelle particulière. Il s'agit bien de rechercher comment les dynamiques sociales (pratiques familiales, culturelles, économiques) interfèrent sur les attributs vitaux (paramètres des structures ou de fonctionnement) des systèmes écologiques et inversement comment ceux-ci peuvent déterminer des changements sociaux et productifs. »

Antoine CORNET, Aménagement et Nature, 129 (13-18), 1998

Vers un développement durable et une Gestion Intégrée des Ressources Naturelles

Après les concepts de développement économique, la tendance internationale est au **développement durable**. Ce concept ne relève pas d'un simple phénomène de mode, mais d'une préoccupation profonde et universelle : "répondre aux besoins du présent sans compromettre la possibilité pour les générations futures de satisfaire les leurs".

A travers le monde, une réelle sensibilisation est née, appuyée par la médiatisation des grandes conférences sur l'environnement, dont la plus significative reste la Conférence de Rio en 1992, et par la large adhésion aux programmes d'action précurseurs (Agenda 21) ou qui découlèrent de ces conférences internationales et qui permirent de déterminer des sentiers d'action vers des systèmes plus efficaces et durables. Ainsi, peut-on se réjouir de voir émerger de nombreuses mesures politiques, programmes d'action et initiatives collectives, élaborés tant au niveau national que régional, même si néanmoins le chemin à parcourir reste encore long.

Jusqu'à présent, trop peu d'attention était donnée aux implications anthropiques sur l'environnement. Il est indéniable que maintenant est acquis, sur la scène politique internationale, un consensus sur la nécessité de se mobiliser et d'entreprendre des actions en faveur d'une gestion plus rationnelle des ressources naturelles. Pour avoir une chance de succès, les programmes d'allègement de la pauvreté doivent aller de paire avec l'amélioration de la gestion des ressources. La notion de *Gestion Intégrée des Ressources Naturelles* est née.

A tous les niveaux, des actions peuvent et doivent être prises. Les utilisateurs sont, avant tout, préoccupés par la lutte quotidienne pour leur survie et ne perçoivent pas la conservation des ressources comme un besoin immédiat. Pourtant, il faut pouvoir contrôler les impacts environnementaux des projets de développement et de la gestion des ressources naturelles, dans une perspective de long terme. L'État a un rôle déterminant à jouer, en orientant les activités humaines vers une plus grande responsabilisation et en créant un cadre incitatif favorable à leur réalisation (politiques sectorielles, incitations économiques, subventions, formes institutionnelles, législation, décentralisation). Dans de nombreux pays, dont le Mali, des Plans Nationaux d'Action Environnementale (PNAE), des Plans Nationaux de Gestion de l'Information Environnementale (PNGIE) et des Stratégies Nationales de Développement Durable ont été mis en œuvre.

Les acteurs concernés étant nombreux, la cohérence et la coordination des différentes initiatives sont primordiales. Or, il faut noter que les utilisateurs des ressources, les gestionnaires, les administrateurs, les décideurs et les scientifiques ont une appréciation différenciée du besoin d'utilisation durable. Aussi, la phase de conception et de test des outils nécessaires sont encore du ressort de la recherche.

La recherche : pour l'information utile au service du développement durable

Source de connaissances, la recherche a un rôle essentiel à jouer en amont des prises de décision. D'une part, ***comprendre l'ensemble des processus impliqués*** ainsi que les enjeux économiques, sociaux et environnementaux qui en dérivent, d'autre part, ***apprendre à gérer et mettre à disposition l'ensemble de l'information environnementale*** existante afin d'apporter des éléments de réponse utiles aux différents acteurs, constituent le défi que la recherche doit relever.

Mais cette avancée de la science n'est rien, s'il n'est pas mis en place un système efficace de diffusion des connaissances. La communication des données et des résultats, mis ~~en lumière~~ par la recherche, permet aux acteurs de ~~baser leurs décisions~~ sur la connaissance, plutôt que sur des hypothèses et des rumeurs. Parce qu'inégal, l'accès à l'information constitue un véritable pouvoir ("information is power"). L'amélioration de la diffusion de l'information peut renforcer les acteurs qui souffrent d'un déséquilibre d'accès à l'information et ainsi accroître l'efficacité et la durabilité de leurs décisions.

Par ailleurs, le milieu scientifique affiche aujourd'hui une volonté certaine de se rapprocher des utilisateurs, de s'assurer que leurs recherches sont utiles et utilisées. Leur priorité est moins de travailler dans le but de faire progresser la Science, que de répondre à des besoins exprimés par de futurs utilisateurs. Ils sont de plus en plus disposés à travailler en concertation avec d'autres chercheurs, d'autres utilisateurs, si ces collaborations peuvent permettre une avancée des connaissances, au service des acteurs du développement.

Un projet de recherche pluridisciplinaire, pour une gestion intégrée et durable

C'est à partir de ce constat que, réunis dans un groupe intitulé ***CERDIN***, des chercheurs maliens et français ont décidé de mettre en commun leurs efforts de recherche. Leur terrain d'étude est un écosystème deltaïque complexe (le Delta Intérieur du fleuve Niger), où tous les processus physiques, naturels et humains, sont imbriqués et dépendant de la disponibilité en eau liée à la crue fluviale.

Ce groupe de scientifiques a pour ambition de réaliser conjointement avec d'autres professionnels du développement, et en concertation avec les populations locales et les structures régionales, un ensemble d'opérations de recherche nécessaires à la réalisation d'un observatoire utile pour la gestion intégrée des ressources naturelles dans le delta intérieur du Niger, prénommé l'***OSÉD (Observatoire Socio-Ecologique du Delta)***. L'identification et le cadrage d'un tel projet de développement, intitulé ici ***EIDES-DIN***, est la motivation de ce document. Les grands objectifs scientifiques y sont identifiés. L'objectif final est de fournir des outils d'aide à la décision, destiné à tous les utilisateurs et gestionnaires des ressources naturelles.

Introduction

Une unité de gestion intégrée : l'hydrosystème delta

Les hydrosystèmes ont une fonction socio-économique centrale car ils sont le lieu commun de nombreuses activités et services concurrents. Il faut donc apprendre à les gérer. Sinon, l'eau et les ressources de l'hydrosystème seront de plus en plus l'objet de conflits d'usages. Aussi, mettre en place une gestion durable des grands hydrosystèmes constitue un défi scientifique, technologique et politique majeur.

Afin de faciliter cette prise de conscience commune pour le partage d'une ressource trop convoitée et la nécessité d'agir ensemble pour son exploitation rationnelle, l'objet hydrologique géographique constitué par le bassin versant est une opportunité. Ainsi, le delta intérieur du Niger représente un cadre stratégique éco-biophysique et socio-économique particulièrement favorable pour y développer des réflexions et recherches novatrices, qui contribueront d'une part, à la maîtrise de l'information utile vers une gestion durable des ressources naturelles, et d'autre part, à la reconnaissance du delta intérieur comme une unité de gestion intégrée.

Le groupe scientifique CERDIN (*Crue et décrue, Edification et partage de la Ressource dans le Delta Intérieur du Niger*), réunissant plusieurs instituts de recherche et directions nationales maliens, est engagé dans cette réflexion depuis novembre 1996 en collaboration avec le projet de recherche GIHREX de l'IRD (*Gestion Intégrée Hydrologie, Ressources, systèmes d'Exploitation*) et a obtenu en 1998 pour deux ans (1999-2000) le label de *Zone Atelier* par le GIP-Hydrosystèmes. Il se propose d'utiliser un ensemble d'outils généralement regroupés sous les termes d'**observatoire** et de **modélisation intégrée** (dite aussi de systèmes complexes), pour réaliser le renforcement de la coopération en matière d'échange et d'élaboration de l'information environnementale entre chercheurs, décideurs et acteurs.

La modélisation intégrée

La modélisation intégrée a pour objectif majeur de représenter des relations spatiales et temporelles entre les différents niveaux d'organisation d'un système complexe, ici l'écosystème naturel du delta intérieur du Niger. Elle permet d'une part, d'anticiper les dynamiques des systèmes étudiés, afin, par exemple, de contrôler les impacts d'une politique de gestion (simulation), puis d'autre part, d'impliquer les différents acteurs et en particulier d'emporter la conviction des décideurs (stratégie et décision). Elle apparaît donc être un outil propice à la traduction de la recherche en actions de développement par la nécessaire mise en cohérence des priorités et des thèmes d'intérêt commun qu'elle implique. Elle agit comme une plate-forme stimulant l'approche participative et permettant de :

- renforcer la dynamique de recherche,
- mobiliser les communautés concernées,
- orienter les politiques et intégrer les actions.

L'observatoire

La modélisation intégrée est associée à une super-structure désignée sous le nom d'observatoire, qui réunit à la fois : une base de connaissance, un système d'information, l'outil de modélisation intégrée et une interface intelligente produisant des indicateurs répondant aux demandes des clients.

Le travail de construction de l'observatoire ne peut être qu'un travail progressif de convergence en vue de la constitution d'une couche fédérale commune. Cette fonction "observatoire" doit être développée simultanément avec :

- (1) ***des opérations de recherche thématiques environnementales*** pour approfondir les connaissances sur les processus éco-biophysiques, nécessaires et utiles aux ~~objectifs de l'observatoire~~, et dont l'intégration de la pluridisciplinarité est assurée par une communication autour d'une modélisation de systèmes complexes,
- (2) ***et une action de développement d'outils de gestion intégrée*** des ressources naturelles réalisant les stratégies de communication efficaces auprès des différents acteurs concernés (définition et construction des interfaces, vulgarisation,...).

Bien sûr, même si la recherche peut jouer un rôle important dans le processus de développement, la reconnaissance de la valeur du savoir populaire et son utilisation reste également un passage nécessaire. En effet, les expériences récentes montrent que la réussite d'un programme de développement est liée à la participation active des gens auxquels s'adressent ce programme. La communication, les échanges entre les différents acteurs du développement sont donc de la plus grande importance. L'observatoire et la modélisation intégrée y participent.

Ainsi, cette approche originale couplant recherches thématiques, modélisation intégrée et observatoire permet la constitution d'une plate-forme d'échanges visant à atteindre les objectifs suivants (fig. i.1) :

- Assurer l'accès de tous (producteurs, décideurs, chercheurs) à l'information ;
- Faciliter les échanges pour la formulation des besoins ;
- Définir les indicateurs pertinents afin de répondre aux attentes des acteurs du développement par rapport aux contributions de la recherche ;
- Vérifier l'adéquation entre les attentes des acteurs et les contributions potentielles de la recherche par la modélisation de scénarios (validation des outils d'aide à la décision).

Un projet de développement

Le projet EIDES-DIN se propose donc d'utiliser les fonctionnalités d'une structure observatoire associée une approche de modélisation intégrée pour répondre, dans le cas du delta intérieur du Niger au Mali, à une question récurrente des acteurs (pêcheurs, agriculteurs, éleveurs), aménageurs, décideurs, développeurs : ***quel est l'impact de la variabilité de la disponibilité en eau sur la production des ressources naturelles du delta et leur système d'exploitation ?*** Par exemple : la variabilité interannuelle des apports en eau liée à la sécheresse, les prélèvements des infrastructures hydrauliques amont comme le barrage de Markala pour l'irrigation de l'Office du Niger, etc.

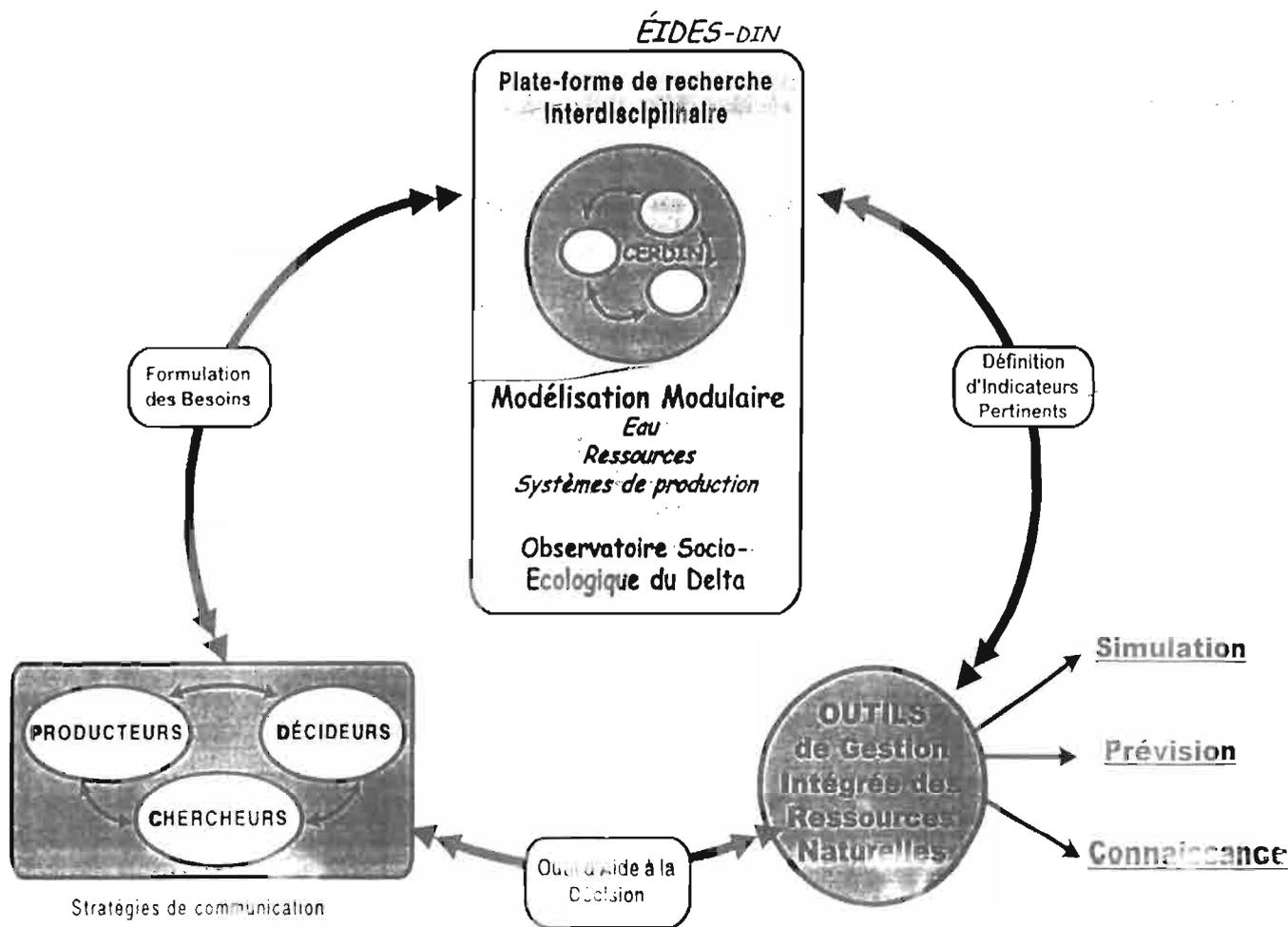


Figure i.1 : Utilisation de la recherche pour une approche intégrée efficace

Ce projet est largement justifié par la politique actuelle de désengagement de l'état malien préconisant une décentralisation administrative et économique (formulée dans le schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau au Mali, plan quinquennal 1996-2001). Cela se traduit par une volonté du renforcement du rôle de l'état dans la planification, la coordination, le suivi, le contrôle et l'évaluation des actions, la législation, l'étude et la gestion des ressources en eau, la formation et l'information. Par conséquent, ce projet s'interrogera sur l'efficacité d'une approche globale participative mobilisant les chercheurs, les populations bénéficiaires et les institutions concernées (gouvernementales ou non), pour la lutte contre l'exode rurale, la structuration de l'espace rural par la création de pôles de développement, l'exploitation rationnelle des ressources (pêche, culture, fourrage, bétail), la répartition équilibrée des bénéfices, l'autosuffisance alimentaire, l'amélioration du niveau de vie des populations rurales, la paix sociale, etc...

Enfin, notons que la phase d'avant-projet en cours correspond d'une part, à une phase d'élaboration des recherches et des liens, et d'autre part, à la réalisation d'une maquette de la modélisation finale envisagée et à la structuration de l'observatoire nécessaire à cette gestion intégrée des ressources naturelles du delta intérieur du Niger. La structure observatoire avec

la maquette de modélisation intégrée sera le support de base des discussions et échanges entre tous les partenaires de ce projet de développement et sera dans ce premier temps le moyen efficace pour concrétiser la contribution de la recherche aux demandes des décideurs, populations, gestionnaires, bailleurs de fonds, ...

PARTIE 1 :

Le contexte malien

Chapitre 1 Le contexte géographique : le delta intérieur du Niger

Le Delta en bref	
Superficie	30 000 km ²
Population	de 800 milles à 1 200 000
Densité	15 hab/km ²
Villes	KéMacina, Mopti, Tombouctou
Ethnies	Bozo, Marka, Peul, Sonrai, ...
Croissance démographique	2,9% (7% dans les villes)
Répartition démographique	80% en monde rural
Pêche	2% PIB (100 000 t/an)
Elevage	15% PNB (2,6 millions UBT)
Agriculture	60 000 ha en cultures irriguées de submersion (riz) 40 000 ha en cultures de décrue (mil, sorgho, maïs, niébé)
Navigation	11 millions de t/km de marchandises 14 millions de passagers/km

Les chiffres présentés dans ce chapitre proviennent du "Rapport sur le développement dans le monde" de la Banque Mondiale (1998) et du "Bilan du diagnostic du développement humain durable au Mali" (1995) par le Commissariat au Plan, le PNUD et l'UNICEF. Ce sont des estimations qu'il faut considérer seulement comme des ordres de grandeur.

Un îlot de verdure et de cours d'eau, en zone aride sahélienne

Le Delta Intérieur du fleuve Niger (DIN) est situé au centre du Mali où il désigne un ensemble de vastes plaines inondables et de lacs, alimentés par le Niger et ses affluents, entre Ségou et San au sud, et Tombouctou au nord (fig. 1.1). Le Delta Intérieur, ou *Delta Central*, est ainsi qualifié par opposition au Delta maritime nigérian. Cette zone d'une superficie d'environ 30 000 km² est aussi désignée sous le nom de *cuvette lacustre* ou *cuvette intérieure*.

Le DIN est caractérisé par des dépôts d'alluvions, apparaissant habituellement à l'embouchure d'un fleuve. Cette forte accumulation sédimentaire, l'étendue des plaines inondables, la multiplication des ramifications du fleuve en chenaux, la dissémination des mares et des lacs, et le comblement de cuvettes sont à l'origine d'une richesse naturelle inestimable en région soudano-sahélienne.

En effet, cette immense plaine alluviale génère, par le biais de l'inondation (cycles annuels de crue et décrue), une grande biodiversité de la faune et de la flore, ce qui représente, sur le plan écologique et socio-économique, un potentiel de ressources exceptionnel dans cette zone aride. Elle abrite plus de 50% du cheptel malien, conserve une agriculture productive malgré la sécheresse (70% du potentiel irrigable du pays) et fait vivre entre 200.000 et 300.000 personnes du secteur de la pêche.

Un carrefour moteur de richesses

La présence de l'eau est à l'origine de ces multiples richesses. Elle contribue, pour une grande partie, à l'édification de l'ensemble des ressources présentes dans le DIN. L'alternance de cycles de crue / inondation / décrue régénère annuellement le patrimoine naturel. Ce phénomène constitue une véritable source de vie au cœur de la zone sahélienne.

Ainsi, depuis des siècles, le pays du fleuve est réputé pour la richesse de son milieu. Il est le lieu de convergence de nombreuses civilisations : les habitants d'Afrique noire et ceux du Moyen-Orient s'y rencontrent et échangent leurs marchandises. De ce fait, cette zone est un véritable carrefour des populations, attirées par cette relative abondance locale.

Cette effervescence démographique est associée à l'essor de la région, devenue un pôle d'activités incontournable dans toute la sous-région ouest-africaine. Trois principaux systèmes de production exploitent ses ressources : la pêche, l'agriculture et l'élevage. Traditionnellement, chacun de ces systèmes productifs a été pris en charge par un groupe ethnique (la pêche par les Bozo, l'élevage par les Peuls et l'agriculture par les Marka). D'autres ethnies peuplent et exploitent également cette zone.

Dans la réalité, la division du travail décrite ci-dessus se révèle moins schématique. Soumise aux divers aléas qui frappent la région, chaque ethnie essaie de diversifier de plus en plus ses activités. Des règles de partage et d'exploitation des ressources sont clairement établies, mais les conflits fonciers ne peuvent être écartés en permanence, du fait de l'existence d'une réelle compétition pour la ressource. Ces règles séculaires étaient efficaces quand l'abondance était la norme et que les crises étaient passagères. Aujourd'hui, sous des pressions de toute nature, les ressources sont devenues relativement moindres et la compétition est devenue la norme.

Une richesse à préserver et à gérer durablement

Les activités productrices du Delta tiennent une place prépondérante dans l'économie du pays. Ce potentiel est fortement sollicité pour soutenir les efforts de développement national. Un risque de surexploitation ou, du moins, d'exploitation non rationnelle est à craindre.

Le fleuve Niger est encore relativement peu aménagé, comparativement aux autres fleuves du monde de même envergure. Les risques d'impacts désastreux sur l'environnement et les productions, engendrés par des aménagements inadaptés, aussi bien en amont que dans le delta, peuvent être importants. Par conséquent, la prudence s'impose.

La volonté affichée de s'engager dans une voie de gestion environnementale pour un développement durable, c'est-à-dire un développement des activités économiques respectueux de l'homme et de la nature, pose les questions décisives, à long terme, de la maîtrise de l'eau et de l'arbitrage entre le développement socio-économique et la préservation du patrimoine naturel.

Chapitre 2 La politique de l'Environnement au Mali

Indicateurs environnementaux du XXI^e siècle...

Une conférence récente OCDE - Nations Unies - Banque Mondiale identifiait six indicateurs environnementaux à suivre, éléments de la nouvelle stratégie internationale de développement :

- **l'engagement gouvernemental et institutionnel**
 - présence d'une stratégie nationale de développement durable
- **les ressources en eau**
 - pourcentage de la population ayant un accès à l'eau potable
 - intensité de l'utilisation de l'eau douce (pourcentage des ressources disponibles utilisées annuellement)
- **la biodiversité**
 - zone nationale protégée en pourcentage du territoire total
- **l'utilisation de l'énergie**
 - PIB par unité d'énergie utilisée
 - émissions de dioxyde de carbone, totales et par habitant

Trois autres questions ont aussi été identifiées :

- la qualité de l'air
- l'usage des terres
- l'environnement marin

Dans le cas du Mali, tous ces indicateurs ne sont pas disponibles. Cependant, un premier bilan de l'état de l'environnement et des actions entreprises pour le préserver est possible. Il permettra de saisir les enjeux, les besoins et les contraintes, observés sur ce territoire.

2.1. Etat des lieux général

Les ressources naturelles

Sur l'ensemble de la superficie du Mali, seule une faible proportion (1,6%) est couverte par les eaux (fleuves et lacs), ce qui souligne le caractère aride du territoire national.

On constate une diminution progressive des forêts et terrains boisés, et plus largement de la couverture végétale, ce qui traduit, en grande partie, les conséquences de l'accroissement démographique rapide et des activités qui en découlent.

L'utilisation des terres

Les terres restent sous-utilisées et les superficies irriguées (en augmentation) occupent moins de 10% des terres cultivées.

Alors qu'une proportion constante des terres (25%) est consacrée aux prairies et pâturages, les terres non propices à l'agriculture et à l'élevage tiennent une place de plus en plus importante.

La sécheresse et la déforestation : deux maux combattus

Le Mali est un vaste pays sahélien qui a été éprouvé par la sécheresse et la déforestation des deux dernières décennies. Des actions de lutte contre ces fléaux ont été menées. Cependant, dans l'ensemble, les résultats n'ont pas été à la hauteur des espoirs. Aujourd'hui, des actions sont entamées par le service forestier et d'autres institutions, dans le cadre du reboisement et de l'aménagement des forêts classées, qui représentent 1,3 millions d'hectares, et sont principalement situées dans le sud et au centre du pays (actions de défense et de restauration des sols, actions de conservation des eaux et des sols, sensibilisation et information de la masse paysanne).

La production de bois a augmenté de plus de 50% entre 1970 et aujourd'hui. Plus de 90% du bois coupé est utilisé comme bois de chauffage ou pour la fabrication de charbon de bois, ce qui constitue incontestablement une menace sérieuse pour la couverture forestière et, par conséquent, une source supplémentaire de désertification du pays.

• **Les principaux problèmes relevés par la Banque Mondiale¹ concernant la dégradation environnementale, sont dans l'ordre:**

- la dégradation des sols et des ressources en eau,
- l'appauvrissement de la biodiversité,
- la pollution urbaine et la présence de parasites en zones rurales,
- la pollution atmosphérique.

• **De son côté, le gouvernement malien est particulièrement préoccupé par différents éléments qui compromettent le développement agricole :**

Les problèmes spécifiques relevés sont:

- l'érosion des sols,
- la perte progressive de fertilité et de matière organique, due au raccourcissement des jachères,
- ***un niveau de plus en plus faible des rivières, ce qui implique un impact évident sur l'irrigation, les pâturages en saison sèche et les activités de pêche,***
- l'importante déforestation autour des principaux centres urbains (le bois de chauffage comptant pour 90% du combustible utilisé pour les besoins domestiques).

¹ "Programme de la Coopération Mali - Banque Mondiale" (1993)

- une baisse générale des eaux souterraines (en quantité et en qualité) : seulement 55% de la population urbaine et 35% de la population rurale ont accès à une eau non polluée,
- la moindre diversité, notamment la disparition ces deux dernières décennies, de la plupart des mammifères sauvages.

2.2. Les politiques environnementales

Conscient que ses ressources sont soumises à d'importantes pressions, découlant des conditions climatiques sévères et des activités humaines toujours plus consommatrices, le Mali s'est engagé dans une politique de gestion rationnelle de ses ressources naturelles nationales, dans un but de développement durable. Mais, cette volonté politique peut s'avérer parfois difficilement conciliable avec les nombreux rôles de l'Etat.

En effet, l'Etat doit contribuer à l'émergence d'un environnement économique national favorable au développement des activités, afin de lutter efficacement contre la pauvreté et d'améliorer les conditions de vie de tous. En particulier, il doit favoriser l'expansion des filières de production, de manière à répondre au mieux aux besoins des populations.

Cependant, il est aussi garant du patrimoine naturel. Il doit s'assurer de la préservation des ressources nationales et pour cela, doit encourager une exploitation maîtrisée des ressources. Il doit instaurer un climat de paix sociale et prévenir tout conflit entre les usagers. Il doit éveiller la conscience nationale et responsabiliser les individus dans l'effort pour la protection de ce patrimoine.

- **Le Mali adhère déjà à plusieurs conventions internationales :**

- Convention internationale sur la Désertification (CID)
- Convention sur la Diversité Biologique (CDB)
- Convention sur le Commerce International des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES)
- Convention sur la Conservation des Espèces Migratrices (Convention de Bonn)
- Convention de RAMSAR sur la conservation des zones humides

- **L'engagement au niveau national**

Plusieurs textes nationaux concernent la gestion des ressources naturelles. Les codes forestier, de la pêche et de la chasse, sont régulièrement révisés.

Des grands programmes nationaux de gestion des ressources naturelles sont mis en œuvre depuis plusieurs années, comme le Programme de Gestion des Ressources Naturelles (PGRN), le Programme National de Lutte Contre la Désertification (PNLCD), l'Observatoire du Foncier, la Stratégie de l'Energie Domestique (SED), le Système d'Information Environnementale (SIE), des programmes de plantation et d'aménagement des formations naturelles, d'aménagements piscicoles et fauniques. En 1998, le Ministère de l'Environnement a été créé et prend en charge une grande partie de la gestion de ces programmes nationaux. Le PNAE est devenu le STP/CIGQE (*Secrétariat Technique Permanent du Cadre Institutionnel de la Gestion des Questions Environnementales*).

Différentes structures publiques sont impliquées à tous les niveaux de la mise en œuvre de ces programmes. Citons, en particulier, les Directions Nationales qui apportent leur savoir-

faire technique, leur logistique humaine et matérielle. Par ailleurs, l'Etat malien apporte aussi son soutien aux institutions internationales² travaillant dans ce sens.

Signalons également les Etats Généraux du Monde Rural qui ont eu lieu en décembre 1991. Un nouveau Schéma Directeur du Développement Rural a été adopté par le Gouvernement en 1992. Les différentes orientations prises ont permis de définir une Politique de Gestion des Ressources Naturelles, dont une expression fut le Plan National d'Action Environnementale (PNAE) devenu le CIGQE.

- **Le cas particulier de la gestion des ressources en eau**

Le PNAE a donné naissance à plusieurs Programmes d'Action Nationaux, dont le Plan National de maîtrise des Ressources en Eau (PNRE). Notons également l'existence d'un document de référence dans le secteur : le **Schéma Directeur de mise en valeur des Ressources en Eau**³ est devenu le principal instrument de planification, dans ce domaine, en définissant les stratégies adoptées pour la période 1991-2001. Il contribue à orienter les décisions en matière d'utilisation des ressources en eau, en fonction des exigences posées par le développement socio-économique. A l'été 1999, le gouvernement malien a mis en place la structure administrative nécessaire à la création d'une Agence de Bassin pour le fleuve Niger, dont les missions correspondent aux axes de ce projet de développement, à savoir :

- approfondissement et mise à disposition des connaissances,
- gestion et modalités des aménagements,
- gestion et prévision,
- agence financière.

Au Mali, les eaux de surface sont relativement abondantes (avec notamment deux grands fleuves, le Niger et le Sénégal), mais leur mise en valeur est limitée aux abords immédiats des fleuves. Leur exploitation pourrait être réalisée à grande échelle, à partir de grands aménagements hydrauliques qui compléteraient les barrages existants (Sélingué et Markala sur le Niger, Manantali sur le Sénégal).

- **La stratégie nationale retenue**

La stratégie nationale est intersectorielle et basée sur les probables liens entre les problèmes démographiques, les limites posées à la production agricole et la dégradation des ressources naturelles.

Le gouvernement s'est donné pour objectif de lutter contre ce qu'il estime être les causes directes de la détérioration observée, de la manière suivante :

- développer les techniques qui permettent de résister à l'érosion et maintenir une certaine fertilité des terres agricoles,
- aider les ménages en zone forestière en révisant les droits d'exploitation forestiers, en améliorant l'efficacité du bois utilisé comme combustible (fourneau), en prônant des

² Par exemple, le CILSS : Comité permanent Inter-états de Lutte contre la Sécheresse au Sahel. Les neuf Etats membres sont: Burkina Faso, Cap Vert, Gambie, Guinée-Bissau, Mali, Mauritanie, Niger, Sénégal et Tchad. Agrhymet est un de ses instituts de recherche, spécialisé entre autres dans la télédétection et la météorologie
³ cf. annexe

solutions alternatives (promotion des sources d'énergie nouvelles et renouvelables) et en réévaluant les prix des combustibles en menant des politiques de reforestation en concertation avec les populations (selon leurs besoins et leurs capacités d'entretien),

- installer des infrastructures de traitement des eaux et des effluents en zones urbaines,
- prendre des mesures protectrices plus efficaces en les accompagnant d'activités de conservation impliquant les populations locales.

Le gouvernement entend aussi lutter contre ce qu'il estime être les causes indirectes de la dégradation environnementale en prenant les mesures suivantes :

- prendre en compte, dans ses stratégies de croissance des ressources naturelles, les effets de détériorations possibles engendrées par les pressions démographiques, qui sont toujours plus fortes sur les terres arables,
- encourager l'intensification agricole et la diversification de l'économie rurale,
- sensibiliser l'opinion publique aux questions environnementales, et en particulier aux conséquences de leurs activités sur l'environnement,
- protéger les terres communautaires (forêts, pâturages, jachères), grâce à une législation simple, dressée en concertation avec les communautés concernées,
- transférer le contrôle des ressources naturelles aux communautés locales, rurales et urbaines, puisque leur survie dépend d'une gestion de long terme adéquate,
- s'assurer que les technologies utilisées sont appropriées,
- réduire les subventions à l'exportation qui encouragent une surproduction et une dégradation de l'environnement.

accélérer la décentralisation et la prise de décision au niveau local, tout en menant des politiques encourageant la constitution d'épargne et les activités commerciales.

- développer les structures institutionnelles qui favorisent une coordination interministérielle, au niveau des plans d'action environnementaux, et encourager les stratégies de long terme dans les instituts chargés de collecter les données environnementales.

♦ **Plutôt qu'une batterie de mesures, le gouvernement énonce là des intentions. Même s'il proclame clairement sa volonté de mettre en place des actions concrètes de lutte contre ces différents problèmes, les faits témoignent du manque de moyens mis en œuvre pour atteindre des niveaux satisfaisants d'intervention.**

Pour l'heure, le gouvernement en est donc à la phase des déclarations d'intention. En attendant qu'il puisse mobiliser suffisamment de moyens au niveau national, il est important de signaler que, parallèlement aux politiques gouvernementales, des acteurs sont déterminés à œuvrer dans le même sens et qu'ils sont souvent déjà très actifs sur le terrain.

2.3. L'assistance internationale dans le delta

Plusieurs organisations internationales ont travaillé dans le Delta Intérieur du Niger, soit pour des fins de recherche, soit pour des fins de développement. Elles ont toujours collaboré avec les structures étatiques qui ont été le plus souvent les attaches institutionnelles ou

organismes de tutelles. Parmi les organisations ayant intervenu dans le Delta Intérieur du Niger, la principale a été la Banque Mondiale à travers :

- l'ODEM de 1976 à 1992 sous la tutelle du MDRE⁴. L'objectif fondamental de ce projet était le développement de l'élevage en 5^{ème} région à travers l'amélioration de la santé animale et des bœurgoutières :
- puis l'ORM relevant aussi du MDRE, avait pour mission essentielle la mise en valeur de casiers rizicoles.

Dans le domaine de la recherche, l'IFAN a réalisé depuis les années 1946 des recherches halieutiques à Diafarabé. Se succédèrent ensuite l'IRAT puis l'ADRAO jusqu'en 1986. Le principal artisan malien de recherches était l'IER (Institut d'Economie Rurale) créé en 1960 avec plusieurs sources de financement (nationales et internationales).

L'ORSTOM (devenu IRD en 1999) a effectué des recherches halieutiques dans le Delta Intérieur du Niger depuis avant les indépendances en collaboration avec l'IER. Ces recherches couvrirent beaucoup d'aspects : sociaux, hydrologiques, piscicoles, biologiques etc.... Le programme le plus intensif a été le Programme "Pêche dans le Delta Central Niger" (de 1986 à 1993). De plus, traditionnellement, l'ORSTOM fut le partenaire de la DNHE⁵ et de la DNM⁶ pour, respectivement, le suivi des réseaux hydrologiques et météorologiques au Mali. Un programme important de recherche en hydrologie et qualité des eaux du Niger eut lieu de 1992 à 1996 (programme EQUANIS).

Parmi les ONG, c'est surtout l'UICN (1984-1992) qui est intervenu dans le milieu deltaïque et plus particulièrement dans le cercle de Youwarou. Ces interventions ont porté sur deux points fondamentaux ayant comme objet global la "conservation de la biodiversité" :

- utilisation de la faune et de la flore pour contribuer au développement fondé sur un environnement sain au Sahel,
- création et développement de réserve dans le Delta Intérieur du Niger.

Cette ONG est à l'origine de la convention de la conservation biologique de 3 sites Ramsar. Depuis 1998, *Wetlands International* mène des activités de recherche développement sur la biodiversité des oiseaux et des poissons. Cette ONG est sous la tutelle du Ministère de l'Environnement.

Plusieurs activités très sectorielles et à très petites échelles sont menées dans le Delta Intérieur du Niger ; leur incidence n'est pas toujours évidente ni sur les populations ni sur la conservation des diversités biologiques du milieu.

⁴ Ministère du Développement Rural et de l'Eau

⁵ Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Énergie, devenue en août 1999 la DNH (Direction Nationale de l'Hydraulique), sous la tutelle du MDRE

⁶ Direction Nationale de la Météorologie, sous la tutelle du Ministère des Travaux Publics et des Transports

Chapitre 3 CERDIN, une plate-forme de recherche pluridisciplinaire

Face à une problématique commune ...

A l'origine se trouve un groupe de chercheurs, appartenant à des institutions diverses, maliennes et françaises, et tous préoccupés par une même problématique :

Mieux comprendre l'ensemble des processus observés dans une zone particulière, celle du Delta Intérieur du Niger, afin d'orienter les choix des acteurs et des décideurs impliqués dans la gestion des ressources naturelles.

Forts de cette préoccupation collective, soucieux d'échanger leurs données et leurs résultats, poussés par la volonté de mettre en commun leurs connaissances du milieu, pour "faire progresser le développement par la connaissance scientifique", ils ont créé un groupe de réflexion scientifique constituant une plate-forme de recherche pluridisciplinaire nommée CERDIN : *Crue et décrue, Edification et partage des Ressources dans le Delta Intérieur du Niger.*

... des chercheurs de toutes disciplines

Des contacts informels existaient déjà depuis longtemps mettant en évidence des besoins réciproques de collaboration (échanges de données et de résultats, prêts de matériel, etc.), en vue de faciliter l'avancée des travaux de chacun. Aujourd'hui encore, des chercheurs restés isolés continuent de rejoindre ce groupe qui, de son côté, essaie aussi de favoriser les rapprochements.

La complexité évidente du fonctionnement du Delta découle de la multitude des phénomènes en jeu, de la diversité des échelles pertinentes (spatiales et temporelles) et de l'interdépendance entre les processus de toute nature. Ainsi, la pluridisciplinarité s'est imposée aux chercheurs. D'une pluridisciplinarité restreinte, centrée sur les sciences physiques, le champ s'est élargi à des sciences de plus en plus éloignées : des sciences naturelles aux sciences sociales.

3.1. Qui sont-ils ?

Le groupe CERDIN est avant tout un groupe de scientifiques ; il est informel (ce n'est pas une association, « on y entre, on en sort »). Il est sous l'autorité du CNRST⁷ ; il est lié aux objectifs scientifiques des projets de recherche GIHREX et ZADIN ; il est organisé autour d'un Comité Scientifique et d'un Comité Directeur, et les coordinateurs du projet ZADIN (J.C. OLIVRY, T. NIARE, C.H. DIAKITE, D. ORANGE, B. SICARD, M.F. COUREL, P. MORAND) en sont membres de fait.

Le *Comité Scientifique* est constitué de 10 chercheurs maliens : Tiéma NIARE (IER, coordinateur scientifique du groupe CERDIN), Adama MARIKO (ENI), Amadou BALLO (ENSUP), Abdoulaye BAYOKO (CNRST), Samuel DIARRA (DNHE), Wamian DIARRA

⁷ Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique

(CNRST), Amadou KODIO (IER), Diama TOGOLA (ENSup), Aboubacar MAÏGA (DNAER), Abdou Yeya MAÏGA (IER).

Le *Comité Directeur*, sous la présidence du CNRST, rassemble les institutions constitutives du groupe, à savoir :

- les **Représentants des Institutions de Recherche**
Université du Mali^s, IER
- les **Représentants des Directions Nationales**
DNHE, DNM, DNAER, DNAMR, DNCN, DNCT
- les **Représentants des Organisations Paysannes**
*Commissions Régionales des Utilisateurs
Chambres Régionales d'Agriculture*
- les **Représentants des Gestionnaires et Décideurs**
*Ministère de l'Environnement
Ministère du Développement Rural et de l'Eau
Ministère des Travaux Publics et des Transports
Comités Régionaux de Développement*
- les **Représentants des Organisations de Développement**
*Organisations internationales de recherche et de développement (IRD,
CIRAD, UICN, Wetlands, Terra Nova, Volontaires du Progrès, IRAM, etc.)*

3.2. Historique

Septembre 1994 : Première lettre d'intention pour une *Zone Atelier* adressée par P. MORAND et J.C. OLIVRY au GIP-Hydrosystèmes (France) classée recevable. L'idée d'une zone atelier sur le delta intérieur du Niger est née.

1995-96 : Plusieurs versions d'un projet de *Zone Atelier* sont successivement soumises au GIP-Hydrosystèmes (France) sans succès car l'intégration des disciplines et des institutions n'est pas réalisée. Le groupe n'existe pas.

Novembre 1996 : Première réunion d'un groupe scientifique pluri-institutionnel au CNRST animé par l'IRD, remobilisation et coordination pour un projet de *Zone Atelier*.

Janvier 1997 : Une délégation franco-malienne vient à Paris présenter son projet au GIP-Hydrosystèmes. Le groupe prend le nom de CERDIN. Des recommandations sont exprimées par le GIP-Hydrosystèmes pour améliorer le projet : la zone atelier prend naissance.

Avril 1997 : Un document d'orientation voit le jour. Ce cadre sera désormais la référence, à la base de toutes les activités de recherche du groupe CERDIN.

Mai 1997 : Le conseil scientifique du GIP-Hydrosystèmes accueille favorablement les orientations de recherche définies par CERDIN.

Septembre 1997 : Validation par l'IRD du projet de recherche pluridisciplinaire GIHREX.

Mai 1998 : Le conseil administratif du GIP-Hydrosystèmes valide le label de *Zone Atelier* accordé à CERDIN pour ses orientations de recherche. Une convention de financement est signée.

^s FAST, FLASH, ENI, IPR-IFRA, ENSup, ISFRA,...

Mars 1999 : Le contrat est finalement signé avec l'ORSTOM (IRD) et l'argent mis à disposition de CERDIN, via le CNRST. La durée du contrat couvre la période du 1 janvier 1999 au 31 décembre 2000, avec un budget de 140.000 FF en 1999 et de 60.000 FF en 2000, dont l'objet est de permettre l'écriture d'un document de projet, d'organiser des rencontres et d'aider le groupe à obtenir un financement pour ses opérations de recherche.

3.3. La vocation de CERDIN

La vocation de cette plate-forme pluridisciplinaire et pluri-institutionnelle est de mettre en place une structure capable, simultanément, de promouvoir la recherche au Mali, de favoriser la communication au sein de la communauté scientifique et de faciliter la diffusion des résultats de la recherche vers les utilisateurs de cette information.

Ainsi, CERDIN a pour ambition de catalyser les efforts de la recherche malienne, puis de faciliter la restitution de ses résultats auprès des acteurs et des décideurs impliqués dans la gestion des ressources naturelles. Ce groupe entend aussi favoriser la mise en place d'outils d'aide à la décision selon les modalités de la figure 3.1.

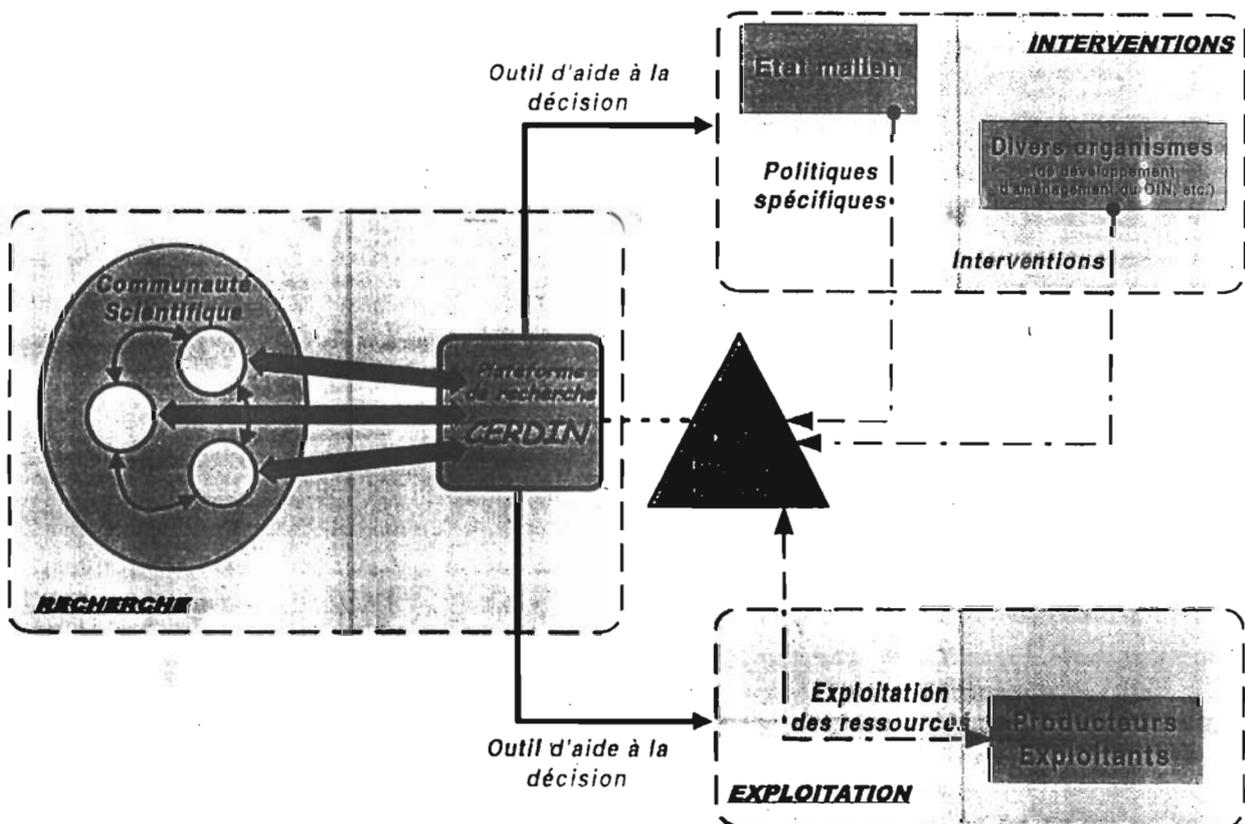


Figure 3.1 : De la recherche à l'appui aux décideurs et aux producteurs

3.4. A travers une démarche participative et interactive

Sur l'exemple de TIER⁹, la volonté de CERDIN est d'aboutir à un dispositif favorisant les interrelations entre les trois groupes clés (les chercheurs, les producteurs et les décideurs). Cette stratégie est basée sur une démarche participative, où les trois groupes sont amenés à s'exprimer pour définir des objectifs communs, selon une procédure itérative qui permet de réajuster les objectifs, en fonction des résultats obtenus et de la définition de nouveaux besoins (fig. 3.2).

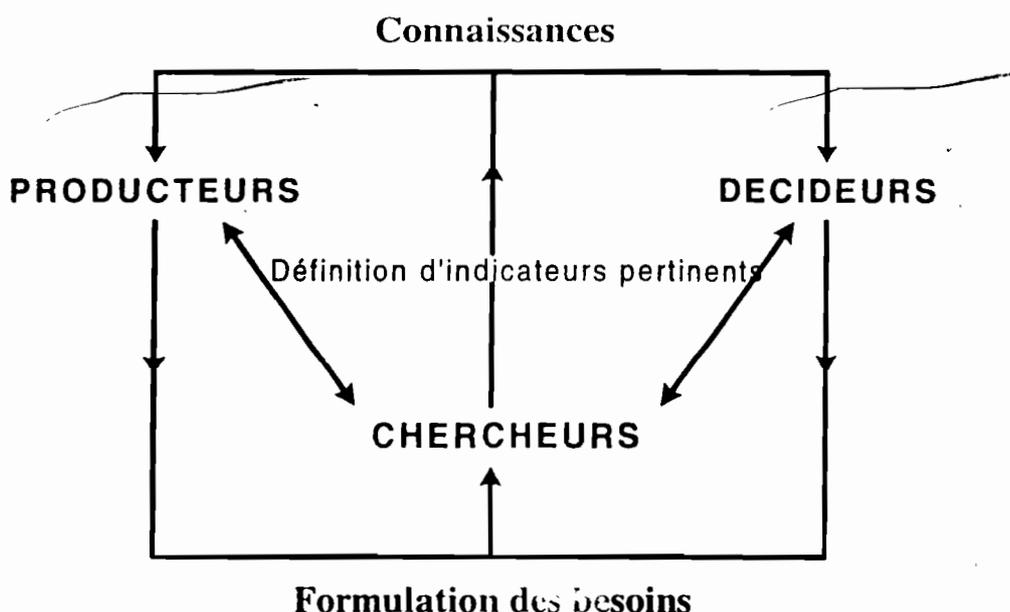


Figure 3.2 : Circulation de l'information entre les trois groupes d'acteurs

CERDIN veut promouvoir la recherche, mais pas n'importe quelle recherche. La formulation de leurs besoins par les producteurs et les décideurs a pour but d'orienter la recherche pour qu'elle soit la plus utile et la plus efficace possible.

La concertation entre les chercheurs et les futurs utilisateurs des résultats de leurs recherches a pour objet de réaliser l'adéquation entre la demande exprimée par ces utilisateurs et les désirs des chercheurs (ce qui les intéresse et ce qui appartient au domaine du possible). *Ces échanges permettent de fixer des objectifs de recherche pertinents pour tous.*

Les efforts de CERDIN se concentrent alors sur la communication au sein de la communauté scientifique, facteur essentiel pour la progression des activités de recherche, puis sur la diffusion des résultats auxquels ont abouti les opérations de recherche.

Les utilisateurs de ces résultats les évaluent en fonction des objectifs initialement établis et définissent de nouveaux besoins, en matière de recherche, qu'ils adressent aux scientifiques.

La concertation reprend entre les trois groupes, en intégrant les nouveaux éléments, et de nouveaux axes de recherche sont définis.

⁹ cf. les conclusions de l'Atelier National de Validation du Plan Stratégique Révisé de la Recherche Agricole, Bamako, décembre 1998.

Cette procédure correspond à l'intention de CERDIN de mettre en place un mécanisme qui favorise une recherche utile (~~« elle répond à des besoins clairement identifiés »~~) et efficace (*« elle est régulièrement évaluée et réorientée »*).

3.5. Les projets de recherche GIHREX et ZADIN

La constitution du groupe de réflexion CERDIN s'est accompagnée de la proposition d'un projet de recherche réunissant 7 chercheurs¹⁰ de l'IRD (ex ORSTOM) au sein du programme « *GRANDS BASSINS TROPICAUX : DYNAMIQUES ET USAGES* » (GP621, responsable : Pascal KOSUTH) de l'unité de recherche « *GESTION DES RESSOURCES EN EAU ET DES MILIEUX AQUATIQUES TROPICAUX* » (UR2, responsable : Jean-Marie FRITSCH). Ce projet de recherche intitulé ~~GIHREX (Gestion Intégrée Hydrologie Ressources et systèmes d'EXploitation,~~ coordinateurs : Jean-Claude OLIVRY et Didier ORANGE) a été validé par l'IRD en septembre 1997. Ce projet s'est inscrit dans la continuité des précédents programmes de recherche qu'étaient les projets DCN (coordinateur : J. QUENSIERE) et EQUANIS (coordinateur : J.C. OLIVRY).

Il a participé à l'animation du groupe CERDIN et a été un acteur important de la labélisation du projet ZADIN. Ce dernier, validé en 1998 pour 2 ans (1999-2000) a permis une animation scientifique de type avant-projet décrite en partie 3 de ce document.

Finalement, ces deux projets ont constitué les moyens d'application des objectifs affichés par le groupe CERDIN, à savoir : *participer à la définition et à la possibilité de réalisation d'un projet de développement pour la mise à disposition de l'information environnementale concernant la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles dans le Delta Intérieur du Niger (le projet EIDES-DIN).*

3.6. Les conditions institutionnelles de réalisation du projet

La recherche au Mali est supervisée par le CNRST (*Centre National de la Recherche Scientifique et de la Technologie*, du Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche). Le groupe CERDIN est présidé par le CNRST ; les opérations de recherche du projet EIDES-DIN devraient donc être pilotées sous le couvert du CNRST.

¹⁰ Robert Arfi, Vincent Bénech, Gil Mahé, Pierre Morand, Jean-Claude Olivry, Didier Orange, Yveline Poncet

PARTIE 2 :

Les principes

du projet

Chapitre 4 Justifications

4.1. Le rôle de la recherche dans le développement

Une zone socio-économique stratégique

Le Delta Intérieur du Niger est une région stratégique de par ses caractéristiques économiques et écologiques. Situé au cœur d'une zone aride aux ressources limitées et régulièrement frappée par des aléas climatiques, il contribue à la santé socio-économique du Mali. Il représente un moteur potentiel de développement, mais qui est de plus en plus fragilisé sous le poids de diverses pressions (économiques, démographiques, climatiques).

La recherche utile aux populations rurales

Les applications de la recherche pour le développement sont cruciales pour les populations. Elles permettent d'améliorer les techniques de production grâce aux avancées technologiques et à une meilleure compréhension des phénomènes naturels. Elles soutiennent leurs efforts pour intensifier les productions et diversifier les activités. Elles fournissent aussi de l'information décisive pour la gestion et l'organisation des activités productives, dans le temps et dans l'espace. D'une manière générale, elles apportent des réponses face à l'incertitude et des méthodes pour gérer au mieux le risque.

La recherche utile aux décideurs

La recherche a aussi pour rôle d'informer les décideurs sur les réalités pratiques observées localement. En vue d'une gestion durable des ressources, elle peut leur fournir des informations nécessaires pour établir des plans d'aménagement ou des plans de développement.

En effet, grâce à la modélisation intégrée, couplée à une structure d'observatoire, on est en mesure de réaliser des études d'impact préalables à tout projet d'aménagement, ainsi que des simulations sur l'évolution des paramètres pertinents essentiels. Ainsi, l'État peut être alerté en cas de dégradation d'une composante de l'écosystème, afin qu'il puisse prendre les dispositions nécessaires. En règle générale, les informations fournies peuvent permettre d'attirer l'attention des décideurs et leur permettre de mettre en place les réglementations et la législation nécessaires (préserver l'environnement, lutter contre les nuisibles, régler les problèmes fonciers, etc.). L'État étant parallèlement engagé dans un processus de décentralisation, les organisations paysannes sont directement associées aux prises de décisions concernant les opérations de développement et d'aménagement, aux côtés des collectivités locales.

Une recherche intégrée pour une information orientée

La recherche produit des informations essentielles pour leurs utilisateurs. Les décisions sont prises à partir de toutes ces informations. Il faut donc absolument s'assurer au préalable que les résultats de la recherche sont fiables avant de les diffuser, par la confrontation simulations/observations. Puis, ces informations doivent être orientées, c'est-à-dire transformées et personnalisées, pour pouvoir être diffusées et utilisées. Les résultats de la

recherche ont parfois besoin d'être synthétisés pour faciliter leur vulgarisation. Les utilisateurs définissent aussi des paramètres qui leur sont propres et qu'ils veulent voir contrôlés et suivis.

L'approche pluridisciplinaire et intégrée

Partant du principe que tous les processus sont interdépendants et imbriqués, et que chaque discipline (sciences physiques, sciences naturelles et sciences humaines) apporte des réponses utiles à la compréhension du fonctionnement global de l'écosystème, l'idée est d'associer toutes les sciences concernées. Un projet de recherche pour le développement est donc nécessairement pluridisciplinaire.

Par contre, les opérations de recherche sont monodisciplinaires ou mono-thématiques, afin d'assurer la cohésion scientifique au sein de chaque opération de recherche et son efficacité.

Leur intégration est assurée au sein d'un espace de communication réalisée par la modélisation intégrée et la base de connaissance de l'observatoire, permettant coordinations, échanges constructifs et associations actives, pour que les opérations de recherche forment un ensemble cohérent et efficace, source de synergies. Les opérations de recherche sont alors interdépendantes et imbriquées, comme le sont les processus qu'elles étudient.

4.2. Le développement durable : une question décisive dans le delta intérieur du Niger

La complexité du delta et sa grande richesse en ressources naturelles font de lui une région multi-usages d'où les conflits entre les différents intervenants. *Les règles d'une gestion intégrée pour une paix sociale durable doivent être établies.* En effet, le terme développement durable semble illusoire si dans la pratique il ne s'accompagne pas de mesures institutionnelles et politiques appropriées. Les décisions de sa mise en œuvre sont politiques et doivent être énergiques et s'appuyer sur les savoirs traditionnels.

Depuis les temps historiques, les ressources du delta ont été gérées suivant la charria d'une part, et des conventions locales d'autre part. Ces différents modes de gestion ont pu faire longtemps le consensus d'une grande majorité parce que basés sur les réalités quotidiennes des populations. Mais récemment, des tensions graves se sont suivies par une utilisation anarchique des ressources avec de grands risques de dégradation non contrôlables.

Une politique de gestion intégrée doit être appliquée à partir d'une concertation entre acteurs basée sur des connaissances scientifiques. L'implication des différents acteurs dans l'élaboration des recommandations est une nécessité pour la réussite du projet et l'adhésion populaire, sans laquelle il ne pourrait y avoir ni cohésion ni paix sociales.

4.3. Les problèmes à considérer

La principale préoccupation est soulevée par la perspective d'une gestion non durable des ressources naturelles, dans un contexte d'accroissement démographique s'accompagnant d'une volonté de développement économique.

Elle découle de trois sources essentielles de questionnement liées aux trois types d'acteurs concernés par les perspectives de gestion non durables des ressources naturelles, que sont les *exploitants*, les *gestionnaires* et les *scientifiques*. Il s'agit respectivement :

- de la perspective d'exploitation non durable des ressources naturelles,
- d'une politique insuffisante en matière de gestion des ressources naturelles,
- d'une ~~compréhension incomplète des processus socio-écologiques~~ influençant la dynamique spatio-temporelle des ressources naturelles.

4.3.1 Risques d'une exploitation non durable des ressources : le rôle des exploitants

Causes :

- Manque d'information sur la variabilité de la disponibilité en eau (temps et espace) ,
- Conflits d'intérêt entre trois systèmes d'exploitation des ressources ;
- Non prise en compte des conséquences à long terme d'une surexploitation sous la pression du court terme.

4.3.2 Politique insuffisante en matière de gestion des ressources naturelles : le rôle des gestionnaires

Causes :

- Manque d'information et méconnaissance des réalités locales ;
- Manque d'incitation au respect des lois et règlements existants par les populations.

4.3.3 Compréhension incomplète des processus naturels observés dans le Delta : le rôle de la recherche

Causes :

- Le Delta Intérieur du Niger : un écosystème complexe en équilibre instable ;
- Des résultats de recherche éparses, une circulation et une diffusion insuffisantes des résultats ;
- Un environnement scientifique insuffisant: manque de dialogue entre scientifiques, des structures de recherche aux capacités sous-dimensionnées.

4.4. La demande de la part des acteurs

4.4.1 Les populations cibles

Les populations cibles du projet EIDES-DIN sont les producteurs et exploitants du delta. Quelque soit le système d'exploitation considéré (agricole, halieutique ou pastorale), leur demande est toujours rapportée à l'un des problèmes suivants :

- manque d'information sur la variabilité de la disponibilité en eau dans le temps et l'espace,
- calendrier des activités élaboré dans l'incertitude, et donc en déconnexion possible avec le calendrier hydrologique du moment.

- méconnaissance de certains processus observés dans le delta,
- pratiques paysannes pas toujours bien adaptées à la réalité,
- conflits d'intérêts entre les systèmes d'exploitation,
- cohabitation non coopérative tendant à la surexploitation des ressources,
- pressions socio-économiques pour un développement des activités à court terme,
- non prise en compte ou méconnaissance des conséquences à long terme d'une surexploitation ou d'une « mal-exploitation ».

4.4.2 Les bénéficiaires

Les bénéficiaires sont bien sûr les exploitants du delta, mais aussi l'État malien, les administrateurs, les gestionnaires et les aménagistes, les organismes de développement (gouvernementaux et non gouvernementaux), et enfin la communauté scientifique.

En effet, la recherche peut jouer un rôle fondamental pour lutter contre la perspective de gestion non durable des ressources naturelles en donnant l'information utile aux prises de décision pour :

- un développement économique efficace et rationnel,
- une meilleure égalité entre les usagers et la volonté d'instaurer une paix sociale,
- un respect de l'environnement et la préservation de ses ressources naturelles.

4.5. Arbre à problèmes

La recherche, via la connaissance des milieux, de leurs processus et de leurs dynamiques spatio-temporelles, peut donc offrir les informations utiles pour lutter contre la perspective de gestion non durable de ressources naturelles. L'arbre à problème ci-dessous (tableau 4.1) essaie de synthétiser en fonction des deux groupes d'acteurs (exploitants puis décideurs/gestionnaires), les causes à combattre, leurs conséquences et les actions à entreprendre.

Tableau 4.1 : Arbre à problème des causes à combattre et actions à entreprendre

Problèmes intermédiaires	Causes	Conséquences	Actions	Hypothèses externes
<p>Non pertinence de certaines décisions prises par les PRODUCTEURS en matière d'orientation de leurs activités de production</p> <p>acteurs:</p> <p>Exploitants</p>	<p>Connaissance insuffisante des processus naturels observés Restriction du champ d'intérêt à une échelle locale centralisée sur le lieu d'exploitation</p>	<p>Certaines techniques d'exploitation se révèlent inappropriées et certaines pratiques non durables à l'échelle globale de l'hydrosystème</p>	<p>Les recherches thématiques sont définies de manière à mieux comprendre le fonctionnement du Delta dans sa globalité, afin d'orienter les activités productives et de mettre en garde les acteurs sur les conséquences néfastes de certaines pratiques</p>	<p>Diffusion des résultats par les autorités compétentes (Directions Nationales, etc.) auprès des concernés, à l'état brut ou à travers un dispositif de vulgarisation.</p>
	<p>Manque d'information sur des paramètres clés tels que la variabilité de la disponibilité en eau dans le temps et dans l'espace</p>	<p>Le calendrier des activités paysannes est élaboré dans l'incertitude ; les choix peuvent s'avérer ne pas être cohérents avec le « calendrier naturel hydrologique »</p>	<p>Grâce au dispositif modélisation – observatoire, réaliser des simulations (voire des prévisions à 3 semaines ?), puis s'assurer de leur diffusion auprès du monde rural (au préalable choix d'indicateurs – seuils et détermination de scénario pour une information utile aux acteurs)</p>	<p>Diffusion des résultats à travers les réseaux de communication compétents (services techniques publics, ONG, etc.)</p>
	<p>Existence de conflits d'usage entre trois groupes en compétition pour l'exploitation des ressources (pêcheurs, agriculteurs, éleveurs)</p>	<p>Une cohabitation non coopérative peut conduire à une surexploitation des ressources</p>	<p>Une meilleure appréhension des comportements socio-économiques, notamment au niveau du partage des ressources, et l'intégration de ces éléments dans le dispositif de négociation/coopération entre usagers, permettrait d'instaurer une " paix sociale " et d'établir une meilleure organisation des systèmes de production</p>	<p>Intégration des recommandations lors de la définition des cadres législatifs et des politiques socio-économiques, foncières, institutionnelles, etc.</p>
	<p>Fortes pressions socio-démographiques pour un développement rapide des activités économiques</p>	<p>Tendance à privilégier les dimensions économiques et sociales de court terme au détriment de l'aspect écologique, ce qui peut engendrer des conséquences irréversibles à long terme</p>	<p>La détermination d'activités alternatives (rentables économiquement) plus respectueuses de l'environnement permettrait d'alléger cette pression sur le patrimoine écologique</p>	<p>Sensibilisation des populations aux alternatives existantes, mise en place de mesures incitatives voire coercitives, afin d'influencer leurs choix (MDRE, ME, ONG, ...)</p>
<p>Politique trop modérée en matière de gestion des ressources naturelles</p> <p>acteurs:</p> <p>Décideurs Aménageurs Gestionnaires Planificateurs</p>	<p>Connaissance insuffisante de la réalité socio-économique et manque d'information sur l'état des ressources</p>	<p>Les décideurs se trouvent dans l'incapacité de prendre les mesures nécessaires pour préserver les ressources naturelles et influencer l'organisation des filières de production</p>	<p>Fournir un outil d'aide à la décision, en élaborant conjointement des indicateurs et en effectuant leur suivi. Mise en place d'un système d'alerte en cas de dégradation d'une ressource</p>	<p>Mettre à la disposition des décideurs et des gestionnaires les informations nécessaires sur l'évolution de l'état des ressources dans le temps et dans l'espace</p>
	<p>Manque d'information sur les conséquences d'un projet d'aménagement du Delta ou du fleuve Niger en général</p>	<p>Les décideurs pourraient prendre des décisions aux conséquences dommageables et irréversibles</p>	<p>Recommandations issues des conclusions découlant de simulations d'impact d'un projet d'aménagement du Delta</p>	<p>Intégration de ces recommandations lors de la définition des cadres législatifs et des politiques socio-économiques, foncières, institutionnelles, etc.</p>
	<p>Cadre législatif insuffisant et manque de moyens incitatifs et coercitifs pour son application</p>	<p>Les réglementations d'exploitation des ressources ne sont pas toujours respectées</p>	<p>Sensibilisation auprès des représentants des usagers sur les conséquences d'une mauvaise gestion des ressources</p>	<p>Sensibilisation des populations aux alternatives existantes, mise en place de mesures incitatives voire coercitives, afin d'influencer leurs choix (MDRE, ME, ONG, ...)</p>

4.6. Raisons de l'assistance de l'UNESCO

cf. texte de Chiffa TEKAYA, UNESCO, secteur des Sciences, Division SC/PAO (Policy Analysis and Operation)

Chapitre 5 Stratégie du projet

La stratégie du projet vise la levée des contraintes au développement par l'intégration des connaissances scientifiques, des savoirs traditionnels, la simulation de scénarios, la définition d'indicateurs de pression d'exploitation via la construction itérative d'une modélisation intégrée et d'une base de connaissance interactive, articulées dans une structure observatoire destinée à gérer l'information environnementale et à créer un espace de communication et de concertation entre les acteurs concernés par la gestion intégrée des ressources naturelles dans le DIN.

5.1. Les fondements d'un développement durable dans le delta

La zone du delta intérieur est une région de contrastes étonnement accusés malgré la monotonie d'une trompeuse uniformité. La saison sèche donne aux plaines un aspect désertique, mais les pluies puis la crue du fleuve les transforment en lacs ou en marécages selon une alternance annuelle immuable, associant en un même lieu exubérance de la vie végétale et aridité sahélienne.

Cette dynamique interannuelle extraordinaire fait du delta intérieur le lieu où s'exercent plusieurs activités de développement : la pêche, l'agriculture, l'élevage et le transport. Chacune de ces pratiques peut avoir les conséquences néfastes sur l'ensemble de l'hydrosystème si elle n'est pas exercée en adéquation avec les potentialités réelles du milieu.

La notion de *gestion intégrée des ressources naturelles pour un développement durable* devient dès lors une impérieuse nécessité pour satisfaire les besoins tout en préservant l'hydrosystème déjà fragilisé par un environnement écologique rigoureux (zone humide en milieu aride). Le développement durable doit permettre de léguer aux générations futures un meilleur cadre de vie et prendre racine dans les savoirs traditionnels en les adaptant aux exigences nouvelles liées à l'accroissement démographique et aux changements environnementaux dus aux sécheresses récurrentes de ces dernières années. **La stratégie du projet poursuivra donc conjointement trois objectifs fondamentaux :**

- un développement économique rationnel,
- la préservation des ressources naturelles,
- la paix sociale en participant à la cohésion sociale et l'intégration régionale.

Les fondements pour la réalisation de tels objectifs passent obligatoirement par un partenariat actif des paysans dans les processus de conception des outils d'aide à la gestion et par une mise en cohérence des organisations paysannes, au delà de la prise en compte du savoir des paysans-producteurs. *Cette approche devra être réalisée dans le cadre d'un projet de développement, conjointement aux opérations de recherche*¹.

¹ On rappelle que ce document donne uniquement les spécifications liées aux opérations de recherche.

5.2. Rôle de la recherche dans la gestion intégrée des ressources naturelles

Il est important que la recherche puisse précéder, accompagner et suivre tout projet de développement, et tout particulièrement pour les projets de gestion intégrée des ressources naturelles. Cela est d'autant plus vrai dans les pays du Sud, où souvent les Etats n'ont pas les moyens d'entretenir un réseau de recherche dense ; la boucle de retour des résultats de la recherche doit alors être réduite au plus court.

Une première phase uniquement recherche actuellement en cours (considérée comme une phase d'avant-projet) se terminera en décembre 2000 (cf. chapitre 8). Dans une deuxième phase à venir, correspondant au projet de développement dont ce document essaye de définir le cadre, le rôle de la recherche sera d'accompagner les actions de développement afin de préciser les mécanismes (hydrologiques, biophysiques, socio-écologiques, de modélisation intégrée, de transferts de l'information, ...). *In fine*, son rôle dans la gestion intégrée des ressources naturelles devrait se traduire par :

- l'établissement de relations entre la dynamique de l'eau (et sa disponibilité) et celle des différentes ressources végétales (production riz et production fourrage) et ichtyologiques (production pêche) ;
- l'amélioration des connaissances sur les interactions des activités anthropiques et climatiques et leurs effets sur les milieux physiques et biologiques, en établissant à chaque fois la part de chacun de ces facteurs dans les processus de dégradation ou de pression ;
- le contrôle de la base de connaissances devant servir de référence pour le suivi à moyen et long terme de l'évolution des écosystèmes du delta : cartes d'état de surface, cartes d'occupation des terres, cartes de végétation, etc. ;
- la construction des indicateurs de pression et des tableaux de bord associés ;
- la calibration et la validation de la modélisation intégrée.

Pour cela, la recherche se structurera autour de trois pôles thématiques (fig. 5.1) : les sciences naturelles, les sciences humaines et les sciences de l'information pour concourir vers les objectifs intégrés suivants :

- productions possibles,
- pression sur le milieu,
- aide à la décision.

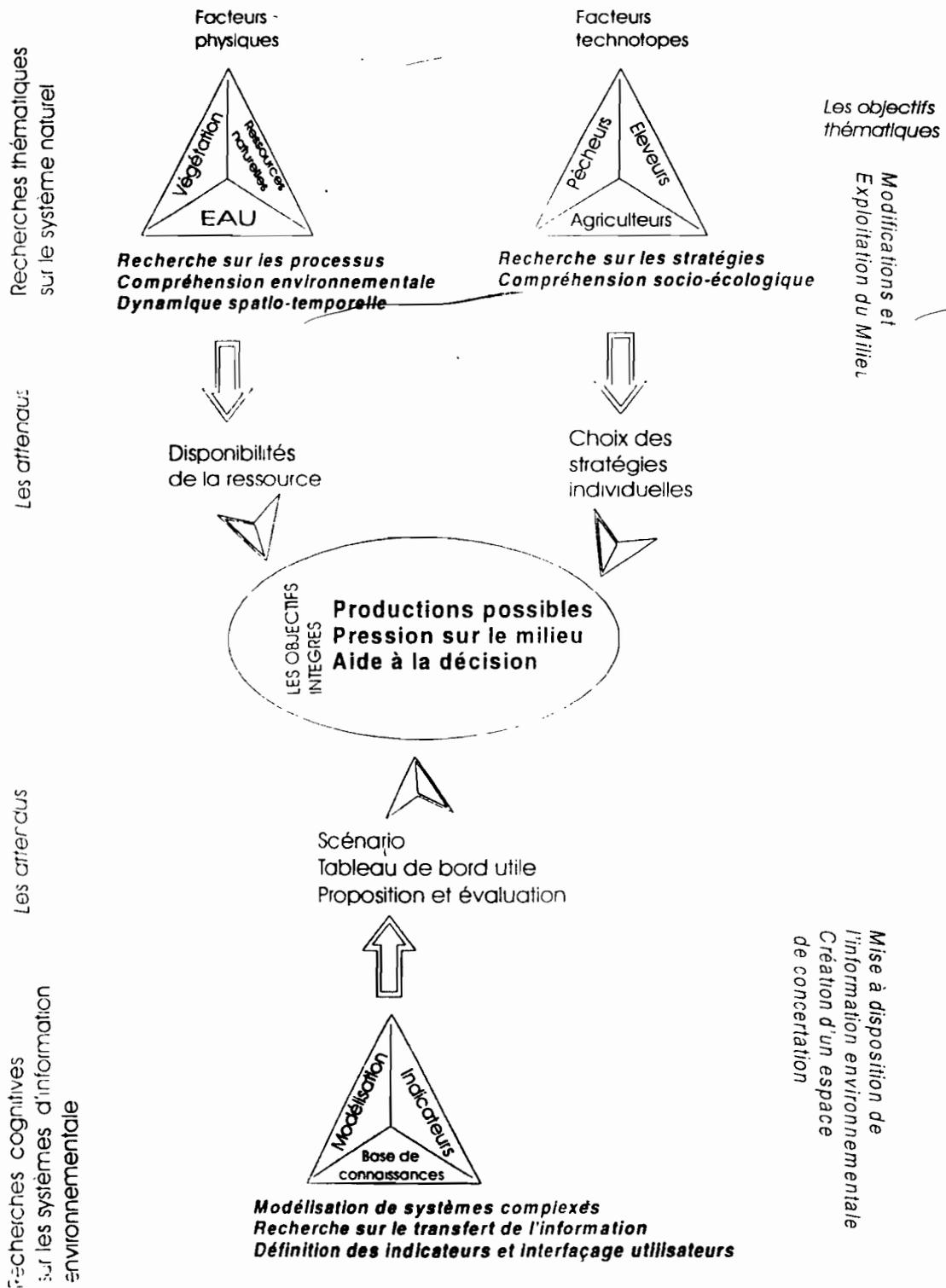


Figure 5.1 : Stratégie du projet : articulation des recherches thématiques et cognitives pour un interfaçage utilisateur utile de gestion de l'information environnementale

Les *sciences naturelles* concernent la dynamique spatio-temporelle de l'eau et l'identification des processus expliquant la disponibilité des ressources naturelles. Les *sciences humaines* concernent la recherche des stratégies individuelles et leur implication socio-écologique. Pour ces 2 pôles, il s'agit de mettre en évidence les liens dynamiques entre modification et exploitation du milieu et les paramètres hydro-climatiques (variabilité de la disponibilité en eau). Enfin, les *sciences de l'information* s'articulent autour des trois axes participant à la construction de la base de connaissance, de la modélisation intégrée et des indicateurs. L'objet est ici de mettre à disposition l'information environnementale et de créer un espace de concertation.

Enfin, on pourrait qualifier ce projet « *d'hydro-tropho-socio-dynamique* », impliquant :

- * la recherche thématique dans :
 - la compréhension des processus écologiques,
 - le rôle de la dynamique de l'eau dans la fertilité biotique,
 - la définition d'une protection de la biodiversité,
 - les liens entre dynamique sociale et les systèmes écologiques.
- * la recherche cognitive étant là pour permettre de « rentabiliser » (d'exploiter) aux mieux les connaissances vers la réalisation (concrète et immédiate) contrôlée d'un ensemble d'outils participant à une aide pour une gestion des ressources naturelles se voulant rationnelle (durable).

5.3. Stratégie de recherche pour une approche intégrée environnementale

5.3.1 Les composantes de la recherche

- ◆ *Connaissance et Modélisation* :
 - Connaissance et modélisation des processus physiques tels que le régime hydrologique, l'érosion des sols, la géochimie des eaux, la chaîne trophique, la dynamique des populations de poissons, la dynamique de l'environnement (plantes aquatiques, écosystèmes terrestres, forêts, ...)
 - Connaissance et modélisation des comportements, stratégies et actions humaines dans les modes d'organisation sociale (droit coutumier, allocation des ressources, migrations,...) et dans les systèmes de production (agriculture, élevage et pêche), en relation avec la dynamique du système naturel ;
 - Connaissance et modélisation des interactions entre les différents processus physiques et décisionnels.
- ◆ *Conceptualisation et développement d'un modèle intégré* :
 - Représentation du système complexe, en déterminant les acteurs, les processus et les facteurs extérieurs qui seront pris en compte ;

- Développement d'une matrice de performance qualifiant les attentes des acteurs en termes de ~~production~~ et de ~~fonctionnement~~ du delta. Ces ~~indicateurs~~ seront utilisés également pour évaluer les différents scénarios simulés par le modèle ;
 - Formalisation des processus par une explicitation des caractéristiques techniques des différents composants : objets, mécanismes, entrées, sorties, interactions avec les autres composants, pas de temps, pas d'espace - échelle, niveaux de gestion, niveaux de décisions.
- ◆ *Valorisation du modèle intégré :*
- Diagnostique de la situation actuelle ;
 - Définition de scénarios à partir de régimes hydrologiques (variabilité climatique), d'événements externes (aménagement hydrauliques, comportements sociologiques, prix du marché) pour l'étude de leur impact sur les disponibilités des ressources naturelles, leur production et les migrations ;
 - Interactions continues (discussions, concertations) avec les acteurs du Delta (décideurs, gestionnaires, éleveurs, agriculteurs, pêcheurs), du développement (développeurs) et de la recherche (chercheurs) pour valoriser le modèle intégré.
- ◆ *Mise en place d'un observatoire pour la gestion des milieux et des ressources :*
- Développement d'un outil multimédia d'intégration et de consultation de documents : intranet scientifique permettant de réaliser l'intégration multidisciplinaire ;
 - Couverture spatiale de l'ensemble du Delta Intérieur du Niger au Mali (base de connaissances, SIG, typologies, ...)
 - Développement d'interfaces utilisateurs (méta-information, indicateurs, tableaux de bords, ...).

5.3.2 Les activités de recherche induites

A partir des ces quatre grandes composantes de la recherche, six activités de recherche semblent primordiales pour répondre aux objectifs de ce projet :

- modélisation de la crue et génération de la ressource,
- exploitation de la ressource,
- constitution d'une base de connaissance,
- conceptualisation et développement du modèle intégré,
- valorisation du modèle intégré ,
- mise en place d'un observatoire.

L'articulation de ces six activités de recherche qui mèneront à une meilleure connaissance de la dynamique des ressources naturelles du delta intérieur et de leur exploitation, au développement du modèle intégré, à la valorisation du modèle et à la mise en place de l'observatoire, est présentée en fig. 5.2.

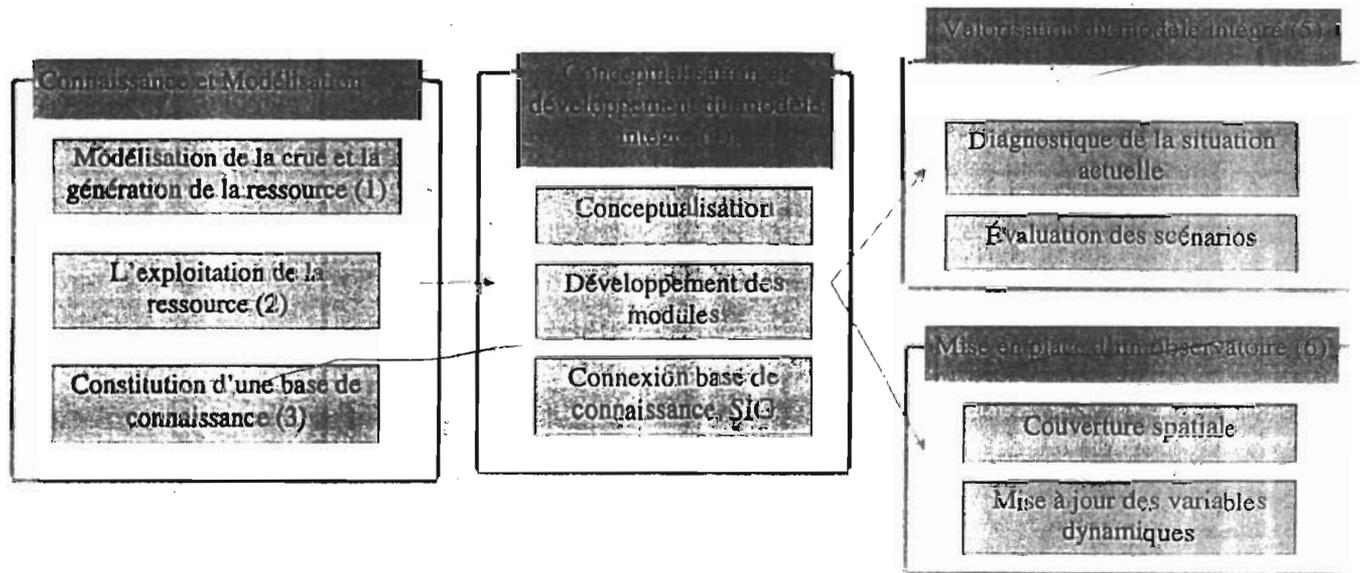


Figure 5.2 : Schéma d'articulation des activités de recherche du projet

5.4. Structuration de la recherche

5.4.1 Les axes fédérateurs de recherche

Pour être fonctionnelles, il est important que les activités de recherche soient définies par des opérations de recherche monodisciplinaires. Conformément au document d'orientation qui a servi de base à l'attribution du label de *Zone Atelier* par le GIP-Hydroystème (ZADIN, 1997) au projet de recherche du groupe CERDIN, on propose d'organiser les activités de recherche autour de 7 axes fédérateurs de recherche (fig. 5.3) :

- d'une part, en **quatre axes thématiques** :
 1. *Disponibilité en eau (DISPO)*,
 2. *Transferts de Matières (TRAM)*,
 3. *Biodiversité et Productivité (BIOPRO)*,
 4. *Exploitation de la ressource et Compétition (EXCOMP)*,
- et d'autre part, en **trois axes transverses** :
 5. *Modélisation intégrée (MOD)*,
 6. *Systèmes d'Information (SI)*,
 7. *Observatoire (OBS)*.

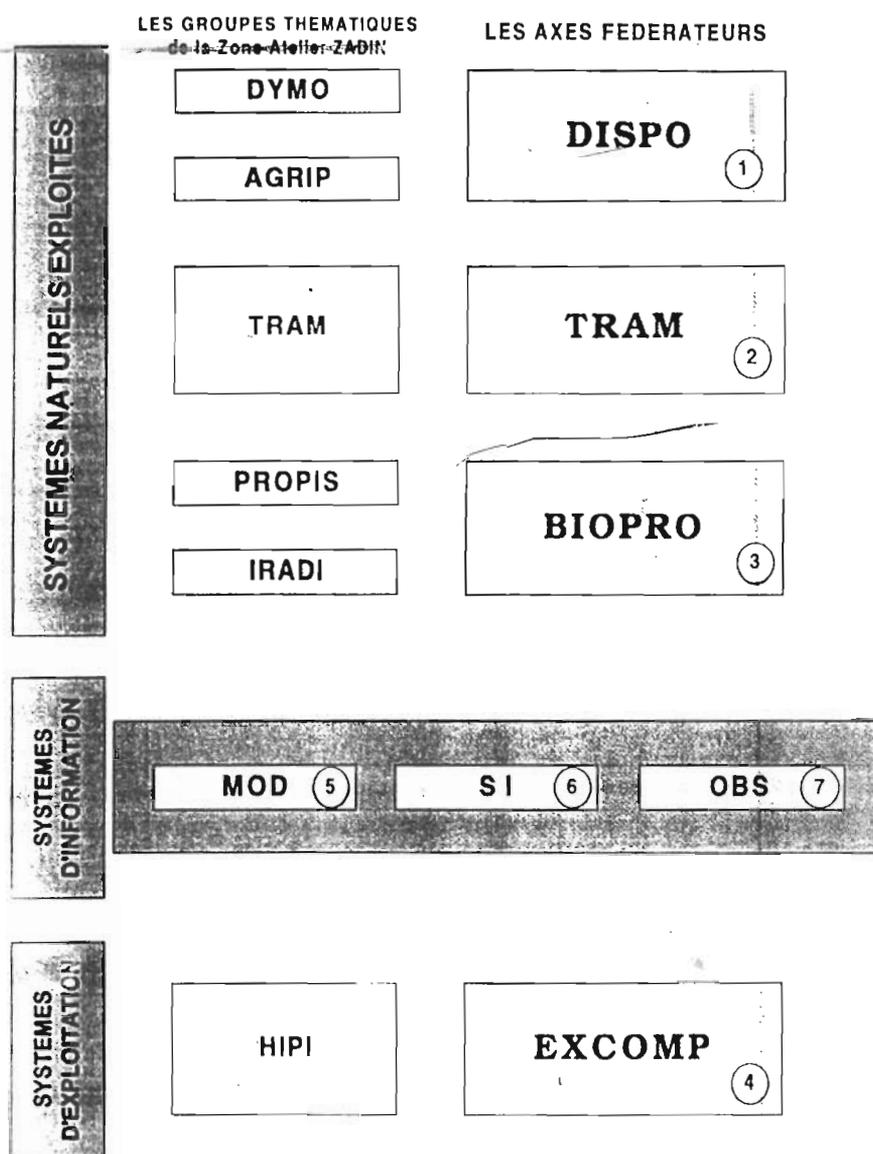


Figure 5.3 : Organisation des axes fédérateurs de recherche pour une recherche utile au développement (en correspondance aux axes fédérateurs, est indiqué le nom des groupes thématiques définis dans la zone atelier ZADIN²)

² Pour plus d'information, on renvoie le lecteur au document d'orientation du projet ZADIN, avril 1997.

5.4.2 De l'articulation à l'intégration des opérations de recherche

L'intégration des opérations de recherche est réelle et leur articulation est fonctionnelle, car cette synergie multidisciplinaire s'appuie sur un **chantier scientifique et géographique** qui présente l'intérêt d'être défini sans ambiguïté :

- la délimitation géographique du chantier *Delta Intérieur du Niger* est unanime, elle est fondée sur l'inondation fluviale, notion qui varie dans l'espace et dans le temps mais non dans la définition scientifique ;
- il y a unanimité sur un certain nombre de problématiques générales qui forment un cadre commun à l'équipe (par exemple : l'inondation du Delta comme ressource et ressource menacée ; la complexité de sociétés humaines multiples et en mutation sociale, démographique, politique... ; l'intérêt scientifique et méthodologique d'étudier la jointure entre le couple nature-ressource et le couple exploitation-société) ;
- les méthodes visant à la production scientifique sont identifiées, cohérentes et complémentaires :
 - ◊ observations et mesures sur le terrain pour édifier les bases de données et des modèles de simulation,
 - ◊ articulation des échelles de travail (spatiales et temporelles) quand la notion d'échelle est pertinente,
 - ◊ harmonisation des échantillonnages spatiaux et temporels,
 - ◊ outils communs d'organisation, de synthèse et de restitution (internes au groupe et vers l'extérieur) : de la modélisation intégrée à l'observatoire.

Ainsi, du fait de la spécificité géographique du delta, et de la volonté d'une démarche de modélisation intégrée et d'observatoire, l'intégration des opérations de recherche est effective. Elle est pratiquée concrètement selon différentes modalités :

- les opérations coordonnent une partie de leurs problématiques, données et résultats : acquisition d'informations en commun, prise en compte des besoins d'une autre opération (temps, échelles, variables), échange des produits ou des traitements ;
- les opérations échangent des données, en vue d'élaborer des produits définis en commun : paramètres, résultats, corrélations, bases de données à références communes...
- la collaboration entre opérations fait émerger des problématiques scientifiques et méthodologiques communes, à la résolution desquelles les opérations vont contribuer ;
- l'hydrographie (*stricto sensu*) de l'inondation saisonnière représente une information indispensable à toutes les disciplines d'inventaire et de gestion de la « ressource Delta intérieur », information que l'on ne sait pas produire couramment à l'heure actuelle.

5.5. Les recherches environnementales

L'eau est donc l'élément intégrateur de toutes les disciplines environnementales concernées dans cette étude sur la dynamique spatio-temporelle des ressources naturelles du delta intérieur du Niger. Sa disponibilité est à l'origine de tous les questionnements, du milieu physique à l'homme, à savoir :

- Quelle est la variabilité des ressources en eau dans l'espace et dans le temps ?

- Comment cette dynamique spatio-temporelle de la disponibilité en eau influence la dynamique physique du milieu (eaux et flux géochimiques), génère et entretient la biodiversité et la productivité des ressources naturelles de cet écosystème ?
- Quelle est son influence sur les déterminants socio-économiques qui contrôlent la pression sur les ressources naturelles et leur mode d'exploitation ?

Ainsi, la variabilité (dans le temps et dans l'espace) de la disponibilité en eau, apparaît être l'élément majeur d'explication du comportement de tous les autres paramètres du système. Cette disponibilité en eau dépend à la fois de la variabilité climatique, de la morphologie du milieu et des aménagements (fig. 5.4).

En fonction de cette disponibilité en eau, on définit les productions possibles en ressources naturelles du système en suivant parallèlement deux cheminements scientifiques différents mais convergents : un cheminement via les sciences physiques, un cheminement via les sciences technotopes (fig. 5.4). Le premier passe par la compréhension des processus de mobilisation des matières (chemins de l'eau et érosion, éléments chimiques utiles à l'établissement des chaînes trophiques) puis des processus liés à la biodiversité et la productivité du milieu. Le second dépend des choix et stratégies des producteurs et passe donc par la compréhension de la dynamique des choix stratégiques des exploitants.

On note que les aménagements d'une part, et les choix stratégiques d'autre part, sont des termes sur lesquels la modélisation pourra construire des scénarios.

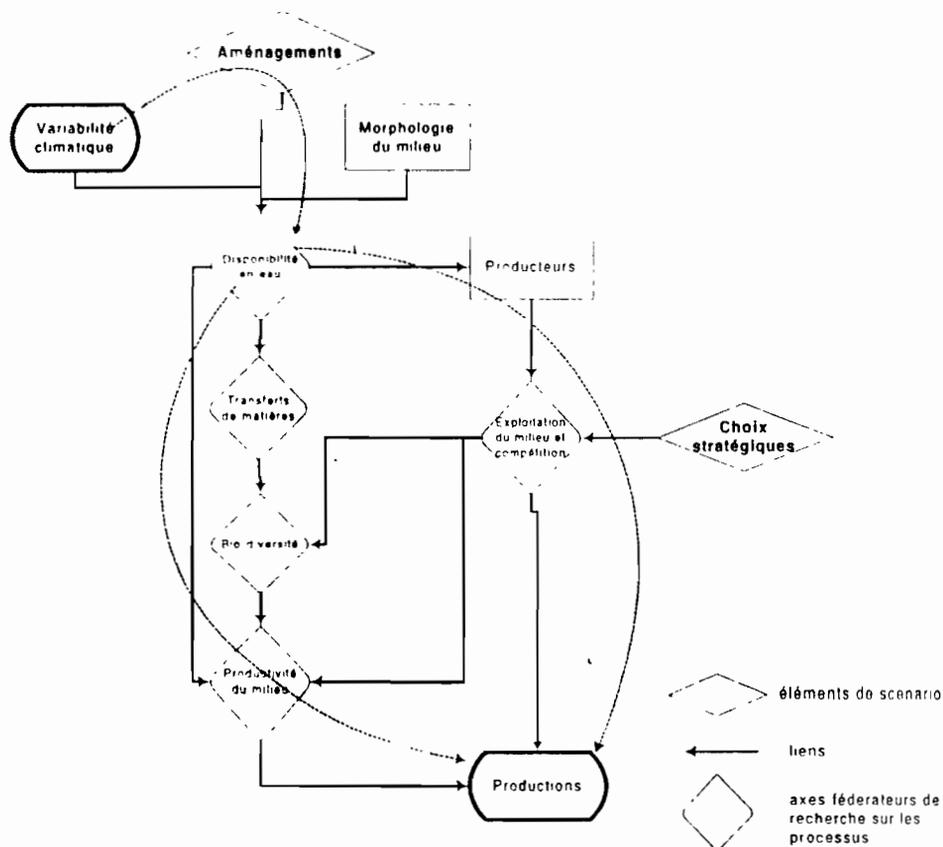


Figure 5.4 : Cheminement des réflexions thématiques de la variabilité climatique aux productions du système

Ces recherches thématiques ont bien sûr pour objet d'alimenter les trois autres axes de recherche transversale du projet : la modélisation intégrée, le système d'information environnementale, participant tous les deux à la construction d'une structure observatoire. Dans l'articulation préconisée des différentes activités de recherche, un mécanisme itératif (ou "feed-back") permet de réajuster, en permanence, les calibrations prises dans chaque composante, en fonction des besoins rencontrés dans les autres composantes : *aller-retour permanents entre les données issues des systèmes d'observation, les résultats des simulations de la modélisation intégrée et les connaissances des processus acquises par les recherches thématiques* (fig. 5.5).

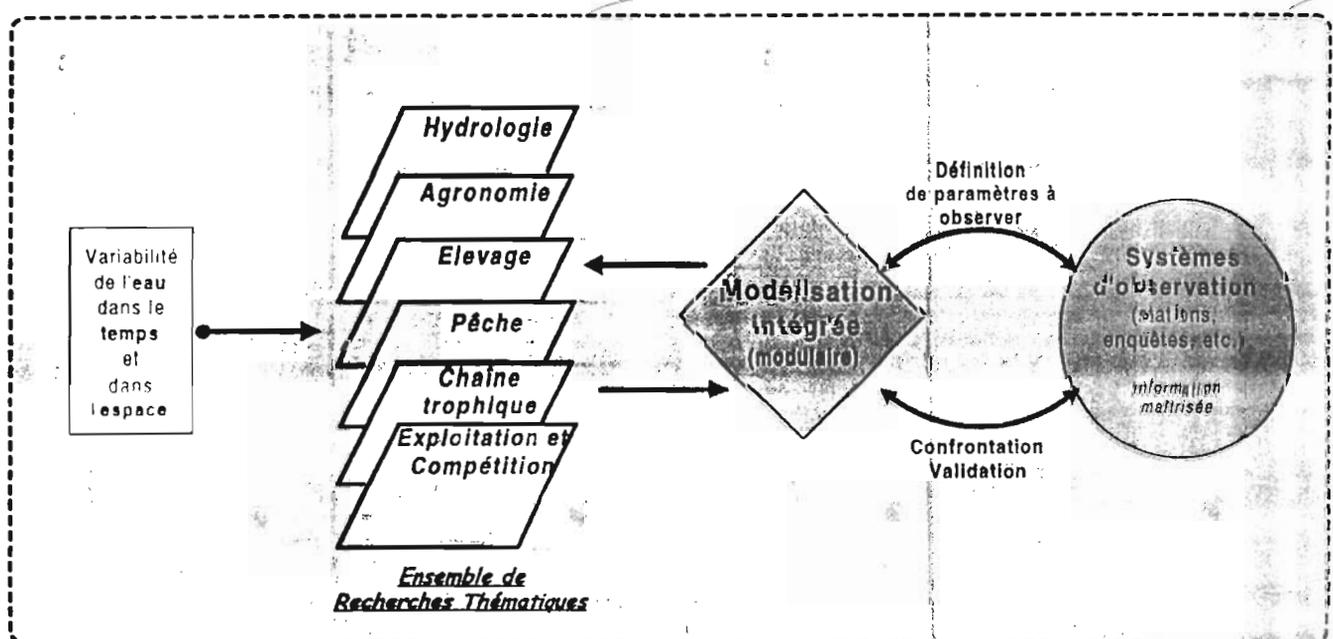


Figure 5.5 : Articulation entre les recherches thématiques, la modélisation intégrée et les systèmes d'observation au sein d'une structure observatoire

5.6. Les recherches cognitives

5.6.1 La modélisation intégrée

La modélisation intégrée consiste en une représentation, schématisée et simplifiée, d'une réalité, et des processus complexes observés. Pour construire leurs modèles, les modélisateurs exigent sans cesse des informations supplémentaires, au fur et à mesure de leurs avancées. Ils expriment alors leurs besoins aux chercheurs thématiques, ce qui a pour conséquence d'orienter leurs recherches. Les modélisateurs peuvent, également à leur tour, apporter leurs connaissances aux thématiciens : par exemple, en comparant les résultats obtenus après simulation avec les données observées dans la réalité, ils peuvent tirer des conclusions qui sont autant d'éclaircissements supplémentaires.

Le projet est organisé autour du développement d'une maquette de modélisation intégrée du Delta Intérieur du Niger. Le développement et la mise en œuvre d'un modèle intégré sera fédérateur et stimulateur des différentes disciplines scientifiques (hydrologie, hydrochimie, hydrobiologie, sociologie, géographie, agronomie, sciences de l'information,...). Sur le plan gestion/politique du delta, le modèle alimentera les négociations/discussions entre acteurs du delta (décideurs, gestionnaires, éleveurs, agriculteurs, pêcheurs, ..) à partir de simulations de scénarios (fig. 5.6).

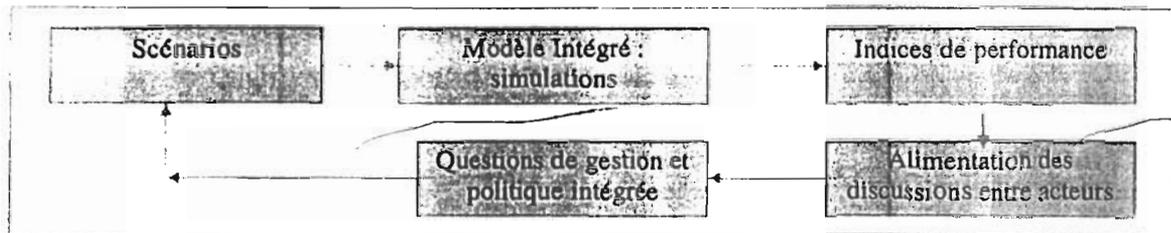


Figure 5.6 : Schéma d'utilisation de la maquette de modélisation intégrée du Delta Intérieur du Niger

La configuration de la modélisation intégrée est modulaire (modules monodisciplinaires). L'avantage d'une telle configuration est d'une part qu'on peut développer et améliorer ces modules indépendamment, et d'autre part, qu'on peut assurer des sorties monodisciplinaires, qui peuvent être vérifiées et analysées. L'ensemble est commandé par un contrôleur central selon une architecture déjà opérationnelle³ (fig. 5.7).

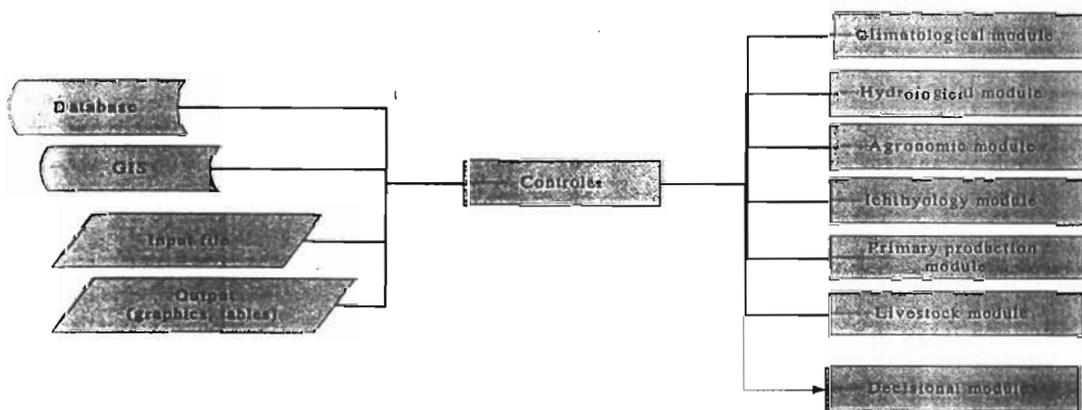


Figure 5.7 : Configuration de la maquette de modélisation intégrée proposée : une modélisation modulaire hydro-tropho-socio-dynamique

On rappelle que la variabilité de l'eau dans le temps et dans l'espace est la variable d'entrée de la modélisation intégrée. Les modules thématiques sont :

- la disponibilité en eau : étude hydrologique et climatique pour caractériser sa dynamique spatio-temporelle,

³ cf. chapitre 8 (de ce document) les résultats du projet de recherche GIHREX (IRD, 1997-2000)

- la chaîne trophique : l'étude privilégie les processus d'édification des ressources aquatiques, les sources de la productivité et de la biodiversité, le rôle de la qualité de l'eau en intégrant sa dynamique spatio-temporelle,
- les systèmes de production (pêche, riziculture, élevage) : les trois filières principales de production,
- l'exploitation et la compétition : analyse des stratégies d'exploitation en fonction de paramètres socio-écologiques, paramétrisation des choix.

5.6.2 Le système d'information environnementale

L'information environnementale est par nature évolutive, diverse et complexe. Dans ce cadre, les méthodologies usuelles d'analyse et de conception des systèmes d'information doivent être adaptés pour prendre en compte :

- l'évolutivité des phénomènes étudiés,
- l'hétérogénéité des informations et des sources d'information,
- les imprécisions, les ambiguïtés du système d'information.

Par ailleurs, l'information environnementale concerne aussi bien l'historique des connaissances accumulées, les connaissances mises à jour régulièrement (à des échelles de temps et d'espace diverses) que la diversité des thèmes à traiter (hydrologie, pluviométrie, végétation, biodiversité, agronomie, halieutique, pastoralisme, économie, systèmes sociaux, cultures, ...), que la diversité des supports de l'information (numériques, alphabétiques, cartographiques, photographiques, modèles, ...).

Le système d'information environnementale valorisera toutes ces connaissances par leur mise en réseau selon une architecture présentée en fig. 5.8. Le concept de *World Wide Web* est parfaitement adapté à la fois, à la mise en réseau des bases de connaissance par les liens hypertextes, et à la mise à disposition des utilisateurs par une interface commune et conviviale sur leur micro-ordinateur d'informations distribuées sur plusieurs sites et gérées par plusieurs équipes aux thématiques différentes, selon une *data policy* à déterminer. Le cadre conceptuel d'un tel réseau et l'architecture correspondante ont été réalisés pour l'information environnementale concernant le delta intérieur du Niger dans le cadre du projet GIREX⁴ en collaboration étroite avec le projet de recherche SIMES⁵ (cf. annexe).

• Les systèmes d'observation

Les équipes (des directions nationales, des institutions de recherche, etc.) qui collectent régulièrement de l'information environnementale (hydrologie, météorologie, recensement, etc.) ont développé depuis longtemps des systèmes informatiques propres de saisie et de gestion des données brutes, particulièrement bien adaptés à leur problématique. Il est souhaitable que ces systèmes puissent continuer à exister et à évoluer de façon relativement autonome (par rapport à ce projet du moins), sur les différents sites et sous la responsabilité des équipes concernées. En d'autres termes, il n'est pas envisagé d'intégrer fortement

¹ cf. annexe description de l'opération de recherche BACODIN

⁴ Système d'Information Multimédia pour l'Environnement Sub-saharien, financements INCO-DC (CEE) et WISE-Dev (BM)

l'ensemble de ces systèmes dans une seule méga-base, qui induirait rapidement des problèmes de gestion tant techniques que déontologiques

Cette option ne constitue pas un problème pour la mise en relation ultérieure des données pertinentes pour le projet, via le développement de procédures automatiques sur le serveur WEB pour la mise à jour périodique, l'intégration des données de sources diverses, la structuration des connaissances induites, la création et mise à jour d'un index et de liens pertinents, et l'analyse et le contrôle des consultations et navigations effectives (cf. résultats du projet SIMES).

- **La constitution de base de données**

L'accumulation des observations sous toutes les formes donne lieu à la constitution de bases de données, intégrant des données produites par des systèmes internes (information maîtrisée) ou provenant de sources extérieures : recensement national, enquêtes réalisées par des organismes extérieurs, etc. (information non maîtrisée).

- **La constitution d'une base de connaissance**

Toutes les informations, toutes les données, tous les résultats, alimentent une grande base de connaissance (ou d'information) qui recueille, centralise, toutes les connaissances produites par l'ensemble des composantes du projet. Cette base de connaissances met à la disposition de tous les utilisateurs potentiels la totalité des savoirs acquis par les parties prenantes au projet. Les supports de cette connaissance sont divers, de manière à élargir et diversifier les possibilités d'accès : site internet, intranet, publications, bulletins périodiques, rapports, etc.

Processus d'accumulation, d'organisation et de restitution de l'information

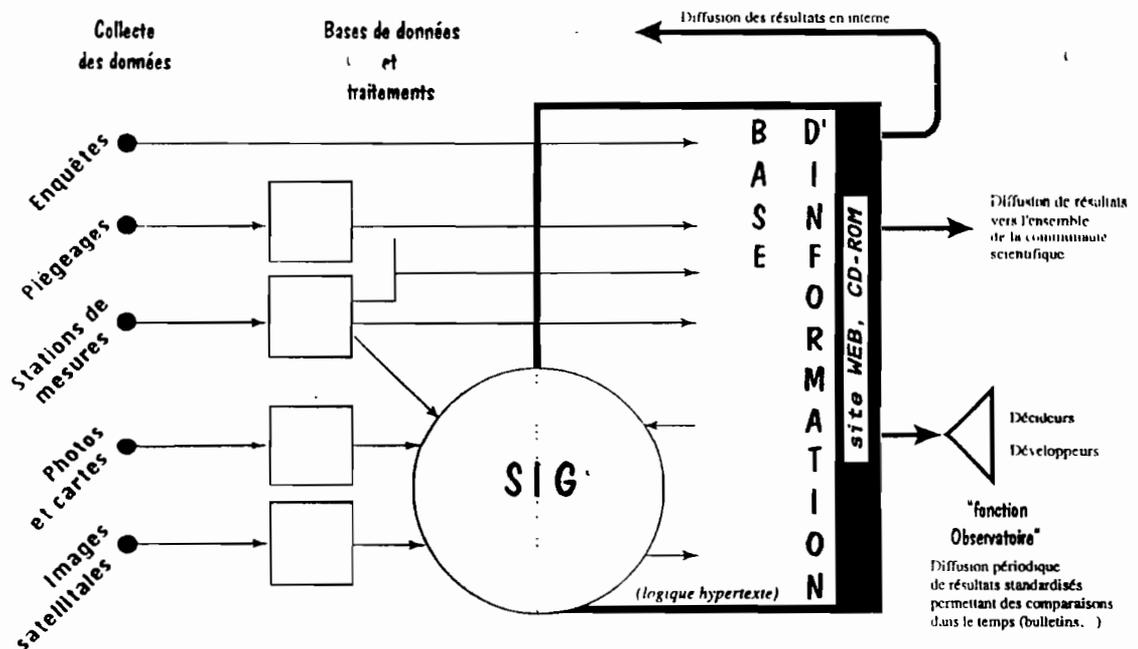


Figure 5.8 : Architecture du système d'information environnementale proposé

5.6.3 L'observatoire

-Qu'est-ce qu'un observatoire de l'environnement ? Dans le contexte international actuel de développement durable, les nouvelles relations entre sociétés humaines et l'environnement s'accompagnent d'un besoin de produire de l'information sur l'état de l'environnement. Aussi, nombre d'organismes nationaux et internationaux souhaitent développer des observatoires de l'environnement afin de décrire et de suivre l'état et les évolutions des relations sociétés-environnement. Une des missions assignées à un tel observatoire est de mettre à la disposition des utilisateurs l'information la plus pertinente pour eux. Dans ce sens, l'observatoire dépasse très largement la simple mission d'observation des phénomènes.

Ainsi, on conviendra dans ce projet qu'un *observatoire* a pour objectif de produire régulièrement et sous de faibles délais des informations normalisées et de les diffuser vers les bénéficiaires extérieurs, tout cela de façon durable.

- **La diffusion et l'utilisation des connaissances : tableaux de bord et indicateurs**

L'information est certes disponible et accessible, mais pas toujours exprimée sous une forme directement exploitable. Ainsi, l'information doit souvent être orientée selon l'utilisateur et ses propres besoins. L'observatoire devra donc diffuser des produits attendus et voués à être restitués sous forme de *bulletins périodiques* ou de *notes de conjoncture* incluant des *tableaux de bord* composés d'*indicateurs*, qui viseront à une certaine pertinence et objectif liés par rapport à des jeux de décision possibles.

On retiendra que les indicateurs sont des outils de communication destinés à transmettre une information de la façon la plus synthétique possible.

Dans l'étape d'avant-projet en cours, une identification des indicateurs pertinents pour un éventuel observatoire socio-écologique du delta a été réalisée selon une adaptation du modèle Pression-Etat-Réponse du *Department for Policy Coordination and Sustainable Development* des Nations Unies. Pour chaque indicateur sélectionné, une fiche descriptive donne son niveau d'expression (local, régional,...), son délai de mise à jour (annuel, mensuel,...), sa fenêtre d'observation (annuel, mensuel,...) et sa forme d'expression (numérique, graphique, carte,...).

Enfin, les canaux classiques de diffusion des informations, assurés principalement par des Directions Régionales et d'autres institutions publiques régionales, en direction des utilisateurs présents dans le DIN, pourront être empruntés. Par exemple, la Direction Nationale de la Météorologie est habituée à utiliser les voies radiophoniques pour diffuser des informations en direction des producteurs.

- **Les utilisateurs finaux : juges de la qualité et assurance d'une durabilité**

Bien que ces outils d'aide à la décision fournissent des éléments essentiels aux utilisateurs finaux concernés par la gestion intégrée des ressources naturelles, la durabilité de l'observatoire est liée à son objectivité et son utilité. Son objectivité doit être assurée par une

souveraineté le soustrayant à toute pression extérieure (politique, financière,...), liée à une reconnaissance institutionnelle. L'utilité de l'observatoire est liée à la pertinence et la qualité de l'information délivrée, deux aspects nécessitant une adaptation permanente des indicateurs et des systèmes d'observation ou de traitement de la donnée.

On note l'existence d'un effet "feed-back" qui permet aux utilisateurs d'exprimer leur jugement et leurs critiques, quant aux informations qu'ils reçoivent (sorte de contrôle qualité). Ils peuvent apporter un certain soutien politique au projet s'ils sont satisfaits des résultats, ou le désavouer dans le cas contraire.

Une matrice de performance pourrait être développée à partir d'indices qualifiant, d'une part, les attentes des acteurs en termes de production et fonctionnement du Delta, et d'autre part, les réponses apportées par l'observatoire. De tels systèmes d'évaluation placés tout au long du projet pourraient permettre d'assurer un minimum d'efficacité. Ces "boucles de rattrapage" réorienteraient les actions en cas de besoin.

- **Structuration d'un Observatoire Socio-Ecologique du Delta (OSED)**

En guise de conclusion de ce long chapitre, une synthèse graphique de l'architecture envisagée pour un *Observatoire Socio-Ecologique du Delta (OSED)* est proposée en figure 5.9. L'originalité de cette structure est d'associer les activités de recherche conjointement aux activités traditionnelles de tout projet de développement.

L'*Observatoire Socio-Ecologique du Delta* cherchera à fédérer les expériences existantes (Observatoire de la Pêche, veille hydrologique OHRAOC⁶, projet GHENIS⁷, OPM et ORM⁸, etc.) et à en lancer d'autres (pour le suivi des activités pastorales notamment), mais il aura également pour stratégie d'intégrer des informations d'intérêt général issues de la télédétection, des services de l'agriculture ou des grands réseaux d'observations nationaux (Agrhymet, DNHE, DNM, DNAMR,...). L'adoption d'une structure résolument fédérale signifie que l'on accepte l'idée que les bases de données et de documents existantes sont multiples, différentes et indépendantes, et qu'elles ont vocation à rester sous la responsabilité et la gestion des services qui les ont créées. L'intégration se fera à partir d'une entente sur des procédures d'extraction à faire fonctionner périodiquement sur ces bases dites "sources" pour générer des documents (par exemple de type .html) qui iront rejoindre une base fédérale (installée ou répartie sur un ou plusieurs serveurs). Les documents produits seront édités sous la responsabilité de chaque service, mais ils seront accessibles à tous à l'intérieur d'un grand ensemble fédéral où les défis à relever seront les suivants :

- classer et indexer les documents entrants (produits puis envoyés par les différents services à partir de leurs "bases sources") ;
- faire connaître et rendre compréhensible la nature des contenus de la base fédérale et des bases sources en éditant un catalogue (méta-information) sur papier et sur le Web (constituant ainsi un module essentiel de la base fédérale) ;
- mettre en place des systèmes de requêtes (moteurs de recherche) pour permettre de retrouver, à partir de tout poste Internet autorisé, l'information pertinente sélectionnée sur la base de mots clés ou de critères de périodes ;

⁶ Observatoire Hydrologique Régional d'Afrique de l'Ouest et Centrale, cf. annexe

⁷ Gestion Hydro-Ecologique du Niger Supérieur, cf. annexe

⁸ Opération Pêche Mopti, Opération Riz Mopti

- faire en sorte que les documents soient "rapprochables" à la consultation, ce qui suppose l'emploi de ~~références communes~~ en matière de géoréférenciation et de nomenclatures ;
- produire de nouveaux documents synoptiques propres au niveau fédéral et en particulier des tableaux de bord thématiques ou plurithématiques directement orientés sur l'aide à la décision (en incluant des indicateurs de performance, des points de référence, etc...).

Les trois premiers points constituent surtout des défis d'ordre technique qui exigeront que soient prises des décisions de normalisation (à travers des groupes de travail réunissant les ~~informaticiens~~ des différents services) sur les formats des documents produits.

Les quatrièmes et cinquièmes points exigent que des groupes de travail se penchent sur la question des références communes (fonds géométriques communs, typologies communes sur certaines variables essentielles) et sur la question des outils de communication (que sont les indicateurs et les tableaux de bord) à développer à l'intention des utilisateurs et décideurs.

Ce travail de constitution de l'observatoire est un travail progressif de convergence en vue de la constitution d'une couche fédérale commune. Il a été débuté dans la phase d'avant-projet actuelle sur la base de la réalisation notamment de l'Observatoire de la Pêche (cf. chapitre 8).

L'OSSED sera intégré dans un ensemble d'actions concourant au fonctionnement effectif de cet observatoire qui, pour assurer sa durabilité, est conçu pour produire des informations répondant directement et concrètement aux questionnements des exploitants et aménageurs. Il s'agit notamment de calendriers d'exploitation (prévision à 3 semaines) et schéma d'aménagement (simulation interannuelle).

Bien sûr, pour le succès de cette entreprise, *la fonction "observatoire" de l'OSSED doit être développée simultanément avec :*

- *les actions de recherche* pour approfondir les connaissances nécessaires et utiles aux objectifs de l'observatoire, et dont l'intégration de la pluridisciplinarité est assurée par une communication autour de la modélisation intégrée.
- *une action de développement de l'outil de gestion* des ressources naturelles permettant à l'OSSED de réaliser pleinement ses objectifs initiaux.

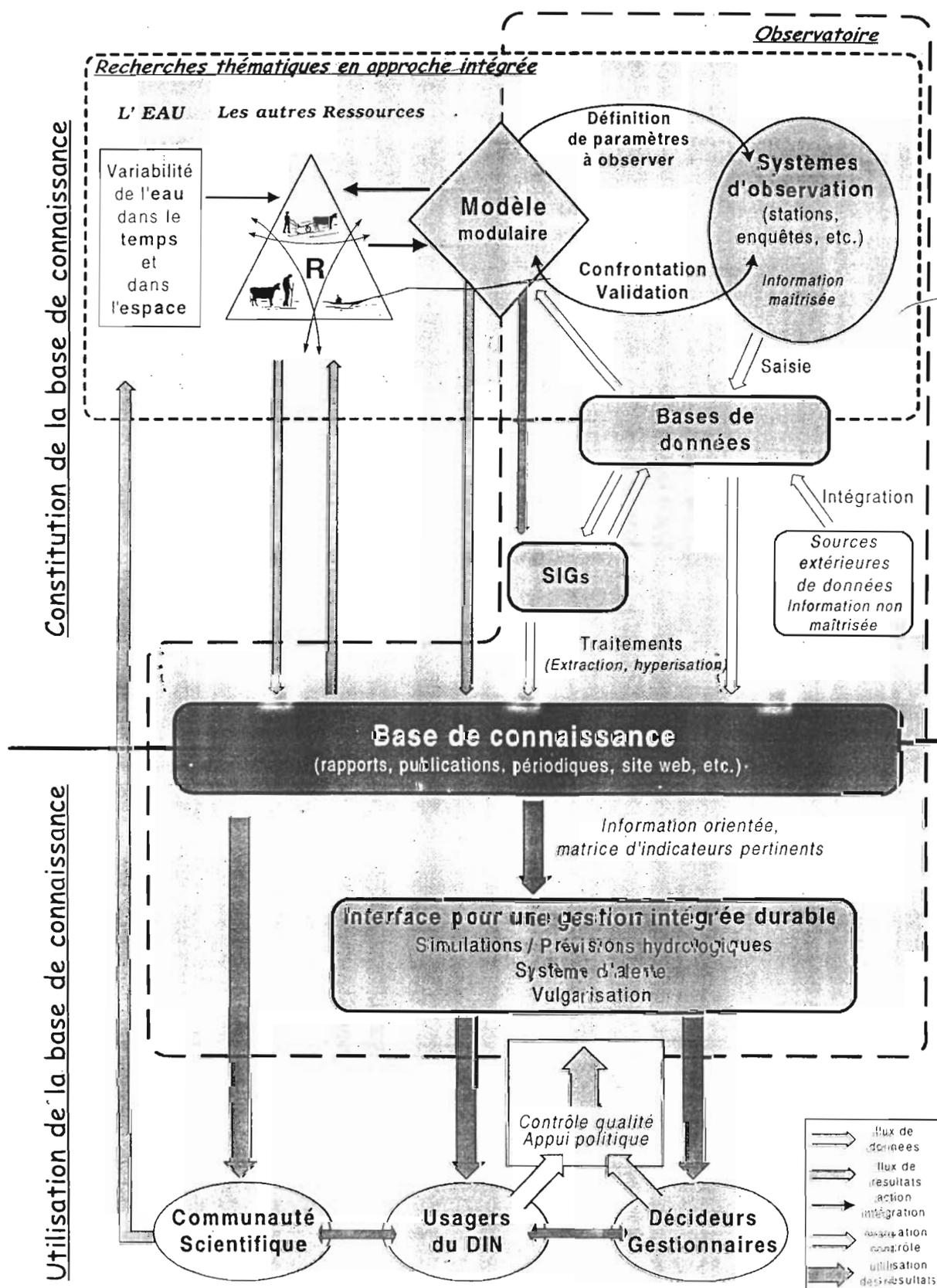


Figure 5.9 : Structuration d'un observatoire socio-écologique du delta

Chapitre 6 Objectifs du projet

L'objectif général – *œuvrer pour une gestion durable des ressources naturelles* – consiste à protéger et à fournir une eau de qualité en quantité suffisante, tout en maintenant les différents rôles fonctionnels de l'écosystème, et à mieux équilibrer les demandes avec la disponibilité des ressources naturelles.

Pour atteindre un tel objectif, des démonstrations et concertations, des actions de vulgarisation et des efforts pluridisciplinaires de recherche seront combinés à l'implication d'acteurs et d'utilisateurs finaux de résultats via la diffusion de tableaux de bords et de résultats de simulation de scénarios pertinents issus de la modélisation intégrée et de la structure d'observatoire.

Ainsi, la force de ce projet est bien d'associer en temps réel actions de développement et actions de recherche. Les opérations de recherche sont destinées à améliorer la compréhension des processus écologiques, de la dynamique de l'eau et de la fertilité, de la protection de la biodiversité et de la qualité de l'environnement, et des liens entre systèmes écologiques et dynamique sociale.

On retiendra que l'objectif général de ce projet de développement est : *l'amélioration des connaissances et leurs mises à disposition dynamique pour participer à la définition de stratégies d'exploitation des ressources naturelles du delta pour un développement durable.*

6.1. Les objectifs de moyen et long termes

Les objectifs de moyen et long termes concernent :

- ↳ Rationalité économique des filières de production et amélioration des conditions de vie des populations rurales,
- ↳ Paix sociale,
- ↳ Préservation des ressources naturelles,
- ↳ Connaissance du milieu.

La connaissance du milieu (sphère naturelle et sphère socio-économique) a pour ambition de participer au *développement socio-économique* du Mali et à la *gestion de ses ressources naturelles*, de manière rationnelle et durable, à travers la connaissance des processus conduisant aux productions agricoles, halieutiques et pastorales, le renforcement du cadre législatif et de la réglementation de l'exploitation, la gestion des conflits sociaux et fonciers, la sécurité alimentaire, la lutte contre l'exode rural, la structuration de l'espace rural, la lutte contre la désertification, le renforcement des capacités de recherche au Mali, etc.

6.2. Les objectifs à court terme

Les objectifs à court terme sont donc :

- l'amélioration (quantitative et qualitative) des productions agricoles, halieutiques et pastorales,
- le renforcement du cadre législatif et la réglementation de l'exploitation (notion d'unité intégrée à gérer),
- le renforcement des capacités de recherche et de suivi de l'environnement (par notamment le développement de liens fonctionnels entre institutions de recherche et directions nationales),
- l'utilisation effective des banques de données existantes (mises en relation et connexions),
- le renforcement de réseaux d'observation efficaces et pertinents (à partir de réseaux nationaux ou régionaux existants).

6.3. Les bénéficiaires ciblés

Grâce à une meilleure compréhension dynamique des divers processus observés dans le delta intérieur du Niger, le projet a pour vocation de soutenir les principaux acteurs concernés par la gestion durable des ressources naturelles dans cette zone :

- **les producteurs** qui exploitent ces ressources et les responsables des filières de production qui œuvrent pour la poursuite de leur essor,
- **l'Etat** qui est à la fois un acteur incontournable du développement socio-économique et le garant de la préservation du patrimoine naturel national, en "quantité" (disponibilité de l'eau et des autres ressources) et en "qualité" (biodiversité),
- **les gestionnaires** qui réfléchissent à des projets d'aménagement du fleuve (qui est pour l'instant peu aménagé, comparativement aux autres fleuves du Monde de même envergure), comme par exemple, de nouveaux barrages ou l'extension des périmètres irrigués.
- **les organismes de développement**, gouvernementaux et non gouvernementaux qui participent aussi aux stratégies de gestion des ressources naturelles,
- **la communauté scientifique** nationale et internationale, afin de mobiliser les connaissances en faveur du développement optimum du delta, zone éminemment particulière du patrimoine mondial,
- **et tout autres ...**

Tous sont amenés à s'exprimer pour *définir les besoins prioritaires* auxquels l'observatoire devra tenter d'apporter une réponse, matérialisée sous la forme d'*outils différenciés d'aide à la décision*.

Chapitre 7 Les résultats attendus

Le Delta Intérieur du fleuve Niger au Mali est un exemple d'écosystème où régime hydrologique, dynamique de l'environnement et de la disponibilité des ressources naturelles, activités humaines (pêche, agriculture, élevage) sont étroitement associés. La durabilité des modes d'exploitation par l'homme d'un tel milieu est une question fondamentale représentant le résultat attendu général et se déclinant en :

- un développement économique efficace et rationnel,
- une meilleure égalité entre les usagers et la volonté d'instaurer une paix sociale,
- un respect de l'environnement et la préservation de ses ressources naturelles.

7.1. De la connaissance à la simulation de scénarios

Au delà des résultats attendus généraux précités ci-dessus, l'originalité de ce projet de développement est d'associer des résultats attendus de trois types, allant de la connaissance à la simulation de scénarios. En effet, en réponse aux attentes des producteurs et décideurs, l'information environnementale est présentée sous trois forme complémentaires de manière à être directement utile (fig. 7.1) :

- une **base de connaissance** interactive, mise à la disposition de tous les utilisateurs potentiels au moyen de supports variés (publications, site web, cd'rom, etc.),
- des **simulations** de scénarios à moyen ou long termes, utiles pour la prise de conscience des impacts et la construction de schémas d'aménagement,
- des **prévisions** hydrologiques à court terme (3 semaines), utiles pour le conseil et l'établissement de calendriers d'exploitation.

On rappelle que cette originalité dans la diversité des résultats attendus est liée au couplage des techniques de modélisation intégrée et d'observatoire, en associant conjointement des opérations de recherche et des opérations de développement. Cette association permet à la modélisation intégrée d'apporter :

- une représentation efficace du fonctionnement du régime naturel du delta intérieur et des activités humaines qui dépendent de lui et/ou l'influencent ;
- la quantification de l'impact des événements naturels (climatiques, hydrologiques, hydrobiologiques,...) et des interventions humaines (politiques, économiques (politique monétaire, marchés, prix), stratégiques (allocation des ressources), hydrauliques (barrages), etc. ...) sur la production alimentaire de la zone, la rentabilité des systèmes de production, les migrations de population et l'évolution à long terme de l'environnement;
- la réalisation de diagnostics utiles de la situation actuelle pour des questions de gestion précises (construction de scénarios) et d'en évaluer l'impact sur le fonctionnement du delta en terme de productions agricole/halieuistique/pastorale et migration des populations.

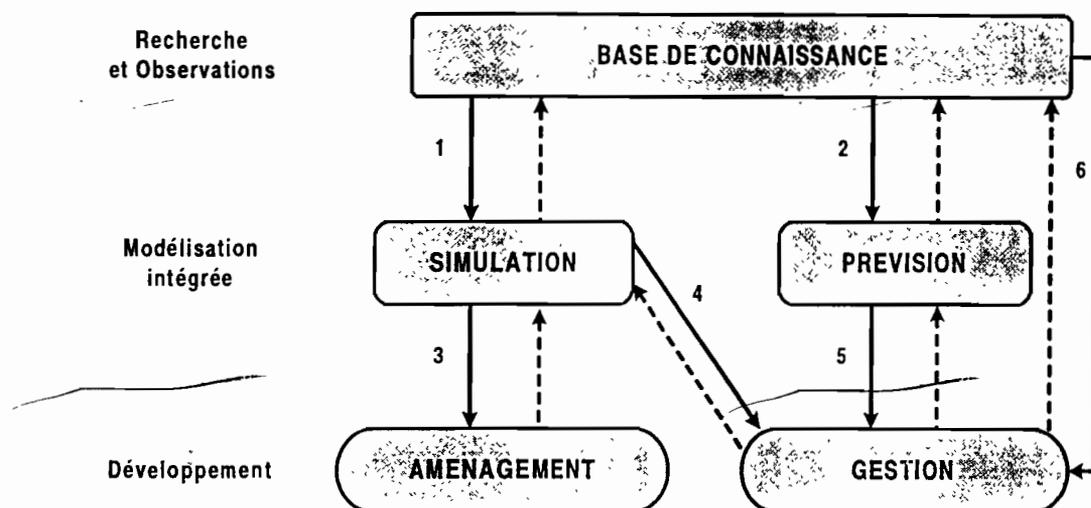


Figure 7.1 : Une recherche utile au développement à travers des outils directement opérationnels et informatifs (base de connaissance, simulation, prévision)

Quelques exemples de réponses utiles (fig. 7.1) :

1. Connaissance des processus éco-biophysiques et des stratégies socio-économiques à l'échelle du delta
2. Connaissance des processus éco-biophysiques et des stratégies socio-économiques à l'échelle d'unités fonctionnelles
3. Impact du barrage de Tassaye sur les productions, la disponibilité de la ressource en eau et la navigation
4. Établissement de calendriers de dragage pour la navigation
5. Alerte précoce de crue et établissement de calendriers d'exploitation
6. Contrôle des lâchés d'eau de barrage en fonction des calendriers d'exploitation

7.2. De la connaissance à la gestion du milieu

Ce projet de développement a aussi l'originalité de vouloir apporter des solutions concrètes à des problèmes spécifiques de gestion durable des ressources naturelles se posant dans le delta intérieur du Niger. Les résultats attendus sont alors de deux ordres : internes au delta ou externes (tableau 7.1). On peut citer :

- conseil à l'établissement de calendriers cultureux,
- conseil à l'établissement de calendriers d'exploitation intégrant les 3 activités,
- conseil à la navigation,
- contrôle de l'opérationnalité des réseaux d'observation et de la pertinence des données acquises,
- etc. ...

Tableau 7.1 : Résultats attendus

PROBLEMES	Manque d'information sur la variabilité de la disponibilité en eau dans le temps et l'espace	Méconnaissance de certains processus observés dans le Delta.	Conflits d'intérêt entre trois systèmes d'exploitation des ressources naturelles	Pressions socio-économiques pour un développement des activités à court terme
	Calendrier des activités paysannes élaboré dans l'incertitude, et donc en déconnexion possible avec le "calendrier hydrologique "	Pratiques paysannes pas toujours les mieux adaptées à la réalité	Une cohabitation non coopérative tend à la surexploitation des ressources	Non prise en compte ou méconnaissance des conséquences à long terme d'une surexploitation ou d'une " mal-exploitation "
RESULTATS internes	Grâce au dispositif modélisation-observatoire, réaliser des prévisions, puis les diffuser auprès du monde rural (choix d'indicateurs-seuils)	Grâce au dispositif modélisation-observatoire, réaliser des simulations, puis les diffuser auprès du monde rural (conseils, amélioration des pratiques)	Compréhension des comportements socio-économiques et mise en place d'un dispositif de négociation/coopération, afin d'instaurer une " paix sociale " et une meilleure organisation des systèmes de production	Travail de sensibilisation auprès des producteurs
RESULTATS externes	Diffusion des résultats à travers des réseaux de communication autres que ceux du groupe (autres services techniques publics, ONG, etc.)	Diffusion des résultats sur les processus auprès de la communauté scientifique internationale	Prise en compte de ces résultats lors de la définition des politiques socio-économiques, foncières, institutionnelles, etc.	Politique de sensibilisation et d'incitations des ruraux (MDRE, ME, ONG..)

7.3. Quelques exemples de résultats attendus

- Les plaines d'inondation du Delta Intérieur du Niger présentent de grandes potentialités en terme de productions économiques avec : 2/3 des productions halieutiques du Mali ; la source de nourriture de plus d'un million d'UBT pendant les 7 à 8 mois secs dans le Sahel ; la totalité de la production régionale en 5^{ème} région ; la source de revenu et de nourriture pour plus d'un million d'habitants

Ces plaines subissent des pressions excessives et deviennent des zones hydro-agricoles au détriment des autres activités d'élevage (fauniques et halieutiques).

Il s'agit en terme de résultats attendus, d'obtenir l'optimisation de l'utilisation des ressources naturelles par une gestion intégrée des différents systèmes d'exploitation.

- Les plaines du Delta Intérieur Niger constituent un point d'immigration pour les ressources terres, poissons, pâturages et faunes. Les allochtones sont en conflits avec les autochtones soit par ignorance des us et coutumes soit par la confusion entre lois modernes et traditionnelles. Le problème majeur demeure dans tous les cas le foncier.

Les études sur le foncier en 5^{ème} région ont toujours démontré une prédominance des conflits liés à l'utilisation des ressources dans le Delta par rapport au Plateau et au Séno. *Un des résultats attendus est la diminution de ces conflits.*

- Le Delta Intérieur du Niger héberge plus de 3.500 espèces d'oiseaux dont des espèces paléarctiques qui peuvent constituer une source de devises dans le domaine du tourisme mais aussi un point de pépinière vitale de ces espèces. Il est aussi une zone par excellence d'espèces de poissons et de refuges d'animaux sauvages des parties trop arides du Sahel. Certaines espèces végétales tel que l'*Acacia Kirkii* ne se rencontre que dans cette zone ; cet arbre est un dortoir de beaucoup d'espèces d'oiseaux à l'image du site Ramsar de Akankoun. De même, la destruction des bourgoutières provoquent l'ensablement accéléré des sites privilégiés des hippopotames et surtout des lamantins qui sont peu nombreux déjà.

Les résultats attendus dans le domaine de la conservation de la biodiversité sont des actions tendant à diminuer la régression des ressources biologiques.

7.4. Conclusion

1. *Observatoire.* L'observatoire, qui aura une structure légère et durable, mise à jour automatiquement, servira comme outil d'aide à la décision. Il permettra aux acteurs de mieux comprendre le Delta comme milieu naturel avec ses systèmes de production, et d'évaluer à priori l'impact des options politiques et de gestion sur le Delta (fig. 7.2).
2. *Systèmes d'observation.* De part la structure intégrée de l'observatoire et son interfaçage en temps réel avec la demande, les systèmes d'observation sont mobilisés pour donner rapidement une information pertinente. Il s'agit bien sûr de dynamiser les structures d'observation nationales ou régionales existantes.

3. **Base de connaissance.** Cette base de connaissance interactive sera à la disposition de tous ~~les utilisateurs désireux d'obtenir des informations environnementales. Tous les projets qui~~ seront effectués dans le futur seront encouragés à participer à sa mise à jour.
4. **Modélisation intégrée.** Elle sera accessible à tous pour permettre la réalisation de simulations de scénarios spécifiques à l'utilisateur. La configuration modulaire facilitera la mise à jour du modèle par les résultats de la recherche.
5. **Formation.** Le projet donne une priorité à la formation des jeunes chercheurs du Sud (thèse, DEA) et aux échanges entre partenaires du Sud et du Nord. Ces chercheurs travailleront sur des sujets qui demanderont, à la fois un séjour dans le delta pour connaître de près le fonctionnement du milieu, mais aussi des études de haut niveau avec des outils de haute technologie/technicité.
6. **Communication.** Le projet mettra l'accent sur la communication par des outils de haute technologie, comme la base de connaissance interactive ou la modélisation intégrée. Ainsi, la communication entre chercheurs, et entre chercheurs et décideurs, gestionnaires, bailleurs de fonds, producteurs du delta, pays à l'aval (Niger, Nigeria) et éventuellement consommateurs pourra être améliorés. *Cela facilitera les décisions de politique environnementale et de gestion qui doivent être prises pour une gestion intégrée du delta.*
7. **Collaborations.** Les activités de recherche seront effectuées en collaboration avec des institutions du Nord et du Sud, en collaboration étroite avec les institutions nationales de développement (Directions Nationales, ONG, organismes de développement,...).

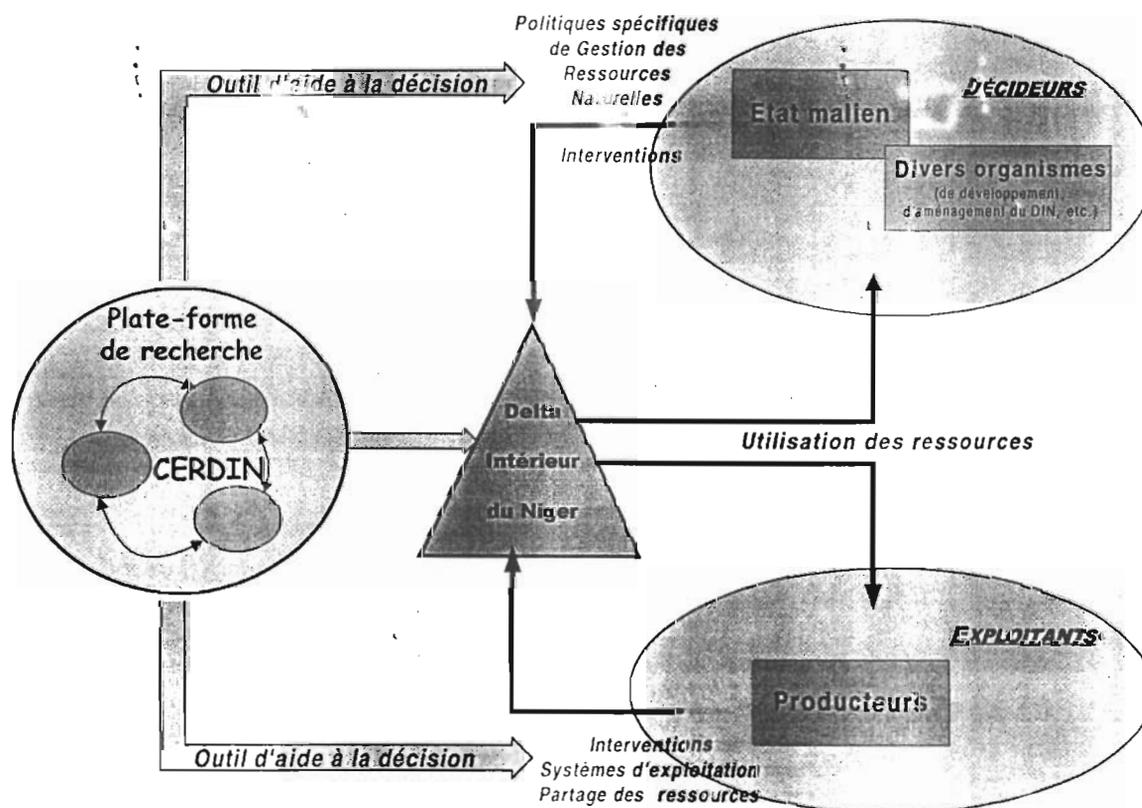


Figure 7.2 : De la connaissance pluridisciplinaire à la gestion intégrée du milieu

PARTIE 3 :

Les activités

de recherche

Chapitre 8 Les activités en cours

L'environnement est par nature une notion intégrée et intégratrice. Un projet de développement basé sur la gestion de l'information environnementale est donc nécessairement intégrateur de nombreux acteurs, nombreuses sources, nombreux domaines, etc., leurs articulations n'étant pas forcément linéaires mais souvent croisées, ce qui complique encore la lisibilité.

Aussi, les activités en cours concernant un tel projet sont forcément multiples et à des niveaux de réalisation divers. Elles dépendent très largement des structures ou orientations nationales, régionales, locales liées à la gestion de l'information environnementale. Pour la situation du Mali et du delta intérieur du Niger en particulier, on renvoie au chapitre 3 (de la partie I de ce document).

Dans ce chapitre, seules les activités en cours spécifiques de la phase d'avant-projet gérée par le groupe CERDIN dans le cadre du financement des projets de recherche ZADIN (GIP-Hydrosystèmes) et GIHREX (IRD) (comme décrit dans le chapitre 3) sont présentées. Cela ne concerne donc que des activités de recherche, dont le but essentiel était une mise à niveau de la connaissance environnementale et de son accessibilité pour la possibilité d'une articulation simultanée entre opérations de développement et opérations de recherche dans un futur projet de développement, dont ce document définit l'identification et le cadrage.

Par conséquent, les acquis des nombreux projets de recherche ayant concernés le delta ne sont pas décrits ici. Cependant, cela ne signifie pas qu'ils sont ignorés. Au contraire, une motivation importante des projets GIHREX et ZADIN étaient de promouvoir : l'accès à la connaissance, la réalisation d'une base de connaissance et la conception d'outils de diffusion de toute l'information environnementale disponible (tout support, tout thème). Enfin, notons que les projets GIHREX et ZADIN sont une continuité de deux anciens programmes de recherche de l'IRD (ex ORSTOM) à Bamako, à savoir DCN¹ (J. QUENSIERE, 1986-1994) et EQUANIS² (JC. OLIVRY, 1992-1997).

8.1. Un cadre d'orientation scientifique défini dans une Zone Atelier

On rappelle que le groupe CERDIN a obtenu le label de *Zone Atelier* (du GIP-Hydrosystèmes) pour le projet de recherche défini dans le document d'orientation ZADIN (1997). Ce document est un plan stratégique, où sont définis les axes de recherche, les méthodes, l'organisation du groupe et les résultats attendus. Ces orientations concordent avec le concept de *Zone Atelier* développé par le GIP-Hydrosystèmes³, à savoir :

- être une zone où l'on aborde les phénomènes naturels, et sous l'influence anthropique, en s'attachant *simultanément* aux composantes physiques, chimiques, biologiques et socio-économiques, selon une série d'échelles emboîtées ;

¹ La Pêche dans le Delta Central du Niger

² Etude de la Qualité des Eaux du Niger Supérieur

³ La vocation du GIP-Hydrosystème est de "promouvoir une approche intégrée des hydrosystèmes prenant en compte les exigences du développement socio-économique et la protection des systèmes naturels, et mobiliser la communauté scientifique sur cet objectif".

- avoir une extension géographique qui répond à une réflexion sur le *territoire efficace* (nécessaire et suffisant) pour la compréhension et la gestion des hydrosystèmes ;
- développer une *approche scientifique* visant à restituer la diversité spatiale et la dynamique des phénomènes en cause.

Donc, une zone atelier est un lieu privilégié où sont développés de façon simultanée les trois grands axes de recherche suivants : transferts d'eau et de matières, systèmes biologiques, sociétés et hydrosystèmes.

C'est pour permettre cette démarche pluridisciplinaire et pluri-institutionnelle que l'IRD a développé depuis 1997 le projet de recherche GIHREX dont les objectifs spécifiques étaient :

- **Connaissance de la dynamique d'un système complexe**
 - dynamique spatio-temporelle de l'inondation
 - qualités des eaux (matières en suspension et dissous)
 - production primaire aquatique et liens avec la qualité des eaux
 - comportements des populations de poissons
 - analyses des stratégies des acteurs (pêcheurs, agriculteurs, éleveurs)
- **Développer des outils et méthodes d'aide à la gestion durable**
 - modélisation intégrée de systèmes complexes
 - test de scénarios de gestion (simulation des productions)
 - outils d'intégration et de consultation de documents (intranet scientifique)
 - observatoire (indicateurs, interfaçage utilisateurs)
- **Formation et soutien à la recherche**
 - doctorats, formation professionnelle, ...
 - notion d'unité de gestion intégrée
 - coordination d'institutions de recherche et de directions nationales
 - mobilisation des systèmes d'observation environnementaux existants

La méthodologie suivante a été appliquée :

- Approche intégrée pluridisciplinaire via une plate-forme de discussion-concertation que représente la *maquette de modélisation intégrée* ;
- Création d'un *groupe scientifique pluridisciplinaire pluri-institutionnel* pour une réflexion pluridisciplinaire intégrée ;
- Développement simultané *des opérations de recherche thématiques* monodisciplinaires et d'une maquette de modélisation intégrée évolutive ;
- Développement de l'architecture d'un *observatoire de gestion de l'information environnementale* en se basant sur l'expérience de l'*Observatoire de la Pêche* ;
- **Intégration des échelles** de réflexion :
 - *Echelle régionale* : le delta entre KéMacina-Douna et Tombouctou, modélisation hydrologique de l'inondation, modélisation conceptuelle de l'inondation et des productions ;
 - *Echelle locale* : une cuvette étudiée en détail (Batamani), étude des processus et des relations trophiques entre la mobilisation de la ressource en eau et la production de ressources par l'écosystème, étude des stratégies des acteurs vis-à-vis et pour la production.

Conclusion :

L'originalité des activités en cours est d'avoir mobilisé le monde scientifique de la recherche pour rendre accessible ou possible la réalisation dans un second temps, d'un projet de développement concernant la *Gestion Intégrée des Ressources Naturelles* qui associerait très fortement et simultanément des opérations de recherche aux opérations de développement.

Pour cela, les activités en cours proposent :

1. une structure opérationnelle basée sur :

- un groupe scientifique mobilisé et reconnu politiquement et régionalement associant institutions de recherche et directions nationales (ou régionales),
- une maquette de modélisation intégrée évolutive, conçue pour créer un espace de communication entre les acteurs intéressés par la gestion de l'environnement (exploitants, producteurs, gestionnaires, décideurs, bailleurs, chercheurs, ...),
- une base de connaissance interactive architecturée, dynamique, évolutive, partagée et contrôlée (et non centralisée), construite à partir des technologies informatiques les plus récentes.
- un observatoire environnemental visitable sur le web⁴ et dont la structure est opérationnelle,

2. un ensemble d'exemples de réalisation ou d'application issus de recherches thématiques environnementales ou cognitives :

- des études monodisciplinaires spécifiques.
- une maquette de modélisation intégrée du delta intérieur du Niger,
- l'Observatoire de la Pêche (<http://www.orleans.ird.fr/ext/pechedcn>).

8.2. Etat des activités récentes et en cours

• attendus des activités en cours

Le cadre d'orientation scientifique défini dans le document ZADIN est donc le support scientifique de toutes les recherches menées par CERDIN en partenariat avec le projet GIHREX. On renvoie donc aux documents de ces projets pour avoir le détail des activités en cours. On retiendra simplement que :

1. les opérations de recherche thématiques ont surtout concerné :

- l'étude de la dynamique spatio-temporelle de la quantité et de la qualité des eaux,

⁴ <http://www.orleans.ird.fr/ext/pechedcn>

- l'étude de la biodiversité planctonique et de la production primaire du milieu aquatique ~~considérée comme une des bases essentielles du développement régional~~ en relation avec la productivité des milieux,
- l'étude des stratégies d'exploitation des pêcheurs, agriculteurs (culture du riz) et éleveurs.

2. l'intégration de ces différentes recherches a été réalisée par le développement de recherches cognitives sur :

- la modélisation intégrée à base hydrologique et orientée vers des sorties en production,
- le système d'information pour la construction d'une base de connaissance interactive,
- la structuration d'un observatoire et son interfaçage (définition d'indicateurs).

- **exemple d'opérations de recherche**

Le tableau 8.1 donne les titres des opérations de recherche actuellement en cours dans le cadre de la zone atelier du delta intérieur du Niger.

Tableau 8.1 : Quelques opérations de recherche de la zone atelier ZADIN

Titre des Opérations de Recherche de ZADIN	Chercheurs impliqués ⁵
Stratégies des agriculteurs situés autour de la mare de Débaré : impacts sur la production de riz	Ousmane MAÏGA (ISFRA) Marcel KUPER (IRD)
Spatialisation des données météorologiques et bilans de l'eau dans le delta	Bamba FATOGOMA (ENI) Mamadou L. FOFANA (DNM)
Modalités du renouvellement des principales espèces d'intérêt halieutique dans le DIN	Tiéma NIARE (IER)
Identification et structuration d'une liste d'indicateurs de l'environnement et du développement durable pour le DIN	Pierre MORAND (IRD) Djériba TRAORE (PNAE ⁶)
Lutte intégrée contre les rongeurs ravageurs des cultures et vecteurs de maladies transmissibles à l'homme et aux animaux dans le DIN	Wamian DIARRA (CNRST)
Etude préliminaire de la sédimentation dans les lacs Débo et Aougoundou (DIN)	Samuel DIARRA (DNH) Didier ORANGE (IRD)
Gestion des pâturages et des conflits liés à l'utilisation des ressources naturelles dans le Djénnerie	Amadou KODIO (IER)
Suivi mensuel des transports de MES dans le DIN	Abdoulaye KONE (DNH) Fatoumata GUINDO (DRHE Mopti)

- **les systèmes d'observation mobilisés**

Les principaux systèmes d'observation nationaux mobilisés sont : le réseau hydrologique du bassin du Niger de la DNH (Direction Nationale de l'Hydraulique) et le réseau d'observation météorologique de la DNM (Direction Nationale de la Météorologie).

Ponctuellement et à l'occasion des nécessités des opérations de recherche, les réseaux régionaux ont été mis à contribution, notamment ceux de la DNAMR (Direction Nationale de l'Aménagement et de l'Équipement Rural), de l'IER (Institut d'Économie Rurale) et de la DNSI (Direction Nationale de la Statistique et de l'Information).

⁵ signification des sigles en annexe

⁶ Ancien Programme National d'Action Environnementale, Ministère de l'Environnement

Enfin, bien sûr, *l'Observatoire de la Pêche* est liée structurellement à un réseau d'observation par enquêtes sur des sites de pêche prédéfinis (cf. site internet <http://www.ortleans.ird.fr/ext/pecheacn>).

8.3. Bilan des acquis

Au-delà des opérations de recherche décrites ci-dessus, somme toutes classiques pour un projet de recherche, nous désirons insister sur l'originalité du bilan des acquis de cette phase d'avant-projet, *originalité liée à la réalisation de recherches cognitives*, à savoir :

- collaboration des institutions de recherche maliennes entre elles et avec les Directions Nationales,
- collaboration des systèmes d'observation des Directions Nationales,
- reconnaissance politique de l'unité de gestion et de la nécessité d'intégration des réponses,
- structuration d'une maquette de modélisation intégrée, d'une base de connaissance environnementale sur le delta intérieur du Niger et d'un observatoire pour la gestion de l'information environnementale du delta.

Enfin, les livrables attendus de la phase actuelle finissant en décembre 2000, et correspondant au couplage des projets de recherche GIHREX et ZADIN supportés par le groupe CERDIN, sont (fig. 8.1) :

- la maquette d'une modélisation intégrée,
- un observatoire environnemental structuré,
- un échéancier d'opérations de recherche nécessaires,
- un séminaire international sur la *Gestion Intégrée des Ressources Naturelles dans les Zones Tropicales Inondables* (GIRN'DIN, 19-23 juin 2000. Bamako)⁷,
- un document d'identification et cadrage d'un projet de développement associant la recherche (ce document).

⁷ cf. annexe

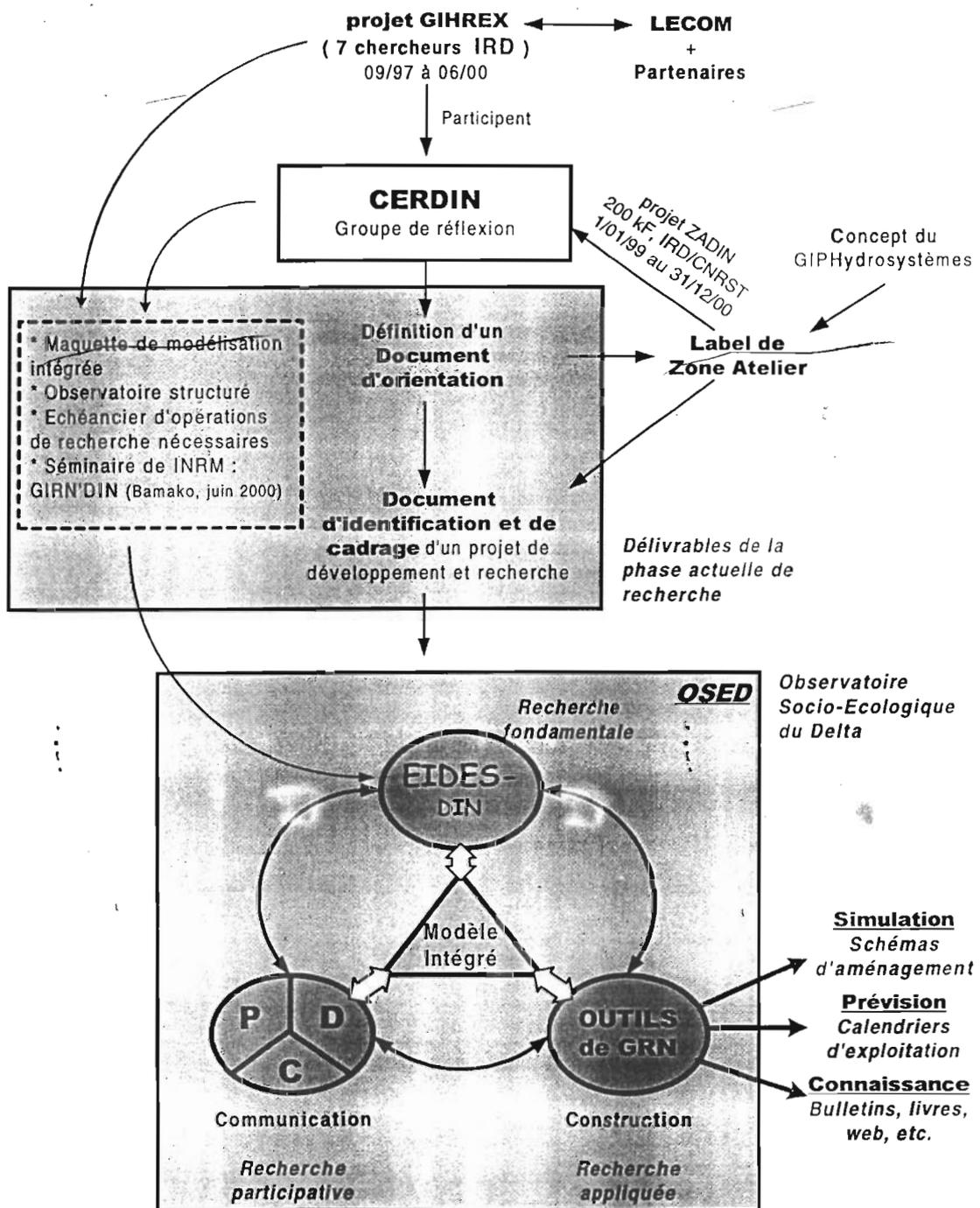


Figure 8.1 : Schéma d'articulation entre Gihrex, CERDIN et le projet d'un Observatoire Socio-Ecologique du Delta (OSD)

8.4. Le point sur la modélisation, la base de connaissance et l'observatoire

8.4.1 La maquette de modélisation intégrée

La maquette de modélisation intégrée du delta intérieur du Niger est construite à partir d'une représentation géoréférencée d'une architecture spatiale hydrologique fondée sur la structure en réseau (nœuds et flux) de l'hydrosystème et sur les fonctionnalités hydrologiques des objets géographiques (transfert, stockage, mélange). L'hydrosystème est donc représenté par des traits (chenaux, rivières, fleuve), des cercles (lacs, plaines) et des nœuds (défluences, confluences).

Dans l'état actuel de la conception, le principe de modélisation est un système de simulations évoluant dans l'environnement spatial cité plus haut. En effet, si l'on considère la quantité de variables qui entrent en jeu dans la production biotique et les productions économiques du Delta, et si l'on considère la quantité de thèmes sur lesquels les actes de décision peuvent s'exercer dans les processus de production, les relations et interactions sont si nombreuses que les simulations de scénarios (à construire) semblent être la meilleure solution pour la réalisation d'une aide à la gestion prenant en compte la diversité éco-socio-économique de cet écosystème.

Les attributs des objets spatiaux concernent l'eau, moteur du système (remplissage, vidange et évaporation), mais aussi certains champs de l'écologie végétale et planctonique, les différents biotopes d'intérêt halieutique, agricole et pastorale, les lieux de résidence des groupes humains et leurs stratégies de migration pour l'exploitation des ressources naturelles. Si donc la variable explicative principale est la quantité d'eau, les variables de sorties sont les productions possibles (fig. 8.2) des zones de pêche, des zones agricoles et des zones pastorales (cf. chapitre 5, partie II).

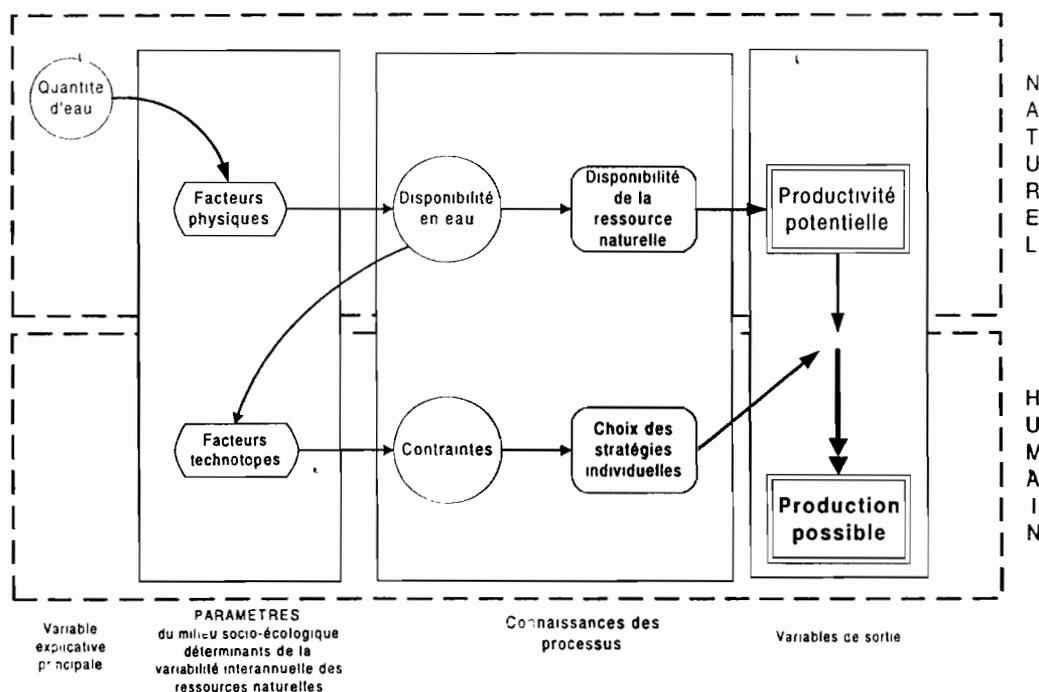


Figure 8.2 : Schématisation de la modélisation intégrée allant de la variabilité climatique à la production des systèmes

Pour résumer, il s'est agi de :

1. ~~Quantifier l'impact de la crue (« le moteur du delta ») sur la génération de la ressource~~, à partir du remplissage en eau des objets hydrologiques du modèle hydrographique conceptuel du delta, basé sur une lecture des cotes limnimétriques observées sur 3 années tests (1993, 1994, 1995) et intégrant une valeur moyenne d'évaporation⁸. La productivité des milieux est modélisée à partir de relations simples *volume d'eau / abondance de la ressource*⁹ ;
2. Représenter les mouvements de population pour l'exploitation des ressources naturelles, on utilise des modèles de type « marché de l'emploi » en distinguant les activités halieutiques et agricoles représentées par un modèle *pulling* et les activités pastorales représentées par un modèle *pushing*.

les activités halieutiques et agricoles : un modèle pulling

Les populations du delta sont représentées par des groupes (groupes d'agriculteurs, groupes d'agro-pêcheurs, groupes de pêcheurs) qui migrent vers des zones (zones de pêche, zones agricoles) lorsque les ressources exploitables de ces zones sont suffisantes : « les zones attirent les groupes », notion d'abondance (pêche) et de fertilité (agriculture) des zones.

les activités pastorales : un modèle pushing

Les populations d'éleveurs ne sont pas représentées. On a représenté les groupes de bétail (de troupeaux), qui se déplacent quand il n'y a plus d'herbe dans la zone pastorale où se trouve le troupeau : « les zones chassent les groupes », notion de capacité d'accueil des zones.

3. Concevoir et développer une maquette de modélisation intégrée, dès le début de l'avant-projet ; cela a servi de plate-forme de discussion entre les chercheurs et les acteurs (décideurs, gestionnaires, bailleurs de fonds, ..), ce qui a permis d'une part, un développement progressif de la maquette, mais surtout une prise de conscience par les acteurs de la nécessité d'intégration des actions de développement à mener.

La maquette de modélisation intégrée sera remise en janvier 2000 aux acteurs présents au Mali pour critique et développement de scénarios utiles. En effet, n'oublions pas que les décisions de *politique* (prix, dévaluation, allocation des ressources, foncier...), de *gestion* (électricité, Office du Niger, navigation...), *institutionnelles* (Autorité du Bassin du Niger, décentralisation, ...) et d'*infrastructure* (construction d'un barrage, canalisation, ...) seront prises en compte par la formulation de scénarios (exemple : « *quel est l'effet d'une promotion des périmètres irrigués sur le fonctionnement hydrologique du delta ?* »), qui peuvent être simulés par la maquette de modélisation intégrée.

D'ailleurs, la validation du modèle portera sur la vérification d'adéquation entre simulations et observations, et sur une analyse de la *viabilité* des simulations obtenues, en examinant, par exemple, si des processus nouveaux apparaissent sous la forme d'organisations spatiales nouvelles.

Attention, notons qu'il existe au moins une discontinuité dans les niveaux d'organisation de l'hydrosystème entre le réseau deltaïque entier (niveau appelé *régional*) et les *espaces locaux*, aussi bien au niveau de la propagation et du stockage de l'eau de crue, que des

⁸ La mise au point d'un modèle hydraulique est en cours de réalisation à partir du logiciel SIC (CEMAGREF), il prévoit la connaissance du débit, hauteur et vitesse d'eau aux nœuds du modèle hydrographique conceptuel en fonction du débit dans le haut bassin du Niger/Bani

⁹ Selon les conclusions du projet de recherche *Pêche dans le Delta Central du Niger* (Quensière, 1994)

stratégies des acteurs et donc de leur impact sur les productions. Cet aspect n'est pas pris en compte actuellement. Cependant, on peut envisager une réflexion sur la mise en relation des échelles régionales et locales, en adoptant par exemple deux niveaux spatiaux de modèles.

Enfin, la modélisation obtenue correspond à un modèle de comportement et non de stratégie. En effet, la dynamique spatiale des groupes est liée à l'allocation des ressources naturelles dans les zones exploitables et non à la stratégie des choix des acteurs. Dans la maquette actuelle, les choix géographiques d'exploitation sont statiques, c'est à dire prédéfinis selon six périodes de l'année¹⁰ dans une base de données établie à partir de la connaissance acquise par les opérations de recherche sur les stratégies.

8.4.2 La base de connaissance interactive

Beaucoup de travaux de recherches monodisciplinaires ont été menés dans le Delta Intérieur du Niger¹¹. Leurs résultats sont souvent peu ou pas exploités, très peu accessibles et souvent non valorisés en dehors de leur utilisation directe par les projets concernés. Aussi, un objectif poursuivi par le projet GIHREX a été la mise en place d'une base de connaissance intégrée dans une fonction *observatoire* diffusant de l'information vers l'extérieur. Cette opération de recherche, référencée sous le nom de BACODIN¹² et cofinancée en partie par le projet SIMES, réalise donc *une base de connaissance d'accompagnement de la zone atelier du delta intérieur du Niger, destinée à favoriser la capitalisation et l'échange des données et des résultats*.

Cette base de connaissance est conçue pour intégrer les bases de données, cartes, travaux et résultats concernant cette région¹³, sur un site web « Delta » enrichi et maintenu en deux localisations : le serveur d'ERMES (IRD) à Orléans pour une large dissémination sur le net et une machine puissante du LECOM (IRD) de Bamako.

Ce travail a été très largement rendu possible par l'implication du projet SIMES supportant notamment les travaux de recherche pour la conception et le développement d'outils pour l'enrichissement du Système d'Information de la base de connaissance et de l'observatoire de la zone atelier du delta intérieur du Niger. L'objectif visé est d'élaborer une interface activant un certain nombre de procédures automatiques (de types moteurs de recherche) permettant de consulter souplement un ensemble hétérogène d'information, avec des fonctions de recherche et d'association¹⁴.

Le passage au stade opérationnel a été rendu possible du fait de l'existence à Bamako de plusieurs bases de données régulièrement mises à jour (météorologie, hydrologie, pêche) dont plusieurs sont totalement accessibles à la zone atelier (sur le plan du statut d'accès), et dont l'une au moins fournit déjà un effort d'expression en mode observatoire.

Le site « Delta » propose plusieurs types d'entrées pour accéder aux connaissances : par thèmes de recherche (connaissance de la dynamique du système), par mode d'intégration (outils d'aide à la gestion durable) et par des outils automatiques paramétrables (moteurs de recherche). Actuellement, on peut distinguer :

¹⁰ L'année hydrologique est découpée en six périodes : basses eaux saison sèche, basses eaux saison des pluies, montée des eaux, hautes eaux, décrue, basses eaux fin de saison.

¹¹ Citons, par exemple, le travail de O. et C. Barrière sur le foncier (1992), les travaux du Dépt. de Géographie de l'université de Rouen (Gallais et al., 1984), le travail sur la pêche par l'Orstom et l'IER (1994), les travaux hydrologiques de l'Orstom et la DNHE (EQUANIS, 1994), le travail des néerlandais sur la région de Mopti (Gosseye et al., 1990), le projet RCS du CILSS, PIRT, PIRL, ...

¹² cf. annexe

¹³ Un inventaire non exhaustif des données environnementales spatialisées disponibles est fourni en annexe.

¹⁴ Thèse de Patricia Dzéakou (Université d'Orléans, ERMES : co-encadrement C. Mullon et P. Morand)

- 5 entrées vers la connaissance de la dynamique du système :

- Dynamique de la crue
- Transports dissous et en suspension
- Chaîne trophique et liens avec la qualité de l'eau
- Comportement et dynamique des populations de poissons
- Analyse des stratégies des acteurs (agriculteurs, éleveurs, pêcheurs)

- 3 entrées vers les outils d'aide à la gestion durable :

- Observatoire des systèmes de production et de leur environnement
- Modélisation intégrée et scénarios de gestion
- Atlas cartographique

- 1 entrée par un système de requête ouvert (interface appelant des moteurs de recherche).

8.4.3 Structuration d'un observatoire

L'observatoire doit être un outil permettant à un large public d'utilisateurs (gestionnaires, opérateurs du développement, scientifiques) d'accéder à des informations sur l'évolution de l'état de l'hydrosystème, de ses ressources et des activités d'exploitation liées (cf. fig. 5.9). Pour l'utilisateur, cette fonction observatoire doit donc apparaître sous la forme d'une interface de consultation, qui constitue l'entrée vers l'information et qui, par sa configuration, doit aider à la décision.

On a amorcé le développement d'un tel observatoire pour la gestion des ressources naturelles du Delta Intérieur du Niger, par une approche incrémentale progressive et en utilisant comme noyau initial l'actuel *Observatoire de la Pêche*.

Dans la phase d'avant-projet actuelle, la réalisation de cette maquette d'interface a constitué un produit très concret qui a fédéré l'ensemble de notre travail, en nous obligeant à aborder aussi bien les questions de contenu que celles concernant la forme et l'ergonomie de consultation. Ces questions nous ont conduit à relever plusieurs défis :

- identifier les différents types d'utilisateurs et leurs *besoins* respectifs, avec un certain degré d'anticipation sur la demande ;
- identifier de la façon la plus complète possible le *contenu sémantique des tableaux de bord*, c'est-à-dire les indicateurs utiles dans les différents secteurs (pêche, riziculture, élevage, environnement) et en fonction des différents besoins (décisions d'aménagement, de réglementation, d'organisation de l'exploitation, de connaissance scientifique...) ;
- mettre en rapport de façon intelligible différents types d'indicateurs, décrivant soit *l'état ou la dynamique des systèmes*, soit les objectifs de gestion (indicateurs de type "*point de référence cible*"), soit encore les décisions et expressions de la gestion ou bien encore les résultats atteints (*indicateurs "de performance"*) par rapport aux objectifs exprimés ;
- traiter la question des *échelles* en proposant des choix réalistes en termes de restitution (deux niveaux d'échelle par exemple). De ce point de vue, rappelons qu'il s'agit de répondre à la fois aux besoins d'information de la gestion locale (ou à court-terme) et à ceux de la gestion globale/régionale (ou à long-terme) ;

- faire co-exister des *indicateurs spécifiques*, utile pour la gestion locale ou régionale, et des *indicateurs normalisés* (du type de ceux préconisés par TUNEP) à diffuser en vitrine sur le net ;
- rendre visible et compréhensible le contenu et l'organisation de l'observatoire à travers *l'interface de consultation*, de façon à améliorer le discernement de l'utilisateur sur la qualité des informations proposées, augmentant du même coup sa capacité à les utiliser. La description normalisée des bases sources sous forme d'un *catalogue de méta-données* est à cet égard particulièrement utile, de même que la mise à disposition de *schémas fonctionnels* ;
- examiner comment certains résultats (scénarios) issus des modèles déjà développés (respectivement SimDelta¹⁵ -1,2,3,4- et la maquette de modélisation intégrée) peuvent être transformés en *instruments d'analyse* et rendus disponibles sur l'interface, et ceci avec un certain niveau d'interactivité pour les utilisateurs ;
- vérifier la disponibilité des données nécessaires pour renseigner le contenu de l'interface, ou évaluer le *degré de faisabilité* (notamment en termes de coût d'opportunité) de la mise en place des dispositifs de collecte correspondants ;
- enfin, faire en sorte que l'observatoire puisse, dès sa naissance, participer au réseau des informations de même type dans le monde, et veiller pour ce faire à son référencement, d'une part, et à la mise en place d'une *page de liens* vers des sites homologues (observatoire) ou contextuels, d'autre part.

En résumé, il s'agissait de montrer comment, à partir d'un corpus de données hétéroclites (disponibles de façon effectives ou potentielles), il est possible de définir un ensemble de vues synthétiques (tableaux, graphiques, cartes...) qui, disposées selon un assemblage cohérent, permettent de satisfaire les besoins en information de différents types d'utilisateurs, en premier lieu desquels les décideurs et les opérateurs du développement.

Enfin, il était important de prévoir que, une fois cette maquette réalisée, son *implémentation* comme composante opérationnelle d'un observatoire se fasse ensuite totalement ou partiellement, dans la mesure de la disponibilité effective des informations d'une part, et des possibilités technologiques d'autre part. Dans cette optique, le développement de *l'Observatoire de la Pêche* se poursuit actuellement par la routinisation (explicitation, fiabilisation et effort d'automatisation) de la chaîne de traitement (depuis l'extraction de l'information dans la base brute jusqu'à la génération des pages à intégrer au site).

Afin de montrer l'opérationnalité du produit, cet observatoire est visible sur le net comme décrit ci-dessous (fig. 8.3).

L'Observatoire de la Pêche dans le DIN (OPD) est un projet qui a démarré fin 1994 à Mopti, sous la responsabilité du PRH (Programme Ressources Halieutique) de l'IER et avec la participation de l'IRD et de l'OPM (Opération Pêche Mopti). Le projet a pour objectif d'assurer un suivi de l'état de la ressource (en abondance et en structure) et de l'activité d'exploitation, y compris son rendement économique pour les producteurs. Ce suivi est donc complémentaire des statistiques de l'OPM collectées à Mopti sur le nœud principal de la filière de commercialisation. L'acquisition de l'information s'exerce sur trois zones-échantillons (totalisant 420 km², incluant 14 villages et 61 campements de pêcheurs) à travers deux types de modules d'enquête :

¹⁵ action du programme de recherche DCN (Quensière, 1994)

- un module d'enquêtes exhaustives dites "bimestrielles" (6 passages par an) consistant en un ~~recensement des présences des ménages~~, de leur mobilité et de leurs activités de pêche au moment, sur la base de leurs déclarations ;
- un module d'enquêtes par échantillonnage consistant en une observation directe d'actions de pêche et de leurs résultats (captures) sur les lieux de pêche (barrages) ou à leur retour (sites de débarquement).

Les données sont saisies au CRRA¹⁶ de Mopti où est entretenu la base de données "source". Le tout est géré par l'application foxpro "SipDelta" développée *ad hoc*. Des extractions (traitements) sont périodiquement effectuées sur cette base source pour alimenter les formats de restitution d'un bulletin semestriel et d'un site WEB (fig. 8.3). **Ces traitements seront bientôt complètement automatisés et complètement réalisés à Mopti** grâce une seconde application foxpro dite "SipDelta T" (dont le développement est en cours d'achèvement au Centre IRD de Bamako). Les résultats sont mis sous forme de pages Web (.html) à Bamako puis envoyés à l'IRD-Orléans où ils sont intégrés à un site Web hébergé sur un serveur. Le site Web, qui contient actuellement 360 pages de données et résultats, est consultable sur Internet à l'adresse "www.orleans.orstom.fr/ext/pechedcn" mais il existe aussi une copie (régulièrement mise à jour) sur un PC du PRH à Mopti où il est consultable "en mode local". **Il est prévu que le site soit hébergé sur un serveur de la recherche au Mali dès qu'il en existera un de vraiment opérationnel** (avec ligne spéciale et fonctionnant 24h sur 24).

L'observatoire a bénéficié des soutiens de l'IRD (surtout pour les deux années de lancement), de l'IER (fonds PNRA), de l'OPM (agents et moyens de terrain), et des conventions internationales SIMES (U.E.) et WiseDev (B.M.), pour lesquelles il constitue une "application pilote".

Il est prévu que l'observatoire se développe par l'adjonction d'une quatrième zone de suivi, par l'adjonction d'un module d'enquête annuelle sur les stratégies micro-économiques d'un échantillon de ménages, par une meilleure présentation des résultats visant à intégrer au site Web les statistiques OPM de la digue de Mopti, par une diffusion annuelle du site Web sous forme de CD auprès des services techniques non desservis par le net.

¹⁶ Centre Régionale de Recherches Agronomiques (IER)

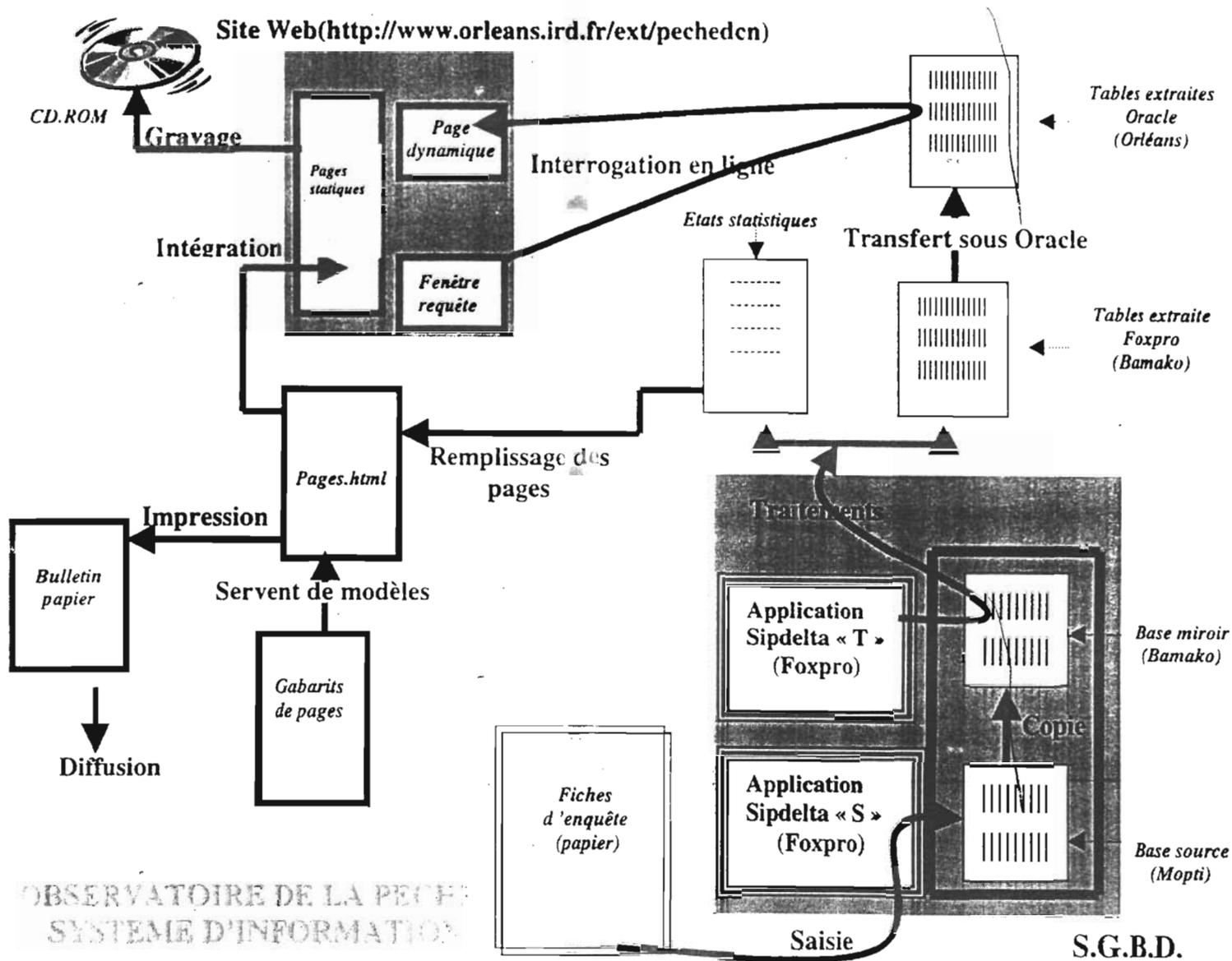


Figure 8.3 : Le prototype de système d'information actuellement opérationnel pour l'Observatoire de la Pêche

8.5. Etat d'opérationnalité des activités

• Collaborations avec les partenaires du Nord et du Sud

On rappelle (cf. chapitre 3) que les partenaires institutionnels constitutifs du groupe CERDIN aujourd'hui opérationnels¹⁷ sont : le CNRST, l'IER (Bamako, Sotuba, Mopti, Gao), l'ENI (hydrologie et télédétection), l'IPR-IFRA, l'ENSUP (géographie physique et géographie humaine), l'Université des Sciences (FAST pour la qualité des eaux), la DNH, la DNM, la DNAER.

Le tableau 8.2 donne les partenariats effectifs entre institutions du nord et du sud pour les 5 grands axes de recherche en cours. Ces partenariats sont opérationnels et pourraient être développés dans le cadre du futur projet de développement.

Tableau 8.2 : Inventaire des partenariats et collaborations du sud et du nord

Activités de recherche	Partenaires du sud	Partenaires du nord	Projets	Bailleurs
Quantifier l'impact de la crue sur la génération de la ressource	DNH, DNM, IER (PRH, SPGRN), ENI, IPR-IFRA, Agrhymet (Niamey)	IRD (Bamako, Orléans, Marseille, Montpellier), CEMAGREF (Montpellier), CESBIO (Toulouse)	GIHREX, ZADIN	IRD, GIP-Hydrosys., MFC-Bamako
L'exploitation et le partage de la ressource	IER (PRH, SPGRN), ENSUP, ISFRA	IRD (Bamako, Orléans), Univ. de Rouen	GIHREX, ZADIN	IRD, GIP-Hydrosys., MFC-Bamako
Développement de la maquette d'un modèle intégré	IER (PRH, SPGRN, SEP)	IRD (Bamako, Orléans)	GIHREX, ZADIN	IRD, GIP-Hydrosys., MFC-Bamako
Construction d'une base de connaissance interactive	DNH, DNM, DNAMR, IER	IRD (Bamako, Orléans)	GIHREX, ZADIN, SIMES	IRD, GIP-Hydrosys., CEE / BM
Construction d'un observatoire et définition des interfaces	ME, IER (PRH, SPGRN, SEP)	IRD (Bamako, Orléans), PRODIG (Univ. Paris I)	GIHREX, ZADIN, SIMES	IRD, GIP-Hydrosys., CEE / BM

DNH : Direction Nationale de l'Hydraulique ; DNM : Direction Nationale de la Météorologie ; IER : Institut d'Économie Rurale ; PRH : Programme de Recherche en Hydrobiologie ; SPGRN : Sous-Programme de Gestion des Ressources Naturelles ; SEP : laboratoire Sol-Eau-Plantes ; ME : Ministère de l'Environnement ; MFC : Mission Française de Coopération

• Les réseaux d'observation

Il existe de nombreux dispositifs d'observation de l'environnement englobant la région du delta (notamment hydrologique, climatique), qui sont maintenus soit par les services techniques nationaux (respectivement, les Directions Nationales de l'Hydraulique et de la Météorologie), soit par l'IRD ("veille EQUANIS" sur les transports dissous et solides du fleuve Niger, par exemple). L'un des objectifs de l'observatoire OSED décrit ci-dessus est bien d'offrir à l'utilisateur la possibilité de rapprocher les informations issues de ces différents dispositifs.

¹⁷ Opérationnalité définit à partir de l'engagement d'au moins un des membres de l'institution à au moins une réunion du groupe CERDIN

Rappelons ici pour mémoire l'*Observatoire de la Pêche* déjà décrit au paragraphe 8.4.3 précédent.

Il existe également un réseau de veille hydrologique à vocation régionale, le réseau *Hydroniger*. Ce réseau est le plus ancien réseau de collecte de données en temps réel en Afrique de l'Ouest à vocation régionale. Il fonctionne depuis 1984 et utilise la transmission ARGOS, matériel maintenant ancien et dont la maintenance pose de plus en plus de difficultés. Ce réseau alimente un système de prévision hydrologique opérationnel au bénéfice des pays riverains du fleuve Niger regroupés au sein de l'*Autorité du Bassin du Niger* (ABN). Il a été mis en œuvre et géré de 1983 à 1991 dans le cadre d'une coopération internationale associant outre les pays membres de l'ABN, le PNUD, l'OPEP et l'OMM. Depuis 1992, ce programme est financé uniquement par les contributions des pays membres. L'importante restriction des crédits alloués, qui en a résulté, ne permet plus un fonctionnement normal de ce réseau. Mais le futur projet AOC-HYCOS (*Hydrological Cycle Observing System*, supporté par la BM) prévoit de remobiliser ce réseau¹⁸.

Un autre réseau d'observations environnementales à vocation sous-continentale (circum-saharien) est en cours de mise en place opérationnelle depuis 1999 : il s'agit de *ROSELT*, Réseau d'Observatoires de Surveillance Écologique à Long Terme, dont un observatoire est Bourem (site situé au Nord du Delta au Mali). Le delta intérieur du Niger devrait être un futur observatoire ROSELT (à l'orée 2000). ROSELT est l'un des programmes clef de l'*Observatoire du Sahara et du Sahel* (OSS). Ses objectifs sont (1) d'améliorer les connaissances de base sur le fonctionnement et l'évolution à long terme des systèmes écologiques et agro-écologiques et sur la co-viabilité des systèmes écologiques et des systèmes sociaux ; et (2) de contribuer à rendre les connaissances utilisables par le regroupement, le traitement des données et leur mise à disposition, par l'identification d'indicateurs et de produits finalisés.

• Implications institutionnelle et gouvernementale

Dès 1991, l'Etat malien s'est impliqué dans le type d'approche environnementale globale décrite dans ce document en votant le *Schéma Directeur de mise en valeur des ressources en eau du Mali* (plans quinquennaux 1992-96 et 1997-2001), où il est souligné que l'objectif majeur est : « *la couverture totale des besoins en eau sur le principe d'une approche globale en mobilisant notamment les populations bénéficiaires* ». Par ailleurs, il préconise la mise en place de stratégies spécifiques pour l'écosystème du delta intérieur, selon le projet national A07 (projet prévu sur 4 ans avec un coût total de 1.700.000.000 Fcfa).

L'année 1999 aura été une année forte pour la prise de conscience politique au Mali de l'importance d'une gestion environnementale intégrée des écosystèmes du bassin du fleuve

¹⁸ Le concept d'*Observatoire Hydrologique Régional en Afrique de l'Ouest et Centrale* (OHRAOC) est apparu dans la première étude demandée par la Banque Mondiale concernant la faisabilité du projet AOC-HYCOS en 1992. Ce projet d'observatoire s'est concrétisé en 1995 au sein d'un grand programme de recherche IRD (ex ORSTOM) classé dans les programmes du réseau international FRIEND (*Flow Regimes from International Experimental and Network Data*, PHI-UNESCO). Depuis 1998, 36 stations hydrologiques sont suivies en temps réel et 9 sont acquises en temps différé, par des moyens de transmission classique ; cela couvre 12 pays. Ces informations nourrissent des pages Web mises à jour à Ouagadougou (BurkinaFaso) et hébergées sur le serveur local de l'IRD au Burkina Faso (<http://ohraoc.orstom.bf>) et sur un serveur internet de l'IRD à Montpellier (www.mpl.orstom.fr/ohraoc), en attendant que les pays membres de OHRAOC soient équipés des infrastructures technologiques nécessaires. Les pages offrent notamment la visualisation des débits en temps réel ou sur des chroniques historiques à la demande. Le fonctionnement actuel était totalement pris en charge par l'IRD.

Niger, dont le delta intérieur. En effet, après avoir créé le Ministère de l'Environnement en 1998, l'Etat a organisé cette année :

- un **colloque international sur la Sauvegarde du Fleuve Niger** (Bamako, 5-7 avril 1999),

Le Colloque « *Sauvegarde du fleuve Niger : Vers une gestion globale et durable des ressources du bassin du fleuve Niger* » a été organisé à l'initiative du Gouvernement du Mali et de l'Autorité du Bassin du Niger, avec l'appui du PNUD et de l'ONU-DAES, et la participation financière des Pays-Bas. Il a réuni les représentants des 8 pays du bassin du Niger, des représentants d'organisations régionales et internationales (ABN, CILSS, ONU-DAES, PNUD, OMM, PAM), des représentants des partenaires au développement et bailleurs de fond (BAD, BM, FEM, France, Pays-Bas, Allemagne), des représentants des usagers, ONG et offices de développement. Il a donné lieu à la signature d'une « *Déclaration de Bamako* », qui promouvoit l'urgence d'actions à mener pour la « *connaissance et la restauration des écosystèmes en apportant un intérêt particulier au delta intérieur du Niger et au Massif du Fouta Djallon* » (fin de citation) ; les conclusions sont données en annexe de ce document. Notons que ce colloque fut l'occasion de présenter la démarche du groupe CERDIN.

- une **table ronde sectorielle sur le financement de l'Environnement** (Bamako, 27-29 mai 1999),

La *Table Ronde sectorielle sur le financement de l'Environnement* s'inscrit dans la logique de la Table Ronde sur le Mali tenue à Genève en 1994. Elle a été organisée sous l'égide du Ministère des Affaires Etrangères et des Maliens de l'Extérieur. Quatre programmes environnementaux, qui constituent le plan d'action prioritaire minimum du gouvernement malien, ont été proposés :

- A. le programme de gestion des ressources naturelles,
- B. le programme de maîtrise des ressources en eau,
- C. le programme d'amélioration du cadre de vie,
- D. le programme de gestion de l'information environnementale.

Nos travaux (spécifiques à la zone delta) ont été associés à la réflexion des volets B et D au niveau national. L'ensemble des actions proposées ont été publiées dans un rapport post-séminaire par le gouvernement malien.

Enfin, en août 1999, le gouvernement malien a créé les structures d'une future *Agence de Bassin du Niger*.

Ces actions sont fortement relayées par la presse nationale (figures 8.4 et 8.5).

• **Implication de l'UNESCO**

Au-delà du soutien ponctuel du volet *Zones Humides* du PHI (UNESCO, Nairobi), la Division SC/PAO¹⁹ du secteur des Sciences de l'UNESCO (Paris) suit nos travaux depuis mars 1998, intéressée par l'implication de la recherche dans des actions de développement. Ce document d'identification et de cadrage leur est destiné.

¹⁹ Sciences / Policy Analysis and Operation, responsable : M. El Tayeb

L'ESSOR

Quotidien National d'Information

8è année • n° 13936 • MERCREDI 7 AVRIL 1999 • 200 Fcfa

Cote d'Ivoire 250 Fcfa

Sauvegarde

du fleuve

Niger

LA COTE

D'AÉRIEN EST
DÉPASSÉE

La vallée du fleuve Niger
et ses affluents connaissent
des problèmes croissants,
non seulement en ce qui concerne
l'environnement. Dans
chaque pays les problèmes
décelés à l'aval peuvent
dépendre de décisions
prises en amont.

Lire au page 4

Sommaire

Page 3

Secondaire
et Supérieur :

LES
TENDANCES
RECONDUITES

Page 4

Assemblée
paritaire UE-ACP :
LE CASSE-TÊTE
DES CONFLITS
AFRICAINS

Page 5

ÉCHOS DE
NOS RÉGIONS
Santé : SOIGNER
L'ASTHME ET LE
DIABÈTE GRÂCE À
DES JEUX VIDÉO

Page 6

L'étranger
L'ANNIVERSAIRE
DE L'INDICIBLE

Page 7

Horoscope, mois
croisés, jeu des
10 erreurs, météo

Figure 8.4 : Implication de la presse nationale pour la problématique environnementale du fleuve Niger au Mali (ESSOR²⁰, 7 avril 1999)

²⁰ quotidien national malien

Journée mondiale de l'Eau DELTA DU NIGER : LE PATRIMOINE À PRÉSERVER

Dans le cadre de la célébration de la Journée mondiale de l'Eau, nous avons reçu de l'Association malienne d'hydrologie, la contribution suivante :

Dans le Delta intérieur du Niger, le déficit pluviométrique observé depuis 1965 et la décroissance des débits enregistrés depuis 1970 ont eu des impacts catastrophiques comme l'avance des dunes dans le lit majeur du fleuve, l'assèchement des lacs, la réduction de la surface et de la durée des inondations, la dégradation de la végétation, la raréfaction de certaines espèces animales. Les conséquences pour l'homme sont la détérioration de ses conditions de vie déjà précaires, l'exode massif de populations de la campagne à la ville ou vers les régions et pays moins défavorisés.

Par ailleurs, les activités de développement ont souvent été conçues et mises en œuvre, sans consultation et sans que soient pris en considération leur impact sur le système hydraulique du fleuve et sur l'environnement du bassin. Cette coordination insuffisante entre les différents secteurs géographiques à l'intérieur du même bassin hydrologique et le manque de planification qui en découle, entraînent de graves inconvénients liés à la non maîtrise de la ressource en eau, comme l'absence de vision globale des ressources en eau et de leurs usages, une solidarité insuffisante entre les usagers de l'amont et de l'aval, les gaspillages sources de conflits, et la pollution qui empêche la réutilisation des ressources en eau.

La volonté de s'engager dans un développement durable pose les questions décisives de la maîtrise de l'eau, et de l'arbitrage entre le développement et la préservation du patrimoine à long terme. Tous les acteurs du delta (producteurs et décideurs), préoccupés par une perspective de gestion non durable des ressources de cet écosystème exceptionnel, sont volontaires pour mettre en place un dispositif permettant d'enrayer toute dégradation, en rationalisant l'exploitation des ressources, ce qui passe par le défi majeur de la maîtrise des eaux.

En effet, l'eau est au centre de la

problématique du phénomène de désertification. Dans le delta intérieur du Niger, par le biais de l'inondation, elle génère une grande biodiversité de la faune et de la flore, ce qui représente sur les plans écologique et socio-économique, un potentiel de ressources considérable et inestimable en zone sahélienne. Trois systèmes de production exploitent principalement ces ressources : la pêche, l'agriculture et l'élevage. Ces activités tiennent une place prépondérante dans l'économie du pays.

Suite à un avant-projet de faisabilité ayant formalisé les besoins, conceptualisé les articulations d'un observatoire socio-écologique du Delta (groupe de réflexion CERDIN, CNRST/IRD) et réalisé une maquette du modèle de production en fonction de la disponibilité en eau (i.e. eau utile pour les producteurs), un projet d'Observatoire socio-écologique du delta (OSED) a été élaboré. Il vise, par une approche globale participative mobilisant les populations bénéficiaires, les institutions de décision (gouvernementales ou non) et les institutions de recherche, à la construction d'une base de connaissance, d'un modèle de production, d'un observatoire, le tout fortement intégré dans une structure gouvernementale répondant à une volonté politique affirmée. Les fonctions majeures de ces outils seront de réaliser la prévision de calendrier d'exploitation à 3 semaines, la simulation de scénario, un système d'alerte et de mettre à disposition des populations l'information utile.

Enfin, cette action est en accord avec la politique de décentralisation de l'État malien, se traduisant notamment par une volonté de renforcement d'organes de décision pour la planification, la coordination, le suivi, le contrôle et la gestion des ressources en eau. La gestion globale et intégrée des ressources en eau du Delta ainsi réalisée assurera la maîtrise de cette ressource fondamentale pour la satisfaction des besoins légitimes et rationnels des différentes catégories d'usagers, la lutte contre les pollutions de toutes natures, la protection et la restauration de l'écosystème.

L'ESSOR Quotidien du 22 Mars 1999

Figure 8.5 : Action du groupe CERDIN relayée par la presse nationale malienne à l'occasion de la Journée mondiale de l'Eau (ESSOR²¹, 22 mars 1999)

²¹ quotidien national malien

8.6. Animations scientifiques réalisées

- **Les réunions du groupe CERDIN**

Le groupe CERDIN se réunit régulièrement au CNRST pour mobiliser les scientifiques (chercheurs des institutions de recherche maliennes et ingénieurs des Directions Nationales) autour des thèmes concernant la Zoner Atelier. L'année 1999 fut l'année de démarrage des opérations de recherche d'avant-projet (huit sont en cours), de définition des projets de recherche monodisciplinaire pour le futur projet de développement, la formation sur les outils de recherche cognitive. Les sujets traités furent entre autres :

- la modélisation intégrée et notion de maquette (par M. KUPER et D. ORANGE, IRD / Bamako),
- simulation, scénarios et prévision ? (par M. KUPER, IRD / Bamako)
- le réseau ROSELT (par J.M. D'HERBES, IRD / Montpellier),
- visite commentée du site OHRAOC (par M. GAUTIER, IRD / Ouagadougou),
- le rôle de AGRHYMET et ABN (par D. ORANGE, IRD / Bamako),
- de nombreuses réunions ont concernés la rédaction de ce document,
- etc.

- **L'atelier "SIG-Observatoire" (Bamako, 6-10 avril 1999)**

A la demande du groupe CERDIN, un atelier de *formation aux concepts, méthodes et outils utiles à la construction des SIE* (Systèmes d'Information Environnementale) a été organisé à Bamako dans le cadre de ZADIN. Cet atelier²² a été co-organisé par P. MORAND (IRD) pour la partie « Observatoire » et MF. COUREL (PRODIG, Univ. Paris I) pour la partie « SIG », l'organisation logistique ayant été assurée par le LECOM²³ (IRD) et le Laboratoire SEP²⁴ (IER). Quinze scientifiques ont bénéficié de cette formation, représentant trois institutions de recherche (ENSup, CNRST, IER/SEP, IER/SPGRN, IER/PRH, IER/PSI) et 3 directions nationales (DNH, DNM, DNCT).

- **L'atelier de "finalisation des opérations de recherche" (Bamako, 23-24 mars 1999)**

Cet atelier avait pour objectif de regrouper pendant deux jours les chercheurs du groupe CERDIN pour définir, structurer et organiser les opérations de recherche qui seraient nécessaires et pertinentes à réaliser dans le cadre d'un futur projet de développement dont ce document donne l'identification et le cadrage. Dix scientifiques (représentant 2 directions nationales et 5 institutions de recherche)²⁵ ont pu se libérer et participer activement à ces deux journées de réflexion.

Le principe de cet atelier fut d'établir un dialogue entre les chercheurs d'une même discipline et entre les groupes de chercheurs de disciplines différentes, afin d'assurer les liens (ou articulations) entre les différentes opérations de recherche à définir. Les deux journées ont

²² cf programme en annexe

²³ Laboratoire des Eaux Continentales au Mali, Centre IRD, Bamako

²⁴ Laboratoire Sol-Eau-Plantes, Centre de Sotuba (Bamako), IER

²⁵ DNH, DNM, IER, CNRST, ISFRA, ENSup, IRD

donc alternées séances plénières et séances de travail par groupe thématique (groupe A : *Eau* ; groupe B : *Ressources* ; et groupe C : *Systèmes de production*), selon les orientations de ZADIN.

Le groupe A (*Eau*) a listé 8 indicateurs fonctionnels utiles à l'observatoire et 15 opérations de recherche se répartissant en trois axes de recherche (tableau 8.3). Le groupe B (*Ressources*) a listé 19 indicateurs et 23 opérations de recherche se répartissant selon 8 axes de recherche (tableau 8.3). Le groupe C (*Systèmes de production*) a listé 7 opérations de recherche sans pouvoir définir les indicateurs dans l'état actuel de la réflexion (tableau 8.3).

Rappelons que le séminaire international GIRN'DIN de juin 2000 devrait permettre de finaliser cette liste exhaustive des opérations de recherche à réaliser.

Tableau 8.3 : Axes de recherche prédéfinies par l'atelier « finalisation des opérations de recherche » du groupe CERDIN (Bamako, les 23-24 mars 1999)

Groupe thématique	Axes de recherche	Indicateurs ou paramètres associés
A	Impact des aménagements sur la disponibilité en eau	Débit, Hauteurs d'eau, Vitesses
A	Impact de la variabilité climatique sur la disponibilité en eau	Débit, Hauteurs d'eau, Vitesses, Pluie (intensité, fréquence), Dates arrivée des pluies et de la crue
A	Impact de la disponibilité en eau sur l'inondation	Niveau piezzo, Hauteurs d'eau, Spatialisation
B	Inventaire du milieu et des ressources	Productivité, abondance, Répartition spatio-temporelle
B	Dynamique de l'érosion	Indice climatique, Répartition des zones d'exploration, Quantification des pertes en terre
B	Dynamique des transports de matières solides	Comblement, Dégradation des berges, Turbidité de l'eau, Déplacement des bancs de sable, Propriétés des sédiments
B	Dynamique de la qualité de l'eau et alerte pollution	Nutriments, Pollution
B	Dynamique de l'utilisation du milieu par le monde vivant	Répartition des espèces, Dynamique de production
B	Dynamique de la végétation par rapport à l'inondation	Répartition des espèces végétales Télé-détection
B	Dynamique de répartition des systèmes de production	Répartition des lieux d'exploitation
B	Contribution du delta aux cycles biogéochimiques	Flux, processus
C	Impact de la disponibilité en eau sur l'inondation	
C	Impact de la disponibilité en eau sur la dyn des syst. d'exploitation	
C	Impact des systèmes de production sur les ressources et la biodiversité	

A : groupe *Eau* ; B : groupe *Ressources* ; C : groupe *Systèmes de production*

- **Présentation de la maquette de modélisation intégrée (Bamako, 5 mai 1999)**

Si le premier objectif d'une modélisation d'un système complexe est de représenter des relations spatiales et temporelles entre les différents niveaux d'organisation et donc de formaliser des emboîtements d'échelles multiples, c'est aussi de permettre d'anticiper les dynamiques des systèmes étudiés, afin, par exemple, de contrôler les impacts d'une stratégie de gestion, et donc, en dernière étape, de permettre l'implication des différents acteurs et en

particulier la conviction des décideurs. *Le modèle intégré doit donc pouvoir représenter la dynamique du système et créer un espace de concertation entre les acteurs : c'est un outil de communication.*

C'est dans ce sens que le 5 mai une équipe du projet GIHREX²⁶ a organisé à Bamako une journée de présentation de la maquette de modélisation intégrée du delta intérieur du Niger (MIDIN). Il s'est agi de présenter cette maquette, le matin aux représentants du monde scientifique, l'après-midi aux représentants des producteurs, développeurs, décideurs et bailleurs. Ce fut l'occasion, outre de faire reconnaître l'hydrosystème du delta comme une *unité de gestion intégrée*, d'entamer la discussion entre les partenaires potentiels d'un futur observatoire environnemental du delta, et pour les chercheurs GIHREX de noter les remarques, observations et critiques pour corriger la maquette afin de mieux répondre aux attentes des acteurs dans une phase ultérieure.

Le succès de cette journée suffit à prouver que la maquette de modélisation intégrée représente bien un outil de concertation entre des acteurs aussi différents que les chercheurs, les décideurs ou les producteurs, en créant une plate-forme de discussion effective.

- **Voyage d'étude dans le delta intérieur du Niger : réalités des contraintes du milieu naturel et de la demande sociale régionale (Mopti, 21-24 juillet 1999)**

Dans le cadre de son projet 6.1 « *Processus Hydrologiques et Gestion de l'Eau dans les Zones Tropicales Humides et les autres Régions Chaudes Humides* » du *Programme Hydrologique International (PHI-V)*, l'UNESCO a accordé un support de financement au groupe scientifique CERDIN pour organiser dans le cadre du projet de la *Zone Atelier du Delta Intérieur du Niger*, et avec la participation du projet GIHREX (IRD), un voyage d'étude dans le delta afin de :

- présenter les réalités du milieu naturel et de la demande sociale sur le terrain.
- assurer une première articulation entre les demandes des décideurs et des utilisateurs-exploitants avec les apports possibles de la recherche,
- présenter les outils de concertation mis à disposition : la maquette de modélisation intégrée, l'observatoire,
- rassembler des chercheurs ou ingénieurs appartenant à différentes institutions de recherche ou directions nationales du Mali pour identifier les opérations de recherche thématiques et les collaborations multidisciplinaires à caractère recherche-développement nécessaires à la réalisation et au fonctionnement effectif d'un *Observatoire Socio-Ecologique du Delta (OSED)*.

Ce voyage a été très largement suivi par l'ensemble du collectif CERDIN. Ont participé :

- 20 cadres supérieurs scientifiques de Bamako (4 CNRST, 2 Directions Nationales, 1 Programme National, 6 Ecoles Supérieures, 5 IER, 2 IRD),
- 20 cadres supérieurs du CRRA de l'IER-Mopti,
- 21 cadres supérieurs de l'environnement travaillant à Mopti et sa région (le Conseiller au Développement du Gouvernorat, 11 représentants de Directions Régionales, 9 représentants d'organisation d'utilisateurs),
- 11 personnes assurant l'organisation, dont 4 chercheurs de l'IRD et 2 chercheurs de l'IER-Mopti.

²⁶ M. Kuper, C. Mullon, D. Orange, Y. Poncet

Ce voyage, organisé par le LECOM (IRD-Bamako), a été réalisé sous la responsabilité ~~administrative~~ du CNRST. Le CRRA de l'IER-Mopti a pris en charge l'organisation de l'atelier dans ses bureaux à Mopti. L'animation de ces 4 jours a été assurée par D. Orange (IRD).

Le programme des ces 4 journées était organisé autour de 4 points forts :

1. Un voyage en car pour susciter la convivialité entre chercheurs maliens autour d'une volonté commune d'action de recherche pluridisciplinaire intégrée.
2. Une matinée de rencontre entre les chercheurs et les autres acteurs de l'environnement de la région de Mopti autour d'une présentation d'outils de transferts des résultats de la recherche (modélisation intégrée, observatoire).
3. Une après-midi de réflexion sur les modalités et contraintes pour la réalisation d'un projet de recherche intégré.
4. Une visite sur le terrain pour la rencontre des réalités du terrain (réalités sociales, réalités éco-bio-physiques) et pour l'échange des connaissances entre les thématiciens en relation directe avec l'objet à observer (visite du site d'étude GIHREX de Batamani).

Le premier pas vers la reconnaissance du delta, par les institutions régionales, comme une unité de gestion intégrée nécessitant la concertation entre les acteurs vient d'être fait à l'occasion de cette visite (fig. 8.6). Outre avoir pu renforcer les liens avec les partenaires régionaux du Cercle de Mopti, ces journées ont été l'occasion de rappeler aussi tous les intérêts conjoints avec le Cercle de Gao : le delta est bien une zone d'échanges, de transferts de matières, de personnes, d'informations entre le Sud et le Nord du Mali... Enfin, les concepts de communication, concertation, échanges de l'information environnementale liés à la modélisation intégrée et l'observatoire ont été admis, du fait que ces outils ont effectivement su créer la discussion entre les participants dans la convivialité.

- **Remise de la maquette de modélisation intégrée (Bamako, mi-février 2000)**

La version *béta* de la maquette sera présentée et remise aux différents utilisateurs potentiels lors d'un atelier de formation à son utilisation en février 2000 à Bamako. Ces utilisateurs auront pour charge de la tester en évaluant la significativité des indicateurs proposés (et en définissant d'autres) et en construisant des scénarios pour la réalisation des simulations. Un retour des commentaires, critiques, suggestions est attendu pour le mois d'avril, afin de pouvoir mettre à jour une version 1.0 de la maquette pour une présentation et remise en juin 2000 lors du séminaire international GIRDIN à Bamako.

L'ESSOR Quotidien du 4 Août 1999

Développement du Delta intérieur du Niger CERDIN IMPULSE LA RÉFLEXION

Du 21 au 24 juillet, le groupe de recherche CERDIN a effectué un voyage d'étude et de concertation dans le Delta intérieur du Niger. Le groupe CERDIN est composé de chercheurs et d'ingénieurs appartenant à des institutions de recherche ou directions nationales maliennes ayant un centre d'intérêt commun : le développement du delta intérieur du Niger, zone de production potentiellement riche et d'échanges entre le Nord et le Sud du pays.

Le groupe CERDIN s'est donné pour mission de mettre en place un observatoire socio-écologique concernant cette région et surtout d'en faire un outil fonctionnel et utile au développement. L'IRD (Institut de recherche pour le développement, anciennement connu sous le sigle ORSTOM) se situe en animateur et facilitateur du groupe, mettant notamment à disposition les résultats de ses recherches dans la zone, résultats qui constituent une base de travail et des données de référence utiles aux initiatives à venir de l'observatoire.

Le voyage d'études pour l'organisation duquel le CNRST, l'IRD, la CRRA de Mopti (IER) et l'Unesco ont réuni leurs efforts, a regroupé 20 cadres supérieurs scientifiques de Bamako (issus du CNRST, des directions nationales, du programme national, de écoles supérieures, de l'IER, et de l'IRD), auxquels se sont joints sur place une quarantaine de cadres supérieurs travaillant à Mopti et sa région (CRRA et environnement).

À l'arrivée à Mopti des chercheurs et ingénieurs bamakois, s'est tenue une première réunion de coordination entre des scientifiques représentant des disciplines différentes : hydrologie, pédologie, botanique, agronomie, écologie, géographie, halieutique, sciences humaines, etc... afin de s'accorder sur le contenu des termes et éviter quiproquo et incompréhension.

Fut ensuite présenté un outil de communication original et performant mis au point par l'IRD : la maquette

informatique pour la réalisation future d'un outil de gestion des ressources naturelles du delta. Cette maquette permet d'appréhender le fonctionnement hydrologique, écologique et humain de cette zone par un jeu d'allier-retour de l'information entre les différents partenaires préoccupés de la gestion durable des ressources naturelles dans le delta. La maquette permet d'apprécier clairement le rôle de chaque type d'intervenant pour la mise au point de la modélisation du delta. La présentation a été suivie d'ateliers d'échanges entre décideurs et chercheurs sur l'utilisation du modèle et les chances de réussite du futur observatoire.

Puis vint l'étape « sportive » du séjour : la visite des sites d'observation. Rayonnant à pied autour du village de Batamani, les chercheurs ont pu découvrir les réalités physiques du terrain et les outils d'observation installés par l'IRD (ex-Orstom) depuis 1992. Les échanges ont parfois pris un tour inédit, le botaniste expliquant avec passion l'utilité d'une graminée rencontrée au télélecteur, l'hydrologue disséquant à l'intention du géographe les conséquences de l'inversion de l'approvisionnement en eau de la mare. Le chef des Bozo de Batamani, Mamadou Koumou, s'est joint aux « réjouissances ».

Une réunion de synthèse a enfin permis d'établir que les chercheurs avaient clairement conscience de l'importance du rôle qu'ils peuvent jouer dans le développement de cette région et qu'ils étaient prêts à mobiliser leurs institutions dans le cadre de ce travail commun. La société savante que constitue le CERDIN réalise donc la place que peut prendre la recherche concertée sur le développement de la région. Les chercheurs tendent par conséquent la main aux décideurs, gestionnaires et producteurs et créent une opportunité unique à saisir.

Habi TRAORÉ
(CNRST et IRD)

Figure 8.6 « CERDIN impulse la réflexion », journal ESSOR, Bamako, du 5 août 1999

~~Chapitre 9 Les conditions de mise en œuvre~~ de la recherche

En préambule de ce chapitre, on voudrait rappeler que ce document constitue la première étape d'identification et cadrage d'un futur potentiel projet de développement. Ce document est issu de 3 ans de recherche et est rédigé par des chercheurs, qui sont loin d'être des « développeurs ». Aussi, nous sommes bien persuadés que la rédaction d'un tel document de projet de développement revient aux gens du développement, dont c'est le métier.

Dans l'état actuel ~~du processus~~, ce chapitre se contentera donc de donner ~~les grandes~~ lignes des conditions de mise en œuvre de la recherche, sous-ensemble qu'il faut considérer à intégrer dans un ensemble plus grand correspondant aux activités de développement.

Pour les scientifiques du groupe CERDIN, « rendre la recherche utile au développement » passe par l'intégration des projets de recherche au sein des projets de développement. Aussi les opérations de recherche citées ci-dessus pourront être associées aussi bien à des projets d'hydraulique villageoise de constructions de puits, forages ou PIV²⁷ que de développement de radios locales, d'AV²⁸, etc. ..., ce que nous avons appelé en figure i.1 (en introduction de ce document) sous le vocable « stratégie de communication ».

9.1. Les principes de base

- **Opérations de recherche au service du développement**

Conscients qu'aucun thème précis ne doit être imposé à qui que ce soit, pour une plus grande motivation et donc une plus grande efficacité, CERDIN a adopté une démarche participative. Les intentions de recherche proviennent des chercheurs eux-mêmes, en fonction des interrogations qui les traversent, avec une seule contrainte : respecter les orientations fondamentales. Ces orientations générales de recherche ont été définies par l'ensemble des chercheurs, en tenant compte, au mieux, des besoins des utilisateurs et des priorités définies par l'Etat.

Il sera de la responsabilité des chercheurs, au-delà de leurs préoccupations de recherche propres (connaissance et processus), d'établir les connaissances de base nécessaires à la construction des indicateurs définis en concertation avec les acteurs du développement de l'observatoire.

- **Une sélection nécessaire**

Pour garantir l'efficacité optimale du projet, il faut que toutes les opérations financées s'avèrent strictement nécessaires, selon les objectifs fixés. Les critères retenus lors de cette sélection seront de trois types : la *pertinence*, la *faisabilité* et la *cohérence*.

La pertinence est fonction du degré de proximité avec les objectifs fixés. Une opération est jugée pertinente si les résultats attendus apportent une connaissance "utile" et permettent, directement ou indirectement, d'alimenter une composante du projet, comme la construction de la maquette de modélisation intégrée ou d'un indicateur de l'observatoire.

²⁷ Périmètre Irrigué Villageois

²⁸ Association Villageoise

La faisabilité est évaluée en fonction des compétences et des ressources locales, des partenariats possibles. Une opération est jugée faisable, si les conditions de sa réalisation, notamment techniques et financières, peuvent être réunies.

La cohérence correspond à un jugement d'ensemble sur l'articulation de l'opération considérée avec les autres. Une opération est jugée cohérente avec le reste des opérations, si elle s'inscrit dans la logique d'ensemble ou si elle contribue à fournir des résultats utiles à la poursuite des autres recherches. Le critère de cohérence est important, car une forte intégration des disciplines implique de respecter une harmonisation des logiques et une certaine homogénéisation, notamment au niveau des méthodes et des échelles

Une opération apparaît donc justifiée si elle remplit ces trois critères. En fonction des résultats issus de cette évaluation, un **degré de priorité** sera affecté à chaque opération. Cette démarche a l'avantage de faire apparaître les opérations manquantes, cas d'opérations jugées prioritaires ne correspondant à aucune des propositions de recherche. Cependant, le groupe n'a pas la prétention de pouvoir réaliser toutes les opérations de recherche possibles ; il doit se concentrer sur les recherches indispensables, prioritaires.

L'idée d'un degré de priorité, qui serait affecté à chaque opération évaluée, rejoint en fait le concept de "rentabilité". Ainsi, il est important que les moyens obtenus soient alloués de la manière la plus efficace possible. Pour cela, le calcul d'un degré de priorité a donc pour objectif d'établir un classement des opérations de recherche.

- **Des opérations de recherche concertées effectuées de manière indépendante**

Comme vu précédemment, les orientations de recherche sont définies conjointement, des efforts de réflexion et de coordination sont menés pour que l'ensemble soit cohérent. Les opérations de recherche étant intégrées, elles se complètent et apportent des éléments de compréhension additionnels les uns aux autres.

Cependant, il est important et nécessaire que les chercheurs continuent de travailler de manière indépendante et selon leur discipline. Ils appartiennent toujours à leur institution d'origine. Ils conservent leurs équipes de recherche et leur laboratoires. Les ressources matérielles, financières ou humaines, ne sont pas mises en commun, sauf cas particuliers à définir ; un chercheur peut être partenaire dans une autre équipe, il peut aussi mettre à disposition son matériel, mais ce ne sont que des opérations ponctuelles bien déterminées. Des conventions sont signées quand il s'agit de partenariats impliquant des engagements plus importants.

- **Trois niveaux de communication**

Le transfert de l'information est un élément clé dans la réussite d'un tel projet. On distingue trois niveaux de communication, pouvant être représentés par des cercles concentriques, avec :

- au centre, les chercheurs, membres de CERDIN,
- puis, dans un deuxième cercle, les décideurs et les producteurs (les deux autres piliers du projet),
- et dans un cercle extérieur, les autres partenaires potentiels, comme les bailleurs de fonds.

La communication est essentielle au niveau interne, car l'idée est d'inciter les chercheurs à travailler en concertation vers la construction des paramètres utiles à la modélisation intégrée et des indicateurs de l'observatoire, sans dilution des compétences et perte de temps. C'est le rôle de CERDIN.

Etant donnée l'importance de cette tâche, il nous semble indispensable que le responsable du projet soit également animateur du groupe CERDIN, si ce groupe doit constituer le corpus des acteurs de la recherche dans le projet.

- **Capitalisation des connaissances et connectivité**

L'information environnementale est bien sûr au centre des préoccupations des opérations de recherche. La circulation de cette information entre les chercheurs du projet constitue l'un des principes de base. Aussi, toutes les activités de recherche seront liées à des actions de capitalisation des connaissances au sein d'une base de connaissance commune à tous. La transmission de ces informations vers l'extérieur sera contrôlée par un *data policy* à préciser.

- **Travailler à partir de l'existant : intégration des structures, des données et des connaissances**

Un autre principe de base est la volonté de travailler à partir des structures, des données et des connaissances existantes. D'ailleurs, une motivation de la phase d'avant-projet actuelle était d'amorcer la réalisation de cette intégration (cf. chapitre 8).

9.2. Les partenaires potentiels

- **Un noyau de base**

Dans un premier cercle, les partenaires potentiels sont bien sûr les membres du groupe CERDIN, apportant au groupe leurs partenariats institutionnels.

- **Un partenariat de circonstances**

Mais à l'identité de la philosophie générale développée par les projets GIHREX et ZADIN, les partenariats ne sont pas figés ni linéaires, mais dynamiques et foisonnants. L'important est d'avoir un noyau dur pas trop nombreux qui assure la connectivité des informations environnementales et des opérations de recherche, qui maintient les axes de développement, et qui donc structure l'ensemble du projet ; il est aidé dans cette action par les outils développés dans la phase actuelle d'avant-projet qui sont : la maquette de modélisation intégrée, la base de connaissance interactive et l'observatoire (cf. chapitre 8).

Ainsi, les partenaires potentiels peuvent être agrégé au groupe au fur et à mesure des besoins ou opportunités. Comme le delta, entité reconnue de tous (scientifiques, décideurs, gestionnaires, exploitants, ...) réalisant en fait un vaste puzzle constitué de pièces toutes indépendantes dans leur fonctionnement mais toutes interdépendantes (notion de « *chaos organisé* »), les opérations de recherche seront un ensemble de pièces indépendantes conjointes apportant chacune leur partenariat propre, qui ne peut donc par définition pas être formalisé dans l'étape actuelle d'écriture de ce document.

- **De la recherche au développement : IRD, CIRAD, IRAM, Terra Nuova... ?**

Ce projet de développement réunira des institutions couvrant l'ensemble du continuum entre la recherche et le développement, comme par exemple la séquence suivante allant de l'institution de recherche public à une organisation de développement de type ONG : IRD²⁹, CIRAD³⁰, IRAM³¹, Terra Nuova³². Cependant, il nous semble évident que le leadership doit appartenir à une institution de développement, la recherche intervenant en partenaire.

Des ressortissants des quatre institutions citées ci-dessus ont déjà été sensibilisés aux objectifs de ce projet et ont donné leur accord de principe pour y intervenir. Leur engagement est souvent lié à leur historique : connaissance de la zone, intervention en cours dans la zone, etc.

Les chercheurs de l'IRD pourront intervenir sur certaines opérations de recherche en partenariat avec les institutions de recherche maliennes. On citera par exemple les travaux sur la spatialisation de la donnée hydrologique³³, sur la productivité des mares³⁴ ou ceux sur la biodiversité et la lutte contre les rongeurs³⁵.

Les chercheurs du CIRAD ont été contactés pour le développement de la maquette de modélisation intégrée (François BOUSQUET, CIRAD/Modélisation, Montpellier) et pour la modélisation de l'exploitation du milieu par le bétail (contact : Alexandre ICKOWICZ, CIRAD/EMVT, Dakar).

L'IRAM a été contacté suite à son intervention courante au Mali. Cette organisme de développement se subdivise en 4 branches d'intervention, dont l'une est intitulée « *Développement local et Gestion des Ressources Naturelles* » (contact : Marie-Jo DEMANTE).

Enfin, Terra Nuova est citée car cette ONG est particulièrement active à Youwarou³⁶ (une des villes majeures du lac Débo, lac central du delta) et a une approche conservation & développement sur le site Ramsar Débo-Wallado en association avec les Universités de Palerme et de Rome (contact : Stefano CAPOTORTI).

Tous ces contacts sont donnés en annexe.

9.3. Un expert en Recherche & Développement

La réussite d'un tel projet pluridisciplinaire et pluri-institutionnel nécessite une direction à mener par un chef d'orchestre *expert en Recherche & Développement pour la gestion des ressources naturelles*.

Cet expert sera un expert international de type ingénieur agronome avec formation complémentaire en hydrologie. Il sera le conseiller technique de la Zone Atelier du Delta Intérieur du Niger en matière de Recherche & Développement. *Il sera responsable de la*

²⁹ Institut de Recherche pour le Développement (ex ORSTOM), EPST (Etablissement Public Scientifique et Technique)

³⁰ Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement, EPIC (Etablissement Public à Intérêt Commercial)

³¹ Institut de Recherche et d'Applications des Méthodes de Développement, organisme privé

³² Centre pour le volontariat et la coopération internationale, ONG italienne

³³ contact : Gil MAHE, Laboratoire d'Hydrologie (IRD, Ouagadougou)

³⁴ contact : Robert ARFI, Laboratoire de Microbiologie (IRD, Marseille)

³⁵ contact : Bruno SICARD, Biologie et Gestion des Pullulations de Rongeurs Nuisibles (IRD, Bamako)

³⁶ soutien à une association de femmes et projet de radio locale

communication et de la cohérence du processus de Recherche & Développement mené conjointement par tous les acteurs impliqués dans la zone atelier, à savoir : la plate-forme de recherche CERDIN, les services techniques nationaux, les organismes de développement et les exploitants du delta.

Placé sous la supervision directe du directeur de la zone atelier, il sera en particulier chargé des tâches suivantes :

1. Assurer l'information de la plate-forme de recherche concernant les besoins et attentes des populations du delta en matière de recherche & développement dans les différents secteurs de la vie rurale et en particulier de l'exploitation des ressources naturelles :
 - synthétiser les informations existantes,
 - réactualiser les données acquises lors des réunions préparatoires (focus-group, visites de terrain),
 - si nécessaire, organiser un diagnostic participatif des contraintes au développement de l'agro-élevage, de la pêche, des transports, etc. ;
2. Tenir informée la plate-forme de recherche de l'évolution des politiques sectorielles de l'Etat en matière d'hydraulique, agriculture, élevage, pêche, foresterie, voies de désenclavement ;
3. Promouvoir, par toute action adéquate, le transfert des résultats de la recherche auprès des exploitants des ressources du delta :
 - vulgariser les résultats obtenus progressivement par la plate-forme, notamment mise en exergue des thèmes pouvant répondre aux attentes immédiates des exploitants du delta,
 - créer des liens de collaboration avec les services techniques régionaux et locaux, ainsi qu'avec les organismes de développement susceptibles de réaliser des activités de recherche-action dans le cadre de leurs programmes de vulgarisation et de développement au niveau du terrain,
 - transmettre à ces organisations partenaires les résultats vulgarisés des travaux de recherche effectués par la plate-forme, en particulier pour les sujets pouvant donner lieu à des activités de recherche-action au bénéfice (ou en relation directe avec) des populations du delta ;
4. Assurer la rétro-information de la plate-forme de recherche CERDIN à propos de :
 - Réactions des autres acteurs concernant la diffusion des résultats opérationnels acquis par la plate-forme,
 - Activités de recherche-action menées sur le terrain par les partenaires (difficultés de mise en œuvre, résultats obtenus, etc...),
 - Suivi et évaluation d'impact de ces activités.

9.4. Description synthétique d'opérations de recherche nécessaires

L'échéancier des opérations de recherche nécessaires est prévu comme livrable de la phase d'avant-projet en cours (fin 2000). Comme nous l'avons vu au chapitre 8, un premier

atelier de « finalisation des opérations de recherche » a eu lieu à Bamako les 23-24 mars 1999. Le séminaire CERDIN (Bamako, juin 2000) doit permettre de concrétiser cet échéancier.

Mais quelques exemples d'opérations de recherche nécessaires peuvent être donnés.

Avant de lister ces exemples, on rappelle que dans les conditions spécifiques du delta intérieur du Niger (cf. chapitres 4 à 8), les opérations de recherche seront axées surtout sur :

- l'étude de la biodiversité considérée non seulement comme un patrimoine global à conserver, mais comme une des bases essentielles du développement régional en relation avec les utilisations actuelles et/ou envisageables ;
- l'étude de la dynamique de la quantité et de la qualité des eaux ;
- l'étude et la surveillance en rapport avec le développement durable qui devront permettre de dégager trois groupes d'indicateurs devant être simultanément appréciés ou mesurés, à savoir :
 - des indicateurs destinés à mesurer et à garantir l'intégrité environnementale sur le long terme,
 - des indicateurs aptes à mesurer l'efficacité économique des systèmes de production (avec si possible le souci d'intégrer les coûts externes),
 - des indicateurs capables de satisfaire à des objectifs d'équité sociale et intergénérationnelle dans le fonctionnement évolutif à long terme de la société locale, régionale et nationale.

• Suivi de l'inondation en temps réel par imagerie satellitaire

Dans le cadre d'une collaboration IRD / Agrhymet, une action de recherche concernant le suivi de l'inondation du delta intérieur en temps réel (ou légèrement différé entre 10 et 15 jours) par imagerie satellitaire est engagée (1999 – 2001) par l'intermédiaire de la réalisation d'une thèse en alternance (financée par la Mission Française de Coopération de Bamako) d'un chercheur de l'ENI (Ecole Nationale d'Ingénieur, Bamako) membre de CERDIN, auprès de l'Université de Montpellier³⁷. Les opérations de recherche seront les suivantes :

- i. Cartographie géoréférencée à grande échelle des objets hydrologiques du Delta à l'aide des images LANDSAT ;
- ii. Etude de l'inondation dans le Delta (crue et décrue) pour une année calendaire type à l'aide des images NOAA³⁸ ;
- iii. Etude de l'impact de la crue sur les ressources végétales (fourrage, surface cultivée) ;
- iv. Mise au point d'un modèle hydraulique qui prévoit le débit et la hauteur d'eau à l'entrée du Delta en fonction du débit dans le haut bassin du Niger/Bani ;
- v. Développement d'un modèle hydrologique, qui prévoit la superficie inondée en fonction du débit/hauteurs d'eau à l'amont du delta.

³⁷ thèse de Adama Mariko, sous la direction de Eric Servat, et co-encadrée par Gil Mahé et Didier Orange

³⁸ Pour plus d'information, voir « Compte rendu technique de la mission à Agrhymet Niamey » par G. Mahé et D. Orange (1998).

- **D'un modèle de comportement à un modèle de stratégie**

Dans le delta, il existe environ 200 000 ménages, qui participent souvent à plusieurs activités professionnelles (pêche, agriculture, élevage). Ces ménages ou « *Unités de Production et de Consommation* » (UPC) prennent des décisions concernant le choix d'activité (agriculture, pêche, élevage ou autre), la durée de l'activité, le choix de sites (parcelles, sites de pêche, trajet dans l'espace et dans le temps pour l'élevage), et l'utilisation de leur effectif. Ces décisions sont basées d'une part, sur les stratégies des ménages, le fonctionnement des marchés et d'autre part, sur les droits d'exploitation (pêche/pâturage/culture). Les allocations de droits sont gérées par des « *Instances de Négociation et d'Arbitrage* » (INA), souvent traditionnelles, et ces instances sont aussi appelées en cas de conflit (fig. 9.1).

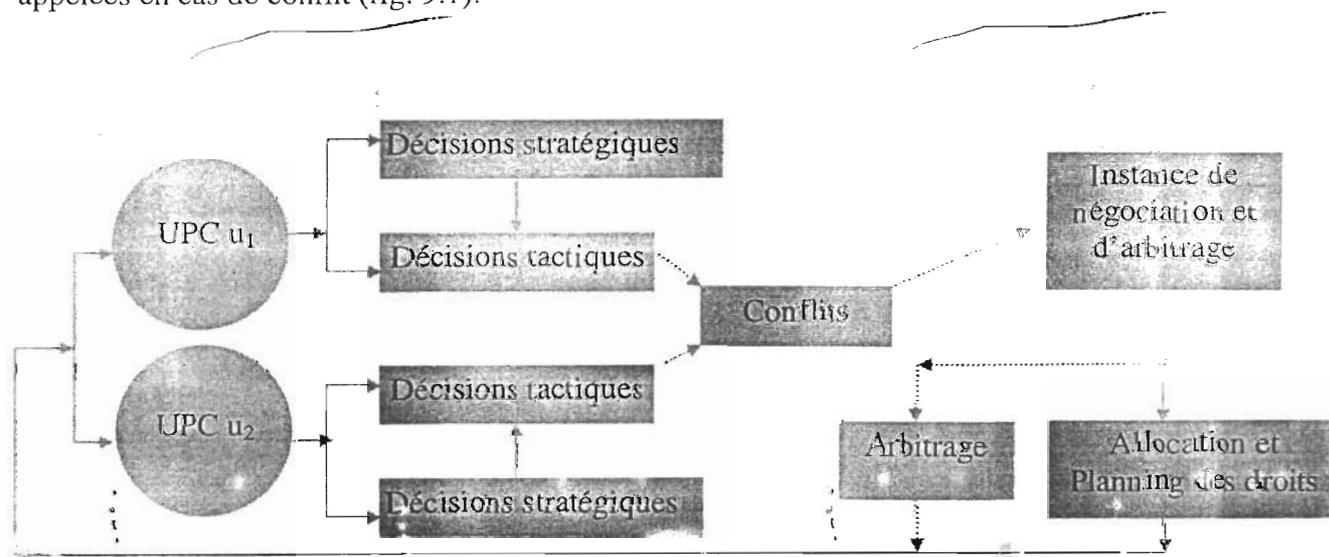


Figure 9.1 : Interactions entre Instances de Négociation et d'Arbitrage (INA) et Unités de Production et Consommation (UPC). L'allocation et le planning des droits (de pêche, d'agriculture et de pâturage) sont connus par les UPC. En cas de conflit (trait tireté), l'INA est consulté, qui donne ensuite un arbitrage.

Afin de comprendre la dynamique des stratégies d'exploitation des ressources du delta, pour en final la réalisation d'un modèle de stratégie, les opérations de recherche suivantes sont proposées :

- Développement d'une typologie des unités de production et consommation (UPC) dans le Delta concernant leur stratégies, comportements, décisions ;
- Modélisation micro-économique des UPC dans le Delta ;
- Analyse des conflits et leur résolution par des instances de négociation et arbitrage ;
- Analyse et modélisation macro-économique des transferts et marchés dans le Delta.

- **Actualisation des connaissances sur l'agro-sylvo-pastoralisme dans le delta**

L'actualisation des connaissances par l'agrégation des informations environnementales à la base de connaissance existante reste bien sûr une priorité du projet. Il faut donc prévoir les opérations de recherche suivantes :

- Revue bibliographique sur l'agro-sylvo-pastoralisme dans le delta ;
- Actualisation des connaissances ;
- Suivi et évaluation des bases de données.

- **Construction de scénarios et développement de la maquette de modélisation intégrée**

La maquette de modélisation intégrée existant déjà, elle servira dès le début du projet, de plate-forme de discussion et concertation entre les différents acteurs (producteurs, gestionnaires, décideurs, bailleurs, ...et les chercheurs). Elle permettra la réalisation des opérations de recherche suivantes :

- i. Construction de scénarios : par exemple, définition et simulation de scénarios de régimes hydrologiques, d'événements externes (prix, marchés) pour l'étude de leur impact sur les allocations des ressources en eau/terrestres et les migrations ;
- ii. Développement de la maquette de modélisation intégrée ;
- iii. Développement de modèles intégrés (plusieurs versions) : modules, interface, connexion avec base de données, ~~connexion avec SIG~~, ... ;
- iv. Développement d'un guide d'utilisateurs de la maquette ;
- v. Évaluation de l'utilité de la maquette de modélisation intégrée comme plate-forme de discussion et négociation.

Notons que la valorisation de la maquette de modélisation intégrée sera un processus continu tout au long du projet.

- **Construction et développement d'un observatoire pour la gestion des milieux et des ressources**

La valorisation de la maquette de modélisation intégrée participera à la mise en place de l'observatoire socio-écologique du delta (OSED), une structure légère et durable pour une meilleure gestion du Delta. Aussi, on peut citer les opérations de recherche suivantes :

- i. Développement et construction des indicateurs ;
- ii. Développement d'un SIG, couvrant l'ensemble du delta, lié à la base de connaissances ;
- iii. Mise à jour automatique des variables dynamiques du delta (par exemple l'hydrogramme à l'entrée du delta).

PARTIE 4 :

Le budget

prévisionnel

Chapitre 10 Calendrier indicatif de mise en œuvre de la recherche

Le projet de développement EIDES-DIN est prévu pour une durée de quatre ans, au cours desquels les recherches devraient aboutir à la connaissance nécessaire pour la réalisation concrète et fonctionnelle de l'OSD et permettre, dans une deuxième phase de quatre ans, de retenir un dispositif allégé pour la routinisation de cet observatoire qui doit s'inscrire dans une structure (institutionnelle, régionale, ...) durable pour pouvoir assurer une mise à disposition de l'information environnementale nécessaire (ou utile) pour une aide à la décision concernant la gestion intégrée des ressources naturelles du delta intérieur du Niger au Mali.

La première phase uniquement recherche, actuellement en cours (considérée comme une phase d'avant-projet), se termine en décembre 2000 avec pour volonté de déboucher en continuité (donc à partir de janvier 2001) sur un projet de développement associant recherche et développement (dont ce document définit l'identification et le cadrage). Nous rappelons que la phase actuelle a permis de :

- collecter et mettre à disposition une partie de l'information environnementale existante,
- mobiliser les institutions de recherche et directions nationales maliennes pour travailler conjointement et en interaction,
- créer une « niche écologique » politique,
- identifier et modéliser les processus naturels majeurs,
- lister les opérations de recherche (thématiques et cognitives) encore nécessaires,
- définir les indicateurs de pression du milieu et de pression d'exploitation utiles,
- créer et construire l'architecture d'une maquette de modélisation intégrée permettant un espace de communication et d'échanges entre les acteurs (producteurs, décideurs et chercheurs),
- créer et construire l'architecture d'un futur observatoire pour la gestion de l'information environnementale du delta avec son système d'information performant.

10.1. Articulation du travail

Le projet de développement EIDES-DIN associera donc très fortement activités de recherche et activités de développement durant les 4 premières années (2001-2004). La coordination de l'ensemble du projet sera assuré par un expert international en *Recherche & Développement* (cf. chapitre 9).

Les activités de développement seront articulées autour de 4 axes, déjà définis au chapitre 9 de ce document. En résumé, il s'agit d'assurer le transfert de l'information entre les différents acteurs concernés par un observatoire environnemental de gestion intégrée des ressources naturelles du delta. *Le groupe CERDIN (ayant abouti à la conceptualisation scientifique présentée dans ce rapport) propose que soit lancé un appel d'offre auprès des agences de développement spécialisées dans la gestion intégrée des ressources naturelles, afin que celles-ci finalisent l'articulation des opérations de développement nécessaires et proposent un document de projet effectif.*

Dans l'immédiat, on peut préciser que les activités de recherche se décomposeront en 6 phases connexes :

1. Quantifier l'impact de la crue sur la génération des ressources naturelles,
2. Caractériser les stratégies d'exploitation des ressources et du partage de l'espace et du temps,
3. Construire une base de connaissance interactive,
4. Développer la maquette de modélisation intégrée,
5. Valoriser la modélisation intégrée par la construction de scénarios,
6. Mettre en fonction l'observatoire environnemental.

10.2. Répartition des tâches entre les partenaires

Les partenaires d'un tel projet de développement sont de trois types :

- les *développeurs* (représentant les agences de développement),
- les *chercheurs* (représentant les institutions de recherche de toutes nationalités),
- les *gestionnaires* (représentant les décideurs au niveau national, régional et local, les représentations des exploitants, les directions nationales ou régionales, etc. ...).

Partenaire 1 : les développeurs

- coordination de l'ensemble du projet,
- transfert de l'information entre les partenaires,
- vulgarisation et micro-projets de développement local (puits, radios, ...),
- suivi et évaluation d'impact (évaluation ex-post).

Partenaire 2 : les chercheurs

- apport de la connaissance des processus (sciences naturelles et sciences humaines)
- construction d'indicateurs,
- opérationnalité des systèmes d'information.

Partenaire 3 : les gestionnaires

- mise à disposition et construction des bases de données,
- structuration de la demande,
- diffusion des réponses,
- garantie de la durabilité.

10.3. Chronogramme

Le chronogramme proposé (tableau 10.1) ne concerne que les activités de recherche. Il n'est qu'indicatif et sera à aménager par l'agence de développement responsable du projet.

Neuf actions de recherche sont notées comme activités de recherche de veille pour l'observatoire (indiquées par * dans le tableau 10.1). Ces actions doivent s'inscrire dans la

durabilité de l'observatoire. Pour la plupart, elles correspondent déjà à des missions précises de directions nationales ou régionales ; l'observatoire ne sera qu'un moyen de remobiliser ces services pour la collecte et la diffusion d'une information environnementale utile.

Tableau 10.1 : Echancier prévisionnel des actions de recherche potentielles

Phases	Actions de recherche	2001	2002	2003	2004
Quantifier l'impact de la crue sur la génération des ressources naturelles (1)	Cartographie géoréférencée	■			
	Suivi de l'inondation (NOAA)	■	■		
	Impact sur les ressources (biodiversité)	■	■	■	
	Modèle hydraulique	■	■		
	Modèle d'érosion / sédimentation	■	■		
	Modèle hydrologique / surface inondée	■	■		
	<i>Veille Qualité des Eaux</i> *	■	■	■	■
Caractériser les stratégies d'exploitation des Ressources et du partage de l'espace et du temps (2)	Typologie des ménages ¹	■	■		■
	Analyse des conflits	■	■		
	Modélisation micro-économique	■	■		
	Caractéristiques des stratégies	■	■		
	Typologie des marchés	■	■		
	Modélisation macro-économique	■	■		
	<i>Suivi des systèmes de production</i> *	■	■		
Construire une base de connaissance interactive (3)	<i>Veille socio-démographique</i> *	■	■		
	Revue bibliographique	■	■		
	Revue des couvertures spatialisées	■	■		
	Articulation de la base de connaissance	■	■		
	Adaptation des moteurs de recherche	■	■		
	<i>Suivi Evaluation des bases de données</i> *	■	■		
Développer la maquette de modélisation intégrée (4)	<i>Actualisation des connaissances</i> *	■	■		
	Catalogue et diffusion du modèle	■	■		
	Guide utilisateurs	■	■		
	Concertation utilisateurs	■	■		
	Stratégies de concertation	■	■		
	<i>Développement de la maquette</i> *	■	■		
Valoriser la modélisation intégrée par la construction de scénarios (5)	<i>Matrice de performance</i> *	■	■		
	Diagnostic de la situation actuelle	■	■		
	Construction de scénarios	■	■		
	Développement de modèles intégrés	■	■		
	Simulations / Concertations	■	■		
	Prévisions hydrologiques	■	■		
Mettre en fonction l'observatoire environnemental (6)	<i>Evaluation d'impact</i> *	■	■		
	Construction des indicateurs	■	■		
	Validation des indicateurs	■	■		
	Développement d'interfaces	■	■		
	Développement d'outils de traitement	■	■		
	Consolidation du système d'information	■	■		
	<i>Mise à jour de l'observatoire</i> *	■	■		

□ Activités de recherche de veille pour l'observatoire

¹ Ménage pris dans le sens UPC (Unité de Production et Consommation)

10.4. Suivi et évaluation ex-post

Il est important d'envisager, dès le début, les conditions dans lesquelles seront réalisées les évaluations en cours de projet et ex-post. Elles seront facilitées par la mise en place de boucles de rattrapage, c'est-à-dire d'un mécanisme de feed-back. Ainsi, les participants au projet seront amenés à exprimer régulièrement leur niveau de satisfaction et leur avis sur l'efficacité des résultats, par rapport à leurs attentes initiales. Leurs jugements contribueront à réorienter les activités, en accord avec leurs attentes. Une matrice de performance sera établie, à partir d'indices mesurant la qualité de l'information environnementale par rapport aux besoins exprimés par les utilisateurs (qualité intrinsèque, pertinence, vitesse de diffusion, accessibilité...).

Chapitre 11 Estimation et ventilation des coûts hors équipements de développement

Dans l'étape actuelle, la répartition du budget entre les différentes structures impliquées dans le projet est difficile. En effet, cette répartition suppose une définition claire et précise des activités de recherche, définition évidemment liée à la proposition de projet que fera l'agence de développement, leader de ce projet.

L'estimation et la ventilation des coûts sont donc informelles. Cette prévision est basée sur l'expérience acquise auprès d'autres projets de recherche ou de développement. Elle n'a pour but que de donner les ordres de grandeur des coûts à envisager.

Enfin, le budget présenté ne représente que les coûts liés aux fonctionnements du projet de développement hormis les coûts nécessaires à la réalisation des équipements concernant les actions de développement *sensu stricto* (par exemple, la construction d'un puits ou la réalisation d'une radio locale ne sont pas budgétisées).

11.1. La nature des besoins à financer

Outre le financement propre des activités de recherche, il faut inclure le financement des moyens de mise en œuvre de la coordination entre opérations de recherche, entre activités de recherche et activités de développement, entre les structures opérationnelles (instituts de recherche, directions nationales, acteurs du développement, ...), etc.

Pour cela, on propose de créer une **cellule technique de coordination** (CTC) composée d'un expert international en *Recherche & Développement* (responsable de la CTC), de 2 experts nationaux, d'une secrétaire et d'un chauffeur. Cette CTC sera motrice et animatrice des activités de recherche et développement le temps de la réalisation de ce projet. Elle sera en relation directe avec le *Comité Scientifique* de CERDIN, (qui comprend la *Cellule de Coordination* du projet ZADIN), et le *Comité Directeur* de CERDIN (cf. chapitre 3).

11.1.1. Les besoins pour le fonctionnement d'une cellule technique de coordination

La *Cellule Technique de Coordination* sera basée à Bamako et devra être autonome. Il faut donc prévoir outre le recrutement et les salaires du personnel cité ci-dessus, la location d'un local, son équipement et fonctionnement bureautiques et un véhicule de projet, ce qui représente un coût global estimé à 240,000 \$/an (cf. tableau 11.1).

11.1.2. Les besoins pour les opérations de recherche

Afin d'assurer la durabilité de l'observatoire (objectif prioritaire), il faut que le financement permette d'équiper les structures devant participer au fonctionnement futur de l'observatoire. Ce projet de développement sera donc aussi un soutien de fonctionnement aux différentes directions nationales et institutions de recherche concernées, sans que cela ne soit cependant un nouvel aménagement des laboratoires. Seuls les équipements indispensables à la poursuite des activités du projet seront à financer. Aussi, dans la mesure du possible, véhicules, moyens navigants et équipements informatiques non spécifiques seront mis à disposition du projet par les structures locales.

L'éclatement du budget entre les actions de recherche est encore impossible et sera à réaliser dans un second temps en concertation entre la Cellule Technique de Coordination et le Comité Scientifique de CERDIN.

11.1.3. Les besoins pour le fonctionnement de routine de l'observatoire

Le coût de fonctionnement annuel de base prévisible est de l'ordre de 35 000 FF (environ 5,000 \$/an), auquel il faut ajouter pour le traitement de l'information les salaires d'un ingénieur informaticien et de deux techniciens fonctionnaires, mis à disposition par le gouvernement malien.

11.1.4. Les besoins spécifiques au fonctionnement de CERDIN

Notons également les besoins spécifiques liés au fonctionnement du groupe CERDIN, qui doit rester une plate-forme active de réflexion et de concertation entre les différentes opérations de recherche en appui à la CTC. Le financement actuel est assuré par le projet ZADIN.

Tableau 11.1 : Répartition budgétaire prévisionnelle du projet EIDES-DIN

Composant	h/m	\$	h/m	\$	h/m	\$	h/m	\$	h/m	\$
Expert international en R&D ²	48	680,000	12	170,000	12	170,000	12	170,000	12	170,000
Experts nationaux ³	96	80,000	24	20,000	24	20,000	24	20,000	24	20,000
Support administratif ⁴	96	40,000	24	10,000	24	10,000	24	10,000	24	10,000
Fonctionnement général ⁵		160,000		40,000		40,000		40,000		40,000
Voyages										
• International ⁶		80,000		20,000		20,000		20,000		20,000
• Intérieur du Mali ⁷		35,000		10,000		10,000		10,000		5,000
Per diem (DSA)										
• Chercheurs	96	60,000	24	15,000	24	15,000	24	15,000	24	15,000
• Observateurs	120	36,000	30	9,000	30	9,000	30	9,000	30	9,000
Équipements ⁸		300,000		180,000		60,000		40,000		20,000
Fonctionnement recherche ⁹		450,000		150,000		150,000		100,000		50,000
Communication et Valorisation ¹⁰		280,000		40,000		80,000		60,000		100,000
Total		2,201,000		664,000		584,000		494,000		459,000

² expert international en Recherche & Développement, grade L4 ou P4, station à Bamako

³ 2 experts nationaux ingénieurs (informaticien et gestionnaire de bases de connaissance), autonomes

⁴ 1 secrétaire, 1 chauffeur

⁵ location bureau, téléphone, e-mail, papeterie, etc.. fonctionnement de routine de l'observatoire

⁶ 10 voyages internationaux par an

⁷ frais de carburant ou de vol intérieur

⁸ véhicule du bureau, équipement informatique du bureau et pour la structure opérationnelle de l'observatoire.

équipements spécifiques de recherche

⁹ logistique des opérations de recherche, frais d'analyse, consultance, documentation, etc.

¹⁰ fonctionnement de CERDIN, formation, participation à colloque, valorisation auprès des acteurs, organisation d'un séminaire, etc.

11.2. Le coût total prévisionnel

Le projet EIDES-DIN a un coût prévisionnel sur 4 ans estimé à 2,2 M\$ (deux millions deux cent mille dollars US), auxquels il faut ajouter, pour mémoire, le coût des réalisations d'équipement liées aux activités de développement *sensu stricto*. Notons que les salaires des ingénieurs, techniciens et chercheurs nécessaires à la réalisation des opérations de recherche sont pris en charge par les institutions de recherche ou les directions nationales concernées.

La répartition budgétaire prévisionnelle proposée (tableau 11.1) se caractérise par un effort d'équipement en année 1, un effort de formations et recherche en année 2, une année de transition en année 3 (capitalisation des résultats acquis les deux années précédentes) et un effort de communication / valorisation vers l'extérieur en année 4 (notamment organisation d'un séminaire ou colloque).

Etant donné le nombre de partenaires concernés (du fait de l'éventail important des activités couvertes), il semble difficile de pouvoir réduire ce coût. Le recrutement d'un expert international en *Recherche & Développement* semble être une condition importante de réussite de ce projet ; il faut également envisager des mois de consultance comme support technique ponctuel (comptabilisés dans la ligne budgétaire *Fonctionnement recherche*).

11.3. Les financements participatifs potentiels

• Le financement de ZADIN par le GIP-Hydrosystèmes

Le montant alloué pour la période 1999-2000 est de 200 000 FF (soit environ 40 000 \$). Le groupe CERDIN envisage de demander un renouvellement d'une période de deux ans pour le label de zone atelier, soit 20 000 \$ par an pour 2001-2002. On rappelle que les principaux postes de dépense sont la formation des chercheurs, l'organisation de réunions.

• Le financement du PHI de l'Unesco-Afrique

Il peut être envisagé de faire une demande de soutien de financement au programme PHI de l'UNESCO, dans le cadre du volet Zone Humide.

• Le financement des conventions SIMES (U.E.) et Wise DEV (B.M.)

Les deux conventions SIMES (U.E.) et Wise DEV (B.M.) ont été prolongées jusqu'en 2001 inclus. Elles peuvent apporter un soutien à la formation des chercheurs.

• Le financement du projet AOC-HYCOS

Le projet AOC-HYCOS démarre en novembre 1999 pour une période de 5 ans (1999-2003). Son coût a été estimé à 36.271.000 FF, correspondant à 13.346.000 FF pour l'équipement, 20.168.000 FF pour l'assistance technique, 2.655.000 FF pour l'agence d'exécution et 101.000 FF pour l'évaluation par un expert. Ce projet prévoit des équipements automatiques de surveillance de qualité des eaux et certains de ses objectifs sont proches de ceux du projet EIDES-DIN. Des passerelles et coopérations peuvent être envisagées en liaison d'ailleurs avec le projet GHENIS¹¹.

¹¹ cf. annexe

- **Le projet ROSELT¹²**

La problématique de gestion de l'information environnementale développée dans ce document est en étroite affinité avec celle promue par le projet international ROSELT qui développe, dans le cadre de la convention OSS¹³, l'idée de mise en réseau d'observatoires sur les écosystèmes sujets à la désertification, dans la zone sahélienne (cf. chapitre 8). Bien que l'écosystème ciblé par notre projet soit situé en zone humide (zone inondable en fait), le delta intérieur du Niger est désigné pour être un observatoire (façon ROSELT) dans un futur proche. Des partages de méthodes et d'outils peuvent être envisagés, de même que la présentation de stratégies complémentaires vis à vis des bailleurs de fonds et du CILSS

11.4. Les financements envisagés

- **La division Sciences / PAO de l'UNESCO**

La division *Sciences / Policy Analysis and Operation* de l'UNESCO a manifesté son intérêt à plusieurs reprises pour la démarche pluridisciplinaire, intégrée et participative de CERDIN, pour les intentions de recherche inscrites dans ce projet EIDES-DIN et pour les différents produits qui en sont attendus. Ce document leur est d'ailleurs particulièrement destiné.

¹² Réseau d'Observatoires de Surveillance Ecologique à Long Terme

¹³ Observatoire du Sahara et du Sahel

Conclusion

Une défi scientifique, technique et politique

Mettre en place une structure opérationnelle pour une gestion durable des grands hydrosystèmes constitue un défi scientifique, technologique et politique majeur pour nombre de PVD. Dans la région soudano-sahélienne, l'intensité des interactions entre les multiples pressions d'usages exercées sur l'eau et sur les ressources vivantes associées est patente. A côté des activités « modernes » (hydro-énergie, riziculture en périmètre irrigué) subsistent des systèmes de production dits « traditionnels » (pêche, élevage, culture du riz flottant) qui sont souvent dominants par leur poids démographique. On conçoit que les besoins et les contraintes des uns et des autres ne soient pas toujours les mêmes. Et pour éviter que les nécessités de rentabilisation des investissements lourds déterminent à elles seules la totalité de la politique de gestion de l'eau, comme ce fût trop généralement le cas jusqu'à ce jour, on se plaît maintenant à souligner l'intérêt d'une « *gestion intégrée* » fonctionnant sur la base de critères et d'objectifs pluri-sectoriels (cf. partie 2).

Cependant, cette nouvelle optique gestionnaire pourrait bien vite se transformer en vœu pieux dès lors que les outils nécessaires à cette gestion intégrée font défaut. Mais quels sont les outils d'une telle gestion ? Ils sont d'abord de type institutionnel, pour que des décisions puissent être prises au bon moment et sur la bonne échelle spatiale. C'est l'objectif actuel de nombre de gouvernements démocratiques que de mettre en place ces structures dans le cadre des politiques de décentralisation, dont le Mali (cf. chapitre 2).

Mais d'autres outils, de types scientifique et technologique, sont également nécessaires :

- Il faut un premier groupe d'outils pour suivre l'évolution de l'état de chaque hydrosystème, de son évolution et de ses dysfonctionnements, et pour diffuser la connaissance résultante auprès des instances de décision d'une part, auprès du public et des communautés rurales concernées d'autre part. Car cette connaissance est doublement nécessaire à la décision : elle est indispensable à l'émergence d'un débat contradictoire basé sur une expression argumentée des différents intérêts sectoriels, et elle est également indispensable pour éclairer les instances décisionnelles au moment de rendre les arbitrages finaux.
- Cependant, les hydrosystèmes sont complexes, et les critères et contraintes de décision multiples. C'est pourquoi le fait de disposer de nombreuses informations actualisées et synthétiques ne suffit pas forcément pour mesurer les implications à venir, à moyen ou long-terme, d'une décision portant par exemple sur un nouvel aménagement physique ou sur un changement de réglementation sur lequel il sera difficile de revenir. Un autre type d'outils, destiné à explorer et à discuter les stratégies de gestion possibles et les scénarios résultants, est donc indispensable.

Le premier groupe d'outils relève de la catégorie des outils de type **système d'information** ou **observatoire**, le second relève de la **modélisation par simulation**. Les phases de conception et d'expérimentation de ce genre d'outils sont du ressort de la recherche du fait que la part de l'effort d'innovation est alors très importante, alors que les phases d'implémentation « *en grand* », d'utilisation et d'extension / reproduction des dispositifs concernent davantage les bureaux d'études et services techniques nationaux, et sont alors du ressort d'activités de développement.

Les phases de conception et d'expérimentation ont concerné les projets de recherche GIHREX et ZADIN ~~actuellement en étape finale (cf. chapitre 8)~~ ; les phases d'implémentation, « en grand », d'utilisation et d'extension / reproduction correspondent au projet de développement EIDES-DIN à démarrer en continuité (cf. chapitre 9). Les outils scientifiques et technologiques sont à disposition (ou du moins ils le seront fin 2000, à échéance des actions GIHREX et ZADIN) ; de plus, les outils politiques pour la création d'une instance de décision dotée des mécanismes décisionnels sont également à disposition (Agence de Bassin, décision du Gouvernement du Mali d'août 1999) (cf. chapitres 2 et 9).

Une solution : le projet EIDES-DIN pour la construction de l'OSD

Ce document est la première étape d'identification et de cadrage du projet EIDES-DIN à venir, dont l'objectif est la **mise en place opérationnelle d'un observatoire d'informations environnementales pour la gestion intégrée des ressources naturelles dans le delta intérieur du Niger : l'OSD¹**.

L'Environnement est l'affaire de tous. Pour cela, toute action de gestion environnementale est *pluri-clients* ; aussi elle doit, pour être efficace (et donc utile ou opérationnelle), être pluri-sectorielle, pluridisciplinaire, pluri-institutionnelle, *pluri-acteurs* et intégrée à tous les niveaux (structure, organisation, échelle, décision, ...). Ce document, basé sur l'expérience de recherche du projet GIHREX, défend l'idée que **l'association en temps réel des actions de Développement avec des actions de Recherche peut permettre la réalisation d'une telle ambition.**

L'objectif du projet de développement est de mettre à la disposition des acteurs concernés l'information environnementale utile (nécessaire) pour une gestion intégrée des ressources naturelles du delta intérieur du Niger dans le but d'un développement durable de cette région du Mali. *La finalité est donc bien le Développement.*

Les modalités de réalisation associent Développement et Recherche, les acquis des recherches en sciences de l'environnement (naturelles et humaines) et sciences de l'information. Les actions de ce projet peuvent aussi bien être la construction d'un puits (en 1^{re} année) que la mise en route d'une unité de diffusion de notes de conjonctures produites par l'observatoire (en dernière année) ; une radio locale (en 1^{re} année) que la promotion d'une radio régionale pour diffusion des calendriers d'exploitation produits par l'observatoire (en dernière année) , ou la construction d'indicateurs de pression sur le milieu (en 1^{re} année) qu'une opération de recherche sur le suivi de l'inondation en temps réel (sur plusieurs années) ; etc...

Le but d'un tel projet est finalement d'arriver par des micro-projets de développement à rendre nécessaire (utile) l'information environnementale auprès des acteurs agissant sur l'environnement de l'écosystème delta, et ainsi amorcer la boucle d'utilisation de l'information. **Il s'agit in fine D'EDUQUER LES GENS.**

Cette éducation se décompose en 4 phases :

- « créer la demande », faire prendre conscience du besoin ou de l'utilité de l'information environnementale,

¹ Observatoire Socio-Ecologique du Delta

- « *contraindre* » les services techniques à l'acquisition d'une donnée utile et fiable. (collecter, et traiter)
- « *impliquer* » les institutions de recherche à la quantification des processus pour la définition des indicateurs opportuns (observer, modéliser),
- « *fournir* » l'information environnementale demandée par les interfaces d'un observatoire.

Alors, seulement, *l'Observatoire Socio-Ecologique du Delta (OSED) deviendra une plate-forme d'échange durable !!!*

Fait à Bamako, le 30 octobre 1999

Didier ORANGE

ANNEXES

Liste des annexes

- Annexe 1 : Schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau
- Annexe 2 : Description de l'opération de recherche BACODIN (*in* projet GIHREX)
- Annexe 3 : Inventaire non exhaustif des données environnementales disponibles
- Annexe 4 : Projet WISE-Dev / SIMES
- Annexe 5 : OHRAOC, Observatoire Hydrologique Régional d'Afrique de l'Ouest et Centrale
- Annexe 6 : GHENIS, Gestion Hydro-Ecologique du Niger Supérieur
- Annexe 7 : Séminaire International sur la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles dans les Zones Tropicales Inondables (GIRN-DIN, Bamako, juin 2000)
- Annexe 8 : Atelier « SIG-Observatoire », Bamako, avril 1999
- Annexe 9 : Abréviations

Annexe 1 Schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau

Schéma directeur
de mise en valeur des ressources en eau du Mali
Bamako, février 1991

Plans quinquennaux : 1992-96, 1997-2001

- Planification orientée vers l'utilisation des ressources en eau en fonction des exigences posées par le développement socio-économique du Mali.
- NB : La France et les Nations Unies ont soutenu parallèlement l'action de la DNHE dans le domaine des eaux de surface, surtout en ce qui concerne les grands fleuves permanents, par la mise en place d'un important réseau de mesures hydrologiques et météorologiques le long des fleuves Niger et Sénégal et de leurs principaux affluents pérennes. **L'adéquation des ressources et des besoins requérait l'acquisition de données fiables correspondantes et la mise au point d'un système informatique de stockage, de traitement et de présentation des données.**
- La programmation à moyen terme doit permettre d'aboutir à deux résultats majeurs :
 - la satisfaction des besoins en eau de qualité des 10 millions d'habitants et des 5-6 millions d'Unités de Bétail Tropical (UBT) projetés pour le Mali à l'an 2001 ;
 - la mise à disposition des populations de ressources en eau suffisantes pour le développement d'activités susceptibles d'améliorer leur niveau de vie et de revenu (élevage, irrigation, ...).
- Les ressources en eau du Mali sont relativement abondantes : potentiel considérable. Nécessite un aménagement équilibré du territoire par une programmation réaliste pour : la lutte contre l'exode rural, une structuration de l'espace rural par la création de pôles de développement, une décentralisation adm. et écono, une exploitation rationnelle des ressources fourragères et une croissance maîtrisée du bétail, une répartition équilibrée des bénéfices, une autosuffisance alimentaire, amélioration du niveau de vie des populations rurales
- NB : exode massif des troupeaux vers le Sud. Il faut mettre à sa disposition d'ici 2001 près de 42 000 m³/j supplémentaires (actuel : 159 000 m³/j) pour couvrir les besoins prévisionnels du cheptel.
- insuffisance de concertation, programmation planifiée, insuffisance de coordination, trop forte centralisation du niveau de décision, *Comité Consultatif de l'Eau, Régime des Eaux au Mali*, insuffisance de participation des populations.
- Les objectifs du Schéma Directeur : couverture totale des besoins en eau du bétail, réhabilitation de la grande irrigation sur le principe d'une approche globale en mobilisant notamment les populations bénéficiaires ⇒ **UNE PLANIFICATION RENFORCEE ET UNE COORDINATION INDISPENSABLE.**
- Selon, le cas, des stratégies spécifiques à mettre en œuvre (13 projets nationaux et 34 programmes régionaux) ⇒ **L'ECOSYSTEME DU DELTA INTERIEUR CONCERNE LE PROJET NATIONAL A07.**

- A07 : Etude de l'écosystème du delta intérieur du fleuve Niger ; durée 4 ans ; coût total 1.700.000.000 Fcfa dont 200.000.000 pour l'Etat
- A08 : Recherche et développement sur l'impact de l'hydraulique pastorale sur l'environnement.
- A09 : Planification de la mise en valeur des ressources en eau de surface pérenne pour l'irrigation.
- 2 programmes d'hydraulique pastorale (11,289 milliards) et 3 programmes d'hydraulique agricole (131,226 milliards, priorités aux eaux pérennes).
- Stratégie et Programmation du secteur eau et assainissement à l'an 2001 :
 - Dans le domaine de l'environnement, ~~mise en~~ mise en valeur du delta intérieur du fleuve Niger (rôle Min. de l'Agriculture, de l'Elevage et de l'Environnement).
 - Si le Mali dispose de ressources en eau et de ressources humaines à la mesure de ses besoins et de ses ambitions, il ne pourra les mettre en valeur qu'avec une aide importante et soutenue de ses partenaires extérieurs.
 - Si la politique de désengagement de l'Etat est certe une nécessité, elle ne doit pas se transformer en abandon mais au contraire en un renforcement du rôle sur lequel il doit concentrer tous ses efforts, à savoir **la planification, la coordination, le suivi, le contrôle et l'évaluation des actions, la législation, l'étude et la gestion des ressources en eau, la formation et l'information.**

Annexe.2 Description de l'opération de recherche BACODIN (in projet GIHREX)

1. Le projet

Il est envisagé de développer une base de connaissance sur le Delta Intérieur du Niger. Cette base intégrera les bases de données, cartes, travaux, et résultats scientifiques qui concernent cette région. Le meilleur support pour un tel projet est la création d'un site Web "Delta", c'est-à-dire une base organisée de documents html. Ce site sera enrichi et maintenu en deux localisations: le serveur d'ERMES à Orléans (pour une large dissémination sur le Net) et une machine puissante du LECOM de Bamako.

2. Caractéristiques

Le projet d'un serveur Web, offre de nombreux avantages d'un point de vue fonctionnel et technique. On peut recenser les quelques caractéristiques suivantes :

- Large accessibilité via le réseau Internet.
- Référentiel de travail commun pour des recherches multidisciplinaires: cette base de connaissance constituera un excellent support pour la modélisation intégrée du Delta.
- Evolutivité aisée du contenu: possibilité de mise à jour et d'enrichissement régulier par les chercheurs.
- Possibilité d'organisation par thème de données multidisciplinaires et hétérogènes.
- Possibilité de faire évoluer la structure (modification de l'arborescence et des entrées).
- Plus généralement, il y a la possibilité de définir plusieurs modes d'entrée, voire plusieurs interfaces, donnant accès de façons différentes à un même jeu de document html.
- Parmi ces entrées, l'une sera particulièrement dédiée à la mise en évidence des évolutions dans le temps en vue de favoriser l'émergence d'une capacité de décision chez les gestionnaires et autres opérateurs impliqués dans le développement régional. On la qualifiera de "fonction observatoire".

3. Sécurité / Confidentialité / Droits de diffusion

Un tel projet soulève, bien entendu, des questions sur la sécurité et le droit de diffusion des informations. On devra déterminer le niveau d'accessibilité de l'information en fonction des commandeurs. Cette question est indissociable de celle qui concerne la nature et format des informations restituées : données brutes / données partielles / données présentées sous des formes agrégées, voire synthétiques (tableau de bord, graphiques, cartes...). Il n'est cependant pas nécessaire ni même souhaitable d'afficher d'emblée une option unique sur ces sujets. Même si l'on peut penser que nombre de chercheurs et d'équipes préféreront dans un premier temps diffuser des résultats élaborés, il n'est pas exclu que certains choisissent de diffuser l'information brute, et il est bon que ces deux alternatives soient également encouragées. Il est par contre important de préciser que l'initiative et la responsabilité de la diffusion de l'information doit toujours revenir au(x) producteur(s) de données ou de résultats

4. Modes d'accès et de présentation des données

La bases de connaissances regroupent des données sous différentes formes : graphiques, cartes, textes, tableaux... La multitude des informations et l'hétérogénéité de leur format multiplient les modes d'accès : accès par Atlas, par mots clés, par cartes, par thème... On a convenu dans un premier temps de développer les trois modes d'accès suivants :

1. Accès par thème/opération de recherche
2. Accès par mode d'intégration : observatoire/ modélisation/ atlas cartographique.
- 3 Association par mot-clés (liens et moteur de recherche)

Le site Delta proposera plusieurs types d'entrées pour accéder aux connaissances : par thèmes de recherches (connaissances de la dynamique du système), par mode d'intégration (outils d'aide à la gestion durable) et par des outils automatiques paramétrables (moteurs de recherche).

Le site "Delta" ne sera pas un site figé mais au contraire évolutif et dynamique. Il fera l'objet de nombreux remaniements et mises à jour pendant son fonctionnement. Pour gérer tout cela de manière organisée, il faudra réfléchir sur un protocole d'intégration des informations, c'est-à-dire des nouvelles pages. Par ailleurs, une réflexion devra être menée dans les six premiers mois pour faire converger certains aspects de présentation et de caractérisation des pages. Cet effort de normalisation aura pour but, d'une part, de donner son "caractère" au site et, d'autre part, de faciliter l'application d'outils automatiques: auto-indexation des nouveaux documents, moteurs de recherche...).

Annexe 3 Inventaire non exhaustif des données environnementales disponibles

-
- ◆ PIRT. 1980. Projet inventaire des ressources terrestres. Carte des sols, des ressources en eau à l'échelle 1/500 000
 - ◆ PIRL. 1990. Projet inventaire des ressources ligneuses (par télédétection). Carte de l'occupation agricole des terres, légende morpho-pédologique, des ressources végétales à l'échelle 1/200 000. Images SPOT de 1989/1990.
 - ◆ Cartes IGN. 1955. Topographie à l'échelle 1/200 000.
 - ◆ Barrière (foncier)
 - ◆ CTA. 1987. Carte des potentialités pastorales à l'échelle 1/500 000, migration des troupeaux (Gallais). CTA a utilisé les données de IEMVT, complétée par l'acquisition des images LANDSAT pour quelques régions.
 - ◆ DCN.
 - Enquête préliminaire. Données recueillies : Organisation démographique (6 zones : Djeneri, Diana Kotia, Niger amont, Laes, Nord Lacs, Niger aval : type d'agglomération), nombre de ménages, population de pêcheurs. ...
 - Enquêtes statistiques à passages répétés. Données recueillies : (1) Activités de pêche et débarquements, (2) Consommation, transformation et commercialisation du poisson, (3) Déplacements et migrations des pêcheurs, (4) Commercialisation sur les marchés (poisson).
 - ◆ Suivi de la pêche (SiPDelta) par P. Morand et A. Kodio. 1996.
 - Enquêtes initiales : hydrologie, agglomération
 - Enquêtes bimestrielles : comportement micro économique, activités de pêche/ de valorisation, sites de pêche, barrages
 - Demi-journée intensive : sorties de pêche, individus poissons
 - ◆ IRAT (Roger Bertrand). Carte des sols pour Mopti et ses environs (Diaka, Walado, Macina, ...) à l'échelle 1/200 000
 - ◆ J. Marie. Base de données sur l'élevage
 - ◆ Recensement 1987. Paramètres disponibles : démographie, sexe, âge, ethnie, nationalité, éducation, langue, activité économique, profession, statut, habitation, mortalité, migration, absence. Disponible sur CD-ROM ?
 - ◆ Département de Géographie, Univ. de Rouen, base de connaissances sur l'élevage
 - ◆ DNHE, Orstom. Base de données d'hydrologie.
 - ◆ DNSI. Diverses statistiques sur les productions bétail/agricole/poissons, les marchés, ...

Annexe 4 -Projet WISE-Dev- / SIMES

**WISE-DEV SIMES
Afrique Sub-saharienne**

(3 ans, 1997-2000)

*Web Integrated System for Environment and DEVELOPMENT
Système d'Information Multimédia pour l'Environnement Sub-saharien*

Organismes de financement : Banque Mondiale et Union Européenne

Maître d'ouvrage : Banque Mondiale, Programme Infodev ; Commission Européenne, DG III

Maître d'œuvre : ORSTOM, INRIA

Budget total : 14 MF

Financement externe total : 4,5 MF

Associés / partenaires :

Afrique : ESI (Béniha Faso), Univ. Dschang (Cameroun), CNTIG (Côte d'Ivoire), CCT (Côte d'Ivoire), IER (Mali), ESP (Sénégal)

Europe : Univ. Oxford (UK), Univ. Bruxelles (BE), Univ. Berne (CH)

Etats-Unis : CI&S/N

DESCRIPTION DU PROJET

Ce projet de recherche et développement informatique est dédié aux observatoires environnementaux et socio-économiques. Il vise à accélérer et ouvrir la diffusion des informations produites par ces observatoires, à associer les instituts informatiques africains à la recherche sur les thèmes spécifiques du traitement et de la gestion de l'information environnementale et socio-économique, et à faire émerger en Afrique une compétence de recherche originale sur ces thèmes.

Pour remplir ces objectifs le projet est organisé autour du développement d'une méthodologie et d'une boîte à outils intégrée permettant de mettre en place des systèmes d'information intégrés au Web en soutien aux observatoires. L'architecture du système est centrée sur le Web : elle préserve l'autonomie des instituts producteurs d'information, favorise la mise en réseau des données et des outils et l'accès à l'information à plusieurs niveaux adaptés aux différents utilisateurs. Le système peut adapter lui-même sa structure à mesure que de nouvelles informations arrivent ou que les types d'utilisation se précisent.

L'ORSTOM, l'INRIA et leurs partenaires ont affiché dès le départ leur volonté de conduire ce projet en synergie étroite avec les grands programmes multi-latéraux du domaine, notamment ROSELT et le PRGIE.

NATURE DU PROJET

WISE-DEV et SIMES sont respectivement les acronymes anglais et français du même projet, conduit conjointement par l'ORSTOM et l'INRIA, avec un double financement de la Banque Mondiale et de l'Union Européenne.

Le projet est résolument tourné vers le partenariat : il vise à développer en Afrique les compétences en matière de traitement, gestion et diffusion de l'information, l'appropriation par les acteurs locaux des Nouvelles Technologies de l'Information, et le travail en équipe entre les Instituts Informatiques et les Institutions directement en charge de projets de recherche ou d'aménagement touchant à l'environnement et au développement.

**Annexe 5 OHRAOC, Observatoire Hydrologique Régional d'Afrique de
l'Ouest et Centrale**

Collecte de données.

Dans la zone AOC, acquisition en temps réel de données de 70 stations hydrologiques. L'Observatoire est équipé de réception ARGOS et METEOSAT. Récupération en différé des informations pour 10 stations. Traitement contrôle et stockage des informations sur la banque de données HYDROM3. Acquisition de toutes les mesures hydrologiques effectuées par le programme OMS-Oncho (300 sites). Redistribution des données traitées vers les Services Nationaux.

Produits

Informations hydrologiques mises à disposition en temps réel ou différé sur des supports multimédia. Pages Web Internet, serveur hydrologique Wise-Hydro, édition de CD-Rom.

Diffusion sur le Web de pages spécifiques de présentation des partenaires de l'Observatoire, Ministères, Directions Nationales, Services Hydrologiques, Directions de la Météorologie, Organisations régionales.

Développement de Wise-Hydro, serveur Hydrologique ORACLE proposant, une navigation cartographique à échelle variable, le positionnement de tous les sites hydrologiques. Pour chaque station l'inventaire et l'édition des données disponibles, les caractéristiques, photos et historiques. Accès contrôlés aux données de base. Outils de représentation graphique. Présentation cartographique des paramètres hydrologiques par bassin. (Serveur accessible en local à Ouagadougou. Sur Internet en avril 98)

En préparation pour 1999 : Version du serveur Wise-Hydro sur CD-Rom avec les données hydrologiques sur une base de type ACCESS pour permettre aux partenaires de l'Observatoire de disposer localement de la base cartographique et de tous les produits qui y sont associés .

Assistance

Formation des agents des partenaires de l'Observatoire aux techniques du multimédia pour leur permettre de concevoir et de développer eux-mêmes leurs pages web. Aide à l'édition de bulletins périodiques.

Moyens

Action encouragée par l'OMM comme préfigurant un des volets du programme Hycos-AOC. Le fonctionnement est assuré par l'ORSTOM depuis 1995.

Equipe de l'Observatoire

- 1 Ingénieur hydrologue Responsable de l'Observatoire,
- 2 Ingénieurs informaticiens,
- 1 technicien en informatique

Une page Web du site <http://www.rio.net/hycosaoc>

Observatoire Hydrologique Régional de l'Afrique de l'Ouest et Central

station précédente | liste des stations | station suivante

Le Niger à Niamey au Niger

STATION	NIAMEY
COURS D'EAU	NIGER
PAYS	NIGER
Bassin Versant (kilomètres carrés)	70000
Longitude (degrés, minutes et secondes)	E 02 05 10
Latitude (degrés, minutes et secondes)	N 19 40 56
Altitude (mètres)	175
Année de mise en service	1978
Appartient au réseau	Hydraulique Niamey
Géré par	Hydro Niger
Mode de transmission	ARGOS

Hydrogramme

Album Photo

Une des échelles actuelles de la station de Niamey (H=10 cm). Ces échelles sont situées en aval de la dérivation du pont.

station précédente | liste des stations | station suivante

~~Annexe 6~~ ~~GHENIS, Gestion Hydro-Ecologique du Niger Supérieur~~

SOMMAIRE

Le projet "Gestion hydro-écologique du Niger supérieur" constitue une initiative bilatérale des gouvernements de Guinée et du Mali. Son objectif global est une gestion hydro-écologique durable des ressources du Niger supérieur, un bassin versant avec une superficie de 140 000 km², dont 100 000 km² en Guinée et 40 000 km² au Mali. Pour cette initiative, les gouvernements concernés ont obtenu l'appui de l'ambassade royale des Pays-Bas, sous forme de don destiné à l'exécution du projet.

La phase actuelle du projet (la troisième déjà), a démarré le premier janvier 1999. Prévus pour une durée de quatre ans, elle bénéficie de l'assistance technique fournie par le groupement néerlandais ARCADIS Euroconsult/Resource Analysis. L'exécution est assurée par deux équipes multidisciplinaires et interministérielles, une en Guinée et une au Mali, composées respectivement de dix et de huit ingénieurs.

Pour atteindre l'objectif global, le projet devra contribuer à améliorer la connaissance hydro-écologique sur le bassin supérieur du fleuve et devra faciliter la prise de décision concernant la maîtrise des risques de dégradation des écosystèmes dans le bassin.

Les sous-objectifs de la phase 3 sont :

- analyser les problèmes et les solutions potentielles, améliorer les connaissances hydro-écologiques et accroître les compétences du personnel technique,
- établir des Centres d'Information et de Documentation pour administrer et archiver les données recueillies et assurer la diffusion des données et résultats des travaux ;
- améliorer et mettre à jour l'actuel système de suivi, ainsi qu'établir un système d'alerte,
- élaborer une stratégie et un plan d'action pour la mise en œuvre d'une politique de gestion hydro-écologique durable pour le Niger supérieur.

L'objectif de la première année d'exécution du projet est de mettre en place l'infrastructure nécessaire pour atteindre les objectifs finaux du projet. Ceci se traduit par les activités suivantes:

- achat de deux voitures tout terrain pour chacune des équipes nationales,
- achat des ordinateurs et accessoires nécessaires pour le fonctionnement des Centres d'Information et de Documentation (CID);
- formation de base en informatique pour chaque membre des équipes;
- connexion des deux CID au réseau téléphonique et au réseau Internet ;
- installation des logiciels de base et logiciels techniques sur les ordinateurs des CID,
- achat d'un jeu d'images Landsat couvrant la majorité du bassin versant,
- développement d'une structure pour la banque de données des CID et d'une interface utilisateur permettant la saisie, la consultation, la modification, l'analyse et le traitement des données,
- élaboration d'un système d'informations géographiques permettant l'analyse spatiale des données ainsi que leur visualisation cartographique;
- formation des membres des deux équipes à des logiciels spécifiques qui leur permettront de s'acquitter des tâches dont ils sont responsables dans leur équipe;
- achat des instruments nécessaires pour établir le réseau d'alerte,
- identification des sites définitifs pour le réseau d'alerte et le réseau de suivi,
- installation des instruments identifiés pour équiper les 16 stations faisant part du réseau d'alerte et vérification de leur fonctionnement en temps réel;
- définition des paramètres hydrochimiques et hydro-écologiques à suivre pour chacun des sites,
- étalonnage hydrologique de chacun des nouveaux sites dans le réseau d'alerte;

- description complémentaire des écotypes dans le bassin versant;
- description des profils en long et en travers du fleuve Niger et de ses principaux affluents,
- élaboration et calibrage d'un modèle de simulation hydrologique pour le bassin versant du Niger supérieur;
- organisation d'une enquête sur le terrain permettant de déceler les préoccupations des populations riveraines et des autres utilisateurs des ressources du fleuve sur la problématique de la qualité de ses eaux;
- tenue de deux ateliers de concertation, un en Guinée et un au Mali, permettant d'initier un véritable dialogue entre les différents groupes d'utilisateurs et autres parties concernées par les ressources du fleuve;
- développement d'un plan de campagne d'animation et de sensibilisation

L'approche du projet est centrée sur une gestion intégrée et participative des ressources du fleuve. Les pollueurs du fleuve sont également des utilisateurs de ses ressources qui contribuent au développement économique des deux pays. Les mesures et activités liées à la gestion du fleuve doivent donc tenir compte des besoins de chacun et de chacune, d'une part en écoutant et en répondant à toutes les préoccupations des différents groupes d'utilisateurs et d'autre part en assurant un dialogue ouvert entre eux. Le projet doit notamment assurer que les populations riveraines en général, et les femmes en particulier, contribuent véritablement à la gestion hydroécologique du fleuve.

La stratégie du projet est de garantir la pérennité de ses efforts en recherchant la participation et la collaboration d'autres organismes et institutions opérant dans les domaines d'intervention du projet.

**Annexe 7 Séminaire International sur la Gestion Intégrée des Ressources
Naturelles dans les Zones Tropicales Inondables (GIRN-DIN, Bamako, juin 2000)**



Séminaire International sur la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles dans les Zones Tropicales Inondables

19 - 23 juin 2000, Bamako (MALI)

VERS UN OBSERVATOIRE POUR LA GESTION INTEGREE DES RESSOURCES NATURELLES DANS LE DELTA INTERIEUR DU NIGER (MALI)

Co-organisé par GIHREX (IRD) et CERDIN (CNRST)

sous le Haut Patronage du CNRST (MESR), du MDRE et du ME du Mali

Objectifs du Séminaire

Comprendre l'ensemble des processus nécessaires pour apprendre à gérer et mettre à disposition toute l'information environnementale utile aux différents acteurs d'un écosystème, constitue un défi que la recherche environnementale doit relever en 2000 !

Thèmes du Séminaire

** thème 1 : cadrage de la problématique de gestion intégrée des ressources naturelles*

- le delta : un écosystème d'importance économique majeure pour le Mali,
- un état de l'hydrosystème, des productions, des forces à l'œuvre et des tendances,
- une identification de la problématique "gestionnaire" (les niveaux de décision),
- une identification de la demande politique "gestionnaire" (à quel niveau ?)

** thème 2 : des potentialités trophiques à l'exploitation des ressources naturelles*

- mécanismes et suivi de l'inondation,
- compréhension de l'organisation spatio-temporelle des ressources naturelles,
- les facteurs et les processus de la productivité naturelle (conditions de fertilité, milieu, potentialités trophiques,...),
- les stratégies des producteurs.

** thème 3 : identification des interfaces d'échange de l'information environnementale pour un observatoire de G.I.R.N.*

- un outil de simulation dynamique de scénarios : la modélisation intégrée, notion de maquette
- définition de la vulnérabilité et du risque : quels scénarios ? quel niveau d'acceptabilité du risque ?
- tableau de bord pour la G.I.R.N. : stratification, périodisation, indicateurs, points de référence,
- architecture fonctionnel et technique d'un outil observatoire pour la gestion intégrée des ressources naturelles, aspects sociaux, institutionnels de la mise en place et du développement des observatoires

NB : Chaque thème donnera lieu à un débat introduit par une conférence-invité.

Les dérivables

- 1 ouvrage scientifique post-séminaire reprenant les meilleures interventions (édition scientifique internationale).
- un recueil scientifique des interventions (édité par la *Revue Malienne de Sciences et Technologies*, edn CNRST),
- 1 CD'rom « précurseur observatoire + productions scientifiques ZADIN »,
- 1 livre-album intitulé « *Les Métiers du Delta Intérieur du Niger : vivre et travailler dans le delta* », edn Donniya (Bamako), financement UNESCO.

contact : Didier ORANGE (IRD, Bamako) / email : orange@lecom.malinet.ml ou cerdin@lecom.malinet.ml

Annexe 8 Atelier « SIG-Observatoire », Bamako, avril 1999

méthodes et outils pour la gestion de l'information environnementale

Stage de formation organisé par l'IER, l'IRD, le laboratoire PRODIG (CNRS) pour la Zone Atelier du Delta Intérieur du Niger (ZADIN), financement GIP Hydrosystème avec la participation de PRODIG/CNRS et du projet SIMES

Mardi 6/04/99:

Première partie de matinée (2 h 30) : Prise de contact, introduction (Courel, Morand, Diakité, Orange)

- Tour de table de présentation des stagiaires et des formateurs
- Présentation du stage, de ses objectifs, du planning et du mode de fonctionnement.
- Rappel et mise au point sur le contexte politique et institutionnel, sur les objectifs en matière d'information environnementale ainsi que sur la reconnaissance des difficultés rencontrées dans ce domaine.
- Rappel et mise au point sur la terminologie de base.

Fin de matinée et après midi : De l'observation à la base de données (Dzeakou, Morand)

- Introduction à la notion de base de données et à l'outil SGBD.
- Etude de cas pour présenter l'utilisation du modèle entité-relation, depuis la description du monde réel jusqu'à la représentation de l'observation pour aboutir à la conception d'une base de données relationnelle.
- Principes du langage "universel" d'interrogation des bases de données.

Mercredi 7/04/99:

Matin : L'outil SIG: justification et conception (Courel, Diakité, Robert, Adésir)

- Démonstration sur le logiciel Alliance, application sur le Kotiya.
- Pourquoi mettre en place un SIG ?
- Rappels sur la structure de la base de données d'un SIG, la cohérence des échelles d'analyse et le référentiel cartographique.

Après-midi : L'outil SIG (Courel, Robert, Adésir, Ovracht)

- Conception (suite), les fonctions du SIG-logiciel, les données dans le SIG-logiciel.

Jeudi 8/04/99:

Matin : L'outil SIG: acquisition des données (Courel, Diakité, Robert, Adésir, Ovracht)

- Importer des données raster, Vectoriser, Recaler dans un repère géographique.
- Acquisition des données alpha-numériques.

Après-midi : L'outil SIG: organisation et analyse des données (Courel, Diakité, Robert, Adésir)

- Associer données graphiques et attributaires.
- Superposer des couches d'information.
- Analyses et requêtes spatiales et attributaires.

Vendredi 9/04/99:

Matin : L'outil SIG: valorisation de l'information (Courel, Robert, Adésir, Ovracht)

- Restitution de l'information.
- Cartographie de variables qualitatives, quantitatives discrètes et continues.
- Spatio-cartes.

Après-midi : Concepts et méthodes pour construire et faire fonctionner un "observatoire" (Morand)

- Spécificités d'un observatoire en tant que système d'information sur l'environnement.
- Fonctionnement "type" d'un observatoire: les étapes et les objets du cycle d'acquisition-restitution.
- Conception, mise en place et évolution d'un observatoire: les phases du cycle de projet.

Samedi 10/04/99:

L'exemple de l'Observatoire de la Pêche du Delta Intérieur du Niger (Kodio, Morand)

Les indicateurs de l'environnement : problématique et méthodologie (Morand)

Les modèles proposés par différents groupes de travail et organismes internationaux pour élaborer les indicateurs de l'environnement et du développement durable. Vers la notion de tableau de bord.

Les nouvelles technologies de l'information au service de l'information environnementale (Dzeakou)

- Qu'apporte l'Internet au domaine de l'information environnementale ?
- Indexation de l'information sur le Web, annuaires et moteurs de recherche, *Clearinghouse*
- Les différents composants et l'architecture d'un "grand" système d'information sur l'environnement.

Fin de journée (1heure30): Bilan-évaluation du stage (tous les formateurs et stagiaires)

Annexe 9 Abréviations

- CERDIN** : Crue et Décrue, Édification et partage des Ressources dans le Delta Intérieur du Niger
- CNRST** : Centre National de la Recherche Scientifique et Technologique (Mali)
- DCN** : Projet de recherche sur « *La Pêche dans le Delta Central du Niger* » (1988 – 1992)
- DIN** : Delta Intérieur du Niger
- DNAER** : Direction Nationale de l'Aménagement et de l'Équipement Rural (Mali)
- DNAMR** : Direction Nationale de l'Appui au Monde Rural (Mali)
- DNCN** : Direction Nationale de la Conservation de la Nature (Mali)
- DNCT** : Direction Nationale de la Cartographie et Télédétection (Mali)
- DNH** : Direction Nationale de l'Hydraulique (Mali), (ex DNHE)
- DNHE** : Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Énergie (Mali)
- DNM** : Direction Nationale de la Météorologie (Mali)
- DNSI** : Direction Nationale de la Statistique et de l'Information (Mali)
- EIDES-DIN** : Étude Intégrée de la Dynamique des processus Ecobiophysiques et Socio-économiques d'un milieu humide en zone sèche : le Delta Intérieur du Niger
- ENI** : École Nationale d'Ingénieurs, Bamako
- ENSUP** : École Normale Supérieure, Bamako
- EQUANIS** : Projet de recherche sur « *Environnement et Qualité des Apports du Niger au Sahel* » (1992 – 1996)
- ERMES** : Enseignement et Recherche sur Milieux Et Sociétés (IRD, Orléans)
- FAST** : Faculté des Sciences et Techniques, Bamako
- FLASH** : Faculté des Langues, des Arts et des Sciences Humaines, Bamako
- GIHREX** : Gestion Intégrée, Hydrologie, Ressources et systèmes d'Exploitation
- IER** : Institut d'Économie Rurale
- IFR-IFRA** : Institut Polytechnique Rural – Institut de Formation en Recherche Agronomique
- ISFRA** : Institut Supérieur de Formation en Recherche Appliquée, Bamako
- MDRE** : Ministère du Développement Rural et de l'Eau (Mali)
- ME** : Ministère de l'Environnement (Mali)
- PGRN** : Programme Gestion Ressources Naturelles (IER, Mali)
- PIRL** : Projet Inventaire des Ressources Ligneuses (Mali)
- PIRT** : Projet Inventaire des Ressources Terrestres (Mali)
- PNAE** : Programme National Actions Environnementales (Min. Environnement, Mali)¹
- PRH** : Programme Ressources Halieutiques (IER, Mali)
- SEP** : Laboratoire Sol – Eaux – Plantes (IER, Bamako / Sotuba)
- UICN** : Union mondiale pour la Nature

¹ Le PNAE est remplacé par le STP/CIGQE : Secrétariat Technique Permanent du Cadre Institutionnel de la Gestion des Questions Environnementales.

Table des matières

Avant-propos

Une chance inestimable : l'eau au cœur du Sahel

Un constat : nécessité de réseaux intégrés

Une proposition : identification et cadrage pour un projet de développement

Preface

An invaluable chance : the water in the heart of Sahel

An observation : necessity of integrated networks

A proposal : identification and guidelines for a development project

Préambule : Philosophie pour une recherche utile au développement

Vers un développement durable et une Gestion intégrée des Ressources Naturelles

La recherche : pour l'information utile au service du développement durable

Un projet de recherche pluridisciplinaire, pour une gestion intégrée et durable

Introduction

Une unité de gestion intégrée : l'hydrosystème delta

La modélisation intégrée

L'observatoire

Un projet de développement

Partie 1 : Le contexte malien

Chap. 1 - Le contexte géographique : le delta intérieur du Niger

Un îlot de verdure et de cours d'eau, en zone aride sahélienne

Un carrefour moteur de richesses

Une richesse à préserver et à gérer durablement

Chap. 2 - La politique de l'Environnement au Mali

2.1. Etat des lieux général

2.2. Les politiques environnementales

2.3. L'assistance internationale dans le delta

Chap. 3 - CERDIN, une plate-forme de recherche pluridisciplinaire

3.1. Qui sont-ils ?

3.2. Historique

3.3. La vocation de CERDIN

3.4. A travers une démarche participative et interactive

3.5. Les projets de recherche GIHREX et ZADIN

3.6. Les conditions institutionnelles de réalisation du projet

Partie 2 : Les principes du projet

Chap. 4 - Justifications

4.1. Le rôle de la recherche dans le développement

4.2. Le développement durable : une question décisive dans le delta intérieur du Niger

4.3. Les problèmes à considérer

4.3.1 Risques d'une exploitation non durable des ressources : le rôle des exploitants

4.3.2 Politique insuffisante en matière de gestion des ressources naturelles : le rôle des gestionnaires

4.3.3 Compréhension incomplète des processus naturels observés dans le Delta : le rôle de la recherche

4.4. La demande de la part des acteurs

4.4.1 Les populations cibles

4.4.2 Les bénéficiaires

4.5. Arbre à problèmes

4.6. Raisons de l'assistance de l'UNESCO

Chap. 5 – Stratégie du projet

- 5.1 *Les fondements d'un développement durable dans le delta*
- 5.2 *Rôle de la recherche dans la gestion intégrée des ressources naturelles*
- 5.3 *Stratégie de recherche pour une approche intégrée environnementale*
 - 5.3.1 *Les composantes de la recherche*
 - 5.3.2 *Les activités de recherche induites*
- 5.4 *Structuration de la recherche*
 - 5.4.1 *Les axes fédérateurs de recherche*
 - 5.4.2 *De l'articulation à l'intégration des opérations de recherche*
- 5.5 *Les recherches environnementales*
- 5.6 *Les recherches cognitives*
 - 5.6.1 *La modélisation intégrée*
 - 5.6.2 *Le système d'information environnementale*
 - 5.6.3 *L'observatoire*

Chap. 6 – Objectifs du projet

- 6.1 *Les objectifs de moyen et long termes*
- 6.2 *Les objectifs à court terme*
- 6.3 *Les bénéficiaires ciblés*

Chap. 7 – Les résultats attendus

- 7.1 *De la connaissance à la simulation de scénarios*
- 7.2 *De la connaissance à la gestion du milieu*
- 7.3 *Quelques exemples de résultats attendus*
- 7.4 *Conclusion*

Partie 3 : Les activités de recherche

Chap. 8 – Les activités en cours

- 8.1 *Un cadre d'orientation scientifique défini dans une Zone Atelier*
- 8.2 *Etat des activités récentes et en cours*
- 8.3 *Bilan des acquis*
- 8.4 *Le point sur la modélisation, la base de connaissance et l'observatoire*
 - 8.4.1 *La maquette de modélisation intégrée*
 - 8.4.2 *La base de connaissance interactive*
 - 8.4.3 *Structuration d'un observatoire*
- 8.5 *Etat d'opérationnalité des activités*
- 8.6 *Animations scientifiques réalisées*

Chap. 9 – Les conditions de mise en œuvre de la recherche

- 9.1 *Les principes de base*
 - Opérations de recherche au service du développement*
 - Une sélection nécessaire*
 - Des opérations de recherche concertées effectuées de manière indépendante*
 - Trois niveaux de communication*
 - Capitalisation des connaissances et connectivité*
 - Travailler à partir de l'existant : intégration des structures, des données et des connaissances*
- 9.2 *Les partenaires potentiels*
 - Un noyau de base*
 - Un partenariat de circonstances*
 - De la recherche au développement : IRD, CIRAD, IRAM, Terra Nuova... ?*
- 9.3 *Un expert en Recherche & Développement*
- 9.4 *Description synthétique d'opérations de recherche nécessaires*
 - Suivi de l'inondation en temps réel par imagerie satellitaire*
 - D'un modèle de comportement à un modèle de stratégie*
 - Actualisation des connaissances sur l'agro-sylvo-pastoralisme dans le delta*
 - Construction de scénarios et développement de la maquette de modélisation intégrée*
 - Construction et développement d'un observatoire pour la gestion des milieux et des ressources*

Partie 4 : Le budget prévisionnel

Chap. 10 – Calendrier indicatif de mise en œuvre de la recherche

- 10.1 *Articulation du travail*
- 10.2 *Répartition des tâches entre les partenaires*

10.3. Chronogramme

10.4. Suivi et évaluation *ex-post*

Chap. 11 - Estimation et ventilation des coûts hors équipements de développement

11.1. La nature des besoins à financer

- 11.1.1 Les besoins pour le fonctionnement d'une cellule technique de coordination
- 11.1.2 Les besoins pour les opérations de recherche
- 11.1.3 Les besoins pour le fonctionnement de routine de l'observatoire
- 11.1.4 Les besoins spécifiques au fonctionnement de CERDIN

11.2. Le coût total prévisionnel

11.3. Les financements participatifs potentiels

11.4. Les financements envisagés

Conclusion

Annexes

- Annexe 1 : Schéma directeur de mise en valeur des ressources en eau
- Annexe 2 : Description de l'opération de recherche BACODIN (in projet GIHREX)
- Annexe 3 : Inventaire non exhaustif des données environnementales disponibles
- Annexe 4 : Projet WISE-Dev / SIMES
- Annexe 5 : OHRAOC, Observatoire Hydrologique Régional d'Afrique de l'Ouest et Centrale
- Annexe 6 : GHENIS, Gestion Hydro-Ecologique du Niger Supérieur
- Annexe 7 : Séminaire International sur la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (GIRN-DIN, Bamako, juin 2000)
- Annexe 8 : Atelier « SIG-Observatoire », Bamako, avril 1999
- Annexe 9 : Abréviations

Table des matières

"La cuvette lacustre, c'est la tache bleue au centre de l'Afrique de l'Ouest. C'est le grand fleuve qui s'étale, transpire, s'apaise et imprègne le Sahel avant de regarder vers la mer. C'est le Niger qui s'endort à l'abri du vent sec, dans la fraîcheur des bourgoutières."

"Un décor à la fois monotone et dur, des couleurs aveuglantes mais délicates au déclin du soleil, des images baroques, troupeaux baignant les poitrails, pirogues chargées à plein bord, glissant sur la plaine en dehors des eaux vives."

"Pays de contrastes qui ne se livre que lentement. D'abord l'enthousiasme, le miracle de l'eau : l'eau, la terre et le soleil, la vieille terre de l'abondance. Puis la prise de conscience du défaut chronique d'harmonie : les troupeaux efflanqués errant en mai, abreuvés à refus, mais grattant le sable sec, et l'inverse au loin dans les maigres pâturages d'hivernage où l'eau s'est tarée. C'est la marche continuelle entre la soif et la faim, sous le soleil devenu cette fois odieux et sans pitié."

"L'eau et le soleil fournissent en abondance le poisson. Séché naturellement, il est exporté vers les régions de l'intérieur. C'est là une des grandes ressources du Delta Nigérien. Les coutumes rigides, ancestrales, régissant les droits et les lieux de pêche, montrent bien qu'il s'agit d'une vraie richesse qui n'a jamais trahi."

"Comble d'infortune, la terre et l'eau font mauvais ménage. La crue trop précoce noie les jeunes pousses de riz; tardive, elle les laisse dépérir. En culture de décrue, la variation interannuelle des niveaux bouleverse les surfaces inondées et cultivables. La bonne récolte devient un phénomène aléatoire. Peut-être une meilleure connaissance du sol et du régime des eaux permettra-t-elle un jour d'apaiser ce vieux conflit?"

C. AUVRAY. "Monographie du Niger" (1960).
edn ORSTOM.

Etudes

Numéro	Titre	Auteur(s)	Année
1	Annuaire des précipitations mensuelles et annuelles de la Guinée Konakry de l'origine des stations à 1995	Mahe G.	1996
2	Annuaire des précipitations mensuelles et annuelles de l'origine des stations à 1995 au Mali.	Soumaguel A., Mahe G., Diarra M. & Camara A.	1996
3	Annuaire des précipitations annuelles sur le bassin du Niger supérieur et le Delta Central de 1924 à 1995.	Soumaguel A.	1996
4	Première exploitation des fichiers opérationnels des pluies sur le bassin versant du Niger : étude témoin.	Soumaguel A.	1996
5	Elaboration des fichiers opérationnels pour le calcul régionalisé des pluies sur le bassin versant du Niger par la Méthode du Vecteur Régional (MVR).	Soumaguel A.	1996
6	Mise en place d'un système de suivi de la pêche dans le delta central du Niger : concepts et méthodes	Morand P. et Kodio A.	1996
7	Première quantification des flux de méthane produits dans le delta intérieur du fleuve Niger.	Konde C., Orange D., Mahe G. et Gourcy L.	1997
8	Traitement des données MES. Calcul de flux transportés, base de données, résultats.	Picouet C.	1997
9	Recueil de 24 années d'observation des visibilités horizontales à Bamako (1975-1998)	Camara G., Orange D. et Maïga A.	1998
10	Actualisation des données hydrométriques du fleuve Niger au Mali	Marieu B. et al	1998
11	Etude hydrologique de la mare de Bataman	Marieu B.	1999
12	Spatialisation des données météorologiques dans le delta intérieur du Niger	Bamba F., Fofana M. et Mahé G.	1999
13	Commercialisation du riz traditionnel dans le delta intérieur du Niger au Mali	Kuper M. et Maïga H.	2000
14	Impact de la disponibilité en eau du fleuve Niger sur la gestion de l'eau dans le périmètre irrigué de l'Office du Niger au Mali : le cas de l'étage 1999	Hassane A. et Kuper M.	2000
15	Stratégies des agriculteurs autour de la mare de Bataman	Maïga O., Kuper M. et Gosse B.	2000
16	Etude hydrologique du bassin versant de Djitiko	Marieu B., Mahieux A. et Gréard M.	2000
17	Eléments pour la réalisation d'un réseau d'observation de la qualité de l'environnement dans le bassin du Niger au Mali. Les matières en suspension, indicateur qualité	Orange D. et Gréard M.	2000
18	Session d'échange et de formation autour de la maquette du Modèle Intégré du Delta Intérieur du Niger	de Noray M.L.	2000
19	Etude hydraulique du réseau primaire de l'Office du Niger. En deux tomes.	Kuper M., Gréard M., Hassane A., A. Mahieux, B. Marieu, D. Orange.	2000

Mémoires

Numéro	Titre	Type	Auteur (s)	Encadrement	Année
1	Etude de la dynamique des espaces ruraux dans le haut bassin du Niger au Mali (bassin versant de Bélékoni).	Mémoire de DEA	D. Diallo	E. Roose	1996
2	Variabilité du niveau et de la qualité chimique des eaux souterraines dans le haut bassin du fleuve Niger au Mali. Comparaison avec la variabilité des écoulements de surface	Mémoire de fin d'Etudes ENI	Y. Dessouassi	A. Diarra, G. Mahé	1997
3	Variabilité de la teneur en eau du sol au cours de la première partie de la saison pluvieuse en zone soudanienne. Cas des sols brun et jaune du bassin versant du Djitiko au Mali	Rapport de Stage de deuxième année ESIM	N. Thomas	D. Orange, D. Diallo	1997
4	Estimation des écoulements annuels au Mali : amélioration de la présentation et des fonctionnalités du logiciel Hydro	Rapport de stage 2 ^{ème} année ISIM	C. Aznar	G. Mahé	1997
5	Le système de production halieutique du terroir de Batamani (Delta Intérieur du Niger) : préconception d'un modèle intégré de fonctionnement	Mémoire de DAA	C. Rousseau	V. Benech, M. Kuper	1998
6	Impact des intrants agricoles sur la qualité des eaux en zone cotonnière du Mali-sud	Mémoire de fin d'Etudes IUP	A. Bonnefoy	D. Orange	1998
7	Evaluation de l'érosion hydrique sur sol brun sur le bassin versant du Djitiko (Mali-Sud)	Mémoire de licence IUP	H. Vidal	D. Orange, D. Diallo	1998
8	Origines et caractéristiques de la pollution des eaux de Bamako : une première approche pour la gestion et l'épuration	Mémoire de DEA	A. Palangie	D. Orange, Y. Poncet	1998
9	Hydrobiologie du Delta Central du fleuve Niger en situation de post-crue.	Mémoire de maîtrise	N. Dumas-Pilhou	R. Arté	1998
10	Détermination des zones à risque de pollution des nappes phréatiques par les eaux de surface à Bamako. étude bibliographique	Rapport de stage	E. André	D. Orange	1998
11	Diagnostic d'un projet de recherche intégré en éco-hydrologie le cas du delta Intérieur du Niger	Mémoire de DESS	C. Cartailier	D. Orange	1999
12	Influence des aménagements hydrauliques et hydro-agricoles du Niger supérieur sur l'inondation du Delta Intérieur du Niger (Mali)	Mémoire de fin d'Etudes ENI	A. Hassane	D. Orange, M. Kuper, B. Marieu	1999
13	Cycle géochimique du carbone, de l'azote et du phosphore dans un écosystème inondé : cas de la mare de Batamani	Mémoire de fin d'Etudes ENSUP	R. A. Diarra	M. Maïga, D. Orange	1999
14	Synthèse analytique des modèles d'inondation dans le Delta Intérieur du Niger au Mali	Mémoire de fin d'Etudes ENSUP	L. Dembélé	A. Ballo, D. Orange	1999
15	Conception d'une liste d'indicateurs dans le cadre d'un futur observatoire de l'environnement dans le Delta Intérieur du fleuve Niger au Mali	Mémoire de DESS	J.F. Maillard	P. Morand	1999
16	Evolution temporelle des visibilité horizontales à Bamako-Senou (Mali). Relation avec le dépôt sec des aérosols	Mémoire de DEA	G. Camara	J.P. Lacaux	1999
17	Intervention des itinéraires techniques des systèmes d'exploitation sur les flux de nutriments dans un écosystème tropical inondé	Mémoire de DEA	L. Paget	D. Orange, Y. Poncet	1999
18	Suivi des ressources pastorales du Niger avec des données spatiales basse résolution végétation/SPOT 4	Mémoire de DESS	A. Mariko	Mougenot B.	1999
19	Propagation d'une onde de crue dans le delta intérieur du Niger : modélisation hydraulique	Mémoire ingénieur	A. Cadier	M. Kuper	1999

Rapports

Numéro	Titre	Auteur(s)	Année
1	Rapport de mission Delta Central	D. Orange, Y. Poncet, C. Picouet, A. Mahieux, J.F. Leroux, K. Koumaré	1996
2	Rapport de mission Delta Intérieur du fleuve Niger	G.Mahé, B.Marieu, C.Picouet	1997
3	Rapport de mission Douna-Macina-Mopti	B.Marieu, G.Mahé	1997
4	Campagne hydrobiologique dans le delta intérieur du Niger en période de hautes-eaux	R. Arfi	1997
5	Projet de zone atelier du delta intérieur du Niger au Mali	LECOM IHD, PRODIG CNRS, FNSup, DNHE, CNRST, IER, DNM, ERMES IRD	1997
6	Campagne hydrobiologique dans le delta intérieur du Niger en période de basses-eaux	R. Arfi	1998
7	Rapport de mission Delta Intérieur du Niger	S.Kelly, M.Kuper, B.Marieu	1998
8	Campagne hydrobiologique dans les lacs périphériques du delta intérieur du Niger en période de basses-eaux	R. Arfi	1999
9	Rapport de mission delta aval	M.Kuper, A.Mahieux, I.Sidibe, S.Kelly	1999
10	IDES. Document de projet, identification et cadrage	D. Orange (redacteur)	1999
11	Campagne hydrobiologique dans les mares de Kotia	R. Arfi et S. Alhousseini	1999
12	Campagne hydrobiologique dans les lacs périphériques du delta intérieur du Niger en période de hautes-eaux	R. Arfi	2000
13	Rapport de mission lacs périphériques	R. Arfi, M. Audollent, M. Kuper, B. Marieu, A. Mahieux, I. Sidibe, A. Ouattara	2000
14	Rapport de mission lacs périphériques	M. Audollent	2000