

Projet Gihrex

Ambitions et acquis
d'un projet de recherche
pour le développement durable
du delta intérieur du Niger

Didier Orange
Hydrologue

Le projet Gihrex (acronyme de « *Gestion intégrée, hydrologie, ressources et systèmes d'exploitation* ») est né d'une volonté de concilier recherche et action suite aux expériences scientifiques que l'Orstom avait accumulées sur le delta intérieur du fleuve Niger au Mali d'une part, et de répondre à un enjeu majeur du développement qui est de passer de l'exploitation des ressources naturelles à leur gestion en tenant compte de la dynamique à long terme des systèmes physiques, biologiques et anthropiques, et des besoins et usages des populations d'autre part. Cette expérience a fait suite à deux programmes de recherche récents qui ont très largement alimenté la conception du projet :

- le programme halieutique « *Pêche dans le delta central* » (dirigé par J. Quensière, 1986-1994) qui réalisa une approche pluridisciplinaire du système de production halieutique du delta intérieur du Niger ;
- le programme hydrologique « *Equanis* » (dirigé par J.-C. Olivry, 1992-1997) sur le bilan hydrologique et le bilan des flux de matières transportés par le fleuve Niger sur son bassin supérieur et son delta intérieur au Mali.

Le delta intérieur du fleuve Niger est un exemple d'anthroposystème où régime hydrologique, dynamique de l'environnement (flore, faune et paysages) et activités humaines (pêche, agriculture, élevage) sont étroitement associés (Poncet et

Orange, 1999). La durabilité des modes d'exploitation par l'homme d'un tel milieu est une question fondamentale pour la survie de l'écosystème. Ainsi, le projet Gihrex s'est intéressé tout à la fois à la compréhension de la dynamique naturelle du delta, à la connaissance des modes d'organisation et d'exploitation par l'homme et à l'analyse de leur durabilité. Cela a concerné des points aussi divers que la dynamique de la ressource en eau, la dynamique des écosystèmes aquatiques, la dynamique démographique et les modes d'organisation sociale, la dynamique des productions agricole, pastorale et halieutique, la dynamique environnementale et enfin les compétitions d'allocation des ressources en fonction de ces diverses dynamiques (Kuper *et al.*, 1999 ; Orange, 1999 ; Orange, 2000 ; Poncet *et al.*, 2001).

■ Les ambitions

Gestion, intégration, modélisation

Dans un contexte de développement durable, le premier objectif d'une recherche se voulant proche de l'action est de permettre d'anticiper les devenir des systèmes étudiés afin notamment de contrôler les impacts d'une stratégie de gestion (de Wit *et al.*, 1988) ; le second objectif, mais pas le moindre, est de permettre l'implication des différents acteurs pour l'obtention de leur conviction dans une gestion concertée de dynamiques naturelles souvent concurrentes (Rabbinge *et al.*, 1994 ; Morand, ce volume¹). Cela revient à travailler aux interfaces entre les couples nature-ressource et exploitation-société. Autrement dit, il s'agit de comprendre les interactions complexes entre les processus naturels de la transformation biophysique et les processus sociaux de la production, afin de permettre les prises de décision pour gérer durablement les usages (Röling, 1994 ; Bousquet *et al.*, 1998). Dans le delta intérieur du Niger, le projet de recherche Gihrex a donc eu un double objectif : (1) étudier par une approche pluridisciplinaire intégrée les impacts des changements de la

¹ Morand P., ce volume – « Interfaces d'échange de l'information environnementale ». In : *partie 4*.

disponibilité en eau sur le développement durable et viable des sociétés utilisant les ressources du delta intérieur du Niger au Mali, (2) réfléchir sur les moyens, méthodes et outils de transferts de l'information entre les divers niveaux de décision impliqués dans la gestion d'un hydrosystème.

La gestion d'un espace est obligatoirement associée à la prise de décision. La gestion se situe donc dans l'action, dans le présent. Or aujourd'hui, pour garantir le futur, la société gestionnaire de son espace de vie – la société civile – interpelle les scientifiques pour répondre à ses préoccupations, ses interrogations. Il s'agit alors pour la science de répondre à des questions finalisées, exercice qui implique l'interdisciplinarité (Laloë, 1999), une vision systémique du territoire (Carbonnel *et al.*, 2001) et la capacité de prospective (Jollivet, 2001). Ces conditions sont nécessaires pour placer la connaissance scientifique dans un cadre décisionnel, mais elles ne sont pas suffisantes. Comme le soulignent Christian Mullon et Serge Garcia dans ce volume², les chercheurs doivent faire preuve aussi de conviction. L'interdisciplinarité – ou transdisciplinarité – nécessite un facteur d'intégration qui servira de catalyseur pour mettre en œuvre un échange réel des savoirs qui se révélera heuristique (Klein, 1996 ; Pohl, 2001) ; on parlera alors de « pluridisciplinarité intégrée ». Par ailleurs, la décision est un processus permanent et pro-actif ; elle ne s'inscrit donc pas dans un schéma linéaire mais dans un schéma en boucle sans fin, assimilable en fait à un état d'équilibre instable. Cela a deux conséquences majeures : d'une part, placer la coopération chercheurs / gestionnaires dans la durée et d'autre part, rendre la réponse des chercheurs non déterministe (de Wit *et al.*, 1988 ; Castella *et al.*, 1999 ; Décamps, 2000 ; Duvail *et al.*, 2001 ; Roybin *et al.*, 2001). En effet, l'adaptation des stratégies d'exploitation des acteurs aux conditions environnementales et socio-économiques toujours nouvelles sont très rapides.

Ainsi plutôt qu'une logique de transfert de connaissances issues de la recherche, il s'agit d'arriver à une logique de « co-construction » définie comme étant un ensemble de relations partenariales entre les trois pôles que sont acteurs de la recherche, acteurs du développement et l'association « objets, savoirs et questions »

² Mullon C., Garcia S., ce volume – « Quelques questions et propositions sur le montage des observatoires environnementaux ». *In* : *parite 5*.

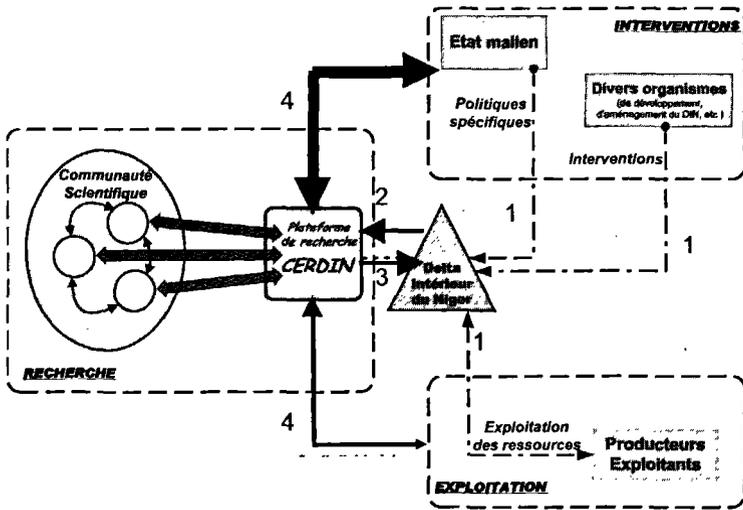
(Roybin *et al.*, 2001). Cette vision s'oppose à une organisation linéaire classique de la recherche pour le développement entre deux pôles qui seraient d'un côté questions, développement et de l'autre recherche, objets, connaissances.

Dans ce cadre, la modélisation intégrée est une méthode qui va permettre d'assurer la cohérence et l'intégration des questions et connaissances, et maximiser l'efficacité du groupe (Poncet *et al.*, 2001 ; Poncet *et al.*, 2002). La société civile demandera donc aux chercheurs de fournir un modèle capable de reconstruire l'image des systèmes concernés dans leur complexité, ce qui nécessite à la fois un haut niveau de connaissances disciplinaires, de connaissances des mécanismes – accéder à la dynamique des objets – et un ensemble d'outils pour intégrer les connaissances (Morand, *ibid.*). Bien sûr, le modèle ne sera jamais un outil de décision car les individus (toujours non prévisibles) interagissent ensemble à propos de leur environnement. Le modèle sera un outil de concertation et participera à la discussion entre les acteurs, le chercheur étant devenu acteur dans ce processus d'expertise. Le modèle devient donc en fait une maquette de modélisation créant un espace virtuel de négociations et recréant cet état de tension permanente liée à l'état d'équilibre instable de tout écosystème (Kalaora et Charles, 2000). La réussite de la modélisation est basée sur la précision des connaissances, la pertinence des scénarios et la bonne définition des variables explicatives. Cet ensemble permettra la réalisation de simulations où les acteurs se retrouveront ; le résultat pourra alors être utilisé comme espace de dialogue entre les acteurs – “*policy makers*” et “*decision makers*” – (de Wit *et al.*, 1988 ; Bousquet *et al.*, 1998 ; Castella *et al.*, 1999 ; Orange, 1999 ; Kuper *et al.*, 2001 ; Poncet *et al.*, 2001).

Des termes de convergence :
un groupe d'animation, des questions
finalisées, un projet de développement

Les ambitions d'une telle démarche sont soutenues par une volonté d'appropriation des résultats par l'ensemble des acteurs, qui, rappelons-le, proviennent d'horizons divers. Dans le cas du projet Gihrex, la réalisation fonctionnelle de cette co-construction a été basée sur la création d'un groupe pluridisciplinaire et pluri-institutionnel, – le groupe *Cerdin* –, qui constituait une plateforme

pluridisciplinaire pour la réalisation d'une réflexion interdisciplinaire et la construction d'objets transdisciplinaires (Orange, 1999 ; Poncet *et al.*, 2001). Ainsi, le groupe d'animation a été construit autour du delta, en tant qu'entité géographique et qu'espace humain à développer. Le delta était donc le point de convergence des attentes et des ambitions de tous (fig. 1). Un des premiers exercices du groupe a été la définition conjointe d'un projet de développement qui deviendra la raison d'être du groupe, ou encore son langage commun (Petschel-Held *et al.*, 1999). C'est ainsi que fut écrit le projet Eides-Din (Orange, 1999) à partir d'un inventaire de questions finalisées dont la formulation avait été récupérée auprès des directions nationales, régionales et des commissions d'utilisateurs maliennes.



■ Figure 1

Le delta : point de convergence des attentes et ambitions.

- 1 : Formulation des questions finalisées ;
- 2 : Demande d'outils d'aide à la décision ;
- 3 : Observations, recherche, connaissances ;
- 4 : Dialogue, concertation, co-construction.

Pour conclure, nous retiendrons que le projet a eu d'abord une existence territoriale, ce qui semble être une constante dans ce type d'approche (Wasson *et al.*, 1993 ; Duvail *et al.*, 2001 ; Roybin *et al.*, 2001). Mais cette base territoriale n'était pas suffisante pour

créer la dynamique de groupe nécessaire à son existence. Le groupe a eu besoin de se construire autour de questions finalisées. En fait, le delta, objet d'étude, se retrouve être le point de convergence du groupe puis des interrogations et enfin d'un projet de développement qui justifie les opérations de recherche à mener (fig. 1). Celles-ci ont pu être réalisées grâce au support financier et institutionnel de l'action « zone atelier » du GIP-Hydrosystèmes (ministère de la Recherche, Paris ; Lévêque *et al.*, 2000) qui a donné lieu à la zone atelier du delta, « Zadin » (Orange, 2000).

■ Les acquis

Synergie interdisciplinaire par la modélisation

La synergie interdisciplinaire a été assurée d'une part, par la nature même du chantier géographique d'étude, le delta, et d'autre part, par la modélisation intégrée qui a apporté une articulation fonctionnelle de la pluridisciplinarité. En effet, la délimitation de l'objet delta est fonctionnelle et non géographique : elle est fondée sur l'inondation fluviale dont l'extension varie pourtant à la fois dans l'espace et dans le temps. Cette reconnaissance universelle de la définition du mot delta autour de sa fonctionnalité a permis à l'objet géographique de servir de plateforme de travail. Cela a induit également l'unanimité sur un certain nombre de problématiques générales qui formèrent un cadre commun à la discussion (gestion de barrage, ensablement, gestion de calendriers d'exploitation, conflits d'usage...). Le chantier géographique fut aussi un lieu privilégié de partenariats scientifiques, techniques, logistiques et politiques (rencontres, discussions, échanges, réunions, assemblées). Par ailleurs, l'utilisation de la modélisation intégrée dès le démarrage du projet a permis de mieux expliciter les questions pertinentes de gestion et de préciser les contributions respectives des recherches thématiques. Par un processus de dialogue initié avec un collectif d'utilisateurs potentiels, elle a joué un rôle de plateforme de discussion entre chercheurs et gestionnaires.

Ainsi, la modélisation intégrée a été au sein de Gihrex et du groupe Cerdin le moteur qui a permis de mener de front les avancées dans

les différentes disciplines concernées et de contraindre des calendriers compatibles entre tous. La modélisation intégrée a donc très largement dépassé ses propres objectifs de recherche et de construction de l'outil. Pour elle et en concertation avec elle, le projet Gihrex a :

- collecté et mis à disposition l'information environnementale existante ;
- mobilisé les institutions de recherche et directions nationales maliennes pour travailler conjointement ;
- créé une « niche écologique » politique (notamment par le biais du séminaire Girn-Zit) ;
- identifié et modélisé les processus naturels majeurs ;
- listé les opérations de recherche cognitive encore nécessaires ;
- défini les indicateurs utiles de pression du milieu et de pression d'exploitation ;
- créé l'architecture d'une modélisation intégrée permettant un espace de communication et d'échanges entre les acteurs (producteurs, décideurs et chercheurs) ;
- créé l'architecture d'un futur observatoire socio-écologique avec son système d'information performant.

La modélisation intégrée a également permis de structurer la stratégie du projet de recherche Gihrex autour des objectifs intégrés discutés par la plateforme Cerdin, à savoir : les productions possibles, la pression sur le milieu et l'aide à la décision. Ces trois termes de convergence ont permis d'articuler les trois pôles de recherche que sont les recherches thématiques sur le système physique, le système socio-économique et les recherches cognitives sur les systèmes d'information (fig. 2).

Le premier résultat du projet Gihrex est de faire reconnaître l'hydrosystème delta comme une unité de gestion. Aujourd'hui, il est acquis que les projets de développement concernant le delta doivent prendre en compte l'ensemble des systèmes d'exploitation : l'approche systémique est de rigueur. Dans le détail, les résultats du projet Gihrex peuvent être classés selon trois catégories :

- *connaissances du milieu et des processus* : fonctionnement hydrologique, rôle des lacs périphériques, ensablement et envasement, richesse trophique, fertilité du milieu, état de référence du milieu ;
- *analyse des dynamiques spatio-temporelles* : maquette Midin, suivi de l'inondation par imagerie satellitale ;

– organisation de l'information et des capacités humaines : observatoire de la pêche, infothèque WiseDL, chaire universitaire de recherche et d'enseignement supérieur, groupe pluridisciplinaire Cerdin.

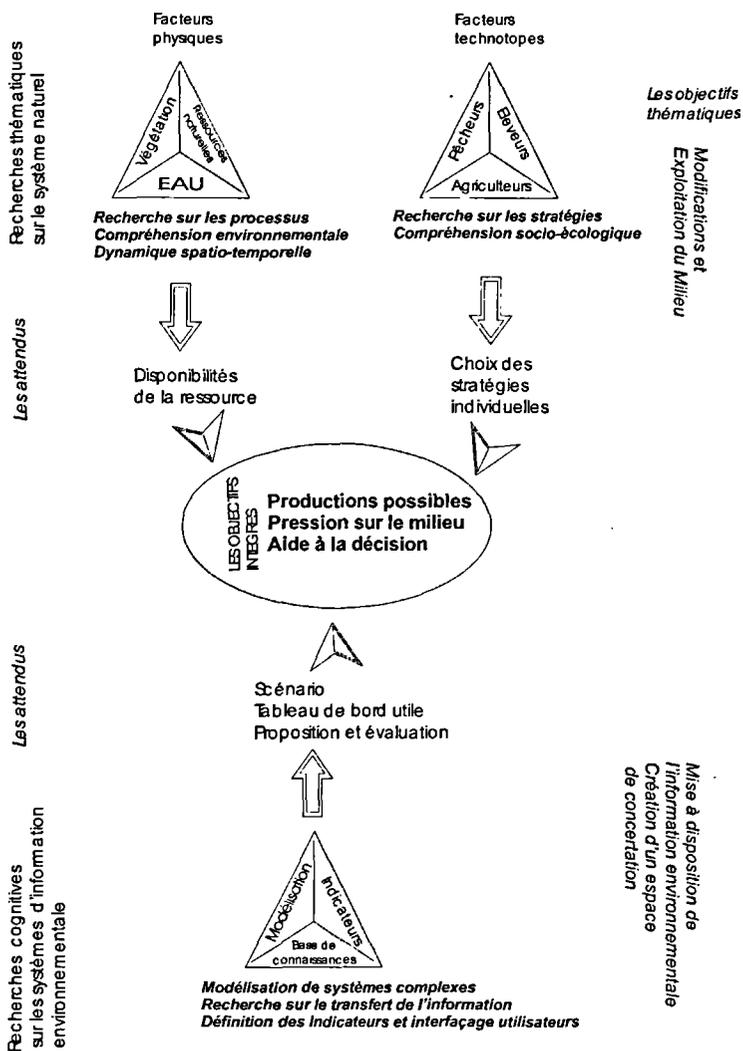


Figure 2
Articulation des pôles de recherche et stratégie du projet en fonction des objectifs intégrés attendus.

La maquette Midin : un outil prospectif

Le projet Gihrex a donc permis de comprendre les processus de genèse et d'exploitation des ressources naturelles dans le delta en considérant l'eau comme un capital à gérer, et de prévoir leurs évolutions par le biais d'une modélisation intégrée permettant à la fois la réalisation de scénario et l'alimentation de négociations entre les acteurs du développement régional. Cette dernière fonction est obtenue en quantifiant l'impact des événements naturels ou anthropiques sur le revenu des exploitants. En effet, la finalité de Gihrex était bien de restituer des mécanismes et des processus afin de nourrir les échanges entre acteurs du développement, et non pas de fournir des données quantitatives expertes justifiant les prises de décision. Aussi dans un tel projet de modélisation, il ne s'agissait pas de représenter l'ensemble du système avec toutes ses composantes, mais de représenter une partie de la réalité afin de répondre aux questions explicites de gestion. Dans cette perspective, certains processus ou relations sont simplifiés en les considérant comme constants ou externalités. Ainsi la maquette Midin n'est pas un outil de prédiction. C'est une maquette de modélisation pour la réalisation de simulations basées sur des scénarios issus d'un dialogue interactif entre exploitants, gestionnaires et chercheurs. Elle sert à illustrer des diagnostics pour des questions précises de gestion et ainsi évaluer les impacts des différentes stratégies envisagées. C'est un outil prospectif. La vraisemblance et la plausibilité des résultats de simulation, critères de validation essentiels, ont été testés par les membres du groupe Cerdin et certains utilisateurs potentiels du modèle d'après leurs connaissances sur le présent et le passé, sur des secteurs géographiques qui leurs étaient bien connus. En effet, l'espace de la région inondable – le delta – retenu comme la clé commune et visible de tous les produits du modèle est représenté par un réseau constitué de trois types d'entités géo-hydrographiques fonctionnelles (plaines inondables, lacs, fleuves, rivières, chenaux, confluences et défluences). Et chaque phénomène évolutif (disponibilité en eau, déplacements des producteurs) est représenté dans chaque entité à un pas de temps de 15 jours (Kuper *et al.*, ce volume³).

³ Kuper M., Mullon C., Poncet Y., Benga E., Morand P., Orange D., Mahé G. Arfi R., Bamba F., ce volume – « La modélisation intégrée d'un écosystème inondable : le cas du delta intérieur du Niger ». *In : partie 4.*

Base de connaissances, système d'information et observatoire

La définition d'une organisation commune de l'information utile à la gestion répondant à une structure d'observatoire environnemental est également un élément fondamental des acquis du projet Gihrex (fig. 3).

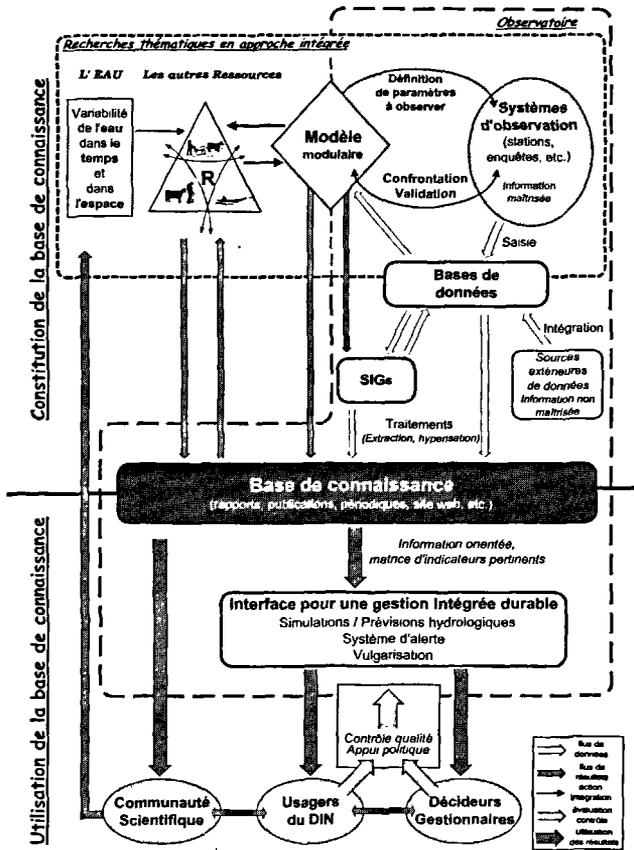


Figure 3
 Concept retenu pour un système d'information et un observatoire afin d'impliquer la recherche comme acteur permanent d'une gestion intégrée des ressources naturelles du delta intérieur du Niger.

Cette structure définit ainsi une articulation des échelles de travail (aussi bien dans le temps que dans l'espace) et une harmonisation des échantillonnages ou enquêtes, qui devront toujours venir nourrir les banques de données (données hydrologiques, géochimiques, biochimiques, hydrobiologiques, socio-économiques, etc.) nécessaires au suivi de la durabilité des fonctions du delta intérieur du Niger et donc utiles pour une prise de décision raisonnée. Des exemples d'application ont été réalisés en partenariat avec le projet Simes, pour cela voir : Morand *et al.* (ce volume⁴), Dzéakou *et al.* (ce volume⁵).

■ Importance du facteur humain

Potentialités d'appropriation de Midin

En tant qu'outil de communication, la maquette Midin a demandé dès sa conception un effort de prise en compte de la diversité potentielle du public utilisateur. Aussi perfectionnée soit-elle, elle doit pouvoir être utilisée par des personnes ayant de faibles connaissances en informatique. De plus, la pluridisciplinarité intrinsèque du modèle intégré implique que chaque information technique ou scientifique soit formulée de façon à être comprise par des non spécialistes. Pour cela, la présentation animée du modèle privilégie la convivialité et la simplicité d'utilisation, conditions indispensables pour assurer la vocation relationnelle de la maquette. Le rôle communicationnel de la maquette a été observée lors de sessions de formation-concertation (de Noray, 2000). Il est apparu que la maquette est un support d'informations qui demande un certain temps d'adaptation et nécessite un accompagnement pédagogique, mais elle s'avère rapidement accessible (après 1 heure d'utilisation) à un panel d'ingénieurs et

⁴ Morand P., Kodio A., Niaré T., ce volume – « Vers un observatoire de la pêche dans le delta intérieur du Niger : méthodes, résultats et enseignements d'un dispositif environnemental ». *In* : partie 4.

⁵ Dzéakou P., Morand P., Mullon C., Poncet Y., Derniame J.-C., ce volume – « Architecture d'infobibliothèque pour le partage et la diffusion de résultats de recherche : le cas de la communauté scientifique autour du delta intérieur du Niger ». *In* : partie 4.

de techniciens gestionnaires : le concept de modélisation ne génère pas de blocage décisif. Au contraire, l'intégration des processus confère à la maquette un aspect attractif qui constitue une porte d'entrée majeure pour la sensibilisation à la notion de gestion intégrée. De même, la maquette a pu être testée dans une ville du delta (à Saraféré) avec les administrés du maire. Très vite, pêcheurs, éleveurs, agriculteurs, gestionnaires ont voulu mesurer leurs propres connaissances, leur bon sens aux informations fournies par la maquette optant pour un comportement actif et relativement dominant par rapport à l'outil. Et finalement, les échanges sont devenus collectifs, ce qui confirme le rôle de plateforme de discussion de la maquette.

Par ailleurs, au cours de ces échanges entre participants, le chercheur a accès directement aux savoirs et savoirs-faire : il peut ainsi compléter ses informations, qu'il pourra réinjecter dans un second temps dans le modèle afin d'obtenir une nouvelle maquette. Le rôle communicationnel de la maquette est donc évolutif (de Noray, 2000)

Démobilisation sur le long terme

Le manque de motivation de la part des participants apparaît comme le principal problème auquel le groupe Cerdin a dû faire face. Ce problème de mobilisation de la collectivité scientifique sur le long terme risque de fragiliser la mise en œuvre future d'un éventuel projet de développement qui voudrait impliquer la recherche. Par ailleurs, la question du partage des financements entre instituts, entre disciplines, est aussi apparue comme une contrainte forte dans ce type de démarche. En fait, il semble que la difficulté vienne aussi de l'absence d'une structure dirigeante forte. A ce propos par exemple, la mise en place des contrats de rivière créés en France en 1981 a mis en exergue que la concrétisation de tels projets « relève bien plus de la psychologie et de la sociologie que des sciences ou des techniques pures » (Tricot, 1994).

Enfin, si la constitution du groupe Cerdin a permis d'identifier une fonction de recherche pour le développement, le projet de recherche (Gihrex et la zone atelier) n'a pas réussi à créer des conditions d'opérationnalités d'un vrai projet de développement.

Conclusion

Des connaissances et des outils pour informer et partager les savoirs

On peut conclure en disant que le projet Gihrex a formalisé les impacts de changements de la disponibilité en eau sur le développement durable des sociétés utilisant les ressources du delta, en fournissant : (1) les moyens d'acquisition et de classement des connaissances sur la nature et les sociétés (participant alors aux efforts d'inventaire et de suivis), (2) les moyens d'analyses dynamiques des impacts climatiques et des aménagements hydroagricoles (permettant d'envisager diagnostics et thérapies) par des outils aussi complexes que la modélisation intégrée et le suivi satellitale, et enfin (3) les moyens de formation de cadre à la gestion environnementale.

Ainsi sur des aspects purement scientifiques ou technologiques, le projet Gihrex a pu réaliser ses objectifs, bien que l'on puisse constater que la réalisation fonctionnelle de la maquette Midin a pris le pas sur la publication scientifique et que la dispersion de l'équipe de recherche dès les financements du projet finis n'a pas permis une valorisation totale de toutes les capacités de la maquette. Par ailleurs, avec les tests communicationnels de la maquette et l'observatoire de la pêche, on a montré que la connaissance scientifique « bien » organisée – c'est-à-dire organisée de façon compréhensible par les acteurs et en réponse à leurs questions finalisées – et la modélisation intégrée peuvent participer ensemble aux processus dynamiques de l'élaboration des choix de stratégies.

Cependant, tout cela reste insuffisant car le facteur humain est primordial en tant que moteur des motivations. En effet, la gestion intégrée est un processus continu et itératif, qui nécessite de la part de la recherche de s'installer dans la durée et la confiance, si elle veut jouer le rôle actif que la société civile lui demande.

Bibliographie

- Bousquet F., Barreteau O., Mullon C., Weber J., 1998 – « Modélisation d'accompagnement : systèmes multi-agents et gestion des ressources renouvelables ». *In : Quel environnement au 21^e siècle ? Environnement, maîtrise du long terme et démocratie, actes de colloque*, Hermès, Paris, 10 p.
- Carbonnel J.-P., Deffontaines J.-P., Kalaora B., 2001 – « Déserts et eaux », vers une approche globale ou les leçons d'un dialogue pluridisciplinaire franco-égyptien. *NSS*, 9 (2) : 61-64.
- Castella J.-C., Husson O., Le Quoc Doanh, Ha Dinh Tuan, 1999 – Mise en œuvre de l'approche écorégionale dans les montagnes du bassin du fleuve Rouge au Vietnam : le projet systèmes agraires de montagne. *Les Cahiers de la recherche développement*, Cirad, Paris, 45 : 114-133.
- Décamps H., 2000 – Expertise en situation d'incertitude : l'exemple des eaux continentales. *NSS*, 8 (3) : 46-50.
- Duvail S., Mietton M., Gourbesville P., 2001 – Gestion de l'eau et interactions société-nature : le cas du delta du Sénégal en rive mauritanienne. *NSS*, 9 (2) : 5-16.
- Kalaora B., Charles L., 2000 – Intervention sociologique et développement durable : le cas de la gestion intégrée des zones côtières. *NSS*, 8 (2) : 31-38.
- Jollivet M., 2001 – Le traitement du long terme et de la prospective dans les zones ateliers. *NSS*, 9 (3) : 71-72.
- Klein J. T., 1996 – *Crossing boundaries: knowledge, disciplinarity and interdisciplinarity*. Univ. Press of Virginia, Charlottesville, 450 p.
- Kuper M., Orange D., Mullon C., Poncet Y., Morand P., 1999 – « Modélisation intégrée d'un écosystème inondé et gestion des eaux : le cas du delta Intérieur du Niger au Mali ». *In : Actes des journées scientifiques FRIEND-AOC*, (Séminaire sur les ressources en eau de l'Afrique occidentale et centrale, projets FRIEND/AOC et ZTH, Yaoundé, 30 nov.- 2 déc. 1999), Publ. Unesco, 1999 : 11 p.
- Kuper M., Mullon C., Bousquet F., Poncet Y., 2001 – "Natural resource management using integrated modelling: the case of the Niger river inland delta". *In : Modsim'2001*, International congress on modelling and simulation, Camberra, Dec. 2001.
- Laloë F., 1999 – Le statut de la modélisation dans une démarche interdisciplinaire. *NSS*, 7 (4) : 5-13.
- Lévêque C. et al., 2000 – Les zones ateliers, des dispositifs pour la recherche sur l'environnement et les anthroposystèmes. *NSS*, 8 (4) : 44-52.
- Noray M.-L. (de), 2000 – *Rapport d'expertise pour Gihrex-IRD : session d'échange et de formation autour de la maquette MIDIN*. Etudes et rapports Gihrex, ER57, IRD, Bamako, Mali, 36 p.
- Orange D., 1999 – *Identification et cadrage du projet EIDES-Din (Etude intégrée de la dynamique des processus écobiophysiques et socio-écologiques d'une zone humide tropicale : le delta intérieur du Niger)*. Etudes et rapports Gihrex, ER42, IRD, Bamako, Mali, 115 p.

- Orange D., 2000 –
Rapport d'activités ZADIN, année 1999. Etudes et rapports Gihrex, ER48, IRD, Bamako, Mali, 33 p.
- Petschel-Held G., Block A., Cassel-Gintz J. M., Kropp M., Lüdeke K. B., Moldenhauer O., Reusswig F., Schellnhuber H. J., 1999 –
Syndromes of global change : a qualitative modelling approach to assist global environmental management. *Environmental modelling and assessment*, 4 : 295-314.
- Pohl C., 2001 –
How to bridge between natural and social sciences ?
NSS, 9 (3) : 37-46.
- Poncet Y., Orange D., 1999 –
L'eau, moteur de ressources partagées : l'exemple du delta intérieur du Niger au Mali.
Aménagement et Nature, 132 : 97-108.
- Poncet Y., Kuper M., Mullon C., Morand P., Orange D., 2001 –
« Représenter l'espace pour structurer le temps : la modélisation intégrée du delta intérieur du Niger au Mali ». In Lardon S., Maurel P., Piveteau V. (éd.) : *Représentations spatiales et développement territorial*, Paris, Hermès, chapitre 7 : 143-162 et planches IV-V.
- Poncet Y., Kuper M., Mullon C., Orange D., 2002 –
"Modelling a large tropical flooded area : a transdisciplinary approach". In : *3rd Int. Conf. on Water resources and environmental research (ICWRER)*, Dresden, Germany, 22-26 July 2002.
- Rabbinge R., Leffelaar P. A., Latesteijn H. C. (van), 1994 –
"The role of systems analysis as an instrument in policy making and resource management". In Goldsworthy P., Penning de Vries F. W. T. (éd.) : *Opportunities, use and transfer of systems research methods in agriculture to developing countries*, actes atelier ISNAR, La Hague, 22-26 November 1993, Systems approaches for sustainable agricultural development, 3 : 67-79.
- Röling N., 1994 –
"Platforms for decision-making about ecosystems". In Fresco L. O. et al. (éd.) : *The future of the land: mobilising and integrating knowledge for land use options*, John Wiley and Sons Ltd., UK : 385-393.
- Roybin D., Fleury P., Béranger C., Curtenaz D., 2001 –
Conduite de recherches pluridisciplinaires en partenariat et apprentissages collectifs : le cas du GIS Alpes du Nord.
NSS, 9 (3) : 16-28.
- Tricot B., 1994 –
« Philosophie générale et enjeux des contrats de rivières ». In : *Les contrats de rivières*, Environnement et société, FUL, Luxembourg, 13 : 7-8.
- Wit C. T. (de), Keulen H. (van), Seligman N. G., Spharim L., 1988 –
Application of interactive multiple goal programming techniques for analysis and planning of regional agricultural development.
Agricultural systems, 26 : 211-230.