

## CHAPITRE 6

### Les systèmes d'information environnementaux

---

Almoustapha FOFANA, Pierrick GIVONE,  
Jérôme MARIE, Pierre MORAND,  
Didier ORANGE, Pierre Sibiri TRAORÉ

#### Introduction

Un système d'information est un ensemble structuré :

- de données, de traitements et de leur communication avec leur description à l'aide, respectivement, de structures, de procédures et de protocoles ;
- de moyens techniques (le système informatique) mais aussi de documents, matériels de reprographie, communication,... ayant pour fonction de générer, mémoriser, traiter, transférer et exploiter des informations dans le cadre d'objectifs définis.

Un système d'information repose sur une modélisation des données qui doit être fidèle, cohérente et irredondante.

Une approche à la fois globale et durable de la gestion de l'environnement et des ressources renouvelables implique nécessairement l'acquisition, la maîtrise, le stockage et la diffusion d'une grande quantité (et d'une bonne qualité) de données, d'informations et de connaissances, et donc la mise en œuvre et le maintien de systèmes d'information environnementaux (SIE). Les enjeux sont considérables : ce sont ceux d'un développement économique et sociable garantissant notre avenir.

Cette tentative de définition a essentiellement pour but de rappeler que la conception, la mise en œuvre et la maintenance d'un système d'information environnementale (donc 4D par nature) ne se réduit jamais au problème technologique de l'emploi d'un système d'information géographique et d'un système gestionnaire de bases de données, aussi sophistiqués et performants soient-ils. La contribution de notre collègue Housseini Maïga est très claire et très informative à ce sujet : il s'agit avant tout de contribuer à organiser, coordonner, harmoniser, structurer, promouvoir,... des institutions dont la mission se partage entre la coopération et la production, y compris l'information. Ceci ne signifie évidemment pas que la partie technologique des SIE soit à négliger. Elle exige des compétences technologiques de haut niveau et des ressources financières significatives qui, à elles seules et aussi élevées soient-elles, ne garantissent pas le succès de l'opération qui réside dans le dépassement des quatre difficultés fondamentales suivantes :

- produire des données, des informations et des procédures de traitement (modèles) en quantité et qualité suffisante. Ce point est une banalité à court terme, mais il devient rapidement vital : un SIE n'existe que si l'effort de collecte des données/informations se maintient sans terme annoncé ;
- partager les informations, et pas simplement à l'échelle régionale (celle du bassin versant). Ce point est aussi important que le précédent car, déjà à l'échelle nationale et infranationale, aucun service n'a vocation à recueillir et à organiser toutes les informations requises. Leur partage qui assure leur capitalisation doit être la règle absolue, acceptée d'emblée par tous. Il existe désormais des moyens technologiques (voir ci-après) pour organiser de manière réaliste le partage des données/informations ;
- diffuser les informations du système. Ceci s'entend aussi bien entre les pourvoyeurs de données/informations/modèles qu'à l'attention des utilisateurs du système. En fait, un SIE ne peut exister que s'il dispose d'utilisateurs avec lesquels il passe un contrat opérationnel d'information, les utilisateurs garantissant en retour les ressources nécessaires à son fonctionnement. Cette règle ne peut, comme la précédente, souffrir d'exception. La diffusion de l'information concerne aussi bien (tout média confondu) un bulletin, par exemple mensuel, à destination du plus grand nombre, que des informations sectoriellement très ciblées (à usage de la navigation sur le fleuve par exemple) et des tableaux de bords pour les décideurs. Ce point exige naturellement (mais cela peut être une difficulté majeure sur le bassin versant du fleuve Niger) que les moyens de cette diffusion existent et que les réseaux de communication soient adaptés, ou en situation de le devenir à terme ;
- s'incarner dans une institution. La technologie moderne du traitement de l'information rend désormais possible une « virtualisation » à peu près complète de toute opération relevant de l'exploitation des systèmes d'information. Il ne s'agit donc pas de créer un lieu physique dépositaire unique des données/informations/modèles à traiter, mais de disposer d'une institution collectivement mise en place sur le bassin versant dont la mission souhaitée et acceptée par tous soit d'organiser, en responsabilité, le SIE du fleuve Niger. À ce stade, l'Autorité du bassin du Niger (ABN) semble pouvoir jouer ce rôle à condition qu'une volonté politique commune s'exprime (ou renforce une expression ancienne) clairement dans ce sens. Ce point est d'autant plus important que l'attractivité du bassin versant vis-à-vis de programmes

internationaux susceptibles de financer un tel projet (UE, GMES ou Challenge programme, par exemple) sera d'autant plus forte et avérée qu'une telle institution démontrera des capacités opérationnelles.

Lorsque ces conditions seront réunies et ces difficultés surmontées (en fait quand ces processus seront engagés dans cette direction), on pourra envisager la suite en termes de co-construction de connaissances comme élément d'une gestion intégrée fondée sur la disponibilité des systèmes d'information environnementaux.

## Analyse et catégorisation des besoins d'information

### Rappel sur les besoins exprimés

Il s'agit, ici, d'analyser et de catégoriser les besoins d'information exprimés par l'ensemble des gestionnaires (autorités, et non pas utilisateurs au sens large) pour les six questions, en tenant compte du fait que :

- la question 6 identifie les besoins à partir du détail des questions 1 à 5 et des analyses correspondantes ;
- des besoins d'informations ont été parallèlement identifiés par les gestionnaires impliqués dans le groupe de travail qui a initialement élaboré le détail de la question 6.

L'expertise se base donc sur l'examen de ces deux sources de besoin qui devraient, normalement, coïncider (*cf.* tableau suivant).

Synthèse des besoins exprimés spécifiquement dans le cadre de la question 6	Besoins en information exprimés dans le cadre des questions 1 à 5
<p><b>a)</b> l'accès à une base de données permanente sur la pollution du fleuve (en terme d'indicateurs de pollution et de niveaux de référence)</p> <p><b>b)</b> la fourniture d'informations des crues pour la protection des biens et des populations (en supposant qu'un modèle pertinent puisse être utilisé, que des cartes de risque puissent être établies et qu'un système opérationnel d'alerte puisse être déployé)</p> <p><b>c)</b> la consolidation des connaissances scientifiques pour l'évaluation d'impact sur le régime hydrologique de barrages existants et à venir (en termes de données et d'options de modélisation, de méthodologies et d'indicateurs d'évaluation d'impact)</p> <p><b>d)</b> la disponibilité d'un modèle liant le régime hydrologique aux superficies inondées dans le delta intérieur, base d'un système d'aide à la décision régional pour le secteur agropastoral et celui de la pêche</p> <p><b>e)</b> la distribution adéquate des ressources en eau entre les utilisateurs pour satisfaire les besoins énergétiques et autres au plan saisonnier et sur le plus long terme</p> <p><b>f)</b> la diffusion large d'informations sur le fleuve au moyen d'un système de suivi/observatoire (impliquant des choix de données et des mécanismes de diffusion de l'information)</p>	<p><b>Question 1</b> : informations sur les données, les paramètres et la gestion requis pour une distribution équitable, efficace et durable des ressources en eau, notamment pendant les périodes de crue et d'étiage avec une attention prioritaire sur Bamako, Niamey et le delta intérieur</p> <p><b>Question 2</b> : informations sur l'usage et la disponibilité de l'eau pour une agriculture irriguée et sur le cadre économique et légal de la gestion du fleuve pour la production agricole.</p> <p><b>Question 3</b> : indicateurs de l'évolution du régime du fleuve et des changements environnementaux à court, moyen et long terme en relation à la variabilité des pluies</p> <p><b>Question 4</b> : informations sur les risques de crue et de pollution, alerte précoce et gestion des crises</p> <p><b>Question 5</b> : informations sur le cadre institutionnel et légal réglementant la gestion du fleuve, incluant des informations sur les communautés décentralisées (cartes, etc.)</p>

### *Inventaire des besoins en information*

La lecture des contributions d'experts permet de préciser et de reformuler un certain nombre de besoins en information sous la revue rapide suivante :

À l'exception, peut-être, de la question 5, l'ensemble des contributions soulève des questions de base sur la variabilité interannuelle du cycle hydrologique du fleuve Niger. La revue des connaissances existantes indique que la dynamique saisonnière du cycle est déjà bien connue et devrait pouvoir répondre aux questions relatives au calendrier (stable) et à la vitesse des mises en eau (propagation des crues et étiages). Il s'agit plutôt d'améliorer notre capacité à caractériser et à prévoir les extrêmes climatiques (notamment sur le haut bassin) qui conditionnent l'expression de ce cycle saisonnier sous forme d'étiages (question 1) et de crues (question 4) excessifs. Le développement de cette capacité à fournir de l'information sur les déterminants du cycle doit s'accompagner de celui de la capacité à suivre et à partager des données sur leurs impacts hydrologiques locaux (par exemple en termes de hauteurs d'eau au niveau des retenues ou d'étendue des surfaces inondées dans le delta intérieur du Niger-DIN). Il doit enfin s'inscrire dans un cadre dynamique non stationnaire qui tienne compte des grandes tendances climatiques et démographiques sur des échelles de temps décennales et centennales.

Plusieurs réponses à la question 1 suggèrent un manque d'information détaillée, précise et standardisée sur la topographie du bassin en général et du lit du fleuve en particulier. Associée aux conditions atmosphériques qui contrôlent l'entrée d'eau dans l'hydrosystème, la variable topographique revêt une importance primordiale car elle définit les « conditions aux frontières » du bassin et des sous-bassins dont elle détermine la performance à toutes les échelles. Cette information est donc critique pour améliorer le réalisme de tous les modèles existants ou en projet (notamment hydrologiques et hydrauliques), pour supporter la conception d'aménagements futurs et pour évaluer les impacts écologiques (la connectivité hydrologique et la mobilité des poissons dans le DIN) et humains.

Les contributions sectorielles liées notamment au DIN font ressortir un certain nombre de besoins spécifiques additionnels relatifs aux suivis des dynamiques écologiques affectées par le régime du fleuve avec :

- le suivi de la production halieutique pour asseoir la durabilité interannuelle de la ressource (par exemple en pérennisant un système d'information sur les marchés de poisson) ;
- le suivi des superficies infestées par des macrophytes (besoin commun au DIN et aux agglomérations urbaines le long du fleuve) ;
- le suivi de la régression des forêts et de la conversion des pâturages naturels (bourgoutières) en zones cultivées ;
- et le suivi de l'ensablement du lit du fleuve (même si ce dernier est à la fois une cause et une conséquence des changements dans le régime du fleuve).

Les analyses sectorielles liées aux établissements humains mettent en évidence les besoins d'information structurante sur l'occupation des terres du bassin, notamment à proximité et à l'intérieur du lit du fleuve avec :

- les communautés décentralisées et régimes fonciers (DIN, périmètres irrigués) ;
- le cadastre et plans d'occupation (zones urbaines, périmètres irrigués) en relation à la délimitation et à la dénomination des sous-bassins et des aquifères ;
- les mandats d'intervention (notamment : couverture géographique) des différentes agences et institutions.

Les contributions relatives à la gestion des ressources soulignent la nécessité de documenter la distribution spatio-temporelle de la demande en eau, en termes de magnitude de la demande dans les différents pôles de gestion (demande annuelle intégrale) mais aussi au plan de la caractérisation du cycle saisonnier (distribution temporelle par secteur d'utilisation économique et géographique) avec :

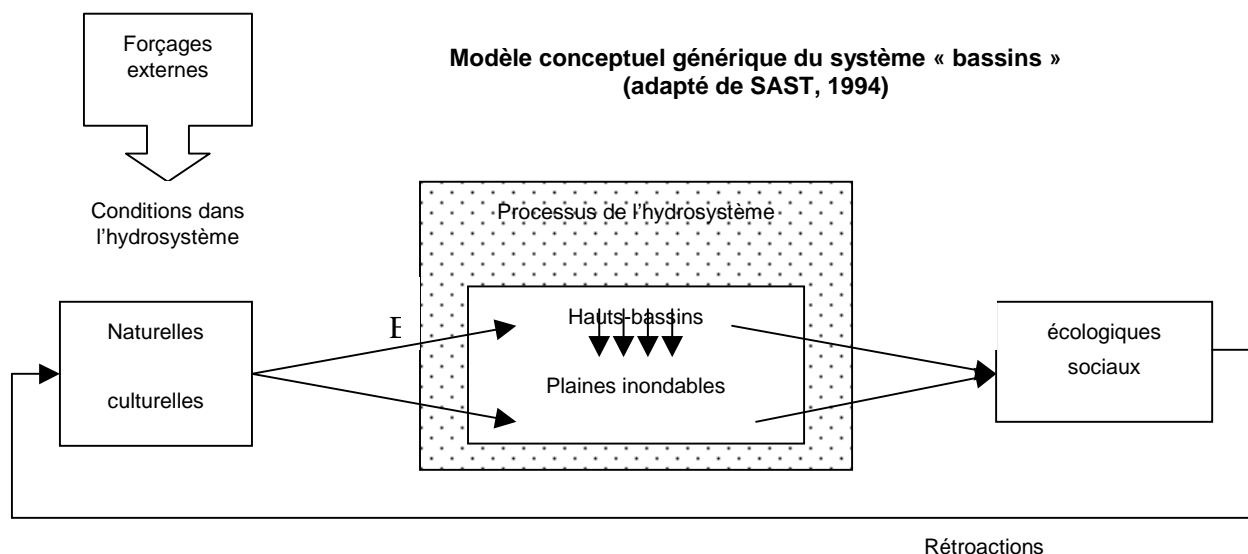
- le suivi du nombre et de la répartition des usagers raccordés aux réseaux d'adduction et d'évacuation d'eaux (zones urbaines, périmètres irrigués) et aux réseaux de fourniture d'électricité pour permettre de cadrer le cycle saisonnier de consommation (c'est-à-dire de pression sur la ressource) ;
- la clarification du cycle saisonnier de production d'énergie électrique (pas seulement hydroélectrique, mais aussi thermique) et de production agricole, notamment en relation aux calendriers de gestion des retenues d'eau ;
- la traduction, pour les différents postes demandeurs, du cycle de la demande en calendriers de cotes minimales locales.

Finalement, la nécessité de suivre la qualité de l'eau du fleuve et des eaux souterraines superficielles qui lui sont rattachées est relevée.

### *Critères d'analyse des besoins*

#### ***Nécessité d'une approche systémique***

La revue des besoins en information fait ressortir une large variété de demandes qui traduit, en fait, la diversité des composantes de l'hydrosystème intégré « bassin du fleuve Niger » (et non seulement « fleuve Niger ») qui interagissent de manière régulière et interdépendante. L'analyse des besoins peut s'organiser selon une approche systémique autour d'un modèle conceptuel générique de bassin :



Avec, dans le cas du bassin du fleuve Niger, pour composantes de l'hydrosystème :

- 1. Forçages couplés océan-atmosphère d'échelle globale (ENSO, TAO...);
- 2. Topographie, état de la végétation de surface ;
- 3 Utilisation des terres, timing du pic de décharge ;
- 4. Régime de ruissellement en amont de la retenue de Sélingué ;
- 5. Dynamique de l'onde de crue (*flood pulse*) dans le DIN ;
- 6. Productivité et renouvellement des ressources halieutiques ;
- 7. Dommages matériels et humains lors des crues ;
- 8. Intensification de la pêche après des crues favorables.

La description des implications d'une approche systémique peut aider à orienter le choix des systèmes d'information et, en conséquence, les réponses aux impacts causés par les conditions et les processus de l'hydrosystème. On peut dire notamment :

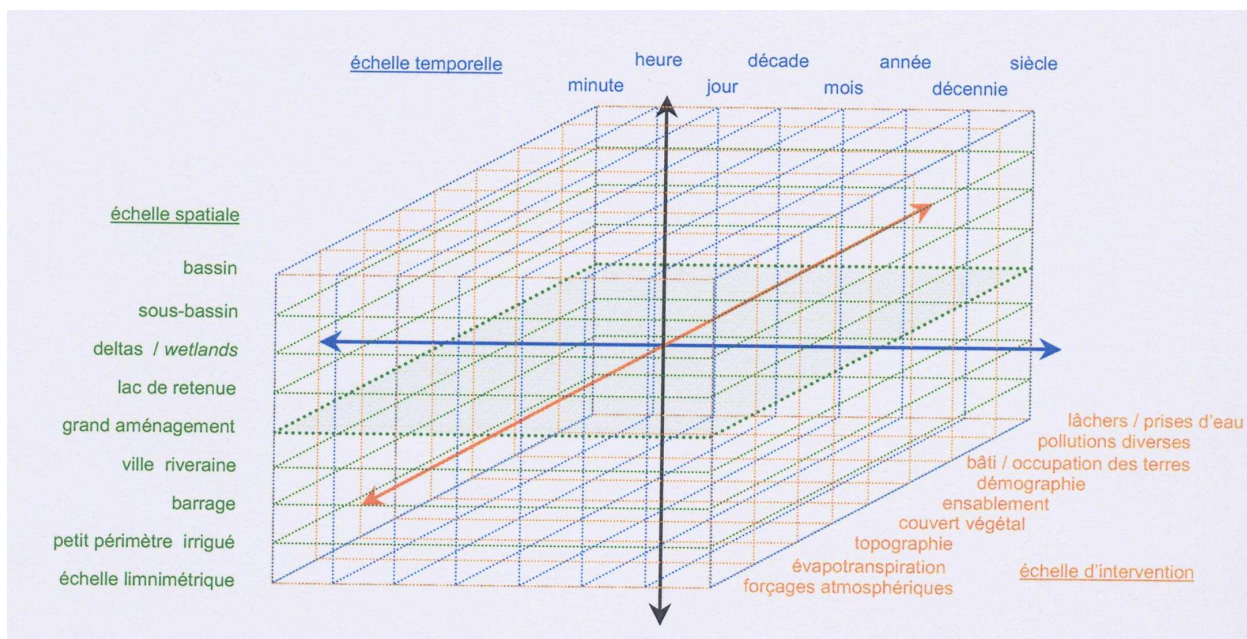
- qu'il existe logiquement un haut degré d'interconnectivité dans l'hydrosystème (et pas uniquement dans la dimension hydraulique longitudinale amont-aval). Des décisions de gestion prises pour des objectifs spécifiques peuvent grandement affecter d'autres secteurs non visés du système ;
- que des activités dans une zone géographique du système peuvent affecter d'autres régions du bassin ;
- qu'en conséquence, les réponses potentielles des parties ou régions indirectement touchées doivent être prises en compte lors de décisions qui peuvent affecter l'ensemble de l'hydrosystème ;
- qu'un système d'observation/de suivi de l'hydrosystème est nécessaire pour évaluer les effets (désirés, non désirés) ou, le cas échéant, l'absence d'effet des futures décisions de gestion ;

- que plusieurs modèles plus détaillés (hydraulique, hydrologique, écologique, économique, sociologique, ...) peuvent être conçus pour traiter les interconnexions entre les différentes composantes de l'hydrosystème ;
- que la complexité des dynamiques naturelles et culturelles du bassin du fleuve Niger requièrent un haut niveau de trans-disciplinarité technique et scientifique pour comprendre les impacts des diverses options de gestion.

### ***Une autre grille de lecture***

L'approche systémique met l'accent sur les interactions entre les différents besoins d'information. Elle peut être complétée par une caractérisation analytique des sources et des jeux de données potentiellement à même de répondre à ces besoins :

- au plan de leur résolution temporelle, selon qu'il s'agisse d'informations statiques (ou presque : la topographie), périodiques (les recensements du cheptel) ou dynamiques (les cotes ou les débits) ;
- par rapport à leur couverture spatiale, selon qu'ils concernent un pôle local (l'Office du Niger), un sous-bassin (Sankarani), une région « homogène » (le DIN) ou la totalité du bassin ;
- au niveau topologique, car pouvant être ponctuels (ou 0-D : échelle limnimétrique), linéaires (ou 1-D : les courants et les écoulements), surfaciques (ou 2-D : une zone inondée), volumiques (ou 3-D : le volume d'une retenue d'eau) ;
- selon qu'il s'agisse de données relatives à la ressource même (eau) ou à ses utilisations/impacts ;
- selon la stratégie d'utilisation de la ressource visée, qu'il s'agisse de maximiser la production à court terme (nécessitant des capacités orientées vers la prévision et l'exploitation de la variabilité annuelle) ou, plutôt, d'optimiser la durabilité de l'hydrosystème (auquel cas on pourrait préférer le développement de capacités de prévention et de mitigation des excès du cycle), ou une combinaison des deux ;
- en fonction des commodités économiques sectorielles qui pilotent la demande d'information : production électrique, agriculture, pêche, navigation, adduction d'eau ;
- selon la capacité à intervenir sur le processus que l'on veut « informer » ou documenter : certains échappant pratiquement à tout contrôle (les forçages atmosphériques), d'autres concentrant une énorme emprise de l'homme sur le bassin (la gestion des barrages).



**Exemple de matrice d'analyse des besoins en information en fonction de l'échelle (spatiale, temporelle ou d'intervention) des processus à caractériser**



## Système d'information

Domaines	Nom du système d'information	Rattachement institutionnel	Informations collectées	Informations produites	Niveau de pérennisation	Niveau de couverture	Niveau d'informatisation
Eaux de surface	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Radio</li> <li>• Téléphone</li> <li>• BLU</li> <li>• PCD (Plate forme de Collecte des Données)</li> <li>• Poste</li> <li>• Réseau hydrométrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMEE</li> <li>• DNH</li> </ul>	Hauteurs et débits des cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulletins (mensuels, décadaires, hebdomadaires)</li> <li>• Note sur la crue, annuaires hydrologiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hebdomadaire</li> <li>• Décadaire</li> <li>• Semestriel</li> <li>• Annuel</li> </ul>	National : 100 stations hydrométriques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logiciels maison : GESTRA, GHENIS</li> <li>• Logiciels spécialisés : HYDROM, SAFARHY, IDRISSE, HYDRACCESS</li> <li>• Logiciels courants,</li> <li>• Messagerie électronique</li> </ul>
Eau souterraine	Réseau piézométrique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMEE</li> <li>• DNH</li> </ul>	Niveau statique	Annuaire piézométrique	Bi annuel	National	Logiciels courants
Hydraulique urbaine Adduction d'eau	Suivi technique et financier	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMEE</li> <li>• DNH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Financières et techniques</li> <li>• Nombre de villes dotées de réseau AE</li> <li>• Volume d'eau mobilisé</li> </ul>	Rapport de suivi semestriel	Contrat de 5ans	60 systèmes AEP	Logiciels courants
Aménagement hydraulique	Aménagement des cours d'eau	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMEE</li> <li>• DNH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Débits</li> <li>• Pluviométrie</li> <li>• Étude géotechnique</li> <li>• Levée topographique</li> <li>• Données topographiques</li> </ul>	Rapports techniques (ensablement du chenal navigable, pose de balise, réparation des quais, protection des berges)	Continuel	National	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logiciels courants</li> <li>• Logiciels spécialisés</li> </ul>
Hydraulique rurale	Réalisation des forages et des puits	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMEE</li> <li>• DNH</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nombre d'ouvrages réalisés</li> <li>• Nouveaux forages</li> <li>• Nouveaux puits</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tableau de bord rendu à la Direction hebdomadairement</li> <li>• Rapport trimestriel</li> <li>• Rapport mensuel</li> </ul>	Continuel	Tout le territoire	Logiciel courant

			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation en équipements de pompe</li> <li>• Réhabilitation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport annuel</li> </ul>			
Qualité des eaux (cf. tableau ci-joint)	Qualité des eaux	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MMEE</li> <li>• DNH</li> <li>• LQE</li> </ul>	Paramètres : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Physico-chimiques</li> <li>• Bactériologique</li> </ul>	Certificat d'analyse d'eau	Journalier	National	Logiciels courants
Météorologie	GTPA (Radio, Télé, Journaux, BLU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MTIC</li> <li>• DNM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pluviométrie</li> <li>• Niveau d'eau</li> <li>• État des cultures</li> <li>• Pâturages</li> <li>• État Phytosanitaire</li> <li>• État zoosanitaire</li> <li>• Pêche</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bulletins décadaires</li> <li>• Bulletins mensuels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saison des pluies</li> <li>• Saison sèche</li> </ul>	National	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logiciel spécialisé CLIMBASE</li> <li>• Logiciels courants</li> </ul>
	Agro météo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MTIC</li> <li>• DNM</li> </ul>	Nombre de paysans suivis	Champs suivis Champs non suivis	Saison des pluies		
	Système d'information destiné aux usagers	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNM</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pluviométrie</li> <li>• Température (maxi, mini, moyenne)</li> <li>• Vent (direction, vitesse)</li> <li>• Insolation</li> <li>• Évaporation, ETP</li> </ul>	Annuaire climatologique Prévision saisonnière	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Annuel</li> <li>• Juillet, Août, septembre</li> </ul>	Tout le pays	100%
Environnement	Information sur la forêt	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEA</li> <li>• DNCN</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantité de bois exploité au niveau des forêts classées</li> <li>• Potentiel des ressources ligneuses</li> <li>• Composition floristique des forêts</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport trimestriel</li> <li>• Rapport annuel</li> <li>• Bulletin sahel vert</li> </ul>	Continuel	Tout le pays	

	Information sur la faune	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEA</li> <li>• DNCN</li> </ul>	Nombre et diversité des espèces qui existent		Continuel	Tout le pays	
Navigation	RAC	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MET</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transport fret</li> <li>• Passagers</li> <li>• Position des unités</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tonnage et passagers</li> <li>• Programmation des unités</li> </ul>	Campagne 6 mois	Koulikoro à Gao	Billetterie, transport, fret et passagers, secrétariat
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Téléphone</li> <li>• Fax</li> </ul>		Étiage Mopti - Koulikoro		12 mois		
DNACPN : Assainissement	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Assainissement</li> <li>• Contrôle des pollutions et des nuisances</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEA</li> </ul>	Pollution par : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Eaux usées domestiques</li> <li>• Eaux usées artisanales</li> <li>• Eaux usées industrielles</li> <li>• Jacinthe d'eau</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Information</li> <li>• Sensibilisation</li> <li>• Éducation</li> <li>• Application des textes</li> </ul>	Rapports : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mensuel</li> <li>• Trimestriel</li> <li>• Semestriel</li> <li>• Annuel</li> </ul>	District de Bamako	Connections internet : dnacpn@datatech.toolnet.org
DNAMR : Développement rural	Bureau de documentation courante	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA</li> </ul>	Bilan de la campagne agricole du Mali : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficies emblavées</li> <li>• Superficies semées</li> <li>• Productions</li> <li>• Quantités des intrants</li> <li>• Rendements</li> </ul>	Rapport d'activité, émissions radio et TV : <ul style="list-style-type: none"> <li>• réalisation</li> <li>• comparaison à l'année précédente</li> </ul>	Bibliothèque et production régulière de : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport mensuel</li> <li>• Rapport décadaire</li> <li>• Rapport annuel</li> </ul>	Répertoire de la documentation informatisée : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zonale</li> <li>• Nationale</li> <li>• Régionale</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messagerie électronique</li> <li>• Logiciel courant de traitement des données</li> </ul>
CMDT		<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport bilan</li> <li>• Rapport de commercialisation</li> <li>• Rapport d'achat</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Superficies</li> <li>• Exploitation</li> <li>• Production</li> <li>• Commercialisation</li> <li>• Évacuation du coton</li> <li>• Égrenage</li> <li>• Population</li> </ul>	Conservation des archives de la base jusqu'à la direction à condition que le système d'encadrement soit durable	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toute la région de Sikasso</li> <li>• Une partie de la Région de Kaye</li> <li>• Une partie de la Région de</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toute la Direction Générale</li> <li>• La Région pour la comptabilité en matière générale et la trésorerie générale.</li> </ul>

							Ségou
Étude et recherche agricole	IER	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MA</li> <li>• MEP</li> </ul>	Étude et recherches sur les systèmes de production agricole	État d'évolution des systèmes agraires	Pluriannuel et annuel	Zonal, national et régional	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Logiciels courants</li> <li>• Logiciels spécialisés</li> <li>• Logiciels de gestion des données</li> <li>• Le SIG</li> <li>• Les tableurs</li> </ul>
			Recherche thématique	Développement variétal des productions agricoles	Pluriannuel et annuel	Zonal, national et régional	
			Évolution des systèmes agraires	Nouvelles orientations de la politique agricole	Pluriannuel et annuel	Zonal, national et régional	
			Analyse des politiques agricoles	Tendance des filières agricoles	Pluriannuel et annuel	Zonal, national et régional	
			Étude des filières agricoles	Développement des techniques de préservation des ressources naturelles	Pluriannuel et annuel	Zonal, national et régional	
			Recherche et Développement	Amélioration génétique des productions animales			
DNAER							
Aménagements des ressources naturelles 1. Potentiels aménageables et aménagés	Répertoire régionalisé des ressources aménagées et du Mali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bureau de la Statistique et du Suivi-Évaluation</li> <li>• Division des études et de la planification</li> </ul>	Caractéristiques des ressources aménageables et aménagées	Extraits de la base de données	Actualisation périodique	Tout le pays	Base de données sur accès internet
2. Normes techniques des aménagements hydroagricoles	Référentiel national des normes techniques d'aménagement	Division des études et de la planification	Normes techniques des aménagements hydroagricoles	Références techniques	<ul style="list-style-type: none"> <li>• DNAER</li> <li>• Bureaux d'études</li> <li>• ONG</li> </ul>	Tout le pays	Centralisation des données
3. Schémas directeurs et plans d'aménagement	Plans et schémas	Division des études et de la planification	Planifications des ressources aménageables	Élaboration des schémas et des plans directeurs d'aménagement des différentes zones du territoire national	DNAER		Pas informatisé pour l'instant
Documentation : Informations documentaires	Répertoire de documentation	Bureau de documentation et de communication	Indexations documentaires	Recueil des index documentaires	Réseau de documentation du MAEP	Idem	La base de données existe

Santé animale	RAC, FAX	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MEP</li> </ul>	Maladies infectieuses de la liste A et B de l'OIE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Létalité</li> <li>• Mortalité</li> <li>• Quantité de vaccins disponibles</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Continuuel</li> </ul>	National	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messagerie électronique</li> <li>• Logiciel de traitement</li> </ul>
Pêche	Capture du poisson		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Quantité de poisson pêché par variété</li> <li>• Quantité de poisson commercialisé</li> </ul>	Quantité de poisson frais, fumé, brûlé et séché	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Rapport mensuel</li> <li>• Rapport annuel</li> </ul>	National	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messagerie électronique</li> <li>• Logiciel de traitement</li> </ul>
Protection civile	Sécurité des personnes et des biens	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ministère de la Sécurité et de la Protection Civile</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pertes en vies humaines suite aux inondations</li> <li>• Pertes en bien matériel</li> </ul>	Évaluation des dégâts	Rapport annuel	National	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Messagerie électronique</li> <li>• Logiciel de traitement</li> </ul>
Industrie	Recensement industriel	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MIC</li> <li>• Direction nationale des industries</li> </ul>	Cf. ci-dessous	Aucune publication	6 recensements réalisés	National	SPSS, EXCEL, WORD, ACCESS, EPI INFO70%
	Enquêtes industrielles		Idem	Aucune publication		National	-/-
	Suivi des projets industriels		Idem	Aucune publication	Le suivi des projets est permanent, tous les trimestres	National	-/-

Informations collectées (complément au tableau)		Abréviations du tableau
<p>1 - Sur les entreprises industrielles</p> <p>a- Identification des unités industrielles :                      Nom, raison sociale, statut juridique, adresse du siège social, année de création et de démarrage ;                      Numéro fiscal et numéro statistique, régime de propriété, nationalité des propriétaires.</p> <p>b- Établissements de l'entreprise</p> <p>c- Branches d'activité : activités principales, secondaires</p> <p>d- Financement et investissement :                      Capital social, dettes à moyen et à long terme ;                      Investissements réalisés, immobilisations incorporelles, corporelles, financières.</p> <p>e- Chiffre d'affaires global</p> <p>f- Élément de la valeur ajoutée : frais de personnel, impôts et taxes, frais financiers, dotations aux amortissements, excédent brut d'exploitation</p> <p>g- Consommation intermédiaires</p> <p>h- Emploi : effectif total, par axe, par catégorie</p> <p>i- Coûts d'achat des matières premières</p> <p>j- Principales productions effectuées en volume et en valeur</p> <p>k- Productions vendues</p> <p>l- Difficultés déclarées par l'entreprise</p> <p>m- Adhésion à la démarche qualité</p>	<p>2 - Sur les projets industriels agréés</p> <p>a- Désignation du projet</p> <p>b- Référence de l'arrêté d'agrément</p> <p>c- Capacité théorique de production</p> <p>d- Montant total de financement dont fonds propres et emprunts</p> <p>e- Effectif total à employer</p> <p>f- Branche d'activité</p> <p>g- Origine du financement : national ou étranger</p> <p>h- Lieu d'implantation du projet</p> <p>i- Observations sur la situation de réalisation du projet</p>	<p>- MMEE = Ministère des Mines de l'Énergie et de l'Eau</p> <p>- MIC = Ministère des Industries et du Commerce</p> <p>- MA = Ministère de l'Agriculture</p> <p>- MEP = Ministère de l'Élevage et de la Pêche</p> <p>- DNH = Direction Nationale de l'Hydraulique</p> <p>- DNM = Direction Nationale de la Météorologie+</p> <p>- DNACPN = Direction Nationale de l'Assainissement, du Contrôle des pollutions et des Nuisances</p> <p>- DNCN = Direction Nationale de la Conservation de la Nature</p> <p>- DNAMR = Direction Nationale d'Appui au Monde Rural</p> <p>- DNAER = Direction Nationale d'Aménagement et de l'Équipement Rural</p> <p>- CMDT = Compagnie Malienne du Développement des Textiles</p> <p>- OIE = Organisation Internationale des Épizooties</p> <p>- LQE = Laboratoire de la Qualité des Eaux.</p> <p>- GTPA = Groupe de Travail Pluridisciplinaire d'Assistance à l'Agro-météo</p>

## Évaluation des modèles et des SIE en fonction des besoins

Ne sera traitée ici que l'évaluation concernant le modèle hydrodynamique partiel du fleuve Niger établi par Sogreah. Cette évaluation n'est qu'une évaluation de principe sur le fond car il faudrait disposer de rapports établis par une structure opérationnelle mettant en œuvre, ou ayant mis en œuvre par le passé, ce modèle pour établir réellement s'il y a adéquation entre la commande initiale et l'outil constitué.

Le modèle proposé ici est le modèle Carima bien connu de la communauté technique. C'est un modèle hydrodynamique résolvant les équations de Saint-Venant en 1D sur une géométrie qui accepte les mailles et la gestion des casiers en relation avec les lits d'écoulements principaux.

Ce type de modèle est classique ; il est employé depuis longtemps à différentes échelles et pour différents usages opérationnels, mais plutôt en prévention/aide à la décision qu'en prévision en temps réel.

La mise en œuvre de ce type de modèle est très dépendante des données et des informations disponibles. On distingue classiquement trois types de données nécessaires :

### 1 - Les données géométriques

Elles permettent une description en 1D par l'intermédiaire de sections en travers des lits mineurs, moyens et majeurs de la rivière concernée. Elles doivent être complétées par les données décrivant les casiers disposés dans le lit majeur, en communication avec les écoulements principaux et annexes.

En général, et c'est le cas du modèle Carima, le fonctionnement hydraulique des casiers n'est pas décrit par les mêmes équations de l'hydrodynamique mais par un simple bilan des entrées/sorties du casier à chaque pas de temps. Le mécanisme simplifié modélisé est, typiquement, le suivant : on dispose d'une relation « hauteur/volume » qui détermine la cote de l'eau dans le casier en fonction du volume stocké. Cette cote est mise, à chaque pas de temps, en relation avec la cote de l'eau dans le lit de la rivière connectée au casier : ce qui détermine l'entrée dans le casier (ou la sortie du casier) d'un certain volume d'eau pendant le pas de temps concerné. D'une manière générale, la précision des résultats de ce type de modèle est très liée à celle des données de géométrie.

Au contraire des modèles 1D à casier, les modèles 2D qui sont très différents – bien que la confusion soit parfois entretenue – résolvent les mêmes équations de Saint-Venant (ou de Navier-Stokes) sur un domaine 2D horizontal (en général) mais, parfois aussi, sur une section en travers. La totalité du domaine géométrique considéré est alors traitée hydrauliquement de la même manière : à partir de sa description par un maillage basé sur un MNT (modèle numérique de terrain) dont la précision en altitude (comme celle des sections en travers en 1D) doit être de l'ordre du décimètre.

Les modèles 2D sont plus complexes car plus sophistiqués, ils ont quand même tendance à se banaliser, en particulier parce que les équipements informatiques qui les accueillent se sont, eux-mêmes, banalisés.

Compte tenu de l'ancienneté relative du modèle Sogreah et, de toutes manières, de son caractère sectoriel, une ré-analyse des données géométriques utilisées est une nécessité absolue avant de réutiliser l'outil disponible.

## 2 - Les données hydrologiques

Ces données sont utilisées pour alimenter les modèles hydrodynamiques en variables hydrologiques (débits, les tirants d'eau, ...) pour permettre au modèle de simuler un élément du régime hydrologique (crue, étiage, débit moyen, ...). Ces données sont directement mesurées par les stations hydrométéorologiques disponibles sur le bassin versant et/ou élaborées à partir de celles-ci. L'ensemble des études hydrologiques disponibles sur le bassin du Niger est mobilisable ; un grand nombre est disponible auprès de l'IRD.

## 3 - Les données « d'environnement hydraulique »

Il s'agit de données d'une autre nature telles que les paramètres hydrauliques (comme les coefficients de frottement, les couples de débits/tirants d'eau, les courbes de tarage, ...) indispensables au calage des modèles ainsi que des données relatives aux ouvrages hydrauliques influençant l'écoulement ou, plus globales, comme celles relatives aux laves de crues pour un événement donné. Toutes ces données sont également indispensables au bon fonctionnement des modèles hydrodynamiques.

### *Éléments d'analyse des modèles hydrodynamiques*

Pour les usages liés aux besoins de la gestion intégrée du fleuve Niger (de la gestion des crues au dimensionnement d'ouvrages hydrauliques de toutes natures) mais aussi aux besoins en gestion de surfaces dédiées à la production rizicole et/ou piscicole ou en gestion de la navigation, la véritable option à étudier est celle de la réutilisation du modèle hydrodynamique 1D actuellement disponible après une réévaluation (sans doute importante) et une extension à d'autres secteurs du fleuve, versus la mise en œuvre d'un nouveau modèle hydrodynamique 2D paraissant plus adapté a priori. Cette option est importante, car elle déterminera pour longtemps les ressources à affecter à l'outil finalement retenu. Les modèles 2D sont plus sophistiqués et donc plus compliqués à mettre en œuvre de manière opérationnelle mais, paradoxalement, ils exigent moins de maîtrise de la modélisation hydraulique car la totalité des zones considérées sont traitées de la même manière, sans avoir à faire des choix complexes (de lits mineurs, de zones de stockage, de casiers,...) qui pèsent lourd dans le résultat final.

Il faut savoir, par exemple, que les modèles hydrodynamiques sont, tous, de type semi-déterministe et qu'ils nécessitent donc un calage préalable à leur utilisation. Ce calage n'est pas une étape simple et il ne faut pas l'imaginer comme ne devant se produire qu'une seule fois, le caractère monotone du calage étant totalement illusoire face aux modifications de la géométrie du fleuve et de l'impact des ouvrages hydrauliques significatifs ou, simplement, pour traiter à la fois les étiages et les crues.



Lorsque des casiers sont inclus dans la modélisation 1D, le calage devient encore plus complexe : ce qui peut finir par annuler l'avantage des modèles 1D en la matière. Ce point est à débattre sérieusement ; un seul élément semble se dégager : il n'est pas forcément utile de changer de modèle s'il est, finalement, décidé de conserver un modèle 1D.

### *Éléments d'analyse du choix d'un modèle hydrodynamique à buts multiples*

On peut affirmer (au moins comme donnée d'expérience opérationnelle) que les modèles hydrodynamiques 1D, 2D (voire 3D dans des cas très particuliers) sont plus utilisés comme outils de prévention et de simulation de scénarios que comme outils réellement mobilisables lorsque le temps réel est l'élément principal requis (comme en prévision des crues par exemple). Les modèles hydrodynamiques produisent des résultats géoréférencés (en particulier les contours des surfaces inondées). Ils peuvent donc se révéler indispensables dès lors qu'il s'agit de prévoir les zones inondées et pas seulement les débits ou les tirants d'eau. Néanmoins, la complexité intrinsèque à ces modèles ainsi que la quantité de données nécessaire et leur besoin de calage n'en font pas des outils encore très utilisés par les services de prévision des crues qui leur préfèrent des modèles conceptuels globaux moins sophistiqués, en particulier parce qu'ils « embarquent moins de physique dans leur conception ». Ils sont, même dans les contextes technologiques privilégiés des pays développés, plus simples à utiliser, plus robustes et plus susceptibles de fonctionner même dans des contextes dégradés liés aux conséquences de la crise.

Il n'est donc pas pertinent, dans le contexte du bassin versant du Niger a priori moins favorisé sur le plan technologique et moins favorable à l'acquisition de données sophistiquées, de recommander d'étendre l'usage d'un modèle hydrodynamique partiel dont il faudra, au minimum, réévaluer le caractère opérationnel véritable aux besoins de la prévision des crues. Il sera beaucoup plus performant d'implémenter un modèle plus simple, de type conceptuel global, et de le caler sur le fleuve Niger pour les besoins de prévision des crues.

## **Options d'architecture et de technologies pour une information environnementale sur le fleuve Niger**

### *Introduction*

Les choix techniques possibles (au sens large) pour améliorer la disponibilité et la qualité des informations environnementales participant au suivi et à la gestion du fleuve Niger ne peuvent être définis et discutés *in abstracto*. Ils doivent être définis, d'une part, en fonction de la nature et du niveau d'ambition des objectifs que l'on se fixe et, d'autre part, des contraintes et des atouts identifiables. Après avoir examiné ces deux premiers aspects, cette contribution se propose d'aborder les options techniques en deux temps : celui des choix d'architecture et celui des choix de technologies. On tentera finalement d'en dégager quelques recommandations stratégiques.

### *Détermination des objectifs et des bénéficiaires principaux*

Si la nécessité de lancer un effort important pour aller dans la direction d'un système d'information environnemental (SIE) plus performant sur le fleuve Niger peut apparaître comme une évidence, la définition des objectifs précis à atteindre n'est pas si claire et peut susciter des discussions.

Il existe, certes, un certain nombre d'objectifs que l'on peut considérer comme consensuels et obligatoires :

- renforcer/développer les capacités de collecte et de conservation de l'information environnementale ;
- accroître l'offre d'information élaborée (et directement utilisable) dans les domaines où elle est actuellement déficitaire, notamment par la mise en place de traitements plus performants ;
- rendre l'accès à l'information environnementale plus aisé pour les acteurs publics (décideurs publics nationaux, recherche, autres services étatiques producteurs et gestionnaires de données).

Mais il existe aussi des objectifs qui, sans être forcément secondaires, sont pour l'instant subordonnés à un certain nombre de réponses « politiques » qui doivent être préalablement apportées sur les points suivants :

- Dans quelle mesure les collectivités territoriales (et de quel niveau : commune rurale, cercle, région ?) doivent-elles être considérées comme des usagers et des destinataires de l'information environnementale sur le fleuve ? La production d'information doit-elle être formatée pour eux ? ou bien les collectivités territoriales sont-elles seulement des usagers secondaires ?
- *Idem* pour les acteurs non étatiques du développement (ex. : les ONG) ?
- *Kdem* pour les opérateurs économiques (les commerçants) et pour les chefs d'exploitation (pêcheurs, cultivateurs, ...) ?

Les choix d'architecture de SI et de technologies ne peuvent être complètement arrêtés sans tenir compte des réponses apportées à ces questions. Pour l'instant, et pour proposer et discuter ci-après d'un certain nombre d'options, nous avons fait ici l'hypothèse que les SI allaient rester principalement orientés sur la fourniture d'informations aux décideurs publics de haut niveau, c'est-à-dire de niveau national ou éventuellement régional.

### *Identification des contraintes et des atouts à prendre en compte dans les choix de technologies et d'architecture*

Les contraintes et atouts en matière de montage de SIE peuvent être déduits de l'état des lieux sur :

1. la répartition actuelle des compétences, des fonctions et des données entre les différents services et institutions ;

2. l'état de l'art (mondial) en matière d'outils de traitement et de gestion de l'information et, singulièrement, en matière de construction et de gestion des SIE de bassin ;
3. les acquis nationaux et régionaux en matière de maîtrise d'un certain nombre d'outils, notamment à travers des applications dédiées à l'objet et adaptées au contexte ;
4. le niveau et la durée des efforts et des soutiens supplémentaires qui pourraient être dégagés/mis en place dans un proche avenir pour l'information environnementale sur le fleuve Niger.

L'examen du point n° 1 montre que l'on a affaire à un existant important en matière d'information environnementale *lato sensu* sur le fleuve Niger. C'est-à-dire que de nombreuses données, de nature très variée, sont collectées par de multiples acteurs et que de multiples produits d'information sont diffusés et édités, le plus souvent de façon régulière (quotidienne, mensuelle ou annuelle). Les « acteurs de l'information » ne sont toutefois pas homogènes du point de vue de leur type/niveau institutionnel ni de leur degré d'investissement sur l'information. Certains relèvent du niveau national (malien), d'autres du niveau régional (AGRHYMET, ABN). Parmi ceux qui relèvent du niveau national, certains sont des administrations de type direction nationale ou régionale (ex. DNH, DN Météo), mais on rencontre également des offices de développement à vocation géographique locale (ODRS, ORM, ON, OPM), des laboratoires ou des équipes de recherche (IER) et aussi des projets transverses plus ou moins pérennes, tels que le SAP (Système d'Alerte Précoce). Dans le cas des deux opérateurs internationaux et régionaux pré-cités, la collecte et le traitement de l'information constituent des fonctions importantes, voire principales (cas de AGRHYMET). La situation est différente pour la plupart des opérateurs nationaux qui ont généralement bien d'autres missions à assurer en dehors de la collecte et du traitement de l'information (la Direction de la Météo et le SAP faisant sans doute exception). Il en va ainsi des offices locaux qui sont avant tout des opérateurs du développement.

Sur le point n° 2 (l'état de l'art mondial), il apparaît qu'il existe aujourd'hui sur le marché tous les outils et technologies à la construction de SIE performants. La diffusion de la notion de banques de données (BD) relationnelles au cours des années 1980, rendue accessible à tous au début des années 1990 par l'avènement de logiciels performants et aisés d'utilisation, puis l'articulation des BD avec Internet à la fin des années 1990 sont les trois étapes socles qui autorisent aujourd'hui la pleine concrétisation du concept de SIE. Cependant, la dernière étape (c'est-à-dire l'articulation des technologies BD avec les technologies Internet) exigent encore une intervention soutenue de personnel très qualifié (ingénieurs informaticiens) dont les niveaux de salaires ne sont pas à la portée de la plupart des services du système public.

Sur le point n° 3, les acquis de maîtrise technique (en matière de collecte et de traitement de l'information) exprimés par les acteurs actuels de l'information autour du fleuve Niger sont très différenciés. On les regroupera schématiquement en trois catégories :

- un niveau d'acquis très élevé avec maîtrise des technologies les plus récentes (correspondant à la dernière étape décrite ci avant) et un effort d'intégration des

procédures de gestion, de traitement et de diffusion de l'information, comme par exemple AGRHYMET qui traite des vues satellitaires sous des délais courts pour la production de bulletins de cartes, qui exploite également des données télétransmises en temps réel par des balises hydro et qui autorise l'interrogation en ligne, *via* Internet, de certaines bases de données. À ce niveau, l'utilisation des SIG et des modèles de simulation dynamiques est bien maîtrisé ;

- un niveau d'acquis élevé mais plus classique avec saisie et gestion des données dans une BD, chaîne de traitement statistique et mise en ligne d'informations à travers un site web de pages statiques (ex. : DNH- Mali). Des modèles dynamiques, développés avec des appuis extérieurs, peuvent être utilisés (ex. : DNH). Des SIG ou des applications de cartographie statistiques sont mis en œuvre (ex. : IER) ;
- le niveau moyen ou faible qui met en œuvre des moyens et des procédures rudimentaires avec un simple traitement bureautique ou manuel des données et une édition et une capitalisation sous forme papier (ex. : série de tableaux en annexe des rapports annuels d'activité). Il est vrai que, dans ce dernier cas qui est, généralement, celui des Offices locaux de développement dépourvus d'ingénieurs d'informaticiens, il n'y a pas prétention à constituer un SI. Ceci n'empêche pas que l'information collectée et accumulée peut être d'un grand intérêt environnemental.

On notera qu'il peut exister aussi (de par leurs objectifs) de vrais SI qui se contentent d'outils informatiques rudimentaires (cas du SAP, du moins dans les années 1990).

On notera enfin, toujours sur le point n°3, qu'il existe déjà une assez importante logithèque d'outils sophistiqués (SIG, modèles de simulation) développés par la recherche en coopération internationale sur et autour des questions environnementales du fleuve Niger : Delmasig, MIDIN et autres. Cependant, ces outils n'ont fait l'objet que de timides tentatives de transfert et n'ont pas été adoptés en utilisation routinière par les services techniques. Ces outils sont d'ailleurs souvent à l'état de prototypes et ne sont pas aisément opérables hors d'un contexte de recherche. Le fossé entre « outils produits par la recherche » et « outils effectivement maîtrisables et maintenables par les acteurs impliqués au quotidien dans l'information environnementale » apparaît donc important<sup>1</sup>. Il reste donc à mieux examiner l'intérêt présenté par les outils développés par la recherche au regard d'une utilisation routinière éventuelle au sein de SI opérationnels permanents. Cet examen doit déterminer si l'effort de transfert et de mise en place mérite (ou non) d'être effectué.

Sur le point n°4, il convient d'apprécier non seulement le niveau d'effort financier annuel mais aussi et surtout la durée de l'effort que les décideurs publics nationaux et les soutiens extérieurs sont prêts à consentir pour améliorer la production et la disponibilité d'information environnementale sur l'hydrosystème fleuve Niger. Un

---

<sup>1</sup> Ce constat pourrait être fait, certes, partout dans le monde mais plus encore, peut-être, au Mali et autour du fleuve Niger.

certain nombre de bailleurs seraient sans doute intéressés pour apporter leur soutien à un projet de type « observatoire ». Mais l'approche habituelle sous forme d'une opération de type « projet » déployée sur une période forcément limitée (3 ou 4 ans en général) peut poser problème car la durée du soutien est ici au moins aussi importante que le niveau absolu de l'effort atteint et cette durée doit être beaucoup plus conséquente que celle d'un projet ordinaire. Il faut en effet juguler les difficultés associées au contexte socio-économique (faible disponibilité nationale de personnels qualifiés en informatique – techniciens supérieurs comme ingénieurs -, faible disponibilité locale des logiciels et des matériels informatiques entraînant des délais importants de remise en état en cas de défaillance). Pour ces raisons, faire « monter » le niveau de fonctionnement des SI et de leurs acteurs (en les poussant vers des solutions de plus haute technologie) pourrait, à terme, se transformer en une sorte de « cadeau empoisonné » s'il n'y avait pas mise en place, en corollaire, d'une stratégie efficace de soutien sur la longue durée.

### *Options d'architecture fonctionnelle*

Le choix d'architecture d'un SI peut être défini comme le choix de la géométrie générale d'organisation entre ses différentes composantes. Il vise à mettre ces composantes en situation d'articulation aisée afin de parvenir à une certaine performance au niveau de l'ensemble ainsi assemblé.

S'agissant d'un grand SI à vocation géographique large et traitant de thèmes d'information multiples, il peut être raisonnable de considérer que les composantes en question sont déjà existantes ou embryonnaires et qu'elles ne sont pas autre chose que les multiples partenaires, évoqués au chapitre 3, faisant déjà du SI (ou du pseudo SI) autour du fleuve Niger. On prend ainsi l'option d'une architecture générale de type « fédéraliste » dans laquelle une importante autonomie serait laissée aux composantes, mais où l'on s'attacherait à créer en plus :

- d'une part, un système de cohérence et de circulation de l'information entre les composantes/partenaires ;
- d'autre part, une (ou des) structure(s) supplémentaire(s), même légère(s), pour effectuer un certain nombre de tâches « nouvelles » qui ne sont pas dans les compétences ou dans les missions des partenaires considérés individuellement.

Considérant le premier aspect, il est nécessairement basé :

sur l'adoption de protocoles et de procédures de coopération dans les échanges et dans l'utilisation des données (*data policy*) ;

sur l'adoption d'un minimum de référentiel commun logique et sémantique (grille de géoréférencement, nomenclatures d'intérêt général, ...) ;

et sur l'adoption d'une plate-forme d'outils et de technologies (formats de fichiers, type de réseau informatique et protocole).

Le troisième point qui monopolisait l'attention des générations précédentes ne pose aujourd'hui plus guère de problèmes, comme nous le verrons ci-après.

Le premier point nécessite, par contre, une attention soutenue. C'est en effet à ce niveau que les dynamiques humaines et institutionnelles existantes peuvent être cassées ou, au contraire, mises en synergie. Le principe de base devrait être que nul (aucune sous-région géographique, aucun thème d'information, aucun service...) ne doit se sentir « spolié » de son travail de collecte et de traitement de données au profit d'un tiers. Chacun doit donc, s'il le souhaite, pouvoir garder son existence propre (sa base de données, ses bulletins, ses clients, la gestion de ses enquêteurs, etc.). Pour ce faire, les décisions prises en matière de *data policy* doivent l'être de façon collégiale, par exemple par les représentants de toutes les composantes – ou partenaires – du SI (ou de réseau de SI : le rSI) regroupés en assemblée annuelle.

Le deuxième point est plus technique, mais il doit également faire l'objet de décisions collégiales de la même assemblée après propositions d'un groupe d'étude.

Le deuxième nouvel aspect apporté par l'architecture proposée consisterait en la création d'une ou plusieurs structures techniques de niveau « fédéral ». Les rôles de ces structures doivent être définis et acceptés par l'assemblée des partenaires du SI ou du rSI. En voici quelques-uns qui s'avéreront sans doute assez simples à identifier et à justifier :

- collecte et traitement des données qu'aucun des partenaires présents ne sait jusqu'à présent manipuler ;
- production d'informations synthétiques plus adaptées aux décideurs de niveau national à partir des données envoyées par les partenaires du SI (qui sont plus localisés ou qui travaillent sur des thèmes plus spécifiques) ;
- création d'un portail internet assurant la visibilité mondiale de l'ensemble du collectif des partenaires membres du SI ou du rSI ;
- hébergement et gestion d'un intranet pour les partenaires membres du SI ou du rSI ;
- mise à disposition d'un serveur apte à héberger les applications « lourdes » (web, bases de données, ...) que les partenaires ont développées ;
- appui, formation, aide à la maintenance des partenaires du réseau qui en ont besoin (d'où une possibilité d'économie d'échelle) ;
- service central d'achat de logiciels assurant l'acquisition de licences groupées pour le compte des partenaires intéressés ;
- service de conservation des données (BDthèque) offrant aux partenaires une alternative pour sécuriser leurs données dans le long terme, etc.

Ces fonctions peuvent être ou non regroupées sur le même site et dans la même structure opérationnelle, les fonctions « production de nouvelles informations » pouvant ainsi très bien être détachées des « fonctions de service et d'appui ».

Une telle architecture n'est pas vraiment originale et elle a fait ses preuves : c'est celle mise en œuvre depuis bientôt 10 ans par les partenaires de l'EMAP (*Environmental Monitoring and Assessment Program*) aux États-Unis.

### *Technologies de maîtrise et de partage de l'information environnementale*

Les choix de plates-formes technologiques en matière de SI ne posent, en principe, plus de problèmes insurmontables car tous les logiciels et les applications de traitement et d'échange d'information qui sont nécessités par le fonctionnement d'un SI sont aujourd'hui faciles à implémenter sur les PC et sur les types de réseaux standard et relativement peu onéreux. D'autre part, les compatibilités de lecture des fichiers issus des logiciels courants sont devenues très fortes.

L'un des choix restant à faire sera d'opter pour les systèmes d'exploitation et logiciels commerciaux ou bien pour les systèmes d'exploitation et logiciels libres. Mais ce choix peut être réalisé en « politique collective » aussi bien qu'au niveau de chaque partenaire si aucun consensus ne se dégage.

Une attention particulière doit être accordée à plusieurs points :

- l'amélioration et la maintenance des systèmes matériels de réseau : aucun partenaire ne doit se trouver physiquement déconnecté du r.SI ;
- la mise en place d'un serveur d'intérêt collectif apte à héberger les applications web/base de données des uns et des autres ;
- l'utilisation d'un outil adapté de *reporting* consolidé qui pourra trouver place au niveau du serveur du portail, notamment par l'utilisation du langage XML.

Certains outils de traitement assez sophistiqués ou lourds (SIG) pourront être hébergés dans la structure de service, avec un appui à leur utilisation pour les partenaires trop petits pour être autonomes sur ce type d'outils.

### *Recommandations et conclusions*

Les options décrites ci avant sont destinées à éviter de tomber dans trois grands travers (trop) courants en matière de SIE et qu'il convient de rappeler au moment de conclure :

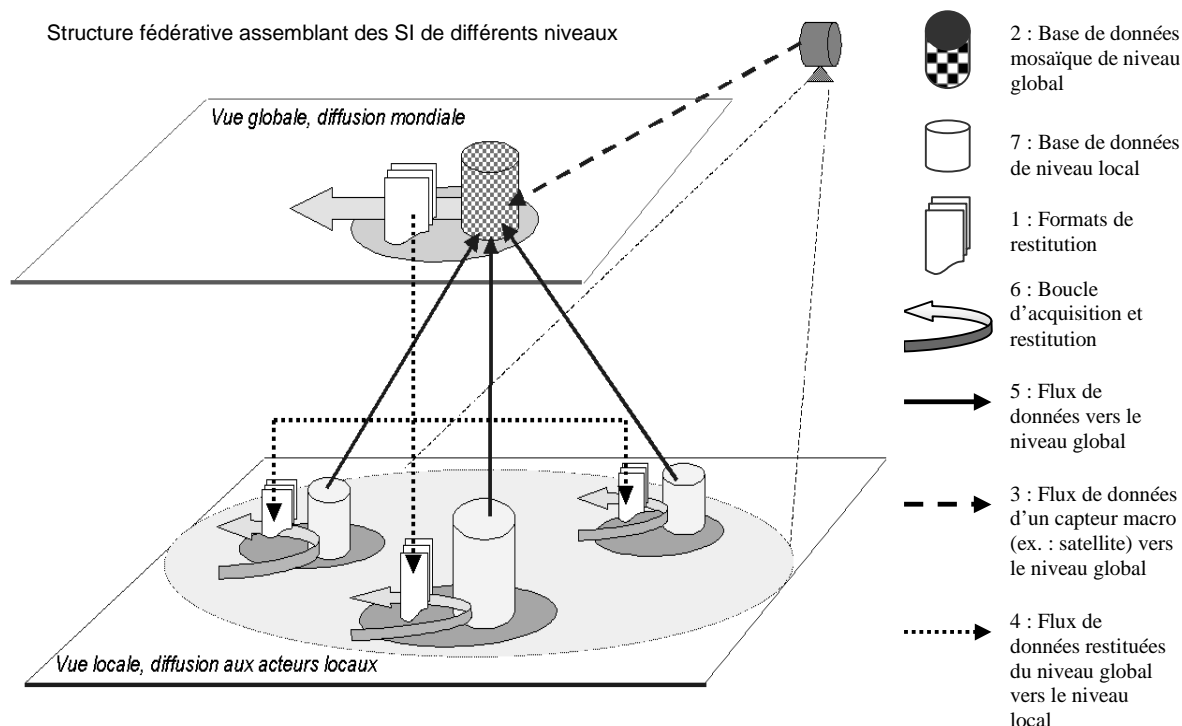
- Le premier travers serait de faire naître (ou renaître) un serpent de mer de type « grand observatoire environnemental » unique et centralisé (re-)construit *ex nihilo*. La création d'une telle structure, aussi séduisante qu'elle puisse paraître pour un bailleur de fonds, soulèverait plus de problèmes qu'elle n'en résoudrait, à commencer par celui du choix de son site d'installation et de son ministère de rattachement. De nombreuses structures aujourd'hui opérationnelles se sentiraient frustrées, dépossédées de leurs acquis, et refuseraient de collaborer activement (ce qui, en matière d'information, revient à ne pas collaborer du tout). Une telle structure de « grand observatoire », forcément très soutenue depuis l'extérieur et donc prenant plus ou moins la forme d'un projet dans ses débuts, n'aurait sans doute rien de viable sur le long terme. De plus, une telle grosse structure ne saurait répondre à tous les types de besoins, diversifiés dans leurs attentes, que les structures actuelles savent aujourd'hui assez bien cibler et satisfaire, ne serait-ce que parce qu'elles sont nombreuses et proches des acteurs.
- Le second travers consisterait à croire au mythe (qui est souvent le corollaire technique du précédent) laissant espérer qu'une grosse application (par exemple : un « super SIG ») va pouvoir centraliser et traiter la totalité de

l'information environnementale disponible. Ce genre d'espoir s'avère généralement vain. Car les informations ne se traitent et ne se valorisent pas toutes de la même manière. Et s'il est vrai que toute donnée est forcément localisée (en théorie), que convient-il de faire lorsque 90 % de l'information disponible est constituée soit de données non couvrantes (par exemple des séries temporelles acquises sur un petit réseau de points), soit de données couvrantes mais obtenues sur des aires étudiées très restreintes (un terroir villageois, un périmètre irrigué) en regard des lacunes immenses sur lesquelles aucune donnée de même type n'est disponible ? Finalement, on s'aperçoit que seules les données satellitaires et quelques données administratives sont vraiment « couvrantes » par rapport au territoire du fleuve et de son bassin. Tout le reste est constitué de jeux d'informations dont on peut dire que l'intégration et le traitement dans un « super SIG » constitueraient un effort exagérément lourd par rapport à la plus-value réalisée.

- Le troisième travers serait de trop favoriser un acteur présent (une structure, un ministère) au détriment des autres et de tenter de le mettre en position hégémonique. Mieux vaut reconnaître d'emblée la pluralité des acteurs et des compétences et placer la réflexion initiale, tout comme le parrainage du dossier par la suite, sous l'égide d'une cellule interministérielle.

En conclusion, plus que le niveau d'efforts et de moyens consentis, c'est la façon de déployer ces efforts et ces moyens qui sera sans doute déterminante pour que, à l'avenir, l'information environnementale nécessaire au suivi et à la bonne gestion du fleuve Niger, soit de plus en plus disponible.





**Figure 1 - Exemple de schéma d'articulation entre SI de différents niveaux aboutissant à une structure fédérative. Dans ce schéma, les SI qui sont de niveau local (ou national) et/ou qui portent sur des thèmes restreints peuvent fonctionner de façon quasi autonomes, c'est-à-dire avec leur propre boucle d'acquisition et restitution (6), passant par des bases de données propres (7) et aboutissant à des formats de restitution propres (1) définis en fonction de leurs destinataires spécifiques. Mais ces SI envoient également certaines données (5) vers la base de données « mosaïque » (2) d'une structure fédérative qui est alimentée également par d'autres flux (3) provenant de capteurs spécifiques du niveau global. La structure fédérative de niveau global dispose de ses propres formats de restitution adaptés à ses destinataires cibles**

## Problématique de l'intégration régionale des systèmes d'information à l'échelle du bassin versant

### *Bref rappel historique de l'Autorité du bassin du Niger (ABN)*

L'Autorité du bassin du Niger (ABN) est l'une des plus anciennes organisations intergouvernementales africaines si l'on fait remonter sa création au 25 novembre 1964 à Niamey (République du Niger) sous sa forme originale qui était la Commission du fleuve Niger. Celle-ci a fonctionné pendant 17 ans et ses résultats ont été jugés insuffisants. Les États membres ont donc décidé, le 21 novembre 1980 à Faranah (République de Guinée), de la remplacer par une nouvelle organisation : l'Autorité du bassin du Niger, héritière de tous les avoirs et assumant toutes les obligations de la Commission du fleuve Niger. L'ABN regroupe neuf États membres : Bénin, Burkina-Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria, et Tchad. Son siège est à Niamey en République du Niger.

### ***But et objectifs de l'ABN***

Le but de l'ABN est de promouvoir la coopération entre les pays membres et d'assurer un développement intégré du bassin du Niger dans les domaines de l'énergie, de l'hydraulique, de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche et de la pisciculture, de la sylviculture et de l'exploitation forestière, des transports et communications, et de l'industrie.

Pour atteindre cet objectif, l'ABN est chargée entre autres choses :

- d'harmoniser et de coordonner les politiques nationales de mise en valeur des ressources en eau du bassin du Niger ;
- de participer à la planification du développement par l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de développement intégré du bassin ;
- de promouvoir et de participer à la conception et à l'exploitation des ouvrages et des projets d'intérêt commun.

### ***Acquis de l'ABN***

Pendant 17 années, la Commission du fleuve Niger a mené d'importantes études de base devant concourir à l'élaboration d'un plan de développement intégré du bassin du Niger. La création de l'ABN a accéléré l'initiation et la mise en œuvre de plusieurs autres études. Parmi les études et travaux les plus importants de par leurs impacts sur les activités futures réalisés sous l'égide de l'ABN dans le passé, on retiendra :

- la création d'un centre de documentation et d'information mis en place depuis 1971 et la constitution d'un important fonds documentaire de plus de 7 000 documents ;
- la mise en place du centre interétatique de prévisions hydrologiques et la modélisation du fleuve Niger (Hydroniger) avec un réseau de collecte de données par satellite comprenant 65 plates-formes de collecte de données et des stations de réception directe ;
- la mise en œuvre du projet de lutte contre la désertification (1985-2001) qui a permis de rassembler les éléments concernant la progression de la désertification, de définir les méthodes pour y faire face et de tester des techniques sur les méthodes culturelles et la gestion des ressources naturelles en vue d'un développement durable.

### ***Évolution récente de la situation de l'ABN***

De 1984 à 1997 l'ABN a connu une situation de crise financière et institutionnelle qui a duré plus d'une décennie et a compromis gravement l'évolution de l'institution sous-régionale.

Depuis 1998, l'ABN connaît un élan nouveau, marqué par le fonctionnement régulier de ses organes et la reprise des activités techniques. En témoignent notamment les actions de redynamisation comme le paiement régulier des contributions, la tenue régulière de Conseils des ministres et de sommets des chefs d'État et de gouvernement depuis 1998. Récemment, à Paris, s'est tenue, du 26 au 27 avril 2004, une conférence des chefs d'État et de Gouvernement sur le partenariat international pour le bassin du

le fleuve Niger qui a adopté et ratifié la Déclaration de Paris sur les principes de gestion et de bonne gouvernance pour un développement durable et partagé du bassin du Niger engageant les États membres, notamment, à élaborer et à mettre en œuvre la Vision Partagée.

Le processus de Vision Partagée découle donc d'une décision politique des pays membres du bassin du Niger d'unir leurs efforts pour répondre aux multiples défis de développements du bassin. Ce processus politique doit être itératif avec une analyse technique qui inventorie, analyse et récapitule les opportunités existantes pour les inscrire dans le cadre logique du Plan d'action de développement durable du bassin (PADD).

Suite à l'étude sur l'audit institutionnel et organisationnel de l'ABN, les représentants de ses neuf pays membres, réunis en session extraordinaire de Conseil des Ministres en janvier 2004 à Yaoundé (Cameroun), ont réaffirmé leur adhésion au mandat de l'Autorité du Bassin du Niger centré sur la Vision Partagée et le programme d'action qui en résultera. Ils ont adopté les réformes organisationnelles et institutionnelles (mise en œuvre du nouvel organigramme du secrétariat exécutif de l'ABN et renforcement des structures focales nationales) et confirmé ainsi leur engagement réel à veiller à leurs applications dans les meilleurs délais. Cet effort permet assurément au personnel de l'ABN de contribuer à une organisation de bassin renforcée et efficace, et leur donne les moyens de préparer et de mettre en œuvre le processus du PADD qui a été convenu.

### *Les systèmes d'information au niveau régional*

Les systèmes d'information au niveau régional de l'ABN reposent principalement sur :

- le centre de documentation et d'information qui conserve les archives et les documents d'études ;
- le centre inter-États de prévision hydrologique du programme Hydroniger qui rassemble et traite les données hydrologiques en provenance des pays puis les conserve dans les banques de données qui seront valorisées par la suite dans un système d'information géographique ;
- les grands programmes et projets transfrontaliers de lutte contre la dégradation de l'environnement qui comportent des composantes gestion de données et informations environnementales et socioéconomiques.

#### ***Modernisation de la documentation et renforcement des actions d'information de la Direction de la documentation et de l'information (DDI) de l'ABN***

##### *Importance de la documentation et de l'information dans les activités de l'ABN*

La mise en valeur et la gestion intégrée des ressources en eau du bassin du Niger doivent s'appuyer sur une bonne connaissance des autres ressources naturelles, des besoins des populations et des caractéristiques et contraintes des secteurs économiques.

Recouvrant d'importants domaines d'activités et de secteurs de compétence, l'information utile à cette connaissance est multiforme et multisectorielle. Cependant,

elle est dispersée dans l'espace entre les diverses institutions ou États et donc difficilement disponible aux usagers. Les systèmes d'information sont à moderniser : banques de données, centre de documentation et système d'information géographique.

Le développement d'actions concertées entre les différents pays de l'ABN passe nécessairement par l'échange d'informations, c'est-à-dire la constitution d'une base documentaire transnationale virtuelle sur la gestion des ressources du bassin.

Au cours des trois dernières années, dans le cadre de la modernisation du centre de documentation, des progrès considérables ont été réalisés en terme d'extension de locaux, de recrutement de professionnels, d'acquisition d'équipements informatiques et de nouvelles technologies de l'information et de communication. Les bases de données fonctionnent bien. Les produits et services se sont diversifiés notamment en ce qui concerne les films documentaires, le bulletin d'information, la bibliographie, la création et la maintenance du site web, l'organisation de conférences, etc. Toutes ces activités visent à améliorer les travaux quotidiens de l'ABN et à faire connaître l'institution et ses activités notamment dans les pays membres.

En dépit des efforts faits, il reste, dans les pays membres, que :

- rarement le point focal ABN (cellule nationale ABN) dispose d'un minimum de documents relatifs au bassin ou a les moyens de collecter, de traiter et de stocker de tels documents ;
- les produits de la Direction de la documentation et de l'information notamment le bulletin ABN-Info sont peu diffusés et peu connus des acteurs locaux ;
- des acteurs essentiels du développement du bassin du Niger, tels que des responsables de services nationaux de l'agriculture, de l'élevage ou de l'environnement connaissent très peu ou très mal l'ABN et ses activités.

*Mise en place d'un programme d'accès à la documentation  
et de sensibilisation des acteurs*

Le constat ci-dessus souligne la nécessité de parfaire la modernisation de la DDI et de renforcer ses actions d'information et de sensibilisation en direction des principaux acteurs du développement du bassin du Niger.

L'objectif pour la DDI vise, d'une part, à créer un réseau documentaire « ABN-NET » et, d'autre part, à initier une action d'information et de sensibilisation dans les pays membres.

L'objectif global est de donner plus d'efficacité, à l'échelle des pays membres, aux efforts fournis ces dernières années en vue de moderniser la DDI et de renforcer ses activités d'information et de sensibilisation au profit de l'ABN et de ses actions dans le Bassin.

L'objectif spécifique n°1 est la mise en place d'un réseau de documentation ABN-NET ; l'objectif spécifique n°2 est la conduite d'une campagne d'information et de sensibilisation en direction des principaux acteurs nationaux du développement du Bassin.

*1 - Résultats attendus dans le cadre de l'objectif spécifique n°1*

- Neuf cadres spécialisés en documentation sur réseau sont formés et sont compétents pour gérer convenablement leur Centre de documentation relais national (CDRN) dans le cadre de l'ABN-Net ;
- Les méthodes de traitement de l'information et les logiciels de gestion des CDRN participant à l'ABN-Net sont standardisés et/ou harmonisés ;
- Un accord est établi sur les ouvrages de référence en français et en anglais et sur les revues devant alimenter les fonds documentaires du réseau ABN-Net ;
- L'échange de documents et leur transfert entre centres se font sans difficulté et s'intensifient de jour en jour.

*2 - Résultats attendus dans le cadre de l'objectif spécifique n°2*

- Des méthodes et outils spécifiques d'information et de sensibilisation sont mis au point et portent sur l'ABN et son rôle dans le développement du bassin ;
- Une campagne d'information et de sensibilisation a été organisée au moins une fois dans chacun des cinq pays situés sur l'axe principal du fleuve (Guinée, Mali, Niger, Bénin et Nigeria) ;
- La campagne a touché de façon spécifique les principaux acteurs du développement du bassin, que ces acteurs soient du domaine public, du privé ou de la société civile ou, plus particulièrement, des acteurs des secteurs de l'énergie, de l'agriculture, de l'élevage, de la pêche, de la navigation fluviale et de l'environnement.

### *Modernisation et renforcement du programme Hydroniger*

Le programme Hydroniger comprenant les activités du Centre inter-États de prévisions hydrologiques (CIP) et celles des Centres nationaux de prévisions hydrologiques (CNP) est le premier outil de l'ABN et des États membres pour la connaissance des ressources en eau du bassin. Des efforts ont été déployés pour améliorer le système d'acquisition, de traitement et de diffusion des données. Cependant, il reste beaucoup à faire pour le renouvellement de tout le réseau hydrologique et le renforcement des CNP et du CIP en termes d'équipement roulant, d'informatique, de matériel de jaugeage, de formation, d'appui en fonctionnement et d'activités de prévisions.

La modernisation et le renforcement du programme Hydroniger au cours de la période 2003-05 visent d'une part à réhabiliter Hydroniger dans ses actions passées mais également à étendre ses activités au suivi et à l'évaluation des ressources en eau souterraine.

À cet effet, les objectifs spécifiques sont recherchés.

- 1 - Établir un réseau de systèmes nationaux d'observations hydrologiques chargé de fournir des informations de qualité, y compris les informations sur la qualité de l'eau, transmises vers des bases de données des États membres et du CIP par l'intermédiaire du système mondial de télécommunication de l'OMM.
- 2 - Renforcer les capacités techniques et institutionnelles des services nationaux.

- 3 - Promouvoir et faciliter la diffusion et l'utilisation d'informations élaborées et de produits adaptés relatifs à la gestion des ressources en eau.

Un 4<sup>ème</sup> objectif devra être le renforcement du CIP et des CNP dans la mise en œuvre de la prévision des crues, notamment par la formation de cadres pour l'exploitation et l'évaluation du modèle en vue de son amélioration.

Les principaux résultats attendus sont :

- un système moderne et performant d'observations hydrologiques et de transmission en temps réel des données ;
- un système de prévision hydrologique de crues (basses et hautes) fonctionnel ;
- un système de valorisation de produits hydrologiques satisfaisants en particulier pour les usagers du bassin du Niger ;
- un centre régional compétent pour apporter sa contribution au processus de planification du développement du bassin du Niger.

***Remise en fonction du modèle mathématique du fleuve et choix d'un modèle adapté aux besoins de l'ABN***

La multiplication des grandes infrastructures sur le fleuve et ses affluents et l'impact qu'elles ont sur le régime hydrologique du fleuve soulignent l'urgence d'avoir un modèle de simulation par lequel l'ABN et les États membres pourraient simuler, en avance, les impacts des ouvrages les uns sur les autres et prendre, quand c'est nécessaire, les mesures rectificatives appropriées.

En ce qui concerne le modèle Sogreah, construit dans les années 1980 et transféré à l'ABN en 1997, on note, d'une part, qu'il ne porte que sur une portion du fleuve (Sélingué-Markala et Tombouctou-Malanville) et que, d'autre part, certaines de ses données de base, notamment les caractéristiques physiques du lit, ne sont plus d'actualité.

Ainsi, l'élaboration d'un modèle de simulation du fleuve Niger adapté aux besoins de l'ABN et de ses pays membres doit envisager deux hypothèses :

- évaluer le modèle Sogreah actuel et, en cas de satisfaction, envisager de le réactualiser sur les tronçons déjà concernés et de l'étendre au reste du fleuve ainsi qu'à la Bénoué ;
- évaluer le modèle Sogreah actuel et, en cas de non satisfaction, définir les termes de référence d'un modèle qui pourrait convenir à l'ensemble du fleuve Niger y compris le cours de la Bénoué de Lagdo à Lokoja.

## *Programme de lutte contre l'ensablement dans le bassin du fleuve Niger (2004-08)*

### **Justification**

Le programme de protection contre l'érosion hydrique et de lutte contre l'ensablement du bassin du fleuve Niger constitue une réponse à un des graves problèmes qui se pose en matière de protection et de développement durable des ressources du bassin du Niger : les processus d'érosion hydrique et d'ensablement touchent l'ensemble du bassin à des degrés divers. Ils sont cependant particulièrement intenses au niveau du triangle sahélo-saharien qui comprend la boucle du Niger au Mali, le nord-est du bassin au Burkina et la rive droite du fleuve au Niger en amont de Niamey. Le programme s'inscrit dans les priorités nationales en matière de lutte contre la désertification et de gestion durable des ressources naturelles. Il répond également à la volonté affirmée par les États membres de l'ABN de tout mettre en œuvre pour la sauvegarde du fleuve Niger.

### **Objectif et composantes du programme**

L'objectif sectoriel est de restaurer/préserver les écosystèmes naturels, les ressources en eau et sol et de valoriser le potentiel agro-sylvo-pastoral du bassin du fleuve Niger. L'objectif du programme est de ralentir le processus d'ensablement du bassin et de renforcer les capacités institutionnelles régionales, nationales et locales en vue d'une gestion concertée et durable des ressources en eau partagées.

Le programme comprend trois grandes composantes :

- une composante transversale visant le renforcement institutionnel des structures de l'ABN aux niveaux national et régional (composante d'appui institutionnel) ;
- une composante d'investissement au niveau national (Mali, Burkina et Niger) visant la mise en œuvre de programmes d'actions concrètes au niveau de la zone du bassin la plus sensible du point de vue de l'ensablement ;
- et une composante de gestion et de coordination des activités.

La composante transversale d'appui institutionnel qui concerne l'ABN en tant qu'institution régionale et les neuf États membres (à travers les points focaux) a pour objet de renforcer les capacités de conception, de coordination et de suivi-évaluation de programmes ou de projets visant la protection contre l'érosion et l'ensablement et, d'une manière générale, la gestion durable des ressources du bassin. Cet appui prendra en compte et renforcera les appuis d'autres partenaires déjà existants.

### **Renforcement institutionnel de l'ABN**

La composante institutionnelle comportera les cinq sous-composantes suivantes :

- élaboration d'une stratégie régionale de protection contre l'érosion hydrique et de lutte contre l'ensablement à l'échelle du bassin ;
- renforcement des capacités des structures nationales et régionales de l'ABN en matière de conception, de coordination et de suivi, à travers la formation, le

recyclage des cadres et des techniciens et des ateliers thématiques et d'échange d'expériences ;

- mise en place d'un réseau de recherche-développement (base de données dynamique, système d'information géographique) ;
- capitalisation et diffusion à large échelle des acquis techniques et élaboration d'une stratégie de communication et de sensibilisation ;
- et mise en place d'une Unité de gestion et de coordination du programme (UGCP) basée au siège de l'ABN.

#### ***Actions de protection et de lutte contre l'ensablement***

Chaque sous-programme au niveau national (Mali, Burkina, Niger) comportera des actions visant à la protection de l'environnement, des activités incitatives de production et le renforcement des capacités locales et régionales en matière de lutte contre l'ensablement :

- mise en œuvre de programmes d'action de fixation de dunes (3 000 ha au Niger et au Burkina et 5 000 ha au Mali), de protection des berges, de correction de ravins/koris, de plantation, de récupération des terres à des fins agro-sylvo-pastorales et d'aménagement de bassin versant (2 000 ha en bordure du fleuve au Mali, 4 000 ha de glacis au Burkina et 8 000 ha de bassin versant au Niger) ;
- renforcement des capacités d'intervention techniques, organisationnelles et financières des populations locales en vue d'assurer une bonne appropriation et pérennisation des divers travaux d'aménagement et l'amélioration des conditions de vie et de revenus des populations locales ;
- mise en place d'un système de suivi/évaluation aux différents niveaux.

Il est prévu, au niveau de chaque sous-composante nationale, la mise en place de mécanismes de surveillance et de suivi environnemental sur la base de critères et d'indicateurs d'impact préalablement définis dont la mesure permettra de rendre compte de l'impact réel des diverses activités du projet sur les ressources du bassin. Pour une meilleure prise en compte des préoccupations environnementales et de la durabilité des actions, il sera procédé à :

- la préparation systématique d'un plan de gestion environnementale et sociale (PGES) ;
- la création et mise en œuvre d'un cadre de concertation intersectoriel pour la surveillance et le suivi environnemental ;
- la mise à contribution de centres de recherche, d'ONG et d'associations pour la surveillance et le suivi.

Un programme d'atténuation sera élaboré afin de réduire les impacts négatifs potentiels identifiés dans le cadre de l'évaluation environnementale. Cette démarche qui sera essentiellement centrée sur le suivi et l'optimisation des impacts positifs et de la durabilité des actions sera intégrée au cycle du projet.

Le programme de première phase est prévu pour une durée de cinq ans à compter de 2004, mais devrait avoir une durée d'au moins dix ans pour tenir compte de



l'ampleur du processus d'ensablement, de sa complexité et de la nécessité d'inscrire des actions de protection à moyen terme.

Les coûts du programme ont été estimés dans le rapport de préparation à 17,5 milliards de Fcfa. Sur ce total, l'appui institutionnel représente 19,7 %. Les trois composantes de terrain qui visent des travaux d'aménagement et de lutte contre les processus d'érosion éolienne et hydrique représentent respectivement 34,4 % pour le Mali (6 milliards de Fcfa), 23,5 % pour le Niger (4 milliards de Fcfa) et 22,4 % pour le Burkina-Faso (4 milliards de Fcfa).

***Projet pour l'inversion de la tendance à la dégradation des terres et des eaux  
(Projet FEM/ABN, 2004-08)***

L'objectif du projet FEM/ABN est de soutenir les pays membres dans leur volonté d'œuvrer ensemble pour assurer le développement et la gestion durables des terres et des ressources en eau du bassin, y compris la protection de son unique environnement de terres sèches et sa biodiversité.

Le projet FEM s'inscrit dans le cadre de la composante environnementale de la Vision Partagée et s'intéresse aux aspects de la gestion du bassin du fleuve Niger sur les terres et les eaux en se concentrant principalement sur le renforcement des capacités, la gestion des données et l'implication des acteurs dans l'inversion de la dégradation des terres et des eaux.

Le projet FEM est conçu pour traiter les questions transfrontalières, améliorer la gestion des ressources foncières et hydrauliques et renforcer les capacités. Ce projet sera mené en collaboration avec d'autres initiatives internes et externes au bassin du Niger, complétant le travail plus large sur les eaux internationales que les neuf pays du bassin entreprennent actuellement avec l'aide de la Banque Mondiale. À cette fin, le projet FEM est axé sur l'amélioration de la gestion des ressources écologiques du bassin. Le projet doit durer cinq ans, en une seule phase, avec un financement de 13 millions d'USD (financement du FEM). Mis en œuvre conjointement par le PNUD et la Banque Mondiale, il est réparti sur six volets.

Volet 1 : développement institutionnel (3.5 millions de USD gérés par la Banque Mondiale). L'objectif de ce volet est d'augmenter la capacité institutionnelle régionale, nationale et locale dans les neuf pays du bassin pour permettre une gestion durable et l'exécution des projets régionaux dans le bassin.

Volet 2 : renforcement des capacités et sensibilisation du public (1,62 millions de USD gérés par le PNUD). Les actions de cette composante sont conçues pour sensibiliser les communautés cibles à l'environnement et pour renforcer les capacités en matière de gestion de l'environnement aux niveaux local, national et régional.

Volet 3 : gestion des données (1,14 millions de USD gérés par la Banque Mondiale). Cette composante viendra en complément du travail sur les données hydrologiques et environnementales actuellement en cours dans les pays du bassin. Il s'agira d'évaluer la situation quant aux données existantes du bassin dans les domaines hydrologique, environnemental et socioéconomique et de déterminer les modalités

institutionnelles requises pour leur collecte, leur partage et leur diffusion à l'intention des décideurs.

Volet 4 : forum régional (0,38 million de USD gérés par la Banque Mondiale). Cette composante facilitera le partage des enseignements à partir d'expériences de bonnes pratiques dans d'autres projets régionaux d'Afrique subsaharienne et renforcera les relations avec les réseaux panafricains et internationaux d'organisations de bassin.

Volet 5 : projets pilotes de démonstration et de micro-subventions (5,0 millions de USD gérés par le PNUD). Cette composante vise à aider les communautés à résoudre les problèmes environnementaux par la réalisation de neuf projets pilotes prioritaires à but de démonstration et à soutenir, à travers des micro-subventions, une série d'interventions communautaires pour favoriser l'adoption immédiate sur le terrain de bonnes pratiques de gestion des terres et des eaux.

Volet 6 : préparation de l'ADT et du PAS (1,36 million de USD gérés par la Banque Mondiale). Les activités de cette composante permettront la finalisation de l'Analyse Diagnostique Transfrontalière (ADT) préliminaire. Sur la base du processus élargi d'identification des priorités, les pays élaboreront un Plan d'Action Stratégique (PAS) qui mettra l'accent sur les problèmes relatifs aux terres et aux ressources en eau et complètera le Plan d'Action de Développement Durable multisectoriel de la Vision Partagée.

## Et dans un monde idéal...

Sur le principe, il faut partir d'une ambition qui est la capacité à co-construire des connaissances à partir d'une offre variée et multiple de données et d'informations. À ce titre, la conception de systèmes d'information environnementaux est la véritable réponse à ce besoin global qui intègre données, informations et connaissances ainsi que leurs interactions dans un même système structuré qui devient une base de connaissances et le moyen d'en transférer les éléments vers des projets et des programmes opérationnels. Ce point est néanmoins à traiter avec précaution car, s'il est évident qu'un SIE est une nécessité pour fonder des projets opérationnels intégrés, rien ne laisse supposer – hors d'une volonté politique fortement exprimée et souvent ré-exprimée – que l'existence de ce SIE suffit à générer ces projets de gestion intégrés. Il est sans doute plus prioritaire de (re)définir une mission collective (au sens régional de tous les pays concernés par le bassin du fleuve Niger) à une structure de bassin (de type ABN ou similaire) et d'en garantir les moyens que de se lancer dans la construction ou la consolidation (car de nombreuses composantes existent) d'un outil global pertinent sur le plan scientifique et technique mais vide de sens sur le plan institutionnel et politique.

Par ailleurs, le partage des données/informations/modèles n'étant pas la chose la plus naturelle du monde, il faut veiller à se doter d'une doctrine globale, collectivement acceptée, qui rende possible l'ensemble des éléments techniques nécessaires, dont ceux intéressés par le partage des informations. Ce point n'est pas du ressort d'une expertise scientifique et technique : il relève d'une décision institutionnelle. Pour autant, le rôle des scientifiques est d'informer sur l'état de l'art en la matière qui évolue en tenant compte de ces réalités. Il faut donc prendre acte d'une nouvelle « doctrine » qui est en train de s'installer dans la communauté scientifique et qui est basée sur l'offre d'informations (je dispose d'informations, je les offre *a priori* sur le média le plus adapté et je recherche, avec des partenaires, comment co-construire des connaissances et des projets opérationnels à partir de cette offre). Ceci remplace la « doctrine » précédente basée sur la demande (je dispose d'un modèle et je recherche des données et des informations pour le valider et l'exprimer). Ces deux « doctrines » vont, bien entendu, continuer à cohabiter pendant un certain temps, en particulier parce que l'ensemble des problèmes liés à la propriété intellectuelle et commerciale des données, des informations et des modèles n'est pas réglé de manière consistante, mais le « raisonnement par l'offre » semble globalement l'emporter sur le « raisonnement par la demande ».

L'ambition que l'institution en charge de la gestion du fleuve Niger pourrait porter dans ce débat très actuel à propos de la constitution (et même de la conception) des systèmes d'information environnementaux consisterait à contribuer à transformer les diverses bases de données thématiques disponibles sectoriellement, ou en voie de construction, en un système d'information environnemental. Cette ambition, pour réussir et donc pour devenir une mission opérationnelle, doit s'exprimer à deux niveaux différents et complémentaires.

- Niveau 1 : il s'agit de continuer à se doter, thématiquement et sectoriellement (pour les offrir ensuite à l'échelon global), de capacités d'abord méthodologiques puis opérationnelles à produire de la valeur ajoutée à partir d'informations environnementales thématiques « brutes », en utilisant et en développant les modèles habituels ainsi que les modèles raisonnablement envisageables dans un futur proche pour traiter ces données, informations et connaissances. Ceci ne peut se réaliser qu'en intégrant directement les modèles disponibles aux systèmes de gestion des données (SGBD) eux-mêmes pour réaliser des chaînes complètes de valeur ajoutée (acquisition, structuration, contrôle, stockage et préservation des données/informations, puis traitement et modélisation) pour produire, finalement, une valeur ajoutée technique et opérationnelle, ceci pour une thématique donnée. On peut résumer cette action par la volonté de passer de manière systématique des données aux modèles. Cette première étape est toujours facilitée par une capacité « d'adossement » à certains producteurs de données qui ne gèrent que des données « brutes » sans leur ajouter une production technique directement transférable à la communauté de l'ingénierie technique. Le traitement de ce point devrait être facilité pour le fleuve Niger dans la mesure où les services techniques « thématiques et sectoriels » sont, le plus souvent, en charge de l'acquisition des données de base qu'ils élaborent ensuite sous différentes formes.

Cette première action, qui reste de nature thématique et sectorielle, est indispensable. Elle passe aussi par des projets identifiés au niveau opérationnel qui utilisent à plein les coopérations locales/nationales et régionales diversifiées déjà existantes, ceci, outre le bénéfice direct des projets en question, permettant de construire cette « doctrine » collective dans le domaine des systèmes d'information environnementaux à usage de gestion intégrée.

- Niveau 2 : il s'agit de concevoir et de mettre en œuvre un grand projet technique et opérationnel qui consiste à capitaliser sur cette capacité à structurer des systèmes d'information environnementaux thématiques et sectoriels en structurant à l'échelle régionale, au sein de l'institution collective de gestion, un SIE global mobilisant la totalité des données, informations et modèles thématiques et sectoriels disponibles. Ce projet est bien plus ambitieux sur le plan technique, opérationnel et institutionnel car il consiste à mobiliser systématiquement les capacités de pluridisciplinarité dans la connaissance du fonctionnement des milieux naturels et anthropisés du bassin versant du fleuve Niger. Il s'agit précisément de concevoir et de construire les adaptateurs et les médiateurs nécessaires entre les bases de données et les modèles spécifiques thématiques, ceci pour constituer un vaste système d'information environnemental réparti pluri-thématique qui donnera accès à l'ensemble des informations.

Il ne s'agit pas d'être naïf et de proposer une ambition démesurée dont la probabilité d'être réalisée de manière opérationnelle est faible. Cinq éléments distincts sont fondamentaux pour arriver à traduire cette ambition en structure opérationnelle.

- Le besoin d'une institution collectivement affirmée où ré-affirmée comme prenant en charge, à l'échelle régionale, la gestion intégrée du bassin du fleuve Niger. Il est inutile de revenir sur ce point clé qui conditionne l'ensemble des

dispositifs que l'on peut imaginer, y compris l'aide internationale aux différents projets techniques sectoriels.

- L'état de l'art en matière d'équipement informatique et de logiciels spécialisés en matière de gestion des données et de tous types d'information 4D (spatialisée et datée). Sans affirmer tout à fait la banalisation de tels équipements, on peut affirmer que leur mise en œuvre n'est plus un défi scientifique et technique permanent mais relève plutôt d'une conduite de projet, certes complexe, mais assez bien maîtrisée dès lors que les ressources qu'on lui affecte sont suffisantes et pérennes. L'élément essentiel de ces ressources est celui des ressources humaines dont la qualification doit être adaptée aux enjeux techniques mais aussi politiques. Le fonctionnement déjà observé des services et des directions techniques nationaux doit fournir un vivier de compétences *ad hoc* et maintenir un lien opérationnel entre l'institution globale et les services thématiques et sectoriels. Rien n'empêche par ailleurs de se procurer des compétences pointues en matière de gestion sophistiquée de l'information, si besoin, sur le marché international, dès lors que le projet est soutenu financièrement par la communauté internationale. Un projet de SIE, même à l'échelle régionale, ne présente pas le caractère ultime de difficulté que l'on connaissait il y a quelques années ; ceci d'autant que la véritable difficulté technique, celle de l'intégration au sein d'un même système de données, informations et modèles, peut se réaliser progressivement sans remettre en cause l'ambition ni la finalité ultime du système dédié à l'aide à la décision en gestion intégrée à l'échelle régionale.
- Cet état de l'art en matière de gestion de l'information a produit également des outils capables de soutenir une doctrine du partage et de l'échange des données/informations/modèles. Là encore ne soyons pas naïfs, la question du partage des informations reste une question centrale, parce qu'elle est plus culturelle que technique. Il est difficile, pour un service opérationnel en charge de l'acquisition de données/informations, de partager sa production, voire de la transmettre à une autre institution. Le problème est d'ailleurs le même en ce qui concerne les structures de recherche qui, en la matière, ne font pas preuve de beaucoup d'ouverture d'esprit, quoi qu'elles en disent. Cette difficulté doit être affrontée et il existe des moyens techniques, non pas de la résoudre, mais d'en faciliter la mise en œuvre. Par exemple, on peut imaginer le mode de fonctionnement suivant : la constitution d'un SIE global n'implique pas forcément qu'on implémente un système central unique, ni même une base de données réparties au sens habituel du terme. Il est possible (ce modèle est opérationnel et implémenté par une *startup* de l'Institut national (français) de recherche en informatique et en automatique, INRIA) de créer un réseau virtuel (au sens où il ne dispose pas de fonction de stockage intégrée autonome des informations sur lequel chaque service ou institution concerné(e) « poste », selon une charte à définir et à faire évoluer progressivement, la quantité et le type d'information qu'il souhaite). Chacun des contributeurs a accès à la totalité des informations circulant sur le réseau virtuel auquel il connecte son propre système d'information qu'il continue à gérer et à faire progresser par l'intermédiaire d'un adaptateur (chaque SGBD dispose de son adaptateur) et d'un médiateur qui gère l'envoi et la réception des informations circulant (en XML exclusivement) sur le réseau virtuel. L'expérience montre que ce modèle est opérationnel et culturellement acceptable pour la majorité des acteurs. Il permet aussi de mettre progressivement en place un SIE partagé (et non pas réparti) dont le niveau

d'intégration peut aller croissant sans remettre en cause la gestion thématique sectorielle initiale, sauf à la demande des intéressés eux-mêmes.

- Les communications, et en particulier les télécommunications, sont un élément technique clé dans la mise en place d'un système global intégré. Ce point est une évidence et il prend tout son sens dans le contexte technologique moins favorisé que l'on trouve sur le bassin du fleuve Niger. Il est évident qu'un système global alimenté de manière sporadique et diffusant des informations également de manière sporadique aura du mal à concrétiser l'ambition initiale. Ce point est à traiter avec une attention particulière et à l'échelle régionale.
- La production d'un système global doit être à la hauteur des efforts consentis et des ressources investies dans sa mise en place. C'est une évidence : le besoin d'aide à la décision en gestion intégrée se place à un haut niveau et doit être traité en tant que tel. Pour autant, il ne faut pas négliger une production et une diffusion de masse traitant à terme régulier, par exemple mensuel, une information banalisée à destination de tous ou du plus grand nombre possible. En effet, un des moyens les plus efficaces de rendre accessible l'institution globale de bassin et que le plus grand nombre s'en approprie les missions, est qu'elle assure un service banalisé (en termes de type d'informations diffusées) et régulier. Par exemple, un simple bulletin mensuel de moyenne de pluie tombée, de mini-maxi de débit du fleuve en divers points d'intérêt, de tirants d'eau en relations avec la navigabilité,... peut devenir rapidement un outil de cohésion et de co-construction concret ainsi qu'une mission d'enjeu technique faible, mais dont le caractère régulier et obligatoire (mais supportable) renforcera la qualité opérationnelle du service rendu. On trouvera, en annexe, un exemple d'un tel bulletin diffusé par l'Office de l'eau de la Réunion qui présente toutes les caractéristiques requises (simplicité des informations et diffusion au plus grand nombre - <http://www.ore-oi.org>). Le mode de diffusion d'un tel bulletin qui peut avoir un support « papier » très simple doit exploiter toutes les possibilités et les langues locales, par affichage administratif banalisé par exemple.

Ces cinq points n'ont que l'ambition de structurer un débat et une démarche la plus opérationnelle possible. Il semble acquis, par expérience, que les questionnements contenus dans ces points doivent être traités en priorité comme un gage, mais non comme une garantie absolue, de succès.