



ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE SENEGAL OMVS

Projet FEM/Bassin du Fleuve Sénégal

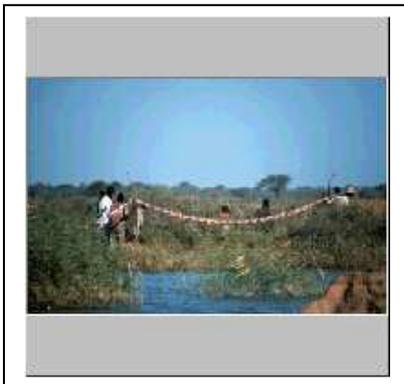
Composante 3

-----0000000000000-----

Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière du Bassin du Fleuve Sénégal

.....

Synthèse Régionale



0000000

*Rapport version
Publication*



Date : juin 2007

SIGLES ET ACRONYMES

ACDI : Agence Canadienne de Développement Internationale
ADT : Analyse Diagnostic Environnementale Transfrontalière
AET : Analyse Environnementale Transfrontalière
AGCD : Administration Générale de la Coopération et du Développement
AMFCE : Association Malienne pour la Conservation de la Faune et de l'Environnement
BRP : Bassins Représentatifs Pilotes
CLC : Comité National de Coordination
CMDT : Compagnie Malienne de Développement du Textile
CNC : Comité national de Coordination
CRODT : Centre de Recherche Océanographique Dakar Thiaroye
DNCN : Direction Nationale de la Conservation de la Nature Mali
DNPIA : Direction Nationale des Productions et Industries Animales
DPS : Direction de la Prévision et de la Statistique
DRPIA : Direction Régionale des Productions et Industries Animales
FAO : Food Agriculture Organisation
FEM : Fond pour l'Environnement Mondial
GEF : Global Environmental Facility
GIRMAC : Gestion Intégrée des Ressources Marines et Côtières
IRD : Institut de Recherche pour le développement
MAB : Man and Biosphere
MEATEU : Ministère de l'Équipement, de l'Aménagement du Territoire, de l'Environnement et de l'Urbanisme
NDF : Nordic Development Fund
OMVS : Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal
ONG : Organisation Non Gouvernementale
OPNBB : Opération Aménagement du Parc National de la Boucle du Baoulé et des Réserves Adjacentes
ORSTOM : Office de Recherche Scientifique des Territoires d'Outre Mer
OUA : Organisation pour l'Unité Africaine (actuelle Union Africaine)
PAGIR : Programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles
PAS : Programme d'Action Stratégique
PASIE : Programme d'Atténuation et de Suivi des Impacts sur l'Environnement
PDIAIM : Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie
PDIAM : Projet de Développement rural Intégré à l'Aval du barrage de Manantali
PNOD : Parc National des Oiseaux du Djoudj
PNUD : Programme des Nations Unies pour le Développement
PNUE : Programme des Nations Unies pour l'Environnement
POGR : Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs
PRABV : Programme Régional d'Aménagement des Bassins Versants
PRAI/MFD : Programme Régional d'Aménagement Intégré / Massif du Fouta Djallon
PRCM : Programme Régional Côtier et Marin
PRODESO : Projet de Développement de l'Élevage au Sahel Occidental
PSE : Projet Sectoriel Eau
RBTFDS : Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du Fleuve Sénégal
RIM : République Islamique de Mauritanie
SAED : Société d'Aménagement et d'Exploitation des terres du Delta
SAWEG : Sahelian Wetlands Experts Group

SBDT : Société de Bauxite de Dabola-Tougué
SES : Sédiments En Suspension
SMK : Société Minière aurifère de Kalinko
SOE : Service de l'Observatoire de l'Environnement (OMVS)
SOGED : Société de Gestion et d'Exploitation de Diama
SOGEM : Société de Gestion de l'Electricité de Manantali
UBT : Unité de Bétail Tropical
UCAD : Université Cheikh Anta Diop
UICN: Union Mondiale pour la Nature
UNESCO : Organisation des Nations Unies pour les Sciences et la Culture
USAID : Office de Coopération des USA
VFS : Vallée du Fleuve Sénégal

TABLE DES MATIERES

RESUME ANALYTIQUE.....	3
INTRODUCTION.....	4
1. PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES	6
1.1. Dégradation des terres	6
1.1.1. <i>Déboisement</i>	7
1.1.2. <i>Erosion et ensablement</i>	11
1.1.3. <i>Salinisation des terres et perte de terres agricoles</i>	17
1.1.4. <i>Surpâturage</i>	18
1.1.5. <i>Les feux de brousse</i>	23
1.1.6. <i>Désertification</i>	25
1.2. Disponibilité et qualité des ressources en eau	27
1.2.1. <i>Disponibilité de l'eau dans les aquifères</i>	28
1.2.2. <i>Disponibilité des eaux de surface</i>	29
1.2.3. <i>Qualité de l'eau</i>	30
1.3. Espèces envahissantes	38
1.3.1. <i>Typha australis</i>	39
1.3.2. <i>Salvinia molesta</i>	41
1.3.3. <i>Pistia stratiotes</i>	42
1.3.4. <i>La question de la jacinthe d'eau</i>	42
1.4. Maladies liées à l'eau	44
1.5. Conservation de la diversité biologique	47
1.5.1. <i>Faune ichtyologique</i>	48
1.5.2. <i>Les zones humides</i>	52
2. CLASSEMENT DES PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES..	53
3. OPTIONS DE RÉPONSES AUX PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX	
PRIORITAIRES.....	59

ANNEXE . BIBLIOGRAPHIE

RESUME ANALYTIQUE

Depuis le début des années 1970, le climat de la zone sahélienne et soudanienne (domaines où se situe l'essentiel du bassin du Sénégal) est marqué par des déficits pluviométriques et hydriques chroniques, lesquels ont installé cette zone dans une crise écologique majeure. Cette crise a été amplifiée par la croissance démographique, elle aussi sans précédent, et par l'expansion de superficies cultivées et du cheptel. Tous les bassins fluviaux situés aux mêmes latitudes que le fleuve Sénégal (Bassins de la Gambie, du fleuve Niger, du lac Tchad) font face depuis ces trois dernières décennies à des défis écologiques de grande amplitude. Le déboisement, le surpâturage, l'ensablement, la perte de biodiversité végétale et animale, etc. peuvent se poser avec plus ou moins d'acuité ici et là, mais font partie du décor commun à tous les bassins de la zone, y compris le fleuve Sénégal.

Il s'ajoute à cela que le fleuve Sénégal est, à travers ses aménagements hydroagricoles (et en particulier les grands barrages), l'un des bassins fluviaux sahéliens les plus profondément modifiés du fait de l'intervention humaine. Les investissements de maîtrise de l'eau qui y ont été réalisés ont créé d'autres défis écologiques.

Aujourd'hui, un des plus gros défis pour la mise en valeur des ressources du bassin du Sénégal et la conservation de sa diversité biologique concerne la présence massive d'espèces aquatiques envahissantes (et surtout du Typha). La prolifération des végétaux envahissants a été de toute évidence favorisée par les grands aménagements que constituent les deux grands barrages amont (Manantali) et aval (Diama) et les périmètres irrigués qui ont ensemble changé le régime hydrologique et la qualité des eaux du fleuve. Outre leurs impacts économiques et sociaux immédiats et visibles, les espèces envahissantes affectent la stabilité écologique du bassin du fleuve Sénégal ainsi que les activités productives (agriculture, pêche, élevage) et la santé des populations avec la forte prévalence des maladies hydriques.

Les autres problèmes environnementaux transfrontaliers les plus urgents du bassin du fleuve Sénégal concernent la désertification et les feux de brousse, la dégradation des zones humides et la modification de l'hydrodynamique estuarienne (rapidité et imprévisibilité des évolutions en cours dans l'embouchure du fleuve suite à l'ouverture de la brèche à travers la Langue de Barbarie en 2003). Le déboisement, le surpâturage, l'érosion et l'ensablement (y compris l'érosion des berges), la dégradation de la faune ichtyologique, ainsi que les changements dans la disponibilité des eaux de surface sont des problèmes sérieux qui nécessitent des réponses urgentes. Le bassin fait face aussi à d'autres problèmes environnementaux mais qui sont soit déterminés par d'autres facteurs (maladies hydriques), soit localisés dans leurs manifestations et/ou ne nécessitant pas forcément une solution transfrontalière concernant la qualité des eaux —question qui pourrait prendre de l'ampleur si les mesures de protection ne sont pas prises à temps— comme la salinisation des terres (qui concerne surtout le Delta).

Certains de ces problèmes environnementaux imposent, du fait de leur ampleur, de leurs évolutions et de leurs impacts, que des solutions urgentes leur soient trouvées.

INTRODUCTION

Le fleuve Sénégal est deuxième plus grand fleuve d’Afrique de l’Ouest. Il est long de 1800 km et son bassin couvre une superficie de 300.000 km². Si la pluviométrie moyenne annuelle du bassin est de 550 mm/an, sa partie guinéenne enregistre près 1500 mm/an contre seulement 200-250 mm/an dans la partie septentrionale du bassin. Ce contraste pluviométrique qui caractérise le bassin est quelque peu atténué par le fait que le fleuve transfère chaque année des milliards de m³ d’eaux des régions très arrosées du Haut Bassin vers les régions sahéliennes arides de la vallée et du delta. Ce dispositif particulier explique la grande richesse des milieux biophysiques du bassin ainsi que la grande diversité des systèmes de production des quelques 3,5 millions de personnes qui vivent dans le bassin.

Du fait de l’aridité qui règne sur la majeure partie du bassin, la disponibilité de l’eau (eau de surface et eaux souterraines) et sa distribution dans le temps et dans l’espace jouent un rôle majeur dans l’évolution de l’écosystème fluvial et dans le développement du bassin. Deux pressions majeures se sont exercées ces dernières années sur les ressources en eau du bassin : (a) la variabilité et le changement climatiques ; (b) les barrages. Ces pressions sur les ressources en eau, ajoutées à celles liées à la démographie galopante et aux activités productives diverses, ont eu des répercussions sur l’environnement naturel du bassin et sa diversité écologique.

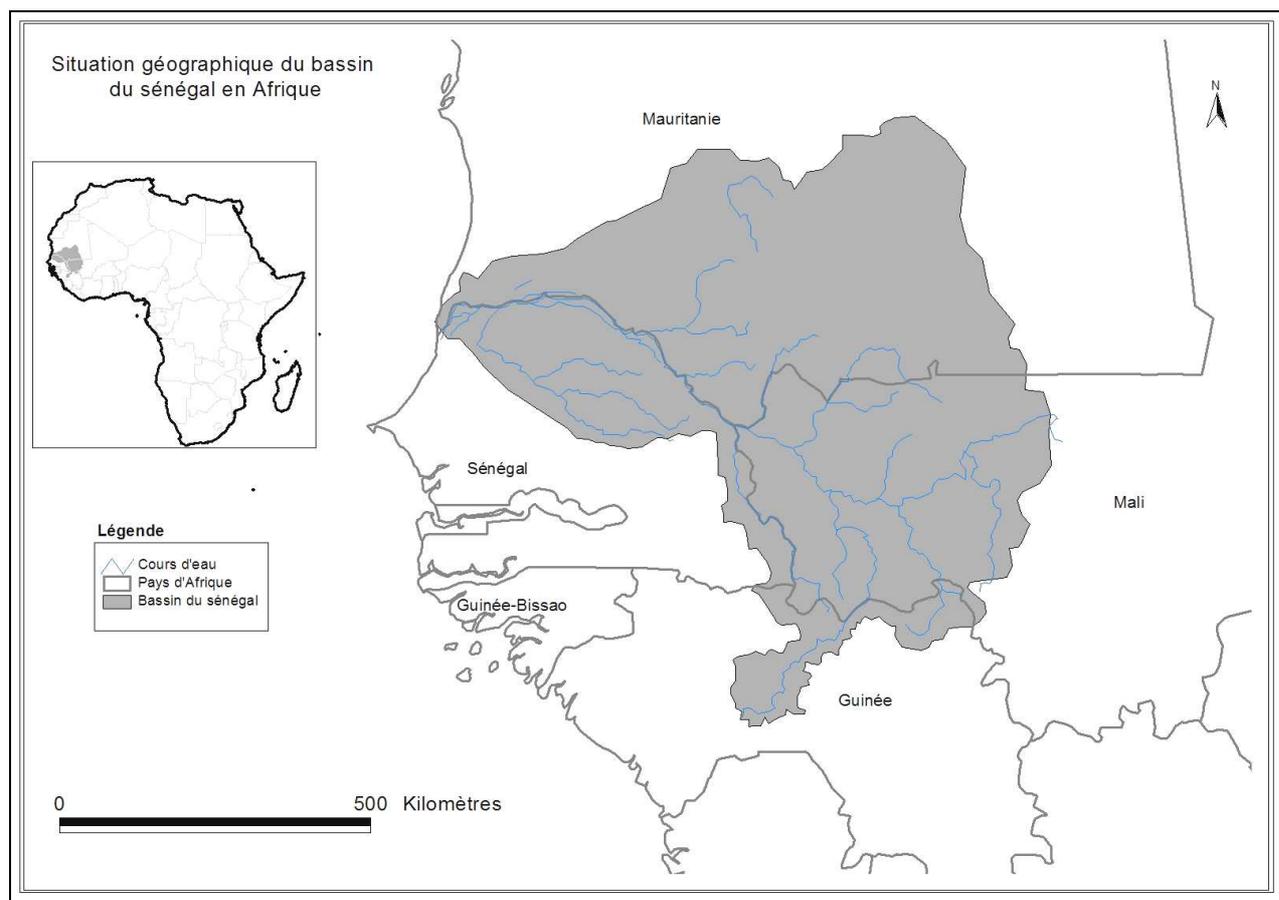


Fig. 1. Situation du bassin du Fleuve Sénégal

Depuis le début des années 1970, le climat de la zone sahélienne et soudanienne (domaines où se trouve l'essentiel du bassin du Sénégal) est marqué par des déficits pluviométriques et hydriques chroniques, lesquels ont installé cette zone tropicale dans une crise écologique majeure. Et cette crise a été amplifiée par la croissance démographique, elle aussi sans précédent, et l'expansion de superficies cultivées et du cheptel. Tous les bassins fluviaux situés aux mêmes latitudes que le fleuve Sénégal (Bassins de la Gambie, du fleuve Niger, du lac Tchad) font face depuis ces trois décennies à des défis écologiques de grande amplitude. Le déboisement, le surpâturage, l'ensablement, la perte de biodiversité végétale et animale, etc. peuvent se poser avec plus ou moins d'acuité ici et là, mais font partie du décor commun à tous les bassins de la zone, y compris le fleuve Sénégal.

Il s'ajoute à cela que le fleuve Sénégal est, à travers ses aménagements hydroagricoles (et en particulier les grands barrages), l'un des bassins fluviaux sahéliens les plus profondément modifiés par l'intervention de l'homme. Et ces investissements de maîtrise de l'eau ont créé d'autres défis écologiques : prolifération de végétaux aquatiques envahissants, augmentation spectaculaire de la prévalence de maladies liées à l'eau.

On constate cependant que l'environnement du bassin du fleuve continue à revêtir une importance écologique critique. Ceci est illustré par l'existence d'un grand nombre de sites écologiques ayant un intérêt national, régional voire international particulier. Certaines de ces sites font l'objet d'une protection spéciale mais d'autres ne le sont pas encore. C'est ainsi que le bassin du fleuve compte 2 sites du Patrimoine Mondial (Djoudj et l'île de Saint-Louis). Par ce statut, le Parc du Djoudj fait partie des 830 sites du patrimoine culturel et naturel du monde reconnus comme ayant une valeur universelle. Le bassin compte aussi 2 Réserves de Biosphère —Réserve de la Boucle du Baoulé et Réserve Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal— qui font donc partie des 480 réserves identifiées dans le monde dans le cadre du Programme Man and Biosphere (MAB) de l'UNESCO pour former un réseau d'échanges sur des approches novatrices qui réconcilient la conservation de l'environnement et le développement. Le bassin du fleuve Sénégal héberge 5 sites inscrits sur la liste des zones humides d'importance internationale (Site Ramsar)¹, tous concentrés dans le Delta du fleuve : Djoudj, Ndiel et Gueubeul sur la rive gauche (soit 3 des 4 sites Ramsar que compte le Sénégal) ; et Diawling et Chat Tboul sur la rive droite (soit 2 des 3 sites Ramsar de la Mauritanie).

Parmi les autres aires protégées (parcs nationaux, réserves de faune) on peut mentionner la Réserve de Faune du Bafing créée pour compenser la perte d'habitats de la faune qu'allait entraîner la mise en eau du réservoir de Manantali et qui constitue actuellement la zone de refuge la plus septentrionale pour des centaines de chimpanzés ; le Lac Magui sur la Kolimbiné qui constitue une zone de forte concentration de bétail composé en bonne partie du cheptel de la Région de Kayes et de troupeaux transhumants venant de la Mauritanie ; la forêt classée de Bakoun dans le haut bassin en Guinée et dont la diversité biologique est telle que beaucoup pensent qu'il satisfait aux critères d'éligibilité comme site Ramsar.

Les lacs naturels (dont le lac de Guiers et le Lac R'kiz) jouent des rôles économiques et écologiques de premier plan, alors que celui des lacs artificiels (retenue de Manantali et retenue de Diama) mérite une plus grande attention, la présence d'une importante faune

¹ Les critères tenus en compte pour l'éligibilité sur la liste Ramsar sont que : (a) le site doit être une zone humide représentatif, rare ou unique ; (b) il doit avoir une importance particulière pour la conservation de la biodiversité (e.g. abriter des animaux et plantes menacés d'extinction ; recevoir une importante population d'oiseaux d'eau ; servir de zone de frayère critique pour la reproduction et la croissance des poissons.

ichtyologue dans leurs eaux étant certainement un indicateur d'une plus grande diversité biologique.

Les menaces qui pèsent sur ces écosystèmes et qui affectent les conditions d'utilisation des ressources du bassin du fleuve sont nombreuses.

1. PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES

La démarche classique de l'ADT² comprend les étapes suivantes : (1) Etape de préparation au cours de laquelle l'Equipe de l'ADT (EADT) collecte et commence à organiser les données ; (2) Etape d'identification et de classement des problèmes environnementaux par ordre de priorité, ceci sur la base généralement de brainstorming au sein de l'EADT ; (3) Etape d'analyse des impacts et conséquences des problèmes transfrontaliers ; (4) Etape de classement final par ordre de priorité ; (5) Analyse de la chaîne causale (se concentrant seulement sur les problèmes prioritaires identifiés à l'étape 4 précédente ; (6) analyse de la gouvernance, c'est-à-dire de l'environnement politique (institutions, textes juridiques, politiques et projets d'investissement affectant les problèmes prioritaires identifiés.

Dans le cadre du processus ADT du bassin du fleuve Sénégal, les étapes (1) à (3) ont été couvertes lors de l'élaboration de l'Analyse Diagnostique Transfrontalière préliminaire (AET) menée dans le cadre de la phase PDF-B du projet GEF-BFS (2001-2002). Ensuite lors de la phase de mise en œuvre de projet (à partir de 2003), des consultants nationaux ont été commis pour conduire des ADT nationales consistant à approfondir l'AET et à valider la matrice des impacts et des actions prioritaires y est proposée. Ces ADT nationales ont été elles-mêmes validées à travers des ateliers nationaux organisés dans chacun des quatre pays du bassin. Les ADT nationales ont plutôt mis l'accent sur l'étape (2) de la démarche classique de l'ADT décrite plus haut, mais ont aussi abordé sous l'angle des différents pays du bassin.

L'objet de l'étape de la synthèse régionale (objet du présent document) est de faire la synthèse de l'AET et les ADT nationales tout en approfondissant la phase (4) avant de couvrir les phases (5) et (6). La synthèse régionale propose aussi des axes d'intervention pour résoudre les problèmes environnementaux prioritaires, balisant ainsi le terrain pour la phase subséquence de formulation du Programme d'Action Stratégique (PAS).

1.1. Dégradation des terres

Dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches (comme c'est le cas pour l'essentiel du bassin du Fleuve Sénégal), la dégradation des terres est définie par la Convention des Nations Unies sur la Désertification comme étant la diminution ou disparition de la productivité biologique ou économique et de la complexité des terres cultivées (culture pluviale comme culture irriguées), des parcours de bétail, des forêts ou des surfaces boisées³.

² GEF/IWLEARN. 2002. The GEF IW TDA/SAP Process: A Proposed Best Practice Approach. Source : <http://www.iwlearn.net/publications/TDA>

³ Cette définition est très proche de celle que la même CCD donne du concept de désertification (dégradation des terres par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines). Ceci ne rend pas aisée la délimitation des contours des problèmes environnementaux prioritaires de « dégradation des terres » et de « désertification » traités séparément dans l'AET et dans les ADT nationales validées.

En d'autres termes, la dégradation des terres traduit la diminution de la capacité des terres à produire de la biomasse.

La dégradation des terres est la conséquence des facteurs suivants : déboisement, surpâturage, érosion. Les effets de ces processus contribuent à la désertification. L'exploitation minière s'accompagne aussi de déboisement et de mobilisation des sols qui favorisent l'érosion.

1.1.1. Déboisement

Le déboisement —réduction du couvert ligneux— est généralisé dans le bassin du fleuve Sénégal.

Le rapport 2005 du Service de l'Observatoire de l'Environnement estime qu'au niveau national, la diminution des surfaces de forêt a été de 800.000 ha au Sénégal entre 1981 et 1990, et qu'au Mali et en Mauritanie, on perd par an 100.000 et 10.000 ha (SOE, 2005).

En Guinée, le taux de déboisement au niveau national a été de 2,08% pour la période 1981-2000. Et bien que les régions de la Guinée forestière et la Guinée maritime subissent les niveaux de dégradation les plus élevés, le Massif du Fouta Djallon subit aussi un déboisement intense.

Le déboisement est général dans toute la partie malienne du bassin, mais est beaucoup plus accentué dans les zones de Kéniéba avec l'orpaillage, aux environs du barrage de Manantali, en aval de Kita avec l'avancée du front cotonnier (4000 ha/an). Les alentours des centres urbains (Kayes, Kita, Kolokani, Kati, etc.) sont aussi fortement déboisés, processus qui s'explique par le besoin de répondre à la forte demande en bois de feu dans ces villes et par l'expansion des terres de culture et de pâture. Enfin la construction de la ligne de haute tension de Manantali (1.500 km) a aussi entraîné un déboisement important le long de son tracé (ADT-Mali)

En Mauritanie l'essentiel des aires boisées se trouve dans le bassin du fleuve Sénégal où on trouve d'importants peuplements d'*Acacia nilotica* (Gonakiers). Ces peuplements qui, en 1969, couvraient 23 444 ha ont nettement régressé et ne concernaient plus que de 20.104 ha en 1976, soit une perte de 14,24% (ADT-RIM) . Et de 1997 à 1999, la perte de la couverture ligneuse a été de 31,69% dans les wilayas situées sur le bassin du Sénégal : Guidimakha, Gorgol, Brakna et Trarza. Dans la wilaya du Trarza, le recul de la couverture ligneuse a été de 70%⁴. Dans cette wilaya, une partie des superficies déboisées abrite des parcelles de culture, et une partie reste vacante et dépourvue de toute végétation. Les forêts résiduelles dans cette wilaya (2.650 ha) se trouvent essentiellement dans les forêts classées et la couverture boisée dans ces dernières est en recul constant. Celle de Gani qui était à 2 200 ha en 1999 ne compte plus qu'environ 720 ha de couverture ligneuse. D'après Le Rapport sur la Mauritanie de l'Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique (FOSA)⁵, les forêts classées situées le long du fleuve et qui comptaient parmi les plus denses de la Mauritanie offrent à présent l'image de «véritables cimetières» d'arbres. L'image de désolation qu'offrent ces forêts

⁴ Ould Taleb, Nema. 1999. Ressources forestières en Mauritanie. FAO – Commission Européenne — Banque Africaine de Développement (BAD). Août).

Source : <http://www.fao.org/DOCREP/004/X6812F/X6812F00.htm#TOC>

⁵ Ould Taleb, Nema. 2001. Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique – Mauritanie. Juillet.

classées a amené le Rapport sur la Mauritanie de l'Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique (FOSA)⁶ à les comparer à de «véritables cimetières» d'arbres alors qu'elles faisaient partie il y a peu des formations ligneuses les plus denses de la Mauritanie.

Dans la wilaya du Brakna, 47,74% des superficies boisées ont été perdues entre 1977 et 1999 et ont été également transformées en terrains de culture ou en zones de production de charbon de bois. Les superficies boisées résiduelles sont estimées à 4370 ha. En ce qui concerne les wilayas du Gorgol et du Guidimakha le taux de déboisement doit aussi être de grande ampleur, surtout que ces deux wilayas constituent depuis les années 1980 (pour le Gorgol) et 1990 (pour le Guidimakha), les grands foyers de production de charbon de bois pour le ravitaillement des grands centres urbains. (ADT-RIM)

Au Sénégal, on note une régression importante de la végétation arborée, processus illustré par l'évolution des forêts classées du bassin. Tout comme pour la Mauritanie, une bonne partie des forêts classées de la partie sénégalaise du bassin du fleuve est située dans la plaine d'inondation de la vallée. Ces forêts concernent surtout les peuplements de gonakiers (*Acacia nilotica*). On estime que 32,5% de ces forêts de gonakiers ont été détruites de 1972 à 1992 (ADT-Sénégal). Mais les forêts classées n'ont pas été épargnées. La forêt classée de Diamel (Région de Matam) —malgré le fait qu'elle soit en théorie protégée— fournit 58% du bois de feu, 33% du charbon de bois et 9% du bois d'œuvre consommé par les 170.000 habitants de la Commune de Matam et ses environs. (ADT-Sénégal). Pour cette raison, cette forêt, à l'instar des autres forêts classées du bassin, est en régression rapide. (ADT-Sénégal).

Analyse de causalité

On peut distinguer les causes naturelles et les causes anthropiques. Les causes naturelles concernent les conditions hydro-pluviométriques qui ont été très défavorables dans le bassin (ainsi que dans le reste de la région sahélienne et soudanienne). Dans la moyenne vallée, la pluviométrie moyenne annuelle a reculé de 30 à 40% entre la période 1951-1970 et 1971-1990. Dans le haut bassin en Guinée, la pluviométrie de la période 1951-1970 ne représentait plus que 21% de sa valeur de la période 1971-1990⁷. Pour illustrer la particularité du contexte pluviométrique des trois dernières décennies dans le bassin du Sénégal, on peut relever que 8 des 10 années les plus sèches de la période 1904-1984 se situent dans les décennies 1970 et 1980. Cette succession d'années de déficits pluviométriques très prononcés a entraîné une forte mortalité d'arbres et a négativement affecté la capacité de régénération du couvert végétal. Au cours de cette même période, les déficits hydriques (baisse des débits du fleuve) ont produit des crues moins fréquentes et moins importantes (du point de vue des superficies inondées et de la durée d'inondation). Cela a entraîné une forte dégradation des forêts de gonakiés qui dépendent de la crue.

Les causes anthropiques du déboisement concernent : le défrichage pour les besoins de l'agriculture ; l'exploitation du bois d'œuvre, de chauffe et charbon de bois ; le surpâturage ; l'expansion des zones d'habitations en milieu urbain et rural ; l'exploitation minière ; les feux de brousse ; le désenclavement des zones boisées ; etc. Même si l'exploitation du bois pour répondre aux besoins en énergie et bois d'œuvre est une cause commune de premier ordre partout dans le bassin, l'importance de la plupart des autres causes varie suivant les pays et les endroits du bassin.

⁶ Ould Taleb, Nema. 2001. Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique – Mauritanie. Juillet.

⁷ FAO. Analyse Diagnostique Transfrontalière du Massif du Fouta Djallon. Programme Intégrée d'Aménagement du Massif du Fouta Djallon..

Dans le Haut Bassin, la forte occurrence des feux de brousse est l'un des premiers facteurs de déboisement. Au Mali, le défrichage des terres pour les besoins de l'agriculture (coton-culture en particulier) se traduit par un déboisement massif. Le surpâturage avec l'augmentation du cheptel local et du cheptel transhumant est un des premiers facteurs de déboisement et de dégradation des terres dans des endroits tels que les Cercles de Diéma et Yélimané.

Dans la région Bafing-Falémé, l'exploitation minière est intense et constitue un important facteur de déboisement. L'exploitation artisanale de l'or cause des dégâts importants à l'environnement, les placers (zones d'exploitation de l'or) devenant très vite de vastes champs de puits béants. Les sites d'exploitation industrielle de l'or se multiplient dans la zone, surtout depuis une vingtaine d'années. Outre la mine de Tabakoto près de Kéniéba au Mali, d'autres sites sont en exploitation dans le Cercle de Kayes. Dans la partie guinéenne du bassin, plusieurs mines en exploitation industrielle font l'objet de concessions sur des superficies variant entre 70 et 250 km². Il s'agit par exemple de deux concessions vers les sources de la Falémé ; une sur la rive droite du Bafing vers Gagniakily, et une concernant le dragage du Bafing sur une longueur de 23 km (Bonnet, 1999). Cette exploitation minière crée des carrières d'emprunt sur de vastes superficies.

Au Sénégal, parmi les principaux facteurs de déboisement, il y a la forte charge animale et le surpâturage qui en découle (avec utilisation de fourrage ligneux comme complément alimentaire pour le bétail), l'expansion des cultures irriguées (ADT-Sénégal), etc...

En Mauritanie et au Mali, certaines pratiques pastorales comme l'étêtage et l'ébranchage des arbres se multiplient face à la raréfaction de la ressource fourragère. Ces pratiques compromettent la régénération de la végétation ligneuse.

Les profondes du déboisement sont l'accroissement de la population et la faiblesse des rendements agricoles qui expliquent que l'agriculture (pluviale en particulier) soit fortement consommatrice d'espace parce qu'extensive. La faiblesse du niveau de vie des populations du bassin explique en partie le recours à l'exploitation et la commercialisation du bois, ceci pour faire face aux besoins urgents de survie. Le désenclavement de certains endroits du bassin a aussi facilité l'arrivée d'exploitants du bois et l'augmentation des superficies vouées à des spéculations destinées à l'exportation. Au Mali, la création de nouveaux axes routiers et l'amélioration de routes existantes ont désenclavé des zones boisées du bassin, les rendant plus accessibles aux exploitants des ressources forestiers, en particulier autour et en amont de Manantali.

Les conséquences

Une des conséquences du déboisement c'est la perte d'habitats pour certaines espèces de faune dont des espèces rares. Beaucoup des grands mammifères du bassin ont disparu (cas de l'Elan de Derby) ou menacées de disparition. Le lion, l'éléphant n'existent plus dans le bassin qu'en petits nombres. Le déboisement diminue donc la diversité biologique faunique mais aussi végétale. Le déboisement expose le sol et le rend vulnérable à l'érosion. Le ruissellement qui augmente avec les pluies se traduit dans certains cas par le dépôt dans le cours du fleuve du matériel solide transporté. Ainsi le déboisement participe à l'ensablement des cours et à la dégradation des berges.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Déboisement	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction des surfaces boisées • Destruction des habitats de la faune sauvage & Dégradation progressive des aires protégées • Ensablement des cours d'eau et dégradation des berges 	<ul style="list-style-type: none"> • Défrichage de la savane & accroissement des feux de brousse et; • Exploitation non planifiée du bois (bois de chauffe, charbon de bois, bois d'œuvre) • Surpâturage 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation des conditions hydroclimatiques • Croissance démographique • Pauvreté et exploitation du bois à des fins de survie • Non mise en œuvre effective des textes et politiques de gestion forestière • Désenclavement 	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones critiques : Fouta-Djalou</p> <p>Région de Manantali;</p> <p>Zones d'exploitation de l'or (Haut Bassin en Guinée)</p> <p>Vallée du Sénégal (rives droite et gauche)</p>

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Guinée	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion et accroissement de la reforestation dans les zones montagneuses; • Lutte contre le surpâturage sur les zones en pente; • Développement et promotion de sources d'énergie de substitution; • Sensibilisation du public à la dégradation de l'environnement et à ses effets; • Renforcement des capacités de gestion des ressources forestières des communautés ; • Propositions d'alternatives à la culture itinérante sur brûlis ; • Intensification de l'application des lois et règlements pour freiner l'empiètement sur les forêts et les aires protégées • Promotion de la petite hydroélectricité durable; 	<ul style="list-style-type: none"> • Plans de gestion de l'environnement et des ressources naturelles • Approche transfrontalière de l'exploitation des ressources naturelles et des feux de brousse ; • Études de faisabilité sur les sites de microcentrales; • Campagne de sensibilisation et d'éducation ;
Mali	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion de la reforestation dans les zones fragiles et marginales; • Promotion sources d'énergie de substitution; • Promotion de pâturages de substitution; • Lutte contre le surpâturage sur les zones en pente ; • Développement durable de la zone de recasement Manantali ; • Sensibilisation et communication pour le changement de comportements 	<ul style="list-style-type: none"> • Plans de gestion de l'environnement et des ressources en eau; • Application de la législation sur l'utilisation des ressources naturelles ; • Etude sur l'état des lieux et problèmes de développement prioritaires dans la zone de recasement ; • Projets de développement durable de la zone de Manantali et zone de recasement.
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> • Restauration des forêts de gonakiers; • Encouragement à la création d'aires protégées et de réserves forestières; • Gestion des forêts naturelles 	<ul style="list-style-type: none"> • Actions transfrontières pour restaurer et gérer des forêts de gonakiers; • Application de la législation et sensibilisation
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion de la reforestation des zones de gonakiers; • Promotion de sources d'énergie de substitution 	<ul style="list-style-type: none"> • Diffusion de techniques simples de restauration des peuplements de gonakiers ; • Mise en défens ; • Diffusion des techniques adaptées pour l'exploitation des ressources forestières ; • Initiation d'un programme ciblé en éducation environnementale ; • Vulgarisation des énergies de substitution

1.1.2. Erosion et ensablement

L'érosion se réfère à la dégradation de la surface de la terre suivi de l'enlèvement et du transport du matériel organique et particules minéraux du sol par le vent ou l'eau. Elle se présente sous plusieurs formes : (a) érosion hydrique en rigoles se manifestant sous formes de filets et rigoles n'atteignant que l'horizon supérieur du sol ; (b) l'érosion hydrique en ravin (ravinement) affectant les terrains à structure fragile et se manifestant sous forme de ravins pouvant atteindre les horizons profonds du sol ; (c) érosion fluviale se manifestant par le sapement des berges des fleuves ; (d) érosion hydrique en nappe se traduisant par l'enlèvement de la couche supérieure du sol sur de vastes superficies ; (e) l'érosion éolienne affectant surtout les états de surface dénudés et secs.

L'ensablement concerne les zones de dépôt et d'accumulation des matériaux du sol arrachés par l'érosion, éolienne en particulier.

Le bassin du fleuve Sénégal subit une intensive activité érosive, mais l'ampleur du problème varie d'une zone à une autre dans le bassin.

Dans le Haut bassin et en particulier dans la partie guinéenne du bassin (Massif du Fouta Djallon), les manifestations de ruissellement et de l'érosion hydrique semblent être restées peu élevées, ceci malgré le réseau hydrographique dense, l'intensité de la pluviométrie et le relief montagneux. C'est ce qui ressort du diagnostic du Projet GERF (Gestion de l'Espace Rural et des Forêts en Guinée) qui est intervenu dans la Préfecture de Mamou, sur le Bafing, principal affluent du fleuve Sénégal (DNFF, 1996)⁸. D'autres avis d'experts soulignent le niveau devenu très préoccupant de la dégradation des têtes de sources du Massif du Fouta Djallon⁹. Dans tous les cas, l'érosion est suffisamment significative dans le haut bassin où le Fleuve Sénégal prélève chaque année des centaines de tonnes de matières solides¹⁰.

Dans la partie malienne du bassin, c'est surtout dans les cercles de Bafoulabé et de Kéniéba, notamment dans les sites de réinstallation des déplacés de Manantali, que l'on observe les cas les plus sévères de dégradation des sols. Parmi les éléments explicatifs, on peut penser que l'arrivée massive et brusque des populations réinstallées a pu accentuer la pression sur les ressources foncières et en même temps perturber des formes traditionnelles de gestion de l'espace.

Dans la vallée et le delta du fleuve, l'érosion des sols est très marquée comme le montrent les cartes de sévérité de la dégradation des sols au Sénégal et en Mauritanie. Dans la partie mauritanienne du bassin, le niveau de dégradation des terres est entre les niveaux « sévère » et « très sévère » qui sont les niveaux les plus élevés de dégradation suivant la classification retenue pour cette étude FAO. Au Sénégal, les niveaux de situation sont entre « sévère » tout le long de la vallée et du Delta, c'est-à-dire de Bakel à Saint-Louis.

⁸ DNFF. 1996. Une Expérience de Gestion de l'Espace Rural et des Forêts en Guinée. Mission de Coopération et d'Action Culturelle (France) et Direction Nationale de la Faune et de la Flore (Guinée).

⁹

¹⁰ FAO, 2004. Analyse Diagnostique Transfrontalière du Massif du Fouta Djallon. Programme d'Aménagement Intégré du Massif du Fouta Djallon.

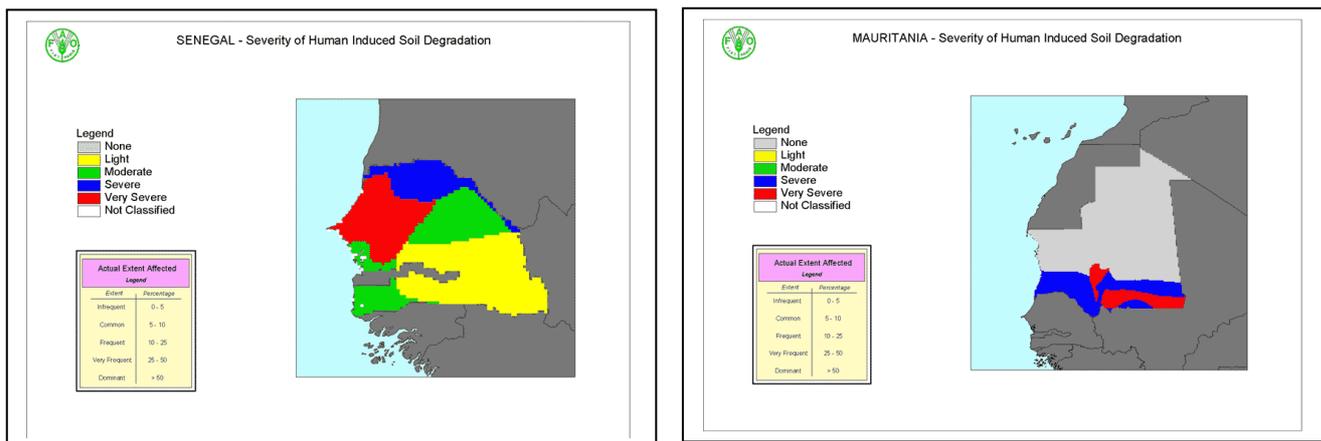


Fig 2. a & Fig 2.b. Niveau de dégradation des sols au Sénégal et en Mauritanie (Source : FAO)

Causes

Les causes directes de l'érosion comprennent des causes naturelles et des causes anthropiques. Les causes naturelles de l'érosion sont la sécheresse et une intense activité éolienne. Ces facteurs naturels ont plus de poids dans la partie nord du bassin : moyenne et basse vallée et delta.

Parmi les facteurs humains de l'érosion on peut mentionner les cultures sur brûlis et les feux de brousse annuels qui ont grandement contribué à la destruction des sols. L'extension des surfaces cultivées et la réduction des temps de mise en jachère fragilisent le sol et le rendent vulnérable à l'érosion éolienne ou hydrique. Le surpâturage et donc le piétinement intensif du sol par les troupeaux augmentent la vulnérabilité à l'érosion hydrique et éolienne.

**** L'ensablement**

Une des conséquences de l'érosion est l'ensablement défini comme étant tout envahissement d'objets ou de surfaces par des grains de sable, aboutissant ainsi à l'accumulation de sable et/ou à la formation des dunes. L'érosion éolienne est par excellence la cause principale de l'ensablement, le vent jouant le triple rôle d'agent érosif, de transport et de dépôt de formation des dunes. Il est vrai que dans le contexte du bassin du fleuve Sénégal l'essentiel des grains de sable déposés par le vent pour former des dunes vient d'ailleurs, du Sahara en particulier.

La manifestation la plus aiguë de l'ensablement dans le bassin du Sénégal concerne la rive droite de la Basse Vallée du fleuve (Wilaya du Trarza en Mauritanie), région où on rencontre plusieurs dunes vives de sable. Et les fronts des dunes vives longs de 20-30 km menacent la vallée du fleuve Sénégal dans les Mouqata de Rosso, R'Kiz et Boghé.

Mais certains des axes hydrauliques de la rive gauche du Delta sont aussi sujet à un ensablement causé par l'érosion éolienne : exemple des marigots et dépressions du Diovol ; Djeuss, Nietti Yone et Ndiael (AGRER et al. Vol. 1, 2003 :22)

Réponses

Pour lutter contre l'ensablement et donc l'érosion éolienne, des efforts importants de fixation des dunes ont été menés au cours des dernières décennies. C'est dans le cadre de ces efforts que se place le Projet « Barrières Vertes du Trarza » qui a fonctionné jusqu'en 1998 (AGRER et al. Vol. 2, 2003 : 173).

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Érosion des sols et ensablement	<ul style="list-style-type: none">• Dunes de sable• Perte de fertilité des sols induisant une expansion des zones cultivées;• Perte d'habitats et de biodiversité;• Ensablement des lits des cours d'eau dans les zones inondables ;• Formation d'îlots et bancs de sable.	<ul style="list-style-type: none">• Pratiques culturelles inappropriées et pressions accrues sur les zones fragiles;• Absence de pratiques de conservation des sols et de l'eau;• Feux de brousse• Surpâturage et piétinement intensif du sol ;• Sécheresse et activité éolienne.	<ul style="list-style-type: none">• Population accrue ayant des besoins économiques urgents;• Augmentation des zones de culture le long des cours d'eau.	<ul style="list-style-type: none">- Haut bassin : zones du plateau et le long des cours d'eau/ cercles de Kati, Kita, Kolokani, Koulikoro, Banamba, Kéniéba et Kayes ;- Rive droite : Basse Vallée (Trarza) ;- Moyenne vallée rive droite ;- Rive gauche : basse vallée et delta.

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Guinée	<ul style="list-style-type: none">• Promotion de la gestion des bassins versants fondée sur une approche holistique et sur des consultations rationnelles entre les parties prenantes;• Identification et évaluation des zones sensibles et érodées dans le bassin.	<ul style="list-style-type: none">• Programme de gestion des terres;• Renforcement des capacités des communautés, des structures pérennes et des opérateurs• Programme d'éducation, d'information et de communication ;
Mali	<ul style="list-style-type: none">• Élaboration de plans de gestion des berges des cours d'eau ;• Accélération du transfert de la gestion des ressources naturelles aux Collectivités Territoriales avec des mesures d'accompagnement qui s'imposent ;• Lutte contre le surpâturage des zones de pente ;• Lutte contre l'ensablement.	<ul style="list-style-type: none">• Etude sur les causes de l'érosion des berges ;• Mise en œuvre de la loi sur l'occupation des berges.
Sénégal	<ul style="list-style-type: none">• Établissement de politiques et de pratiques rationnelles d'utilisation des terres agricoles;• Promotion de programmes de conservation de restauration des sols;• Promotion de mesures anti-érosion;	<ul style="list-style-type: none">• Amélioration technique des pratiques d'utilisation des sols;• Information de gestion;• Renforcement des capacités;

**** Dégradation des berges**

La dégradation des berges se manifeste par le recul ou le ravinement des berges, et le déplacement du lit du fleuve. Ce phénomène a été discuté en détail dans l'étude d'impacts réalisée par Gannett Fleming et al. (1980) dans le cadre de la construction des barrages de Diama et de Manantali. Cette étude avait distingué plusieurs biefs suivant l'importance du charriage¹¹ et ses effets sur l'érosion des berges. Le charriage dans le Haut bassin du Sénégal

¹¹ Charriage défini comme étant la partie de la concentration totale de particules sédimentaire qui bouge par roulement (glissement) le long du lit du chenal du fleuve.

(en amont de Gouina) est décrit comme étant faible, se traduisant par la stabilité du lit du fleuve. En aval de Kayes et sur la basse vallée de la Falémé, le niveau du charriage augmente (100.000 tonnes par an à Kayes) et entraîne un processus plus important d'érosion, mais affectant surtout le chenal du fleuve et non les berges : la Falémé est décrite comme étant peu exposée à l'érosion des berges. Même avec le barrage de Manantali, l'étude de Gannett Fleming ne prévoyait pas que les instabilités du chenal puissent avoir un effet important sur l'alignement du fleuve. C'est plutôt entre Bakel et Wending (vers Boghé) que Gannett Fleming et al notaient la plus importante instabilité du lit du fleuve et la plus forte érosion de la berge, ceci du fait du charriage (Gannett et al. Rapport partiel sur les régimes du fleuve et de l'estuaire, 1980 : 35-36). Même ici l'étude Gannett Fleming prévoyait que la régularisation du débit du fleuve (avec le barrage de Manantali) résulterait à une réduction de l'érosion des rives. En aval de Wending, le charriage devient moins important voir nul.

En ce qui concerne la situation actuelle, la basse vallée ne semble pas souffrir d'un problème grave de sapement des berges. Dans le Delta le tapis de Typha joue un rôle de stabilisation des berges. En amont de Podor, on observe l'existence de petits éboulements provoqués par le ruissellement des eaux de pluies (vallées de Koundi et Diou en Mauritanie).

C'est plus en amont que la question de l'érosion des berges se pose avec acuité sur certains biefs du fleuve. Des rapports de missions sur le terrain en 2005 par la Cellule Nationale OMVS du Mali permettent d'illustrer l'ampleur du problème. Les localités les plus affectées identifiées dans ces rapports sont situées dans le bief entre Bafoulabé (confluence Baking-Bakoye) et la confluence entre le Karakoro et le fleuve Sénégal, un peu en aval de Ambidedi. Dans le village de Saboussiré (Commune de Logo dans le même Cercle) et à Ambidedi et Diakanapé (Commune de Kéméné Tambo), des maisons détruites à cause de l'érosion de la berge ont été abandonnées par leurs occupants. Le village de Sobocou (Commune de Soni) aurait vu son espace territorial grignoté de plus de 100 m à cause de l'avancée de la berge. Dans la localité de Kayes même, on signalait la menace qui pesait sur la Centrale électrique d'EDM. A Ambidedi, on ne voyait d'autre solution que de se déplacer si rien n'était fait pour arrêter la progression de l'érosion.¹²

Causes directes

Un rapport de la Cellule malienne de l'OMVS¹³ identifie les facteurs suivants comme étant les causes de l'érosion des berges dans la partie malienne du bassin :

- le fait que les sols de la haute vallée du fleuve Sénégal sont de texture peu compacte les rendant vulnérables à l'érosion
- le fait que les sécheresses successives des années 1970 et 1980 ont progressivement transformé la forêt en une savane
- la concentration des populations aux abords du fleuve depuis les dernières 25 années
- le déboisement massif des zones d'emprise du fleuve lié aux activités humaines: les défrichements, la coupe du bois (notamment le bois énergie) pour la couverture des

¹² Sources : CNC-OMVS-Mali. 2005. Rapport de mission relatif à la collecte de données pour la protection des berges dans le Haut Bassin – 31 mars au 5 avril. CRM/CN-OMVS-AB. No.5.Bamako ; van den Herik ; Abraham Sogoba ; Rien Veldhoen et al. 2005. Rapport de Mission à Kayes. Cellule OMVS Mali – Royal Haskoning. Avril

¹³ Cellule Nationale OMVS – Mali. Sans date. Rapport Technique sur la Dégradation et l'érosion des berges dans la partie malienne du bassin.

besoins domestiques des populations locales et l'approvisionnement de la ville de Kayes.

- les aménagements et les systèmes d'assainissement mal conçus
- le surpâturage aux abords du fleuve Sénégal. A ce propos, on peut noter que les effectifs des troupeaux du bassin ont fortement augmenté et tendent à se concentrer le long du fleuve et ses affluents durant la saison sèche.
- l'extraction du banco, la construction non contrôlée de rames d'accès au fleuve pour les activités humaines.
- le non respect de la servitude du fleuve; une interdiction de bâtir ou de cultiver sur une distance minimum de 25m de la berge.
- le processus hydromécanique naturel du fleuve (méandre)

Le charriage (concentration de particules qui glissent le long du fleuve) est un des facteurs important de modification de la morphologie des berges. De ce point de vue on pouvait se demander si le charriage allait augmenter avec les barrages et contribuer à l'accélération du sapement des berges. L'étude faite par AGRER et al. (Vol. 2, 2003 : 174) pense qu'il y a eu maintien de la vitesse de recul des berges par rapport à la situation d'avant barrage. Le barrage de Manantali ne semble pas avoir permis une stabilisation des berges du fleuve et des axes hydrauliques. (AGRER et al Vol.2, 2003 : 174). D'aucuns émettent même l'hypothèse que les lâchés de soutien de crue opérés par Manantali ont accéléré le processus d'érosion en aval du barrage¹⁴. Le rôle positif ou négatif du barrage de Manantali et en particulier des lâchés de soutien de crue sur l'érosion des berges et une question d'une grande importance qui mérite d'être élucidée.

Il est clair cependant que le ruissellement des eaux de pluies vers le fleuve peut occasionner un ravinement important qui, conjugué au charriage peut accélérer le processus de dégradation des berges. Ce processus est facilité lorsque les sols sont dénudés, ce qui est le cas dans une bonne partie du bassin et en partie dans sa partie sahélienne.

Des évènements hydro-climatiques extrêmes tels que les crues et pluviométries exceptionnelles peuvent jouer le rôle de déclencheurs ou d'accélérateurs de processus d'érosion des berges. Le rapport SOE (2005) note que lors des fortes crues de 2003, plusieurs habitations situées à proximité du fleuve Sénégal ont été menacées d'effondrement ou se sont effondrées suite à l'érosion des berges du fleuve. Et le processus avait eu une ampleur particulièrement préoccupante au Mali (SOE, 2005).

Causes profondes

La capacité du fleuve à arracher et transporter du matériau solide dépend de deux facteurs : (a) l'importance des débits et la vitesse d'écoulement; (b) le niveau préexistant de charge solide dans l'eau du fleuve. Si le débit et la vitesse d'écoulement sont faibles et le fleuve déjà fortement chargé de matières solides (approchant la saturation), la capacité d'arrachage de matériau nouveaux et donc de destruction des berges est faible. On sait que le barrage de Manantali affecte ces différents facteurs : régularisation du débit, lâchers continus (pour les besoins de production électrique notamment et en période de soutien de crue) Manantali

¹⁴ Hypothèse émise lors de l'atelier de validation du rapport provisoire de la présente ADT. Elle est aussi souvent avancée par les populations locales affectées par le phénomène (Voir Diop, Fousseyni. 2005. Erosion des berges du fleuve Sénégal dans le Cercle de Kayes. Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du Diplôme d'Ingénieur. Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée. IPR/IFRA. Katibougou, Mali).

décante aussi en partie l'eau du Bafing et sa charge solide à l'aval est réduite par rapport au niveau d'avant barrages. Mais des investigations plus approfondies sont nécessaires pour déterminer si ces différents facteurs jouent un rôle dans l'érosion des berges qui sévit dans le bief du Bafing en aval de Manantali, entre Bafoulabé et la confluence du fleuve avec le Karakoro.

La concentration du cheptel le long du fleuve pendant une bonne partie de l'année est aussi parfois due à l'insuffisance des points d'eau dans les zones où le fourrage existe.

Conséquences

La dégradation des berges peut mettre en danger les villages et les zones de culture installées en bordure du fleuve. L'ampleur des dégâts causés par l'érosion des berges est décrite plus haut. Mais en dehors de la perte d'habitations et d'investissements physiques dans les villages riverains du fleuve, le sapement des berges peut affecter négativement l'objectif de rendre le fleuve navigable de Kayes à Saint-Louis, ce qui constitue un des piliers du programme de l'OMVS. Le matériau enlevé par l'eau sur les berges est en partie déposé dans le lit du fleuve qui peut ainsi être rehaussé, avec apparition de seuils et de bancs qui contrarient la navigabilité du fleuve.

Options de réponse

Dans son rapport cité plus haut, la Cellule OMVS du Mali cite les options suivantes pour faire face à l'érosion des berges :

- sensibilisation des populations concernées sur la nécessité de respecter les normes réglementaires d'exploitations et de gestion de l'espace
- reboisement (espèces autochtones, haies vives);
- fixation des berges et des ravins (gabions);
- réalisation de diguettes/cordons pierreux sur les lignes de contour;
- réalisation de barrages collinaires dans les petits bassins versants.

A ces mesures, il faut aussi ajouter la nécessité de conduire une étude approfondies permettant de mieux cerner les causes de l'intensité actuelle de l'érosion des berges. Il est en effet urgent de savoir si les lâchers effectués à partir de Manantali contribuent à l'érosion des berges. Les mesures appropriées pourront alors être prises sur la base des résultats de ces investigations.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Dégradation des berges	<ul style="list-style-type: none"> • Recul et/ou ravinement des berges ; • Rehaussement du lit du fleuve ; • Destruction des habitations le long des berges ; • Destruction d'investissements économiques ; • Risques sur la navigabilité du fleuve. 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du charriage par le fleuve ; • Ruissellement par les eaux de pluies ; • Concentration des troupeaux le long des berges ; • Crues et pluies dévastatrices. 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des débits et vitesses d'écoulement du fleuve ; • Faiblesse du niveau préexistant de charge solide du fleuve ; • Insuffisance des points d'eau et donc concentration du cheptel sur les berges. 	<p>Aval Manantali, sur le Bafing (Mali) ;</p> <p>Zone entre Bafoulabé et Ambidedi (Mali).</p>

1.1.3. Salinisation des terres et perte de terres agricoles

Dans le bassin du fleuve Sénégal, la salinisation des terres est causée par la remontée capillaire des nappes superficielles salées. La zone du bassin la plus touchée par la dégradation des terres par salinisation est la région du Delta. La salinisation des sols y résulte de l'accumulation d'une quantité importante de sels solubles dans le profil du sol (AGRER, 1998)¹⁵. Et cette accumulation résulte de l'élévation du niveau de la nappe souterraine déjà peu profonde et salée. La salinité de cette nappe provient des séquences de transgressions et régressions marines que le Bas Delta et la Basse Vallée ont subit au cours de milliers d'années et en particulier de la dernière transgression il y environ 2.000 ans. Au cours des dernières années on a observé une élévation du niveau de cette nappe salée, de l'ordre de 0,4 à 0,8 mètres entre 1991 et 1998.

Causes

C'est par capillarité que la nappe salée transporte vers la surface du sol d'importantes quantités de sels. Ce phénomène de remontée capillaire a lieu principalement en saison chaude et sèche, dans des conditions où l'évapotranspiration est particulièrement élevée. Comme la plupart des périmètres irrigués de la basse vallée et du Delta ont été aménagés sans système approprié de drainage, les eaux d'irrigation déposent des quantités non négligeables de sel à chaque cycle (AGRER, 1998). Ceci accentue les effets de la capillarité sur la salinisation des sols. Mais des études montrent aussi qu'une agriculture irriguée intensive avec un système de drainage adéquat permet de réduire la salinité du sol. Ceuppens montre en effet que la salinité croît dans l'ordre suivant: double culture avec drainage, simple culture avec drainage, simple culture sans drainage, parcelle abandonnée. De plus, ses travaux soulignent que la salinité baisse lorsque le nombre d'années d'exploitation des parcelles en riziculture augmente, alors que les sols jamais mis en culture sont toujours plus salés que ceux exploités. Ceuppens déduit que c'est le phénomène de remontée capillaire (et non l'irrigation en tant que telle) qui joue le rôle le plus déterminant dans le processus de salinisation des terres de culture du Delta.¹⁶

Conséquences

Le sel qui remonte à la partie racinaire du sol ronge les tissus des plantes et empêche la photosynthèse, et donc fait baisser les rendements des cultures. Lorsque la salinité augmente, des plaques de sels finissent par recouvrir le sol. Et d'importantes superficies aménagées pour l'irrigation (et en particulier celles ne disposant pas de systèmes de drainage) sont ainsi abandonnées chaque année dans la basse vallée et le Delta du fleuve.

Options de solution :

- Veiller à ce qu'un système approprié de drainage soit prévu pour périmètres aménagés pour l'irrigation.

¹⁵ AGRER. 1998. Etude d'Evaluation Environnementale du Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie (PDIAIM). Vol. 2 : Texte principal. Rapport Final. Banque Mondiale / SONADER. Août.

¹⁶ Ceuppens, Johan. 2000. Water and Salinity Management for Irrigated Rice in the Senegal River Delta. oct

- Accélérer la réalisation de l'émissaire du Delta : un canal principal de drainage des eaux de la basse vallée et du delta (rive gauche) ; et prévoir un investissement similaire sur la rive droite

L'étude de la salinisation des sols et des pertes de terres agricoles a permis d'en dégager les causes tant immédiates que profondes, les symptômes et effets ainsi que la portée de ce problème de ce problème environnemental majeur au niveau du bassin du fleuve Sénégal. L'ensemble des paramètres identifiés ont été résumés dans la *Matrice d'Impact Environnementale* ci-dessous.

L'identification de ces différents paramètres a permis de dégager des actions prioritaires qui sont résumées dans la Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays ci-après.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Salinisation des terres et pertes de terres agricoles	<ul style="list-style-type: none"> • Plaques de sels recouvrent les terres ; • Baisse de fertilité des sols et donc des rendements ; • Abandon de terres aménagées ; • Augmentation des terres impropres à l'agriculture. 	<ul style="list-style-type: none"> • Remontée capillaire nappe superficielle salée. 	<ul style="list-style-type: none"> • Elévation du niveau de la nappe souterraine salée ; • Absence de système approprié de drainage des périmètres irrigués. 	Delta du fleuve (en particulier rive gauche).

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> • Politique et réglementation appropriées en matière d'utilisation de l'eau pour l'irrigation; • Planification adéquate du drainage 	<ul style="list-style-type: none"> • Etablissement de normes • Amélioration technique des pratiques d'irrigation; • Renforcement des capacités;

1.1.4. Surpâturage

Il y a surpâturage si la charge animale réelle d'un espace donné dépasse sa capacité de charge. La capacité de charge est donc la quantité maximale de bétail qu'un pâturage est supposé pouvoir supporter sans se détériorer. Lorsque la capacité de charge est dépassée il y a surexploitation et donc dégradation des parcours. L'estimation de la capacité de charge est basée sur le besoin d'ingestion de matière sèche de l'animal standard pour son entretien. Par exemple la ration quotidienne d'un bovin standard en matière sèche de fourrage est estimée équivaloir à environ 2,5% de son poids, soit 2,28 t de matière sèche de fourrage par an pour une Unité de Bétail Tropical (UBT) de 250 kg¹⁷. On détermine la capacité de charge en mesurant la biomasse fourragère offerte par le pâturage et on lui applique un coefficient d'utilisation de la biomasse (entre 35 et 90 p. 100), qui est fonction du type de végétation, du mode d'élevage et de l'espèce. Puisque la biomasse produite annuellement change suivant les conditions pluviométriques, la capacité de charge d'un espace donné peut varier d'une année

¹⁷ Carrière Marc et Bernard Toutain. 1995. Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement. Outils et indicateurs. CIRAD-EMVT. Février.

Source : www.virtualcentre.org/zh/dec/toolbox/Refer/PARC-fre.pdf

à l'autre. (voir ci-dessous un schéma d'estimation de la production de biomasse à partir de la pluviométrie annuelle dans le contexte des milieux arides et semi-arides.

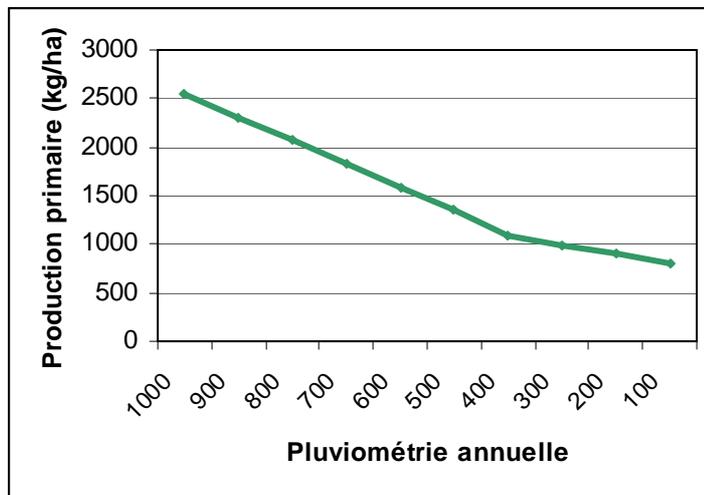


Fig. 3. Estimation de la Production primaire herbacée à partir de la pluviométrie annuelle (Formule de Breman)

Dans la région de Koulikoro, la production moyenne fourragère a été estimée en 2005 à 2,03 t par hectare en suivant la formule de Breman. Il a été estimé que c'est seulement 30% de cette production fourragère qui était utilisable par le cheptel (le reste étant non disponible du fait des feux de brousse, vent et autres ou simplement parce que non apprécié par le bétail)¹⁸. Sur cette base la capacité de charge de cette région en 2005 était estimée à 3,7 ha par UBT. Le rapport annuel 2005 de la DRPIA de Koulikoro estime que la région a un cheptel résident de 1.165.000 UBT. La densité de ce cheptel est de 1 UBT pour 7,70 ha à l'échelle régionale (la superficie de la Région de Koulikoro est de 90120 km²). Mais si on tient compte des superficies réelles des pâturages, donc en déduisant les superficies agricoles, des forêts classées et celles occupées par les habitats, la charge réelle de bétail se situe au dessous de 5 ha par UBT, ce qui est très proche de la capacité de charge estimée pour la région, i.e. 3,7 ha par UBT. Mais on sait que ce bétail est inégalement réparti dans l'espace et tend à s'agglutiner autour des points d'eau —forages, mares, lacs et le fleuve Sénégal et ses affluents.

Dans les zones de concentration du bétail de la Région de Koulikoro, on se trouve donc très vite en situation de surpâturage, surtout que chaque année il y a afflux massif de bétail transhumant (Voir figure 17)¹⁹. La situation dans la Région de Kayes est similaire. Le rapport annuel 2005 de la Direction du Service de l'Élevage de cette région estime les besoins fourragers du cheptel local à 2.030.000 tonnes de matières sèches contre une production totale de 7.000.000 tonnes de fourrage dont plus de la moitié est indisponible pour les mêmes raisons que celles évoquées pour le cas de la Région de Koulikoro.²⁰ On sait que durant la

¹⁸ DNPIA-Mali. 2005. Rapport annuel 2005 de la Direction Régionale des Productions et Industries Animales (DRPIA)-Koulikoro. Direction Nationale des Productions et Industries Animales (DNPIA). Bamako. Décembre

¹⁹ L'année 2005 a enregistré une bonne pluviométrie dans l'ensemble de la région de Koulikoro. Les pluies enregistrées ont été supérieures à la moyenne 1971-200 de 10 à 30% dans les différents cercles de la Région, sauf dans celui de Koulikoro où un déficit de 10% a été noté.

²⁰ DNPIA-Mali. 2006. Rapport annuel 2005 de la Direction Régionale des Productions et Industries Animales (DRPIA)-Kayes. Direction Nationale des Productions et Industries Animales (DNPIA). Bamako. Février

saison sèche le bétail de cette région ainsi que le cheptel transhumant se concentre autour du Lac Magui et le long du Fleuve Sénégal.

Les résultats du Projet PRODESO (Projet de Développement de l'Élevage au Sahel Occidental) sont très proches des estimations du service de l'élevage. Ce Projet estime la capacité de charge des parcours pastoraux de sa zone d'intervention (Nord Région de Kayes) à 8,5 UBT/ha. Et le cheptel bovin sédentaire à lui seul représente une charge de 4,5 UBT/ha.²¹ Si on prend en compte les petits ruminants, les camélidés et le cheptel additionnel qui transite saisonnièrement dans la zone, on voit que la capacité de charge est souvent largement dépassée.

Tout ceci confirme le constat de l'ADT du Mali qui estime que les zones de Koulikoro, Kita, Kéniéba, Manantali et les environs du lac Magui sont les régions de la partie malienne du bassin les plus exposées au surpâturage. Le rapport observe aussi que la densité de bétail et donc les risques de surpâturage sont en progression dans le Cercle de Diéma vers la boucle du Baoulé. (ADT-Mali)

Dans la partie mauritanienne du bassin il existe trois zones principales de concentration du bétail : (a) la réserve d'El Aft dans le sous-bassin du Gorgol ; (b) le Guidimakha (Oued Yeyi); et (c) le Trarza (dépression d'Aoulig, entre Keur Macène et Rosso). La région du Gorgol (El Aft) peut héberger jusqu'à 40-60% du cheptel en saison sèche²². En Mauritanie le niveau critique de surpâturage est atteint entre décembre et juin. Selon les statistiques de la FAO (1993) citée par Corniaux (1999), la rive droite du fleuve Sénégal concentre respectivement pour les bovins, les petits ruminants (ovins et caprins) et les camelins 33 %, 44 % et 23 % du cheptel national de la Mauritanie (FAO, 1993).

Quant à la rive gauche (Sénégal), les statistiques de la Direction de l'Élevage révèlent que les bovins, les petits ruminants et les camelins représentent respectivement 25%, 21% et 41% du cheptel national.

Dans le Haut Bassin, la partie Guinéenne est une zone de forte tradition pastorale parce que peuplée majoritairement de Peuls. Les 9 Préfectures de la partie guinéenne du bassin accueillent 1/3 des troupeaux bovins de la Guinée et un peu plus de 25% des petits ruminants (il est à noter que ces Préfectures couvrent 28% de la superficie de la Guinée et accueillent 20% de la population nationale).

Causes immédiates du surpâturage

La dégradation du couvert végétal (baisse de la production primaire de biomasse et dégradation de la qualité des fourrages) entraîne une baisse de la capacité de charge du bétail.

Le bétail se concentre en saison sèche dans les zones où l'eau est disponible indépendamment du fait que le fourrage y soit disponible en quantité suffisante ou non. Un bon maillage des zones d'élevage par des points d'eau aiderait ainsi à alléger la pression et donc le surpâturage le long du fleuve et ses affluents.

²¹ DIWI Consult International./ Sahel Consult.2000. Bilan et Impact des réalisations du PRODESO (Phases I et II). Programme d'investissement complémentaire. Version finale.. PRODESO. Nov. ; PRODESO. 2005. Projet de Développement de l'Élevage au Sahel Occidental (PRODESO II). Rapport d'Achèvement. PRODESO. Décembre.

²² Communication personnelle Dr. Moctar Fall, Directeur, Direction de l'Élevage, Mauritanie.

Avec les progrès réalisés dans le domaine de la médecine vétérinaire et la généralisation de la vaccination du bétail contre les épizooties les plus communes, on a assisté à une augmentation spectaculaire des effectifs du bétail dans tout le Sahel y compris dans les différents pays du bassin.

L'expansion des terres de l'agriculture réduit les aires pastorales, et les périmètres irrigués qui bordent le fleuve réduisent les voies d'accès du bétail au fleuve. Les couloirs d'accès aux rives du fleuve ainsi que les berges accessibles au bétail sont ainsi fortement piétinés et donc exposés à l'érosion éolienne et au ravinement.

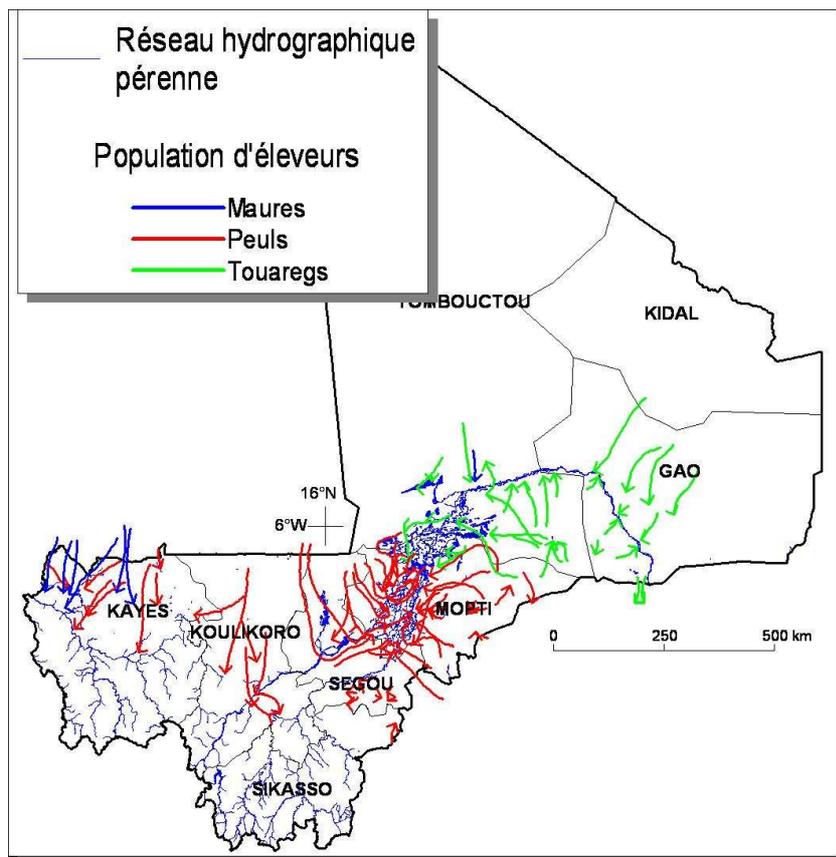


Fig. 4. Flux de migrations des troupeaux bovins au Mali (MDR-Mali, 2002)²³

Conséquences/impacts

- Les sols qui subissent le piétinement intense des troupeaux deviennent facilement mobilisables par les vents (érosion éolienne) et sont plus vulnérables à l'érosion hydrique.
- Elagage des arbres pour procurer un complément alimentaire aux animaux
- Conflits agriculteurs-éleveurs

²³ Ministère du Développement Rural (Mali). 2002. Recensement National du Cheptel Transhumant et Nomade. Rapport final. Vol.1 MDR/Cellule de Planification et de Statistique. Union Européenne. Mai.

- Changements de la composition floristique du tapis herbacé, souvent dans le sens de sa péjoration

Options de solutions

Suivant l'exemple du PRODESO au Mali ou de l'expérience acquise au Sénégal dans le cadre de la SODESP (Société de Développement de l'Élevage dans zone sylvo-pastorale), on pourrait envisager de multiplier les points d'eau pour l'abreuvement du bétail à quelques dizaines de kilomètres des rives du fleuve. Cela permet de réduire le temps de présence du bétail le long du fleuve et par conséquent peut aider à atténuer les conflits agriculteurs – éleveurs résultant de la multiplication des périmètres irrigués ;

Une autre option est de remettre à l'ordre du jour la question de l'intensification de l'élevage qui pourrait prendre avantage des sous-produits agricoles provenant des cultures irriguées (tomate, riz) et des cultures de décrue. La paille de riz, le son de riz et de sorgho, fanes de patate douce, de niébé et d'arachide, la mélasse de la canne à sucre et les drèches de tomate peuvent permettre de disposer d'aliments de bétail de qualité.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Surpâturage	<ul style="list-style-type: none"> • Surexploitation des pâturages qui perdent leur capacité de régénération ; • Apparition et expansion de bowe, cuirasses latéritiques sur de grandes dimensions dans les zones montagneuses; • Forte dégradation du couvert végétal; • Réduction des zones de pâturage et conflits accrus liés à l'utilisation des ressources naturelles communes • Diminution du disponible fourrager • Dégâts causés aux biens des exploitations agricoles dans des zones de concentration (Lacs, fleuves) ; • Changement de la composition floristique du tapis herbacé 	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation des effectifs du cheptel ; • Dégradation du couvert végétal et de sa capacité de charge animale ; • Expansion des terres vouées à l'agriculture (réduction aires pastorales) ; • Expansion terres irriguées le long du fleuve (réduction des voies d'accès du bétail au fleuve) ; • Séjour prolongé des troupeaux autour des rares points d'eau existants, des mares et lacs et surtout le long du fleuve; • Influx de bétail transhumant. 	<ul style="list-style-type: none"> • Meilleure couverture vétérinaire des troupeaux (augmentation du cheptel) ; • Système d'élevage extensif ; • Faible densité des points d'eau pastoraux. 	<p>Ensemble bassin</p> <p>Zones critiques:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fouta-Djalou; • Mali : Partie Nord et Est du bassin particulièrement cercles de Kayes, Diéma, Yélimané, Kolokani ; Banamba, Kita, Bafoulabé ; • Zone de la mare de Magui et cercle de Bafoulabé au Mali; • Vallée du Sénégal aux environs de la zone sylvo-pastorale et de la région de Trarza ;

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Mali	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration de politiques et de modalités de gestion rationnelles de la transhumance ; • Mise en application de schéma régional d'aménagement pastoral ; • Elaboration et mise en œuvre des plans de gestion • Institution et délimitation de couloir se transhumance. 	<ul style="list-style-type: none"> • Plan de gestion transfrontière du bétail ; • Poursuite politique des points d'eau pour alléger la pression sur les lacs et fleuve.
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration d'une réglementation adaptée en matière de gestion du bétail; • Renforcement de la gestion communautaire des pâturages des plaines d'inondation; • Intégration de la gestion du bétail et du programme d'irrigation 	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration de la gestion du bétail et du programme d'irrigation ; • Renforcer le programme hydraulique pastorale pour alléger la pression animale sur le fleuve • Définir une politique stricte d'occupation des sols garantissant l'accès au bétail au fleuve et lac de Guiers ; • Intensification élevage
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> • Application de la législation sur la transhumance; • Promotion d'une convention transfrontière relative à la transhumance • Mise au point des méthodes de suivi et de gestion des ressources pastorales 	<ul style="list-style-type: none"> • Intégration de la gestion du bétail et du programme d'irrigation (intensification élevage); • Organisation de la transhumance ; • Plan de gestion de l'occupation de l'espace ; • Inventaire des zones de parcours ; • Evaluation des capacités de charge des pâturages ; • Conception des méthodes les meilleures pour la gestion des parcours ; • Instauration des périodes de repos dans les zones fortement dégradées ; • Accélérer la politique des points d'eau pastoraux pour alléger la pression sur le fleuve

1.1.5. Les feux de brousse

C'est dans le Haut-Bassin, et en particulier dans le Massif du Fouta Djallon, que l'on note la plus grande fréquence et intensité des feux de brousse (voir carte ci-après). En Guinée, selon le rapport FOSA, les superficies annuellement brûlées varient de 1.500.000 ha à près 5.000.000 ha (chiffres pour la période 1987 à 1994) et concernent surtout 11 Préfectures dont celles de Siguiri, Dinguiraye et Dabola qui sont partiellement couvertes par la partie guinéenne du bassin du Sénégal. Pour le Mali, les seuls chiffres disponibles (images SPOT de 1987 à 1990) montrent que la superficie concernée au plan national se situe à environ 9.200.000 ha. Toutes les régions du pays sont sujettes à ces feux de brousse mais la part de la partie malienne du bassin du Sénégal n'a pas été précisée²⁴.

On estime entre 4,5 et 14% la proportion de volume de bois détruit lors du passage d'un feu de brousse entre janvier et mai dans une région de savane sahélienne (Declaire, 1999)²⁵

Causes

Certaines des pratiques agro-pastorales en cours dans le Haut Bassin sont basées sur les feux de brousse saisonniers. En ce qui concerne l'agriculture, la riziculture itinérante impose que l'on défriche chaque année de grandes superficies de nouvelles terres boisées. Une des raisons

²⁴ Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (Mali). 2006. *Rapport national sur l'état de l'environnement 2005*. Bamako. Mars.

²⁵ Declaire, Yanek. 1999. Développement de la gestion des feux de brousse au Sénégal. GTZ :PSACD. Novembre. Source : www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Africa/Senegal-feux-1999.pdf

pour lesquelles le défrichage est souvent fait par le feu c'est que cela permet de limiter l'enherbement des champs après la friche et les cendres issues du brûlis servent de fertilisants des sols. Si les pasteurs ont eux aussi souvent recours au feu (généralement de novembre à mars) c'est pour favoriser la repousse de graminées nutritives très appréciées par le bétail. Les chasseurs font aussi parfois leur battue à l'aide des feux de brousse. Les feux sont aussi dans certains cas utilisés à des fins préventives : la mise à feu contrôlée permet de réduire la biomasse très inflammable afin d'atténuer les feux destructeurs (Mbow, 2004)²⁶.

Une fois déclenché, le feu de brousse devient incontrôlable et peut ravager des superficies beaucoup plus importantes que celles visées par l'agriculteur, l'éleveur ou le chasseur qui en est l'auteur.

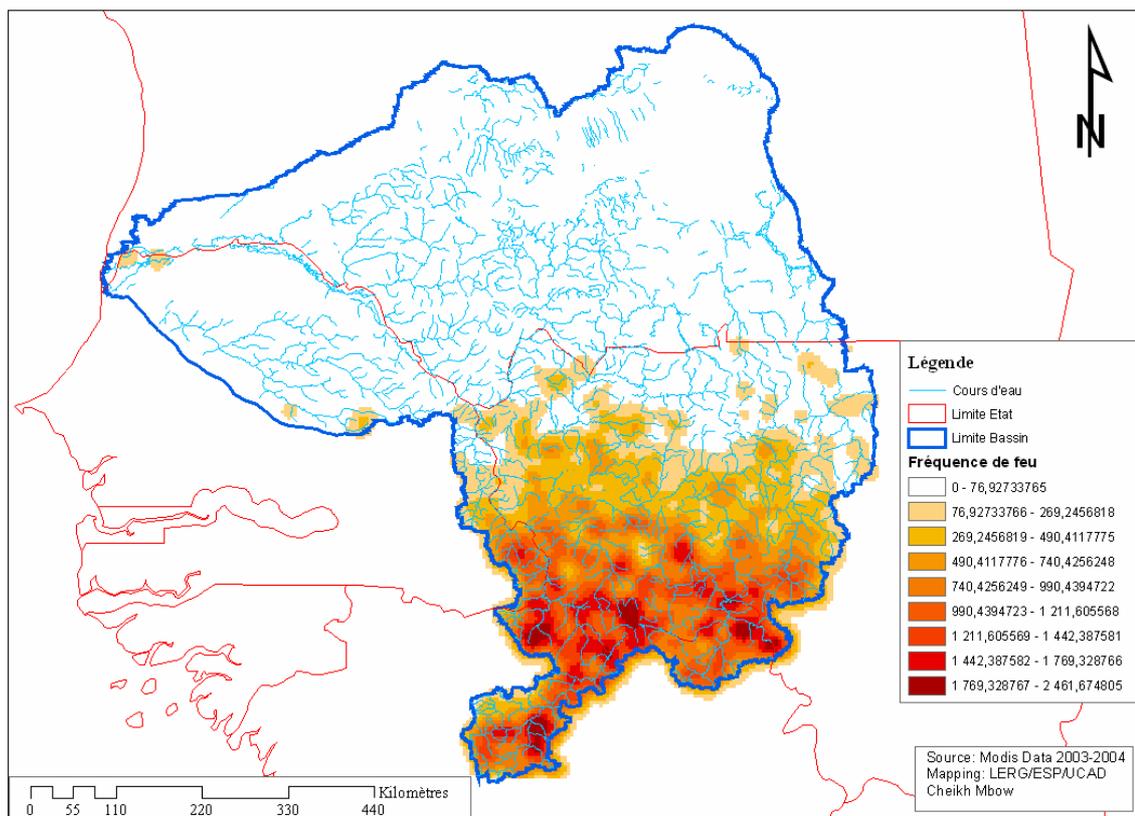


Fig.5. Fréquence des feux de brousse dans le bassin du fleuve Sénégal de Novembre 2003 à Mai 2004 (Par Dr. C. Mbow, LERG. 2006)

Conséquences

Les feux de brousse constituent un des principaux facteurs de dégradation des sols et des écosystèmes de la savane en Afrique de l'Ouest, du bassin du fleuve Sénégal en particulier. Ils perturbent le cycle naturel de mortalité et de régénération des plantes, ils provoquent ou accélèrent l'érosion hydrique (ruissellement) et éolienne et la perte à long terme de l'érosion des sols (Mbow, op.cit. 2004).

²⁶ Mbow, Cheikh. 2004. Rapport sur les feux de brousse au Sénégal pour la saison sèche de Novembre 2003 à mars 2004. LERG (Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique) et Institut des Sciences de l'Environnement (UCAD). Juin. Source : www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Africa/Senegal-Rapport-Feux-2003-2004.pdf

Options de réponses.

Le fait qu'on reconnaisse que les feux de brousse sont parfois un « mal nécessaire » a aidé au changement de paradigme qui s'est opéré ces dernières années. Ce changement se traduit par le fait qu'on est passé de stratégies exclusivement centrées sur la lutte contre les feux de brousse à des stratégies mettant plutôt l'accent sur le concept de gestion des feux de brousse (Mbow, 2004, op.cit).

La meilleure réponse aux feux de brousse n'est donc peut-être pas la répression ou le fait de viser une réduction brusque ou un arrêt des feux de brousse à court terme. Une approche alternative est de viser à mieux rationaliser et discipliner la pratique des feux de brousse afin que les feux justifiés puissent être déclenchés et que les espaces ciblés puissent être circonscrits. Une telle stratégie de gestion des feux de brousse ne peut réussir que si elle est réellement participative, et responsabilise les communautés à la base. Une telle stratégie combine la prévention (sensibilisation, législation approprié et dissuasive au besoin, techniques agro-pastorales alternatives), la maîtrise (dans le sens de circonscrire les zones touchées par cloisonnement) et la lutte à proprement parler contre les feux non justifiés ou pour lesquels de meilleures alternatives existent (DNCN-Mali, 2006)²⁷.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Feux de brousse	<ul style="list-style-type: none">• Dégradation des sols ;• Perte de diversité biologique (faune et flore) ;• Erosion hydrique et éolienne.	<ul style="list-style-type: none">• Technique agraire basée sur le brûlis ;• Feux précoces pour les besoins de l'élevage ;• Technique de chasse/braconnage.	<ul style="list-style-type: none">• Pression démographique ;• Pauvreté ;• Absence de législation appropriée.	<ul style="list-style-type: none">• Haut bassin : - Massif Fouta - Djallon - Mali

1.1.6. Désertification

La Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification définit la désertification définit cette notion (la désertification) comme étant la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides, et résultant de variations climatiques et d'activités humaines.

Les facteurs climatiques de la désertification sont la forte variabilité de la pluviométrie annuelle, les pauses pluviométriques de longue durée pendant la saison pluvieuse, les sécheresses fréquentes, etc... Les facteurs anthropiques les plus communs de la désertification sont la surexploitation des terres, le surpâturage, de mauvaises pratiques agricoles, le déboisement, les feux de brousse. Les effets conjugués de ces facteurs, dénudent le sol et l'exposent à l'érosion hydrique et éolienne.

²⁷ DNCN-Mali. Problématique des feux de brousse. Impacts et Stratégie de Lutte. Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (Mali)/Direction Nationale de la Conservation de la Nature.
Source : www.malifao2006.org/pdf/feux_brousse.pdf

La désertification est donc la résultante, la conséquence du déboisement, de l'érosion des sols et du surpâturage. Elle constitue aussi le stade ultime de la dégradation des terres (AET).

Dans la partie mauritanienne du bassin du fleuve Sénégal, la désertification concerne principalement les zones marginales entourant les écosystèmes des terres sèches du Trarza. (ADT-RIM). Dans la partie malienne du bassin, la désertification se manifeste avec le plus d'acuité dans les cercles de Kayes, Yélimané, Diéma, Kolokani et Banamba où elle résulte des déficits pluviométriques et de la destruction de la flore. (ADT-Mali)

Impacts :

Les principaux impacts mais aussi manifestations de la désertification sont la baisse de la productivité des sols, le recul des formations végétales, la perte d'habitats de certaines espèces et donc la perte en diversité biologique. En plus de ses effets sur l'environnement, la désertification induit des coûts sociaux du fait de la baisse de production alimentaire qui mène à l'insécurité alimentaire, la malnutrition, la famine, les troubles civils et les conflits liés à l'accès aux ressources. (ADT-Mali)

Dans la vallée, l'un des impacts les plus importants de la désertification a été la réduction des superficies des terres arables, des pâturages, des forêts ainsi que des ressources en eau. Par ses effets néfastes sur la productivité et les rendements agricoles, la désertification a fini par :

- mettre en cause la sécurité alimentaire et le niveau de vie des populations ;
- provoquer les mouvements massifs des populations vers les grands centres urbains ;
- rendre difficile les approvisionnements en eau pour les besoins humains et du cheptel ;
- engendrer des pertes économiques considérables. (ADT-RIM)

Options de solutions

Dans le cadre de la mise en oeuvre de la Convention des Nations Unies pour la Lutte contre la Désertification, trois des pays du Bassin du Sénégal (Mali, Mauritanie et Sénégal) ont eu à élaborer leur Programme National d'Action de Lutte contre la Désertification : depuis 2000 pour le Mali et le Sénégal et depuis 2002 pour la Mauritanie. Un Programme Sous-Régional de Lutte contre la Désertification en Afrique de l'Ouest et au Tchad est disponible depuis 1999. Mais l'état de mise en oeuvre de ces différents plans est plutôt décevant.

Etant donné la forte volonté politique qui existe pour promouvoir la coopération autour du bassin du fleuve Sénégal, il est peut-être envisageable de faire l'audit des plans nationaux existant afin d'en tirer les éléments pour la formulation d'un plan de lutte contre la désertification dans le bassin du Fleuve Sénégal. Etant donné son dynamisme actuel, l'OMVS pourrait constituer un cadre efficace de mise en oeuvre d'un tel plan d'action.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Désertification	<ul style="list-style-type: none"> Baisse de la productivité des sols ; Réduction des terres arables, pâturages et ressources en eau ; Perte de diversité biologique ; Mise en cause de la sécurité alimentaire et du niveau de vie des populations ; Exode rural 	<ul style="list-style-type: none"> Déboisement ; Feux de brousse ; Erosion / ensablement ; Déficits pluviométriques et épuisement des ressources en eau ; Allongement des périodes de sécheresse. 	<ul style="list-style-type: none"> Variabilité climatique croissante ; Surexploitation des ressources naturelles ; Régime foncier inapproprié ; 	Localisée : principalement dans la partie nord du bassin. Zones critiques : partie nord-est de la région de Yélimané, partie est de Trarza, Environs du Ferlo. Cercles sahéliens : Yélimané et Diéma.

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Mali	<ul style="list-style-type: none"> Promotion de politiques rationnelles de lutte contre la désertification et de conservation des terres dans le cadre de la CLD Utilisation rationnelle des ressources naturelles. 	<ul style="list-style-type: none"> Plan de gestion des feux de brousse dans une perspective transfrontalière ; Communication pour le changement de comportements.
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> Promotion d'une politique rationnelle de lutte contre la désertification et de conservation des terres dans le cadre de la CLD ; Mise en œuvre du Plan d'action national élaboré dans le cadre de la CLD ; Promotion d'une saine gestion des terres 	<ul style="list-style-type: none"> Planification de l'utilisation des terres ; Fixation des dunes ; Réinondation des plaines d'inondation ; Sensibilisation
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> Application des actions prioritaires et à base participative Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification ; Analyse et suivi de dynamique éolienne dans toutes ses composantes ; 	<ul style="list-style-type: none"> Gestion rationnelle des terres sur la base d'un plan ; Sensibilisation et éducation ; Faire le bilan des efforts de fixation des dunes ; Elaborer un programme de lutte contre l'ensablement et l'érosion Détermination des types d'ensablement ; Cartographie édifices à suivre ; Mise en place des protocoles ; Le suivi de la dynamique éolienne Elaboration et diffusion d'un guide des bonnes pratiques ; Délimitation et gestion rationnelle du domaine irrigable ; Elaboration d'une stratégie de communication

1.2. Disponibilité et qualité des ressources en eau

L'atteinte des objectifs visés par l'aménagement des cours d'eau (barrages et autres investissements) est parfois compromise par des comportements inattendus du réseau fluvial. Dans cette section nous étudions si les tendances actuelles dans la disponibilité et la qualité des eaux souterraines et de surface sont de nature à pouvoir constituer des contraintes pour l'environnement, la santé et le développement du bassin.

La conduite d'une telle analyse est cependant rendue difficile par le manque d'information dans les études disponibles.

1.2.1. Disponibilité de l'eau dans les aquifères

Dans la partie guinéenne du bassin on distingue plusieurs types d'aquifères avec la commune caractéristique d'avoir des débits faibles (souvent moins de 1 litre/seconde) et de situer à de faibles profondeurs (1 à 10 mètres). La disponibilité de l'eau dans ces aquifères dépend souvent de la pluviométrie annuelle locale. Ces aquifères sont très peu sollicités au contraire des rivières et marigots qui constituent les principales sources d'alimentation de la population. C'est seulement pendant la saison sèche que ces aquifères sont utilisés par endroits (Kane, 2005)²⁸.

Le fait que ces aquifères sont généralement recouverts par une couche de nature lithologique peu perméable (la recharge des nappes se faisant par infiltration à travers les fissures dans la roche) les rend sujets à la pollution par les eaux usées domestiques ou par des produits toxiques utilisés dans l'exploitation minière (de l'or en particulier).

Dans la partie malienne du bassin, la profondeur moyenne des aquifères se situe entre 10 et 15 mètres. La recharge des nappes se fait essentiellement à partir de l'infiltration des eaux de pluie mais la recharge par les eaux de surface reste non négligeable. Les liens entre eaux surface et eaux souterraines dans cette partie du bassin peuvent avoir des implications sur les risques de contamination des eaux profondes à partir des activités humaines en surface.

Dans les parties sénégalaise et mauritanienne, on distingue de façon simplifiée trois types de nappes : (a) les nappes superficielles qui comprennent les nappes de dunes (faible débit) et la nappe alluviale (située entre 2 et 15 mètres de profondeur) ; (b) les nappes du Continental Terminal qui comprennent les aquifères du Trarza et du Ferlo (Centre-Nord du Sénégal) ; (c) la nappe profonde du Maestrichtien (100 à 350 mètres de profondeur) qui est présente dans l'ensemble du bassin sédimentaire Sénégal-mauritanien.

C'est à partir de la nappe alluviale que beaucoup des villages de la moyenne vallée sont alimentés en eau, ceci par des puits de 2 à 15 m de profondeur.

Si on savait déjà que les nappes superficielles sont directement alimentées par les eaux de surface, la question s'est longtemps posée de savoir si la nappe plus profonde du Maestrichtien était fossile ou non. Même lorsqu'il a été établi que cette nappe bénéficiait de recharge, les connaissances concernant les lieux et mécanismes d'une telle recharge restaient incertaines. Des études réalisées dans le cadre du Programme Sectoriel Eau (PSE) au Sénégal ont permis de mieux comprendre l'hydrodynamique de cet aquifère. On admet à présent que dans sa partie sénégalaise cet aquifère est rechargé par les eaux de surface, en particulier à partir du Sud-ouest (zone de contact entre le socle ancien et le bassin sédimentaire) et à partir de la vallée du fleuve Sénégal (voir schéma ci-après).

²⁸ Kane, Cheikh Hamidou & Elhadj Amadou Diallo, 2005. Etude portant sur l'évaluation de l'état de l'environnement des ressources naturelles et des ressources en eau dans la partie Guinéenne du Bassin du Fleuve Sénégal. Projet de Gestion des Ressources en eau et de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal (GEF-OMVS-BFS). OMVS, Décembre

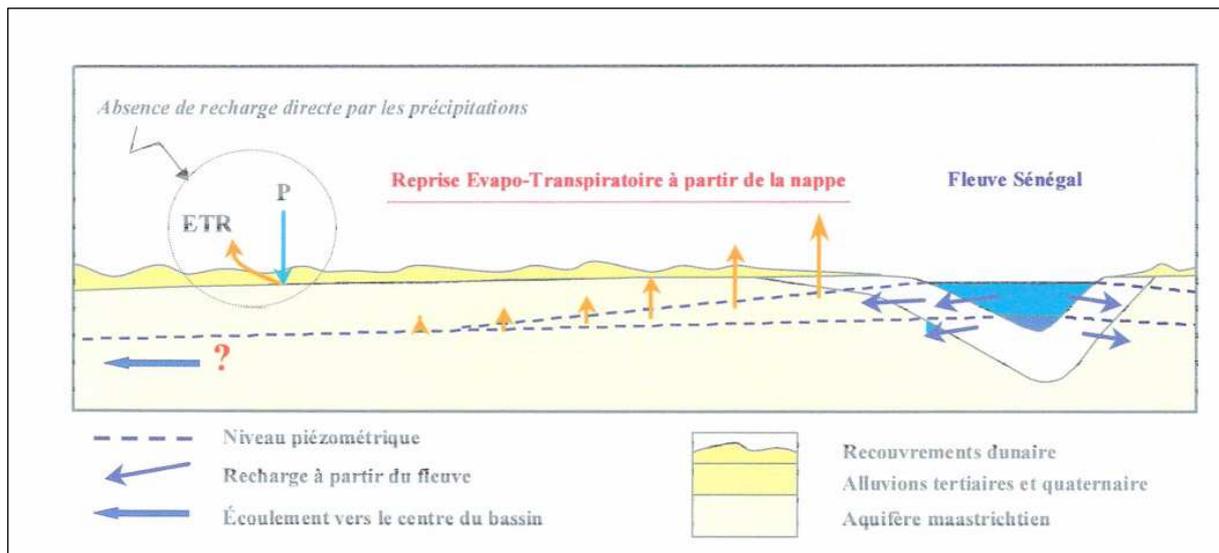


Fig.6. Processus de recharge de la nappe du Maestrichtien à partir des eaux du fleuve Sénégal (COWI, 2001)²⁹

Donc du Haut Bassin au Delta, les eaux de surface, celle du fleuve Sénégal en particulier, rechargent les nappes souterraines — de celles qui sont sub-affleurantes à celles plus profondes comme la nappe du Maestrichtien.

Ainsi, la baisse du niveau d'hydraulicité dans le bassin et la modification du régime du fleuve affectent les conditions de recharge de ces nappes. On sait par exemple que dans la vallée (en aval de Bakel) la disponibilité de l'eau dans les nappes superficielles dépend fortement de l'ampleur et de la durée de l'inondation de la plaine alluviale. C'est ainsi que l'abaissement du niveau de la nappe phréatique et du Continental Terminal observé dans certains endroits du bassin est expliqué par un déficit de recharge résultant de la réduction des superficies inondées et du raccourcissement de la durée de submersion des terres inondables. L'ampleur des impacts de la variation interannuelle d'inondation de la plaine alluviale sur les eaux souterraines est cependant encore mal cernée et fait l'objet d'études complémentaires dans le cadre du Programme Eau à Long Terme (PLT) du Sénégal. Dans la basse vallée et le Delta, la gestion du réservoir de Diama entre les côtes 1,5 à 2 m combinée à l'irrigation et la permanence de l'écoulement dans les défluent ont entraîné une élévation du niveau piézométrique, de l'ordre de 1 m (Kane, 1997). Ceci est confirmé par le rapport SOE qui note le relèvement de la nappe souterraine dans la partie aval de la Vallée, ceci du fait du plan d'eau de la retenue de Diama. (SOE, 2005)

Ceci dit, dans l'ensemble on n'a pas observé dans le bassin des cas d'assèchement de nappes souterraines, affectant par exemple la disponibilité de la ressource en eau dans les puits et forages.

1.2.2. Disponibilité des eaux de surface

Le débit moyen du fleuve Sénégal a subi fortement les effets de la variabilité et du changement climatique au cours des 3 dernières décennies. Ainsi comme on l'a déjà

²⁹ COWI & Plyconsult. 2001. Estimation de la recharge actuelle du Maestrichtien au Sénégal. COWI & Polyconsult. Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Hydraulique / SGPRE. Août

mentionné, le débit moyen actuel (depuis 1973) ne représente que 25% de ce qu'il était entre 1903 et 1950 et seulement la moitié du débit moyen entre 1950 et 1972. Une autre illustration du fait que le fleuve Sénégal est entré dans une phase de déficits hydriques chroniques c'est que 8 des 10 années les plus déficitaires dans la série 1903-1992 ont été enregistrées au cours des années 1970 et 1980.

Un autre facteur qui a affecté la disponibilité des eaux de surface concerne le rôle des barrages de Diama et de Manantali. Ces barrages ont profondément modifié le régime hydrologique du fleuve. Le barrage de Manantali, établi sur le Bafing, contrôle entre 40 et 60% du débit du Fleuve Sénégal à Bakel. Le barrage de Manantali joue le rôle d'écrêtement des crues et d'augmentation du débit d'étiage. Une des questions d'importance concerne la façon dont la gestion du barrage de Manantali a affecté les conditions d'inondation de la plaine alluviale et donc la pratique de la culture de décrue. Sur la base d'une période d'observations et d'études empiriques sur une dizaine d'années, Rasmussen et al (1999)³⁰ identifient les deux facteurs suivants pour expliquer la dégradation des conditions de la pratique de la culture de décrue à partir des années 1970 : (a) la sécheresse, donc la péjoration extrême du climat, en particulier dans les années 1970 et 1980 ; (b) le barrage de Manantali. Rasmussen et al observent que 5 années sur les 10 d'observation, la gestion de Manantali a eu un impact négatif sur l'agriculture de décrue dans la moyenne et basse vallée. Au cours des années 1988, 1989, 1991, 1994 et 1996, le barrage de Manantali a eu pour effet soit de laminier le pic de crue soit de réduire le volume total d'eau qui aurait dû être disponible pour inonder la plaine alluviale en régime normal.

Le barrage de Diama est un ouvrage de rehaussement du plan d'eau de la basse vallée et du delta du fleuve. Suivant les cotes de remplissage, son volume varie entre 250 et 535 millions de m³. Cette quantité d'eau douce stockée toute l'année permet l'irrigation de 100.000 ha en double culture (remplissage à la cote 2,5 m IGN) et améliore les conditions de remplissage et la disponibilité de l'eau dans les dépressions du Lac de Guiers et de l'Aftout-es-Saheli, à partir desquelles la ville de Dakar et, à terme, celle de Nouakchott sont en partie alimentées en eau.

L'agriculture irriguée, secteur auquel est destiné l'essentiel des eaux de surface prélevées du fleuve, est encore peu développée : moins de 70.000 ha de terres irriguées exploitées contre un disponible théoriquement exploitable de 375.000 ha. Cela veut dire que le niveau de prélèvement des eaux de surface est encore limité dans le bassin. La production d'énergie hydroélectrique, bien que considérée comme non consommatrice de l'eau, impose un hydrogramme spécifique, parfois en compétition avec les besoins d'autres secteurs : culture de décrue par exemple, ou besoins écologiques (faune ichtyologique par exemple)³¹.

1.2.3. Qualité de l'eau

³⁰ Rasmussen, Kjeld ; Nina Larsen, Fatou Planchon, Jens Andersen, Inge Sandholt & Sofus Christiansen, Agricultural Systems and Transnational Water Management in the Senegal River Basin. Danish Journal of Geography 99. 1999, pp : 1959-68

³¹ La question de la crue et décrue ainsi que celle sur les besoins de la faune ichtyologique sont discutées ailleurs dans ce document

L'altération de la qualité des eaux se présente sous les formes suivantes : (a) pollution chimique (effets de produits chimiques toxiques comme pesticides et polluants organiques persistants résultant d'activités humaines telles les rejets de pesticides utilisés dans l'agriculture) ; (b) pollution microbiologique (pollution microbienne résultant des rejets domestiques et industriels dans les eaux du bassin) ; (c) eutrophisation (augmentation artificielle de la production primaire du fait de l'accroissement de la disponibilité ou de l'apport de nutriments, se traduisant par la réduction de l'oxygène dissous dans l'eau) ; (d) matières solides en suspension (particules suspendues dans l'eau dont le taux, peut augmenter du fait d'activités humides, d'érosion, etc...) (e) déchets solides (concernent les matériaux solides introduits dans l'eau, surtout à partir d'activités humaines diverses)

1.2.3.1. Pollution des eaux / impacts de l'exploitation minière

Pollution des eaux

En ce qui concerne la pollution par les pesticides et engrais, les données disponibles sont peu précises concernant le niveau d'utilisation des ces produits et leurs impacts spécifiques sur la qualité des eaux.³² On sait par contre que cette forme de pollution est davantage posée dans les zones de la vallée où il y a la plus forte concentration de périmètres irrigués et agro-industriels, c'est-à-dire le delta et la basse vallée. Sur la rive gauche, il est ainsi noté l'existence de problèmes sérieux créés par les résidus de pesticides déversés dans l'environnement à partir des eaux de drainage des cultures irriguées (ADT-Sénégal). Dans la rive droite, on a aussi constaté que le développement de la riziculture irriguée a entraîné l'utilisation en grandes quantités de produits phytosanitaires (pesticides, herbicides, fongicides, autres produits chimiques) ce qui, par ruissellement, a entraîné la contamination du fleuve et de la nappe phréatique. (ADT-RIM)

En ce qui concerne les rejets domestiques sur le fleuve, aucune information précise n'est disponible. Mais étant donné l'augmentation de la démographie du bassin et surtout celle des villes, cette question mérite une plus grande attention. En ce qui concerne les rejets industriels, les plus notables sont les eaux de drainage que la CSS rejette dans le lac de Guiers : environ 90.000 m³ d'eau de drainage par jour. Cette question est un sujet de grande préoccupation au Sénégal. Et la CSS qui reconnaît que les eaux qu'elle déverse dans le lac ne font pas l'objet d'un pré-traitement estime néanmoins que ces rejets sont de qualité conforme aux normes internationales pour les eaux de drainage (Niasse & Kruskopf, 2006).

Exploitation minière

En ce qui concerne la qualité des eaux dans et à proximité des zones d'exploitation minière, il y a encore plus de questions que de réponses. Les zones concernées par l'exploitation minière sont surtout le Haut bassin. Dans la partie guinéenne du bassin, il existe des sites d'exploitation industrielle du bauxite (Société de bauxite de Dabola-Tougué, SBDT) et de l'or (Société Minière aurifère de Kalinko –SMK et Société Minière de Gagnakali). Au Mali, les sites les plus importants d'exploitation industrielle de l'or sont à Yatéla et Sadiola (mine exploitée par la Société SEMOS dont Anglo-Gold est l'actionnaire principal).

³² Bien que l'Etat Zéro de l'Environnement (OMVS-SOE, 2003) donne des estimations des dosages d'engrais à l'hectare suivant le type de spéculacion, ni cette étude ni celle sur le Plan de Gestion des Pestes et Pesticides du PGIR (STUDI International et al, 2006) ne donnent d'informations spécifiques sur les quantités d'engrais et pesticides effectivement utilisées dans le bassin du fleuve et leurs impacts sur la qualité de l'eau

A côté de l'exploitation industrielle de l'or, il y a aussi l'exploitation artisanale (orpaillage) très répandue et très ancienne (elle date de la période pré-coloniale). En Guinée, les principaux endroits où l'or fait l'objet d'une exploitation traditionnelle sont : Diatiféré, Naboun, Franwalia, Gagnakaly et Kintinian (ADT-Guinée). Au Mali, les principaux sites d'orpaillage se trouvent dans l'est de Faléa et le sud-ouest de Faraba. Dans la partie sénégalaise du bassin, l'orpaillage a lieu sur les rives de la Falémé.

La raison pour laquelle l'exploitation industrielle de l'or peut affecter la qualité de l'eau c'est qu'elle se base sur des procédés chimiques tels que la cyanuration et/ou l'utilisation d'autres produits chimiques. Pour limiter la pollution des eaux souterraines et de surface, les unités industrielles réalisent souvent des cuves étanches sécurisées comme bassins de rejets. Mais des déversements accidentels restent possibles, et la gestion de ces cuves une fois pleines reste un problème. Et les conséquences sur l'environnement des produits cyanurés peuvent être particulièrement dangereuses si des infiltrations se produisent à partir du bassin à rejet. Au Mali, on considère que les problèmes liés à la gestion de ces bassins de rejets font partie des impacts environnementaux les plus importants dans les mines industrielles d'exploitation de l'or (GES Conseils. 2004)³³ Les produits cyanurés créent des risques de maladies par intoxication et des maladies respiratoires chez les populations humaines et animales qui en sont exposées.

Mais la réalité et l'ampleur des impacts éventuels de l'exploitation de l'or sur la qualité des eaux ne sont pas encore suffisamment documentées. Le Laboratoire de la Qualité des Eaux de la Direction Nationale de l'Hydraulique (Mali) rapporte faire un suivi régulier des mines d'or qui font l'objet d'une exploitation légale au Mali (cas de Sadiola et de Yatéla)³⁴ et que jusqu'ici aucune anomalie n'a été constatée, les compagnies concernées prenant elles-mêmes les dispositions appropriées pour éviter la pollution des eaux locales³⁵.

En ce qui concerne l'utilisation du mercure dans l'orpaillage et ses impacts éventuels, il existe peu d'informations disponibles.

Dans le cadre la mission au Mali et en Guinée, il n'a pas été possible d'approfondir cette question qui n'a pas été abordé dans ni l'AET préliminaire ni dans les ADT nationales.

Causes

Les formes et processus par lesquels la dégradation de la qualité de l'eau s'opère sont divers. De même les causes directes de la dégradation de la qualité de l'eau sont fort variables. Il existe des causes naturelles telles que celles liées aux changements dans les conditions climatiques et hydrologiques générales (baisse de disponibilité de l'eau et changement dans l'hydrodynamique du fleuve). Mais dans beaucoup de cas, l'altération de la qualité de l'eau découle d'activités humaines (agriculture, exploitation minière, rejets domestiques, etc.).

³³ GES Conseils. 2004. Evaluation Environnementale et Sociale Stratégique. Rapport Final Projet d'Appui aux Sources de Croissance. Ministère de la Promotion des Petites et Moyennes Entreprises (Mali). Octobre Source : http://66.102.9.104/search?q=cache:hcRQLZNtZ4MJ:www-wds.worldbank.org/servlet/WDSContentServer/WDSP/IB/2005/08/19/000112742_20050819111114/Original/E10630ENVRapport0Final0Octobre02004.doc+mercure+cyanure+mines+Fleuve+S%C3%A9n%C3%A9gal&hl=en&ct=clnk&cd=11

³⁴ Située dans la Région de Kayes, la mine d'or de Sadiola est exploitée depuis 1996. Elle a produit 14,9 tonnes d'or en 2002. La mine de Yatela, à 15 km de Sadiola, est exploitée depuis 2001. La mine de Sadiola est alimentée en eau à partir du fleuve Sénégal par un tube de 60 km de long. En 2002, la consommation d'eau de la mine (et de villages environnants) a été estimée à un peu moins de 6 millions de m³.

³⁵ Abdoulaye Koné, Directeur, Laboratoire Qualité des Eaux, DNH : communication personnelle (juillet 2006).

Le facteur sous-jacent à des activités humaines qui polluent la qualité de l'eau relève d'un déficit d'éducation en matière de santé, d'hygiène et d'utilisation des produits phytosanitaires. Cet état est aussi le fait d'une organisation insuffisante au niveau communautaire ou bien encore au niveau des communes pour mettre en place une véritable stratégie de prévention en développant des systèmes de collecte des ordures, d'évacuation des eaux stagnantes ou en favorisant la mise en œuvre d'un système d'assainissement des eaux usées et d'encouragement à la vulgarisation des latrines (publiques et individuelles) (ADT-SN). Un autre facteur concerne souvent la non mise en œuvre de mesures suffisamment incitatives ou répressives. Dans la plupart des cas les textes existent, mais c'est leur mise en œuvre effective qui pose souvent problème.

Options de solution

Parmi les options envisageables de solutions à la pollution des eaux, on peut noter les suivantes :

- Mettre en place et/ou renforcer le dispositif de suivi de la qualité chimique et microbiologique des eaux du fleuve. Il est souhaitable que chacun des Etats concernés et même les acteurs concernés sur le terrain (agro-industries, entreprise minière) s'équipe pour mieux contrôler la qualité de l'eau et respecter les limites admissibles de pollution de l'eau. Mais il reste important qu'un organisme neutre telle que l'OMVS puisse jouer un rôle de premier plan dans le suivi de la qualité de l'eau, afin d'aider à ce que les mesures préventives ou correctives appropriées soient prises si des cas de dégradation de la qualité de l'eau commencent à revêtir une ampleur trans-nationale. L'idée que la SOGED s'équipe tout comme la SOGEM d'un laboratoire d'analyse des ressources en eau va dans le bon sens. Outre les efforts faits ou envisagés concernant les réservoirs de Diama et Manantali, il faut que l'OMVS se dote des moyens requis (peut-être en collaboration avec les services nationaux compétents) pour contrôler la qualité de l'eau du fleuve dans le reste du bassin, ceci en rapport avec les possibilités de contamination de l'eau à partir des activités agricoles, industrielles et minières.
- Il faut engager, dans le cadre de l'implication de la société civile et des structures de recherche (composante 5 du Projet GEF), engager des campagnes d'éducation et de sensibilisation du public, mais aussi de formation des communautés et collectivités locales dans la gestion des problèmes de pollution de l'eau.
- Enfin, il est important de mettre en œuvre des mesures appropriées de dissuasion et si nécessaire de répression de la pollution. Au niveau national et à travers les conventions ratifiées, les Etats disposent des bases juridiques requises pour faire face à la pollution de l'eau. L'effort doit être centré sur la mise en œuvre effective de ces politiques.

1.2.3.2. Eutrophisation

Les données les plus complètes dont nous disposons sur l'eutrophisation concernent le Lac de Guiers qui a fait l'objet d'une étude détaillée de la qualité biologique de ses eaux dans le cadre du Projet Sectoriel Eau (PSE). Cette étude, sur la base de paramètres tels que les concentrations en phosphore et azote et le niveau de présence de cyanobactéries, conclut que le lac de Guiers présente une tendance nette à l'eutrophisation, surtout dans sa partie centrale où la forte concentration de cyanobactéries potentiellement toxiques peut à terme être à l'origine de problème pour l'approvisionnement en eau potable. Les conditions que l'on

retrouve dans le lac de Guiers (faible vitesse de l'eau, étant donné qu'il s'agit d'un lac quasiment fermé), forte densité de Typha, rejets d'eau de drainage de l'agriculture irriguée (de la canne à sucre en particulier) sont très proches de celle de la retenue de Diama (pour laquelle nous ne disposons pas de données détaillées sur la qualité des eaux)³⁶. La qualité chimique de l'eau de la retenue de Manantali ne semble pas poser de problèmes particuliers pour le moment. Sur la base des résultats de suivi de la qualité des eaux de la retenue de Manantali, la SOGEM note que cette qualité n'a pas subi de modification notable par rapport à la situation du fleuve Bafing avant la mise en eau du barrage de Manantali.³⁷

1.2.3.3. Matières sèches en suspension et envasement

Matière sèche en suspension

Se basant sur des travaux antérieurs, Gannett Fleming et al, 1980 (Rapport partiel sur le Régime du Fleuve et de l'estuaire) évaluaient le total annuel de concentrations de sédiments en suspension passant sous le pont Faidherbe à Saint-Louis à 900.000 tonnes par an (référence année 1971 où le débit moyen à Bakel a été de 1.400 m³/s entre juillet et novembre). Au cours de la même année de référence la concentration de sédiments à suspension à Bakel a été estimée à 2.100.000 tonnes. L'étude Gannett Fleming en déduit que la différence, 1.200.000 tonnes, a dû se déposer dans le champ d'inondation de la moyenne vallée.

On sait que les dépôts sédimentaires dans la plaine d'inondation jouent un rôle de premier plan dans la fertilisation des terres de décrue (en formant le limon) et comme nutriment pour la faune (ichtyologique en particulier).

Au cours de la présente synthèse de l'ADT, aucune information pouvant renseigner sur l'évolution récente des SES (sédiments en suspension) n'a pu être collectée. Par conséquent, on ne sait pas dans quelle mesure le barrage de Manantali a pu affecter dans un sens ou dans l'autre la teneur en SES de l'eau du fleuve. Il a cependant été rapporté de façon anecdotique que des agriculteurs de la moyenne vallée pensent que maintenant la crue est moins productive (en termes de rendements dans les terres de décrue) que les crues d'il y a quelques années. Il est cependant difficile de dire si ce sentiment correspond à la réalité et si une baisse éventuelle de la productivité du waalo (terres de décrue) peut être imputable à une baisse de la charge en SES (limon) de l'eau du fleuve ;

La question de l'envasement

L'envasement des axes concerne essentiellement la Basse Vallée et le Delta du fleuve. Il a commencé à devenir préoccupant depuis 1997-1998 et a été facilité par le fait que le Typha qui a colonisé ces axes piège les sédiments. Actuellement le bief entre l'écluse de Diama et l'embouchure est envasé (AGRER et al, vol. 1, 2003 :19). Plus en amont, dans la moyenne vallée (comme par exemple dans le Brakna ouest sur la rive droite), de nombreux axes reliant le fleuve aux cuvettes de décrue sont aussi envasés, affectant ainsi les conditions d'inondation de certaines des cuvettes de décrue (AGRER et al. Vol 2. 2003 : 171). L'envasement résultant

³⁶. Ceci montre la pertinence de l'information qui nous a été donnée concernant le projet de réalisation d'un laboratoire d'analyse de la qualité des eaux au sein de la SOGED

³⁷ Note de la SOGEM en date du 21 juillet 2006

de l'accumulation de sédiments dans les axes est favorisé par les végétaux aquatiques envahissants (Typha et salvinia en particulier) qui forment des bouchons qui empêchent l'écoulement normal de l'eau, freinant ainsi l'alimentation en eau des périmètres irrigués, des dépressions naturelles (lac de Guiers et Lac R'Kiz) et des cuvettes de décrue (AGRER, Volt 1, 2003.). Dans la moyenne vallée, les cas d'envasement observés sont expliqués en partie par la faiblesse des crues dans les années récentes. (AGRER et al, Vol 2, 2003 :171)

En ce qui concerne la question de l'envasement dans la retenue de Manantali, Gannett Fleming (Rapport Partiel sur les Régimes du fleuve et de l'estuaire) observait un faible transport de sédiment dans le Bafing et sur cette base écartait tout danger d'alluvionnement dans le futur réservoir de Manantali dont il estimait la durée de vie à 450 ans (période estimée de comblement du volume d'eau morte de la retenue par les dépôts sédimentaires observés à l'époque). Les responsables de la SOGEM confirment que le taux actuel d'envasement de la retenue de Manantali est négligeable.

Conséquences/Impacts

L'envasement des axes hydrauliques du Delta affecte négativement la culture irriguée. Par exemple en Mauritanie, au moins les 3/5 des périmètres irrigués sont alimentés à partir de marigots soumis aux fluctuations du plan d'eau du réservoir de Diama. Beaucoup de ces marigots sont envasés, ce qui est facilité par le fait qu'ils sont colonisés par le Typha. Et les efforts de lutte contre l'envasement des axes, souvent menés conjointement avec la lutte contre les espèces envahissantes, se sont avérés extrêmement coûteux. Le programme que la Mauritanie a ainsi initié ces dernières années pour lutter contre le typha par faucardage a coûté 1 million d'Ouguiya (ou 4.000 USD) par ha nettoyé et 2.000 à 3.000 Ouguiya (8 à 10 USD) par m³ de curage. Les efforts de faucardage du Typha en Mauritanie ont ainsi englouti pas moins de 900 millions d'Ouguiyas (3, 6 millions USD) entre 1999 et 2002 et plus de 5 milliards d'Ouguiyas (20 millions USD) entre 2002 et 2005.

Causes

Les axes hydrauliques sont le réceptacle de trois types d'apports : (a) apports par décantation de la charge solide du fleuve ; (b) apports latéraux par ruissellement, résultant du ravinement des berges du fait d'une pluviométrie intense, d'une forte pente de talus et de la dégradation du couvert végétal ; (c) apports par déflation éolienne (AGRER et al, Vol. 2, 2003 :172). Ces processus sont aggravés et amplifiés dans les cas où il existe une végétation aquatique abondante qui piège les apports. Ce dernier cas de figure concerne surtout le Delta et la moyenne vallée, alors que le premier concerne davantage la moyenne vallée et le second cas, la haute vallée et le haut bassin (voir ci-dessous : érosion des berges)

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Envasement	<ul style="list-style-type: none"> • Efficacité réduite conditions inondation plaine alluviale, des étangs et des canaux d'irrigation; • Réduction de superficie des terres humides et diminution de leurs fonctions et de leurs usages bénéfiques; • Forte charge solide et charriage de fond dans les cours d'eau, d'où formation de bancs de sable et de marmites de géants, et érosion des berges 	<ul style="list-style-type: none"> • Dégradation continue des zones fragiles et montagneuses en amont; • Changements climatiques (déficits pluviométriques et hydriques) ; • Dégradation des sols et érosion ; • Dégradation des berges ; • Dégradation des bassins versants due aux pressions démographiques, à la demande de bois et à l'expansion de l'agriculture ; • Transport solide élevé, érosion ; • Prolifération des espèces aquatiques envahissantes. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pression démographique dans le bassin supérieur et déboisement excessif • Gestion inappropriée des terres et du bétail; • Absence de pratiques de conservation et de protection des sols à l'échelle du bassin; • Dégradation du couvert végétal ; 	Ensemble du bassin Zones critiques: <ul style="list-style-type: none"> • Affluents du Bafing dans le Fouta-Djalon; • Basse vallée et delta ;

1.2.3.4. Modification de l'hydrodynamique de l'estuaire

L'estuaire du fleuve Sénégal subit des modifications profondes dans sa dynamique hydrologique. La première grande perturbation a été la réalisation du barrage de Diama, à une trentaine de kilomètre de l'embouchure. Avant ce barrage, les eaux douces et les eaux marines se relayaient saisonnièrement dans l'estuaire du fleuve. En saison humide, avec l'arrivée de la crue, l'eau douce envahissait l'estuaire avant de se déverser dans l'océan. En saison sèche, quand le débit du fleuve faiblit, la mer envahit l'estuaire et remonte le fleuve sur des dizaines voire plus d'une centaine de kilomètres. Les mouvements des marées pouvaient se faire sentir jusqu'à Boghé, à près de 400 km en amont (Gannett Fleming, Rapport partiel sur les régimes du fleuve et de l'estuaire, 1980). Avec le Barrage de Diama, la langue salée ne remonte plus le fleuve et l'eau est salée en permanence en aval du barrage, alors que la retenue de Diama, longue de plus 100 km, est remplie d'eau douce toute l'année.

La deuxième grande perturbation hydrologique de l'estuaire a résulté de l'ouverture en octobre 2003 d'une brèche (aussi appelé « canal de délestage) sur la langue de Barbarie, à 7 km en aval de Saint-Louis. (Thiam, 2005³⁸ ; Diatta, 2004³⁹) La Langue de Barbarie est une bande de terre longue d'une trentaine de kilomètres pour une largeur moyenne de 100 m. Elle sépare le fleuve Sénégal et l'océan et faisait que l'embouchure réel du fleuve était à 30 km en aval de Saint-Louis. En conséquence la remontée de la langue salée à partir de cette embouchure s'en trouvait ralentie et le temps de transmission des mouvements de marée sur

³⁸ Thiam, El Hadji Ibrahim. 2005. La problématique des eaux douces dans l'estuaire du Fleuve Sénégal : l'exemple de la zone du Gandiolais. Mémoire DEA. Chaire UNESCO/UCAD sur Gestion Intégrée et Développement Durable des Régions côtières et des petites îles. UCAD & UNESCO.

³⁹ Ibrahim Diatta. 2004. L'ouverture d'une brèche à travers la Langue de Barbarie (Saint-Louis du Sénégal) – Les autorités publiques et les conséquences de la rupture. Mémoire de Maîtrise en Géographie. UFR Lettres et Sciences Humaines /Université Gaston Berger de Saint-Louis.

le plan d'eau du fleuve était quelque peu différé. La brèche ouverte en octobre 2003 a changé cette donne. Si elle était au départ seulement large de 4 mètres (pour 1,5 m de profondeur), elle n'a cessé depuis lors de s'élargir vers le sud et constitue la nouvelle embouchure du fleuve (Thiam, 2005 ; Diatta, 2004). Le temps de propagation de la marée dans le bas delta du fleuve est plus rapide. Les conséquences de ce phénomène sur la qualité des eaux et la sécurité des habitations et des ouvrages réalisés dans le bas Delta sont encore mal cernées, mais méritent une grande attention. Parmi les questions qui restent sans réponse il y a celle de savoir pourquoi la brèche, contrairement à ce qui se passait auparavant ne s'est pas refermée mais a au contraire continué à s'élargir. Gannett Fleming et al, 1980 (Rapport partiel sur les régimes du fleuve et de l'estuaire) rappelle qu'il était dans le passé très fréquent que la mer ouvre une brèche à travers la langue de Barbarie. Ce rapport inventorie 16 percées entre 1850 et le début des années 1970. Mais ces brèches se refermaient rapidement après avoir été ouvertes.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Disponibilité et qualité de l'eau	<ul style="list-style-type: none"> • baisse de l'hydraulicité des eaux de surface ; • abaissement du niveau des nappes superficielles • dégradation de la qualité des eaux ; • Effets négatifs sur la faune et la flore dépendant de l'eau; • Rejets de nutriments et de pesticides, d'où une eutrophisation accrue; • Baisse de qualité de l'environnement et envahissement par des végétaux aquatiques ; 	<ul style="list-style-type: none"> • Baisse fréquence et durée inondation de la plaine alluviale ; • Modification du régime du fleuve par les barrages ; • Prolifération des végétaux envahissants ; • Pollution par les eaux usées domestiques ; • Pollution par les résidus d'exploitation minière (or) ; • Rejets eaux de drainage non traitée de l'agriculture (agro-industrie et irrigation). 	<ul style="list-style-type: none"> • Absence de normes de qualité, de lois et règlements harmonisés relatifs à l'eau ; • Non application de la réglementation sur la pollution des eaux • Déficit pluviométrique dû aux changements climatiques ; • Laminage des crues par les barrages ; • Continuité entre eaux de surface et eaux souterraines, ce qui rend ces dernières vulnérables à la pollution ; • Augmentation de la démographie ; • Croissance urbaine le long du fleuve ; • Déficit d'éducation et de sensibilisation des populations ; • Absence de suivi/contrôle rigoureux et coordonné de la qualité des eaux du fleuve 	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones critiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bassin sédimentaire sénégalo-mauritanien (secteur de la vallée) ; • Zones aurifères (exemple : industrielle et artisanale) ; • Delta du fleuve Sénégal (eaux de drainage) ; • Lac de Guiers • Zone estuarienne du fait du changement récent de l'hydrodynamique (brèche Langue de barbarie)

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Guinée	<ul style="list-style-type: none"> Amélioration de la base de connaissances sur la disponibilité de l'eau (inventaire : demande d'eau, base de données et contrôle des eaux souterraines); Actualisation des plans généraux d'aménagement hydraulique ; Réalisation d'un schéma directeur 	<ul style="list-style-type: none"> Réhabilitation/ installation de stations hydrométriques clés; Étude diagnostique du bassin; Mise en œuvre des différentes lois en vigueur dans le secteur et le renforcement des capacités ; Promotion et vulgarisation des technologies alternatives d'approvisionnement en eau potable.
Mali	<ul style="list-style-type: none"> Meilleure suivi de la qualité des eaux et meilleur respect de la réglementation sur la politique des eaux 	<ul style="list-style-type: none"> Suivi rigoureux de la qualité des eaux ; Mise en œuvre effective et au besoin renforcement de la réglementation sur la pollution des eaux ;
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> Amélioration de l'information sur les lâchers d'eau en aval de Manantali; Gestion des niveaux et débits d'étiage Assurer un meilleur contrôle de la qualité des eaux. 	<ul style="list-style-type: none"> Modèle de prévision des lâchers d'eau; Finaliser normes qualité eau (ISN) Renforcer le contrôle de la qualité des eaux (Lac de Guiers) Plan de gestion des lâchers d'eau Accélérer la réalisation d'un émissaire du Delta.
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> Promotion d'une politique de planification et de gestion de l'eau; Élaboration d'un modèle approprié d'allocation de l'eau pour permettre la recharge des eaux souterraines; Stratégie d'amélioration des méthodes de gestion de l'eau Application de la législation relative à l'utilisation des pesticides; Lutte contre les rejets polluants et d'eaux usées et contrôle de l'utilisation des fertilisants et pesticides; 	<ul style="list-style-type: none"> Études techniques; Sensibilisation et éducation Etablissement de normes ; Code de bonnes pratiques de l'utilisation de l'eau Suivi du profil hydrique des sols ; Mise en œuvre de politique et règlements environnementaux;; Sensibilisation des agriculteurs Laboratoires de recherches pour le suivi de la qualité des eaux;

1.3. Espèces envahissantes

Les espèces nuisibles envahissantes concernent les espèces (animales, végétales ou des micro-organismes) qui envahissent un espace nouveau en causant des impacts négatifs sur la biodiversité, l'agriculture et d'autres activités productives, la santé, etc. Elles peuvent aussi concerner des espèces autochtones qui, du fait de déséquilibres dans l'écosystème, prolifèrent dans des proportions nouvelles.

Au cours de la dernière décennie, les espèces végétales envahissantes se sont développées de façon spectaculaire dans le bassin du fleuve, et en particulier dans la basse vallée et le delta. Les espèces concernées ont été principalement les Roseaux (*Typha* et *Phragmites*), la laitue d'eau (*Salvinia molesta*) et la Fougère d'eau (*Pistia stratiotes*). La surface totale envahie par les végétaux était estimée en 2001 à un peu plus de 100.000 ha (SOE, 2005). En moins de 10 ans, la plupart des axes hydrauliques actifs ont été envahis par les plantes aquatiques nuisibles.

La prolifération des végétaux aquatiques nuisibles est donc un des problèmes environnementaux les plus préoccupants dans le bassin du fleuve Sénégal, ceci non seulement du point de vue de l'ampleur du phénomène mais aussi de ses incidences écologiques et socio-économiques et de la difficulté de son éradication.

1.3.1. *Typha australis*

Typha est une espèce autochtone dans le bassin du fleuve Sénégal. Elle est bien connue dans les langues locales (barakh en ouolof) et sa présence est documentée dans la vallée au moins depuis les années 1950. A la faveur de la création de conditions hydrologiques nouvelles favorables à son développement, le *Typha* a connu une expansion fulgurante ces dernières années.

Sur les 100.000 ha de terres couvertes par la végétation aquatique envahissante dans la vallée du fleuve Sénégal, on estimait que 62.700 ha étaient à dominante *Typha* et *Phragmites* et le reste (37%) occupé par des espèces envahissantes diverses. Aujourd'hui (2006), on estime que le *Typha* occupe à lui seul une aire de plus de 100.000 ha⁴⁰, et continue à progresser à la vitesse de 10% par an (SOE, 2005).

La zone du bassin aujourd'hui la plus affectée par le *typha* est constituée de l'ensemble des rives du fleuve Sénégal, du Delta jusqu'au-delà de Dagana, sur près de 200 km. On estime que 95% des axes hydrauliques des grands aménagements du Delta sont colonisés par des bandes épaisses de *typha*. L'impressionnant tapis de *typha* qui couvre une bonne partie du plan d'eau du réservoir de Diama a été comparé à une « moquette géante » déroulée sur la retenue de ce barrage (Chambers, 2003). *Typha* prolifère aussi dans la partie marécageuse du Parc du Djoudj, la partie Nord du Parc du Diawling ; la plupart des zones de stagnation de l'eau douce dont le lac de Guiers et l'ancienne Taouey reliant le lac au fleuve à hauteur de Richard Toll et dont les berges sont entièrement envahis par le *Typha* ; le Ngalenka (dans l'ouest du Département de Podor). *Typha* remonte de plus en plus le fleuve et a aujourd'hui atteint Tekane et Kaédi où on le trouve dans les canaux des périmètres rizicoles de Fom Gleïta. La communication faite par la Délégation malienne pour l'atelier de lancement de l'Etude pour la Restauration du Réseau Hydraulique du Bassin du Fleuve à Nouakchott en octobre 2002 signalait même la présence du *Typha* dans l'aval immédiat du site du barrage de Manantali⁴¹. La SOGEM confirme aujourd'hui que non seulement que le *Typha* continue à être présent à l'aval de Manantali mais semble occuper de plus en plus de terrain, l'espace colonisé étant estimé à une bande de trois hectares sur les berges du fleuve Bafing⁴².

Causes

Typha était présent dans la vallée mais peu développé avant la mise en service du barrage de Diama (1986). C'est seulement dans le Lac de Guiers où cette espèce existait en peuplements assez importants au début des années 1980. Cette présence et ce début de prolifération dans le lac peuvent être expliqués par le fait que le Lac de Guiers qui faisait l'objet d'aménagements de contrôle de l'eau (pont-barrage de Richard Toll réalisé en 1947, digue de Keur Momar Sarr en 1956, et plus tard le creusement du canal de la Taouey et l'aménagement de casiers de canne à sucre) offrait au début des années 1980 des conditions hydro-écologiques favorables au développement du *Typha*.⁴³ Ces mêmes conditions allaient être créées plus tard dans la

⁴⁰ Communication personnelle SOGED.

⁴¹ . Communication annexé aux Actes de l'Atelier de Lancement. AGRER et al.. 2003. Etude pour la Restauration du Réseau Hydraulique du Bassin du Fleuve Sénégal. Atelier de Lancement. Nouakchott, 2è-28 octobre 2002. OMVS/SOGED

⁴² .Communication personnelle du Chef de la Division Manantali de la SOGEM (22/07/2006)

⁴³ . Institut des Sciences de l'Environnement. 1983. Le Lac de Guiers. Problématique d'environnement et de Développement. AGCD. Bruxelles

basse vallée et le Delta par le barrage de Diama. Les consignes actuelles de gestion du réservoir de Diama et consistant à maintenir le plus longtemps possible un plan d'eau quasi constant à une cote élevée créent les conditions idéales pour le développement du Typha » (AGRER et al. Vol. 1, 2003 : 20).

Comme cela apparaît à travers la genèse du développement du Typha dans le lac de Guiers et son développement fulgurant depuis la mise en service des barrages, la cause profonde de la prolifération du Typha est la régularisation du régime du fleuve du Sénégal.

Conséquences

L'une des conséquences immédiates de la prolifération du Typha est le colmatage des axes hydrauliques, ce qui à terme peut compromettre le potentiel de 100.000 ha de terres irrigables qui existe dans le Delta et la basse vallée. Outre l'envasement des axes hydrauliques (question analysée en détail plus haut), le typha affecte aussi négativement les activités de pêche et offre aussi des gîtes pour les moustiques responsables de la transmission du paludisme et les mollusques hôtes intermédiaires de la bilharziose (les maladies hydriques sont analysées plus bas). La prolifération du Typha nuit aussi à la biodiversité, parce que le Typha a tendance à constituer des peuplements denses homogènes et donc mono-spécifiques.

Options de solution au Typha

On distingue deux séries d'options de lutte. Il y a d'abord celles centrées sur le symptôme et consistant à éradiquer les peuplements de typha. Pour le moment ces méthodes semblent être privilégiées dans le bassin du fleuve Sénégal. C'est ainsi que beaucoup d'efforts ont été consentis au Sénégal et en Mauritanie dans la lutte mécanique, le faucardage en particulier. Cette forme de lutte a l'inconvénient majeur d'être souvent très onéreuse :

- Les expériences menées sur la rive gauche au Sénégal (Lac de Guiers en particulier) montrent qu'il faut 6 à 10 heures de travail d'un faucardeur pour traiter un hectare envahi par le Typha (biomasse moyenne du Typha : 100 tonnes par hectare). (AGRER et al, Vol 2, 2003 : 126)
- Le dragage des canaux d'irrigation est non seulement onéreux (près de 9.000.000 FCFA ou 18.000 USD facturé à la SAED par kilomètre traité) mais on observe souvent une ré-invasion rapide des zones traitées. (AGRER et al, Vol.2, 2003 :127).
- Une telle lutte mécanique peut-être combinée à la promotion de la valorisation économique de la végétation collectée : utilisation comme combustible (bio-méthanisation ou pour faire du charbon⁴⁴), ou comme matériaux de construction, pour la fabrication de papier, etc.)

Pour rendre les efforts de lutte mécanique viables à long terme, des réflexions sont menées concernant les usages économiques que l'on pourrait faire de la biomasse de typha : utilisation comme matériau dans l'habitat (palissade), dans l'artisanat, comme brise-vents, ou comme combustible.

Outre les méthodes de lutte mécanique, il y a celles qui consistent à tenter de recréer les conditions hydrologiques proches du régime naturel. C'est ainsi qu'en ce qui concerne le Lac

⁴⁴ On estime qu'il faut environ 3,3 tonnes de matières sèches de Typha pour la fabrication d'une tonne de charbon (AGRER et al. Vol. 2, 2003 :167)

de Guiers, l'étude AGRER préconise que l'on fasse varier le plan d'eau du lac pour créer un marnage compris entre les cotes 1,5 et 2 mètres, ce qui du point de vue de cette étude permettrait de contrôler le développement de la végétation envahissante qui occupe les bordures du lac (AGRER et al, Vol.1, 2003 :28).

Il y a enfin les approches qui préconisent que l'on combine la lutte mécanique et les interventions sur le régime du fleuve. L'étude d'impact environnemental du PDIAM (Mauritanie) suggère un assèchement temporaire ou à tout le moins un abaissement conséquent (supérieur à un mètre) du plan d'eau pendant quelques semaines pour mieux lutter contre le Typha (AGRER, 1998, op.cit.) La lutte mécanique aurait lieu pendant les basses eaux. Il est aussi souligné que cette approche permet de faire d'une pierre deux coups : l'abaissement du plan d'eau étant aussi bénéfique pour lutter contre les pestes et en particulier contre les mollusques et autres hôtes intermédiaires de certaines maladies. AGRER va dans le même sens en estimant qu'une mise à sec de 2 à 3 mois est nécessaire pour permettre l'élimination par le feu de la biomasse desséchée à la surface du sol. Même là, l'étude AGRER et al redoute qu'à la remise en eau des aires traitées on puisse assister à une accélération du développement du Typha. (AGRER et al. Vol. 2, op.cit. 2003 : 127).

Tout ceci montre l'énorme challenge que constitue le Typha pour le développement du bassin du Fleuve et pour la protection de son environnement.

1.3.2. *Salvinia molesta*

Il est rapporté que l'introduction de *Salvinia molesta* dans la vallée du fleuve Sénégal a été faite de façon accidentelle à partir du village de Khor (près de Saint-Louis) où il était cultivé de façon expérimentale en bordure du fleuve par un habitant du village à la demande d'un botaniste qui envisageait d'en faire la promotion dans la vallée comme aliment de bétail (AGRER et al. Vol 2, 2003 :120). A la faveur de la crue, l'espèce proliféra très vite. C'est ainsi que *Salvinia molesta*, observée pour la première fois dans le Delta du fleuve Sénégal en 1999, colonisa rapidement la zone située entre le barrage de Diama et Rosso, longue de 50 km. (AGRER et Al, Vol 2, 2003 :120).

Une des conséquences économiques de la prolifération de *Salvinia* a concerné la pêche où on a estimé que les pêcheurs des zones envahies par cette espèce ont eu à perdre jusqu'aux $\frac{3}{4}$ de leurs revenus habituels de pêche (Hellsten, et al. 2003)⁴⁵

Pour lutter contre *S. molesta* dans le Parc du Djoudj il a fallu une mobilisation d'une partie du Génie militaire, la population locale, une ONG d'appui et les gardes du Parc, soit près de 200 personnes pour un volume de travail de plus de 6.000 heures avec des moyens logistiques importants (plus de 5.000 litres de carburant). Cet effort a permis d'extraire plus de 25.000 m³ de *Salvinia molesta* (AGRER et al. Vol. 2, 2003 :147-148). Cette expérience illustre le coût économique et social exorbitant que la société a à supporter pour faire face aux espèces envahissantes.

⁴⁵ Hellsten, Seppo ; Anne Tarvainen ; H. Ahonen ; M. Visuri ; M. Kettunen ; V. Lathela ; O. Varis. 2003. Policy Research to Identify Conditions for Optimal Functioning of the Senegal River Ecosystem in Mali, Mauritania and Senegal. Finnish Environment Institute (SYKE). Mars.

Mais les résultats les plus probants seront obtenus par la lutte biologique entreprise en 2001 avec l'introduction l'insecte *Cyrtobagous salviniae* (ennemi naturel du salvinia). Grâce à cette méthode a assista à une rapide régression de *Salvinia molesta* dans le Delta où elle est présente mais apparemment en équilibre avec son ennemi naturel.

1.3.3. *Pistia stratiotes*

A la fin des années 1980, *Pistia stratiotes* n'était présente dans la vallée du fleuve que sous forme de quelques individus dérivant le long du fleuve au gré des vents (Thiam, cité dans AGRER et al. 2003.) Sa présence fut notée dans le Parc National du Djoudj en 1989. A partir de 1992, elle proliférera dans la basse vallée et le Delta et constituera pour le Lac de Guiers un des premiers problèmes écologiques majeurs aux lendemains de la mise en eau du barrage de Diama (AGRER, op. cit. 2003).

La nuisance posée par la prolifération de cette espèce c'est qu'elle forme de denses nattes qui entravent la navigation sur le fleuve (transport et pêche) et gêne la circulation de l'eau dans les canaux de drainage et d'irrigation, et étouffe toute vie dans l'eau.

Ici encore c'est la lutte biologique par introduction de l'insecte *Neohydronomus affinis* (ennemi naturel de Pistia) qui permettra de contrôler la progression de la fougère d'eau.

1.3.4. La question de la jacinthe d'eau

L'étude sur l'Etat zéro de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal (SOE, 2005) signale la présence de la jacinthe d'eau dans la retenue de Manantali. Mais après vérification auprès de la SOGEM, il apparaît qu'il n'est rien, et qu'aucune présence de la jacinthe d'eau n'a été jusqu'ici notée dans la retenue de Manantali⁴⁶. Mais le fait que le bassin du fleuve Niger soit fortement affecté par la jacinthe d'eau justifie que l'on redouble de vigilance dans le fleuve Sénégal pour prémunir le bassin contre cette redoutable espèce envahissante.

En guise de conclusion

Un des plus gros défis pour la mise en valeur des ressources du bassin du Sénégal et la conservation de sa diversité biologique concerne la question des espèces aquatiques envahissantes (*Pistia*, *Salvia* et surtout le *Typha*). La prolifération des végétaux envahissants a été de toute évidence favorisée par la présence de nutriments, azote et phosphore en quantités suffisantes, une eau calme, des courants faibles et l'arrêt de la remontée de la langue salée (AGRER et al. Vol. 1, 2003: 5)⁴⁷. Ces facteurs ont eux-mêmes pour cause les grands aménagements que constituent les deux grands barrages amont (Manantali) et aval (Diama) et des ouvrages connexes (endiguements, périmètres irrigués) qui ont ensemble changé le régime hydrologique et la qualité des eaux du fleuve (AGRER, Vol. 2, 2003)⁴⁸.

⁴⁶ Communication personnelle et note écrite du Chef de la Diversion Manantali de la SOGEM (21 juillet 2006).

⁴⁷ Groupement AGRER-SERADE-SETICO. 2003. Etude pour la Restauration du Réseau Hydraulique du Bassin du Fleuve Sénégal. Rapport. Phase I. Vol 1. Texte principal 1ère Partie. OMVS/SOGED. Mars

⁴⁸ Groupement AGRER-SERADE-SETICO. 2003. Etude pour la Restauration du Réseau Hydraulique du Bassin du Fleuve Sénégal. Rapport. Phase I. Vol 2. Texte principal 2^{ème} Partie. OMVS/SOGED. Mars

Au total, les espèces envahissantes, outre leurs impacts économiques et sociaux immédiats et visibles, affectent la stabilité écologique des systèmes fluviaux colonisés, le bassin du fleuve Sénégal en l'occurrence.

Les résultats les plus probants obtenus pour le moment dans la lutte contre les plantes aquatiques envahissantes dans le fleuve Sénégal ont été les moyens biologiques : *Neohydronomus affinis* contre *Pistia stratiotes* et *Cyrtobagous salvinae* contre *Salvinia molesta*. Face au Typha, beaucoup de moyens ont été, essentiellement centrés sur le symptôme (l'élimination des peuplements de Typha). Malgré les moyens colossaux mobilisés dans la lutte mécanique sur les deux rives du fleuve (en Mauritanie et au Sénégal), le Typha reste un énorme défi. Bien qu'évoquées de plus en plus, les options de solutions basées sur re-création de conditions hydrologiques proches du régime fluvial d'avant barrage ne sont pas encore tentées. On pense cependant que le fait que permettre un marnage saisonnier du plan d'eau et/ou d'assécher pendant 2-3 mois les parties affectées par le typha, permet de lutter plus efficacement contre le développement de cette espèce. AGRER et al estiment par exemple que des variations plus importantes du plan d'eau (de Diama) pourraient permettre d'entraver le développement des végétaux aquatiques et d'améliorer la qualité de l'eau (AGRER et al. Vol. 1, 2003 : 19)

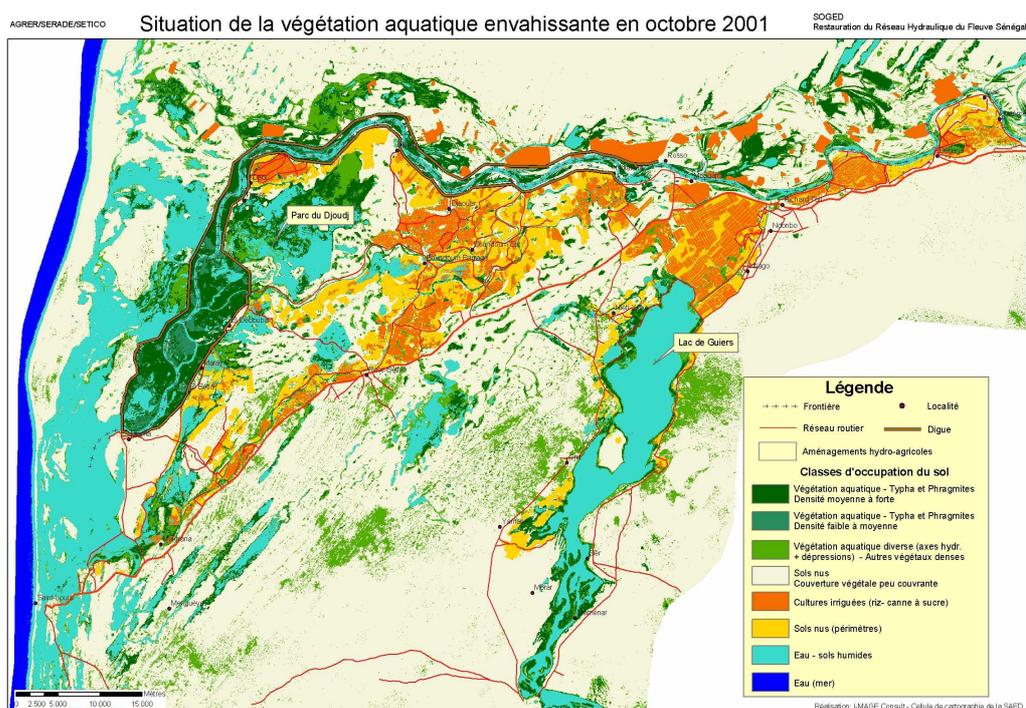


Fig.7. Situation de la végétation aquatique dans le Delta et la basse vallée du Sénégal en Octobre 2001 (Source : Cartes axes hydrauliques, OMVS)

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Prolifération des espèces envahissantes	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation rapide des superficies colonisées par les végétaux aquatiques envahissants et en particulier Typha ; • Colmatage des axes hydrauliques ; • Obstacles aux activités de pêche ; • Création de gîtes favorables pour les vecteurs de paludisme, de bilharziose ; • Baisse de la biodiversité (peuplement monospécifique). 	<ul style="list-style-type: none"> • Modification du régime hydraulique du fleuve (absence/faiblesse marnage) ; • Adoucissement de l'eau (blocage de la remontée de la langue salée) ; • Développement des cultures irriguées et rejet de nutriments dans les eaux du fleuve (azote, phosphore). 	<ul style="list-style-type: none"> • Barrages/ régularisation du débit fluvial ; • Agriculture irriguée (apports nutriments dans eaux drainées) 	<p>Toute la vallée du fleuve en aval de Manatali ;</p> <p>Zones critiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Zone du Delta ; • Basse vallée (lac de Guiers) ; • Moyenne vallée (entre Dagana et Kaedi) ; • Aval de Manatali, sur le Bafing ;

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration de mesures adéquates de lutte contre les végétaux aquatiques; • Intensification de la recherche et valorisation possible des végétaux aquatiques une fois enlevés; • Gestion des plaines d'inondation 	<ul style="list-style-type: none"> • Études techniques; • Plan de gestion; • Renforcement des capacités
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> • Élaboration de mesures adéquates de lutte contre l'envahissement par les végétaux aquatiques; • Intensification de la recherche et mise en valeur possible des végétaux aquatiques une fois enlevés 	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion des plans d'eau • Renforcement des capacités • Actions pilotes et mesures préventives ; • Diffusion des résultats d'expériences réussies

1.4. Maladies liées à l'eau

Les maladies liées à l'eau concernent les maladies qui se sont développées suite à la modification du régime et/ou de la qualité de l'eau. Les maladies liées à l'eau les plus prévalentes dans la vallée du Sénégal concernent le paludisme, la bilharziose et les maladies diarrhéiques. La cécité des rivières (onchocercose) qui était endémique dans la haute vallée (régions de Tambacounda au Sénégal, de Kayes et Koulikoro au Mali et la partie Guinéenne du Bassin) est actuellement considérée comme « contrôlée », le niveau de prévalence étant devenu stable ou en régression.

Bilharziose

La bilharziose ou schistosomiase existe sous deux formes dans le bassin du fleuve Sénégal. La forme urinaire et la forme intestinale. La bilharziose urinaire provoque des lésions urinaires pouvant aboutir à la destruction des reins. La bilharziose intestinale se manifeste sous forme de diarrhées et selles sanglantes et peut entraîner des lésions graves d'organes pouvant conduire à la mort (Diop et Jobin, 1994)

La bilharziose urinaire était présente dans les différents pays du bassin avant les barrages. Elle était peu répandue dans le delta mais avait une prévalence plus élevée dans la moyenne vallée (Podor, Matam) et le Haut Bassin (Bakel, Kayes, Bafoulabe, etc.)⁴⁹.

La bilharziose intestinale n'était pas connue dans les parties sénégalaise et mauritanienne de la vallée du fleuve Sénégal avant les barrages. Sa présence dans le Haut Bassin n'était limitée qu'à quelques foyers. Au Sénégal, les premiers cas de bilharziose intestinale sont apparus en 1988 à Richard Toll, c'est-à-dire deux ans après la construction du barrage de Diama (SOE, 2005). Aujourd'hui, la bilharziose intestinale est devenue un problème majeur de santé publique au niveau du delta notamment où on a enregistré des prévalences de l'ordre de 90% voire 100% chez les enfants et des taux d'infestation extrêmement élevés dans la zone du lac de Guiers. Actuellement la maladie se retrouve à Keur Momar Sarr, dans la région de Louga. (ADT-SN)

L'éclosion de la bilharziose intestinale trois ans après la mise en opération des barrages indique clairement le lien de causalité entre la forte hausse de prévalence de cette maladie et la modification du régime du fleuve. Parmi les facteurs spécifiques qui ont contribué au développement de la bilharziose dans des proportions épidémiques, on peut noter les suivants : la réduction de la salinité; le maintien du plan d'eau à un niveau stable; le développement d'une végétation aquatique sur les rives. Ces différents facteurs sont réunis dans le lac de Guiers, ce qui en fait aujourd'hui un milieu de prédilection pour les mollusques transmettant la bilharziose. (ADT-SN)

Paludisme

Avant l'avènement des barrages, la saison de transmission du paludisme était courte (saison des pluies) et irrégulièrement répartie dans l'espace. L'endémicité était faible dans le Delta qui enregistrait une faible pluviométrie, moyenne dans la Moyenne Vallée et assez élevée dans la Haute Vallée très pluvieuse. La maladie se manifestait surtout à la période comprise entre la fin de la saison des pluies et le début de la saison sèche (septembre – novembre) quand l'anophèle atteint son pic de densité de piqûres. Mais, on observe aussi que ce profil épidémiologique a quelque peu changé parce qu'on assiste maintenant à une deuxième flambée du paludisme dans la vallée entre les mois de décembre et mai, c'est-à-dire au moment des cultures de contre-saison (ADT-SN)

Avec l'avènement des barrages, la plus forte prévalence du paludisme serait liée au fait que non seulement l'anophèle qui transmet cette maladie (*Anopheles gambiae*) est devenu meilleur vecteur, mais aussi une autre sous-espèce d'anophèle (*Anopheles funestis*), un des transmetteurs les plus importants, est fortement présente dans la zone depuis 1999 – 2000 — présence qui serait liée aux barrages (ADT-SN)

⁴⁹ Diop et Jobin, 1994

Les champs de cultures irriguées, les végétaux aquatiques envahissants et l'eau stagnante toute l'année offrent des conditions idéales pour le développement de l'anophèle.

Maladies diarrhéiques

Les maladies diarrhéiques sont la première cause de consultation médicale presque un peu partout dans le bassin du fleuve, et en particulier dans la vallée (rive droite et rive gauche), le paludisme et la bilharziose venant en deuxième et troisième positions⁵⁰.

L'importance des maladies diarrhéiques est liée à la qualité de l'eau à usage domestique dont les sources d'approvisionnement sont principalement le fleuve et les mares. A cela s'ajoute le manque notoire d'adduction d'eau potable, d'infrastructures d'assainissement et de comportements qui affectent négativement les conditions d'hygiène. (ADT-SN)

Le ver de Guinée

La maladie du ver de Guinée (dracunculose) est transmise à l'homme à partir des eaux de boissons infectées de minuscules crustacées appelées cyclopes. La maladie du ver de Guinée est rarement mortelle mais est très débilitante. Les zones de plus forte prévalence sont celles dépourvues de systèmes d'approvisionnement en eau potable adéquat (Diop et Jobin, 1994).

Maladies animales

En 1987, à la fin de la saison des pluies particulièrement abondante, une épidémie de Fièvre de la Vallée du Rift s'est déclarée aux alentours de Rosso près du barrage de Diama. (ADT-SN). En Mauritanie, parmi les maladies du bétail qui ont émergé ces dernières années on peut mentionner la fièvre de la Vallée du Rift et l'hydatitose⁵¹. La fièvre continue à être présente dans le bassin. En 2002, 12 foyers de la fièvre du Rift ont été signalés en Mauritanie dont 2 dans la basse et moyenne vallée du fleuve Sénégal. Au même moment des foyers de l'épizootie étaient observés dans les Départements de Podor et de Dagana (rive gauche de la vallée du fleuve Sénégal) (SOE, 2003). Une maladie hépatique d'origine hydrique, affectant le cheptel, est signalée autour du Lac de Guiers où elle fait des ravages.

Impacts

Les maladies hydriques sont en fait des impacts de la modification du régime hydrologique du fleuve et de son environnement bio-physique : prolifération des végétaux aquatiques ; dégradation de la qualité de l'eau, etc...

Parmi les conséquences de la forte prévalence des maladies hydriques, on peut citer : (a) la dégradation de la capacité de travail de la population rurale, ce qui affecte négativement les objectifs de mise en valeur des ressources du bassin et donc de développement ; (b) la baisse de la performance scolaire des enfants ; (c) les dépenses de santé élevées pour des populations aux ressources déjà limitées.

Options de solutions

⁵⁰ Voir notamment l'étude sur l'évaluation environnementale du PDIAIM en Mauritanie (AGRER, 1998)

⁵¹ L'hydatitose ou kyste hydatique se manifeste par une poche remplie de liquide fixée sur des organes tels que le foie, le poumon ou le cœur. La membrane qui couvre cette poche est une larve du parasite qui crée la maladie (le ténia).

Les options de solution classiques à ces types de problèmes de santé sont les suivantes :

- éducation sanitaire des populations
- diagnostic et traitement, avec notamment le renforcement des infrastructures sanitaires et de suivi épidémiologique
- mesures préventives telles que la promotion de l'utilisation des moustiquaires imprégnées
- amélioration de l'approvisionnement en eau potable des populations et l'accès à l'assainissement
- traitement larvaire des zones infectées
- Il y a aussi plus difficile à mettre en œuvre et qui consistent à créer des conditions hydrologiques et biophysiques moins propices au développement des vecteurs de maladies hydriques.

Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Maladies hydriques	<ul style="list-style-type: none"> • Forte prévalence de maladies infectieuses (diarrhée, bilharziose, choléra, paludisme et ver de Guinée); • Etat élevé de morbidité de la population ; • Baisse productivité du travail ; • Baisse performance scolaire des enfants ; • Augmentation de la malnutrition chez les petits enfants et les personnes âgées; • Mortalité infantile 	<ul style="list-style-type: none"> • Végétaux aquatiques envahissants ; • Réduction de la salinité de l'eau • Insuffisance des systèmes d'adduction d'eau et de sources d'eau potable ; • Insuffisance de l'accès à l'assainissement ; • Défaut d'entretien des installations ; manque d'égouts pluviaux et déchetteries; • Stagnation des eaux causant un accroissement des milieux de reproduction des virus de maladies hydriques 	<ul style="list-style-type: none"> • régularisation des débits (barrage) ; • blocage remontée langue salée ; • Croissance de la population urbaine, absence d'assainissement; • Pauvreté et mauvaise santé dans de vastes zones du bassin • Absence de programmes de sensibilisation 	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones critiques: Delta Basse vallée du fleuve Sénégal (Lac de Guiers) Bassin supérieur</p> <p>Tout le Haut bassin malien : cercles de Kayes, Bafoulabé, Kéniéba, Diéma, Koulikoro, Kolokani, Yélimané.</p>

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion d'un programme contre la propagation des maladies hydriques; • Sensibilisation aux sources de maladies hydriques 	<ul style="list-style-type: none"> • Éducation/sensibilisation en matière d'eau et d'assainissement; • Diffusion des médicaments;
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> • Promotion d'une politique de planification et de gestion de l'eau ; • Elaboration d'un modèle approprié d'allocation de l'eau pour permettre la recharge des eaux souterraines ; • Stratégie d'amélioration des méthodes de gestion de l'eau 	<ul style="list-style-type: none"> • Programme de diffusion des médicaments; • Sensibilisation et éducation en matière de santé et d'hygiène ; • Amélioration des techniques ; • Diverses mesures préventives

1.5. Conservation de la diversité biologique

Les enjeux de la conservation de la diversité biologique sont examinés à travers la faune ichtyologique (étant donné l'importante activité de pêche qui en dépend) et les zones humides (zones de grande concentration de biodiversité). Etant donné qu'un chapitre à part est réservé aux «points chauds de biodiversité» (*biodiversity hotspots*) du bassin (donc y compris les zones humides), seule une analyse rapide est faite ci-après de ces zones humides.

1.5.1. Faune ichtyologique

La faune ichtyologique du fleuve Sénégal comprend des espèces d'eau douce mais aussi des espèces d'eau saumâtre. Ces dernières (mulets, sardinelles ; crevettes rose, etc...) faisaient saisonnièrement la navette entre les eaux salées à saumâtre de l'estuaire du fleuve et les eaux douces plus en amont. Les espèces d'eau douce (Tilapia, capitaine, silures) du fleuve sont considérées comme holobiotiques, i.e. elles complètent l'ensemble de leur cycle de reproduction dans le fleuve, sa plaine d'inondation et ses affluents (Abaret, 1994)⁵². En 1998-1999, on a inventorié dans le fleuve 63 espèces de poissons appartenant à 18 familles (Roche International, 2000)⁵³. La même étude note que la majorité des espèces d'eau douce inventoriées en 1984, donc avant la construction des barrages de Diama et de Manantali, étaient toujours présentes dans le fleuve en 2000.

Mais l'étude constate aussi une baisse de la quantité de poissons et donc de la productivité halieutique du fleuve. En aval de Diama cette baisse de productivité s'est traduite par une réduction des captures de poisson de l'ordre de 50 à 70% (AGRER et al, Vol 1, 2003 :76). Par contre en amont de Diama dans la basse vallée (Lac de Guiers, bief entre Dagana et Podor), la faune ichtyologique semble avoir augmenté depuis la mise en service des barrages, se traduisant par l'augmentation de captures par les pêcheurs. (AGRER et al, Vol. 1, 2003 :76-77). Ceci ne semble pas être le point de vue de beaucoup des populations de la moyenne vallée qui se plaignent de la rareté du poisson⁵⁴

Facteurs affectant la faune ichtyologique

Parmi les principales causes d'une baisse présumée de productivité de pêche dans la vallée, il y a l'écrêtage des crues par les barrages et la baisse de la qualité de l'eau due à l'envahissement par les végétaux aquatiques (AGRER et al Vol 1, 2003 :75). Pour comprendre cet argument sur l'écrêtage de la crue, il est important de rappeler que le rôle critique de la plaine d'inondation du fleuve pour la faune ichtyologique. Les poissons géniteurs utilisent les cuvettes inondées pour la fraie (ponte, fécondation et éclosion). Ainsi c'est avec l'extension maximale de la crue (entre mi-août et mi-septembre) que la reproduction des poissons atteint son maximum. Les poissons juvéniles trouvent dans les mêmes cuvettes la nourriture et une bonne protection contre les prédateurs leur permettant de croître avec un taux de mortalité relativement limité. Donc plus la crue est longue, plus les chances de survie des juvéniles sont grandes (Roche International, op. cit).

On sait aussi que le barrage de Diama fait obstacle aux poissons d'eau salée qui avaient l'habitude de remonter saisonnièrement le fleuve sur des dizaines de kilomètres. Mais nous disposons de peu d'éléments pour apprécier l'implication réelle de ceci sur l'importance de la faune ichtyologique (du point de vue de la diversité biologique et du point de vue quantitatif). On sait cependant que la zone estuarienne constituait avant les barrages un habitat critique pour certaines espèces de poisson telles que le mulot. Outre le fait d'offrir de l'eau saumâtre

⁵² Albaret, J.J. 1994. Peuplements de poissons, ressources halieutiques, pisciculture dans le delta du fleuve Sénégal ; Impact des modifications de l'environnement. ORSTOM/CRODT. Dakar.

⁵³ Roche International. 2000. Etude des ressources ichtyologiques du fleuve Sénégal. Rapport final. OMVS-ACDI.

⁵⁴ Voir compte rendus concertations dans le cadre de la composante PPP du Projet GEF-BFS, y compris le compte rendu des « Premières réunions d'échanges avec les Comités de Coordination des projets OMVS au Mali et au Sénégal. UICN. Octobre, 2005

indispensable à certaines espèces, cet habitat avait l'avantage de contenir une quantité importante de nutriments charriés par le fleuve et aussi d'être de faible profondeur, ce qui fait que beaucoup de prédateurs de la haute mer n'y ont pas accès.⁵⁵ Le changement de qualité de l'eau suite au barrage de Diama et peut-être la réduction de la quantité de nutriments charriés par le fleuve ont pu affecter l'habitat estuarien dans des formes qui restent à éclaircir.

Impacts

La réalisation des barrages a eu aussi des impacts positifs sur les pêcheries, comme en témoigne le fait que la retenue de Manantali est actuellement l'un des principaux lieux de pêche du Mali. On y a identifié 38 espèces de poissons appartenant à 16 familles.⁵⁶ Laë et al (2004)⁵⁷ constatent que la retenue de Manantali permet 2,5 fois plus de prises de poisson par unité d'effort de pêche que celle de Sélingué sur le bassin du Niger. Selon la même étude la production de pêche de Manantali est de 27 kg de poisson par ha, ce qui en fait une des trois premières zones de production de pêche du Mali, les deux autres étant le Delta Intérieur du Niger et la retenue du barrage de Sélingué. La production totale de Manantali, estimée à 1300 tonnes par an, procurait ainsi en 1996 un revenu de près de 400 millions FCFA aux pêcheurs. La FAO, estimait le potentiel de production de poisson de la retenue de Manantali à 3000 tonnes par an (Breuil, 1996)⁵⁸.

Pour l'ensemble du bassin du fleuve, Reizer (1974) estimait qu'il y avait au début des années 1970, près de 10.000 pêcheurs à temps plein et autant à temps partiel, représentant au total 6,1% de la population active du bassin à l'époque. L'enquête de Roche International (2000, op. cit) avait estimé que la pêche est l'activité principale pour 6315 pêcheurs et que 1936 pêcheurs la pratiquaient comme source supplémentaire de revenu. Ces pêcheurs sont répartis comme suit : 79% au Sénégal, 16% en Mauritanie et 5% au Mali. Les volumes pêchés étaient estimés entre 26.000 t et 47.000 t générant des revenus allant de 8 à 14 milliards de FCFA. La même enquête estime que cette activité de pêche contribue à l'alimentation d'une population de 350.000 et 600.000 personnes vivant le long du fleuve. La diminution de la faune ichthyologique peut avoir donc des implications sociales et économiques importantes sur les populations du bassin.

Options de solutions :

Afin de créer les conditions idéales pour la faune ichthyologique du bassin du fleuve Sénégal, l'étude Roche International (2000, op. cit) recommande les mesures suivantes dans la gestion des eaux du fleuve :

a) En année de faible hydraulicité, l'étude recommande que l'on garantisse un soutien de débit de manière à inonder les baies, les berges, les parties basses des cuvettes de décrue, les embouchures des marigots et affluents. Ces parties constituant les habitats utilisés par les poissons pour leur reproduction et leur croissance. En termes de volume, Roche International

⁵⁵ Communication personnelle Mathieu Bernardon, Conseiller Technique, Projet de Gestion Concertée des Stocks Pélagiques Partagés en Mauritanie et au Sénégal.

⁵⁶ Note SOGEM, 21 juillet 2006

⁵⁷ Laë, Raymond ; Jean-Marc Ecoutin & Justin Kantoussan. 2004. The use of biological indicators for monitoring fisheries exploitation : Application to man-made reservoirs in Mali. *Aquatic Living Resources*. No.17 pp.95-105.

⁵⁸ Breuil, Christophe. 1996. revue de la pêche et de l'Agriculture : Mali. FAO. Rome. Septembre. Source : <http://www.fao.org/docrep/W4860F/w4860F00.htm>

estime que la satisfaction de ce besoin requiert un débit minimum de 550 m³/s à Bakel pendant à peu près tout le mois d’Août.

b) En année de bonne hydraulicité, Roche recommande la « bonification » de la crue naturelle de manière à assurer l’inondation prolongée des cuvettes de la moyenne vallée (Région de Matam). La satisfaction de ce besoin exige un débit de 3.000 m³/s à Bakel pendant 20 jours en Août.

c) Pour la Haute Vallée (entre Bakel et Waoundé à environ 50 km en amont de Matam), Roche International préconise l’aménagement de seuils de contrôle de l’eau à l’entrée des cuvettes afin de permettre d’optimiser les conditions d’inondation de ces cuvettes au bénéfice de la pêche. Ces même cuvettes contrôlées pourraient même selon Roche International êtreensemencées en poissons juvéniles. (Roche International, op.cit. 2000)

Les deux premières recommandations sont très exigeantes en matière d’eau et leur mise en œuvre pénaliserait d’autres objectifs de gestion des barrages.

Matrice d’Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Dégradation de la faune, de la flore et des pêcheries	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation du nombre d’espèces en danger; • Baisse de production des pêcheries; • Réduction de la diversité des espèces; • Diminution du nombre de grands mammifères, d’où un impact négatif sur le tourisme • Réduction du couvert forestier 	<ul style="list-style-type: none"> • Réduction d’habitats et d’écosystèmes uniques par le déboisement, les feux de brousse et l’exploitation minière; • Augmentation du braconnage dans les zones protégées; • Absence de sources de revenus de substitution en particulier dans les zones de réinstallation : braconnage • réduction zone de frayère pour la faune ichtyologique (dégradation conditions inondation plaine alluviale). 	<ul style="list-style-type: none"> • Changement climatique (baisse hydraulicité) • Faible application des politiques et des législations sur la protection des espèces; • Méconnaissance des questions de biodiversité et des avantages de la conservation ; • Forte dépendance des ressources naturelles primaires et des revenus de l’agriculture; • Pressions démographiques croissantes sur les ressources naturelles • l’écrtage des crues par les barrages et la baisse de la qualité de l’eau due à l’envahissement par les végétaux aquatiques 	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones critiques : Aires protégées du Delta</p> <p>zones protégées du Bafing / de la Falémé; réserve faunique du Baoulé / Keniebako ; Massif du Fouta Djallon ;</p> <p>Plaine d’inondation (pêche)</p>

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
Dégradation des terres humides	<ul style="list-style-type: none"> Réduction et dégradation des terres humides (envasement, dégâts des crues, baisses des débits, infestation de végétaux aquatiques, expansion des terres agricoles; Diminution des avantages offerts par les zones humides (moins de recharge des aquifères, destruction d'habitats et perte de biodiversité, réduction de la superficie des plaines d'inondation; réduction des pâturages (bourgou) 	<ul style="list-style-type: none"> Empiètement progressif des terres agricoles sur les zones humides; Déboisement, érosion, envasement; Surexploitation des ressources naturelles (pêche, chasse, surpâturage, pratiques agricoles) 	<ul style="list-style-type: none"> Changements climatiques (baisse de l'hydraulicité et donc rétrécissement des zones humides) ; Méconnaissance des fonctions et valeurs des terres humides; Pauvreté et pression démographique; Méconnaissance des textes protégeant les zones humides classées (sites Ramsar par exemple) par les populations Manque d'alternatives économiques Beaucoup de zones humides (points chauds de biodiversité) sans aucune protection (non érigées en aires protégées) ; Faiblesse des moyens mis en œuvre pour la gestion des zones humides, y compris celles érigées en aires protégées. 	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Terres humides menacées :</p> <ul style="list-style-type: none"> Mare Magui et Lere; Kayes (bas-fonds) Cuvette du Ndiael; Lacs de Guiers et de Rkiz; Plaine d'inondation de la vallée du Sénégal ; Zones humides de la partie guinéenne du bassin.

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Guinée	<ul style="list-style-type: none"> Inventaire des espèces et des habitats; Cartographie des habitats Amélioration des connaissances sur les écosystèmes et espèces en danger; Intégration des questions de gestion de la biodiversité dans les plans d'utilisation des terres; Renforcement des capacités de sensibilisation et d'éducation environnementale de la population ; Intensification de la production agricole pour freiner l'empiètement sur les aires protégées ; Application des règlements et lois relatifs aux aires protégées 	<ul style="list-style-type: none"> Renforcement des capacités en matière de gestion de la biodiversité; Plans de gestion des aires protégées; Sédentarisation des agriculteurs dans les bas-fonds et plaines ; Faire un inventaire des zones humides du bassin du fleuve Sénégal ; Appui à la mise en œuvre d'un plan de gestion de la zone transfrontalière Bafing – Falémé Renforcement du ministère de l'Environnement en matière de suivi de la biodiversité;
Mali	<ul style="list-style-type: none"> Établissement de politiques d'aménagement et de conservation des zones humides ; Application de schéma directeur des zones humides ; Poursuite et renforcement obligations découlant de la ratification de la Convention de Ramsar ; Contrôle de l'utilisation des pesticides 	<ul style="list-style-type: none"> Accélérer la procédure de classement du Lac Magui en site Ramsar ; Mise à jour et mise en œuvre des plans de gestion de la Réserve de faune du Bafing et de la Réserve de Biosphère de la Boucle du Baoulé ; Appui pour la mise en œuvre du plan de gestion de la zone transfrontalière Bafing-Falémé (AGIR).

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> • Application des règlements appropriés en matière de protection de la faune et de la flore; • Élaboration d'un plan de gestion; • Réduction des pressions de la pêche • Élaboration d'une politique de gestion de l'environnement; • Suivi de l'état de l'environnement; • Apports d'eau aux terres humides 	<ul style="list-style-type: none"> • Application de la législation (permis); • Politique d'aires protégées; • Protection et réhabilitation des zones de frai et d'alevinage ; • Éducation, sensibilisation • Application de la législation sur l'utilisation des terres humides; • Sensibilisation
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> • Gestion de la biodiversité et renforcement des capacités; • Plans de gestion des aires protégées et mise en application; • Application des politiques existantes; • Délimitation des aires protégées sur le terrain; • Élaboration de modèles fiables de lâchers d'eau / débit; • Gestion des pêcheries; • Elaboration et application participatives des règlements pour la protection de la faune et de la flore, sur une base décentralisée 	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcement des capacités et sensibilisation • Plans de gestion des Aires Protégées; • Capacité d'application des règlements accrue; • Arpentage pour la délimitation des parcs; • Création d'aires protégées supplémentaires ; • Meilleure protection des forêts classées ; • Formation des communautés riveraines

1.5.2. Les zones humides

Dans la définition de la Convention de Ramsar (1971), les zones humides sont des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eau, naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur ne dépasse pas 6 mètres à marée basse.

Dans le bassin du fleuve Sénégal, elles comprennent donc la zone estuarienne, les lacs naturels et retenues artificielles), la plaine d'inondation de la vallée alluviale. Parmi les zones humides les plus caractéristiques du bassin, il y a dans les dépressions qui abritent les parcs nationaux du Djoudj et Diawling (Delta); les lac de Guiers et le Lac R'Kiz (basse vallée) ; l'étang de Magui (Haut Bassin.)

Beaucoup de ces zones humides ont souffert de la sécheresse qui affecte le Sahel et le bassin du Fleuve Sénégal depuis le début des années 1970, se traduisant par le rétrécissement de leurs superficies moyennes inondées et la réduction de la durée de leur submersion. Les barrages ont depuis 1986-88 accru le stress que subissent ces zones humides dont certaines ont été asséchées par les endiguements réalisées avec ces barrages (cas de la zone humide du Diawling, bas delta mauritanien avant sa remise en eau et sa restauration depuis 1997). Les barrages ont aussi modifié la qualité des eaux par exemple en adoucissant les eaux de zones humides telles que celles situées en aval de Diama (le Parc de Djoudj par exemple) et en augmentant la salinité d'autres zones humides situées en aval. (SOE, 2005).

Mais chaque zone humide fait face à des problèmes spécifiques, lesquels sont analysés dans la 2^{ème} partie du présent document.

2. CLASSEMENT DES PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES

Méthodologie de classement des problèmes prioritaires

Les problèmes environnementaux énumérés et analysés dans le chapitre précédent n'ont pas le même poids et n'exigent pas le même niveau d'urgence dans la recherche de solutions.

Mais il s'est posé un défi méthodologique, ceci pour plusieurs raisons :

- Les phases AET et ADT nationales validées ont identifié et traité des problèmes considérés comme prioritaires, mais la démarche suivie pour en faire des problèmes prioritaires n'a pas été documentée. On peut dire dans tous les cas que dès le début de la phase synthèse de l'ADT régionale, les problèmes prioritaires étaient identifiés et donc leur classement par ordre de priorité ne se posait pas
- Même si, étant donné le grand nombre de problèmes considérés dès le départ comme étant prioritaires (16 problèmes environnementaux), on opte pour un classement, la méthodologie pour le faire pose problème. La méthodologie GIWA qui sert souvent de modèle dans les ADT pour eaux internationales est peu adaptée. La méthodologie GIWA propose une matrice permettant de donner des scores et de faire la pondération pour 22 types d'impacts environnementaux. Mais il se trouve que ces types de problèmes environnementaux sont différents de ceux de l'AET et des ADT analysés dans la section précédente de ce rapport (voir tableau ci-dessous).

Tableau 1: Comparaison problèmes environnementaux génériques dans la méthodologie GIWA et problèmes environnementaux retenus dans le présente ADT-Bassin du Fleuve Sénégal

<u>Types de problèmes environnementaux (GIWA)</u>	<u>Problèmes environnementaux (AET-ADT BFS)</u>
<p>A . Problèmes liés à la disponibilité de l'eau</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Modification des débits 2. Pollution eaux de surface et souterraines 3. Changement niveau aquifères <p>B. Pollution</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Pollution microbiologique 5. Eutrophisation 6. Pollution chimique 7. Matières solides en suspension 8. Déchets solides 9. Changements de la température de l'eau 10. Contamination radioactive de l'eau 11. Rejets de produits contaminés <p>C. Impact modification des habitats</p> <ol style="list-style-type: none"> 12. Pertes d'écosystèmes 13. Perte de biodiversité <p>D. Exploitation non durable de l'ichtyoaune</p> <ol style="list-style-type: none"> 14. Surexploitation de l'ichtyofaune 15. Captures non désirées 16. Techniques de pêche destructrices 17. Baisse de viabilité des stocks 18. Impact sur diversité biologique et génétique <p>E. Impact environnemental du changement global</p> <ol style="list-style-type: none"> 19. Changement du cycle hydrologique 20. Changement du niveau marin 21. Augmentation radiation UV 22. Changements niveau oxygène dissous dans océan 	<p>A. Disponibilité et qualité des eaux</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Disponibilité eaux de surface 2. Disponibilité dans les aquifères 3. Qualité de l'eau : pollution/envasement 4. Qualité eau : Pollution/exploitation minière 5. Modification hydrodynamique estuaire <p>B. Dégradation des terres</p> <ol style="list-style-type: none"> 6. Déboisement 7. Erosion/ensablement (en général) 8. Erosion--Dégradation des berges 9. Salinisation des terres 10. Surpâturage 11. Feux de brousse 12. Désertification <p>C. Diversité biologique</p> <ol style="list-style-type: none"> 13. Ichtyofaune 14. Zones humides <p>D. Autres</p> <ol style="list-style-type: none"> 15. Espèces envahissantes 16. Maladies liées à l'eau

Il fallait donc, tout en s'inspirant des critères GIWA, adopter une démarche adaptée C'est ainsi que les critères spécifiques de classement ont été discutés lors de l'atelier de validation du canevas de l'ADT tenu en juin 2006, au début de la phase d'élaboration de la synthèse régionale. Cet atelier qui a regroupé une vingtaine de participants a préconisé qu'un nombre limité de critères simples de classement soit retenu. Sur les 7 critères qui y ont été discutés, 4 ont finalement été choisis comme devant être ceux sur la base desquelles le classement par ordre de priorité se ferait.

<u>Critères étudiés</u>	<u>Critères retenus</u>
<ul style="list-style-type: none"> i. Nature/dimension transfrontalière du problème ii. Ampleur et sévérité de l'impact du problème sur l'écosystème du bassin du fleuve Sénégal iii. Ampleur et sévérité de l'impact du problème sur les activités socio-économiques et la santé humaine et animale iv. Niveau de priorité donné au problème dans les documents de politique environnementale nationale des pays riverains (e.g. : Plans Nationaux d'Action Environnementale, Plans Nationaux de Lutte contre la Désertification, Plans Nationaux d'Adaptation au Changement Climatique, Stratégies nationales de conservation des zones humides et de protection de la biodiversité, etc...) v. Niveau d'interaction entre le problème et d'autres facteurs environnementaux et socio-économiques. vi. Diversité et importance des avantages et impacts positifs pouvant découler de la solution du problème considéré vii. Difficulté de trouver des solutions locales et/ou nationales au problème, et donc pertinence d'une approche transfrontalière dans la résolution du problème considéré 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Ampleur et sévérité de l'impact du problème sur l'écosystème du bassin du fleuve Sénégal ; 2. Ampleur et sévérité de l'impact du problème sur les activités socio-économiques et la santé humaine et animale 3. Niveau d'interaction entre le problème et d'autres facteurs environnementaux et socio-économiques. 4. Difficulté de trouver des solutions locales et/ou nationales au problème, et donc pertinence d'une approche transfrontalière dans la résolution du problème considéré

Tableau 2. Critères de classement des problèmes prioritaires

Les 16 problèmes environnementaux identifiés ont été évalués pour chacun des quatre critères. Et pour chaque critère les scores attribués ont variés de 1 à 3 :

- 1** = impact non documenté, nul ou faible (pertinence douteuse ou non documentée : critère 4)
- 2** = impact modéré (pertinence moyenne : critère 4)
- 3** = impact sévère (très grande pertinence : critère 4)

Par souci de simplicité les scores n'ont pas été pondérés, et en additionnant les scores obtenus pour les différents critères, on obtient le niveau total de priorité qui varie ainsi de 4 à 12. Aux termes de cet exercice, on obtient le tableau ci-après.

Tableau 3. Essai de classement des problèmes environnementaux par ordre de priorité

Problème environnemental	Critère 1 Impact sur écosystème	Critère 2 Impact socio- éco	Critère 3 Effets sur autres pb env	Critère 4 Nécessité solution transfrontalière	Score total
1. Problèmes disponibilité eaux de surface	2	2	3	2	9
2. Problèmes disponibilité eaux souterraines	1	1	1	1	4
3. Qualité de l'eau : pollution / envasement	2	2	2	2	8
4. Qualité de l'eau : pollution/exploitation minière	1	2	2	2	7
5. Modification de l'hydrodynamique estuarienne	3	2	3	2	10
6. Déboisement *	3	2	3	1	9
7. Erosion/ensablement *	2	2	3	2	9
8. Dégradation des berges*	2	3	1	3	9
9. Salinisation des sols *	1	2	1	1	5
10. Surpâturage*	2	3	2	2	9
11. Feux de brousse*	3	2	3	2	10
12. Désertification*	3	3	3	2	11
13. Dégradation faune ichtyologique	2	3	1	3	9
14. Dégradation zones humides	3	3	2	2	10
15. Espèces envahissantes	3	3	3	3	12
16. Maladies liées à l'eau	1	3	1	3	8

* Dans l'AET et les ADT nationales ces types de problèmes sont regroupés pour former un seul problème environnemental prioritaire appelé « dégradation des terres »

Le premier critère retenu concerne l'ampleur et la sévérité de l'impact du problème sur l'écosystème du bassin du fleuve Sénégal. Ce critère analyse l'effet d'un problème donné sur le niveau de dégradation de la santé de l'écosystème fluvial et le coût (effort humain et financier requis pour faire face au problème et à ses conséquences, et complexité technique des solutions envisageables). Les problèmes environnementaux qui ont enregistré le score le plus élevé pour ce critère sont les suivants :

- La modification de l'hydrodynamique estuarienne, même s'il est encore trop tôt pour bien cerner l'ampleur exacte des perturbations qui font suite aux effets combinés de l'ouverture de la brèche sur la Langue de Barbarie et l'existence du barrage de Diama
- Le déboisement, les feux de brousse et la désertification qui sont des problèmes environnementaux qui affectent directement la biodiversité végétale et animale ainsi que la stabilité des sols
- La dégradation des zones humides, étant donné que ces zones humides sont des lieux de forte concentration de biodiversité et sont aussi des sortes d'infrastructures naturelles qui jouent des rôles de régulation des crues (écrêtement des fortes crues et génération de débits d'étiage) et de filtres qui permettent d'améliorer la qualité de l'eau

- La prolifération d'espèces envahissantes telles que Typha affecte très fortement l'écosystème fluvial (biodiversité, écoulement des eaux, qualité de l'eau) .

Le second critère porte sur l'ampleur et la sévérité de l'impact du problème analysé sur les activités socio-économiques et la santé humaine et animale. Ce critère mesure l'effet du problème environnemental étudié sur les usages des ressources du bassin du fleuve et donc sur les systèmes productifs ruraux et urbains. Il mesure aussi l'étendue des impacts du problème posé sur l'état de santé des populations du bassin et du cheptel. Les problèmes environnementaux qui ont enregistré le score le plus élevé pour ce critère sont les suivants :

- Dégénération des berges : comme on l'a montré la dégradation des berges entraîne la destruction des habitations et des infrastructures sociales et économiques. Dans la perspective du développement du volet navigation du programme de l'OMVS la dégradation des berges peut aussi constituer une contrainte à la navigabilité du fleuve.
- Surpâturage : le surpâturage a des conséquences socio-économiques très importantes : baisse de la productivité pastorale ; empiétement du bétail sur des zones à vocation agricole ; multiplication des conflits agriculteurs – éleveurs.
- Désertification : la baisse de la pluviométrie et l'accentuation de la variabilité climatique rend encore plus précaire l'agriculture pluviale qui reste le pilier des économies rurales dans le bassin, et en particulier dans le haut bassin. Elle entraîne ainsi la baisse chronique de la production alimentaire et compromet donc la sécurité alimentaire. Sur la longue durée elle explique le dépeuplement des campagnes de la vallée du fleuve et l'exode rural massif que cette partie du bassin subit depuis le début des années 1970.
- Dégénération de la faune ichthyologique : dans certaines parties du bassin (moyenne vallée du fleuve), on a enregistré ces dernières années une forte baisse des prises de poisson (50 à 70%). Etant donné que l'activité de pêche concerne près de 6% de la population active du bassin, on mesure mieux l'impact économique de la dégradation (qui reste présumée) de la faune ichthyologique.
- Dégénération des zones humides : des zones humides aussi bien naturelles (plaine d'inondation) ou artificielles (retenues de barrages) supportent des activités productives (agriculture de décrue, pêche, élevage, cueillette) qui sont négativement affectées par toute dégradation significative de ces écosystèmes. Par exemple la baisse de la fréquence et l'ampleur des crues annuelles a rendu les cultures de décrue et la pêche à la plaine d'inondation plus précaire, ce qui a rendu les systèmes productifs ruraux de la moyenne vallée moins diversifiés donc plus vulnérables.
- Prolifération des espèces envahissantes : la prolifération des végétaux aquatiques envahissants affecte de façon significative les activités agricoles (colonisation des périmètres irrigués, obstruction des canaux d'irrigation), et la pêche (en constituant des obstacles à la mobilité des pêcheurs et en constituant des refuges inaccessibles de poissons). Jusqu'ici les réponses à des espèces envahissantes telles que le typha ont non seulement été excessivement onéreuses pour des résultats peu significatifs.
- Maladies hydriques : l'impact socio-économique des maladies hydriques peut être analysé à trois niveaux : (a) les maladies hydriques telles que le paludisme sont des nuisances qui rendent la vie difficile le long du fleuve, de ses affluents et autour des périmètres d'irrigation ; (b) la forte prévalence du paludisme, de la bilharziose et d'autres maladies telles que l'onchocercose affecte la disponibilité de la main d'œuvre, la capacité de travail de la population active du bassin se traduisant par une énorme perte de journées de travail ; (c) le coût de traitement des maladies hydriques grève les budgets des ménages des

populations et constituent une importante charge pour les Etats riverains et leurs partenaires au développement.

Le troisième critère concerne le niveau d'inter-action avec d'autres problèmes environnementaux et socio-économiques. Ce critère porte sur la capacité d'un problème environnemental donné à agir en les renforçant sur d'autres problèmes environnementaux et socio-économiques, et donc de créer un effet domino de problèmes environnementaux qui interagissent les uns sur les autres. Les problèmes environnementaux ayant enregistré le score le plus élevé pour ce critère sont les suivants :

- Problèmes de disponibilité des eaux de surface. La baisse (40 à 60%) l'hydraulicité du fleuve depuis le début des années 1970 et la modification du régime du fleuve (avec la construction des barrages) affectent des facteurs environnementaux tels que la recharge des nappes profondes, la dégradation de la qualité des eaux, la prolifération des végétaux envahissants, la dégradation des zones humides, l'érosion des berges, la salinisation des sols, l'état de l'ichtyologie, etc...
- Modification de l'hydrodynamique estuarienne : Ce phénomène qui fait suite aux effets combinés de l'existence du barrage de Diama et de l'ouverture de la brèche sur la Langue de Barbarie a eu comme premiers effets l'altération du régime fluvial deltaïque, la modification de la qualité des eaux dans les plaines d'inondation de l'estuaire. Son impact sur la qualité des eaux souterraines aussi se faire sentir de plus en plus avec le temps.
- Déboisement. Le déboisement entraîne une baisse de la diversité biologique de la flore et détériore l'habitat pour la faune. Il accélère l'érosion et l'ensablement, détériore les états des sols et donc la productivité agricole. Il est partie prenante du processus de désertification.
- Erosion et ensablement. L'érosion et l'ensablement aux les mêmes effets sur l'état des sols que le déboisement. Ils font partie des symptômes et causes de la désertification
- Feux de brousse : les feux de brousse accélère le déboisement, dénudent et exposent les sols à l'érosion hydrique et éolienne. Ils déciment la flore et la faune.
- Désertification : le processus de désertification une fois déclenché agit sur l'ensemble des facteurs bioclimatiques et humains : couvert végétal, érosion et ensablement, état des sols, capacité de charge des parcours de bétail, la productivité agricole, etc...
- Espèces envahissantes : la prolifération des espèces envahissantes favorisent la hausse de la prévalence des maladies liées à l'eau. Elle entraîne aussi l'asphyxie des zones humides, et détériorent la qualité des eaux par eutrophisation.

Le quatrième critère porte sur la dimension transfrontalière. Elle concerne les problèmes pour lesquels une approche transfrontalière est nécessaire pour leur trouver des solutions durables. Les problèmes concernés par ce critères doivent avoir un ou plusieurs des caractéristiques suivantes : (a) le problème est posé, se manifeste, à l'échelle transfrontalière, c'est-à-dire dans au moins deux pays du bassin ; (b) le problème se manifeste dans un seul pays mais ses causes sont externes (c'est-à-dire sont générés à partir d'autres pays du bassin) ; (c) les conséquences du problème affectent des facteurs environnementaux ayant des impacts dans d'autres pays ; (d) l'ampleur et la complexité du problème sont tels que la mise en commun des moyens au plan transfrontalier, du bassin, est nécessaire pour faire face de façon durable. Les problèmes ayant enregistré les scores les plus élevés pour ce critère transfrontalier sont les suivants :

- dégradation des berges : ce phénomène est actuellement observé avec le plus d'acuité entre d'une part la confluence entre le Bafing et le Bakoye (Région de Kayes au Mali) et aux sources du fleuve en Guinée où il se manifeste à travers la dégradation des têtes de sources. S'il est aussi prouvé que dans la Région de Kayes il est causé par les lâchers de Manantali, sa solution va requérir une

concertation transfrontalière entre pays du bassin, les lâchers de Manantali étant dictés par les objectifs de production d'électricité, le soutien de crue, la maintien d'un débit suffisant pour les besoins de l'agriculture irriguée maintenant et demain pour ceux de la navigation. La solution à la dégradation des têtes de sources nécessitera la promotion de pratiques agro-forestières durables. L'abandon des pratiques actuelles a un coût et afin d'amener les populations du haut bassin à s'orienter vers d'autres pratiques pour le bien des populations vivant en aval, il sera nécessaire de mettre en place un système de solidarité transfrontalière.

- dégradation de la faune ichtyologique : la faune ichtyologique migrent d'amont en amont et d'une rive à l'autre suivant les saisons et leur cycle de reproduction des poissons. La ressource ichtyologique est donc par nature une ressource transfrontalière.
- prolifération des espèces envahissantes : les espèces aquatiques envahissantes affectent l'ensemble du bassin à l'exception de la Guinée. Le typha qui prolifère sur les rives sénégalaise et mauritanienne du est maintenant signalé dans l'aval immédiat du barrage de Manantali au Mali. En outre l'ampleur et la complexité du problème sont telles qu'aucun des Etats riverains pris individuellement n'est à même de mettre en œuvre des réponses efficaces durables. La coopération transfrontalière est ici une exigence.
- forte prévalence des maladies hydriques : Tout comme la faune ichtyologique les vecteurs de maladies hydriques migrent le long du fleuve, et tant qu'il existe des poches infectées, toutes les zones du bassin restent exposées.

Après avoir additionné les scores attribués pour chacun des 4 critères à chacun des problèmes environnementaux analysés au chapitre 2, on obtient un tableau de priorité (voir ci-dessous) qui permet d'identifier trois grandes catégories de problèmes :

- ☞ les problèmes les plus urgents (c'est-à-dire les problèmes environnementaux revêtant l'ampleur la plus préoccupante) : les plantes envahissantes, la désertification & les feux de brousse, la dégradation des zones humides, la modification de l'hydrodynamique estuarien.
- ☞ Les problèmes environnementaux sérieux (revêtant une grande ampleur) : le problème de disponibilité des eaux de surface, le déboisement, le surpâturage, l'érosion et ensablement, la dégradation des berges, la dégradation de la faune ichtyologique,
- ☞ Les problèmes environnementaux importants mais qui sont soit déterminés par d'autres facteurs (maladies hydriques), soit localisés dans leurs manifestations et/ou ne nécessitant pas forcément une solution transfrontalière : disponibilité et qualité eaux souterraines ; qualité de l'eau : pollution par exploitation minière ; salinisation des terres qui concerne surtout le Delta

Mais il est évident aussi que la valence des problèmes environnementaux varie suivant les pays et aussi suivant les types d'écosystèmes particuliers dans le bassin, en particuliers les points chauds de diversité biologiques (voir 2^{ème} partie).

Après ce classement, les problèmes qui arrivent en tête des priorités ne font pas l'objet d'une deuxième analyse causale mais un accent est mis dans la formulation d'options d'interventions en vue de les résoudre.

3. OPTIONS DE RÉPONSES AUX PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES

Aux termes de l'analyse diagnostique de l'environnement du bassin, certains problèmes identifiés imposent, du fait de leur ampleur, de leurs évolutions et des leurs impacts, que des solutions urgentes leur soient trouvées. Les options de solutions proposées ci-dessous découlent de l'analyse des causes immédiates et sous-jacentes des problèmes considérés mais aussi de l'analyse des caractéristiques de la gouvernance de l'environnement du bassin. Mais chaque option a généralement ses avantages et ses inconvénients, ses points forts et ses points faibles. En conséquence l'acceptabilité de telle ou telle option de solution doit faire l'objet d'une délibération entre parties prenantes, ce qui est envisageable dans la phase d'élaboration du Plan d'Action Stratégique Environnement, subséquente à la présente phase d'élaboration de l'ADT.

La liste des options d'interventions ci-dessous est complétée par celles envisagées au niveau national. Ces actions envisageables au niveau national figure en annexes (matrices des actions prioritaires en Guinée, au Mali, au Sénégal et en Mauritanie. Les options d'actions ci-dessous sont celles ayant une portée transfrontalière plus marquée.

Espèces envahissantes

- a. Face aux résultats jusqu'ici mitigés des efforts de lutte contre des espèces envahissantes telles que le Typha, la tendance actuelle visant à promouvoir l'idée de « vivre avec » les plantes aquatiques proliférantes est légitime. Mais il faudrait éviter de pousser cette logique jusqu'au renoncement aux efforts de contrôle et d'éradication des espèces aquatiques nuisibles. Il est en effet difficilement concevable que l'écosystème fluvial du bassin puisse tenir ses promesses d'amélioration durable des conditions de vie des populations et de servir d'abri à une riche diversité biologique si la prolifération des plantes aquatiques telles que le Typha n'est pas maîtrisée
- b. Outre les méthodes de lutte mécanique et peut-être en complément à ces méthodes, on devrait de plus en plus agir sur le régime du fleuve en tentant de recréer autant que possible un système de marnage proche du régime naturel. Dans certains cas, l'assèchement temporaire périodique ou un abaissement conséquent du plan d'eau pourraient être justifiables.

Désertification, surpâturage

- a. L'OMVS devrait inviter ses Etats membres à renforcer les investissements dans l'hydraulique pastorale dans le bassin du fleuve de manière à alléger la pression du bétail le long des berges du fleuve et des affluents (l'absence de suffisamment de points d'eau pastoraux est une des explication de la forte concentration du bétail le long du fleuve sur une bonne partie de la longue saison sèche, entraînant surpâturage, érosion des sols et des berges, conflits agriculteurs-éleveurs, etc....
- b. OMVS devrait appuyer les Etats en vue d'une intensification de l'élevage par une meilleure intégration agriculture-élevage-foresterie.

- c. Sur la base des programmes nationaux d'action de lutte contre la désertification qui existent dans 3 des 4 pays du bassin (Mali, Sénégal et Mauritanie), formuler un programme de lutte contre la désertification à l'échelle du bassin du fleuve Sénégal. Etant donné son dynamisme actuel, l'OMVS pourrait être un cadre efficace de mise en œuvre d'un tel programme d'action. Ceci permet aussi d'assurer que les efforts de lutte contre la désertification dans le bassin soient en cohérence avec ceux entrepris à l'échelle nationale par les Etats riverains.

Biodiversité, zones humides, aires protégées

- a. Les organismes de bassin gérant des cours d'eau prenant leur source en Guinée (ABN, OMVG, OMVS) devraient jouer un rôle plus important dans les efforts de restauration et de conservation du Massif du Fouta Djallon et ne pas laisser cette mission aux seuls Etats de la sous-région qui jusqu'ici peinent à mobiliser les moyens nécessaires auprès des partenaires financiers. De concert avec l'ABN et l'OMVG, l'OMVS devrait prendre une part plus active dans la promotion et la mise en œuvre du Programme GEF-sur le massif du Fouta Djallon dont la phase PDF-B est bouclée et la recherche de financement en cours pour l'exécution du Projet. Les organismes de bassin ci-dessus mentionnés pourraient cependant envisager d'auditer le document PDF-B et au besoin l'améliorer pour une meilleure prise en compte des problèmes environnementaux prioritaires tels qu'ils qu'identifiés dans les ADT des bassins du Niger et du Sénégal.
- b. De concert avec l'ABN et l'OMVG, l'OMVS devrait examiner la faisabilité d'un programme de développement durable du Fouta Djallon, ceci dans une perspective de « benefit sharing », c'est-à-dire de partage des bénéfices tirés de la gestion des fleuves Niger, Sénégal et Gambie avec les populations du Fouta Djallon. Avec un tel mécanisme ces populations auront l'incitation nécessaire pour adopter des pratiques protectrices des têtes de source des fleuves transfrontaliers. L'idée de programme de micro-centrales hydroélectriques que l'OMVS compte lancer dans la partie guinéenne du bassin du Sénégal est une forme de mise en pratique de ce concept de « benefit sharing »
- c. Tirant avantage du fait que la Guinée est maintenant membre de l'OMVS, des efforts devraient être faits pour identifier et classer en sites Ramsar des zones humides dans la partie guinéenne du bassin. La zone du Bafing en aval de Mamou ou la forêt de Bakoun abritent une riche diversité biologique qui pourrait les rendre éligible aux critères Ramsar. Il est à noter que les parties guinéennes du bassin du Niger et du Bassin de la Gambie abritent respectivement 4 et 2 sites Ramsar, ce qui peut-être a été facilité par l'appartenance de la Guinée aux espaces ABN et OMVG.
- d. De façon générale, l'OMVS devrait inviter ses Etats membres, de concert avec les organisations environnementales compétentes, à identifier et classer de nouvelles zones humides en sites Ramsar, partout où les critères d'éligibilité sont remplis. Ceci pourrait être sous la forme de la résolution prise dans ce sens par l'ABN en direction de ses Etats membres lors de son 7^{ème} Sommet des Chefs d'Etats tenu à Abuja en 2002.
- e. L'OMVS devrait prendre une responsabilité accrue pour une bonne gestion de la Réserve de faune du Bafing, réserve créée expressément pour compenser les pertes

d'habitats qu'allaient entraîner la construction du barrage de Manantali et son réservoir. L'OMVS pourrait étudier la pertinence et la faisabilité de la mise en place d'un fonds fiduciaire (Trust Fund) en faveur de la gestion de la Réserve de Faune du Bafing et la mise en œuvre de son plan de gestion. Un tel fonds pourraient être en partie alimenté à partir de ressources tels que la vente de droits de pêche sur la retenue de Manantali ou un prélèvement modique sur les ventes de l'électricité produite à partir de Manantali.

- f. L'OMVS pourrait aussi appuyer l'élaboration et/ou la mise en œuvre des plans de gestion de la Réserve de Biosphère de la Boucle du Baoulé (qui souffre actuellement de difficultés de financement) et de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Sénégal récemment créée.
- g. Les retenues de Diama et surtout celle de Manantali ont de plus en plus des fonctions écologiques importantes, mais font aussi face à des problèmes communs aux zones humides. En collaboration avec les organisations environnementales compétentes, l'OMVS devrait mettre en place des dispositifs de suivi de la biodiversité de ces plans d'eau et au besoin élaborer et mettre en œuvre des plans de gestion appropriés des ces zones humides artificielles.

Faune ichtyologique

- a. La reconnaissance par la Charte des Eaux de l'OMVS de l'importance de la crue annuelle du fleuve et de la nécessité de gérer les barrages de manière à la générer dans les meilleures conditions et aussi fréquemment que possible est un important progrès dans la stratégie de développement du bassin du fleuve. Mais la crue est importante pour l'agriculture de décrue mais aussi pour l'élevage, la foresterie, la charge des nappes profondes et la pêche. Elle joue un rôle essentiel dans le développement de la faune ichtyologique. Il est par conséquent important que dans la détermination des modalités du soutien de crue, on tienne aussi compte des besoins de l'ichtyofaune et pas seulement ceux de l'agriculture de décrue.
- b. Le barrage de Diama qui ne dispose pas d'échelle à poisson dresse une barrière qui interdit la migration des poissons entre l'estuaire, la zone côtière et le fleuve, Une vingtaine d'années après la mise en service de ce barrage, il serait utile de commanditer une étude sur les conséquences réelles du barrage sur l'ichtyofaune et les mesures correctives éventuelles envisageables.

Modification de l'hydrodynamique estuarienne

- a. Etant donné les évolutions rapides dans la dynamique hydrologique du delta du fleuve —avec les effets combinés du barrage de Diama et de la brèche sur la langue de Barbarie— il est important qu'un dispositif de suivi du phénomène soit mis en place que des études soient réalisées sur les implications du phénomène sur l'écologie et le développement de la basse vallée et le delta, prenant en compte les différents scénarios envisageables d'évolutions des dynamiques actuelles.
- b. Sur la base des résultats de ces études, il s'agira de définir et mettre en œuvre des mesures appropriées d'atténuation des effets prévisibles de l'évolution de la dynamique hydrologique du Delta.

Problèmes liés à la disponibilité des eaux de surface

- a. Bien que la demande actuelle d'eau douce ne fait peser —en termes de niveau de prélèvements— qu'une pression limitée sur les ressources disponibles, il est important de mieux comprendre et anticiper sur les impacts prévisibles de l'évolution du climat sur le régime du fleuve Sénégal. Sur la base des connaissances qui seront acquises, il serait opportun de développer et mettre en œuvre une stratégie de renforcement du niveau de préparation et d'adaptation à la variabilité et au changement climatique dans le bassin du fleuve Sénégal

Dégradation des berges

- a. A côté des réponses envisageables à l'échelle des Etats directement concernés, le Mali en particulier (voire matrice des solutions prioritaires en annexe), il urgent de conduire des études approfondies pour mieux comprendre les causes de l'accélération et de l'amplification du processus d'érosion des berges. Il s'agira en particulier d'examiner l'hypothèse d'un lien éventuel entre la gestion des eaux du réservoir de Manantali et le processus de dégradation des berges observé dans le bief en aval de ce barrage.

Pollution des eaux

- a. L'OMVS, s'appuyant sur le caractère international du fleuve Sénégal et la légitimité de sa mission de gestion du bassin du fleuve Sénégal, mission renforcée par la Charte des Eaux adoptée en 2002) doit jouer un rôle plus important dans la protection de la qualité des eaux du fleuve contre les risques accentués de pollution
- b. L'OMVS devrait renforcer son appui aux Etats membres dans leurs efforts visant à améliorer les systèmes de drainages des périmètres irrigués (Exemple du projet de réalisation de l'émissaire du delta sur la rive gauche de la basse vallée et du Delta du Sénégal)
- c. Outre les efforts faits ou envisagés concernant les réservoirs de Diama et Manantali, l'OMVS devrait se doter des moyens requis (peut-être en collaboration avec les services nationaux compétents) pour contrôler la qualité de l'eau du fleuve dans le reste du bassin, ceci en rapport avec les possibilités de contamination de l'eau à partir des activités agricoles, industrielles et minières dans le bassin
- d. L'OMVS et ses Etats membres devraient engager des campagnes d'éducation et de sensibilisation du public, mais aussi de formation des communautés et collectivités locales dans la gestion des problèmes de pollution de l'eau. Une telle intervention pourrait s'appuyer sur ce qui est entrain de se faire dans le cadre de la Composante Participation du Public du Projet GEF-BFS
- e. L'OMVS en collaboration avec ses Etats membres devrait se doter et mettre en œuvre les mesures appropriées de dissuasion et de répression de la pollution, et tendre vers la mise en œuvre effective du principe « pollueur-payeur». Etant donné qu'au niveau national et aussi à travers les conventions ratifiées, les Etats disposent des bases juridiques acceptables pour faire face à la pollution de l'eau, l'effort devrait être centré sur l'harmonisation des dispositifs nationaux et surtout leur application effective.

- f. Pour la réussite de cet objectif de protection de l'eau du fleuve contre la pollution l'OMVS doit s'appuyer sur un réseau de laboratoires de contrôle de qualité disposant des équipements appropriés et de l'autonomie requise pour assurer la fiabilité des résultats de contrôle.

Maladies hydriques

- a. La forte prévalence des maladies est la conséquence et un des symptômes de la dégradation de la santé de l'environnement biophysique du bassin, et la restauration de cet environnement permet de résoudre une grande partie des problèmes actuels de santé humaine et animales du bassin. Une des solutions prioritaires à la prévalence de la bilharziose, le paludisme, les maladies diarrhéiques consiste à lutter contre les végétaux envahissants et la pollution des eaux du fleuve
- b. A côté de cela, les options de solution classiques à des problèmes de santé du type de ceux posés dans la vallée restent nécessaires. Elles concernent : l'éducation sanitaire des populations ; le diagnostic et traitement des malades, avec notamment le renforcement des infrastructures sanitaires et de suivi épidémiologique ; les mesures préventives telles que la promotion de l'utilisation des moustiquaires imprégnées ; l'amélioration de l'approvisionnement en eau potable des populations et l'accès à l'assainissement ; traitement larvaire des zones infectées.

Autres problèmes prioritaires

Des solutions à l'échelle nationale sont préconisées pour répondre aux problèmes posés par le déboisement, les feux de brousse, l'érosion et l'ensablement. Même pour les problèmes environnementaux couverts plus haut, des options de solutions à l'échelle nationale viennent compléter celles suggérées à l'échelle du bassin.

ANNEXE 1. PERSONNES CONTACTEES

ANNEXE 1.1. PERSONNES CONTACTEES LORS DE LA PHASE SYNTHÈSE REGIONALE

Pays	Prénoms et Nom	Fonction & Institution
GUINEE		
	Alarény DIALLO	Ingénieur des Eaux et Forêts, Consultant national ADT-Guinée
	El Hadj Alpha Oumar SOW	Chef de Division / Ministère de l'Agriculture et de l'élevage
	Mamadou Lamine BAH	Cellule Nationale OMVS / Guinée – Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie
	Mamadou Saliou DIALLO	Président- Coordinateur de Programmes / Guinée – Ecologie (ONG de Protection de l'Environnement)
	Ibrahima CAMARA	Spécialiste Développement Rural USAID/Guinée
	Boubacar CAMARA	Chef Section DPA/DNE, PNFT/CNC
	Dr Amadou Cherif BAH	Chef Service Etudes et Planification à la Direction Nationale des Eaux & Forêts Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et des Forêts
	Seydouba SYLLA	Directeur National – Direction Nationale du Génie Rural – Ministère de l'Agriculture, de l'élevage et des Eaux et Forêts
	Jean LAPIERRE	Conseiller Technique Principal – programme de renforcement institutionnel à la Direction Nationale des Eaux et Forêts (ISP-FS)
	Atigou BALDE	Coordonnateur, Convention Ramsar – Ministère Hydraulique/ Energie – Direction Nationale de la Gestion des Ressources en Eaux (DNGRE)
	Souleymane SOW	Directeur National Hydraulique
	El Hadj Alpha Oumar SOW	Chef de Division, Aménagements Hydro- agricoles – Directeur National du Génie Rural
	Dr Daouda DIALLO	Enseignant – Chercheur, CERE
	Dr Mamdou I Ouattara	Coordonnateur Programme Massif Fouta Djallon, Bureau de Coordination Internationale de l'Union Africaine
	Tahirou BARRY	Point focal Observatoire, membre CNC- OMVS, Direction des Eaux et Forêts
	Fodé I SOUMAH	Chef de Division, Direction des Eaux et Forêts

Pays	Prénoms et Nom	Fonction & Institution
	Mamadou Ilias DIALLO	Coordonnateur Programme Régional AGIR
	Maadjou BAH	Chef de Division Préservation des écosystèmes, Direction Nationale de la Protection de la Nature
	Fode Losseny CAMARA	Directeur Adjoint Fonds de Sauvegarde de l'Environnement – Direction Nationale de la Protection de la Nature
	Daouda KANTE	Chef de Division Valorisation et Utilisation durables des Ressources Naturelles – Direction Nationale de la Protection de la Nature
		Coordonnateur, Cellule Nationale OMVS
MALI		
	Abraham SOGOBA	Expert A.G.R Cellule Nationale OMVS (CNC)
	Faman DOUMBIA	Directeur du PRODESO – Projet de Développement et de l'Elevage au Sahel Occidental (PRODESO) – Ministère de l'Elevage et de la Pêche
	Mamadou GAKOU	Secrétaire technique Permanent– Secrétariat Technique Permanent du Cadre Institutionnel de la Gestion des Questions Environnementales (STP/CIGQE) – Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
	Nampaa Nagoun SANOGHO	Consultant National, ADT-Mali
	Christophe POLLOT	Administrateur – MALI FAUNE sarl – Projet GALE/LIMAKOLE
	Alfousseini SEMEGA	Directeur - Opération Aménagement Parc National de la Boucle du Baoulé et des Réserves Adjacentes - Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
	Abdoulaye KONE	Directeur – Laboratoire de la Qualité des Eaux
	Dr Robert DEMBELE	MD – MPH Coordonnateur – Ministère de la Santé – Programme National de Lutte contre les Schistosomiases et les Geohelminthiases
	Dr Moustapha AMADOU	Directeur Général – CILSS
	Sidi TOURE	Chef de Division Inventaire des Ressources Hydrauliques – Direction Nationale de l'Hydraulique
	Almoustapha Fofana	Chargé Hydro-Sédimentologie – Direction Nationale de l'Hydraulique
	Dr Aboubacar Abida MAIGA	Division Hygiène – Direction Nationale de la Santé – Direction Nationale de la Santé – Ministère de la Santé
	Dr Mamadou Oumar TRAORE	Chargé de la Coordination, Programme Onchocercose – Direction Nationale de

Pays	Prénoms et Nom	Fonction & Institution
		la Santé
	Mountaga DIALLO	Directeur Technique SOGEM
	Cheibou TOURE	Directeur Technique Adjoint
	Aliou FAYE	Coordonnateur UICN – Mali
	Kouloutan COULIBALY	Directeur Réglementation et Contrôle – DNCN
	Zoumana TIMBO	Point focal Convention Ramsar et Chef de projet - DNCN
	Moussa BARRY	Chef de la Division Etudes et Planification – DNCN
	Bourama DIABATE	Chef de Division Aménagement Forêts – DNCN
	Baïkoro FOFANA	Directeur National Adjoint – DNCN
	Marakatie DIALLO	Direction Nationale Productions et Industries Animales (DNPIA)
	Boubacar Siré Ba	Cellule Planification et Statistiques – Ministère de l'Agriculture
	Shaga COULIBALY	Chef Division Suivi-Evaluation – Direction Nationale de la Population
	Dr Mody KANOUTE	Chef Section Technique – PRODESO
	Aliou BAMBA	Directeur Projet de Développement Rural Intégré en Aval du Barrage de Manantali (PDIAM)
		Coordonnateur Cellule Nationale OMVS
	Amidou TRAORE	Chef Section Gestion de l'Information Environnementale - STP
	Macalou Awa A MARE	Chef section Convention et Mesures Juridiques - STP
	Ibrahima DIAKITE	Cher Bureau Gestion des Ressources Naturelles et du Développement Durable – STP
	Mouhamadou TRAORE	Chef Bureau Communication, Formation, Recherche – Point focal Biosécurité STP/CIGQE
	Malham TOURE	Chef Bureau Conventions, Accords et Traités internationaux sur l'Environnement – Point focal CSD – STP
	Djeriba TRAORE	Coordinateur National Programme de Renforcement des Capacités de l'Etat et des Collectivités Locales en matière de Gestion de l'Environnement et des

Pays	Prénoms et Nom	Fonction & Institution
		Ressources Naturelles
	Boubacar Sidiki DEMBELE	Coordinateur du Programme d'Assistance aux Etudes sur les Changements climatiques (NACP) et PF/MDP au STP/CIGQE
MAURITANIE		
	Bah Ould SID'AHMED	Consultant National, ADT-Guinée
	Hammedi M. L. TALEB	Chargé de Mission, Coordonnateur de la Cellule – Ministère de l'Hydraulique – Cellule Nationale de l'OMVS
	Dr Daf OULD SEHLA	Directeur – Ministère du Développement Rural et de l'Environnement – Parc National du Diawling
	Brahim SALL	Directeur – SIDER Consult - Ing. MBA
	Matthieu BERNERDON	Conseiller Technique – UICN Afrique de l'Ouest – Bureau de Liaison – Mauritanie
	Dr Mokhtar FALL	Directeur – Ministère du Développement Rural et de l'Environnement – Direction de l'Elevage
	Amadou BA	Chargé de Programme – UICN Afrique de l'Ouest – Bureau de Liaison – Mauritanie
	Oumar COULIBALY	Directeur – Ministère du Développement Rural et de l'Environnement, DAR
	Amadou Diam BA	Conseiller Technique – Ministère du Développement Rural et de l'Environnement – Parc National du Diawling
	Pierre ESTRADÉ	Ingénieur, Topographe, Géomètre, Expert foncier – Agilis Mauritanie
	Youssoufa KAMARA	Directeur des Relations avec les Usagers – OMVS/SOGED
	Mamédy SACKO	Directeur Général – OMVS/SOGED
	Sidi Mohamed OULD DIDI	Directeur Administratif et Financier – OMVS/SOGED
	Saleh Ould SIDI MOHAMED	Expert National/GEF/OMVS/BFS (CNS)
	Alassane GUISSÉ	Directeur des Etudes Techniques (DET) - SONADER
	Mohamed Lemine OULD BABA	Coordonnateur UICN - Mauritanie
	Amadou DIAMBA	Conseiller Technique, PND
		Directeur PND
SENEGAL		

Pays	Prénoms et Nom	Fonction & Institution
	Amadou T. DIAW	Directeur Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique.
	Dr Assize TOURE	Directeur Technique – Centre de Suivi Ecologique (CSE)
	Mohamed BOCOUM	Coordonnateur Régional – Biodiversité Sénégal - Mauritanie, Projet RAF 98/G/31, Unité de Coordination Régionale (UCR)
	Cheikh Hamallah DIAGANA	Chargé de Programme Biodiversité – Wetlands International
	Mbacké GUEYE	Directeur – OMVS/ Centre Régional de Documentation (CRD) -
	Juliette KOUDENOUKPO	UICN – Composante PPP, Projet GEF
	Matar DIOUF	UICN - Sénégal
	Medou LO	Centre de Suivi Ecologique (CSE)
	Marie MBENGUE	Centre de documentation SAED – Saint Louis
	Toumani BARO	Expert chargé de la Composante 2 OMVS/GEF-BFS
	Dior MBACKE	Expert chargé de la Composante 5 OMVS/GEF-BFS
	Tamsir NDIAYE	Directeur Service Observatoire Environnement
	Mamadou BA	Expert chargé de la Composante 1 OMVS/GEF-BFS
	Mamadou SAMAKE	Expert chargé de la Composante 3 (ADT-PAS)
	Djibril SALL	Coordonnateur Projet GEF/BFS
	Malamine DIATTA	Hydrologue OMVS
	Mamadou M. SYLLA	OMVS
	Gora NDIAYE	Ingénieur – Hydrologue DGPRES
	Lamine NDIAYE	Expert SIG, SOE OMVS
	Cheikh MBOW	Enseignant-Chercheur, Laboratoire d'Enseignement et de recherche en Géomatique (LERG), ESP

ANNEXE 1.2. PARTIES PRENANTES LORS DES PROCESSUS NATIONAUX DE L'ADT

PAYS	PARTIES PRENANTES Prénoms et Nom	Structures
GUINEE	M. Madjou BAH	Projet Diversité biologique – Ministère de l'Environnement
	M. Sounounou BAH	Direction Nationale de la Protection de la Nature - Ministère de l'Environnement
	M. Mohamed Chérif BAH	Division Planification et Stratégie – Direction Nationale des Forêts et Chasse – Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage
	M. Alpha Abdourahmane SOW	Division Hydrologie – Ministère Hydraulique et Énergie
	M. Sao SANGARÉ	Section Analyse et traitement des données - Ministère Hydraulique et Énergie
	M. Djiramba DIAWARA	Division Foresterie Rurale - Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage
	M. Lankan TRAORÉ	Division Économie et Législation Forestière - Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage
	M. Alpha Tougué DIALLO	Section Enquêtes et programmation des points d'eau - Ministère Hydraulique et Énergie
	M. Ibrahima Sory CAMARA	Division Pêche Continentale – Ministère Pêche et Aquaculture
	M. Cécé Alexis LOUA	Division Planification et Réglementation Énergétiques - Ministère Hydraulique et Énergie
	M. Cheick Fall CISSOKO	Direction Nationale de l'Énergie - Ministère Hydraulique et Énergie
	M. DABO	SEG - Ministère Hydraulique et Énergie
	M. Boubacar CAMARA	Direction Nationale de l'Élevage - Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage
	M. Emmanuel Rolland MALANO	Prévention et Lutte contre les maladies – Ministère de la Santé Publique
	M. Momo SOUMAH	Service National des Sols - Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage
M. Aboubacar OULARÉ	Aires Protégées - Ministère de l'Environnement	
Cheick Oumar DIALLO	Cellule Nationale de Coordination du Projet GEF/OMVS/BFS	

PAYS**PARTIES PRENANTES****Prénoms et Nom****Structures**

M. Mamadou Lamine BAH	Cellule Nationale de Coordination du Projet GEF/OMVS/BFS
M.Oumar Bodié BAH	Cellule Nationale de Coordination du Projet GEF/OMVS/BFS
M.Oumar DIANE	Assistant Comptable du Projet GEF/BFS
Mme. Augustine TOURE	Cellule Nationale de Coordination du Projet GEF/OMVS/BFS
M. Mory CHERIF	Cellule Nationale de Coordination du Projet GEF/OMVS/BFS
M. Daouda CAMARA	Cellule Nationale de Coordination du Projet GEF/OMVS/BFS
M. Mamadou Oury Kobéra DIALLO	Ecole Nationale de Technique Forestière (ENATEF)
Dr. Nagnouma Delphine TOUNKARE	Ministère de la Santé Publique
M. Namory DIAKITE	Direction Nationale Météorologie
M. Fodé Luncény CAMARA	Ministère de l'Environnement
M. Boubacar CAMARA	MAEEF / DNE
M. Aliou CAMARA	MAEEF/DNEF
M. Souleymane KOUROUMA	SGCD / Mali
M. El Hadj Boubacar Hottia DIALLO	SGCD / Mamou
M. Mohamed Abou YOULA	MHE / DNH
M. Alarény Gongoré DIALLO	Consultant Indépendant
Moussa DOUMBOUYA	Inspecteur Régional Agriculture
M. Amirou DIALLO	CERE / Université de Conakry
M. Forè CAMARA	CLC / Tougué
M. Mamadou Dinah DIALLO	ENAE-Tolo/Mamou
DR. Mamadou OUATTARA	Bureau de Coordination International– Union Africaine (Massif du Fouta Djallon)
M. Chérif DIALLO	Chef Section Radio Rurale Locale
Marcel BEAVOGUI	Radio Rural
MALI	
M. Oumar TRAORE	Direction nationale de l'hydraulique -Ministère des Mines, de l'Energie et de l'eau
M. Yacouba DOUMBIA	Projet GEF Plantes autochtones - Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
M. Mamadou GAKOU	Secrétariat Technique Permanent du Cadre Institutionnel de la Gestion des Questions Environnementales (SPT/CIGQE) - Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
M. Djiriba TRAORE	Projet de renforcement de l'Etat et des Collectivités territoriales en matière de gestion de l'environnement et des ressources naturelles - Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
M. Amadou DIALLO	Cellule Nationale OMVS - Ministère des Mines, de l'Energie et de l'eau
M. Youssouf CAMARA	GEF/ Cellule Nationale OMVS - Ministère des Mines, de l'Energie et de l'eau
M. Younoussa DIALLO	GEF/ Cellule Nationale OMVS - Ministère des Mines, de l'Energie et de l'eau

PAYS**PARTIES PRENANTES****Prénoms et Nom****Structures**

M. Moriba KONE	Cellule Nationale OMVS - Ministère des Mines, de l'Energie et de l'eau
M. Modibo TRAORE	Cellule Nationale OMVS - Ministère des Mines, de l'Energie et de l'eau
M. Almoustapha FOFANA	DNH/BAMA KO
M. Bakary OUATTARA	Consultant
Mme MACALOU Aissata SACKO	Présidente CAFO
Mme Djénéba COULIBALY	Comité Local de Coordination (CLC) Kati
M. Bakoye BA	Adjoint Chef SLACAER
M. Drissa Zou COULIBALY	Comité Local de Coordination (CLC) Yélimané
M. Dialla SISSOKO	C/Sce PIA
Dr. Kariba TANGARA	Comité Local de Coordination (CLC) Kita
M. Diatigui DIARRA	Comité Local de Coordination (CLC) Kolokani
M. Boubacar O. TRAORE	Comité Local de Coordination (CLC) Koulikoro
M. Drissa COULIBALY	Comité Local de Coordination (CLC) Diéma
M. Aly KARABENTA	Comité Local de Coordination (CLC) Kéniébé
M. Abraham SOGOBA	Cellule Nationale OMVS - Ministère des Mines, de l'Energie et de l'eau
M. Djigui NIAKATE	Radio Kouroukan-Kita
M. Birama DIABATE	Comité Nationale de Coordination (CNC)/Direction Nationale de la Conservation de la Nature - Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
M. Moussa F. SISSOKO	Chef Service de la Conservation de la Nature de Kita- Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement
M. Théophile COULIBALY	Comité Local de Coordination (CLC) Bafoulabé
M. Ibrahima Hama TRAORE	Préfet de Kita
M. Mamadou Moustaph SISSOKO	Président Conseil de Cercle
M. Nampaa SANOGHO	Consultant

MAURITANIE

M. Brahim OULD BAH	Cellule Nationale OMVS
M. Saleh OULD SIDI MOHAMED	GEF/ Cellule Nationale OMVS
M. EL GHOTOB	GEF/ Cellule Nationale OMVS
M. Mohamedou SOW	GEF/ Cellule Nationale OMVS
M. Hamidou BA	GEF/ Cellule Nationale OMVS
M. Mahmoud KONE	GEF/ Cellule Nationale OMVS
M; SID' AHMED	GEF/ Cellule Nationale OMVS
M. Alassane CHERIF GUISET	Comité National de Coordination (CNC)-SONADER/MDRE
M. Oumar COULIBALY	Comité National de Coordination (CNC)-Direction Aménagement Rural/MDRE
M. Baba OULD BOUMEISS	Direction de La Programmation, Suivi - Evaluation/MDRE
Mme. Vatimetou MINT ABDEL MALICK	Coordination Nationale Des ONGs
M. Cheikh MOHAMED	Comité Local de Coordination (CLC) - Trarza

PAYS**PARTIES PRENANTES****Prénoms et Nom****Structures**

M.Amar ELY SALEM
M.Sidi MED SIDI

M.Sy BABA
M.Med LEMINE ZEBAH
M.Hamoud CHEIKH
M.Med SALEM
M.Sid' Ahmed OULD BAH
Mme. Marième BEKAYE
M.Djibril SARR
M.Ahmed HAMOUD
M.Issmail AHMED
M.MALOUMDINE
M.Hamoud CHEKH
M.LIMAM ABDAWA
M.Amadou BA

M.Abdel AZIZ KHAR
M. ABDALLAHI/KH
M. Salikou AHMED
M. Abdallahi SALL

Comité Local de Coordination (CLC)- Gorgol
Comité Local de Coordination (CLC)-
Guidimakha
Comité Local de Coordination (CLC)- Brakna
Comité Local de Coordination (CLC)- Bababe
Comité Local de Coordination (CLC)- Bogue
Comité Local de Coordination (CLC)- Keur
Consultant
Consultante
DAT
DE
OPS
SA
Direction de l'Aménagement Rural (DAR)
CNRADA
Union Internationale pour la Conservation de la
Nature (UICN)
Université de Nouakchott
TéléVision Mauritanienne (TVM)
Agence Mauritanienne d'Information (AMI)
Presse Indépendante

SENEGAL

M. Elimane Ba

M. Ababacar Ndao

M. Ibrahima Diop

M. Fodé Sarr

M. Ousmane Dia

M. Sidy Fall

M. Abdou Mbodj

M. Landing Mané

M. Babacar Ndiaye

M. Cheikh Mbaye Diallo

Commandant Ablaye Diop

Dr Mamadou Diop

Dr François Rogerie

Direction Environnement & Etablissements
Classés- Ministère de l'Environnement

Cellule Nationale OMVS

Service Régional Hydraulique Saint Louis

Direction Régionale Développement Rural
Saint Louis

DAIH (Dir Amlén. Infrast. Hydroagricoles)
SAED

DAIH (Dir Amlén. Infrast. Hydroagricoles)
SAED

DDAR (Direction Développement & Amén
Rural)
SAED

DDAR (Direction Développement & Amén
Rural)
SAED

Inspection régionale Eaux et Forêts Saint Louis-
Ministère de l'Environnement

Service Région Pêches Saint Louis

Parc National Oiseaux Djoudj - Ministère de
l'Environnement
Région Médicale Saint Louis- Ministère de la
Santé et de la Prévention Médicale
Association Espoir pour la Santé

PAYS**PARTIES PRENANTES****Prénoms et Nom****Structures**

M. Souleymane Cissé	Préfecture Saint Louis
M. Gora Ndiaye	Direction Gestion et Planification Ressources en Eau (DGPRE)
Mme. Khady Guèye TRAORE	Service Dép. d'Appui au Développement Saint-Louis
M. Ndiaga FALL	Comité local de Coordination (CLC)/Préfecture de Podor
M. Mamadou DIOM	Comité local de Coordination (CLC)/Préfecture de Dagana
M. Mouhamadou DIALLO	Comité local de Coordination (CLC)/Préfecture de Kanel
M. Ibrahima SAKHO	Comité local de Coordination (CLC)/Préfecture de Matam
M. Cheikh B. GUEYE	Comité local de Coordination (CLC)/Préfecture de Bakel
M. Oumane DI AGNE	Hydraulique Saint-Louis
M. Ndary DIOP	Service Départemental d'Appui au Développement Local
M. Ibrahima Aly SOW	SDDC
M. Aboubacar DIAKHATE	Service Départemental d'Appui au Développement Local de Podor
M. Amadou BARRY	Service Départemental d'Appui au Développement Local de Bakel
M. Mamadou SANGARE	Ministère de l'Environnement
M. Elimane BA	Ministère de l'Environnement
M. DIOP Fagamou SY	DREEC /Saint-Louis
Mme THIANE DIOP Khadidiatou	SDADL de Louga
M. Daïrou DIALLO	Eaux et Forêts
M. Bassirou FALL	Service Départemental d'Appui au Développement Local de Dagana
M. Abdoulaye DIOP	Direction Parc National
M. El Hadji Abdoulaye DIACK	Consultant Indépendant
M. Souleymane CISSE	Comité Local de Coordination (CLC) - Préfecture de Saint-Louis
M. Ababacar NDAO	Cellule Nationale OMVS/MAH
M. Cheikh Tidiane DIENG	Comité Local de Coordination (CLC) - Préfecture de Louga
M. Souleymane DIALLO	ISRA - Université Gaston Berger de Saint-

PAYS**PARTIES PRENANTES**
Prénoms et Nom**Structures**

Mme. Raby Kane DIALLO

Louis

GEF/ Cellule Nationale OMVS

Mme WANE Aïssatou DIA

GEF/ Cellule Nationale OMVS

Mlle.Fatou Kiné NDIAYE

GEF/ Cellule Nationale OMVS

Mme SALL Maguette SALL

GEF/ Cellule Nationale OMVS

M. Gora SEYE

Info 7-Organe de Presse

M. El Hadji TALL

L'Observateur - Organe de Presse

M. Abou BA

Le Matin - Organe de Presse

ANNEXE 2 . BIBLIOGRAPHIE

AGRER. -1998- Etude d'Evaluation Environnementale du Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie (PDIAIM). Vol. 2 : Texte principal. Rapport Final. Banque Mondiale / SONADER. Août.

AGRER, SERADE , SETICO. – 2003 - Etude pour la Restauration du Réseau Hydraulique du Bassin du Fleuve Sénégal. Rapport. Phase I. Vol 1 & 2. OMVS/SOGED. Mars

Albaret, J.J. 1994. Peuplements de poissons, ressources halieutiques, pisciculture dans le delta du fleuve Sénégal ; Impact des modifications de l'environnement. ORSTOM/CRODT. Dakar.

Bah, Ould Sid'Ahmed. 2005. Rapport national d'Analyse Diagnostique Transfrontalière du bassin du Fleuve Sénégal : Mauritanie. OMVS. Octobre (ADT-Mauritanie)

Banque Mondiale -2003-AET préliminaire réalisée en phase de PDF-B, (Annexe 11 au Project Appraisal Report). Report No. 26632. Octobre

Banque Mondiale –1998 – Etude d'évaluation environnementale du programme de développement intégré de l'agriculture irriguée en Mauritanie – Rapport final – Vol1 : rapport exécutif - AGRER. Août.

Bonnet, Bernard. -1999- Conservation des ressources naturelles par les communautés rurales de l'aire transfrontalière Mali-Guinée (Bafing-Falémé). Proposition de stratégie et devis programme démarrage. Second Programme Régional Bassins Versants du Niger et de la Gambie/Programme d'Appui à la Gestion des Ressources dans l'Espace Régional (AGIR). IRAM (Institut de Recherches et d'Applications des Méthodes de Développement. Paris.

Brueil, Christophe. 1996. revue de la pêche et de l'Agriculture : Mali. FAO. Rome. Septembre

Carrière, Marc ; Bernard Toutain. -1995- Utilisation des terres de parcours par l'élevage et interactions avec l'environnement. Outils et indicateurs. CIRAD-EMVT. Février. Source : www.virtualcentre.org/zh/dec/toolbox/Refer/PARC-fre.pdf

Ceuppens, Johan. 2000. Water and Salinity Management for Irrigated Rice in the Senegal River Delta. Oct

CNC-OMVS-Mali. -2005- Rapport de mission relatif à la collecte de données pour la protection des berges dans le Haut Bassin – 31 mars au 5 avril. CRM/CN-OMVS-AB. No.5.Bamako

COWI & Plyconsult. 2001. Estimation de la recharge actuelle du Maastrichtien au Sénégal. COWI & Polyconsult. Ministère des Mines, de l'Energie et de l'Hydraulique / SGPPE. Août

Decleire, Yanek. -1999- Développement de la gestion des feux de brousse au Sénégal. GTZ :PSACD. Novembre.

Diallo A. - 2005 – Rapport national d’analyse diagnostique transfrontalière du bassin du fleuve Sénégal – Guinée – Rapport définitif – OMVS – GEF/BFS. Novembre. (ADT-Guinée)

Diatta, Ibrahima. 2004. L’ouverture d’une brèche à travers la Langue de Barbarie (Saint-Louis du Sénégal) – Les autorités publiques et les conséquences de la rupture. Mémoire de Maîtrise en Géographie. UFR Lettres et Sciences Humaines /Université Gaston Berger de Saint-Louis.

Diop, Fousseyni. 2005. Erosion des berges du fleuve Sénégal dans le Cercle de Kayes. Mémoire de fin de cycle pour l’obtention du Diplôme d’Ingénieur. Institut Polytechnique Rural de Formation et de Recherche Appliquée. IPR/IFRA. Katibougou, Mali

Diop M & Jobin WR. 1994 *Senegal river basin health master plan study*. WASH Field Report 453. Water and Sanitation for Health Project, Washington.

DIWI Consult International./ Sahel Consult.-2000- Bilan et Impact des réalisations du PRODES (Phases I et II). Programme d’investissement complémentaire. Version finale.. PRODES. Nov. ; PRODES. 2005. Projet de Développement de l’Elevage au Sahel Occidental (PRODES II). Rapport d’Achèvement. PRODES. Décembre.

DNCN-Mali. Problématique des feux de brousse. Impacts et Stratégie de Lutte. Ministère de l’Environnement et de l’Assainissement (Mali)/Direction Nationale de la Conservation de la Nature. Source : www.malifao2006.org/pdf/feux_brousse.pdf

DNFF. -1996- Une Expérience de Gestion de l’Espace Rural et des Forêts en Guinée. Mission de Coopération et d’Action Culturelle (France) et Direction Nationale de la Faune et de la Flore (Guinée).

DNPIA-Mali. -2005- Rapport annuel 2005 de la Direction Régionale des Productions et Industries Animales (DRPIA)-Koulikoro. Direction Nationale des Productions et Industries Animales (DNPIA). Bamako. Décembre

DNPIA-Mali. -2006- Rapport annuel 2005 de la Direction Régionale des Productions et Industries Animales (DRPIA)-Kayes. Direction Nationale des Productions et Industries Animales (DNPIA). Bamako. Février

FAO. 2004. Analyse Diagnostique Transfrontalière du Massif du Fouta Djallon. Programme Intégrée d’Aménagement du Massif du Fouta Djallon. UNEP-GEF-FAO. Novembre.

Gannett Fleming Corddry & Carpenter Inc. & ORGATEC, 1980. Evaluation des effets sur l’environnement d’aménagements dans le bassin du fleuve Sénégal. Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal (OMVS), Dakar

GEF/IWLEARN. 2002. The GEF IW TDA/SAP Process: A Proposed Best Practice Approach. Source : <http://www.iwlearn.net/publications/TDA>

GES Conseils. -2004- Evaluation Environnementale et Sociale Stratégique. Rapport Final Projet d’Appui aux Sources de Croissance. Ministère de la Promotion des Petites et Moyennes Entreprises (Mali). Octobre.

Hellsten, Seppo ; Anne Tarvainen ; H. Ahonen ; M. Visuri ; M. Kettunen ; V. Lathela ; O. Varis. 2003. Policy Research to Identify Conditions for Optimal Functioning of the Senegal River Ecosystem in Mali, Mauritania and Senegal. Finnish Environment Institute (SYKE). Mars.

Institut des Sciences de l'Environnement. 1983. Le Lac de Guiers. Problématique d'environnement et de Développement. AGCD. Bruxelles

Kane Alioune -1997 – L'après-barrages dans la vallée du fleuve Sénégal – modifications hydrologiques, morphologiques, géochimiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu naturel et les aménagements hydro-agricoles – Thèse de Doctorat d'Etat en géographie physique – UCAD – Dakar

Kane C. H. et Diallo E. A. - 2005 - Etude portant sur l'évaluation de l'état de l'environnement des ressources naturelles et des ressources en eau dans la partie guinéenne du bassin du fleuve Sénégal, en se servant du système des indicateurs de l'observatoire de l'environnement de l'OMVS – Rapport final – OMVS – GEF/BFS. Décembre.

Lae, Raymond ; Jean-Marc Ecoutin & Justin Kantoussan. 2004. The use of biological indicators for monitoring fisheries exploitation: Application to man-made reservoirs in Mali. *Aquatic Living Resources*. No.17 pp.95-105.

Mbow, Cheikh. 2004. Rapport sur les feux de brousse au Sénégal pour la saison sèche de Novembre 2003 à mars 2004. LERG (Laboratoire d'Enseignement et de Recherche en Géomatique) et Institut des Sciences de l'Environnement (UCAD). Juin. Source : www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Africa/Senegal-Rapport-Feux-2003-2004.pdf

MDR/Direction Nationale de l'Aménagement et de l'équipement Rural (Décembre 1998) Projet de développement rural intégré à l'aval du barrage de Manantali – Document de projet

Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (Mali). -2006- *Rapport national sur l'état de l'environnement 2005*. Bamako. Mars.

Niassé, Madiodio & Mikaela Kruskopf. 2006. Republic of Senegal Water Sector Project (PSE) – Evaluation of NDF Funded Sub-Components (NDF-150). Nordic Development Fund / BIOTA BD. Janvier

OMVS / Observatoire de l'Environnement -2006- Notes techniques de l'Observatoire de l'Environnement relatives au suivi-évaluation de l'Etat de l'Environnement du Bassin du fleuve Sénégal. Janvier.

OMVS- 2003 - Etude de base pour la phase initiale de la mise en place de l'Observatoire de l'Environnement – Rapport technique – Version finale V 2.1

OMVS -2004- Programme d'atténuation et de suivi des impacts sur l'environnement (PASIE) – Rapport d'achèvement – IDA. Mai

OMVS/BM - 2001 – Projet FEM de gestion des ressources en eau et de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal – Rapports provisoires d'études préliminaires. Juin

OMVS/SOGED -2003- Etude pour la restauration du réseau hydraulique du bassin du fleuve Sénégal – Rapport de phase I – version provisoire – AGRER –SERADE – SETICO. Mars

Ould Taleb, Nema. 1999. Ressources forestières en Mauritanie. FAO – Commission Européenne — Banque Africaine de Développement (BAD). Août)

Ould Taleb, Nema. -2001- Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique – Mauritanie. Juillet.

Rasmussen, Kjeld ; Nina Larsen, Fatou Planchon, Jens Andersen, Inge Sandholt & Sofus Christiansen, Agricultural Systems and Transitional Water Management in the Ssenegal River Basin. Danish Journal of Geography 99. 1999, pp : 1959-68

Reizer, C. 1974. Définition d'une politique d'aménagements des ressources halieutiques d'un écosystème complexe par l'étude de son environnement abiotique, biotique et anthropique. Le fleuve Sénégal Moyen et Inférieur. Fondation Universitaire Luxembourgeoise. Arlon (Belgique)

Roche International. 2000. Etude des ressources ichtyologiques du fleuve Sénégal. Rapport final. OMVS-ACDI.

Sanogho, Nampaa Nangoun. 2005. Rapport national final d'Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière du Bassin du Fleuve Sénégal – Mali. OMVS. Novembre (ADT-Mali)

SOE. -2003- Etudes de base pour la phase initiale de mise en place de l'Observatoire de l'Environnement. Rapport Technique. Version Finale. V2.1. OMVS/SOE-Groupe SIEE. Novembre.

SOE. -2005- Notes Techniques de Suivi-Evaluation de l'Etat de l'Environnement du Bassin du Fleuve Sénégal. Janvier 2005. OMVS/Observatoire de l'Environnement.

STUDI International, SACI & GEDUR. 2006. Plan de Gestion des Pestes et des Pesticides (PGPP). Plan de Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de Développement des Usages à Buts Multiples dans le Bassin du Fleuve Sénégal. OMVS – Banque Mondiale. Janvier.

Thiam, El Hadji Ibrahima. 2005. La problématique des eaux douces dans l'estuaire du Fleuve Sénégal : l'exemple de la zone du Gandiolais. Mémoire DEA. Chaire UNESCO/UCAD sur Gestion Intégrée et Développement Durable des Régions côtières et des petites îles. UCAD & UNESCO.

van den Herik ; Abraham Sogoba ; Rien Veldhoen et al. 2005. Rapport de Mission à Kayes. Cellule OMVS Mali – Royal Haskoning. Avril

VARIS O. & LAHTELA V. -2002- Integrated water resources management along the Senegal River – Introducing an analytical framework. *International Journal for Water Resources Development*

YADE S. 2005 – Projet de validation de la matrice d’impact préliminaire et des actions prioritaires (Partie sénégalaise du bassin du fleuve Sénégal) – Rapport final – OMVS – GEF/BFS. Novembre. (ADT-Sénégal)