

**ORGANISATION POUR LA MISE EN VALEUR DU FLEUVE  
SENEGAL (OMVS)**

-----000000000000-----

**Analyse Diagnostique Environnementale  
Transfrontalière du Bassin du Fleuve Sénégal**

**2016**

.....

0000000



## RESUME ANALYTIQUE

L'Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière (ADT) du bassin du fleuve Sénégal a été pour la première fois conduite de 2004 à 2007. Le présent document est une réactualisation de l'ADT finalisée il y a dix ans. L'objet de l'ADT est d'analyser la condition de l'environnement du bassin, les tendances évolutives et leurs implications éventuelles, et identifier sur cette base les problèmes environnementaux transfrontaliers nécessitant une solution prioritaire.

L'objectif de la réactualisation de l'ADT est de doter l'OMVS d'un document de diagnostic environnemental à jour qui identifie les problèmes transfrontaliers émergents du bassin et préconise des options de mesures que l'OMVS et les Etats riverains pourraient mettre en œuvre pour répondre à ces problèmes. Le processus de réactualisation a consisté à une mise à jour de l'ADT-2007, à travers la collecte et l'analyse de données et informations pertinentes relatives aux changements intervenus dans le bassin au cours des dix dernières années, tout en tenant en compte des domaines d'intérêt particulier de l'OMVS tels que le risque d'inondation et le changement climatique (voir en annexe la démarche suivie dans le processus d'actualisation).

Le bassin du fleuve Sénégal qui fait l'objet du présent diagnostic environnemental est un bassin tropical transfrontalier couvrant une superficie d'environ 300.000 km<sup>2</sup>, à cheval sur des zones bien arrosées de climat guinéen, des zones de climat soudanien et des zones semi-arides et arides sahéliennes et saharo-sahéliennes. La pluviométrie moyenne du bassin est de 550 mm/an, variant entre plus de 1500 mm/an à la source du fleuve à moins de 200 mm/an dans la partie la plus septentrionale. Le régime pluviométrique du bassin de même que le régime hydrologique du fleuve est historiquement marquée par une forte variabilité interannuelle et saisonnière.

Du début des années 1970 à la fin des 1990, le bassin avait subi des déficits pluviométriques et hydriques chroniques. Au cours de ces deux dernières décennies, des améliorations sensibles de la pluviométrie et de l'hydraulicité moyenne des cours d'eau sont notées, mais sur la longue durée (échelle 50 à 100 ans), on est encore dans une séquence globalement sèche, marquée cependant par une forte variabilité dans le temps et dans l'espace. Les barrages construits sur le fleuve Sénégal, celui de Manantali en particulier, atténuent la variabilité saisonnière des écoulements mais n'élimine pas le caractère unimodal très marqué du régime du fleuve, avec l'essentiel des écoulements concentrés sur une courte période de l'année d'août à octobre.

La région fait donc face à des enjeux hydro-climatiques, avec des répercussions importantes sur l'environnement biophysique et le contexte socio-économique du bassin. A l'image des conditions hydro-pluviométriques, les paysages du bassin du fleuve Sénégal sont très contrastés. Le Haut Bassin dispose d'un couvert végétal relativement dense et abrite l'essentiel de la faune du bassin, et en particulier de la grande faune. Les paysages des régions sahéliennes et semi-désertiques sont plus clairsemés, avec des forêts galeries et zones humides abritant d'assez fortes concentrations d'espèces de la flore et de faune. Dans l'ensemble l'environnement physique du bassin est dans un

état de dégradation avancée. Des zones de haute valeur de biodiversité subsistent tant bien que mal dans différents endroits du bassin. Ce sont les Massif du Fouta Djallon, la Réserve de Faune du Bafing, la Réserve de Biosphère la Boucle du Baoulé, la plaine d'inondation dans la moyenne vallée, les lacs naturels tels que le lac de Guiers et le Lac R'kiz, les zones humides classées sites Ramsar (2 en Guinée, 1 au Mali, 2 en Mauritanie et 4 au Sénégal), et les forêts classées. Il faut ajouter à cela les réservoirs de barrage (celui de Manantali et celui de Diama), mis en service depuis une trentaine d'années et qui jouent de plus en plus des fonctions écologiques proches de celles des lacs et zones humides naturels. Leur potentiel écosystémique reste cependant sous-valorisé.

De façon générale, l'environnement du bassin – y compris en particulier les zones à haute valeur de biodiversité mentionnées plus haut-- fait l'objet de pressions et menaces diverses, suite à une conjonction de facteurs tels que la péjoration des conditions hydro-climatiques et la forte croissance démographique. A cela s'ajoute le besoin d'amélioration des conditions de vie dans le bassin, une des régions les plus pauvres du monde. Cela exige la mobilisation accrue des ressources naturelles du bassin, en particulier des ressources en eau, pour produire de l'électricité, soutenir la culture irriguée sur des superficies de plus en plus grandes, approvisionner le secteur industriel et minier, et répondre aux besoins de consommation en potable des populations du bassin mais aussi de capitales nationales et de grandes villes situées hors du bassin. Les défis de gestion de l'eau et de l'environnement du bassin sont donc énormes.

Un des atouts potentiels pour face à l'enjeu de gestion durable du bassin c'est que le cadre juridique et institutionnel de coopération transfrontalière du bassin du fleuve Sénégal est, à travers l'OMVS, l'un des plus étoffé d'Afrique. Il s'y ajoute que les pays riverains du bassin disposent de législations nationales très avancées pour la prévention et la gestion des problèmes environnementaux majeurs identifiés. Le cadre normatif de gestion de l'eau et de l'environnement dans le bassin est donc potentiellement favorable, mais il reste beaucoup à faire pour sa mise en œuvre pratique. Cet enjeu de mise en œuvre est illustré par la Charte des Eau. La Charte contient beaucoup de dispositions d'avant-garde (telles l'engagement en faveur du soutien de la crue annuelle du fleuve ; le principe pollueur-payeur, etc.), mais elle est peu mise en œuvre, parce que peu connue. Beaucoup de dispositions novatrices restent non opérationnalisées.

Face au contexte de pressions multiples sur les ressources du bassin, de dégradation des écosystèmes et d'enjeux de gouvernance des ressources en eau et de l'environnement. l'ADT devait identifier les problèmes environnementaux les plus importants et les plus urgents à mettre en œuvre.

Quatre critères ont été utilisés pour le choix des problèmes environnementaux prioritaires (PEP) du bassin. Il s'agit de : (i) l'ampleur/sévérité des impacts sur les écosystèmes, sur l'environnement biophysique du bassin ; (ii) l'ampleur des impacts socioéconomiques ; (iii) les effets amplificateurs du problème considéré sur d'autres problèmes environnementaux urgents du bassin ; (iv) la

dimension transfrontalière du problème (soit affectant plusieurs Etats ou nécessitant une solution qui dépasse l'échelle d'un seul pays).

Sur la base de ces critères, 7 PEP ont été identifiés. Les 5 PEP identifiés dans l'ADT de 2007 ont été confirmés et 2 nouveaux PEP ont été ajoutés : le risque d'inondation et le changement climatique. Les 7 PEP identifiés par l'ADT réactualisé sont donc les suivants : (1) Dégradation des terres ; (2) Baisse de la disponibilité et de la qualité des eaux ; (3) Prévalence des maladies liées à l'eau ; (4) Prolifération des espèces envahissantes ; (5) Menaces sur la biodiversité ; (6) Risque d'inondation ; (7) Changement climatique.

Les 7 PEP ont par la suite été analysés sous les angles de leurs manifestations, leurs impacts, leurs causes directes et profondes. Sur cette base, des options de solution ont été préconisées, puis les facteurs favorables à la mise en œuvre de ces mesures ont été brièvement discutés.

Le premier PEP sur la dégradation des terres en général couvre des phénomènes tels que le déboisement, l'ensablement, l'érosion des berges et têtes de sources, la salinisation des terres, le surpâturage, et la désertification de façon générale.

Le PEP sur la baisse de la disponibilité et de la qualité des eaux analyse les effets de la péjoration des conditions climatiques sur la disponibilité de l'eau et les pressions sur la ressource résultant de demandes concurrentes (électricité, agriculture, eau potable et assainissement, mines et industrie, les écosystèmes) en rapide augmentation. La dégradation de la qualité des eaux est examinée en rapport avec : (a) les rejets des eaux de drainage agricoles chargées de résidus d'engrais et de pesticides et des eaux usées domestiques et urbains ; (b) l'exploitation minière et surtout l'orpaillage ; (c) la charge solide de l'eau du fleuve et les risques d'envasement de plans d'eau.

Le PEP sur les risques d'inondation analyse des expériences vécues d'inondation dans le bassin et leurs conséquences, avant de discuter la vulnérabilité du bassin à des risques futurs d'inondation, prenant en compte les investissements additionnels de maîtrise de l'eau prévus.

Le PEP sur la prévalence des maladies hydriques met l'accent sur le paludisme et bilharziose en particulier, la vallée du fleuve Sénégal étant considérée comme l'un des endroits où on trouve les taux les plus élevés de prévalence de ces maladies. L'ADT a cependant observé que des progrès spectaculaires ont été réalisés dans le bassin dans la lutte contre ces deux maladies, mais constate que l'environnement du bassin reste favorable à la prolifération des vecteurs de ces maladies.

Le PEP sur perte de diversité biologique est centré sur l'ichtyologie (notant les témoignages de baisse des stocks de poissons, même s'il existe peu d'études récentes sur le sujet), et sur les zones

humides qui abritent une forte concentration de biodiversité. Ces zones humides constituent des infrastructures naturelles jouant dans une certaine mesure des rôles proches de ceux de barrages (provision et régulation de l'eau).

Le PEP sur les végétaux aquatiques envahissants décrit l'ampleur et analyse les impacts de la prolifération continue d'espèces envahissantes dans le bassin, sur surtout du typha. Ce phénomène est lié aux investissements de maîtrise de l'eau dans le bassin (barrages et périmètres irrigués). Il affecte 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

Le PEP sur le changement climatique fait la revue d'un grand nombre de travaux sur les scénarios de changement climatique afin de comprendre à quel climat futur on pourrait s'attendre dans le bassin. Les résultats de ces prédictions climatiques sont imprécis, souvent contradictoires. Cela dit, beaucoup des travaux consultés prévoient que le climat futur devrait être plus chaud et moins pluvieux, avec de plus faibles débits des fleuves. Si de tels prédictions devaient se confirmer, le changement climatique aurait pour conséquence d'amplifier les autres problèmes environnementaux prioritaires (PEP).

En dépit de l'absence criarde de données sur la question, l'ADT fait une analyse succincte de la dimension genre des PEP. A cause de la forte émigration masculine, le poids démographique et la responsabilité sociale et économique des femmes deviennent de plus en plus importants. Elles font face à des contraintes spécifiques (précarité des droits fonciers, tâches ménagères, garde des enfants, etc.) qui les exposent de façon disproportionnée aux impacts de beaucoup des PEP. Pour ces différentes raisons, l'ADT insiste sur la nécessité de la prise en compte du genre dans la mobilisation sociale pour contribuer à la résolution des problèmes PEP.

L'ADT suggère de nombreuses options de réponses pour chacun des PEP analysés. Certaines de ces options de réponses interpellent directement l'OMVS, du fait de leur ampleur, de leurs évolutions et des leurs impacts, ou parce qu'elles ont un caractère transfrontalier très marqué. Parmi les options de réponses les suivantes, sous réserve de leur validation dans le PAS :

En ce qui concerne la dégradation des terres, la désertification, l'OMVS pourrait soutenir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal dans la mise en œuvre de leurs stratégies et plans d'actions nationaux de mise en œuvre de la Grande Muraille Verte, une initiative qui met l'accent sur des interventions telles que le reboisement, la lutte contre l'érosion des sols.

En ce qui concerne la dégradation des sources du fleuve –phénomène devenu très préoccupant-- un plan d'urgence de restauration et protection des principales têtes de source est devenue une nécessité.

En ce qui concerne la prolifération du Typha, étant donné l'ampleur du phénomène et l'improbabilité de l'éradication du Typha à court-terme, les initiatives de valorisation économiques de la plante doivent être encouragées et soutenues, mais les investisseurs potentiels doivent inclure dans leurs plans d'affaire l'hypothèse d'une raréfaction voire l'épuisement de la ressource dans un horizon de 15-20 ans.

En ce qui concerne la dégradation de la qualité des eaux, l'OMVS, devrait s'appuyer sur la légitimité de sa mission de gestion du bassin du fleuve Sénégal (mission renforcée par la Charte des Eaux adoptée en 2002) pour jouer un rôle plus important dans la protection de la qualité des eaux du fleuve contre les risques accentués de pollution

En ce qui concerne la lutte contre les maladies hydriques, les progrès réalisés ces dernières années ont été spectaculaires et les efforts qui ont abouti à ces résultats doivent être poursuivis. Parallèlement, un accent doit être mis sur la lutte contre les vecteurs de maladies hydriques, en s'attaquant aux gîtes larvaires par des moyens physiques (mécaniques), chimiques que biologiques. Un dispositif de veille sanitaire doit être en place pour alerter en cas d'inversion de la tendance baissière des niveaux de prévalences de maladies hydriques, et aussi en cas d'apparition de nouvelles maladies dans le bassin.

En ce qui concerne la perte de biodiversité il est recommandé que l'OMVS s'implique fortement dans les efforts visant à assurer la gestion durable du haut bassin et du delta du fleuve. Il s'agit des efforts en cours dans le cadre de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du fleuve Sénégal (RBTDS) et de la Réserve de Biosphère Transfrontalière Bafing-Falémé, actuellement en projet. Les réservoirs existants et à construire par l'OMVS sont des zones humides qui jouent de plus en plus d'importantes fonctions écologiques et qui ont donc toute leur place dans ces réserves de biosphère, une raison supplémentaire pour que l'OMVS y joue un rôle actif.

En ce qui concerne le genre, l'OMVS devrait assurer son intégration (*mainstreaming*) dans les efforts de gestion durable de l'environnement du bassin, et commencer par prendre des mesures pour combler le gap d'informations et de connaissances sur le genre dans le bassin.

Ces options de solutions sont détaillées dans le PAS réactualisé, qui complète le présent rapport d'ADT.

## TABLE DES MATIERES

<b>RESUME ANALYTIQUE.....</b>	<b>ii</b>
<b>SIGLES ET ACRONYMES.....</b>	<b>iii</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>1. CONTEXTE ET ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DU BASSIN.....</b>	<b>4</b>
1.1. L'hydrologie du fleuve et son évolution récente.....	5
1.1.1. <i>Les principaux sous-ensembles hydrographiques du bassin.....</i>	<i>5</i>
1.1.2. <i>Le climat, son évolution récente et son impact sur l'hydraulicité du fleuve.....</i>	<i>7</i>
1.1.3. <i>Impacts des barrages sur le régime du fleuve et les activités.....</i>	<i>10</i>
1.2. Flore et faune du bassin du fleuve Sénégal.....	12
1.2.1. <i>Flore.....</i>	<i>12</i>
1.2.2. <i>Faune.....</i>	<i>15</i>
1.3. Les écosystèmes particuliers du Bassin du fleuve Sénégal.....	19
1.3.1. <i>Ecosystèmes particuliers du Haut Bassin.....</i>	<i>19</i>
1.3.2. <i>La plaine d'inondation de la vallée.....</i>	<i>23</i>
1.3.3. <i>Ecosystèmes particuliers de la basse vallée du fleuve.....</i>	<i>26</i>
1.3.4. <i>Ecosystèmes particuliers du Delta du fleuve.....</i>	<i>27</i>
1.3.5. <i>Autres zones humides d'importance écologique particulière.....</i>	<i>30</i>
1.3.6. <i>Les Forêts classées.....</i>	<i>32</i>
1.3.7. <i>Condition actuelle de l'environnement du bassin du Sénégal.....</i>	<i>33</i>
<b>2. DYNAMIQUE SOCIO-ECONOMIQUE ET PRESSIONS SUR L'EAU.....</b>	<b>37</b>
2.1. Caractéristiques socio-économiques du bassin.....	37
2.2. Accentuation de la pression sur les ressources du fleuve.....	42
<b>3. ANALYSE DE LA GOUVERNANCE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT ..</b>	<b>50</b>
3.1. Le cadre de gouvernance environnementale de l'OMVS.....	50
3.2. Cadre de gouvernance au niveau régional et international.....	54
3.3. Dispositifs pertinents pour la gouvernance dans les Etats riverains.....	56
3.3.1. <i>Dispositifs pertinents de la gouvernance de l'environnement en Guinée.....</i>	<i>56</i>
3.3.2. <i>Dispositifs pertinents de la gouvernance de l'environnement au Mali.....</i>	<i>57</i>
3.3.3. <i>Dispositifs pertinents pour la gouvernance de l'environnement en Mauritanie....</i>	<i>58</i>
3.3.4. <i>Dispositifs pertinents pour la gouvernance de l'environnement au Sénégal.....</i>	<i>58</i>
<b>4. CLASSEMENT DES PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES..</b>	<b>61</b>
<b>5. PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES.....</b>	<b>73</b>
5.1. Dégradation des terres.....	73
5.1.1. <i>Erosion, ensablement et dégradation des berges.....</i>	<i>74</i>
5.1.2. <i>Salinisation des terres et perte de terres agricoles.....</i>	<i>82</i>
5.1.3. <i>Dégradation du couvert végétal, surpâturage et feux de brousse.....</i>	<i>84</i>
5.1.4. <i>Désertification.....</i>	<i>95</i>
5.1.7. <i>Opportunités.....</i>	<i>98</i>
5.2. Disponibilité et qualité des ressources en eau.....	99
5.2.1. <i>Disponibilité de l'eau.....</i>	<i>99</i>
5.2.2. <i>Qualité de l'eau.....</i>	<i>103</i>
5.2.3. <i>Analyse causale.....</i>	<i>110</i>
5.2.4. <i>Options de solution.....</i>	<i>111</i>
5.2.5. <i>Opportunités.....</i>	<i>115</i>
5.3. Les risques d'inondation.....	115
5.4. Espèces envahissantes.....	122
5.4.1. <i>Typha australis.....</i>	<i>123</i>

5.4.2. <i>Salvinia molesta</i> .....	126
5.4.3. <i>Pistia stratiotes</i> .....	127
5.4.4. <i>La question de la jacinthe d'eau</i> .....	127
5.4.5. <i>Opportunités</i> .....	129
5.5. Maladies liées à l'eau .....	129
5.6. Conservation de la diversité biologique .....	135
5.6.1. <i>Faune ichtyologique</i> .....	135
5.6.2. <i>Les zones humides</i> .....	138
5.6.3. <i>Opportunités</i> .....	141
5.7. Le changement climatique .....	141
5.8. Dimensions genre des problèmes environnementaux prioritaires.....	151
<b>6. CONCLUSION – IMPLICATIONS POUR L'OMVS</b> .....	<b>155</b>
<b>ANNEXE 1. BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>162</b>
<b>ANNEXE 2. METHODOLOGIE DE REACTUALISATION DE L'ADT</b> .....	<b>i</b>
<b>ANNEXE 3. PERSONNES CONTACTEES</b> .....	<b>vi</b>



## **SIGLES ET ACRONYMES**

**ACDI** : Agence Canadienne de Développement Internationale  
**ADT** : Analyse Diagnostic Environnementale Transfrontalière  
**AET** : Analyse Environnementale Transfrontalière  
**AFD** : Agence Française de Développement  
**AGCD** : Administration Générale de la Coopération et du Développement  
**AGEFORE** : Bureau d'Etudes (Mali)  
**AGRER** : Bureau d'études (France)  
**AMFCE** : Association Malienne pour la Conservation de la Faune et de l'Environnement  
**AMI** : Agence Mauritanienne d'Information  
**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  
**DEDD** : Direction de l'Environnement et du Développement Durable (Mauritanie ; OMVS)  
**DNCN** : Direction Nationale de la Conservation de la Nature Mali  
**DNFF** : Direction Nationale des Forêts et de la Faune (Guinée)  
**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  
**ERSAP** : Projet Extension et Renforcement des Systèmes des Aires Protégées  
**FAO** : Food Agriculture Organisation  
**FEM** : Fond pour l'Environnement Mondial  
**GEF** : Global Environmental Facility  
**GIRMAC** : Gestion Intégrée des Ressources Marines et Côtières  
**GMV** : Grande Muraille Verte  
**INP** : Institut National de Pédologie (Sénégal)  
**IRD** : Institut de Recherche pour le développement  
**ISE** : Institut des Sciences de l'Environnement (Université de Dakar)  
**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  
**NEPAD** : Nouveau Partenariat pour le Développement de l'Afrique  
**ODD** : Objectif pour de Développement Durable  
**OERS** : Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal  
**OLAG** : Office du Lac de Guiers (Sénégal)  
**OMM** : Organisation Météorologique Mondiale  
**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  
**OSS** : Observatoire du Sahara et du Sahel  
**OUA** : Organisation pour l'Unité Africaine (actuelle Union Africaine)  
**PAGIRE** : Plan d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau

**PAS** : Programme d'Action Stratégique  
**PASIE** : Programme d'Atténuation et de Suivi des Impacts sur l'Environnement  
**PDF-B** : *Project Development Facility* – Facilité pour le Développement de Projet – Phase B (GEF)  
**PDIAIM** : Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie  
**PDIAM** : Projet de Développement rural Intégré à l'Aval du barrage de Manantali  
**PEP** : Problème environnemental prioritaire  
**PGERN** : Projet de Gestion des Ressources Naturelles (USAID/Guinée)  
**PGIRE** : Programme de Gestion Intégrée des Ressources en Eau et de Développement des Usages Multiples (OMVS)  
**PGRN** : Projet de Gestion des Ressources Naturelles (Banque Mondiale/Mali)  
**PNOD** : Parc National des Oiseaux du Djoudj  
**PNUD** : Programme des Nations Unies pour le Développement  
**PNUE** : Programme des Nations Unies pour l'Environnement  
**POAS**: Plan d'Occupation et d'Affectation des Sols  
**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  
**PREFELAG**: Projet de Restauration des Fonctions Ecologiques et Economiques du Lac de Guiers  
**PRODESO** : Projet de Développement de l'Elevage au Sahel Occidental  
**PSE** : Projet Sectoriel Eau  
**RBTDs** : Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du Fleuve Sénégal  
**REPSAHEL** : Projet d'amélioration de la résilience des populations sahéniennes aux mutations environnementales (Observatoire du Sahara et du Sahel)  
**RIM**: République Islamique de Mauritanie  
**SAED**: Société Nationale d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé  
**SAWEG**: Sahelian Wetlands Experts Group  
**SBDT** : Société de Bauxite de Dabola-Tougué  
**SDAGE**: Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux  
**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  
**SOGEOH** : Société de Gestion du Haut-Bassin guinéen du fleuve Sénégal  
**TDR** : Termes de Référence  
**UBT** : Unité de Bétail Tropical  
**UCAD** : Université Cheikh Anta Diop  
**UICN**: Union Internationale pour la Conservation de la Nature  
**UNESCO** : Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture  
**USAID** : *United States Agency for International Development*  
**VAE** : Végétaux aquatiques envahissants  
**VFS** : Vallée du Fleuve Sénégal

## INTRODUCTION

L'Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière du bassin du Fleuve Sénégal a été élaborée entre 2006 et 2007, sous forme de synthèse régionale, des rapports nationaux validés d'ADT couvrant les quatre pays du bassin du fleuve Sénégal (Guinée, Mauritanie, Mali et Sénégal). La synthèse régionale – simplement appelée ici ADT-2007-- a été finalisée et validée en 2007.

L'ADT-2007 avait identifié et analysé les questions et problèmes environnementaux du bassin et leurs liens avec les dynamiques transfrontalières. Sur la base de l'analyse des origines des problèmes identifiés, de leurs impacts sur le milieu biophysique et humain et de leurs causes fondamentales, l'ADT-2007 avait permis une meilleure connaissance des régions du bassin les plus affectées et les problèmes environnementaux transfrontaliers prioritaires à devoir résoudre. Sur cette base, l'ADT-2007 proposait des options de solutions, lesquelles avaient été par la suite approfondies et discutées en détail lors de la phase de formulation du Plan d'Action Stratégique (PAS) en 2007-2008.

Le présent rapport est une version réactualisée de l'ADT-2007. Il faut rappeler que la démarche qui avait abouti à l'ADT-2007 comprenait les trois phases suivantes :

- *Analyse Environnementale Transfrontalière préliminaire (AET)* : L'AET a été réalisée en 2004-2005 dans le cadre de la conception et de la préparation (PDF-B) du projet GEF-BFS (GEF-Bassin du Fleuve Sénégal). L'AET avait abouti à l'élaboration d'une matrice des impacts environnementaux et d'actions prioritaires. L'élaboration d'un document d'ADT complet et la réalisation d'un Plan d'Action Stratégique Environnementale (PAS) constituaient un des cinq volets du Project GEF-BFS (le volet 3).
- *Volets nationaux de l'ADT (2005)* : La réalisation de l'ADT complète avait commencé par des études nationales qui avaient consisté dans chacun des 4 Etats du bassin (Guinée, Mali, Mauritanie et Sénégal) à approfondir l'AET et à valider la matrice d'impacts et d'actions prioritaires qui y sont proposées. Ces documents (les ADT nationales) avaient été validés dans chacun des Etats du bassin lors d'ateliers organisés à cet effet.
- *Synthèse régionale de l'ADT-2007* : L'élaboration de la synthèse régionale avait consisté à faire la synthèse des ADT nationales en prenant en compte d'autres études réalisées par l'OMVS et par d'autres intervenants dans le bassin.

*Réactualisation de l'ADT (2016)* : Le travail de réactualisation de l'ADT-2007 --dont le présent document est l'aboutissement -- est une des activités de la phase 2 du PGIRE, et un des volets de ce programme financés par le FEM-5, à travers les stratégies « Eaux internationales » et « Adaptation au changement climatique ». Outre le besoin de prendre en compte les changements importants dans le contexte du bassin au cours des dix dernières années, la Réactualisation de l'ADT est aussi justifiée par la nécessité d'un traitement plus systématique du changement climatique – question qui a été à peine abordée dans l'ADT de 2007. Les TDR de la réactualisation ont aussi identifié des thèmes d'intérêt particulier à développer de façon

plus approfondie. En plus du changement climatique, ces thèmes comprennent : la conservation de la biodiversité et les écosystèmes ; les risques d'inondation et les effets des côtes ; l'irrigation et le drainage ; la qualité de l'eau et les sources de pollution ; l'utilisation non rationnelle de l'eau ; les aspects genre ; l'implication du secteur privé ; les liens intersectoriels (en prêtant une attention particulière aux eaux souterraines).

Les différentes phases de la formulation de l'ADT-2007 étaient été hautement participatives. Aux concertations avec les parties prenantes dans les capitales s'étaient ajoutés des visites de terrain, les échanges avec les représentants des Comités Locaux de Coordination (CLC) et les rencontres de validations aux niveaux national et régional. C'est ainsi que la synthèse régionale de l'ADT avait été validée en 2007 au plan régional par les représentants des parties prenantes dans les différents Etats riverains et par des responsables et experts de l'OMVS.

Dans le cadre du processus de réactualisation de l'ADT (et du PAS), des missions ont été organisées dans les quatre pays riverains, après l'envoi quelques semaines auparavant des résumés analytiques de l'ADT-2007 (et du PAS de 2008), contenant des propositions préliminaires de mise à jour<sup>1</sup>. Les missions dans les pays ont compris des rencontres dans les capitales et de courtes visites de terrain. Il s'agissait dans les capitales de recueillir des avis d'experts et des témoignages de décideurs politiques, de cadres techniques de l'Etat, de chercheurs et universitaires, de responsables de projets de développements et de dirigeants de la société civile, etc. Ces diverses parties prenantes ont été consultées sur les principaux changements intervenus dans le bassin au cours des dernières années et les implications de ces changements sur la validité du diagnostic de l'ADT. Lors des parties terrain des missions dans les pays, un accent particulier a été mis sur la visite des sites illustrant une dégradation avancée de l'écosystème mais aussi des expériences réussies ou prometteuses dans la lutte contre les problèmes environnementaux les plus urgents du bassin. La collecte de la documentation disponible était un important volet des missions dans les pays du bassin.

Le présent document de l'ADT réactualisé (appelée aussi ADT-R) comprend six parties. Une première partie décrit le cadre physique du bassin, avec un accent sur les conditions climatiques, l'hydrologie, la faune et la flore. Cette partie met en évidence les unités écologiques spéciales, les « points chauds » de biodiversité abritant une forte concentration d'espèces végétales et animales endémiques, rares et/ou menacées et les zones de haute valeur de biodiversité. La deuxième partie décrit le contexte socio-économique, les différents usages de la ressource principale du bassin –l'eau—et les pressions qui s'exercent sur cette ressource. Les deux premières parties permettent de mesurer les enjeux de la protection de l'environnement du bassin en relation avec le besoin de mobiliser les mêmes ressources pour répondre aux énormes besoins de développement et de lutte contre la pauvreté.

La troisième partie décrit et analyse le contexte de gouvernance –le dispositif politique et juridique ainsi que le cadre institutionnel—des ressources en eau et de l'environnement du

---

<sup>1</sup> Voir Annexe 2 pour plus de détail sur la méthodologie et les principaux résultats du processus de réactualisation de l'ADT.

bassin. L'analyse est faite à trois niveaux : le niveau de l'OMVS et du bassin ; le niveau régional ouest-africain et international ; le niveau national, avec la revue des dispositifs de gouvernance environnementale dans chacun des pays riverains du fleuve. Cette partie identifie les opportunités et contraintes du cadre de gouvernance dans la perspective de la gestion durable des ressources naturelles du bassin.

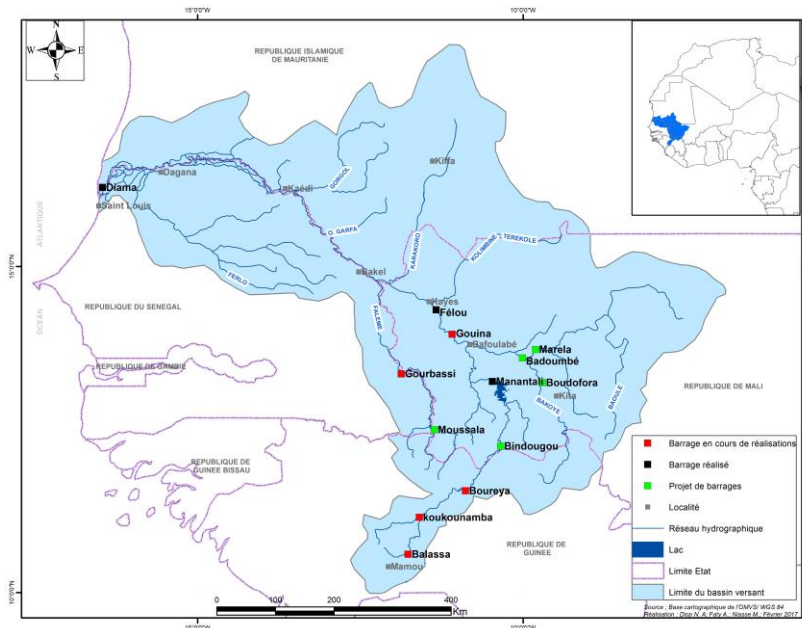
La quatrième partie est consacrée au classement par ordre de priorité des problèmes environnementaux analysés dans la partie précédente.

La cinquième partie analyse les problèmes environnementaux prioritaires (PEP) du bassin, ceci sur la base des problèmes déjà identifiés dans les phases de l'AET, les ADT nationales et la synthèse régionale de 2007 (ADT-2007). A cela s'ajoutent des problèmes émergents dont l'importance est apparue plus nettement au cours des dernières années. Pour chacun des problèmes prioritaires et/ou émergents, on s'est d'abord efforcé à expliquer sa nature et ses manifestations, à déterminer son ampleur, sa localisation dans le bassin et son évolution avant d'analyser ses causes immédiates et profondes. Une réflexion sommaire est aussi faite sur la disponibilité de connaissances sur le sujet. Pour chaque problème analysé, une matrice d'impacts et des actions environnementales prioritaires est présentée sous forme de tableaux. Cette matrice s'appuie sur le travail de validation fait dans les rapports des ADT nationales (2005), et aussi sur les analyses complémentaires faites dans le présent document. La dimension genre des PEP est aussi analysée.

La sixième, sous forme de conclusions, met l'accent sur certaines des options de réponses à des problèmes environnementaux dont l'ampleur, l'urgence et le caractère transfrontalier très marqué interpellent l'OMVS.

# 1. CONTEXTE ET ETAT DE L'ENVIRONNEMENT DU BASSIN

Le fleuve Sénégal est le deuxième plus grand fleuve d'Afrique de l'Ouest. Il est long de 1800 km et son bassin couvre une superficie de 289.000 km<sup>2</sup>. Le bassin du fleuve est partagé entre quatre pays : Mali (54% de la superficie du bassin) ; Mauritanie (26%) ; Guinée et Sénégal (entre 10% et 11%) chacun. A l'échelle de chaque pays riverain, le bassin occupe en moyenne 1/10 de la superficie (voir Fig. 1 et Tableau 1).



**Fig.1.** Carte de présentation du bassin du fleuve Sénégal.

Pays	Superficie nationale (km <sup>2</sup> )	Superficie du bassin dans le pays (km <sup>2</sup> )	% du bassin dans le pays	% du pays dans le bassin
Guinée	245.857	31.000	11%	13%
Mali	1.248.574	155.000	54%	12%
Mauritanie	1.030.700	75.500	26%	7%
Sénégal	197.000	27.500	10%	14%
Total	2.722.131	289.000	100%	11%

**Tableau 1.** Répartition de la superficie du bassin du fleuve Sénégal par pays

Source : données UNESCO, 2003

La pluviométrie du bassin varie fortement à la baisse de la source à l'embouchure. Si la pluviométrie moyenne annuelle du bassin est de 550 mm/an, sa partie guinéenne enregistre près de 1500 mm/an contre seulement 200-250 mm/an dans la partie septentrionale. Ce contraste pluviométrique est atténué par le fait que le fleuve transfère chaque année des milliards de m<sup>3</sup> d'eaux des régions très arrosées du Haut Bassin vers les régions sahéniennes 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 7 millions de personnes vivant dans le bassin.

Du fait de l'aridité qui règne dans 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 climatique ; (b) les barrages. Ces pressions sur les ressources en eau -- ajoutées à celles liées à la démographie galopante et aux activités productives diverses (voir chapitre 2) -- ont eu des répercussions sur l'environnement naturel du bassin et sa diversité écologique.

Le présent chapitre décrit le contexte général du bassin, l'état de ses ressources, ainsi que l'état actuel de son environnement biophysique. Un accent particulier est mis sur les écosystèmes que l'on pourrait considérer comme des « points chauds » de la diversité biologique du bassin (*biodiversity hotspots*). Les « points chauds » de la diversité biologique sont des aires de concentrations exceptionnelles d'espèces (végétales et/ou animales). L'état et l'évolution de telles aires géographiques ainsi que les menaces qui pèsent sur elles renseignent sur l'état général et les enjeux de la gestion de l'environnement dans lequel ces « points chauds » se situent.

## **1.1. L'hydrologie du fleuve et son évolution récente**

### ***1.1.1. Les principaux sous-ensembles hydrographiques du bassin***

Le fleuve Sénégal est formé par la réunion du Bafing et du Bakoye à Bafoulabé au Mali. Le *Bafing*, sa composante principale, est longue de 800 km et prend sa source dans le plateau central du massif du Fouta-Djallon, près de la ville de Mamou (Guinée). Sur son parcours guinéen, il reçoit les apports de la Téné et d'une soixantaine d'autres petits affluents.

A Bafoulabé, en aval de Manantali, le Bafing est rejoint par le *Bakoye* qui prend source dans les Monts Ménien en Guinée à 760 m d'altitude. Avant de rejoindre le Bafing, le Bakoye reçoit sur la droite le *Baoulé*. Le Fleuve Sénégal ainsi formé par la jonction entre le Bafing et le Bakoye, reçoit la Kolimbiné puis le Karokoro sur la droite et la *Falémé* sur la gauche, à 50 km en amont de Bakel. La Falémé prend sa source dans la partie Nord du Fouta-Djallon en Guinée, à 800 m d'altitude. A Bakel, le volume annuel moyen des écoulements du fleuve Sénégal est de 20 à 22 milliards m<sup>3</sup> pour la période de référence 1903-2015 (source : Base de données hydrologiques de l'OMVS).

Les apports en aval de Bakel sont relativement réduits. Parmi les affluents notables en aval de Bakel, on peut citer l'Oued Ghorfa, le Niorde et le Gorgol (partie mauritanienne de la rive droite). Ces cours d'eau jouent en fait un rôle d'affluents (avec des apports relativement réduits) pendant la saison des pluies et un rôle de défluent sur la majeure partie de l'année (saison sèche).

Le bassin du fleuve Sénégal est généralement découpé en trois entités (voir Fig. 2):

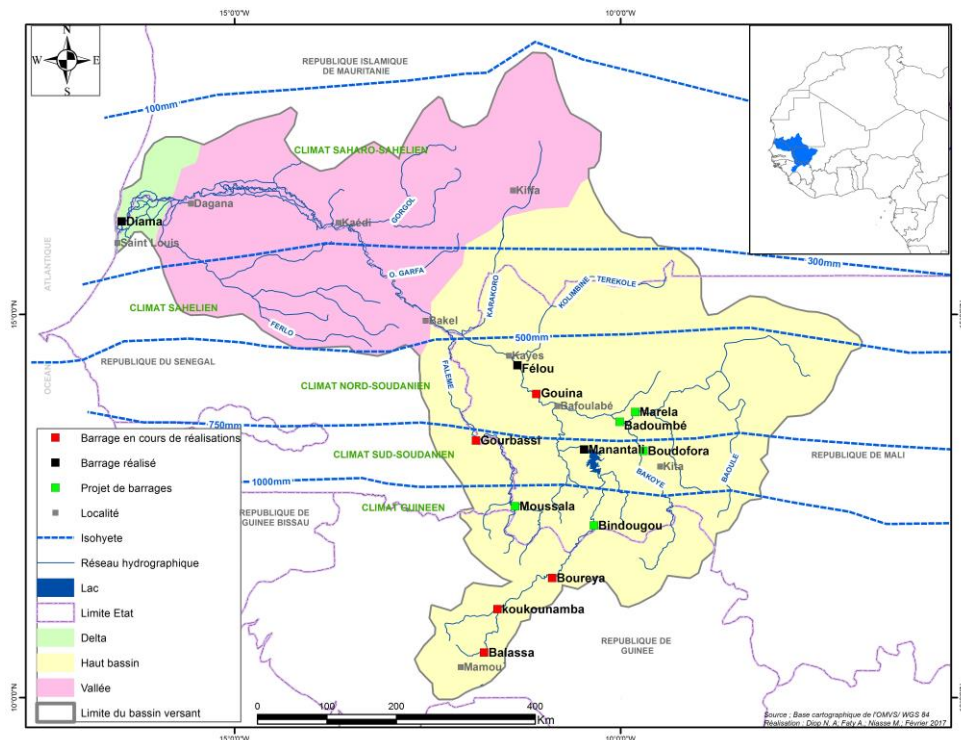
- Le Haut Bassin, des sources du fleuve (le FoutaDjallon) à la confluence entre le fleuve Sénégal et la Falémé (en aval de Kayes et en amont de Bakel). Il est en gros constitué des parties guinéenne et malienne du Bassin du fleuve. Cette région couvre les 2/3 du bassin.
- La vallée, de la confluence du Fleuve Sénégal et de la Falémé à la limite traditionnelle de la remontée de la langue salée (Rosso Mauritanie). La vallée elle-même est parfois divisée en trois parties : la haute vallée (entre la confluence Sénégal-Falémé et la confluence Sénégal-Oued Gharfa, à la hauteur de Maghama en Mauritanie), la moyenne vallée (de la confluence Sénégal-Oued Gharfa à la limite ouest de l'Ile à Morphil (Podor) et la basse vallée (de Podor à Rosso Mauritanie).
- Le delta, de Rosso-Mauritanie à l'embouchure du fleuve.

Le Haut-Bassin comprend deux ensembles hydro-climatiques. Le premier correspondant en général à la partie du bassin couverte par le massif du Fouta Djallon, formé d'un ensemble de hauts plateaux dont l'altitude est comprise entre 500 et 1500 m. D'une superficie estimée à environ 60.000 km<sup>2</sup>, la région du Massif du Fouta Djallon a un climat de type guinéen. C'est partie la plus arrosée du bassin. La pluviométrie moyenne annuelle y dépasse 1000 mm/an, y atteignant 1700 mm/an à la station de Mamou (référence station de Mamou pour la période 1991-2010). La région abrite les têtes de sources de plusieurs cours d'eau nationaux et transfrontaliers, y compris les principaux affluents du fleuve Sénégal : Bafing, Bakoye et Falémé. Le deuxième sous-ensemble du sous-bassin, entre et Kayes a un climat soudanien, avec une pluviométrie variant en 1000 et 500 mm/an.

Dans la vallée, le fleuve forme, à la faveur de sa faible pente, une vaste plaine alluviale. Les nombreuses cuvettes de cette plaine alluviale sont inondées lorsque la crue du fleuve déborde du lit mineur, entre août et octobre. Au cours des années de bonne hydraulicité avant la construction des grands barrages, les superficies inondées pouvaient atteindre 500.000 ha. Par contre dans les années de déficits hydriques prononcées, les superficies inondées sont négligeables voire nulles. Les marigots situés dans les parties basses des cuvettes abritent souvent des forêts plus ou moins denses de gonakié (*Acacia nilotica*).

Le Delta est une zone très plate, généralement au-dessous du niveau de la mer (Rosso et Saint-Louis sont respectivement à -0,23 et -0,53 mètres IGN). Pour cette raison, avant la construction du barrage de Diama, la zone du Delta subissait la remontée des eaux marines en saison sèche. La « langue salée » pouvait atteindre Podor, à près de 150 km en amont de Rosso. Lors de la montée de la crue, les eaux estuariennes sont refoulées dans les marigots de vidanges et stagnent dans les parties basses des cuvettes.





**Fig. 2.** Carte des sous-ensembles du bassin du fleuve Sénégal

### *1.1.2. Le climat, son évolution récente et son impact sur l'hydraulique du fleuve*

La pluviométrie du bassin varie fortement des sources du fleuve à l'embouchure. Sur l'ensemble du bassin, la pluviométrie moyenne annuelle se situe autour 550 mm. Elle se situe à un peu moins de 1500 mm dans la partie guinéenne du bassin et autour de 850 mm dans la partie malienne du bassin. A Bakel, limite septentrionale du Haut Bassin, la pluviométrie moyenne annuelle n'est plus que 500-600 mm/an avant de baisser encore entre 400-450 mm/an à Matam et à 200-300 mm/an dans la basse vallée et le delta.

A côté du contraste climatique entre haut bassin et basse vallée, une autre caractéristique de la pluviométrie est sa forte variabilité saisonnière et interannuelle. Durant les quarante dernières années, on a noté une très forte baisse de la pluviométrie qui a installé les pays de la région dans une succession chronique d'années déficitaires. Durant la fin des années 1990 et surtout le début des années 2000, on observe cependant une amélioration, bien qu'assez timide, de la pluviométrie moyenne annuelle.

Toutefois, rien n'indique que la sécheresse soit terminée. Comme on le verra dans la section sur le changement climatique, la plupart des scénarios prédisent des baisses plus ou moins importantes de la pluviométrie dans le bassin pour le reste du siècle.

Le Tableau 2 (ci-dessous) compare les moyennes pluviométriques des cinq dernières décennies dans des stations météorologiques caractéristiques des principales sous-régions éco-

géographique du bassin : le haut-bassin (Mamou et Labé), la haute et la moyenne vallée (Bakel, Sélibaby, Matam, Boghé) et le delta (Rosso et Saint-Louis). On y fait les constats suivants :

- Entre les années 1960 et les années 2010, les baisses de pluviométrie ont été très importantes : -10-15% dans le haut-bassin et entre -26 et -35% dans la vallée et le delta.
- Les baisses de pluviométrie sont moins marquées dans le haut-bassin que dans la moyenne vallée et le delta. Dans ces dernières régions, la pluviométrie a par endroits tellement baissé que les cultures pluviales ne sont plus une option de sécurité alimentaire pour les populations qui, de ce fait, dépendent plus que jamais des apports d'eau douce du fleuve.
- Le niveau de variation des précipitations moyennes au cours de ces deux dernières décennies (années 1990-2000 et 2000-2010) est plus faible qu'entre les décennies précédentes. Pour la plupart des stations les variations se situent entre -6% et -5%. Il est à se demander si cela annonce une longue période plus ou moins stable de la pluviométrie dans le bassin.

	Mamou	Labé	Bakel	Sélibaby	Matam	Boghé	Rosso	Saint-Louis
Moyenne 61-70 (mm)	1985	1706	554	625	515	330	268	364
Moyenne 71-80 (mm)	1743	1481	465	440	327	227	205	243
Taux de variation entre 61-70 et 71-80	-12%	-13%	-16%	-30%	-37%	-31%	-23%	-33%
Moyenne 81-90 (mm)	1657	1420	451	408	370	163	194	244
Taux de variation entre 71-80 et 81-90	-5%	-4%	-3%	-7%	+13%	-28%	-5%	0%
Moyenne 91-00 (mm)	1805	1543	520	530	381	232	205	279
Taux de variation entre 81-90 et 91-00	+9%	+9%	+15%	+30%	+3%	+42%	+6%	+15%
Moyenne 00-10 (mm)	1690	1535	497	557	361	235	196	235
Taux de variation entre 91-00 et 00-10	-6%	-1%	-4%	+5%	-5%	+1%	-4%	-15%

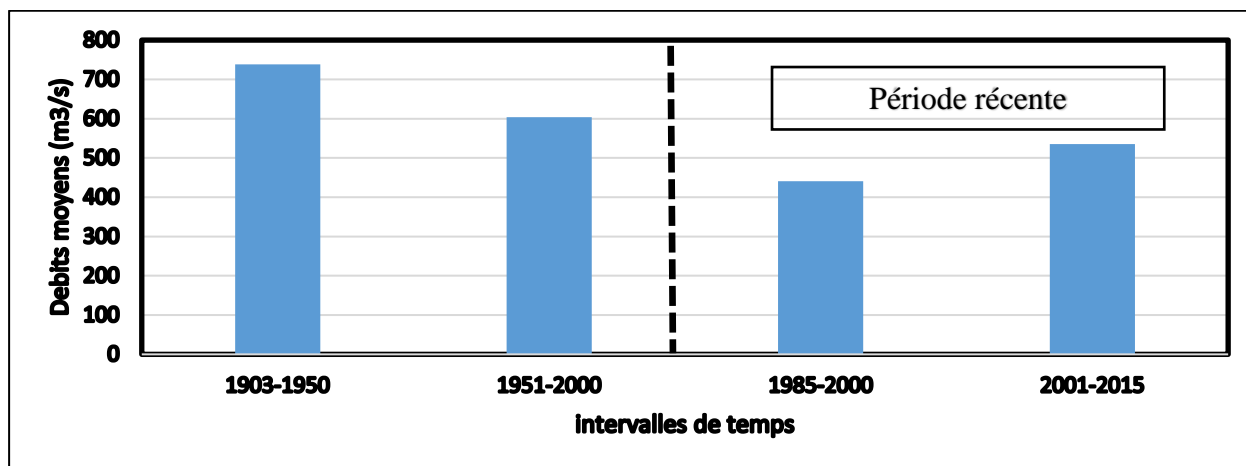
**Tableau 2** : Evolution des moyennes pluviométriques décennales (en mm) à l'échelle de différents biefs du BFS

Sources : OMVS, AFD & OMM. 2012 et données additionnelles OMM pour la période 2000-2010

La baisse de la pluviométrie dans le bassin est accompagnée d'une baisse comparable de l'hydraulicité du fleuve. Le débit moyen annuel du fleuve s'inscrit dans un cycle continu de baisse depuis le début du siècle dernier (**voir Fig. 3 et 4**). Le débit moyen annuel à Bakel est passé d'un peu plus de 700 m<sup>3</sup>/s dans la période 1903-1950 à près de 600 m<sup>3</sup>/s dans la période 1951-2000, et de 440 m<sup>3</sup>/s entre 1985 et 2000 (**Fig. 3**).

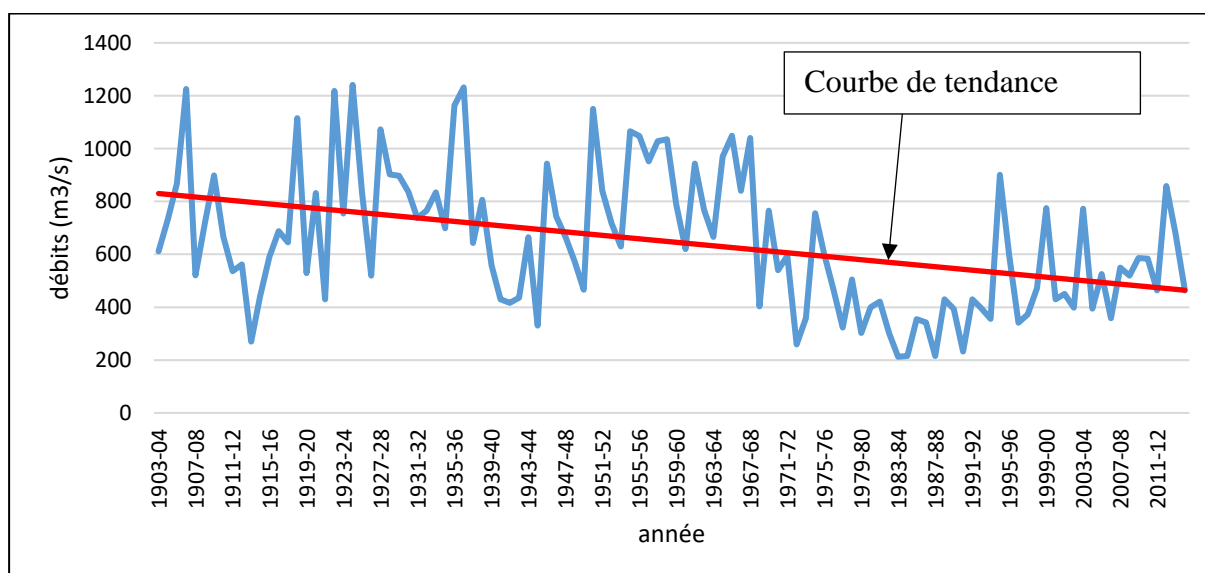
Tout comme pour la pluviométrie, les débits moyens se sont améliorés depuis le début des années 2000, se situant à 535 m<sup>3</sup>/s entre 2000 et 2015, soit une augmentation de 20% par rapport

aux 15 années précédentes (période 1985-2000) (voir **fig 3 ci-après**). Comme pour la pluviométrie, on ne sait si on est durablement entré dans un nouveau cycle humide, de forte hydraullicité (voir section sur le changement climatique).



**Fig. 3.** Evolution des débits moyens à Bakel (m<sup>3</sup>/s).  
Source : base de données OMVS pour station de Bakel 2003-2015

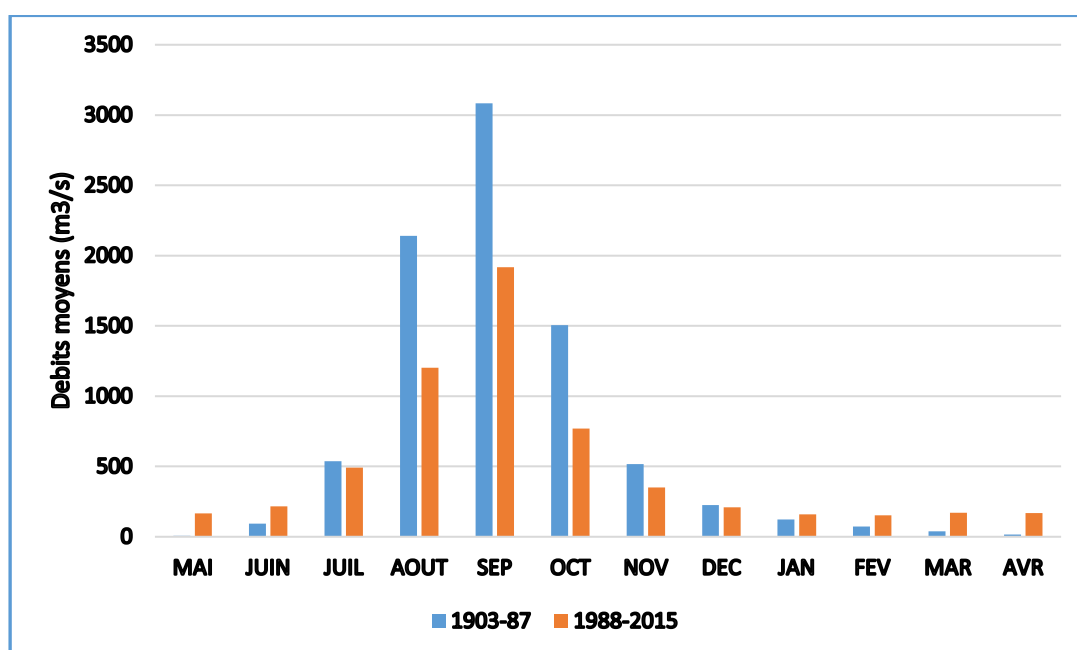
Outre la tendance à la baisse des débits sur la longue durée, le régime hydraulique du fleuve se caractérise par sa forte variabilité interannuelle (d'une année à l'autre) et annuelle (d'un mois à l'autre au cours de la même année). L'évolution en dents de scie des débits moyens annuels rappelle celle de la pluviométrie (voir ci-dessous). Que l'on soit dans une séquence sèche ou humide, une année de forte hydraullicité peut être suivie d'une année de déficits sévères. On est dans le domaine de l'imprévisibilité.



**Fig. 4.** Evolution des débits moyens à Bakel de 1903-2015(Sources : Données Unité Hydrologie, OMVS)

En ce qui concerne la variabilité saisonnière, on note qu’au cours de l’année, l’essentiel des écoulements sont enregistrés pendant la période de la saison des pluies. Comme le montre la **figure 5**, avant la mise en service du barrage de Manantali, 80% du volume total d’eau transitant par Bakel est enregistré entre aout et octobre<sup>2</sup>, alors que le fleuve est quasiment à sec entre avril et mai.

Avec le barrage de Manantali (donc depuis 1988), on constate sur le graphe ci-après que les débits d’été se sont beaucoup améliorés mais on observe aussi que les mois d’aout à octobre enregistrent toujours environ 65% du volume des écoulements annuels. Cette situation s’explique par le fait que Manantali ne contrôle pas les écoulements du Bakoye-Baoulé et de la Falémé, affluents comptant pour environ la moitié des écoulements à Bakel.



**Fig. 5.** Variation des débits moyens mensuels avant et après la mise en service de Manantali (Source : Données Unité Hydrologie, OMVS)

### 1.1.3. Impacts des barrages sur le régime du fleuve et les activités

Comme on l’a noté ci-dessus à propos de l’effet de Manantali sur l’hydrogramme annuel, depuis leur mise en service, les grands barrages (Diama et Manantali<sup>3</sup>) ont fortement modifié le régime du fleuve. Le barrage de Manantali (1988) est construit sur la Bafing en amont de Bafoulabé. Avec une hauteur d’environ 70 m à la fondation et un réservoir de 11 milliards de m<sup>3</sup>, le barrage de Manantali contrôle 40 à 50% du débit du fleuve Sénégal à Bakel. Le barrage de Diama est

<sup>2</sup> Source : base de données hydrologiques de l’OMVS pour la station de Bakel de 1903 à 2015

<sup>3</sup> Félou (mis en service en 2013) est un barrage au fil de l’eau, donc sans réservoir propre. Il returbine l’eau provenant de la retenue du barrage de Manantali et déjà entièrement ou partiellement turbinée par la centrale de ce barrage,

haut de 17 m. Sa retenue encadrée par les digues rive gauche et rive droite a une longueur d'une centaine de kilomètre, pour un volume d'eau de 250 millions de m<sup>3</sup>. Ces barrages ont été construits pour atténuer les effets de la variabilité climatique. En régularisant le débit du fleuve, ces barrages permettent la mise en valeur de 375.000 ha de terres irriguées sur les deux rives du fleuve, la production de 800 GWh /an d'électricité et la navigabilité entre Kayes au Mali et Saint-Louis à l'embouchure.

Le barrage de Manantali a donc eu pour conséquence l'écêtement des crues et le maintien d'un débit d'étiage relativement élevé du fait de la production d'électricité et du soutien aux cultures irriguées. En conséquence lors des années de bonne hydraulité on assiste à une baisse des superficies cultivées en décrue dans les cuvettes et sur les berges du fleuve, par rapport au contexte d'avant-barrage. Lors des années de très moyenne hydraulité, les lâchers artificiels du barrage peuvent permettre de soutenir la crue. L'écêtement des fortes crues et l'élévation du niveau des débits d'étiage ajoutés à la fragmentation des écoulements par les barrages ont des impacts significatifs sur l'ichtyologie – même si l'ampleur réelle et les formes de ces impacts sont encore mal cernées.

Le Barrage de Diama bloque la remontée de la langue salée en saison sèche et empêche qu'une bonne partie de l'eau douce s'écoule vers l'embouchure en période de crue. Alors qu'auparavant le plan d'eau descendait au-dessous du niveau de la mer en période de faible hydraulité dans la basse vallée, la mise en eau du barrage de Diama a conduit à son relèvement permanent à une cote oscillant entre 2.0 et 2.20 m. (Kane, 1997, SOE, 2003). L'influence de ce barrage sur la ligne d'eau amont est sensible jusqu'à Boghé (plus de 200 km de l'embouchure). Les basses eaux et la décrue sont les périodes où l'impact hydraulique du barrage se fait le plus ressentir. Le barrage de Diama a aussi fortement contribué à la modification de la qualité de l'eau du fleuve avec une baisse sensible de la salinité. Ainsi le système écologique de la basse vallée et du delta du bassin du fleuve Sénégal est passé d'un environnement aquatique salé et saumâtre avec des changements saisonniers marqués à une écologie d'eau douce à flux modéré continu (UNESCO, 2003).

Les endiguements (sur une centaine de kilomètres de part et d'autre du fleuve en amont du barrage de Diama) ont eu pour conséquences : (a) la disponibilité de l'eau douce en abondance toute l'année, ce qui a permis l'expansion des superficies cultivées en contre-saison dans la basse vallée et le delta du fleuve ; (b) l'infiltration et la recharge des nappes profondes ; (c) l'élimination de certains marigots adducteurs de zones humides comme ce fut le cas pour la plaine d'inondation du Diawling avant sa ré-inondation.

A la faveur des barrages, l'irrigation s'est fortement développée au cours des dernières années. On est ainsi passé d'environ 26.000 ha aménagés en irrigué en 1984 à près de 140.000 ha aujourd'hui

En modifiant la qualité des eaux et en altérant le régime hydrologie, les interventions de maîtrise de l'eau (barrages et expansion des terres irriguées) ont entraîné la prolifération des végétaux aquatiques envahissants tels que Typha, Salvinia, etc. Le Typha, par son fort développement

entraîne l'obstruction de canaux et contribue ainsi à l'envasement des cours d'eau ; présentant donc le risque de réduire le potentiel irrigable. En plus d'avoir un impact négatif sur l'activité de pêche, Typha offre les gîtes favorables au développement de l'anophèle responsable du paludisme et aussi du mollusque hôte intermédiaire du parasite responsable de la bilharziose qui est apparue dans la zone suite à la mise en service des barrages.

Le déboisement a aussi été très intense dans les pays riverains du fleuve et en particulier dans le bassin lui-même. Le taux moyen de déboisement dans les pays riverains a été de 220.000 ha par an depuis le début des années 1990. A cela s'ajoute l'important déboisement ayant accompagné la réalisation des ouvrages hydrauliques et hydro-agricoles. Avant la mise en eau de la retenue de Manantali, plus de 12000 ha de forêts ont ainsi déboisés, soit 1/3 de la retenue. Le reste a été enseveli sous l'eau et s'est « momifié ». Plus tard, à la fin des années 1990 et au début des années 2000 avec la réalisation du volet énergie du projet de Manantali, 375,000 ha de terres plus ou moins boisées vont être nettoyées le long des 1300 km de lignes de haute tension.

Il convient cependant de nuancer les impacts liés directement à l'action humaine et tenant en compte le fait que la variabilité climatique avait entraîné depuis le début des années 1970, donc avant la construction des barrages, la réduction très marquée de la pluviométrie et des débits moyens du fleuve. Pour la période 1904-1984 (avant les barrages), on note que 8 sur les 10 années ayant enregistré la plus faible hydraulité se concentrent dans les années 1970 et 1980. Le régime du fleuve était donc en phase de subir de profondes modifications. De même, le milieu physique subissait une rapide progression de la désertification. C'est justement en réponse à cette sécheresse et ses implications qu'a été conçu le programme majeur d'aménagement du bassin du fleuve Sénégal.

## **1.2. Flore et faune du bassin du fleuve Sénégal**

Les paysages du bassin du fleuve Sénégal sont très contrastés, ce qui est le reflet des contrastes climatiques du bassin. C'est ainsi qu'il existe des différences importantes dans l'état de la faune et de la flore entre les hautes terres en amont de Bakel et la vallée du fleuve en aval.

### ***1.2.1. Flore***

#### **Bassin supérieur**

Le bassin supérieur, qui correspond aux hautes terres du Fouta-Djalon, se caractérise par différents paysages allant d'écosystèmes montagneux à une végétation de savane et de steppes, dont l'altitude varie de 500 à 1 350 m -- 1 320 m au Mont Tinka à Dalaba et 1 538 m au Mont Loura au Mali (AET, 2004). De façon générale, le type de végétation qui y est rencontré est fonction du type d'écosystème en place. Ainsi, les écosystèmes de forêts sèches sont marqués au niveau des forêts galeries par des espèces caduques et persistantes telles que *Mitragyna stipulosa*, *Alchornea cordifolia*, *Raphia gracilis*, *Uapaca somon*, *Cola cordifolia*. Au niveau des îlots forestiers, les

espèces ligneuses les plus fréquentes sont : *Ceiba pentandra*, *Adansonia digitata*, *Cassia sieberiana*, *Cola cordifolia*, *Parkia biglobosa* et *Vitellaria paradoxa*; Aujourd'hui, le manteau forestier du massif du Fouta Djallon couvre 13% de la région, soit 800 000 ha de forêt dense sèche et 50 000 ha de lambeaux de forêts, reliques de l'ancienne forêt dense d'altitude (RG, 2014).

Les écosystèmes de savanes soudano guinéennes sont marqués, au niveau de la savane herbeuse par les espèces telles que *Andropogon ascinodi*, *Sorghastrum bibennatum*. Au niveau de la savane arbustive on remarque la présence de : *Hymenocardia acida*, *Andropogon gayanus*. Et au niveau de la savane arborée, les espèces ligneuses les plus fréquentes sont : *Parinari excelsa*, *Erythrophleum guineense*, *Parkia biglobosa*, *Isobertinia doka* et *Daniellia oliveri*.

Les écosystèmes de montagne, spécifiques aux zones d'altitude, se rencontrent dans le plateau central du Fouta Djallon. Ils abritent de nombreuses têtes de source. La composition floristique des ces écosystèmes est la suivante : *Azalia africana*, *Trema guineensis*, *Parinari sp*, *Fagara macrophylla*, *Erythrophleum suaveolens guineense*.

En plus de la flore de ces écosystèmes, il faut ajouter les plantations forestières généralement réalisées avec des espèces exotiques, notamment : le pin, le teck, le Gmelina, les acacias et l'eucalyptus.

Les écosystèmes d'eau douce, comprenant les écosystèmes lenticules et les écosystèmes lotiques, renferment aussi une importante diversité floristique avec des plantes inférieures ou thallophytes (bactéries, champignons, algues et lichens) et des plantes supérieures ou cormophytes (Bryophytes, Ptéridophytes, Angiospermes et Gymnospermes).

Ce potentiel floristique est en nette régression suite à l'augmentation de la population et du cheptel, qui entraîne la surexploitation et le recours à des pratiques pastorales et cynégétiques inappropriées. (ADT Guinée).

Près de 140 000ha de forêts sont détruites annuellement à des fins agricoles. Sur les 88 espèces végétales considérées comme endémiques, 36 sont considérées comme menacées de disparition. (ADT-MFD, 2004)

### Bassin inférieur

Le bassin inférieur, en aval de Bakel, est situé dans la zone soudano-sahélienne. Il dispose d'un couvert végétal qui est fonction du type de sol, de l'eau disponible et du relief. Les formations sahélo soudaniennes sont constituées par les arbres tels *Sterculia setigera*, *Combretum glutinosum*, *Sclerocarya birrea*, *Acacia seyal* (sur sols plus argileux) et *Adansonia digitata* (sols assez riches). Les formations sahéliennes sont en général un paysage ouvert dominé par *Balanites aegyptiaca*, *Boscia senegalensis* et *Acacia senegal* ; les herbacées sont représentées par *Cenchrus biflorus*, *Schoenefeldia gracilis* et *Indigofera senegalensis*. Les formations alluviales localisées sur les berges du fleuve et sur les plaines alluviales d'inondation

comprennent des forêts inondables de Gonakié (*Acacia nilotica*). Les sols salés du Delta et de la Basse vallée sont le domaine de prédilection de *Tamarix senegalensis*. Mais des formations de mangroves y représentent quelques hectares de peuplements de palétuviers au niveau du Delta (aux environs de Dakar-Bango près de Saint-Louis, delta mauritanien, embouchure de Tiallakt, au confluent du Bell et du Ndioul). Elles sont représentées par *Avicennia nitida*, *Rhizophora racemosa* (Source : Projet Biodiversité Sénégal-Mauritanie)

Dans tout le bassin inférieur, la savane arbustive et les steppes occupées des peuplements arborés sont devenues plus clairsemées. Les forêts galerie de gonakiés des abords immédiats du fleuve ont été fortement dégradées depuis le début des années 1970, avec les déficits hydriques chroniques.

Le tableau 3 (ci-après) récapitule succinctement les principales espèces végétales caractéristiques des différentes régions naturelles du bassin du fleuve Sénégal

**Tableau 3** : Couvert végétal du bassin du fleuve Sénégal suivant les zones éco-climatiques (SOE, 2003 ; ADT-Guinée, 2005)

Localisation		Composition du couvert végétal
Haut bassin et haute vallée	Partie guinéenne (ADT-Guinée)	Forêts galeries avec peuplements dominés par <i>Mitragyna stipulosa</i> , <i>Alchornea cordifolia</i> , <i>Raphia gracilis</i> , <i>Uapaca somon</i> , <i>Cola cordifolia</i> Ilots forestiers autour des villages avec des espèces ligneuses comme : <i>Ceiba pentandra</i> , <i>Adansonia digitata</i> , <i>Cassia sieberiana</i> , <i>Cola cordifolia</i> , <i>Parkia biglobosa</i> . Ecosystèmes de savane (la plus grande partie du bassin) avec présence d'un tapis herbacé (avec <i>Poaceae pennisetum</i> , <i>Andropogon sp.</i> , <i>Sorghastrum bibennatum</i> ) et d'espèces ligneuses comme : <i>Combretum michrantom</i> , <i>Hymenocardia acida</i> , <i>Vitex doniana</i> , <i>Landolphia heudelotii</i> , Ecosystèmes de montage (plateau central du Fouta Djallon) caractérisés par présence de nombreuses têtes de source exposées à une dégradation avancée avec comme espèces végétales dominantes : <i>Afzelia africana</i> , <i>Trema guineensis</i> , <i>Parinari spp.</i> , <i>Fagara macrophylla</i> , <i>Erythrophleum guineense</i> . Ecosystèmes d'eau douce avec des espèces lotiques (courant fort) dans le Bafing et lentiques (courant faible ou nul) dans les mares et étangs pérennes.
	Partie malienne	Forêts ripicoles étroites de composition floristique très variée : <i>Elaeis guineensis</i> , <i>Borassus flabellifer</i> , Savanes herbeuse, arbustive et arborée ; Savane boisée ; Forêt claire ; forêt-galerie ; Rôneraies ; Raphiales ; Prairies marécageuses.
Moyenne et basse vallée	Plaines alluviales	Gonakeraies : peuplements à base d' <i>Acacia nilotica ssp tomentosa</i> . Ces formations atteignent 20m de hauteur, nécessitant une inondation supérieure à 15 jours mais inférieure à 2 mois. Les gonakeraies se situent sur les rives (forêts galeries) ou autour des cuvettes et dépressions. Steppes et savanes arbustives
	Lac R'kiz	Végétation ligneuse : <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Leptadenia pyrotechnica</i> , <i>Capparis decidua</i> , <i>Acacia nilotica</i> , <i>Acacia raddiana</i> , <i>Acacia senegal</i> , <i>Ziziphus mauritiana</i> , <i>Indigofera oblongifolia</i> et surtout <i>Calotropis procera</i> Formations herbacées : <i>Digitaria sp.</i> , <i>Pennisetum sp.</i> , <i>Panicum turgidum</i>
	Foum Gleïta	Végétation aquatique rare, représentée par <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Ipomea aquatica</i> , <i>Nymphaea lotus</i> , <i>Phragmites vulgaris</i> et sur ses berges on trouve des cypéracées et beaucoup d'espèces de graminées.
	Mare de Goraye	Végétation dominée par diverses espèces d' <i>Acacia</i> accompagnées de nombreuses Combretacées et par 4 espèces de <i>Ziziphus</i> , de <i>Mitragyna inermis</i> , <i>Piliostigma reticulata</i> , <i>Piliostigma rufescens</i> , <i>Ceiba pentandra</i> , et



Localisation		Composition du couvert végétal
		d'autres espèces cosmopolites telles <i>Balanites aegyptiaca</i> , <i>Calotropis procera</i> . Végétation herbacée dominée par <i>Echinochloa colona</i> , <i>Oryza barthii</i> , <i>Phragmites sp.</i> , <i>Cyperus rotundus</i> , <i>Nymphaea lotus</i> , <i>Ipomea aquatica</i>
Basse vallée et Delta (en amont de Diama)	Relief peu accentué	Hydrosères naturelles : série d'écosystèmes liés à l'eau, se succédant selon un gradient de hauteur d'eau, allant des prairies flottantes avec hydrophytes libre jusqu'au forêts humides à végétation ligneuse. <i>Tamarix senegalensis</i> et <i>Crateva cretica</i> dans les zones inondées en permanence. Colonisation par végétaux envahissants <i>Typha australis</i> , <i>Phragmites australis</i> et <i>Pistia stratiotes</i> au détriment d'espèces telles que <i>Nymphaea lotus</i> , <i>Echinochloa colona</i> , <i>Vossia cuspidata</i> , <i>Sporobolus robustus</i> et <i>Scirpus sp.</i>
Basse vallée et Delta (estuaire, en aval de Diama)	Zones soumises aux marées	Zones intertidales : formations de mangrove et de tannes salées à herbacées halophytes ( <i>Arthrocnemum macrostachyum</i> , <i>Suaeda vermiculata</i> , <i>Salsola baryosma</i> )

### 1.2.2. Faune

#### Bassin supérieur

Dans les écosystèmes de savanes, la diversité de la faune est illustrée par la présence de grands ongulés tels l'antilope cheval (*hippotragus equinus*), le cob onctueux (*Kobus defassa*), le buffle de la savane (*Syncerus caffer*), l'éland de Derby (*Taurotragus derbianus*), les rongeurs (lièvre et porcs-épics), les primates (*Pan troglodytes verus*, *Erythrocebus patas*, *papio anubis*). On y trouve aussi les petites antilopes telles l'ourébi (*ourebia ourebi*), le guib harnaché (*tragelaphus scriptus*), le céphalophe de Grimm (*sylvicapra grimmia*).

Les écosystèmes de forêts abritent des espèces telles que le babouin de Guinée (*Papio papio*) et divers colobes (*Colobus sp.*) et le lion (*Panthera leo*), devenu cependant très rare. Dans les forêts galeries, les oiseaux et les reptiles constituent l'essentiel des animaux vertébrés : on y rencontre entre autres le varan du Nil (*Varanus niloticus*), le varan de savane (*Varanus exanthematicus*), le python royal (*Python sebae*), des gallinacées et anatidés diverses, de nombreux passereaux dont le tisserin gendarme, etc. Au niveau des invertébrés, cet écosystème est également riche en insectes frondicoles et xylophages.

Les écosystèmes de montagne sont caractérisés par une faune particulière et variée ; les vertébrés y sont représentés par des mammifères (Chimpanzé, Colobe rouge, Bongo), des oiseaux (comme les francolins à cou blanc), des reptiles (mamba vert, *Dendroaspis*). Il faut également noter l'existence d'invertébrés, parmi lesquels un foisonnement d'insectes.

En ce qui concerne l'ichtyofaune, on dénombre dans la partie guinéenne du haut bassin, près de 30 espèces de poissons réparties entre 15 familles

Un nombre important d'oiseaux vivent et exploitent le tapis guinéen et les fruits des ligneux. Les espèces les plus fréquentes sont les pigeons et tourterelles, pigeons verts et perroquets, une sauvagine variée (aigrette, hérons, canards, poules d'eau) et des oiseaux de terre ferme (poules de rochers, les francolins, pintades et gangas, les tisserins, les charognards, les engoulevents et les corbeaux. Parmi les espèces les plus spectaculaires, se retrouvent le grand calao d'Abyssinie et le grand serpentaire. (ADT-MFD, 2004).

L'épaisseur de la terre arable est généralement faible sur le bowal ; ceci limite la pédofaune dans ces milieux. On y retrouve cependant des termites (microtermes). Dans les zones boisées, le sol est assez profond et riche en matière organique ; il constitue un milieu favorable à la vie d'une importante pédofaune constituée de lombrics, des larves d'insectes, des scolopendres, des acadiens et des espèces xylophages notamment des coléoptères. Au niveau des feuillages des plantes (savanes boisées, forêts sèches et galeries) vivent de nombreuses espèces d'insectes (dites frondicoles) appartenant essentiellement aux orthoptères (criquets, sauterelles) et Hyménoptères telles que les abeilles, fourmis et guêpes, des Lépidoptères (notamment les papillons). Les vertébrés aquatiques comprennent les poissons, les grenouilles, les tortues d'eau douce et les hippopotames. Les poissons les plus pêchés sont essentiellement des représentants des genres *Tilapia*, *Sarotherodon*, des silures du genre *Clarias*.

Les invertébrés aquatiques sont représentés par trois catégories à savoir : les crustacés (crabes, crevettes et mollusques) ; les entomocoenoses ou vers aquatiques telles que la sangsue *Hirudo medicinalis* ; et les insectes appartenant aux Diptères, Trichoptères, Ephéméroptères, Plécoptères, Odonates, Coléoptères, Hétéroptères.

Cependant, cette riche diversité faunique est menacée par certaines actions humaines qui la perturbent ou en réduisant sa qualité (ADT-MFD, 2004). L'expansion des lieux de peuplement humain, des aires de cultures et des espaces vouées à l'exploitation minière réduisent les habitats de la faune qui subit aussi le braconnage et les feux de brousse.

### Bassin inférieur

Le bassin inférieur du fleuve Sénégal était très peuplé d'une riche diversité animale jusqu'au début du 20<sup>ème</sup> siècle avec des espèces comme : *Redunca redunca*, *Kobus kob*, *Tragelaphus scriptus*, *Hippopotamus amphibius*, *Hippotragus equinus*, *Damaliscus korrigum*, *Giraffa camelopardalis*, *Gazella rufifrons*, *Gazella dama*, *Oryx dammah*, etc. La présence de beaucoup de prédateurs y était aussi signalée : *Panthera leo*, *Acinonyx jubatus*, *Panthera pardus*, *Felis serval*, *Felis caracal*, *Lycaon pictus*, *Crocuta crocuta*, *Canis aureus*. A cela, on peut ajouter le lamantin (*Trichechus senegalensis*) et le crocodile du Nil (*Crocodylus niloticus*), la tortue terrestre (*Geochelone sulcata*) et la tortue marine (*Chelonia mydas* ou tortue verte ; *Caretta caretta* ou tortue caouane...), et le varan du Nil.

Aujourd'hui, l'essentiel de la grande faune a disparu. Les phacochères et des singes qui y sont cependant encore en grand nombre.

Grâce à ses zones humides dont beaucoup sont aujourd'hui protégées, la vallée du fleuve Sénégal mais surtout le delta accueille d'importantes populations d'oiseaux migrateurs. Parmi les espèces de l'avifaune qu'on y rencontre, on peut citer les flamants roses, les pélicans blancs, les grands cormorans, les pluviers et les canards africains, le vanneau armé, le pluvier pâtre, l'oie de Gambie ou canard armé, le canard casqué, le dendrocygne fauve, la grande aigrette, l'aigrette garzette, le héron cendré, le tantale, le cormoran africain, l'anhingas d'Afrique, le héron garde bœuf, le héron crabier, la sarcelle d'été, le pillet, la souchette, le chevalier combattant, la barge à queue noire, le busard, le chevalier sylvain, le chevalier gambette, la guinguette, le héron pourpre, etc.

En ce qui concerne l'ichtyofaune, Roche International (2000) a inventorié 63 espèces appartenant à 18 familles.

En somme, malgré la dégradation du milieu naturel et donc des habitats, le bassin du fleuve se caractérise par une grande richesse de sa faune. Dans le Haut Bassin, la faune bien qu'encore riche est relativement diversifiée est en nette régression du fait de la pression démographique et des pratiques agricoles, pastorales et cynégétiques qui réduisent l'habitat et les populations de la faune sauvage.

Le delta du fleuve Sénégal est par la richesse de la faune (avienne notamment), l'une des plus importantes zones humides en bordure immédiate du désert du Sahara. On y rencontre un grand nombre d'espèces d'oiseaux migrateurs paléarctiques et afro-tropicaux. Tout le long du fleuve, la faune ichtyologique reste très diversifiée malgré la modification profonde du régime du fleuve par les barrages. En ce qui concerne la faune terrestre, le haut bassin abrite d'importantes populations de grands mammifères, malgré la destruction du milieu naturel et le braconnage (le tableau 4 (ci-après) résume la distribution des espèces de l'avifaune et de la faune terrestre et aquatique suivant les différents biefs du fleuve).

**Tableau 4.** Faune du bassin du Fleuve suivant les zones éco-climatiques (SOE, 2003)

Localisation		Avifaune	Faune terrestre et aquatique
Delta	Ensemble Delta		Hippopotame (rare), Phacochère (commun), Chacal (commun)
	Parc National des Oiseaux du Djoudj	Selon les années, le PNOD abrite jusqu'à près de 330 espèces d'oiseaux dont 15-20 d'importance internationale. Au cours des dernières années on a assisté à l'effondrement des effectifs d'espèces telles que les dendrocygnes dont les effectifs sont passés de près 2500-3000 dans les années 1990 et début des années 2000 à quelques unités en 2013. Les effectifs de Flamants rose et flamants nains sont variables d'une année à l'autre et se situaient autour de 15.000 -20.000 chaque en 2013. Le PNOD abrite des espèces menacées dont le pélican blanc (10.000-15.000 espèces/an ces dernières années), la cigogne, les oies et les	Mammifères : genettes, Civettes, Caracals, Chats de Libye, Gazelles (Gazelle à front roux, Gazelle dorcas), Patas, Lamantin. Reptiles : Pythons, Crocodile du Nil, varans, Vipères heurtantes, Couleuvres sifflantes

		outardes (Direction des Parcs Nationaux, 2014 <sup>4</sup> ).	
Delta	Réserve de faune de Guembeul	124 espèces d'oiseaux protégés dont 69 espèces d'oiseaux d'eau parmi lesquels : Flamant rose, Avocette, Barge à queue noire, Spatule d'Europe, Goéland railleur, Bécasseau minute, Pluvier argenté. Dominance des Dendrocygnes veufs : 21%	Mammifères : Singe vert, Patas Elevage d'un groupe de gazelles dama pour réintroduction en zone Sahélienne.
	Réserve faune de Ndiaël	Dominance des Spatules blanches ( <i>Platalea leucocordia</i> ) : 13%	
	Parc National de la Langue de Barbarie	Pélicans gris et blanc, mouette à tête grise, goéland railleur et autres Laridae (sternes royale, caspienne, fuligineuse), nombreux échassiers migrants, et tortues marines ( <i>Chelonia mydas</i> , <i>Caretta caretta</i> , <i>Dermodochelys coriacea</i> , etc.)	Tortues marines
	Parc National du Diawling	D'après des données récentes du PND (2016) <sup>5</sup> , les effectifs d'oiseaux dénombrés en 2015 sont de : 186.426 unités. Pour 2003 (année où la répartition par espèces est disponible, les 50.323 oiseaux recensés sont ainsi répartis : 37 983 oiseaux d'eau ; 6 728 oiseaux marins (goéland, sternes, mouettes Guifettes) ; 5 430 Limicoles/râles (grues incluses) ; 184 Rapaces Espèces dominantes : sarcelles Effectifs de flamants : 8 278 individus dont 1 762 flamants nains	
	Chat Tboul	Reproduction des flamants nains en 2001 (exception pour l'Afrique de l'ouest)	
Moyenne vallée	Ensemble moyenne vallée		Chacal (commun), Phacochère (commun), Hippopotame (peu commun) ; Crocodile du Nil (rare)
	Réserve de faune du Ferlo Nord	180 espèces d'oiseaux (dont autruche, calao terrestre, outarde arabe, Courvitte Isabelle), 40 espèces de migrants paléarctiques)	Population résiduelle de Gazelle à front roux et Gazelle dorcas, tortue terrestre ( <i>Sulcata geocheilone</i> ), patas.
Haute vallée / Haut bassin	Ensemble Haute Vallée	518 espèces d'oiseaux pour l'ensemble de la Guinée dont un nombre indéterminé pour la partie guinéenne du bassin du fleuve Sénégal (FAO, 2004) ; Parmi espèces : <i>Lamprotornis sp.</i> , <i>Crinifer piscator</i> , <i>Turtur sp.</i> , <i>Pycnonotus barbatus</i> , <i>Muscicapa sp.</i>	Cobe de buffon (très rare), Guib harnaché (très rare), Oryctérope (rare), Phacochère (commun), Chacal (commun), Crocodile du Nil (rare)
	Réserve de Faune du Bafing (Mali)	70 espèces appartenant à 40 familles dans la Réserve de Biosphère du Bafing	

<sup>4</sup> Direction des Parcs Nationaux (Sénégal). 2014. Plan de Gestion du Parc National des Oiseaux du Djoudj 2014-2018. Ministères de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)/Direction des Parcs Nationaux. Dakar (Sénégal)

<sup>5</sup> Communication personnelle de la Direction du Parc National de Diawling, 26 mai 2016

## 1.3. Les écosystèmes particuliers du Bassin du fleuve Sénégal

### 1.3.1. *Ecosystèmes particuliers du Haut Bassin*

#### Le Massif du Fouta Djallon (Guinée)

Le Massif du Fouta-Djallon abrite plus de 8.000 têtes de sources qui alimentent un réseau de 15 fleuves et rivières dont les fleuves Niger, Gambie et Sénégal. Le massif du Fouta-Djallon est caractérisé par sa riche biodiversité animale et végétale dont de nombreuses espèces endémiques.

Sur la base d'un inventaire en 2013-2014, la Wild Chimpanze Foundation (WCF) a localisé une population de 5542 chimpanzés dans une zone de 8000 km<sup>2</sup> à cheval entre les Préfectures de Tougué et Dinguiraye, sur les 2 rives du Bafing. C'est la plus importante zone de concentration de chimpanzés en Afrique de l'Ouest (WCF, 2015). Les populations de chimpanzés sont en train d'être décimées en Afrique de l'Ouest –avec la disparition de 75% des chimpanzés au cours de ces 30 dernières années en Afrique de l'Ouest (Kormos & Boesch, sd). Le Massif du Fouta-Djallon abrite trois des cinq zones de protection prioritaire des poissons et des oiseaux sélectionnées en Afrique de l'Ouest. Il s'agit des forêts classées de Dokoro, de Bani et de Kankum (PNUE-FEM, 2005 : 2). Il existe une multitude de zones humides de grande valeur dans la partie guinéenne du haut bassin du fleuve Sénégal. Deux de ces zones humides –dans la partie guinéenne du Bafing-- ont été classés sites Ramsar en 2007 : la zone humide de Bafing source et de Bafing-Falémé, couvrant respectivement 317200 ha et 517300 ha.

Les menaces qui pèsent sur le Massif du Fouta-Djallon, et sur la partie guinéenne du bassin sont les feux de brousse, le déboisement et l'érosion, facteurs qui interagissent pour favoriser la dégradation des terres et de l'environnement. Les causes immédiates de cette dégradation ont pour fondement la pression démographique qui, malgré un exode massif, s'accroît. On estime la population de la zone centrale du Fouta-Djallon à trois millions de personnes, et les densités de populations dans le bassin varient entre 40 à 120 habitants au km<sup>2</sup>. Avec l'accroissement de la population les besoins en terres agricoles augmentent, le cheptel s'accroît ainsi que la pression animale.

Etant donné l'importance du Fouta-Djallon (château d'eau de l'Afrique de l'Ouest) et les périls écologiques auxquels cette région était confrontée, un Programme Régional d'Aménagement Intégré du Massif du Fouta Djallon (PRAI/MFD) fut conçu dès le début des années 1960. A la fin des années 1970 et au début des années 1980, l'OUA puis le PNUE inscriront l'aménagement du MFD dans leurs programmes d'actions prioritaires. Pour appuyer la mise en œuvre du PRAI, la Guinée créera en 1981 le Service de Restauration et d'Aménagement Intégré du MFD qui réalisera les études de base pour l'aménagement des bassins versants et identifia 12 Bassins Représentatifs Pilotes (BRP) dont la plupart firent l'objet de projets d'aménagement.

Le Programme d'Aménagement des Bassins Versants (PRABV) de l'Union Européenne fut exécuté depuis la fin des années 1990 (AGEFORE, 2005). D'autres BRP ont aussi été ciblés avec l'appui financier de divers bailleurs de fonds : USAID dans le cadre du Projet PGERN, la France (Vallée du Bafing en aval de Mamou), etc... Avec l'appui du FEM, la FAO et le PNUD ont initié en 2009 le Projet de Gestion Intégrée des Ressources Naturelles du Massif du Fouta Djallon. Après une première phase (2009-2012), une nouvelle phase couvrant la période 2015-2021 est en cours d'exécution. Un des principaux objectifs du Programme est d'atténuer les impacts négatifs de la dégradation des terres sur l'intégrité du Massif et ses fonctions et services écosystémiques.

### La Réserve de Faune du Bafing (Mali)

La Réserve de Faune du Bafing dans ses limites actuelles —la superficie actuelle de la Réserve est de 160.000 ha— a été créée en compensation à la perte d'habitat pour la faune causée par la construction du Barrage de Manantali (barrage achevé en 1988). La Réserve a été classée en 1990. Elle constitue la dernière savane arborée soudanienne laissée relativement intacte au Mali. Bien que l'éléphant et la girafe y aient disparu, la plupart des grands mammifères de la région y sont présents quoi qu'en petit nombre : lions, léopards, hyènes (Schleicher et al, 2014). La Réserve du Bafing abrite aujourd'hui la faune la plus riche du Mali. L'importance dans la conservation de sa biodiversité se mesure mieux si on sait qu'elle est le point le plus septentrional de distribution des chimpanzés, une espèce menacée d'extinction sur le plan international. La population de chimpanzé y était estimée à plusieurs centaines d'individus en 1999. Les chimpanzés sont toujours présents dans la Réserve, mais on ne dispose pas de statistiques récentes (PNUD, 2010). La Réserve du Bafing présente donc un intérêt particulier pour la conservation de la biodiversité animale.

Les menaces qui pèsent sur cette réserve sont l'extension des sites de peuplements humains et l'augmentation du cheptel dans les zones environnantes, la pratique de l'agriculture sur brûlis, l'avancée du front cotonnier, le désenclavement progressif de la zone, la chasse et le braconnage.

### La Réserve de Biosphère de la Boucle du Baoulé (Mali)

La Réserve de Biosphère de la Boucle du Baoulé couvre dans la partie ouest du Mali (à cheval sur les régions de Kayes et de Koulikoro) une superficie de 2.400.000 ha et englobe un Parc National (de 350.000 ha) et trois réserves de faune : Badinko (193.000 ha), Kongosambougou (92.000 ha) et Fina (136.000 ha). Elle comprend aussi une zone de transition (1.700.000 ha) abritant près de 300 villages et une population de 300.000 habitants (UICN, 2008). Elle a été admise comme Réserve de la Biosphère par le Programme MAB (Man and Biosphère) de l'UNESCO en 1982. La Réserve abrite encore une faune relativement riche avec des densités variables. Parmi les espèces que l'on trouve en abondance dans la Réserve on peut mentionner les pintades, babouins, vervets et phacochères. De même des espèces telles que le guib harnaché

et le porc-épic sont très communes dans la Réserve. Parmi les espèces vulnérables rencontrées dans la Réserve on note l'hippopotame, l'hippotrague, le bubale, le cobe defassa, la gazelle à front roux.

Le statut de Réserve de la Biosphère et différents programmes d'appui qui se sont succédés (Projet PNUD-UNESCO de réaménagement de la Réserve ou le Projet de Gestion des Ressources Naturelles (PGRN/Banque Mondiale) dans les années 1990 et 2000 avaient aidé à atténuer la dégradation de la Réserve et donc la perte de biodiversité faunique. Le Projet Extension et Renforcement des Systèmes des Aires Protégées (ERSAP (GEF-PNUD) a appuyé l'extension et le renforcement des aires protégées au Mali, pendant la période 2010-2015. Mais la période d'instabilité politique qui a régné au Mali et d'autres facteurs ont entraîné des lenteurs dans la mise œuvre du programme. Au crédit de ce projet et aussi du programme AGIR, on peut mettre la création des aires protégées de Mandé Wula et de Néma Wula dans le sous-bassin du Bafing vers la frontière avec la Guinée.

Maintenant la Réserve est presque exclusivement à la charge de l'Etat alors que les pressions deviennent de plus en plus fortes. La transhumance et l'augmentation des effectifs du cheptel (effectifs estimés il y a 5 ans à environ 300.000 têtes de bétail aux environs de la Réserve en saison sèche) entraînent le surpâturage et la dégradation de la végétation. L'expansion de l'agriculture, avec notamment le coton (qui occupe 70% des superficies emblavées dans la zone<sup>6</sup>), le braconnage et les feux de brousse. Ces différents facteurs contribuent à la dégradation des habitats de la faune et donc à la disparition progressive de celle-ci.

#### Le Projet d'Aire Protégée de la Zone Transfrontalière Bafing-Falémé (Mali-Guinée)

La zone qui se situe de part et d'autre de la frontière entre la Guinée et le Mali dans les bassins de la Falémé et du Bafing. —et qui comprend donc en son sein la Réserve de faune du Bafing— présente une remarquable richesse de la faune (Bonnet, 1999). Elle couvre 2.500.000 ha (1.400.000 au Mali et 1.100.000 ha en Guinée). Dans la partie malienne, elle comprend la zone de Bafing Nord (Parc national de Kouroufing, Parc National de Wango, Sanctuaire de Chimpanze), la zone de Bafing Sud-Est (les réserves de faunes de Néma Wula et Mande Wula créées en 2010). Dans la partie guinéenne, la Réserve de Biosphère proposée couvre les abords du Bafing, comprenant en son sein les nouveaux sites Ramsar de Bafing-Falémé et Bafing Source. En 1999, la densité de population de la zone était estimée à 2-3 habitants au km<sup>2</sup>, ce qui conjugué aux conditions d'accès difficiles dans cette zone montagneuse a contribué à la préservation dans cette région d'écosystèmes qui ont disparu presque partout ailleurs dans la sous-région. Les sous-zones de cette région comme le fleuve Bafing, la Falémé et la zone de la forêt de Bakoun, et depuis sa mise en eau en 1988, la retenue de Manantali ont une grande richesse halieutique (capitaine, Tilapia, Bagrus Synodontis, Labeo, etc.). (Bonnet, 1999, op.cit).

---

<sup>6</sup> D'après l'ONG Malifaune (Présentation PowerPoint sur la zone de la Boucle du Baoule/juillet 2006)

Malgré ces atouts, cet écosystème est sujet à des menaces de divers ordres dont : l'avancée du front cotonnier (surtout dans la partie malienne de la zone), l'accroissement de la charge de bétail, l'exploitation industrielle et artisanale de l'or, le déboisement et le braconnage. On prévoit que ces processus pourraient s'intensifier avec le désenclavement progressif en cours de la région, et notamment avec l'extension et la modernisation des grands axes routiers Bamako-Dakar et Mali-Balaki-Kédougou. (Bonnet, 1999, op.cit).

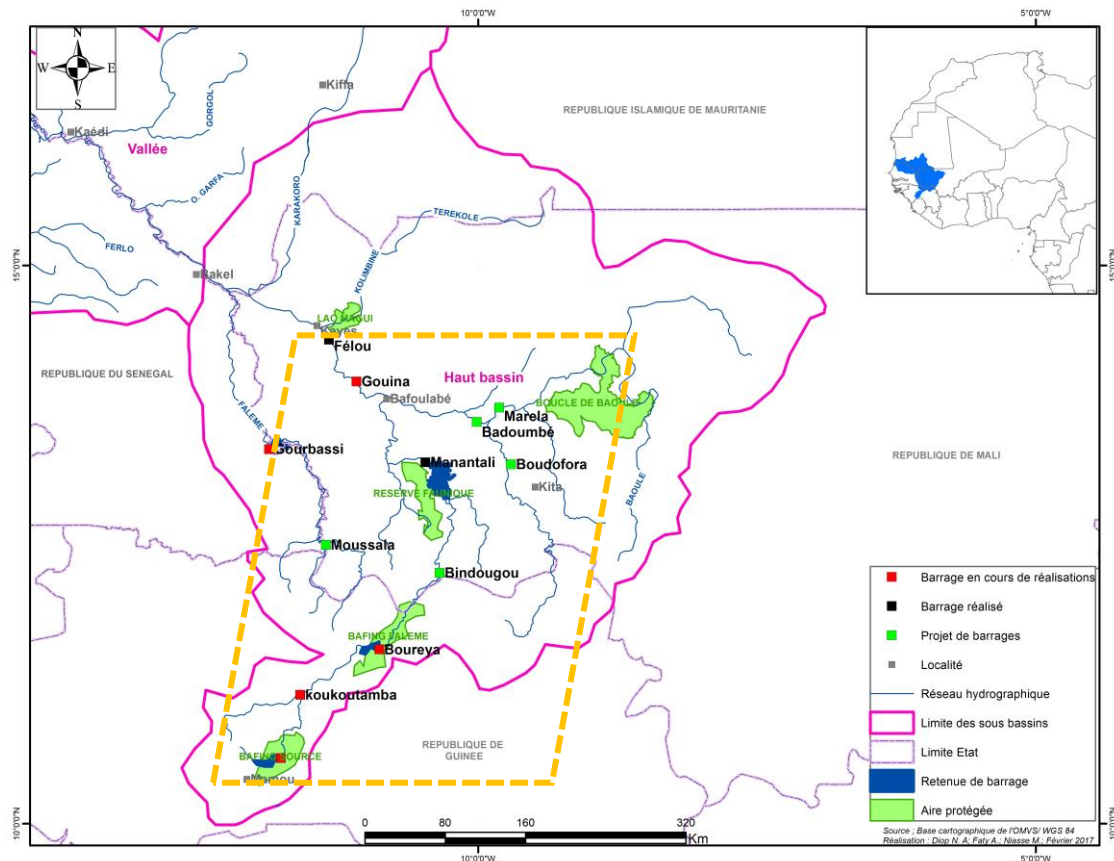
Pour ces raisons, cette zone a été ciblée de 1998 à 2005 dans le cadre du Programme Régional Bassins Versants du Niger et de la Gambie/Programme d'Appui à la Gestion des Ressources dans l'Espace Régional (aussi appelé programme AGIR). Ce Programme n'a cependant pu faire aboutir le projet de la Réserve de Biosphère Transfrontalière Bafing-Falémé. Le programme ERSAP (FEM-PNUD) évoqué plus haut a essayé à partir de 2010 d'appuyer la composante malienne de la Réserve de Biosphère. C'est dans le cadre de cet appui et celui de AGIR que les Réserves de Faune de Néma Wula et Mande Wula ont été légalement créées en 2010.

Il est à remarquer que la zone couverte par le projet Réserve de Biosphère Transfrontalière Bafing-Falémé et ses alentours immédiats abritent la plus grande partie des grands barrages existants et envisagés à court et moyen terme (Fig. 6). Il s'agit du barrage existant de **Manantali**, des barrages en planification avancée de **Balassa**, **Koukoutamba** et **Bouréya** sur le Bafing et **Gourbassi** sur la Falémé, du barrage prévu à moyen-long terme de **Bindougou** et **Moussala**, respectivement sur le Bafing et la Falémé. Il s'agit donc d'une zone de concentration de 7 barrages, sans compter ceux aval immédiat de Manantali que sont **Félou** et **Gouina** (Fig. 6)

L'OMVS a un intérêt vital pour la bonne gestion de zone couverte par le Projet de Réserve de Biosphère. Une mauvaise gestion de cette zone, se traduisant par un déboisement massif, des feux de brousse et une accélération de l'érosion et de la dégradation des terres peut avoir des effets négatifs sur les infrastructures de l'OMVS et la santé de l'écosystème du bassin dans son ensemble. L'érosion peut augmenter la charge solide des affluents amont, et donc accélérer l'envasement des réservoirs, c'est-à-dire la durée de vie des barrages.

D'un autre côté, avec le réservoir de Manantali --qui fait un peu plus que la superficie du lac de Guiers et plus de 20 fois son volume d'eau stocké—est un plan d'eau douce permanent. Il est un atout pour l'environnement local, mais un atout dont les potentialités du point de vue écologiques sont inexploitées. Avec les autres barrages prévus, 6 autres grands réservoirs additionnels vont être créés dans la même zone, offrant des potentialités énormes de créer une zone d'importance écologique peut-être unique dans la sous-région. Cela va nécessiter une collaboration étroite entre l'OMVS et les organisations spécialisées dans la protection et la gestion durable des écosystèmes.





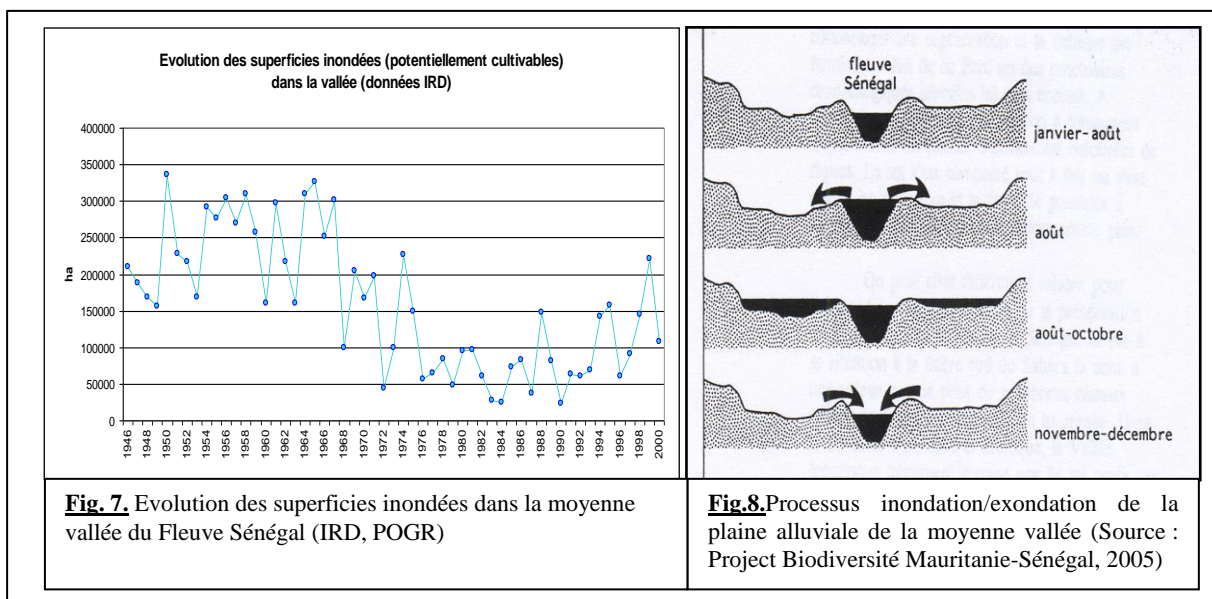
**Fig. 6.** Réserve de Biosphère de la Boucle du Baoulé et Projet de Réserve de Faune du Bafing (Mali)

### 1.3.2. La plaine d'inondation de la vallée

A partir de sa confluence avec la Falémé, en amont de Bakel, le fleuve Sénégal entre dans une dépression où il façonne une multitude de méandres et de cuvettes. Chaque année, entre août et octobre, le fleuve Sénégal déborde de son chenal principal, envahit cette dépression et y inonde de vastes superficies pouvant varier de quelques centaines d'hectares en année de faible pluviosité dans le haut bassin à plusieurs dizaines de milliers d'hectares dans les années les plus humides (Fig. 8 explique le mécanisme d'inondation de la plaine alluviale). Située dans la zone sahélienne voire saharo-sahélienne du bassin du fleuve Sénégal, cette vaste plaine d'inondation joue un important rôle écologique et socio-économique. Comme on l'a mentionné ci-dessus, elle offre les conditions idéales pour la reproduction et la croissance des poissons. Elle abrite d'importantes forêts d'*Acacia nilotica* qui constituent l'essentiel des formations forestières dans la bande sahélo-saharienne du bassin (Sud Mauritanie, entre Kaedi et Rosso). Une grande partie de la recharge des aquifères de la zone s'effectue au moment de l'inondation de la plaine alluviale. Au plan socio-économique, l'agriculture de décrue aussi appelée culture du waalo est pratiquée sur les berges du fleuve et dans les cuvettes après le retrait de la crue, c'est-à-dire d'octobre à mars. Le limon dont est chargée l'eau de la crue renouvelle chaque année la fertilité des sols du waalo. La culture de décrue se déroule sur des dizaines voire des centaines de milliers d'hectares suivant la hauteur et la durée de la crue. La végétation sur les

parties non emblavées des terres inondées ainsi que les résidus de récolte des champs de waalo permettent à la plaine d'inondation d'avoir une capacité de charge animale bien supérieure aux parcours sahéliens.

La détérioration depuis le début des années 1970 des conditions climatiques (avec la forte baisse de l'hydraulicité du fleuve) combinée aux effets des barrages de Diama et de Manantali ont profondément perturbé l'écologie de la plaine d'inondation et affecté ses fonctions et services environnementales et socio-économiques. Les niveaux de crues sont devenus moins importants : la superficie moyenne inondée par an dans la moyenne vallée est estimée à 233.808 ha entre 1944 et 1971 et seulement à 91.274 ha entre 1972 et 2000 (IRD, 2001). Et les crues «utiles» (c'est-à-dire permettant la culture de décrue sur de superficies significatives) sont devenues moins fréquentes (Fig. 7). Bien que l'hydraulicité générale du fleuve se soit améliorée, les niveaux de crue pendant la période 2004-2015 n'ont pas été meilleurs, le barrage de Manantali n'ayant pas fait de soutien de crue pendant cette période (Ficatier et Niasse, 2008 et mise à jour à partir de données OMVS). A ces contraintes liées à la baisse des débits de pointe s'ajoute le fait que beaucoup des marigots par lesquels l'eau s'écoulait du fleuve aux cuvettes sont obstrués par l'ensablement, affectant ainsi les conditions de leur inondation et exondation. Enfin, certains des paysans exploitant les terres de décrue pensent que les rendements sont devenus plus faibles<sup>7</sup>. En conséquence de tout ceci, les forêts de gonakiés ont fortement régressé (de 85% entre 1954 et 1991 dans l'Ile à Morphil). Dans le même temps, la moyenne vallée a vu sa faune ichtyologique se réduire fortement.



Avec la mise en service des barrages, celui de Manantali en particulier, l'avenir de la crue annuelle qui débordait et inondait la plaine d'inondation était en question. Le programme Manantali-Diama était conçu pour répondre à des besoins concernant la production

<sup>7</sup> D'aucuns pensent que cette baisse des rendements est liée au fait que le limon transporté par le fleuve est devenu moins important. Suivant cette logique une bonne partie de la charge solide qu'avait l'habitude de transporter le fleuve est désormais déposée dans la retenue de Manantali. Tout ceci (baisse de rendements, baisse de charge solide, rôle de Manantali) n'est que conjecture et reste à être vérifié de façon plus rigoureuse.

d'électricité, la culture irriguée et la navigation et ne comportait pas d'objectif explicite concernant la crue annuelle et les activités qui en dépendaient (culture de décrue, pêche et autres). Même lorsque s'est posée la question de la crue artificielle (lâchers d'eau à partir de Manantali pour amplifier le débit non contrôlé et créer ainsi une crue en aval de Bakel), les premières études<sup>5</sup> semblaient indiquer une incompatibilité entre la réalisation d'une telle crue artificielle et l'atteinte à 100% de certains des objectifs pour lesquels le programme OMVS a été conçu : objectifs en matière de production d'électricité en particulier. Par la suite les idées ont évolué, montrant de larges possibilités de concilier les objectifs de production d'électricité et ceux de maintien de la crue et de pratique des cultures de décrue.

La Charte des Eaux de l'OMVS adoptée en 2002 trancha le débat en disposant (article 14) que la crue artificielle sera garantie, sauf en cas de circonstances extraordinaires.

Dans la pratique, il faut distinguer trois phases dans l'impact sur la crue du barrage de Manantali depuis sa mise en service en 1988 :

- Une première phase (entre 1988 et 2001) pendant laquelle Manantali ne produisait pas encore d'électricité. Pendant cette période le soutien de crue était régulier et conséquent, sauf pour les deux premières années de remplissage du réservoir.
- Une seconde phase, entre 2002 et 2003 : pendant cette période, Manantali a commencé à produire de l'électricité, mais pas en pleine capacité (toutes les cinq turbines n'étant pas installées). Le soutien de crue durant cette période se faisait régulièrement mais les volumes lâchers étaient plutôt de faible quantité.
- Une troisième phase, depuis 2004, période pendant laquelle les cinq turbines de Manantali sont fonctionnelles permettant au barrage la production optimale d'électricité. Au cours de cette période il n'y a pas eu de soutien de crue.

Le tableau 5 (ci-après) donne le détail par année sur le rôle de soutien de crue du barrage de Manantali.

Date	Rôle du barrage de Manantali
1986	Bonne crue (année de mise en service du barrage de Diama)
1987	Pas de crue (en partie pour cause de remplissage du réservoir de Manantali)
1988	Crue artificielle satisfaisante (année de mise en service de Manantali)
1989	Crue artificielle mais double pic de crue (crue naturelle pour le premier, eaux non contrôlées par le barrage ; soutien de crue par Manantali pour le second)
1990	Pas de lâchers et pas de crue
1991	Lâchers pour raisons techniques (maintien du réservoir entre les cotes 207 et 208). Résultat : multiples lâchers et multiples pointes de crue
1992	Lâchers effectués mais crue insuffisante (1900-2400 m <sup>3</sup> /s à Bakel, au lieu de 2500 et plus)
1993	Lâchers effectués avec 2 750 m <sup>3</sup> /s en septembre
1994	Lâchers effectués avec 3 920 m <sup>3</sup> /s en septembre
1995	Lâchers effectués permettant une crue moyenne
1996	Lâchers effectués mais crue insuffisante
1997	Lâchers effectués permettant une crue moyenne
1998	Lâchers effectués permettant une crue moyenne

<sup>5</sup> Gibb, A. and Partners ; Electricité de France : Euroconsult. 1987. Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS. Rapports phase 1, Volume 1B, Optimisation de la crue artificielle..

1999	Crue naturelle abondante (pas de lâchers)
2000	Lâchers effectués permettant une crue moyenne
2001	Lâchers effectués permettant une crue moyenne
2002	Manantali a effectué un soutien de crue (seuls deux des quatre groupes en place)
2003	Manantali a effectué un soutien de crue (3ème groupe en place) *
De 2004 à 2015	Pas de soutien de crue (les cinq groupes de Manantali sont en place)

**Tableau 5.** Soutien à la crue du fleuve -- Rôle joué de Manantali depuis sa mise en service (Source : Ficatier & Niasse, 2008)

### *1.3.3. Ecosystèmes particuliers de la basse vallée du fleuve : Lac de Guiers et Lac R’Kiz*

Le lac de Guiers, le plus grand lac d’eau douce du Sénégal, occupe une vaste dépression naturelle de 50 km de long pour une superficie de 200 km<sup>2</sup>. En régime traditionnel, le niveau d’eau du lac –alimenté à partir du fleuve Sénégal par la Taouey— fluctuait fortement suivant les saisons, en moyenne de la côte 1,82-2.00 mètres en saison pluvieuse avec l’arrivée de la crue à 0,5 voire moins durant la période des basses eaux du fleuve Sénégal.

Pour permettre le développement de l’agriculture moderne autour du lac, plusieurs interventions de maîtrise de l’eau ont été réalisées, ce qui a commencé avant l’avènement des barrages. Ponts vannés de Richard Toll sur la Taouey ; digue de Keur Momar Sarr, rectification de la Taouey, remplacée par un canal rectiligne de 17 km; expansion de la culture de la canne à sucre dans la partie Nord du Lac ; développement de la riziculture irriguée sur le pourtour du Lac; implantation de stations de pompage de l’eau (Nginth et récemment Keur Momar Sarr) pour l’alimentation en eau de Dakar, à 250 km du lac. La mise en eau a permis de porter le volume d’eau du lac de 600 à 680 millions de m<sup>3</sup>, ceci en réduisant le marnage saisonnier que les eaux du lac subissaient avant les barrages. Cette réduction voire absence d’exondation annuelle d’une partie du rivage a favorisé l’adoucissement progressif des eaux. Ce changement du régime hydrologique du lac et de toutes les activités qui se sont développées autour du lac ont fortement affecté l’écosystème lacustre qui fait aujourd’hui face à des périls multiples dont le plus sérieux est certainement la prolifération du Typha : la superficie du lac couverte par le Typha est passée de 7,59% en 1989 puis à 22,3% en 1993, plus de 25% en 1998 (Niasse & Kruskopf, 2006) et 38% en 2012 (Etat du Sénégal, 2014) (Voir Fig. 9). Parmi les autres problèmes principaux socio-environnementaux auxquels le lac fait face on peut mentionner la détérioration de la qualité de l’eau ainsi que les maladies humaines (bilharziose et paludisme) et animales liées à l’eau.

Le Lac R’Kiz est le pendant rive droite du lac de Guiers. Le Lac R’Kiz est une dépression naturelle à deux cuvettes (occidentale et orientale) ; il est alimenté par deux cours d’eau (le Soukam et le Laouvajar). Il a une superficie de 150 km<sup>2</sup> à la cote 2,5 m IGN. Il a aussi fait l’objet d’aménagements hydrauliques et hydro-agricoles divers : développement de la culture de décrue contrôlée et irrigation moderne sur des centaines d’hectares. Aujourd’hui, le Lac est aussi envahi par les plantes aquatiques proliférantes, le typha en particulier.



**Fig 9a& 9b.** Prises de vue de la rive est du lac de Guiers en décembre 2005 : la prolifération du typha est telle qu'il a fallu aménagement des marigots spéciaux sur la périphérie du lac pour que le bétail puisse s'abreuver (Par M. Niassé, Déc. 2005)

#### *1.3.4. Ecosystèmes particuliers du Delta du fleuve*

Le Delta du fleuve Sénégal concentre plusieurs zones humides ayant une valeur biologique particulière (Fig. 10). Il s'agit en particulier du Parc National du Diawling, du Chat Tboul sur la rive droite, et du Djoudj, de la Réserve de Gueumbel et de celle du Ndiael sur la rive gauche.

##### Le Parc National du Diawling

Le Parc National du Diawling a été créé en 1991 et érigé en zone humide Ramsar en 1994. La superficie du bassin du Diawling est de 11.000 ha. Le Diawling constitue un lieu d'hivernage de milliers d'oiseaux migrateurs du paléarctique occidental et le site de nidification des cormorans, des aigrettes, des spatules d'Afrique, etc. Quelques couples de grues couronnées nidifieraient également dans cette zone. La zone de mangrove en voie de restauration est un lieu de nidification de plusieurs espèces d'oiseaux d'eau afro-tropicaux et un lieu de frayère des espèces de poissons inféodées au milieu estuarien et marin. (UNESCO/MAB, 2005)

Pour l'ichtyofaune, les inventaires effectués dans le Parc National du Diawling ont permis d'identifier 87 espèces dont 47 espèces d'eau douce et 40 espèces estuariennes et marines (UNESCO-MAB, 2005)

##### La Réserve de Chatt Boul

La Réserve de Chat Boul qui est une lagune classée site Ramsar depuis le 10 novembre 2000. Avec une superficie de 15500 ha, la Réserve de Chatt Boul est un site de nidification de plusieurs espèces d'oiseaux dont les flamants nains et roses. La présence en permanence de la Marine Nationale mauritanienne contribue à la protection du site.

## Le Parc National des Oiseaux du Djoudj

Le Parc National du Djoudj a été créé en 1971. Sa superficie est de 16 000 ha. Il a été classé zone humide d'importance internationale (site Ramsar) en 1977 et constitue depuis 1981 un site du Patrimoine Mondial de l'UNESCO. Il est l'un des tous premiers refuges, au sud du Sahara, pour les oiseaux d'eau migrateurs du Paléarctique occidental. Il accueille également beaucoup d'espèces afro-tropicales. Plus de 330 espèces d'oiseaux y ont été observées, ce qui en fait *un des trois principaux sanctuaires d'Afrique Occidentale pour les oiseaux migrateurs paléarctiques*. Parmi les autres espèces animales caractéristiques du PNOD, on peut mentionner les suivantes : phacochère, gazelle à front roux, gazelle dorcas, crocodile du Nil, varans, etc.

Confronté à la progression rapide de la plante envahissante *Salvinia molesta* au début des années 2000, le PNOD a été inscrit aussi bien dans le Registre de Montreux de la Convention de Ramsar ainsi que sur la liste du Patrimoine mondial en péril de l'UNESCO<sup>8</sup>. Le PNOD est sorti de la liste du Patrimoine en péril et du Registre de Montreux, respectivement, en 2006 et en 2009, mais fait face aujourd'hui à des menaces persistantes et même de plus grande ampleur : d'invasion des zones marécageuses du PNOD par les végétaux aquatiques envahissants, et en particulier par *Typha australis*. Ces espèces gênent le déplacement des oiseaux et limitent les aires de nidification (AGRER, 2003). En ce qui concerne les évolutions favorables on peut noter que le PNOD est une composante essentielle de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal (RBDTS) créée en juin 2005.

## La Réserve Spéciale de Faune du Ndiaël

La Réserve Spéciale de Faune du Ndiaël est une cuvette peu profonde située dans le Département de Dagana, à l'Ouest du Lac de Guiers. Il a été créé en 1965 et est classé site Ramsar depuis 1977. Elle couvre une superficie de 46.550 ha. Lorsque la cuvette est inondée, elle abrite une forte concentration d'oiseaux migrateurs paléarctiques et afro-tropicaux. Suite aux années de sécheresse et la multiplication des aménagements hydro-agricoles, les marigots d'alimentation de la cuvette du Ndiaël se sont taris, entraînant une dégradation importante du couvert végétal et de l'écosystème en général. Cette situation perdure et s'est même aggravée ces dernières années avec l'installation de vastes concessions agro-industrielles. C'est ainsi que la zone humide du Ndiaël est inscrite dans le Registre de Montreux depuis 1990. Il y a cependant des signes d'espoir. La revitalisation du Ndiaël est inscrite dans les activités du Projet de Restauration des Fonctions Ecologiques et Economiques du Lac de Guiers (PREFELAG –

---

<sup>8</sup> L'inscription de sites Ramsar dans le Registre de Montreux est faite lorsque le site en question subit ou est susceptible de subir de profonds changements défavorables au maintien de sa biodiversité et de ses fonctions écologiques. L'inscription dans le Patrimoine mondial en péril est déclenchée dans des conditions similaires, lorsque le site considéré fait face à des facteurs naturels ou anthropiques qui peuvent remettre en cause les caractéristiques sur la base desquelles le site a été classé dans le Patrimoine mondial.

Projet de l'Office du Lac de Guiers -OLAG), lancé en 2014. La Réserve du Ndiael est aussi une des composantes de la RBTDS.

#### La Réserve Spéciale de Faune de Gueumbeul

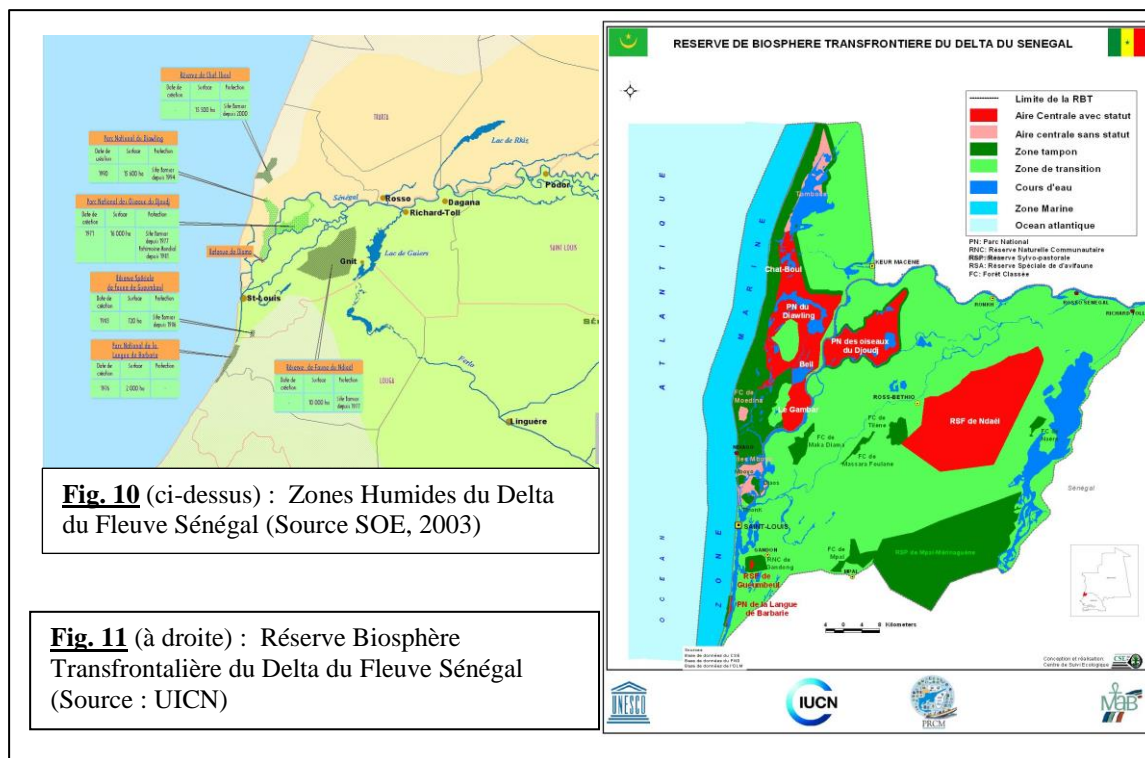
La Réserve Spéciale de Faune de Gueumbeul a été créée en 1983 et couvre une superficie de 720 ha. Devenue site Ramsar en 1986, elle abrite aussi une grande richesse ornithologique (150 espèces répertoriées) ainsi que des populations en semi-captivité relativement importantes de gazelles et de tortues.

#### Le Parc National de la Langue de Barbarie

Le Parc National de la Langue de Barbarie, situé à l'embouchure du fleuve Sénégal, a été créé en 1976. Il couvre une superficie de 2000 ha, constitués de savanes, de plantations de *Casuarina equisetifolia* (Filao), de bancs de sable, de plages, de sable blanc, de plan d'eau et d'îlots sableux. La faune d'intérêt particulier est constituée essentiellement d'oiseaux migrateurs paléarctiques et d'espèces afro tropicales (plus de 100 espèces d'oiseaux d'eau recensées), des tortues marines et des dauphins. La brèche ouverte en 2003 à 7 km en aval de Saint-Louis entre la mer et le fleuve fait peser des incertitudes sur l'avenir de cet écosystème.

#### Conclusion sur le Delta

La reconnaissance de l'importance écologique particulière du Delta fleuve Sénégal a été consacrée par le classement récent de cette zone en réserve de biosphère transfrontalière. La Réserve de Biosphère Transfrontière du Delta du Fleuve Sénégal (RBTDS) a été créée en 2005. Elle couvre une superficie de près de 650.000 ha (dont 95.000 pour son noyau central) sur les deux rives du Delta du fleuve (fig.10 et 11). Cette réserve comprend en son sein un site du Patrimoine Mondial (Djoudj) et 5 sites Ramsar (Djoudj, Diawling, Chat Tboul, Gueumbeul, Ndiael). Une des menaces les plus sérieuses qui pèsent sur cet écosystème deltaïque concerne la prolifération des plantes aquatiques envahissantes, le typha en particulier. La RBTDS n'a pas fait preuve d'un dynamisme particulier depuis sa création. L'UICN a commencé depuis janvier-février 2016 un processus de formulation d'un projet visant à renforcer la collaboration transfrontalière dans la gestion et la restauration des écosystèmes de la réserve de biosphère.



### 1.3.5. Autres zones humides d'importance écologique particulière

#### Le Lac Magui

Le Lac Magui se situe dans un vaste bassin de 25.000 km<sup>2</sup> entre l'embouchure de la Kolimbé et le Fleuve Sénégal (Kayes) et la confluence Kolimbiné et Térékolé. Le Lac qui a une superficie de 12.000 ha (1050 ha pour la partie pérenne du lac) est en fait composé d'un chapelet de mares. La zone de Magui accueille pendant la saison sèche près du tiers du cheptel de la région de la Région de Kayes. Pendant cette saison, la zone reçoit aussi beaucoup des troupeaux transhumants en provenance d'autres régions du Mali et de la Mauritanie. Le Lac de Magui est aussi réputé pour son riche peuplement de rôniers. Le Lac Magui a été classé site Ramsar en 2013 à la faveur de la riche biodiversité qu'il abrite. L'avifaune est estimée à plus de 26.000 individus en 2003 (Dicko et al. 2003) et 21800 en 2005 (Convention Ramsar<sup>9</sup>). Le Lac est aussi une importante zone de reproduction de l'ichtyofaune du fleuve Sénégal : 24 espèces de poissons y ont été dénombrées par l'AMFCE (Association Malienne pour la Conservation de la Faune et de l'Environnement).

#### Les zones humides artificielles : Retenues des barrages du fleuve Sénégal.

La première génération de grands barrages du fleuve Sénégal, Diama et Manantali, a maintenant une trentaine d'années. La retenue de Manantali –11 milliards de m<sup>3</sup> d'eau sur une superficie de 300 km<sup>2</sup> est de loin la plus importante masse d'eau de surface permanente dans le haut bassin

<sup>9</sup> Source : site Convention Ramsar : <http://www.ramsar.org/fr/lac-magui>



du fleuve Sénégal. Dans la basse vallée et de delta du fleuve, le barrage de Diama (250 à 583 millions de m<sup>3</sup> d'eau sur une superficie variant en 110 et 180 km<sup>2</sup>) et le Lac de Guiers (environ 400 millions de m<sup>3</sup> sur 200 km<sup>2</sup>) sont les plus importants plans d'eau douce. Les retenues de Diama et Manantali font partie à présent du paysage du bassin et y exercent des fonctions et remplissent des services de plus en plus importants non seulement dans l'économie des pays et populations riveraines mais aussi dans le fonctionnement de l'écosystème du bassin du fleuve Sénégal. Les fonctions de ces retenues d'eau sur l'hydrologie générale du fleuve sont celles qui font l'objet de plus d'attention. Leurs impacts négatifs sur l'environnement sont aussi, à juste titre, amplement débattus. A côté de cela, on a tendance à ignorer ou sous-estimer les services écosystémiques associés à ces ouvrages. Il s'agit non seulement de la provision de services tels que l'eau douce pour différents usages, la nourriture à travers la pêche et l'irrigation, et l'énergie à partir de la production hydroélectrique. De par les quantités de poissons pêchés, le réservoir de Manantali est par exemple le 3<sup>ème</sup> lieu de pêche du Mali, après le Delta Intérieur du Niger et la retenue de barrage de Sélingué. Les réservoirs de barrages régulent le régime des fleuves, aidant à minimiser les risques d'inondation. Dans des contextes de dégradation de l'environnement et de conversion des forêts en espaces agricoles et pastoraux et en concessions minières, ils servent de plus en plus de refuge à la faune sauvage. Avec les nouveaux réservoirs prévus à court ou à moyen terme ---Koukoutamba, Boureya et Balassa sur le Bafing en Guinée, ou Gourbassi sur la Falémé à la frontière entre le Sénégal et le Mali—le bassin du fleuve Sénégal, et en particulier le Haut Bassin va bénéficier d'une forte concentration de plans d'eau artificiels dont la réalisation va constituer un défi environnemental majeur pour le bassin (Fig. 6, plus haut). Mais comme on l'a souligné plus haut ces retenues d'eau douce pérennes offrent des opportunités de bâtir une stratégie ambitieuse et d'avant-garde de gestion durable et intégrée qui réconcilie les objectifs économiques, les aspirations de bien-être social et les préoccupations environnementales (pour plus de détails voir le PAS actualisé du fleuve Sénégal).

La viabilité à long terme des réservoirs et donc des barrages qui en dépendent est fortement tributaire de la santé du milieu naturel environnant. Un déboisement intense, une intensification de la pratique des feux de brousse ou l'expansion des zones de culture peuvent accélérer l'érosion hydrique, entraînant l'augmentation de la charge solide des eaux du fleuve. Cela se traduit par un envasement rapide des réservoirs, et donc la réduction de leur durée de vie.

Le tableau 7 (ci-dessous) donne la liste des retenues de barrages existantes et prévues ainsi les superficies qu'elles couvrent. En guise de comparaison, le tableau donne aussi les superficies de trois des lacs naturels les plus importants du bassin. On note que la superficie totale de retenues artificielles existantes ou prévues fait le triple de la superficie cumulée des trois lacs naturels. Ceci montre la nécessité de regarder de plus ces retenues comme des atouts pour la restauration et la gestion durables des écosystèmes du bassin et de l'écosystème fluvial en général.

<b>Réservoirs existants / prévus à court-terme</b>	<b>Affluent/bief</b>	<b>Superficie (Km2)</b>
Diama (1986)	Sénégal (basse vallée)	240
Manantali	Bafing	300
Félou (2013)	Bafing	-
Gouina (en projet)	Bafing	-
Balassa (en projet)	Bafing	116
Koukoutamba (en projet)	Bafing	220
Boureya (en projet)	Bafing	251
Gourbassi (en projet))	Falémé	345
Total		1472
<b>Lacs naturels (pour référence)</b>	<b>Affluent/bief</b>	<b>Superficie (Km2)</b>
Lac de Guiers	Sénégal (basse vallée)	200
Lac R’Kiz	Sénégal (basse vallée)	150
Lac Magui	Térékolé-Kolimbiné	120
Total		470

**Tableau 7.** Les lacs artificiels existants et prévus éléments marquants du nouveau paysage du BFS

### **1.3.6. Les Forêts classées**

Dans le bassin du fleuve Sénégal il existe un grand nombre de forêts classées (Fig.12), normalement caractérisées par la densité relative de la végétation ligneuse et dans certains cas de la faune sauvage qui y trouve l’habitat requis pour leur survie.

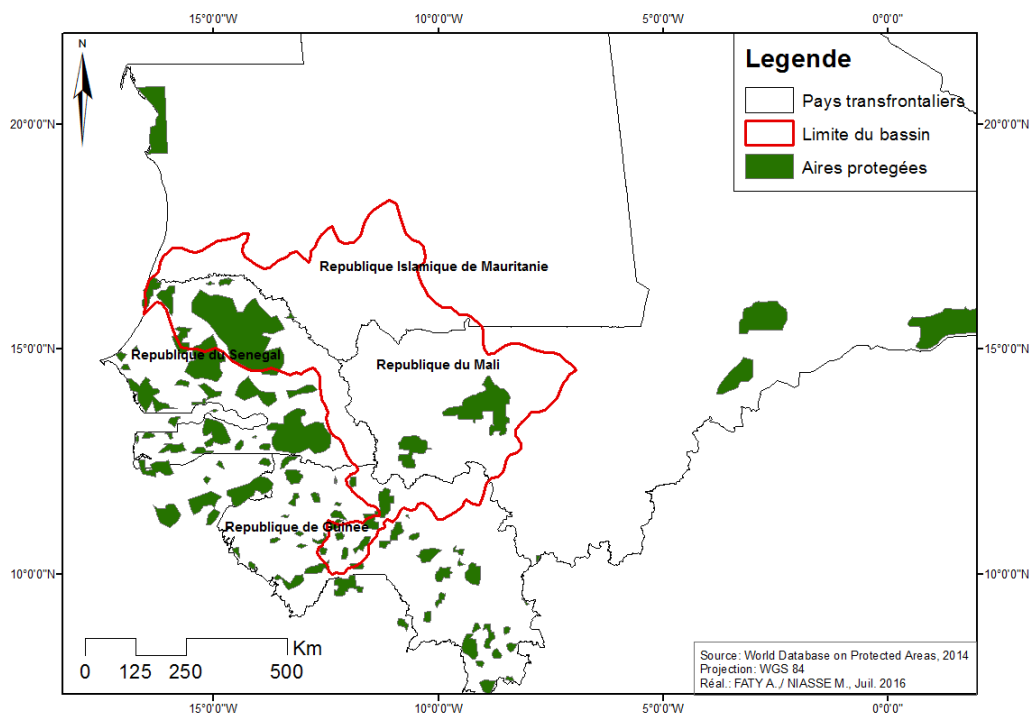
En Guinée, on dénombre 7 Forêts classées dans le seul bassin du Bafing (Gouba, Kegnéko, Digouré, Dar-es-Salam, Bani, Dokoro, Boula). Malgré leur surexploitation ou mauvaise exploitation, la plupart d’entre elles demeurent encore parmi les derniers refuges de biodiversité (DNFF, 1996). La forêt de Bakoum renferme une faune très riche et très variée, y compris de grands mammifères comme le phacochère, le cynocéphale, le porc-épic, le céphalophe, le Chimpanzé, le lièvre, le cobe defassa, le buffle, le chacal, le guib harnaché (*Tragelaphus Scriptus*), l’hippotrague, le potamochère, l’oryctérope, le lion, la panthère, différentes espèces d’antilopes, l’hyène, l’aulacode, etc. Beaucoup de ces espèces migrent vers la Forêt de Bakoun et les zones limites au Sénégal et au Mali. Parmi les oiseaux qui séjournent dans la forêt de Bakoun il y a des migrateurs africains et des espèces paléarctiques. Ces fonctions justifient que la Forêt de Boukoun puisse faire l’objet d’un processus de classement comme site Ramsar. Ce qui permettrait de mieux mobiliser les moyens pour lutter contre les feux de brousse qui constituent la principale menace à laquelle la Forêt de Bakoun et sa diversité biologique sont confrontées.

La partie malienne du bassin abrite une dizaine de forêts classées dont celles de Nadadji et Bossofala (dans la Réserve de la Boucle du Baoulé), celles de Fangala, Parapah, etc. Une évaluation de l’UICN de l’état des aires protégées du Mali en 2009, y compris des forêts classées, concluait sur un verdict pessimiste, à savoir que « le Mali ne possède plus une seule aire protégée susceptible de conserver la diversité biologique originelle. » (Afrique Nature International. 2009). Autrement dit, malgré le fait qu’elles bénéficient en théorie d’un statut particulier de protection, les forêts classées sont dans un état de dégradation préoccupant, y compris celles de la Boucle du Baoulé.

Parmi les Forêts classées de la Rive Gauche du Delta du fleuve, on peut citer celles de Maka Diama (près site du barrage de Diama), de Tilène, de Massara Foulane et de Naéré. Ces forêts classées abritent encore une strate ligneuse et herbacée fortement dégradée mais qui, comparées aux zones limitrophes non classées, semble relativement préservée.

En Mauritanie, il existe au niveau national une trentaine de forêts classées couvrant une superficie de 48.000 hectares. Et 19 de ces forêts (22.000 ha) sont situées dans la vallée du fleuve Sénégal, et plus précisément dans les wilayas du Trarza, Brakna et Gorgol. (AGRER, 1998). Les formations ligneuses de la Mauritanie, y compris celles des forêts classées, été fortement dégradées au cours des dernières décennies.

De façon générale les forêts classées sont fortement dégradées et n'ont souvent de forêts que le nom. Cela dit, leur statut de classement constitue une opportunité dans la perspective de leur restauration.



**Fig. 12.** Aires protégées (en particulier forêts classées du bassin du Sénégal)<sup>10</sup>

### 1.3.7. Condition actuelle de l'environnement du bassin du Sénégal

Depuis le début des années 1970, l'évolution du climat de la zone sahélienne et soudanienne (domaines où se trouve l'essentiel du bassin du Sénégal) s'inscrit dans une tendance lourde de

<sup>10</sup> Carte préparée d'après les cartes par pays de World Database on Protected Areas (WDPA) une initiative conjointe UICN/PNUE. Les cartes sont elles-mêmes basées sur la liste 2014 des aires protégées de WDPA. Voir : <http://blog.protectedplanet.net/post/102481051829/2014-united-nations-list-of-protected-areas>. Visiblement une bonne partie des forêts classées des parties guinéenne, mauritanienne et malienne ont été omises.

déficits pluviométriques et hydriques chroniques, se traduisant par des défis écologiques majeurs. Ces défis sont amplifiés par la forte croissance démographique et l'expansion rapide 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-quatre décennies à des enjeux écologiques d'une importance critique. 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. Ces investissements offrent aussi des opportunités pour l'amélioration de la condition de l'environnement du bassin, mais cette opportunité est souvent perdue de vue.

L'environnement du bassin du fleuve continue de 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. Une troisième réserve de biosphère —la Réserve de Biosphère Transfrontalière Bafing-Falémé— est en projet depuis une dizaine d'années,

Le bassin du fleuve Sénégal héberge 9 sites inscrits sur la liste des zones humides d'importance internationale (Site Ramsar)<sup>11</sup>, six concentrés dans le Delta et la basse vallée du fleuve : Djoudj, Ndiael, Gueubeul et Tocc-Tocc (inscrit en 2013) sur la rive gauche (soit 4 des 5 sites Ramsar que compte le Sénégal) ; et Diawling et Chat Tboul sur la rive droite (soit 2 des 3 sites Ramsar de la Mauritanie). Dans le Haut Bassin, trois zones humides ont été érigés en sites Ramsar : le lac Magui au Mali (inscrit en 2013) et les sites de Bafing Source et Bafing-Falémé en Guinée (inscrits en 2007).

---

<sup>11</sup> 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 importance population d'oiseaux d'eau ; servir de zone de frayère critique pour la reproduction et la croissance des poissons.

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. Dans la partie malienne de Bafing-Falémé deux nouvelles réserves de Faune ont été créées : Néma Wula et Mandé Wula classés par décret en 2010.

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

Pour ces différentes raisons, le fleuve Sénégal peut bien être considéré comme le «dernier oasis avant le désert » (SOE, 2005). Mais cet oasis fait face à des défis environnementaux importants, analysés plus loin.

Le tableau 8 (ci-après) récapitule les principales menaces sur les écosystèmes particuliers du bassin.

Ressources naturelles	Menaces suivant les biefs		
	Haut Bassin	Vallée	Delta
Ressources en eau (pluie, eaux de surface, eaux souterraines)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Forte baisse de la pluviométrie annuelle sur la longue durée (échelle 40-50 ans), entraînant une fréquence d'années déficitaires</li> <li>- Variabilité saisonnière et interannuelle de la pluie</li> <li>- Forte baisse de l'hydraulicité du fleuve sur la longue durée</li> <li>- Forte variabilité interannuelle et annuelle du débit moyen du fleuve</li> <li>- Altération du régime hydrologique du fleuve par la construction de barrages</li> </ul>		
Flore	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Déboisement intense</li> <li>- Nette régression de la flore, suite à la démographie et augmentation importante du cheptel</li> <li>- Espèces végétales endémiques menacées de disparition</li> </ul>	Déboisement important de la savane arbustive; Forte dégradation des forêts galerie de gonakiés.	Steppes deviennent plus clairsemées
Faune	Diversité faunique menacée par interventions anthropiques (expansions peuplements, aires de culture, exploitation minière, braconnage, feux de brousse)	Quasi-disparition de la grande faune, à cause de la dégradation des habitats naturelles et pressions anthropiques, pastorales	
Forêts classées	Feux de brousse, déboisement	Strate ligneuse et herbacée fortement dégradée	
Ecosystèmes sensibles	Massif du Fouta Djallon; Zones humides (Bafing Source, Bafing-Falémé; Lac Magui); Réserve de Faune du Bafing; Réserve Boucle du Baoulé: chute rapide des effectifs d'espèces rares/menacées (e.g. chimpanzés); menaces diverses: pressions démographique/extension des sites de peuplements humains, feux de brousse, déboisement, érosion, augmentation du cheptel et surpâturage; avancée du front cotonnier (Mali); braconnage; exploitation minière industrielle et artisanale (orpaillage)	Plaine d'inondation : diminution des superficies submergées (détérioration des conditions hydro-climatiques et barrages; ensablement et obstruction des chenaux d'alimentation des cuvettes); régression des cultures de décrue; perte de zones de frayères pour les poissons; baisse de la recharge des nappes profondes; recul des peuplements de gonakiés	Lacs (Guiers, R'Kiz); Parcs nationaux (Diawling, Djoudj, Langue de Barbarie); Réserves de faune (Chatt Boul, Ndiael): prolifération de végétaux aquatiques; pollution et dégradation de la qualité des eaux; remontée de la nappe salée; expansion des aménagements agricoles; élévation du niveau de la mer; brèche sur la langue de Barbarie; transhumance du cheptel; ensablement
Zones humides artificielles (retenues de barrages)	Retenues de barrages existants (Manantali) et prévus (Koukoutamba, Bouréya, Balassa, Gourbassi, etc.): déboisement, feux de brousse, expansion des zones de cultures pouvant accélérer l'érosion hydrique et donc l'envasement des réservoirs		Retenue de barrage existant (Diam): plantes envahissantes; risques de pollution des eaux par les rejets agricoles

**Tableau 8.** Récapitulatif - Principales menaces sur les ressources naturelles et écosystèmes particuliers du bassin du fleuve Sénégal

## **2. DYNAMIQUE SOCIO-ECONOMIQUE ET PRESSIONS ACCENTUEES SUR LES RESSOURCES EN EAU**

Ce chapitre décrit succinctement la place du fleuve dans son environnement. Il analyse aussi les tendances qui aboutissent à la forte pression sur les ressources du fleuve et la problématique complexe de gestion de demandes concurrentes sur des ressources limitées. Historiquement et présentement, les systèmes de production dominants dans le bassin du fleuve —l’agriculture, la pêche et l’élevage—tournent autour du fleuve et sont organisés en fonction de son régime hydrologique. La pression sur les ressources du bassin, en particulier les ressources en eau, augmente rapidement, suite à une conjonction de facteurs tels que la forte croissance démographique et le besoin d’amélioration des conditions de vie dans le bassin, une des régions les plus pauvres du monde. Ceci pose un sérieux enjeu de gestion de multiples demandes concurrentes.

### **2.1. Caractéristiques socio-économiques du bassin**

*Vallée du Sénégal, « une trainée de vie dans des régions désolées »*

Le fleuve Sénégal prend sa source dans le massif montagneux très arrosé du Fouta-Djallon où la pluviométrie annuelle varie de 1500 à plus de 2000 mm/an. Sur la majeure partie de son parcours, le fleuve Sénégal traverse des régions semi-arides et arides avec des précipitations annuelles inférieures à 400 mm/an. Dans ces contrées de climat sahélien avec la forte influence du désert du Sahara, les chaleurs sont torrides, les vents secs, et la faible pluviométrie concentrée sur une courte période de l’année (2 à 3 mois). La vallée du fleuve y représente ce que Papy et Péliissier (1951) décrivaient comme « une trainée de vie dans des régions désolées ».

L’importance du fleuve dans son cours moyen et inférieur tient à la présence permanente d’eau douce dans un environnement aride. Mais elle est aussi et surtout liée à la crue annuelle et aux différentes activités économiques qu’elle permet : culture de décrue dans les cuvettes (*kollade*) et sur les flancs (*falo*) du fleuve ; pêche florissante lors de la phase de submersion des marigots et cuvettes mais aussi lors de la phase de retrait des eaux ; élevage sur les marges des cuvettes (le *bourgou*) et après les récoltes des terres cultivées en décrue. Dans sa description de l’Afrique de l’Ouest, le géographe et encyclopédiste arabo-andalou du XI<sup>e</sup> siècle, Abou Oubayd Al Bakri, était attiré par les habitants de la vallée du fleuve Sénégal qui, outre la culture d’hivernage, faisaient leurs semis « chaque année sur les terres humides au moment de la décrue » (Al-Bakri cité dans Descroix, 2002 et Roy, 2009).

*Historiquement, une région stratégique aux ressources convoitées*

D’autres facteurs se sont ajoutés à cette configuration géophysique particulière pour faire du fleuve Sénégal une zone de forte concentration humaine, un lieu de rencontres et d’échanges et un creuset de civilisations. Un de ces facteurs a trait à la richesse minière du Haut-Bassin du fleuve Sénégal en amont de Bakel et Kayes. L’exploitation minière dans la région du Bambouk,

entre les affluents du Bafing et de la Falémé, a contribué à la richesse de l'Empire du Mali au Moyen Age. L'empereur Kankan Moussa, à la tête du royaume de 1307 à 1337 est considéré comme « l'homme le plus riche de tous les temps » grâce aux énormes quantités d'or alors produites dans son empire. Plus tard, du XVIIe au XIXe siècle, le royaume de Gadiaga (ou du Galam), dans la même région, couvrant en partie la chute de Félou, dut sa prospérité à l'exploitation de l'or de la Falémé. Le Haut-Bassin du Sénégal sera aussi très convoité pendant la période coloniale en raison de ses richesses en or, du reste parfois exagérées. Dans ses notes de voyages aux sources du fleuve Sénégal et de la Gambie, Mollien écrira que le Bambouk est le « Pérou de l'Afrique » (Mollien, 1822 :407).

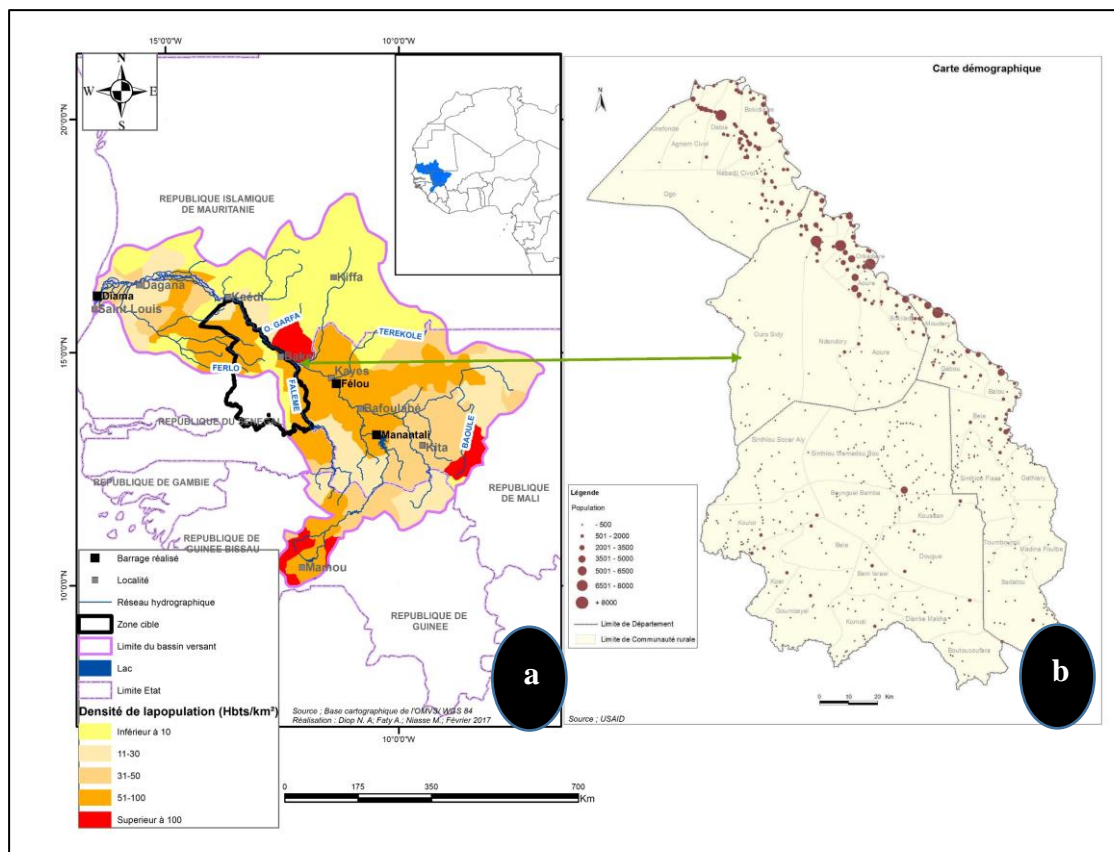
Le fleuve Sénégal a été un des axes privilégiés de conquête et d'occupation coloniale de la France en Afrique de l'Ouest. C'est ainsi que le fleuve était jalonné de forteresses militaires qui étaient aussi des centres d'échanges commerciaux : Richard Toll, Dagana, Podor, Matam, Bakel, Médine puis Kayes.

L'attrait du fleuve Sénégal a cependant été en partie contrarié par deux facteurs : les maladies liées à l'eau (et surtout l'onchocercose) en amont, et la sécheresse des années 1970-80. La forte prévalence de l'onchocercose (cécité des rivières) avait dans une grande mesure dépeuplé le Haut-Bassin du fleuve, ceci jusqu'aux années 1990 où cette maladie a fortement reculé un peu partout en Afrique de l'Ouest. Dans les années 1970-1980 la grande et longue sécheresse a frappé de plein fouet le bassin du fleuve Sénégal, et en particulier les régions de Kayes, de Bakel ainsi que la moyenne vallée qui devinrent de foyers de forte émigration vers les grandes villes au niveau national au Mali et au Sénégal mais aussi vers l'extérieur (Europe et pays d'Afrique centrale et australe). Malgré ces contraintes, les rives du fleuve Sénégal sont encore aujourd'hui une zone de forte concentration humaine et de relative vitalité économique. Les statistiques démographiques récentes en témoignent.

### ***Aujourd'hui encore, une zone de forte concentration humaine***

La population du bassin du fleuve Sénégal (BFS) est estimée aujourd'hui à un peu moins de 7 millions de personnes, soit 14% de la population cumulée des 4 Etats riverains (Guinée, Mali, Mauritanie et Sénégal) qui est de 46 millions d'habitants (Voir Tableau 9 ci-dessous). La densité moyenne du bassin est de l'ordre de 23-25 habitants au km<sup>2</sup>, ce qui est en cohérence avec les densités généralement des pays riverains : 72 habitants au km<sup>2</sup> pour le Sénégal, 48 pour la Guinée mais seulement 13 habitants/km<sup>2</sup> et 4 habitants/km<sup>2</sup> pour, respectivement, le Mali et la Mauritanie. Comme le montre la carte ci-dessous des densités de populations à l'échelle des circonscriptions administratives locales du bassin, beaucoup des unités administratives proches du fleuve ont des densités relativement élevées (Fig. 13a). Mieux encore, le SDAGE note que 85% des habitants du bassin, soit près de 6 millions de personnes, vivent à proximité du fleuve. Ceci est illustré par la carte (Fig. 13b) des peuplements des Départements de Matam et Kanel (Région de Matam) et Bakel et Goudiri (Région de Tambacounda).





**Fig. 13a.** Densités de populations dans le bassin du fleuve Sénégal ; **Fig 13b.** Distribution des peuplements dans les Régions de Matam et Tambacounda (Source Tetra Tech ARD, 2014)

### *Poids des pays riverains dans la démographie du BFS : des déséquilibres importants*

Le poids des pays riverains dans la démographie du bassin est fort variable. La moitié de la population du bassin est malienne, contre 15 à 20% pour chacun des autres pays. En ce qui concerne le poids du bassin dans la démographie des pays riverains, le déséquilibre est moins prononcé : 20 à 25% de la population du Mali et celle de la Mauritanie sont dans le bassin du fleuve, contre 8 à 10% pour le Sénégal et la Guinée.

**Tableau 9.** Répartition de la démographie du bassin entre Etats riverains

Pays	Population totale (est. 2014)	Population dans le BFS (est. 2008) <sup>a</sup>	Population dans le BFS (est. 2014) <sup>b</sup>	% dans la pop totale du bassin	% population nationale vivant dans le BFS
Guinée	12000000	1033390	1239683	19%	10%
Mali	15800000	2769279	3268326	49%	21%
Mauritanie	4000000	800257	926424	14%	23%
Sénégal	14500000	1030488	1192255	18%	8%
Total	46300000	5633414	6626688 <sup>c</sup>	100%	14%

a. L'estimation de la répartition par pays de la démographie est donnée par le SDAGE ;

b. L'estimation de la démographie par pays du bassin pour 2014 est obtenue en appliquant les taux de croissance démographique annuelle de 3,08 pour la Guinée, 2,80 pour le Mali, 2,47 pour la Mauritanie et 2,46 pour le Sénégal.

c. En appliquant les taux de croissance ci-dessus on a une population de 7.000.000 de personnes pour l'ensemble du bassin en 206

## *Des systèmes de production agro-sylvo-pastoraux organisés autour du fleuve et ses ressources*

### L'agriculture

L'agriculture, activité productive dominante dans le bassin du fleuve Sénégal. Plus des 2/3 de la population du bassin la considèrent comme leur activité principale, et près d'un tiers comme activité secondaire. Elle est donc une source de revenu de premier ordre pour la quasi-totalité de la population (Voir Tableau 10). L'agriculture est essentiellement pratiquée sous trois formes. L'agriculture pluviale reste de loin la plus importante tant du point de vue des superficies occupées. Son poids dans les moyens de vie des ménages a fortement baissé au cours des dernières décennies dans les zones sahéliennes et semi-désertiques du bassin en proie à des déficits pluviométriques chroniques qui ont rendu cette forme d'agriculture encore plus précaire.

L'agriculture de décrue dans les berges et bas-fonds de la vallée du fleuve occupe des superficies variables suivant les conditions de l'hydraulicité annuelle du bassin du fleuve Sénégal. Après des incertitudes sur son avenir durant les premières années de l'après-barrages, elle fait partie aujourd'hui des objectifs de développement de l'OMVS. Dans la pratique, au cours des dernières années le sort de la crue annuelle et des cultures de décrue qui en dépendent est plutôt lié au niveau des écoulements non contrôlés par le barrage de Manantali –ce barrage n'ayant pas procédé à des lâchers de soutien de crue depuis 2003.

L'agriculture irriguée (riziculture, cultures de contre-saison de diverses spéculations et agro-industrie) a bénéficié d'investissements substantiels au cours des dernières décennies, et en particulier dans les parties sénégalaise et mauritanienne du bassin. L'agriculture irriguée bénéficie de 70 à 80% des prélèvements d'eau du fleuve Sénégal.

Dans la pratique les activités productives des populations du bassin varient d'amont en aval.

Dans la partie guinéenne du bassin, l'agriculture de subsistance est prédominante. Elle est pratiquée sous diverses formes. L'agriculture itinérante sur brûlis dans les versants concerne surtout la production de céréales (riz, fonio, mil, sorgho) et la culture de l'arachide et de tubercules (manioc, patate douce, igname). Ce système est très destructeur des sols et de la végétation (abattage des arbres et incinération de leur souche). L'érosion s'installe après la dénudation du sol. La parcelle n'est exploitée que deux ou trois ans suivis d'une jachère de 5 à 7 ans. La culture en tapade est pratiquée particulièrement dans le milieu Peulh. C'est une pratique intensive de l'agriculture avec l'utilisation du fumier et autres matériaux organiques. Les cultures inondées et de décrue (patate et riz) sont aussi pratiquées dans les bas-fonds

Les systèmes de production agricoles de la partie malienne du bassin sont très proches de ceux du Massif du Fouta-Djallon et comprennent l'agriculture itinérante sur brûlis, les cultures de tapade et celles de décrue dans les bas-fonds. En outre, l'expansion de la culture cotonnière y est très remarquable. Par exemple dans le Cercle de Kita (Région de Kayes) où la culture du

coton a été introduite en 1995, on estime à plus de 42.000 ha la surface aujourd'hui occupée par la culture du coton.

Dans les parties sénégalaise et mauritanienne du bassin, la place de l'agriculture pluviale diminue progressivement en direction du nord du fait de l'aridité croissante et devient très aléatoire dans la basse vallée et le delta. Les cultures pluviales (cultures du mil et de l'arachide) cèdent de plus en plus le pas aux cultures de décrue dans la moyenne vallée et à la culture irriguée dans la basse vallée et le delta.

### L'élevage

L'élevage transhumant et le pastoralisme nomade occupent une place de choix dans les modes de production de la partie sahélienne du bassin. Il est à noter que 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. Quant à la rive gauche (Sénégal), les bovins, les petits ruminants et les camelins représentent respectivement 25%, 21% et 41% du cheptel national. Avec 1.500.000 bovins et 1.760.000 ovins et caprins, la partie malienne du bassin du fleuve Sénégal accueille 30% et 16% des effectifs nationaux de gros et petit bétail. Les 9 Préfectures de la partie guinéenne du bassin du fleuve Sénégal concentrent respectivement 36% et 33% des bovins et petits ruminants de la Guinée.

### La pêche

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. Si une enquête plus récente de l'OMVS (MCG, 2011) indique un faible pourcentage de population du Bassin du Fleuve Sénégal (1%) ayant la pêche comme activité principale (ce qui se comprend du reste étant donné la précarité actuelle du secteur), près de 10% des populations enquêtées dans la partie sénégalaise du bassin pratiquent la pêche comme leur deuxième activité la plus importante, contre 25% des populations enquêtées au Mali qui citent la pêche comme étant leur troisième activité la plus importante (Voir Tableau 10).

### Exploitation de produits forestiers

Les populations des pays riverains du fleuve Sénégal dépendent fortement des ressources naturelles comme les produits forestiers qui sont utilisés comme bois de chauffe et bois d'œuvre (bois de service et bois de travail). Pour nourrir le bétail, les éleveurs font aussi l'élagage des arbres, surtout dans les années de déficit pluviométrique. L'exploitation et la commercialisation de produits forestiers non ligneux (dont les fruits) font partie des principales sources de revenus pour une bonne partie de la population dont les femmes. Dans la partie

sahélienne du bassin, les rares peuplements denses de forêts qui subsistent sont les forêts galeries dans les bas-fonds périodiquement inondés par la crue du fleuve.

**Tableau 10.** Occupations des populations du bassin par activités principales et secondaires (en %)

Domaines d'activités	Répartition selon les activités principales					Activités secondaires
	Guinée	Mali	Mauritanie	Sénégal	Bassin	Bassin
Agriculture	80,94	90,04	38,27	46,69	75,95	30,81
Elevage	0,76	0,48	5,23	5,99	2,23	30,97
Pêche	0,00	0,19	1,30	2,89	0,86	3,20
Commerce/transport	9,97	2,55	8,52	8,21	5,58	17,37
Artisanat	5,69	1,93	2,00	5,17	3,34	7,81
Salarié public/privé	2,29	3,60	7,27	1,81	2,54	3,30
Autres/Sans-emploi	1,35	1,16	37,41	29,23	9,49	6,53
TOTAL	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	99,99

Source : MCG. 2011

## 2.2. Accentuation de la pression sur les ressources du fleuve

### *Une dépendance multiforme*

Les systèmes de production et moyens d'existence des populations riveraines du fleuve tournent essentiellement autour de l'agriculture au sens large, incluant l'élevage, la pêche traditionnelle, la foresterie, etc. Ces systèmes productifs sont fortement dépendants de l'eau et des autres ressources naturelles (terres arables, poisson, forêts, etc.). En outre, des millions de personnes vivant hors du bassin dépendent des ressources en eau du bassin et de son exploitation. L'eau du fleuve, par le Lac de Guiers et l'Aftout-es-Saheli, alimente les agglomérations de Dakar et Nouakchott. Au moins 60 % de l'eau douce consommée à Dakar vient du Lac de Guiers : 180.000 m<sup>3</sup> pour une consommation journalière de 300.000 m<sup>3</sup> (WWF, 2011). L'eau provenant de l'Aftout-Essahli vise à assurer 2/3 de la consommation d'eau douce à Nouakchott à l'horizon 2013 : 120.000 m<sup>3</sup>/jour pour une consommation projetée de 170.000 m<sup>3</sup>/jour (BAD, 2011).

En ce qui concerne la consommation d'énergie électrique, en 2006 le barrage de Manantali à lui seul contribuait pour 29% dans à la satisfaction de la demande en électricité au Mali, en Mauritanie et au Sénégal (Dickmann et al. 2009). Avec le barrage de Félou (2013) et ceux prévus de Gouina, Koukoutamba, Bouréya, Balassa, la puissance installée hydroélectrique qui est aujourd'hui de 270 MW (Manantali et Félou) devrait être multipliée par 4 pour atteindre 1.117 MW, entraînant une forte augmentation des barrages du fleuve Sénégal dans la consommation d'électricité des Etats riverains.

Les régions arrosées par le fleuve Sénégal occupent aussi une place centrale dans les stratégies nationales de développement agro-pastoral et de sécurité alimentaire au Sénégal et en Mauritanie. Au Sénégal, la riziculture irriguée contribuait pour 70% de la production nationale

de riz en 2008 : 350.000 tonnes sur 500.000 tonnes, avec l'essentiel des terres irriguées et exploitées en riziculture (95%) se trouvant dans la vallée du fleuve Sénégal (Etat du Sénégal, 2009). Grâce à l'accroissement des superficies aménagées dans la vallée du fleuve Sénégal, la Mauritanie a pu produire en 2014-2015 près de 85% de sa consommation nationale en riz (AMI, 2006).

### ***Démographie galopante et renforcement de la pression sur les ressources du fleuve***

Les populations et Etats riverains dépendent aujourd'hui fortement du fleuve. Cette dépendance devrait augmenter dans les années et décennies à venir. Plusieurs évolutions convergent pour se traduire par l'accentuation de la pression sur les ressources naturelles du bassin et en particulier les ressources en eau.

*Evolution démographique.* La population du bassin croît rapidement et devrait atteindre un peu plus de 10 millions de personnes en 2030. L'évolution sera tout aussi spectaculaire pour l'ensemble de la population des Etats membres, laquelle dépend fortement des ressources du bassin, comme on l'a souligné plus haut. Comme le montre le tableau 11 (ci-dessous), durant les indépendances (1958-1960), la population des 4 Etats était à 12, 7 millions de personnes avant de passer à environ 15 millions de personnes à la création de l'OERS en 1968. Elle est estimée aujourd'hui à plus de 46 millions de personnes. Sur la base des projections basses (scénario de faible fécondité), la population de l'Espace OMVS atteindra 71,5 millions de personnes en 2030. Avec de telles perspectives démographiques pour le bassin du fleuve Sénégal et l'Espace OMVS, on anticipe une rapide augmentation de la demande en ressources naturelles, et en particulier en eau du fleuve pour différents usages : pour la consommation humaine et animale, pour l'agriculture, pour la génération d'électricité, pour l'industrie et les mines, etc.

**Tableau 11.** Passé et perspectives démographiques de l'Espace OMVS

Pays	Années indépendance (1958-1960)	Année création OERS <sup>12</sup> (1968)	Aujourd'hui Aujourd'hui (2014)	Projections 2030	
				Scénario faible fécondité	Scénario forte fécondité
Guinée	3.467.000	4.095.000	12.000.000	17.631.000	18.921.000
Mali	5.264.000	5.781.000	15.800.000	26.490.000	28.250.000
Mauritanie	858.000	1.084.000	4.000.000	5.470.000	5.863.000
Sénégal	3.178.000	3.976.000	14.500.000	22.004.000	23.599.000
<b>Total</b>	<b>12.767.000</b>	<b>14.936.000</b>	<b>46.300.000</b>	<b>71.595.000</b>	<b>76.663.000</b>

Source : D'après Statistique World Population Prospect 2015 (United Nations, 2015a)

<sup>12</sup> L'OERS (Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal) a été créée en 1968 par la Guinée, la Mauritanie et le Sénégal. L'OMVS sera créée en 1972 sur les cendres de l'OERS avec comme membres le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. La Guinée rejoint l'OMVS en 2006.

Etant donné que les systèmes productifs et moyens de vie des populations dépendent fortement de l'exploitation des ressources naturelles, la forte croissance démographique a de nombreuses implications, parmi lesquelles on peut citer :

- Le fait que l'augmentation des superficies défrichées pour permettre l'expansion des terres agricoles entraîne le recul des forêts ;
- Le raccourcissement de la durée des jachères se traduit par l'appauvrissement des sols.
- A cela s'ajoutent la diminution progressive des superficies cultivées per capita et l'accentuation de la précarité de l'agriculture pluviale du fait du changement climatique.
- Ces différents facteurs contribuent à l'augmentation de l'incidence de la pauvreté rurale qui à son tour est susceptible d'accélérer l'exode vers les villes du bassin et les capitales, voir l'émigration dans d'autres pays.
- Une autre conséquence qui est déjà observée sur le terrain concerne la féminisation du travail agricole.
- La pauvreté et la forte croissance démographique favorisent des pratiques de survie nuisibles à l'environnement comme l'exploitation abusive du bois (bois de chauffe, bois d'œuvre), l'orpaillage, etc.

*Nécessité de mobiliser les ressources naturelles du bassin pour lutter contre la pauvreté.* Les pays membres de l'OMVS font partie des plus pauvres du monde, se classant entre le 156<sup>ème</sup> et le 182<sup>ème</sup> rang sur un total de 188 pays (voir tableau 12, ci-dessous). D'autres paramètres illustrent cette forte incidence de la pauvreté dans l'espace OMVS. Le revenu per capita de la zone (environ 1.800 \$US) est la moitié de celui de l'Afrique sub-saharienne. Plus de 40% de la population (18 millions de personnes) vit sous le seuil de pauvreté. Les 2/3 de la population totale, et près de 9 personnes sur 10 en milieu rural, n'ont pas accès à l'électricité.

**Tableau 12.** Incidence de la pauvreté dans l'espace OMVS

Pays	Population (M pers) (2014)	Rang IDH (sur 188 pays)	PNB/per capita \$US (2012)	Pop sous 1,25 \$US/jour (%)	Accès à l'électricité (%)	
					Total	Zone rurale
Guinée	12,0	182 <sup>ème</sup>	1,096	40,9	26,2	2,9
Mali	15,8	179 <sup>ème</sup>	1,583	50,6	25,6	11,9
Mauritanie	4,0	156 <sup>ème</sup>	3.560	23,4	21,8	4,4
Sénégal	14,5	170 <sup>ème</sup>	2.188	34,1	56,5	26,4
Espace OMVS	46,3		1.817	40,6	35,1	14
Afrique sub-saharienne	911,9		3.363	41	35,4	14,9

Source : basé sur statistiques Rapport sur le Développement Humain 2015 (United Nations, 2015a) ; la source pour le pourcentage de personnes vivant sous 1,25 USD/jour pour l'ensemble de l'Afrique sub-saharienne est : United Nations, 2015b

Dans le contexte des économies agraires des pays membres de l'OMVS la lutte contre la pauvreté passe par le développement du secteur agricole, qui emploie les ¾ de la population active. Etant donné la vulnérabilité de l'agriculture traditionnelle à la variabilité et au changement climatique, les Etats riverains du fleuve Sénégal misent de plus en plus sur

l'irrigation. En 2010 on estimait que sur un potentiel de 375.000 irrigables, seulement 174.000 ha étaient aménagés dont 130.000 ha en état d'être cultivés (Tractebel et al, 2013).

L'Espace OMVS est l'une des régions les plus pauvres du monde. Les ressources du fleuve Sénégal –et en particulier les ressources en eau—vont être de plus en plus sollicitées pour faire face aux énormes défis de développement de la région. L'enjeu est donc de répondre à ces besoins sans compromettre la disponibilité et la qualité de ces ressources.

### *Usages concurrents des ressources en eau*

L'analyse du contexte socio-économique met en évidence la forte croissance démographique du bassin, les énormes besoins de lutte contre la pauvreté. Les ressources naturelles du bassin, et en particulier les ressources en eau, sont de plus en plus sollicitées dans le cadre des efforts de développement des Etats.

*Besoins de la culture irriguée* : Les Etats riverains manifestent leur volonté d'accroître les investissements dans l'irrigation dans le bassin du fleuve. Si ces ambitions se matérialisent, les besoins en eau de l'agriculture irriguée dans le bassin du fleuve Sénégal pourraient augmenter de façon très significative et pourraient être multipliés par 3 ou 4 par rapport à la demande actuelle du sous-secteur, passant de 1,4 milliards de m<sup>3</sup> à plus de **5 milliards de m<sup>3</sup>** -- scénario pessimiste d'aménagement de 255.000 hectares de terres irrigables avec une intensité culturale de 1,3 (Tractebel et al. 2013). Sur la base des estimations de l'Evaluation Régionale Stratégique (Tractebel et al. 2013, op. cit), avec la construction des réservoirs sur le Bafing (en amont de Manantali) et en particulier ceux de Koukoutamba (1,822 milliards de m<sup>3</sup>), il devrait être possible en année de bonne hydraulicité de couvrir les besoins en eau de l'irrigation, besoins qui posent problème surtout pour les cultures de contre-saison chaude. Dans un scénario optimiste d'une intensité culturale de 1,6, les ressources en eau disponibles seraient insuffisantes pour couvrir les besoins de l'irrigation (Tratebel et al, 2013, op. cit).

*Accès à l'eau potable* : Des progrès spectaculaires ont été faits depuis 1990 dans l'espace OMVS en ce qui concerne l'amélioration de l'accès à l'eau potable. En 2015, entre 60% (Mauritanie) et 80% (Sénégal) de la population a accès à des ressources améliorées d'eau potable (voir tableau 13. ci-dessous). Mais le maintien voire l'amélioration des niveaux actuels d'accès de la population à l'eau potable va nécessiter des efforts soutenus dans les décennies à venir, prenant en compte la démographie galopante. Ces tendances démographiques conjugués au fait que le fleuve alimente en eau potable aussi bien les populations du bassin que celles des grandes agglomérations des Etats riverains font que les besoins de prélèvement d'eau du fleuve pour la consommation devraient augmenter très vite. L'Evaluation Régionale Stratégique des nouveaux barrages de l'OMVS prévoient une hausse de **26,5 millions de m<sup>3</sup>** d'eau par an aujourd'hui à plus de 132 millions de m<sup>3</sup> en 2025 (Tractebel et al 2013)

### **Tableau 13.** Evolution de l'accès à l'eau potable dans l'espace OMVS

Pays	Proportion de la population ayant accès à des ressources améliorées d'eau potable (MDG) : %			
	1990	2000	2010	2015
Guinée	52	63	73	77
Mali	27	47	67	77
Mauritanie	29	42	54	58
Sénégal	60	67	75	79

Source : Nations Unies, 2015<sup>13</sup>.

*Besoins en eau de l'élevage.* Le SDAGE estime le cheptel du bassin du fleuve à 5 millions de bovins, 13 millions de petits ruminants, 600.000 de chameaux et 450.000 de chevaux et ânes, soit des besoins de consommation en eau de **61 millions m<sup>3</sup>/an** (SDAGE Phase 1, 2009).

*Besoin en eau du secteur minier et industriel.* Présentement, cela concerne surtout des besoins en eau des unités industrielles d'exploitation de l'or dans le haut-bassin. L'Évaluation Régionale Stratégique des projets hydroélectriques de l'OMVS (Tractebel et al, 2013) estime les besoins du secteur minier et industriel à **13 millions de m<sup>3</sup>** d'eau par an. Ce secteur est en forte croissance et ses besoins en eau devraient, à l'horizon 2025, être multipliés par 20 à l'horizon 2025 (Tractebel et al 2013).

*Besoins en eau des cultures de décrue.* Les superficies inondées annuellement par la crue varient suivant l'hydraulicité du fleuve, et en particulier les hauteurs d'eau à Bakel en aout-septembre. Durant la période d'avant-barrages, dans les années 1950-60, on estime que les superficies inondées en année exceptionnelle pouvaient atteindre 500.000 ha. En année normale, une superficie tournant autour de 100.000 hectares pouvait être inondée pour une période assez longue (30-45 jours) pour permettre une agriculture de décrue viable. Depuis la mise en service du barrage de Manantali, l'objectif visé est d'assurer 50.000 ha de décrue, nécessitant un volume d'eau de **4,5 milliards** de m<sup>3</sup> à Bakel entre aout et septembre.

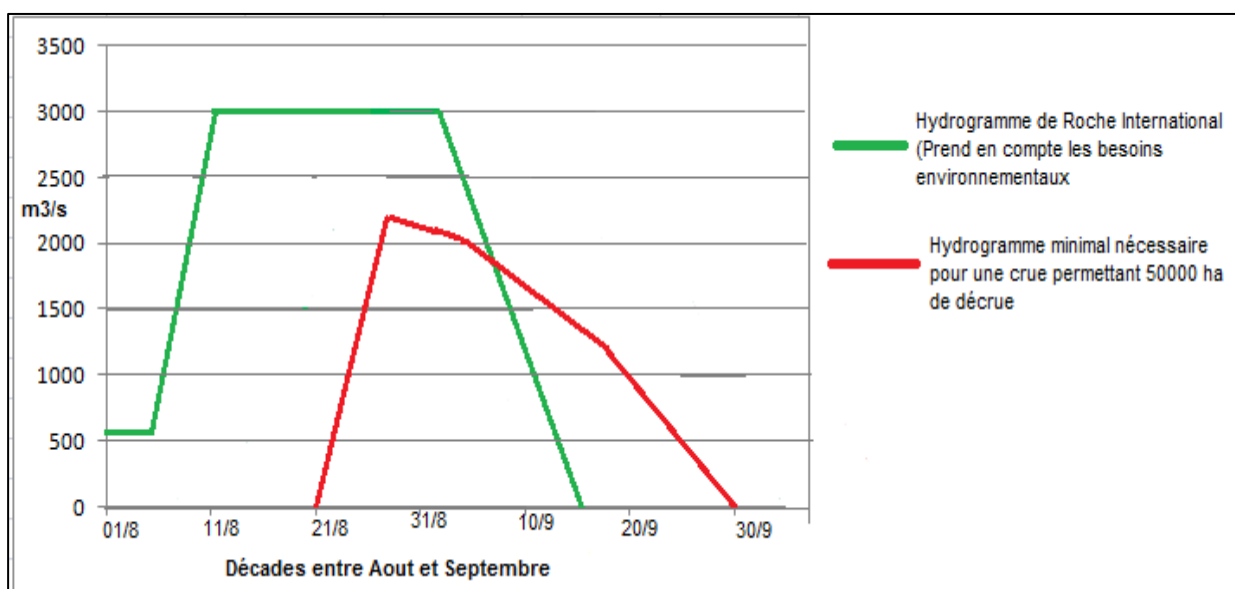
*Besoin en eau de l'environnement.* Les besoins en eau de l'écosystème du fleuve Sénégal n'ont pas fait l'objet d'une étude systématique. On a jusqu'ici recours au « débit sanitaire », parfois défini pour représenter 10% du débit moyen annuel – 10 m<sup>3</sup>/s pour l'OMVS. Un débit sanitaire ou débit minimum se réfère à la quantité minimale d'eau qui doit être laissée toute l'année dans le lit du fleuve afin d'éviter l'arrêt des écoulements, la discontinuité du flux, ce qui affecterait les mouvements d'espèces telles que les poissons (Niasse & Cherlet, 2015). Bien que commode parce que facile à déterminer et à mettre en œuvre, le concept de débit sanitaire est en pratique de peu d'utilité pour identifier et satisfaire aux besoins en eau des écosystèmes. Les écosystèmes sont complexes et divers et leurs besoins varient dans le temps. Ils s'expriment aussi bien en termes quantitatifs (volumes d'eau) que qualitatifs (vitesse d'écoulement, température de l'eau, charge sédimentaire, etc.). Le concept de débit environnemental a été proposé pour prendre en compte cette complexité. Le débit environnemental décrit la quantité, la qualité et la variation dans le temps des écoulements nécessaires au maintien des écosystèmes

<sup>13</sup> Nations Unies, 2015 : Base de données - Indicateurs des Objectifs du Millénaire pour le Développement. Site officiel des Nations Unies sur les Indicateurs OMD. Accédé à : <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/data.aspx>



aquatiques et estuariens ainsi que des moyens de subsistance et de bien-être qui dépendent de ces écosystèmes (Niasse et Cherlet, 2015). La définition du débit environnemental pour un bassin fluvial dans sa totalité ou pour un sous-bassin ou un bief n'est possible que sur la base d'un exercice méticuleux et pluridisciplinaire.

A défaut de débit environnemental défini pour le fleuve Sénégal, on se réfèrera aux approximations existantes. Roche International, tenant en compte les besoins de la faune ichtyologique (migrations, zones de reproduction, disponibilité de plancton, etc.) entre l'aval de Manantali et la retenue de Diama a estimé qu'il fallait reproduire la crue naturelle avec débit de pointe à 3000 m<sup>3</sup>/s à Bakel pendant une vingtaine de jours entre aout et septembre (Fig.14). Cela nécessite un volume d'eau de plus **8 milliards de m<sup>3</sup>** entre aout et septembre (Roche International, 2000 ; Tractebel et al. 2013 ; Bader et Cauchy, 2013). Une telle crue permet la culture de décrue sur des dizaines de milliers d'hectares, la recharge des nappes profondes, l'approvisionnement en eau des forêts-galeries de gonakiés, etc.



**Fig.14.** Les besoins en eau pour la crue et les écosystèmes selon le POGR et Roche International (2000)

Bien qu'il s'agisse d'utilisations non consommatrices de l'eau, les secteurs de l'hydroélectricité et, plus tard, de la navigation imposent parfois des contraintes à la disponibilité de l'eau pour les autres usages. Afin d'atteindre leurs objectifs de production d'électricité, les barrages turbinent en permanence des quantités importantes d'eau. Ils ont besoin d'un débit minimum garanti toute l'année : 200 m<sup>3</sup>/s (nécessitant un volume d'eau de **6,3 milliards de m<sup>3</sup> par an**) pour le barrage de Manantali sur le Bafing, et 80 m<sup>3</sup>/s (**2,5 milliards de m<sup>3</sup>/an**) pour le barrage Gourbassi prévu sur la Falémé. Le programme navigation de l'OMVS est bâti sur un objectif de 300 m<sup>3</sup>/s de débit minimum garanti, ce qui nécessite **600 millions de m<sup>3</sup>**, en plus des débits générés pour les besoins de la production d'électricité.

Le tableau 14 (ci-après) récapitule de façon simplifiée les besoins en eau concurrents des différents secteurs (il ne prend pas en compte l'évaporation le long du fleuve, dans les lacs naturels et à partir des réservoirs des barrages).

**Tableau 14.** Besoins en eau douce par secteur

Usages de l'eau	Secteurs	Demande 2008 (Mm <sup>3</sup> )	Demande 2025 (Mm <sup>3</sup> )
Utilisations consommatrices	Agriculture irriguée	1.450,5	5.250,0 <sup>(a)</sup>
	Elevage	61,0	84,0
	Eau potable	26,5	132,3
	Mines/industries	13,0	235,0
Utilisations non consommatrices	Hydroélectricité	6.300,0 <sup>(b)</sup>	8.800,0 <sup>(c)</sup>
	Navigation	-	630,0 <sup>(d)</sup>
Besoins environnementaux	Culture de décrue <sup>(e)</sup>	4.500,0	4.500,0
	Besoins environnementaux <sup>(e)</sup>	8.130,0	8.130,0

*Sources : Utilise des données Tractebel et al, 2013 et du SDAGE Phase 1, 2009 ; Roche International, 2000 ; etc. Notes : (a) Estimation basée sur un scénario de 255.000 ha aménagés à l'horizon 2025 pour une intensité culturale de 1,3. ; (b) Sur la base du débit minimum de 200<sup>3</sup>/s garanti pour Manantali ; (c) prend en compte le débit garanti pour Gourbassi (80m<sup>3</sup>/s)<sup>14</sup> ; (d) Sur la base d'un débit régularisé à 300m<sup>3</sup>/s, mais ne représentant que 20 m<sup>3</sup>/s en plus du débit minimum requis pour la production d'électricité (280m<sup>3</sup>/s) ; (e) Seulement pour la période août-septembre.*

Les enjeux de gestion des besoins concurrents en eau du fleuve Sénégal peuvent être résumés par les points suivants :

a. Le budget d'eau du bassin du fleuve Sénégal est de l'ordre de **20 à 22 milliards de m<sup>3</sup>** charriés à Bakel chaque année<sup>15</sup>. Depuis le début des années 1970 les débits moyens s'inscrivent dans une tendance baissière, avec cependant une légère amélioration au cours des dernières années. Comme on le verra par la suite, il y a de grandes incertitudes sur l'impact possible du changement climatique sur la disponibilité de la ressource en eau. Mais la majorité des scénarios de changements climatiques pour le bassin du fleuve Sénégal prédisent une réduction plus ou moins prononcée des écoulements à l'horizon 2050 et 2080. Si les prédictions pessimistes devaient se confirmer il faudrait s'attendre à ce que le budget d'eau baisse de 10 à 15%, voire plus dans les années à venir.

b. Les besoins de l'agriculture irriguée –secteur responsable de l'essentiel des prélèvements d'eau—pourraient être encore plus élevés que les estimations faites ci-dessus. Le fleuve Sénégal est une des régions du monde les plus ciblées dans le cadre du phénomène appelé aussi « accaparement des terres ». Les acquisitions à grande échelle de terres agricoles par des

<sup>14</sup> Les eaux turbinées par les futures centrales des barrages de Balassa, Koukoutamba et Bouréya sur le Bafing atterissent dans le réservoir de Manantali. Les centrales des barages de Félou et de Gouina returbinent l'eau provenant du barrage de Manantali situé en amont.. Ainsi pour l'affluent du Bafing, seul le débit turbiné par Manantali est pris en compte dans le budget eau requis pour la production d'électricité des barrages existants et en projet.

<sup>15</sup> Ce budget d'eau ne tient pas en compte les apports en aval de Bakel –apports qui sont négligeables. Il ne tient pas non plus compte des eaux souterraines, lesquelles sont encore mal connues en termes de volumes disponibles et de mécanismes et rythme de recharge.

investisseurs (mais aussi des spéculateurs) privés nationaux et étrangers sont pour le moment gênées par la résistance des populations locales et de la société civile nationales. Néanmoins, rien que pour le Sénégal, le Projet Land Matrix recense 19 transactions foncières internationales récentes couvrant une superficie totale de 270.980 hectares, et près de 50% de ces transactions concernent la basse vallée et le delta du fleuve Sénégal (Land Matrix, 2016)

c. Les besoins du secteur minier pourraient être encore plus importants qu'estimés ci-dessus. D'après le SDAGE, le boom de l'industrie minière est tel en Guinée que les besoins en eau du secteur pourraient passer de 14 millions de m<sup>3</sup> aujourd'hui à 1,2 milliards de m<sup>3</sup>/an en 2025 (SDAGE Phase 1, 2009).

d. La production d'électricité est clairement la priorité des Etats membres de l'OMVS. Les consignes de gestion de la ressource vont continuer à refléter ce choix. Bien que la production d'hydroélectricité soit un usage non consommateur de l'eau –l'eau turbinée étant disponible pour les autres usages—elle requiert un débit minimum garanti toute l'année et, plus les objectifs de production sont élevés plus ce débit minimum est important.

La crue annuelle est donc en péril et cela peut avoir des incidences majeures non seulement pour les cultures de décrue, mais aussi et surtout pour la santé de l'environnement du bassin. Un des enjeux majeurs de gestion de l'environnement du bassin du fleuve est donc d'une part d'optimiser la disponibilité et la qualité de l'eau, et d'autres part de contenir la demande sans pour autant pénaliser les efforts de développement des pays riverains.

Cela dit, les besoins bruts annuels en eau des différents secteurs sont encore en deçà du budget d'eau annuel du fleuve qui est de l'ordre de 22 milliards de m<sup>3</sup>/an. Il s'y ajoute que des usages importants comme la production d'énergie hydroélectrique et la navigation sont non consommateurs de l'eau.

Cependant, l'enjeu est donc de gérer les ressources disponibles, en tenant compte des variations saisonnières de la demande des différents secteurs. La tension sur la ressource en eau est et restera forte pendant la saison sèche, et en particulier si l'expansion des aménagements hydroagricoles s'accompagne d'une amélioration de l'intensité culturale et/ou de la péjoration des conditions hydro-climatiques (effets possibles du changement climatique). Il y a donc nécessité d'arbitrage des besoins, ce qui montre l'importance du rôle de la Commission Permanente des Eaux de l'OMVS (voir section suivante).

Les compétitions et risques de conflits autour de l'eau et des ressources qui en dépendent peut se poser sous différentes formes et à différentes échelles : conflits de priorités entre Etats riverains (certains pouvant donner la préférence à l'énergie ou la navigation et d'autres à l'irrigation et aux cultures de décrue) ; conflits entre usagers en amont et ceux vivant en aval ; conflits d'usages entre habitants du bassin (qui pourraient privilégier l'allocation de l'eau aux activités productives locales comme agriculture, pêche, élevage) et des acteurs nationaux dont une partie de la consommation en eau et en électricité provient du fleuve ; conflits entre petits producteurs et grands exploitants agro-industriels ou entre éleveurs et agriculteurs, etc. La nécessité de la prévention et de la gestion des conflits d'usages des ressources se pose donc à l'échelle du bassin, de l'OMVS mais aussi à l'échelle de chacun des Etats riverains.

### **3. ANALYSE DE LA GOUVERNANCE DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT DU BASSIN**

Le cadre de gouvernance des questions environnementales du bassin est analysé à plusieurs échelles. D'abord à l'échelle de l'OMVS, qui sous beaucoup d'angles a fait des avancées notables dans l'approfondissement de la coopération transfrontalière. L'OMVS a aussi été à l'avant-garde dans la mise en œuvre de principes de la gestion intégrée des ressources en eau. Pour ces raisons, elle est souvent considérée comme un modèle réussi de développement et de gestion de cours d'eau partagés. Le second niveau d'analyse est l'environnement juridique et institutionnel de gestion de l'eau et de l'environnement du bassin qui concerne l'échelle régionale et internationale. Les normes environnementales émergentes relatives à la gestion des ressources et de l'environnement s'appliquent dans une certaine mesure aux Etats membres de l'OMVS, surtout si ces derniers sont signataires des conventions et accords internationaux qui font la promotion de ces normes. Le troisième niveau est l'échelle nationale. Les dispositifs juridiques et les cadres institutionnels des Etats évoluent vite, souvent dans la bonne direction, mais rarement au même rythme. Chaque Etat applique ses lois et stratégies de développement dans la partie du bassin du fleuve Sénégal se trouvant sur son territoire national.

#### **3.1. Le cadre de gouvernance environnementale de l'OMVS**

Dès leur indépendance les Etats riverains du fleuve ont manifesté leur volonté de mettre en place un cadre de coopération autour du fleuve Sénégal. C'est ainsi que fut créé en 1953 le Comité Inter-Etat (CIE) regroupant la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal avec pour objectif la mise en valeur intégrée du bassin du fleuve Sénégal. A cet effet, la Convention de création de la CIE déclare le fleuve Sénégal et ses affluents « cours d'eau international ». Pour renforcer davantage la coopération interétatique, les Etats riverains du fleuve créèrent l'Organisation des Etats Riverains du fleuve Sénégal (OERS) en 1968 à Labé en Guinée. Visant une intégration économique inter-Etatique alors que les relations diplomatiques entre certains de ses Etats membres s'étaient détériorées, l'OERS ne surviva pas longtemps. Sur ses cendres, trois des quatre Etats riverains (le Mali, la Mauritanie et le Sénégal) créèrent l'Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) en 1972. Frappés de plein fouet par la grande sécheresse qui régnait alors, les trois Etats prirent la résolution d'unir leurs forces pour la maîtrise et le développement des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal.

**Textes fondateurs de l'OMVS.** L'acte d'établissement de l'OMVS se compose de deux conventions complémentaires. La première est la Convention portant statut juridique du fleuve Sénégal. Cette Convention réaffirme le statut de « cours d'eau international » du fleuve Sénégal et ses affluents, garantissant la liberté de la navigation et l'égalité dans le traitement des usagers de l'eau. Cette convention consacre le principe d'approbation préalable par les Etats membres de l'OMVS pour tout projet, toute intervention susceptible de modifier de manière sensible les caractéristiques du fleuve (OMVS, 2003b; Diagne, 2004). La seconde Convention porte sur la création de l'OMVS. Plus tard, en 1978, sera adoptée la Convention relative au statut juridique des ouvrages communs, c'est-à-dire ceux appartenant en copropriété aux Etats membres de

l'OMVS. La Convention précise les conditions à remplir pour qu'un ouvrage soit considéré comme bien commun des Etats membres. Elle est complétée, en 1982, par la Convention relative aux modalités de financement des ouvrages communs. Cette convention définit une clé de répartition des coûts et charges entre Etats pour le financement des ouvrages communs. La même clé de répartition s'applique aussi aux bénéfices générés par ces ouvrages.

L'absence de la Guinée du cadre de coopération autour du fleuve Sénégal a été pendant longtemps un lourd handicap pour la gestion du bassin, les principaux affluents du fleuve prenant leur source dans le Massif du Fouta-Djallon, en Moyenne et Haute Guinée. Cette faiblesse a été corrigée en 2006 avec le Traité d'adhésion de la Guinée à l'OMVS.

**La Charte des Eaux.** Une autre innovation-qui a été imitée dans beaucoup de bassins fluviaux-est l'adoption en 2002 d'une Charte des Eaux du fleuve Sénégal. La Charte traduit une vision partagée de la gestion durable du bassin par les Etats membres de l'OMVS. Elle renforce le cadre juridique de coopération inter-Etatique en comblant ses lacunes en ce qui concerne la protection de l'environnement et le développement durable. En effet, la Charte s'appuie sur les principes de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) et les dispositions clés contenues dans la Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation (qui date de 1997 mais qui n'entrera en vigueur qu'en 2014).

La Charte a pour objets (article 2) de :

- fixer les principes et modalités de la répartition des eaux du Fleuve Sénégal entre les différents secteurs d'utilisation. Ces secteurs que sont : l'agriculture, l'élevage, la pêche continentale, la pisciculture, la sylviculture, la faune et la flore, l'énergie hydroélectrique, l'alimentation en eau des populations urbaines et rurales, la santé, les usages domestiques, l'industrie, la navigation, l'environnement.
- définir les modalités d'examen et d'approbation des nouveaux projets d'utilisateurs d'eau ou affectant la qualité de l'eau ;
- déterminer les règles relatives à la préservation et à la protection de l'environnement, particulièrement en ce qui concerne la faune, la flore, les écosystèmes des plaines inondables et des zones humides.

La Charte est ainsi un atout important dans les efforts de gestion des problèmes environnementaux du bassin. Comme le montrent les extraits de la Charte (mis en évidence dans le box 1, ci-dessous), plusieurs de ses dispositions spécifiques identifient et essaient d'apporter des solutions aux problèmes environnementaux les plus urgents du bassin.

**Box 1. Quelques extraits de la Charte relatifs à la bonne gouvernance environnementale du bassin du fleuve Sénégal**

*Toute répartition des eaux entre les usages est fixée en prenant en considération la disponibilité de la ressource et en intégrant les éléments suivants :*

- *La coopération sous-régionale ;*
- *La **gestion intégrée de la ressource**, y compris l'intégration de la **dimension de l'environnement** dans la gestion de l'eau et le **maintien durable des conditions écologiques favorables** dans le bassin du Fleuve. (Article 5)*

*Sauf en cas de circonstances extraordinaires, [...], **la crue artificielle sera garantie annuellement** (Article 14)*

*Les Etats contractants s'engagent à **contrôler toute action de nature à modifier de manière sensible les caractéristiques du régime du Fleuve, l'état sanitaire des eaux, les caractéristiques biologiques de sa faune et de sa flore, son plan d'eau et de manière générale son environnement.** (Article 16) [...], les Etats contractants se concertent afin de **prévenir l'introduction d'espèces étrangères ou nouvelles, de plantes ou d'animaux, susceptibles d'altérer l'écosystème** (Article 16)*

*Dans ce cadre, il est procédé chaque année à l'**évaluation prospective de la quantité d'eau et de la qualité de l'eau** du bassin hydrographique du Fleuve. (Article 17)*

*Les **taxes instituées par les Etats à l'encontre des usagers pollueurs de l'environnement** sont affectées au financement de la gestion écologiquement rationnelle de la ressource. Les Etats veilleront à ce que le **principe pollueur-payeur** soit appliqué aux personnes morales et physiques. (Article 18)*

*Nonobstant l'application du principe pollueur- payeur, **la violation par un Etat de ses obligations internationales en matière de pollution engage sa responsabilité** conformément aux règles du droit international (Article 18).*

**La Commission Permanente des Eaux.** La Commission Permanente des Eaux (CPE) est un élément d'une grande importance dans le dispositif juridico-institutionnel de gestion des ressources en eau de l'OMVS. La CPE est un organe consultatif du Conseil des Ministres de l'OMVS. Composée de représentants des Etats membres, la CPE est chargée de définir les modalités de répartition des eaux du fleuve entre secteurs d'utilisation. Ce rôle de la CPE a été réaffirmé et renforcé par la Charte des Eaux.

**Autres éléments du dispositif lié à la gestion de l'environnement.** Au plan institutionnel, parmi les aspects les plus importants du point de vue de la prise en charge des problèmes environnementaux du bassin, on peut noter :

a. *La création en 2010 de la Direction de l'Environnement et du Développement Durable (DEDD).* La DEDD est l'une des quatre directions du Haut-Commissariat de l'OMVS. La DEDD absorbe l'Observatoire de l'Environnement et coordonne la mise en œuvre du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion de l'Eau du bassin du fleuve, élaboré entre 2009 et 2011). Le SDAGE est un document de planification stratégique, conciliant et intégrant les objectifs sectoriels (y compris ceux définis dans le Plan d'Action Stratégique – version 2008) de l'OMVS pour les 25 années à venir. La DEDD est aussi responsable de la publication périodique d'un rapport sur l'Etat de l'Environnement et des Ressources Naturelles du Bassin

du fleuve Sénégal, sur la base des résultats de suivi de l'Observatoire.

b. *La création en 2016 de la SOGEOH (Société de Gestion du Haut-Bassin guinéen du fleuve Sénégal).* La SOGEOH est une des sociétés de gestion de l'OMVS (les autres étant la SOGEM, la SOGED, la SOGENAV). La SOGEOH a pour but d'accompagner la planification et mise en œuvre des grandes infrastructures hydrauliques et hydroélectriques prévues par l'OMVS dans la partie guinéenne du bassin. La SOGEOH peut aider à améliorer le niveau de connaissance des problèmes environnementaux dans la partie guinéenne du bassin et favoriser la mise en œuvre de réponses coordonnées à ces problèmes.

c. *L'élargissement et le renforcement du cadre de participation du public.* Le cadre de participation du public dans le bassin du fleuve Sénégal comprend quatre niveaux :

- Au niveau régional, la création en 2009 d'un Comité de bassin (sur le modèle des Comités de bassin en France). Le Comité de bassin du fleuve Sénégal est un organe consultatif ayant pour objectif de favoriser une participation active des usagers à la gestion des ressources en eau du bassin. Le CB donne son avis sur les grands axes de la politique d'aménagement du bassin, sur la gestion des ressources en eau et sur les problèmes environnementaux. Avec une soixantaine de membres, le Comité de bassin comprend quatre collèges : (a) celui des représentants de l'Etat et des organisations para-étatiques (agences de développement, administration déconcentrée, collectivités territoriales) ; (b) celui des usagers de l'eau (y compris agences et établissements d'exploitation et de distribution d'eau et d'électricité ; les organisations de producteurs) ; (c) celui de la société civile (ONG et associations) ; (d) celui de la communauté scientifique.
- Au niveau national, avec l'existence dans chaque Etat d'un Comité National de Coordination (CNC) où sont représentés les départements ministériels impliqués dans la gestion du bassin. Les CNC (ainsi que les CLC) ont été mis en place à la fin des années 1990 et au début des années 2000 dans le cadre du Programme d'Atténuation et de Suivi des Impacts des réalisations de l'OMVS sur l'Environnement (PASIE)<sup>16</sup>. Ils ont pour objet d'accompagner la formulation et la mise en œuvre des projets de l'OMVS au niveau national. Dans le cadre de l'ADT et du PAS, les CNC, élargis à d'autres acteurs clés, ont servi de plateforme pour la validation des composantes nationales de l'ADT et du PAS, respectivement en 2006 et en 2007.
- Au niveau sous-régional, les Comités Locaux de Coordination (CLC) sont mis en place à l'échelle administrative du Cercle (Mali), Moughata (Mauritanie) ou Préfecture ou Département (Sénégal, Guinée). Il existe 28 CLC : 4 en Guinée, 10 au Mali, 7 en Mauritanie et 7 au Sénégal. Ils favorisent l'implication au niveau local des parties prenantes dans les activités de l'OMVS. Les CLC du bassin ont été fortement impliqués dans le choix des domaines prioritaires d'intervention du PAS du bassin du fleuve Sénégal.
- Au niveau local, la mise en place d'Associations des Usagers (AdU) a été expérimentée dans la composante « Trust Fund » du PGIRE (avec financement Neerlandais). Les AdU sont des associations au niveau villageois ou inter-villageois intervenant dans la

---

<sup>16</sup> Les composantes du PASIE comprenaient entre autres l'optimisation de la gestion des réservoirs, la lutte contre les maladies liées à l'eau, la mise en place de l'Observatoire de l'Environnement, etc.

mise œuvre d'activités conduites dans le cadre de projets de l'OMVS (en l'occurrence d'activités financées par le Trust Fund), comme l'entretien des axes hydrauliques, la lutte antiérosive, la réalisation de systèmes d'approvisionnement en eau potable.

On le voit donc, à l'échelle de l'OMVS le cadre de gouvernance des ressources du bassin, et en particulier des ressources en eau, est très avancé sur le papier. Il reste qu'il y a encore beaucoup à faire pour que ce cadre de gouvernance soit reflété dans la réalité, dans les pratiques sur le terrain. Des dispositions importantes de la Charte des Eaux sont encore à mettre en œuvre : par exemple, en pratique, le soutien de crue ne semble plus être une priorité dans la gestion du barrage de Manantali ; le principe pollueur-payeur n'est pas appliqué ; de grandes infrastructures hydroagricoles –notamment dans l'agriculture irriguée par des investisseurs privés–sont réalisées dans les Etats sans notification préalable des autres pays riverains. Depuis la fin du Projet GEF-PNUD-Banque Mondiale en 2008 – projet qui avait un important volet « participation du public » – les Comités Locaux de Coordination sont devenus moins visibles. Il y a donc un besoin urgent de vulgariser et rendre effectives les dispositions de la Charte des Eaux. Les structures de mobilisation et d'implication des parties prenantes du bassin doivent être réactivées.

### **3.2. Cadre de gouvernance de l'eau et de l'environnement au niveau régional et international**

Les éléments du cadre de gouvernance régionale et international qui sont pertinents pour la gestion de l'eau et de l'environnement du bassin sont nombreux et on ne peut les citer tous. On se contentera d'insister sur quelques exemples qui peuvent être d'une importance particulière surtout pour la gestion des problèmes environnementaux spécifiques discutés dans le présent rapport.

***Convention-cadre de coopération entre les Etats riverains des fleuves originaires du Massif du Fouta Djallon.*** Cette Convention-cadre a été élaborée en 2011 dans le cadre du Programme PRAI-MFD (Programme d'Aménagement Intégré du Massif du Fouta Djallon). Elle a pour objet de lutter contre la dégradation des écosystèmes terrestres et aquatiques du Massif du Fouta-Djallon, de réduire les pressions anthropiques et d'œuvrer pour la préservation des ressources naturelles du Massif. Dans le cadre de la Convention, il est prévu la mise en place d'un Observatoire Régional du Massif du Fouta-Djallon, dans une large mesure sur le modèle de l'Observatoire de l'Environnement de l'OMVS. Le processus de ratification de la Convention connaît des lenteurs et seule la Guinée l'a pour le moment ratifiée (2015).

***Normes de gouvernance des infrastructures hydrauliques dans l'espace CEDEAO.*** En Novembre 2015 à Dakar, le Comité Ministériel de Suivi de la GIRE de la CEDEAO adoptait un projet de Directive sur les infrastructures hydrauliques. Ce projet de Directive vise à harmoniser les normes de planification et construction des grands ouvrages hydrauliques dans l'espace CEDEAO et à les aligner aux normes et standards internationaux dans ce secteur. Trois des quatre Etats membres de l'OMVS sont aussi membres de la CEDEAO et étant donné que la CEDEAO a un régime juridique supranational, le projet de Directive, une fois adopté par les instances de la CEDEAO, s'impose à tous les Etats membres, sans qu'il y ait besoin d'une phase de ratification au niveau national.



**Convention des Nations Unies sur le droit relatif aux utilisations des cours d'eau internationaux à des fins autres que la navigation.** La Convention contient des dispositions importantes en ce qui concerne la gestion de l'environnement des bassins partagés. Parmi ces dispositions, on peut citer : le principe d'équité et de justice dans l'allocation des ressources et le partage des coûts ; le besoin d'éviter de causer des dommages significatifs à des pays tiers ; le besoin de notification préalable des pays tiers en cas d'interventions majeures ; la nécessité de protéger les écosystèmes ; etc. Cette Convention qui a été adoptée à l'Assemblée Générale des Nations Unies en 1997 n'est entrée en vigueur qu'en 2014 (année où elle a eu le nombre requis de ratifications par les Etats<sup>17</sup>). Mais il faut dire qu'avant même son entrée en vigueur, cette Convention servait de norme dans la coopération autour des cours d'eau transfrontaliers.

**Accord de Paris sur le Changement Climatique.** L'Accord ou Traité de Paris sur le Changement Climatique a été adopté le 12 décembre 2015 lors de la XXI<sup>ème</sup> Session de la Conférence des Parties (COP-21) de la Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique (CCNUCC). Il consiste en un consensus mondial et un engagement ferme des Etats dans la lutte contre le réchauffement de la planète. Son objectif précis est de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre afin de contenir la température moyenne de la planète en dessous de 2° C par rapports aux niveaux préindustriels. L'Accord de Paris est aussi un engagement pour renforcer la capacité d'adaptation et la résilience au changement climatique. Tous les Etats membres de l'OMVS ont signé l'Accord de Paris – Accord qui est entré en vigueur depuis le 4 novembre 2016. Ils sont aussi en train de finaliser leurs Contributions Déterminées au niveau National, précisant leurs efforts nationaux dans l'atteinte des objectifs globaux de l'Accord de Paris.

On le voit donc, le cadre régional de gouvernance durable des ressources en eau et de l'environnement est favorable, surtout si on tient compte les nombreuses conventions et accords internationaux sur l'environnement dont les pays membres de l'OMVS sont signataires (voir tableau 15, ci-après).

**Tableau 15.** Conventions et accords internationaux relatifs à la gouvernance de l'eau et de l'environnement applicables dans les pays membres de l'OMVS (Sources : Informations Aboua, 2004 mises à jour)

ACCORDS / PAYS	GUINEE	MALI	MAURITANIE	SENEGAL
Convention Ramsar <sup>18</sup>	18/03/93	25/09/87	22/02/83	11/11/77
Convention pour La Protection du Patrimoine Mondial, Culturel et Naturel <sup>19</sup>	18/03/79 (Ratification)	05/04/77 (Acceptation)	02/03/81 (Ratification)	13/02/76 (Ratification)
Convention sur le commerce International des Espèces de Faune et de Flore Sauvages Menacées d'Extinction (CITES) <sup>20</sup>	21/09/81 (Adhésion)	18/07/94 (Adhésion)	13/03/98 (Adhésion)	05/08/77 (Adhésion)
Convention Cadre des Nations Unies sur le changement climatique	07/05/93 (Ratification /Adhésion)	28/12/94 (Ratification /Adhésion)	20/01/94 (Ratification /Adhésion)	17/10/94 (Ratification /Adhésion)
Convention sur la Biodiversité	07/05/93 (Ratification)	29/03/95 (Ratification)	16/08/96 (Ratification)	17/10/94 (Ratification)

<sup>17</sup> On note que parmi les 35 pays qui l'ont ratifiée à sa date d'entrée en vigueur (août 2014), six sont de l'Afrique et aucun de l'espace OMVS.

<sup>18</sup> [http://www.ramsar.org/key\\_cp\\_f.htm](http://www.ramsar.org/key_cp_f.htm)

<sup>19</sup> <http://portal.unesco.org/la/convention.asp?KO=13055&language=F&order=alpha>

<sup>20</sup> <http://www.cites.org/fra/disc/parties/alphabet.shtml>

ACCORDS / PAYS	GUINEE	MALI	MAURITANIE	SENEGAL
	/Adhésion)	/Adhésion)	/Adhésion)	/Adhésion)
Protocole de Carthage sur la Biosecurité	24/05/00 (Signature)	04/04/01 (Signature)		31/10/00 (Signature)
Convention sur la Lutte contre la Desertification	23/06/97 (Ratification)	31/10/95 (Ratification)	07/08/96 (Ratification)	26/07/95 (Ratification)
Convention de Stockholm sur les Polluants Organiques Persistants (POPs) <sup>21</sup>	23/05/01 (Signature)	23/05/01 (Signature)	08/08/01 (Signature)	23/05/01 (Signature)
Convention de Minamata sur le Mercure <sup>22</sup>	21/10/2014 (Ratification)	27/05/2016 (Ratification)	18/08/2015 (Ratification)	3/03/2016 (Ratification)
Accord de Paris sur le Changement Climatique	21/09/2016 (Ratification)	21/09/2016 (Ratification)	22 avril 2016 (Signature)	21/09/2016 (Ratification)

### 3.3. Dispositifs pertinents pour la gouvernance de l'environnement du bassin du fleuve dans les Etats riverains

Si les problèmes environnementaux du bassin sont parfois des problèmes communs aux pays riverains, ils sont aussi et parfois le plus souvent des problèmes qui se posent d'abord individuellement aux pays et sont ou devraient être gérés à l'échelle des pays concernés avant de devenir des sujets de préoccupation nécessitant des solutions régionales. A ce propos, il est important de noter que la performance de dispositifs de gestion des questions environnementales dans des pays tels que le Mali ou la Mauritanie (du fait de l'importance de superficie du bassin située dans ces pays) a nécessairement des implications importantes sur la gouvernance générale de l'environnement du bassin. D'un autre côté pour un pays tel que le Sénégal où plus de 36% du territoire se trouve dans le bassin du fleuve, la pertinence d'un cadre national de gestion de l'environnement est discutable sans la prise en compte appropriée des problèmes spécifiques qui se posent dans le bassin. Même pour la Guinée où le bassin du Sénégal n'occupe que 12% du territoire national, la gestion de l'environnement du Massif du Fouta-Djalon (dont fait partie la portion guinéenne du bassin) est un enjeu national mais aussi international.

#### 3.3.1. Dispositifs pertinents de la gouvernance de l'environnement en Guinée

La Guinée dispose de toute la panoplie des textes qui généralement régissent la gestion de l'environnement et des ressources. Alors qu'une Politique Nationale de l'Eau (fondée sur les principes de la GIRE) est en cours d'élaboration et devrait être finalisée en 2017, la référence en ce qui concerne la gouvernance de l'eau en Guinée reste le Code de l'Eau (Loi L94-005) datant de février 1994. Ce Code définit les modalités d'utilisation et de conservation des ressources en eau. Certaines de ses dispositions concernent la lutte contre la pollution de l'eau notamment par le contrôle des déversements, écoulements et rejets dans les eaux de surface et eaux souterraines. La Guinée a élaboré en 2001 une Feuille de Route 2011-2015 en vue de la préparation d'un Plan d'Action National GIRE – PAGIRE (DNH-Mali), Plan dont la formulation connaît des retards.

<sup>21</sup> <http://www.pops.int/documents/signature/signstatus.htm>

<sup>22</sup> [https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg\\_no=XXVII-17&chapter=27&lang=fr](https://treaties.un.org/Pages/ViewDetails.aspx?src=TREATY&mtdsg_no=XXVII-17&chapter=27&lang=fr)

Le Code de Protection et de Mise en Valeur de l'Environnement (Ordonnance No. 045/PRG/87 modifiée par l'Ordonnance NO. 022/RG/89) renforce les dispositions ci-dessus mentionnées du Code de l'Eau. Le Chapitre 2 du Code de l'Environnement porte sur la protection des espèces végétales, de la faune sauvage et de leurs habitats. Des dispositions spécifiques concernent en particulier la protection des forêts contre toute forme de dégradation, notamment la pollution ou la destruction de ses ressources pouvant notamment être causée par le surpâturage, les défrichements abusifs, les brûlis et incendies, etc.. Les études d'impacts sont prescrites par le code. Le Code portant Protection de la Faune Sauvage et Réglementation de la Chasse (Loi L/99-038/AN de 1999) est très détaillé et contient des dispositions très strictes visant la protection du patrimoine faunique et de la biodiversité en général.

Un nouveau Code Minier (la loi numéro L/2011/006/CNT) a été adopté en 2011. Le Code assujettit le permis d'exploitation minière industrielle à la réalisation d'une étude d'impact environnemental et social détaillée, incluant des mesures d'atténuation des impacts négatifs. Le Code fait obligation aux détenteurs d'autorisation d'exploitation (y compris l'exploitation artisanale) à réhabiliter les sites miniers.

### ***3.3.2. Dispositifs pertinents de la gouvernance de l'environnement au Mali***

Il existe au Mali un arsenal de textes pertinents à la gestion des questions environnementales qui se posent dans le bassin du fleuve Sénégal, et en particulier dans sa partie malienne. On mentionnera d'abord que le Code de l'Eau adopté en juin 2002 au Mali consacre la domanialité publique de l'eau. En son article 14, il interdit les déversements dans les eaux de matières susceptibles de les polluer. En son article 16, le Code fixe le principe du pollueur- payeur. La Politique Nationale de l'Eau adoptée en 2006 définit les grandes orientations stratégiques de la gestion de l'eau au Mali. Il s'appuie sur les principes de la GIRE, y compris celui de pollueur- payeur, et celui de prendre en compte l'environnement parmi les usagers de l'eau. Le Plan d'Action GIRE du Mali (couvrant la période 2007-2015) de décembre 2007 définit des actions concrètes en vue de mettre en pratique les orientations de la Politique Nationale de l'Eau (2006) et les dispositions du Code de l'Eau. La mise en œuvre du Plan d'Action a cependant connu quelques difficultés liées à l'instabilité politique ayant entraîné pour un temps l'interruption d'une partie de l'appui des partenaires financiers au PAGIRE.

La loi 95-004 de janvier 1995 sur la gestion des ressources forestières définit les conditions de conservation et de protection des ressources forestières, mais procède aussi au classement obligatoire comme périmètre de protection des abords des cours d'eau permanents sur une distance de 25 mètres à partir de la berge.

La loi 95-031 de mars 1995 sur la faune sauvage et son habitat définit les conditions de protections des aires protégées : parc nationaux, réserves de faune, réserves spéciales ou sanctuaires, réserves de la biosphère.

Un nouveau Code minier (Loi 2012-015) a été adopté en février 2012 (en remplacement de celui de 1999). La délivrance du permis d'exploitation industrielle est assujettie à la préparation

d'une étude d'impact social et environnemental détaillée ainsi que d'un plan de fermeture et de réhabilitation de la mine. En ce qui concerne l'exploitation artisanale, le Code donne la responsabilité de la délivrance des autorisations d'exploitations aux collectivités territoriales. Pour ce qui concerne l'exploitation artisanale mécanisée (phénomène de plus en plus fréquent), l'autorisation d'exploiter fait l'objet d'un arrêté du Ministère en charge des Mines.

Ainsi donc, du point de vue juridique et même institutionnel, il existe un cadre de prévention et de gestion de certains des problèmes environnementaux les plus sérieux concernant la partie malienne du bassin : déboisement et dégradation de l'habitat de la faune sauvage, risques de pollution des eaux à partir de l'exploitation minière (aurifère en particulier); impacts sociaux et économiques du sapement des berges ; etc. L'enjeu reste l'application effective des textes, la mise en œuvre des ambitieux plans et stratégies.

### ***3.3.3. Dispositifs pertinents pour la gouvernance de l'environnement en Mauritanie***

La Mauritanie a adopté en 2005 un Code de l'Eau (Loi 2005-030). Dans son article 4, ce code déclare que : « Les eaux relevant de l'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal sont gérées conformément aux principes et normes prévus par la Charte des Eaux du Fleuve Sénégal... ». La Loi Cadre sur l'Environnement (Loi No. 2000-45 de juillet 2000) contient des dispositions visant à protéger les sols contre la désertification, à conserver la diversité biologique et à lutter contre la pollution. Un Code Forestier a été adopté en 2007 (Loi 2007-055 du 18 septembre), remplaçant donc le Code Forestier de 1997. Le nouveau Code maintient la disposition d'interdiction du défrichement des berges des fleuves sur une bande de 100 mètres. Une autre disposition du Code qui pourrait être utile pour les pays du haut bassin est l'interdiction de défrichement des zones des sources des cours d'eau et leurs bassins de réception (Art. 22.c). Le Code minier de 2008 (Loi 2008-011 du 27 avril), modifié par la Loi 2009-026 de 2009, fait aussi obligation aux exploitants miniers de préserver de l'environnement.

La Mauritanie s'est dotée depuis 2012 d'un Plan d'Action National pour l'Environnement (PANE) couvrant la période 2012-2016. Beaucoup d'axes d'interventions retenus dans le PANE sont d'un grand intérêt pour la gestion de l'eau et de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal. C'est le cas de l'axe d'intervention sur la conservation, la restauration et la gestion durable des zones marines et côtières, y compris les écosystèmes de la partie mauritanienne de la Réserve de Biosphère Transfrontalières du Delta du fleuve Sénégal (RBTDS). On peut aussi citer le cas de l'axe d'intervention sur la lutte contre les effets des changements climatiques.

### ***3.3.4. Dispositifs pertinents pour la gouvernance de l'environnement au Sénégal***

Tout comme au Mali, le Sénégal dispose d'une gamme de textes régissant la gestion des ressources en eau, et celle de l'environnement en particulier. En ce qui concerne les problèmes environnementaux posés dans la partie sénégalaise du bassin, les dispositions juridiques et institutionnelles les plus pertinentes concernent en premier lieu le Code de l'Eau. Adopté en 1981, le Code de l'Eau (Loi 81-13) vise, entre autres, à assurer la protection de la qualité des

eaux (lutte contre la pollution des eaux). Ce code a été récemment révisé mais pas encore validé. Un Plan d'Action National GIRE a été élaboré entre 2004 et 2007. Fondé sur les principes de la GIRE. Le Plan d'Action identifie des actions prioritaires comme la gestion des risques liés à l'eau (inondation, plantes envahissantes, maladies, hydriques, etc.). La Direction de Gestion et de Planification des Ressources en Eau (DGPRE) coordonne la mise en œuvre du Plan GIRE. Parmi les autres changements juridiques et institutionnels récents, on peut noter la mise en œuvre des POAS à l'échelle de la collectivité locale de base (la commune rurale) et la création de l'Office du Lac de Guiers (OLAG) en 2010. Le POAS est un outil de gestion de l'espace mis en œuvre depuis la fin des années 1990 dans la rive gauche de la vallée du fleuve Sénégal (zone d'intervention de la SAED) dans un contexte de pressions foncières accentuées et d'usages concurrents de l'espace. Le POAS permet de réguler l'utilisation des terres en procédant à une affectation des usages par zone, par exemple une zone agropastorale à dominante agricole ; une zone agropastorale à dominante pastorale ; une zone d'habitations ; une zone de mise en défens, etc.

Ayant son siège à Saint-Louis, OLAG a pour mission la gestion et le suivi des eaux du Lac de Guiers et ses défluent, mais aussi les axes hydrauliques rattachés au Lac dont celui de Gorom-Lampasar et la Réserve de Saint-Louis.

La Charte du Domaine Irrigué (CDI) de la vallée du fleuve Sénégal, adoptée par Arrêté du Premier Ministre en 2007 (SAED, 2007)<sup>23</sup> est une innovation digne d'intérêt pour le reste du bassin. La Charte définit les conditions et normes d'exploitation des terres irriguées, notamment le fait de disposer de plans d'aménagement clarifiant les modalités d'irrigation et de drainage, la contribution à la maintenance des axes hydrauliques structurants et les exigences en matière d'utilisation économique de l'eau.

En ce qui concerne la gestion de l'environnement en général, le Code forestier (Loi 98-164) datant de 1998 est en cours de révision. Un nouveau Code minier (Loi 2016-32 du 8 mars 2016) insiste sur l'obligation de réalisation d'étude d'impact et aussi la mise à disposition d'un plan de réhabilitation de la mine avant la délivrance d'un permis d'exploitation minière. Le Code de l'Environnement (Loi 2001-01 de janvier 2001) reste en vigueur. Il contient de nombreuses dispositions visant à lutter contre la pollution des eaux. Son article L63 stipule : interdit « tous déversements, écoulements, rejets ... de nature susceptible de provoquer ou d'accroître la pollution des eaux continentales et/ou de mer... ».

## **Conclusion sur la gouvernance**

De façon générale, les pays riverains du bassin du fleuve Sénégal disposent de législations nationales très avancées pour la prévention et la gestion des problèmes environnementaux majeurs identifiés dans le bassin. Le cadre normatif de gestion de l'eau et de l'environnement dans

---

<sup>23</sup> SAED, 2007. Charte du Domaine Irrigué de la Vallée du Fleuve Sénégal. Accédé à : <http://www.saed.sn/download/arsf/Charte%20Domaine%20Irrigue.pdf>

le bassin du fleuve Sénégal est favorable. Même en ce qui concerne les domaines non couverts par le dispositif juridique national (ou lorsque celui-ci est devenu obsolète), le vide est souvent comblé par les nombreuses conventions environnementales internationales ou régionales dont sont signataires les 4 pays riverains du bassin du fleuve.

Le problème qui se pose concerne davantage la faiblesse de l'application des textes (lois et décrets) régissant la gestion des ressources en eau, des terres et de l'environnement en général (STUDI et al. 2006). Le problème concerne aussi le faible niveau de mise en œuvre des plans et stratégies sur l'eau et l'environnement.

Que ce soit à l'échelle du bassin (de l'OMVS) ou des Etats riverains du fleuve, le cadre de gouvernance de l'eau et des ressources naturelles est dense et très avancé sous beaucoup d'angles. Mais il existe un décalage important entre le cadre de gouvernance théorique et la réalité sur les terrains, les pratiques en cours dans le bassin d'utilisation et de gestion des ressources.

Certains des domaines spécifiques d'actions pour rendre effectif le cadre de gouvernance et mettre en pratique ses dispositions pertinentes incluent les suivantes :

- Faire la revue critique de la mise en œuvre de la Charte depuis son adoption il y a maintenant plus de 10 ans. Cette revue permettra d'analyser les contraintes à la mise en œuvre d'engagements importants tels que celui sur le soutien de crue.
- Sur la base des constats et enseignement de la revue indiquée plus haut, vulgariser la Charte des Eaux, opérationnaliser des dispositions générales telles que celle sur le principe pollueur-payeur et appuyer la mise en œuvre pratique de la Charte à l'échelle du bassin et dans les Etats riverains;
- Renforcer l'observation et le suivi régulier de l'évolution de l'environnement du bassin
- Assurer le suivi de la mise en œuvre du SDAGE, en commençant par l'évaluation des progrès faits depuis la finalisation du SDAGE en 2009.
- Réactiver les cadres d'engagement citoyen et de mobilisation des parties prenantes du bassin (les CLC, comités de bassin, associations des usagers, etc.) ;
- Encourager la coordination et développer les synergies entre Etats riverains dans des domaines d'intérêt commun comme le contrôle de la qualité des eaux ;
- Favoriser les échanges et le partage d'expériences entre Etats riverains, notamment en ce qui concerne la mise en œuvre de dispositions similaires dans les politiques nationales ou en ce qui concerne expériences innovantes de gestion durable des ressources du bassin (e.g. Charte du domaine irrigué au Sénégal)

## **4. CLASSEMENT DES PROBLEMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES**

La démarche classique de l'ADT<sup>24</sup> 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.

### ***De l'AET à l'ADT-2007 : gérer la discontinuité dans les différentes phases de l'ADT du BFS***

Dans le cadre du processus ADT du bassin du fleuve Sénégal, les étapes (1) à (3) avaient 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 avaient été commis pour conduire les volets nationaux de l'ADT. Cet exercice avait consisté à approfondir l'AET et à valider la matrice des impacts et des actions prioritaires qui y sont proposées. Ces rapports des volet nationaux (appelés par commodité « ADT nationales») avaient été eux-mêmes validés à travers des ateliers nationaux organisés en fin 2005 dans chacun des quatre pays du bassin. Les ADT nationales avaient plutôt mis l'accent sur l'étape (2) de la démarche classique de l'ADT décrite plus haut.

L'étape de la synthèse régionale (2006-2007) avait consisté à faire la synthèse de l'AET et des ADT nationales tout en couvrant la phase (4), puis les phases (5) et (6). Cette synthèse régionale (appelée ADT-2007) avait aussi proposé des axes d'intervention pour résoudre les problèmes environnementaux prioritaires, balisant ainsi le terrain pour la phase de formulation du Programme d'Action Stratégique (PAS) qui avait suivi en 2008.

Afin de répondre autant que possible aux exigences de la démarche classique de l'ADT tout en ne remettant pas en cause les phases antérieures de l'AET et des ADT nationales, le processus de synthèse régionale (ADT-2007) avait adopté la démarche suivante :

### ***Identification et classement des problèmes des principaux problèmes environnementaux***

C'est dès l'étape de l'AET que les problèmes environnementaux du bassin ont été identifiés. Ces problèmes, au nombre de 16 (voir tableau 16 ci-après), avaient été retenus et servi de base pour la formulation des volets nationaux de l'ADT en 2005. Le processus par lequel l'AET était parvenu à ces 16 problèmes initiaux n'a pas été explicitement documenté. On comprend que

---

<sup>24</sup> GEF/IWLEARN. 2002. The GEF IW TDA/SAP Process: A Proposed Best Practice Approach. Source : <http://www.iwlearn.net/publications/TDA>

c'est sur la base de perceptions et avis de spécialistes du domaine (consultants, experts de la communauté scientifique, de OMVS et de ses Etats membres, de la société civile) qu'un consensus s'était dégagé sur les problèmes environnementaux majeurs du bassin, ceci à travers des ateliers organisés au niveau régional et dans les différents pays du bassin<sup>25</sup>.

<b>Tableau 16 : Problèmes environnementaux initialement retenus dans l'AET</b>	
1. Baisse de la disponibilité (ou pressions accentuées sur) des eaux de surface	7. Erosion/ensablement (en général)
2. Baisse de la disponibilité ((ou pressions accentuées sur) des eaux souterraines	8. Erosion--Dégradation des berges
3. Baisse de la qualité de l'eau due aux rejets agricoles et domestique et risques d'accroissement de l'envasement	9. Salinisation des terres
4. Baisse de la qualité de l'eau suite à la pollution résultant de l'exploitation minière	10. Surpâturage
5. Modification hydrodynamique estuaire	11. Feux de brousse
6. Déboisement	12. Désertification
	13. Menaces sur l'ichtyo-faune
	14. Menaces sur les zones humides
	15. Prolifération des espèces envahissantes
	16. Forte prévalence de maladies liées à l'eau

### ***Identification des Problèmes Environnementaux Prioritaires (PEP)***

Lors de l'atelier de validation du canevas de l'ADT-2007 --atelier ayant regroupé une vingtaine de personnes en juin 2006, donc au début de la phase de synthèse régionale—il avait été retenu le principe d'utiliser une grille simplifiée pour analyser les 16 problèmes environnementaux afin d'arriver à un nombre de problèmes environnementaux qui seront considérés comme prioritaires. L'atelier avait étudié 7 critères et en avait retenu les 4 que sont : (i) l'impact sur l'écosystème ; (ii) l'impact socio-économique ; (iii) les effets sur les autres problèmes environnementaux ; (iv) la nécessité d'une solution transfrontalière pour résoudre le problème en question. Voir box 2 et 3 ci-après :

Pour chacun des 4 critères, il avait été retenu d'attribuer des scores variant de 1 à 3 :

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

<sup>25</sup> Cette démarche est identique à celle sur laquelle s'est basée l'ADT de la Mer Caspienne pour définir ce qu'elle appelle des MPPI (*Major Perceived Problems and Issues*) Source : Caspian Environmental Programme. 2002. *Transboundary Diagnostic Analysis for the Caspian Sea*. UNDP-UNEP-Tacis-Banque Mondiale-GEF-UNOPS.



### **Box 2. Critères de classement étudiés au départ**

- 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 riveraines (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 p Réexamen et approfondissement de la description et de l'analyse des problèmes environnementaux prioritaires de l'AET en prenant en compte des problèmes jugés importants mais qui pour quelque raison ont été omis dans l'AET et les ADT nationale (cas par exemple de l'érosion des berges et de la modification de l'hydrodynamique estuarienne). Pour chaque PEP est réévalué sur la base des informations scientifiques disponibles, en essayant de : (a) mieux cerner/expliciter la nature problème environnemental posé et sa localisation géographique ; (b) d'analyser/quantifier son ampleur, ses manifestations et ses impacts ; (c) analyser ses causes directes et profondes. Cela dit, le niveau de traitement de chacun de ces aspects dépend de la disponibilité de l'information.
- 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.

### **Box 3. Critères de classement retenus**

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

Par souci de simplicité les scores n'avaient pas été pondérés. 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 avait abouti au résultat résumé dans le tableau 16 ci-après.

**Tableau 16.** 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

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
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

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 :

- Dégradation 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 rendent 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.
- Dégradation de la faune ichtyologique : dans certaines parties du bassin (moyenne vallée du fleuve), on a enregistré ces dernières décennies 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 ichtyologique.
- Dégradation 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'interaction 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 accélèrent 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 favorise 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 critère doivent avoir un ou plusieurs des caractéristiques suivantes : (a) le problème 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 telles 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, le 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.

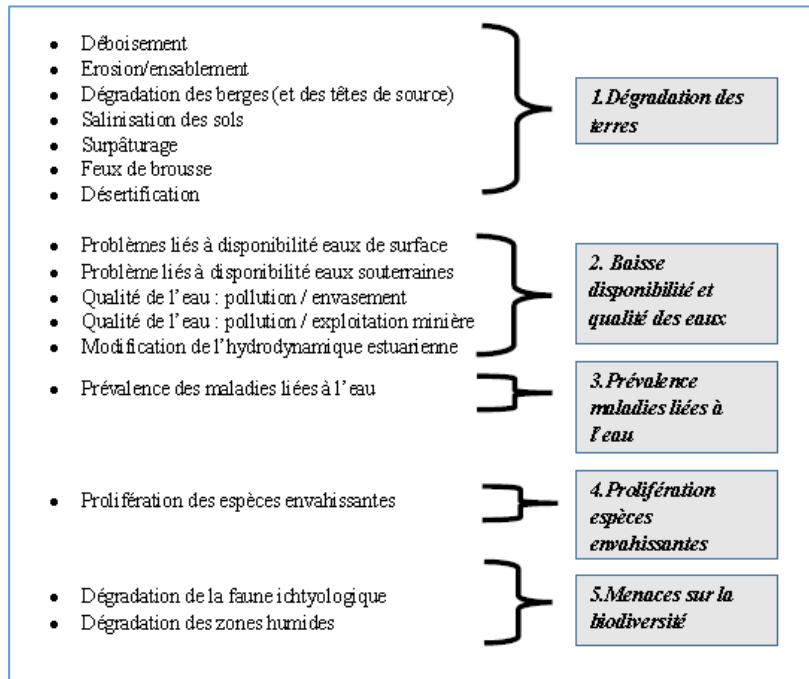
- Dégradation de la faune ichtyologique : la faune ichtyologique migre d'amont en aval et d'une rive à l'autre suivant les saisons et leur cycle de reproduction des poissons. La ressource ichtyologique est donc par nature une ressource transfrontalière.
- Prolifération des espèces envahissantes : les espèces aquatiques envahissantes affectent l'ensemble du bassin à l'exception de la Guinée. Le typha qui prolifère sur les rives sénégalaise et mauritanienne 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 avait obtenu un tableau de priorités (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.

Au cours de la phase de synthèse régionale (ADT-2007) il a été préconisé l'idée de regrouper les problèmes en grands ensembles thématiques. Cela avait donné le résultat ci-après (Fig. 15). L'avantage de ce regroupement c'est qu'il permet de mettre au premier plan les problèmes jugés les plus urgents aux termes du classement ci-dessus, mais il maintient aussi dans une certaine mesure les autres problèmes environnementaux – problèmes dont l'importance est reconnu par les parties prenantes.

**Fig 15.** Regroupement des problèmes environnementaux



Au total donc, l'exercice participatif de classement des principaux problèmes environnementaux du bassin –exercice organisée dans la phase ADT-2007-- avait abouti à l'identification des 5 Problèmes Environnementaux Prioritaires (PEP) suivants: (1) la dégradation des terres ; (2) la baisse de la disponibilité et de la qualité des eaux ; (3) la prévalence des maladies liées à l'eau ; (4) la prolifération des espèces envahissantes ; (5) les menaces sur la biodiversité.

### *Phase de réactualisation de l'ADT—concilier le passé et le présent*

Au plan de la méthodologie d'identification et priorisation des problèmes environnementaux majeurs du bassin, la phase actuelle de réactualisation de l'ADT devait concilier trois impératifs :

- Prendre en compte et bâtir sur les résultats du processus hautement participatif de sélection des PEP lors de la phase de l'ADT-2007. Ceci s'était avéré d'autant plus nécessaire que le processus de régional est conçu comme un exercice léger conduit par un seul consultant avec un niveau limité d'implication des parties prenantes du bassin
- Répondre aux attentes spécifiques de la mission de réactualisation, telles que spécifiées dans les TDR de cette mission. Ces TDR avaient identifié des thèmes d'intérêt particulier pour l'OMVS à devoir tenir en considération. Beaucoup de ces thèmes –pas tous-- ont été heureusement pris en compte parmi les problèmes prioritaires de l'ADT-2007 (voir Tableau 17).
- Prendre en compte les problèmes environnementaux tels qu'ils ressortissent de l'exercice de mise à jour. Les chapitres 1 à 3 précédents ont décrit et analysé la situation actuelle de l'environnement du bassin, les pressions actuelles sur les ressources et les tendances observées. Le tableau 18 résume ce diagnostic actualisé.

**Tableau 17.** Thèmes d'intérêt particulier pour l'OMVS et leur prise en compte dans le processus de Réactualisation de l'ADT

<b>Thèmes d'intérêt de l'OMVS (Explicitement mentionnés dans les TDR de la Réactualisation)</b>	<b>Prise en compte du thème d'intérêt.</b>
Conservation de la biodiversité et les écosystèmes	Ce thème était un des problèmes prioritaires de l'ADT de 2007 : approfondissement de l'analyse sur la base d'informations plus récentes
Eaux souterraines	Ce thème était pris en compte dans l'ADT 2007, PEP : Disponibilité et qualité de l'eau). Il n'y a pas de connaissances nouvelles permettant une analyse plus poussée
Qualité de l'eau et les sources de pollution	Ce thème était un des PEP de l'AD 2007 (Disponibilité et qualité de l'eau). Analyse approfondie dans la Réactualisation
Utilisation non rationnelle de l'eau	Analyse plus détaillée des usages concurrents de l'eau
Meilleure prise en compte de l'irrigation et le drainage	Ce thème est à cheval sur deux PEP : (1) Dégradation des terres (salinisation) ; (2) Disponibilité et qualité de l'eau. Renforcement de l'analyse du drainage et des risques de salinisation des terres
Prise en compte les liens intersectoriels (entre problèmes environnementaux identifiés/priorisés)	Faites pour chaque problème prioritaire lorsque cela est pertinent
Prise en compte du genre	Faites de façon transversale, avec une brève récapitulation de la pertinence genre de chacun des 7 problèmes environnementaux prioritaires. A prendre aussi en compte en assurant un meilleur équilibre genre lors des rencontres de validation de l'ADT et du PAS
Implication du secteur privé dans l'identification des questions pertinentes pour l'action régionale et nationale	Couverture du secteur privé (aménagements hydro-agricoles et initiatives privés sur la valorisation de ressources telles le Typha) lors des missions dans le cadre de la Réactualisation. A prendre aussi en compte en impliquant des représentants du secteur privé lors des rencontres de validation de l'ADT et du PAS
Effets des côtes	Pris en compte dans le thème de la dégradation des terres mais surtout dans celui (nouveau des risques d'inondation)
<b>Changement climatique</b>	<b>Ce thème a été érigé en Problème environnemental prioritaire (à valider par les parties prenantes)</b>
<b>Risques d'inondation.</b>	<b>Ce thème a été érigé en Problème environnemental prioritaire (à valider par les parties prenantes)</b>

**Tableau 18.** Pressions accentuées sur les ressources du BFS

Secteurs socio-économiques	Tendances	Principales ressources sollicitées/affectées
Agriculture pluviale	Expansion des terres cultivées et surtout des cultures de rente (arachide, coton)	<b>Sols</b> : érosion/dégradation des terres suite au défrichage et déboisement et à des pratiques telles que l'agriculture itinérante sur brûlis <b>Biodiversité</b> : déboisement, destruction des habitats naturels de la flore et de la faune <b>Eaux</b> : l'érosion favorise le ruissellement et donc la charge solide des eaux de surface
Agriculture de décrue	En régression	<b>Eau</b> : Difficultés de répondre aux besoins importants en eau en hivernage (génération d'une crue artificielle dans les années où la crue naturelle ne suffit pas à inonder les cuvettes de décrue) <b>Biodiversité</b> : Absence de crue annuelle ou crue insuffisante affecte négativement la reproduction de la faune piscicole ; la survie des peuplements forestiers de gonakiés ; la recharge des nappes souterraines, etc.
Agriculture irriguée	En forte progression, en termes de superficies mises en valeur mais aussi d'intensité culturale	<b>Eau</b> : hausse des niveaux de prélèvement des eaux du fleuve ; dégradation de la qualité des eaux (pollution par les engrais et pesticides utilisés) ; <b>Sols</b> : salinisation des sols (systèmes de drainage inadéquat et remontée de la nappe salée) ; eutrophisation des eaux ; Pollution des eaux souterraines peu profondes ; <b>Biodiversité</b> : prolifération des végétaux envahissants ; Santé : abris de vecteurs de maladies (périmètres irrigués et/ou végétaux aquatiques dont la prolifération est favorisée par les cultures irriguées
Elevage	Forte augmentation des effectifs du cheptel ; prédominance de l'élevage extensif (nomadisme, transhumance)	<b>Sols</b> : piétinement intense des sols, déboisement, entraînant l'accélération de l'érosion éolienne, hydrique, de l'ensablement, de la dégradation des berges <b>Eau</b> : augmentation de pression sur les eaux de surface (fleuve et lacs) et les eaux souterraines (puits et forages) <b>Biodiversité</b> : déforestation, surpâturage entraînant le recul et la perte d'habitats de faune et flore.
Pêche	Pêche continentale est en situation stationnaire voire en recul	<b>Biodiversité</b> : baisse des stocks et de la diversité de la faune ichtyologique. Face à ce qui est ressenti comme une baisse des stocks, des techniques de pêche non durable sont de plus en plus pratiquées
Exploitation minières industrielle et artisanale	En forte expansion, surtout le Haut-Bassin	<b>Eau</b> : Augmentation des prélèvements en eau de surface (exploitation industrielle et artisanale) ; pollution des eaux et désorganisation du réseau hydrographique (surtout par l'orpaillage) <b>Sols</b> : Déboisement intense, réalisation de fosses entraînant l'accentuation de l'érosion hydrique <b>Biodiversité</b> : recul ou perte de biodiversité suite à la déforestation et à la contamination des eaux
Exploitation de produits forestiers	Forte expansion, due à la hausse de la demande en bois de chauffe, bois d'œuvre	<b>Sols</b> : Déboisement et accentuation de l'érosion des sols dénudés ; baisse de fertilité des sols <b>Biodiversité</b> : perte d'habitat de la flore et de la faune
Accès à l'eau potable et assainissement	En forte hausse, due à la démographie galopante et à la poursuite des objectifs de développement (OMD et ODD)	<b>Eau</b> : augmentation des prélèvements en eau pour les populations du bassin mais aussi pour des localités hors du bassin (e.g. Dakar, Nouakchott)
Autres : Energie hydroélectrique, navigation	En forte hausse, suite aux nombreux projets de grands barrages hydroélectriques et à la perspective de la mise en œuvre du programme navigation de l'OMVS	<b>Eau</b> : régularisation du régime du fleuve, plus grandes contraintes pour d'autres usages de l'eau (crue et activités associées)

On observe que la situation actuelle et les tendances concernant les pressions sur les ressources du bassin confirment l'importance prioritaire des 5 PEP qui étaient identifiés dans l'ADT-2007. On n'a donc pas pensé que c'était justifiable de remettre en cause le caractère prioritaire des 5



PEP qui étaient identifiés. Cela dit, des progrès spectaculaires ont été faits dans la lutte contre les maladies hydrique (un des 5 PEP), mais l'état de l'environnement du bassin favorise toujours la prolifération des vecteurs de certaines de ces maladies.

Pour la prise en compte des sujets d'intérêt spécifiés dans les TDR de la réactualisation il a fallu ajouter deux thèmes nouveaux, après avoir vérifié a posteriori qu'ils satisfont aux critères d'éligibilité des problèmes environnementaux prioritaires. Il s'agit du thème sur le **changement climatique** dont le score est 11/12 dans la grille de sélection des problèmes prioritaire, et du thème sur les **risques d'inondation**, avec un score de 9/12. (voir tableau 19)

Pour ce qui concerne la justification des scores par critère on peut observer que :

Pour le critère 1 (ampleur des impacts sur les écosystèmes) :

- Les risques d'inondation : les inondations ont un effet ambivalent sur les écosystèmes. La crue annuelle est une dimension essentielle du fonctionnement naturel de l'écosystème fluvial. Elle nettoie les impuretés, fertilise les terres de décrue, arrose les forêts-galeries de gonakiés, recharge les nappes souterraines, favorise la reproduction des poissons (dans les zones de frayères). D'un autre côté les crues dévastatrices, accélèrent l'érosion, détruisent les écosystèmes.
- Changement climatique : Se manifestant par l'augmentation des température, l'élévation du niveau de la mer, la baisse de la pluviométrie dans le bassin et de l'hydraulicité du fleuve (comme semblent l'indiquer beaucoup des prévisions), le changement peut avoir des effets majeurs sur la santé de l'écosystème, sur la faune et la flore.

Pour le critère 2 (impacts sur les activités socio-économiques et la santé humaine et animale) :

- Risques d'inondation : les inondations ont souvent un coût social et économique très élevé, se traduisant par exemple par la destruction d'habitations, d'infrastructures urbaines et industrielles et aussi hydro-agricoles. Elles peuvent entraîner des pertes humaines directes ou favoriser des épidémies dans les zones affectées.
- Changement climatique : la hausse des températures affecte la disponibilité des ressources en accentuant l'évaporation. Elle peut aussi affecter le cycle végétatif des cultures. La baisse ou l'augmentation de la pluviométrie et des écoulements affecte le fonctionnement et la performance des barrages. La hausse du niveau de la mer peut entraîner la destruction d'habitations ou d'infrastructures touristiques et avoir des impacts négatifs sur les activités économiques côtières comme le tourisme ou la pêche.

Pour le critère 3 (interactions avec les autres PEP)

- Risque d'inondation : Les inondations affectent la qualité des eaux, les maladies hydriques (gastro-entériques en particulier), ainsi que les habitats naturels de la faune et de la flore.
- Changement climatique : Le changement climatique amplifie plusieurs des processus de dégradation de l'environnement : il accélère la dégradation des terres, la baisse de la qualité des eaux, parfois la disponibilité de l'eau. Il contribue à la dégradation des habitats naturels et donc à la baisse de la diversité biologique.

Pour le critère 4 (dimension transfrontalière) :

- Risque d'inondation : la réalisation d'infrastructures majeures de contrôle des crues (grands réservoirs) et la mise en place d'un système d'alerte efficient nécessite coopération entre Etats riverains.
- Changement climatique : les stratégies d'adaptation au changement climatique peuvent être conçues et mises en œuvre à l'échelle nationale, comme c'est souvent le cas actuellement. Mais des stratégies telles que la réalisation d'infrastructures de maîtrise de l'eau peut nécessiter la collaboration interétatique.

**Tableau 19.** Problèmes environnementaux ajoutés dans le cadre de la réactualisation de l'ADT

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
18. Risques d'inondation	2	3	2	2	9
19. Changement climatique	3	3	3	2	11

Le processus de réactualisation a donc retenu au total les 7 Problèmes environnementaux prioritaires (PEP) suivants :

- (1) **Dégradation des terres**
- (2) **Baisse de la disponibilité et de la qualité des eaux**
- (3) **Prévalence des maladies liées à l'eau**
- (4) **Prolifération des espèces envahissantes**
- (5) **Menaces sur la biodiversité**
- (6) **Risque d'inondation**
- (7) **Changement climatique**

## 5. PROBLÈMES ENVIRONNEMENTAUX PRIORITAIRES

Cette section analyse en détail les 7 problèmes environnementaux prioritaires (PEP) sélectionnés (voir chapitre précédent). Chaque PEP est analysé sous les angles suivants : (a) clarification de la nature du PEP et identification, au besoin, des localités du bassin les plus affectés ; (b) analyse/quantification de l'ampleur du PEP, ses manifestations et ses impacts ; (c) analyse des causes directes et profondes du PEP. Ensuite, pour chaque PEP, des options de solutions sont identifiées sous forme de matrices. Enfin les facteurs favorables et contraintes éventuelles à la mise en œuvre d'options de solution au PEP sont brièvement discutés. Pour ce qui concerne les PEP qui étaient déjà retenus dans l'ADT-2007, le processus de réactualisation a concerné –suivant la disponibilité de l'information-- la mise à jour des données sur les manifestations du PEP, l'ampleur des impacts et les zones affectés. L'analyse de la chaîne causale et des options de solutions a été réexaminée et renforcée en cas de besoin.

### 5.1. 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 boisées<sup>26</sup>. 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 se manifeste par : (a) *l'érosion hydrique ou éolienne* ; (b) la dégradation chimique des sols, se traduisant par exemple par la *salinisation des terres* ; (c) la dégradation physique des sols, dont *l'ensablement*, la *dégradation des berges* ou le ravinement. Dans le contexte des zones arides ou semi-arides, la phase ultime de la dégradation des terres est la *désertification*.

La dégradation des terres est la conséquence de multiples facteurs. Dans le contexte du bassin du fleuve Sénégal, les causes directes les plus importantes de la dégradation des terres sont le *déboisement*, le *surpâturage*, les *feux de brousse*. Ces causes sont elles-mêmes les conséquences d'autres facteurs directs et sous-jacents. Tenant en compte leur poids comme phénomène environnemental majeur dans le bassin du fleuve Sénégal, le déboisement, le surpâturage et les feux de brousse sont traités comme sous-thèmes de la dégradation des terres, au même titre l'érosion, la salinisation des terres, l'ensablement, la dégradation des berges et têtes de source ainsi que la désertification.

---

<sup>26</sup> 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.

### ***5.1.1. Erosion, ensablement et dégradation des berges***

L'érosion, la dégradation des berges et des têtes de source du fleuve, l'ensablement noté dans la partie nord du bassin sont des dimensions, des manifestations du même phénomène de la détérioration des sols.

#### *5.1.1.1. Erosion et ensablement*

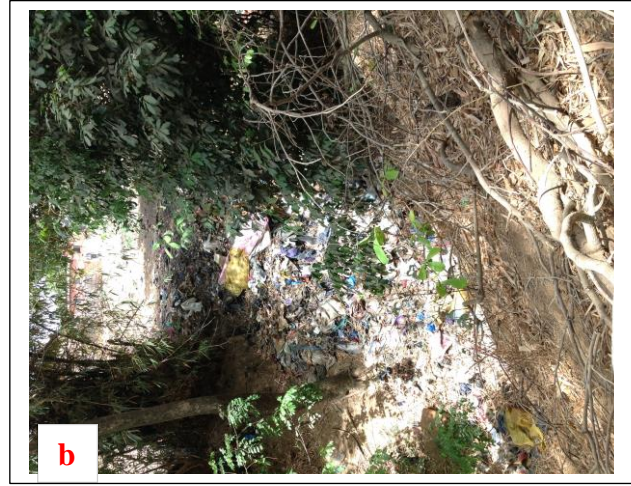
L'érosion se réfère à la dégradation de la surface de la terre suivie de l'enlèvement et du transport du matériel organique et particules minéraux du sol par le vent ou l'eau. Elle se présente sous plusieurs formes : (a) l'érosion hydrique en rigoles se manifestant sous formes de filets et rigoles n'atteignant que l'horizon supérieur du sol ; (b) l'érosion hydrique par ravinement affectant les terrains à structure fragile et se manifestant sous forme de ravins pouvant atteindre les horizons profonds du sol ; (c) l'érosion fluviale se manifestant par le sapement des berges des fleuves ; (d) l'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)<sup>27</sup>. Le niveau préoccupant de dégradation des sources du Bafing a été constaté lors de la visite de terrain en Moyenne Guinée dans le cadre de la mission de réactualisation de l'ADT. La brève visite de terrain en Guinée lors de l'exercice de réactualisation de l'ADT a permis de constater que plusieurs les têtes de source du fleuve Sénégal subissent diverses formes d'agression, y compris de déboisement des forêts-galeries qui les entourent, la pratique des feux de brousse, leur défrichage, l'empiètement des terrains agricoles et mêmes des habitations, leur transformation en dépôts d'ordures, etc. (Fig.17a et 17b). Les têtes de sources des principaux affluents du fleuve Sénégal dans le Massif du Fouta-Djallon sont dans un état très critique de dégradation. Les conséquences de la dégradation des têtes de source sur le réseau hydrographique, le niveau des écoulements et la qualité des eaux restent à être étudiées.

---

<sup>27</sup> 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).



**Fig. 17a 17b.** Expansion des cultures sur les flancs d'une tête de source (a) ; Tête de source transformé en dépôt d'ordures (M. Niassé, Guinée, mai 2016)

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.

L'orpaillage qui prend de l'ampleur autour de la Falémé –parties malienne et sénégalaise— entraîne de profondes modifications sol qui est littéralement mis sens dessus dessous, entraînant la complète transfiguration des berges et parfois du lit du fleuve (ce phénomène qui concerne aussi la qualité des eaux est étudié ci-dessous) (Fig. 18).



**Fig. 18.** Après le passage des orpailleurs – Partie sénégalaise de la Falémé (photos crédit C. M. Diedhiou, mai 2016)

Dans la vallée et le delta du fleuve, l'érosion des sols est très marquée. L'Institut National de Pédologie évalue les terres dégradées de la rive gauche du bassin du fleuve Sénégal à 240.000 hectares (INP, 2013). Une situation comparable est notée sur la rive droite.

L'embouchure du fleuve – la côte dans son ensemble-- est aussi sujette à une intense érosion. Egis International estime que le littoral, dans la partie estuarienne du fleuve, recule de 0,6 à 1,3 mètres par an (Egis International, 2013).

### 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.

En ce qui concerne l'érosion côtière, les changements dans le régime du fleuve (baisse des niveaux d'écoulement, crues importantes et subites), le ruissellement (due à la pluviométrie locale) ainsi que les variations du niveau de mer (dus par exemple au changement climatique jouent un rôle important dans l'instabilité de bande littorale. A cela s'ajoutent des facteurs anthropiques tels que l'extraction de sables pour la construction ou des interventions telles que l'ouverture de la brèche sur la Langue de Barbarie en 2003.

### Conséquences

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 viennent 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. 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 ; Ould Sid'Ahmed, 2013)

Ensemble, l'érosion et l'ensablement affectent négativement la qualité de l'environnement général du bassin, la fertilité et la productivité des terres, le couvert végétal, les habitats naturels

de la faune. L'érosion dénude les sols, diminue leur capacité de rétention de l'eau et augmente donc le ruissellement. Elle affecte la qualité de l'eau en augmentant sa charge solide.

### Options de réponses

Les actions de lutte contre l'érosion sont diverses, comprenant en particulier le reboisement, la régénération du couvert végétal (par exemple par mise en défens), la stabilisation des sols par des techniques de gestion durables des eaux et des terres, etc. Il existe un grand nombre d'interventions localisées de lutte contre l'érosion dans le bassin, dont certaines appuyées par le volet micro-financement du Projet GEF-PNUD-Banque Mondiale de l'OMVS (2004-2008). Le Programme Grande Muraille Verte (démarré en 2010) qui couvre les parties sahéliennes du bassin du fleuve Sénégal au Mali, en Mauritanie et Sénégal est fortement centré sur la réalisation d'investissements de lutte contre l'érosion tels que le reboisement, la restauration et la conservation des sols et de la biodiversité. Des efforts importants de fixation des dunes ont aussi été menés au cours des dernières décennies dans le bassin, particulièrement en Mauritanie avec notamment le Projet « Barrières Vertes du Trarza » qui a fonctionné jusqu'en 1998 (AGRER et al. Vol. 2, 2003 : 173).

Pour l'avenir les options de réponses consistent à monter en échelle à partir des expériences menées au cours des dernières années. La dimension institutionnelle, de gouvernance mérite aussi une attention particulière : la sécurisation foncière, un code forestier habilitant, une gestion décentralisée et inclusive des ressources, la formulation et mise en œuvre de plans d'affectation des sols, etc. sont autant d'instrument pouvant contribuer à lutter contre l'érosion et la dégradation des terres en général.

La Matrice d'Impact Environnemental ci-dessous résume les différents paramètres intervenant dans l'analyse des phénomènes d'érosion et d'ensablement au niveau du bassin du fleuve Sénégal. Elle est suivie ci-après d'une Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays identifiées à la suite de cette analyse.

#### *5.1.1.2. 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 charriage<sup>28</sup> et ses effets sur l'érosion des berges. Le charriage dans le Haut bassin du Sénégal (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

---

<sup>28</sup> 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.

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.<sup>29</sup>

### Causes directes

Un rapport de la Cellule malienne de l'OMVS<sup>30</sup> 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

---

<sup>29</sup> 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

<sup>30</sup> Cellule Nationale OMVS – Mali. Sans date. Rapport Technique sur la Dégradation et l'érosion des berges dans la partie malienne du bassin.



- 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 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. 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 barrage<sup>31</sup>. Le rôle positif ou négatif du barrage de Manantali et en particulier des lâchers de soutien de crue sur l'érosion des berges est 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

---

<sup>31</sup> 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).

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 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 approfondie 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.

A l'issue de l'analyse de la Dégradation des berges, l'ensemble des paramètres identifiés, intervenant dans l'étude de ce problème environnemental ont été résumés dans la *Matrice d'Impact Environnemental* ci-dessous.

### Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
<b>Érosion des sols et ensablement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dunes de sable</li> <li>• Perte de fertilité des sols induisant une expansion des zones cultivées ;</li> <li>• Perte d'habitats et de biodiversité ;</li> <li>• Ensablement des lits des cours d'eau dans les zones inondables ;</li> <li>• Formation d'îlots et bans de sable.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pratiques culturales inappropriées et pressions accrues sur les zones fragiles ;</li> <li>• Absence de pratiques de conservation des sols et de l'eau;</li> <li>• Feux de brousse</li> <li>• Surpâturage et piétinement intensif du sol ;</li> <li>• Sécheresse et activité éolienne.</li> <li>• Orpaillage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Population accrue ayant des besoins économiques urgents ;</li> <li>• Augmentation des zones de culture le long des cours d'eau.</li> <li>• Absence et/ou non applications de règles claires qui dissuadent les mauvaises pratiques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Haut bassin : zones du plateau et le long des cours d'eau (y compris la Falémé) (Mali/Sénégal) ; berges du Bafing en amont et aval de Kayes ;</li> <li>- Rives de la moyenne, basse vallée et delta Mauritanie, Sénégal)</li> </ul>
<b>Dégradation des berges et des têtes de source</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recul et/ou ravinement des berges ;</li> <li>• Rehaussement du lit du fleuve ;</li> <li>• Destruction des habitations le long des berges ;</li> <li>• Destruction d'investissements économiques ;</li> <li>• Risques sur la navigabilité du fleuve.</li> <li>• Comblement/état de dégradation avancée des têtes de source</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation du charriage par le fleuve ;</li> <li>• Ruissellement par les eaux de pluies ;</li> <li>• Concentration des troupeaux le long des berges ;</li> <li>• Crues et pluies dévastatrices.</li> <li>• Depot d'ordures ménagères/domestiques</li> <li>• Empiètement des zones de culture et habitations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Augmentation des débits et vitesses d'écoulement du fleuve ;</li> <li>• Faiblesse du niveau préexistant de charge solide du fleuve ;</li> <li>• Insuffisance des points d'eau et donc concentration du cheptel sur les berges.</li> <li>• Ignorance de l'importance des têtes de sources</li> <li>• Absence de politique claire de protection des têtes de source</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aval Manantali, sur le Bafing (Mali) ;</li> <li>Zone entre Bafoulabé et Ambidedi (Mali).</li> <li>Massif du Fouta Djallon (sources Falémé, Bafing, Bakoye)</li> </ul>

### Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Haut-Bassin (Guinée)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion de la gestion des bassins versants fondée sur une approche holistique et sur des consultations rationnelles entre les parties prenantes ;</li> <li>• Identification et évaluation de l'état des têtes de source et autres zones sensibles et érodées dans le bassin.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Programme de gestion des berges;</li> <li>• Inventaire des têtes et lancement plan d'urgence spécial pour leur protection et gestion durable</li> <li>• Renforcement des capacités des communautés, des structures pérennes et des opérateurs</li> <li>• Programme d'éducation, d'information et de communication ;</li> </ul>
<b>Haut-Bassin (Mali/Sénégal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaboration de plans de gestion des berges des cours d'eau ;</li> <li>• Lutte contre le surpâturage des zones de pente ;</li> <li>• Lutte contre l'ensablement.</li> <li>• Lutte contre l'érosion induite par l'orpaillage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capitalisation des interventions de lutte contre l'érosion des berges autour de Kayes ;</li> <li>• Renforcement et mise en œuvre effective d'une réglementation adaptée sur l'occupation des berges et de l'orpaillage.</li> </ul>
<b>Vallée et Delta (Mauritanie/Sénégal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Établissement de politiques et de pratiques rationnelles d'utilisation des terres agricoles;</li> <li>• Promotion de programmes de conservation de restauration des sols;</li> <li>• Promotion de mesures anti-érosion;</li> <li>• Stabilisation des dunes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration technique des pratiques d'utilisation des sols;</li> <li>• Information de gestion;</li> <li>• Renforcement des capacités;</li> <li>• Fixation des dunes</li> </ul>

### ***5.1.2. 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, surtout dans les terres irriguées lorsque s'assèche l'horizon supérieur du sol (Gning, 2015). La zone du bassin la plus touchée par la dégradation des terres par salinisation est la région du Delta. La salinisation des sols s'y traduit par l'accumulation d'une quantité importante de sels solubles dans le profil du sol (AGRER, 1998)<sup>32</sup>. Et cette accumulation résulte de l'élévation du niveau de la nappe souterraine déjà peu profonde et salée. La salinité de cette nappe dite alluviale (par endroits 2 mètres de profondeur ou moins) provient des séquences de transgressions et régressions marines que le Bas Delta et la Basse Vallée ont subi 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 progressive du niveau de cette nappe salée.

#### 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 (2000) 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 (2000 op.cit.) 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.

#### 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. On estime qu'il y a 15.000 ha de terres aménagées abandonnées dans la partie sénégalaise du delta du fleuve Sénégal pour cause de salinisation (Gning, 2015 citant des sources de la SAED). A côté de la perte de terres arables, se pose aussi la baisse de la qualité des eaux (voir aussi section sur cette question).

---

<sup>32</sup> AGRER. 1998. Etude d'Évaluation Environnementale du Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie (PDIAIM). Vol. 2 : Texte principal. Rapport Final. Banque Mondiale / SONADER. Aôut.

Options de solution :

- Veiller à ce qu'un système approprié de drainage soit prévu pour les périmètres aménagés pour l'irrigation. Dans ce cadre on pourrait étudier la possibilité d'avoir à l'échelle du bassin une Charte de l'Irrigation (à l'image de la Charte du Domaine Irrigué dans la rive gauche) qui définisse entre autres les normes de drainage à respecter.
- Etudier l'efficacité de la contribution de l'émissaire<sup>33</sup> (Branche B) à la résolution du drainage des eaux d'irrigation, et ses impacts sur les populations du Bas Delta, en aval de Diama. En tirer les enseignements en ce qui concerne la planification de la Branche A de l'émissaire.

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

Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Vallée et Delta (Mauritanie/Sénégal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Politique et réglementation appropriées en matière d'utilisation de l'eau pour l'irrigation ;</li> <li>• Planification adéquate du drainage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Etablissement de normes et standards dans l'exploitation et la conservation des terres irriguées et en particulier du drainage (ex Charte de l'irrigation à l'échelle du bassin).</li> <li>• Réalisation et renforcement du réseau de drainage</li> <li>• Amélioration technique des pratiques d'irrigation ;</li> <li>• Renforcement des capacités.</li> </ul>

<sup>33</sup> Un émissaire (hydraulique) est un canal principal d'évacuation des eaux de drainage et autres eaux usées domestiques et industrielles.

### 5.1.3. Dégradation du couvert végétal, surpâturage et feux de brousse

La dégradation du couvert végétal est une tendance lourde en Afrique de l'Ouest et en particulier dans le bassin du fleuve au cours des dernières décennies, au moins depuis les années 1970, comme en témoignent les cartes d'occupation du sol ci-dessous (Fig. 20). Ce phénomène résulte de la dégradation des conditions pluviométriques mais aussi en grande partie de pratiques agro-sylvo-pastorales non durables. Le surpâturage et les feux de brousse font partie des pratiques occasionnant les dommages les plus immédiats et les plus massifs sur le couvert végétal, les forêts et les sols.

#### 5.1.3.1. 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-Djalou subit aussi un déboisement intense.

Le déboisement concerne aussi 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, 2005)

En Mauritanie l'essentiel des aires boisées se trouve dans le bassin du fleuve Sénégal où on trouve d'importants peuplements d'*Acacia nilotica* (Gonakiés). 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, 2005). 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% dans la même période<sup>34</sup>. 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 derniers 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)<sup>35</sup>, les forêts classées

---

<sup>34</sup> 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>

<sup>35</sup> Ould Taleb, Nema. 2001. Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique – Mauritanie. Juillet.

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 classées a amené le Rapport sur la Mauritanie de l'Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique (FOSA)<sup>36</sup> à les comparer à de «véritables cimetières» d'arbres alors qu'elles faisaient partie 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, 2005). Pour l'ensemble de la Mauritanie, la superficie des formations forestières (dont l'essentiel se trouve dans le bassin du fleuve Sénégal), y compris les forêts classées est passée de 15.134.000 ha en 1982 à environ 4.700.000 ha en 2014 soit une réduction de cette superficie d'environ 68,9% (MEDD/RIM. 2016).

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 gonakiés (*Acacia nilotica*). On estime que 32,5% de ces forêts de gonakiés sont été détruites de 1972 à 1992 (ADT-Sénégal, 2005). Mais les forêts classées n'ont pas été épargnées.

Le tableau ci-après (Tableau 20) sur le recul des formations forestières dans les pays riverains du bassin montre que le déboisement ne concerne pas seulement le bassin du fleuve. Et les pays connaissant les reculs les plus importants des forêts sont le Mali et la Mauritanie, avec respectivement la perte de 30% et 46% des superficies forestières au cours des 25 dernières années.

**Tableau 20.** Evolution des superficies forestières dans les pays du bassin du Fleuve Sénégal

Pays	Superficies (1000 ha)				Taux de changement (%/an)		
	1990	2000	2010	2015	1990-2000	2000-2015	1990-2015
Guinée	7264	6904	6544	6364	-5%	-8%	-12%
Mali	6690	5900	5110	4715	-12%	-20%	-30%
Sénégal	9348	8898	8473	8273	-5%	-7%	-11%
Mauritanie	415	317	242	225	-24%	-29%	-46%
Ensemble pays bassin	23717	22019	20369	19577	-7%	-11%	-17%

Source : FAO. 2015

<sup>36</sup> Ould Taleb, Nema. 2001. Etude Prospective du Secteur Forestier en Afrique – Mauritanie. Juillet.

## 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 20 % (station de Boghé) à 30% (station de Matam) entre la période 1961-1970 et 2000-2010. Dans le haut bassin en Guinée, la pluviométrie a baissé de 10% (Labé) à 14% (Mamou) au cours de la même période. Outre la baisse de la pluviométrie moyenne annuelle observée sur la longue durée, c'est aussi la concentration d'années sèches sur une courte période qui a accéléré le déboisement. On a ainsi observé que 8 des 10 années les plus sèches de la période 1904-1984 se situent dans les décennies 1970 et 1980. Cette période a ainsi connu une très 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.

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 km<sup>2</sup>. 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, 2005), etc... Dans la partie Sénégalaise du sous-bassin de la Falémé, l'orpaillage joue aussi un rôle important dans l'accélération du processus de déboisement.

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 causes 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 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 petit nombre. 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.

L'analyse du déboisement au niveau du bassin du fleuve Sénégal a conduit à l'élaboration de la *Matrice d'Impact environnemental* ci-dessous qui résume l'ensemble des éléments intervenant dans l'étude de ce problème environnemental. A la suite de cette analyse, des actions prioritaires par pays membres du bassin ont été identifiées et 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
<b>Déboisement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réduction des surfaces boisées</li> <li>• Destruction des habitats de la faune sauvage &amp; Dégradation progressive des aires protégées</li> <li>• Ensablement des cours d'eau et dégradation des berges</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Défrichage de la savane &amp; accroissement des feux de brousse et;</li> <li>• Exploitation non planifiée du bois (bois de chauffe, charbon de bois, bois d'œuvre)</li> <li>• Surpâturage</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégradation des conditions hydroclimatiques</li> <li>• Croissance démographique</li> <li>• Pauvreté et exploitation du bois à des fins de survie</li> <li>• Non mise en œuvre effective des textes et politiques de gestion forestière</li> <li>• Désenclavement</li> </ul>	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones critiques : Fouta-Djalon</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
<b>Ensemble du bassin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement et promotion de sources d'énergie de substitution ;</li> <li>• Encouragement à la création d'aires protégées et de réserves forestières ;</li> <li>• Intensification de l'application des lois et règlements pour freiner l'empiètement sur les forêts et les aires protégées</li> <li>• Promotion de la reforestation des zones fragiles et marginales;</li> <li>• Sensibilisation et communication pour le changement de comportements</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification et diffusion de techniques/technologies alternatives d'économie d'énergie ;</li> <li>• Vulgarisation des énergies de substitution</li> <li>• Sensibilisation du public à la dégradation de l'environnement et à ses effets ;</li> <li>• Mise en défens de forêts menacées</li> <li>• Diffusion des techniques adaptées pour l'exploitation des ressources forestières ;</li> </ul>
<b>Haut-Bassin (Guinée/Mali/Sénégal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion et accroissement de la reforestation dans les zones montagneuses ;</li> <li>• Renforcement des capacités de gestion des ressources forestières des communautés ;</li> <li>• Propositions d'alternatives à la culture itinérante sur brûlis ;</li> <li>• Développement durable de la zone de recasement Manantali ;</li> <li>• Promotion de la petite hydroélectricité durable</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plans de gestion de l'environnement et des ressources naturelles</li> <li>• Etude sur l'état des lieux et problèmes de développement prioritaires dans la zone de recasement ;</li> <li>• Projets de développement durable de la zone de Manantali et zone de recasement.</li> <li>• Approche transfrontalière de l'exploitation des ressources naturelles et des feux de brousse ;</li> <li>• Campagne de sensibilisation et d'éducation ;</li> </ul>
<b>Vallée et delta (Mali/Sénégal/Mauritanie)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauration des forêts de gonakiés;</li> <li>• Lutte contre le surpâturage sur les zones en pente;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Actions transfrontières pour restaurer et gérer des forêts de gonakiés;</li> <li>• Promotion de pâturages de substitution;</li> <li>• Elaboration et mise en œuvre de plans de gestion de l'environnement et des ressources en eau;</li> </ul>

#### 5.1.3.2. 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 kg<sup>37</sup>. 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 à l'autre.

Dans la région de Koulikoro, la production moyenne fourragère a été estimée en 2005 à 2,03 t par hectare. 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)<sup>38</sup>. 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 km<sup>2</sup>). 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 18)<sup>39</sup>. 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<sup>40</sup>. On sait que durant la 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 PRODES (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<sup>41</sup>. Si on prend en

---

<sup>37</sup> AGRER. 1998. Etude d'Évaluation Environnementale du Programme de Développement Intégré de l'Agriculture Irriguée en Mauritanie (PDIAIM). Vol. 2 : Texte principal. Rapport Final. Banque Mondiale / SONADER. Août.

centre.org/zh/dec/toolbox/Refer/PARC-fre.pdf" [www.virtualcentre.org/zh/dec/toolbox/Refer/PARC-fre.pdf](http://www.virtualcentre.org/zh/dec/toolbox/Refer/PARC-fre.pdf)

<sup>38</sup> 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

<sup>39</sup> L'année 2005 a enregistré une bonne pluviométrie dans l'ensemble de la région de Koulikoro. Les pluies enregistrées ont été supérieure 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.

<sup>40</sup> 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

<sup>41</sup> 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

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, 2005)

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 sèche<sup>42</sup>. 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'Elevage 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. La première cause de la dégradation du couvert végétal est la baisse de la pluviométrie, sur la longue durée. L'évolution du couvert végétal et du tapis herbacé en particulier est fortement dépendante des volumes des précipitations et de la durée de l'hivernage.

Il est à noter que 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.

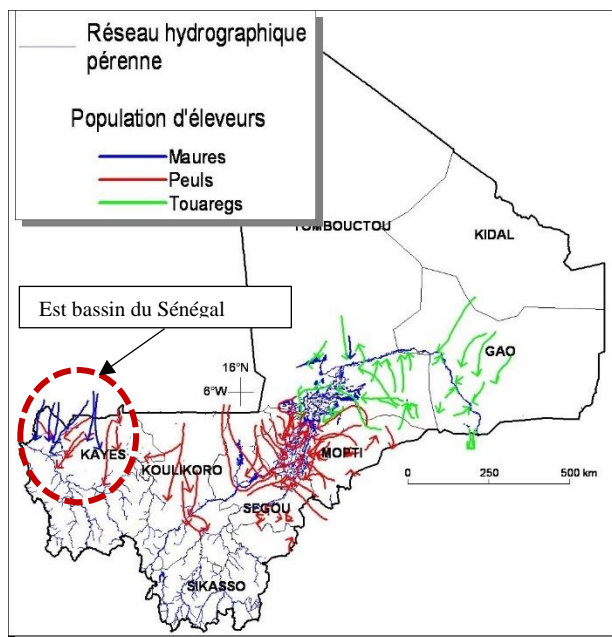
---

de Développement de l'Elevage au Sahel Occidental (PRODESO II). Rapport d'Achèvement. PRODESO. Décembre.

<sup>42</sup> Communication personnelle Dr. Moctar Fall, Directeur, Direction de l'Elevage, 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.18.** Flux de migrations des troupeaux bovins au Mali (MDR-Mali, 2002)<sup>43</sup>

### 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
- 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 la zone sylvo-pastorale), on

<sup>43</sup> 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.

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.

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

### Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Ensemble bassin (accent régions arides et semi-</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Élaboration de politiques et de modalités de gestion transfrontalière rationnelles de la transhumance ;</li> <li>• Mise en application de schéma régional d'aménagement pastoral ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion d'une convention transfrontière relative à la transhumance</li> <li>• Plan de gestion transfrontière du bétail ;</li> <li>• Poursuite des politiques de réalisation des points d'eau pour alléger la pression sur les lacs et fleuve.</li> </ul>

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
arides : Mali, Sénégal, Mauritanie)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Institution et délimitation de couloir se transhumance.</li> <li>• Alléger la pression du bétail sur les rives du fleuve</li> <li>• Renforcement de la gestion communautaire des pâturages des plaines d'inondation;</li> <li>•</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Renforcer le programme hydraulique pastoral pour alléger la pression animale sur le fleuve ;</li> <li>• Intégration de la gestion du bétail et du programme d'irrigation (intensification élevage);</li> <li>• Promouvoir des investissements d'hydraulique pastorale dans le bassin, loin des berges du fleuve</li> <li>• Inventaire des zones de parcours ;</li> <li>• Evaluation des capacités de charge des pâturages ;</li> <li>• Instauration des périodes de repos dans les zones fortement dégradées.</li> </ul>

### 5.1.3.3. Les feux de brousse

C'est dans le Haut-Bassin, et en particulier dans le Massif du Fouta-Djalou, que l'on note la plus grande fréquence et intensité des feux de brousse (voir carte 19 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 précisée<sup>44</sup>.

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 (Decleire, 1999)<sup>45</sup>

#### Causes

Certaines des pratiques agro-pastorales en cours dans le Haut Bassin sont basées sur les feux de brousse saisonniers. L'agriculture itinérante est aussi une des causes des feux de brousse, Parfois elle impose que l'on défriche chaque année de grandes superficies de nouvelles terres boisées. Une des raisons 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)<sup>46</sup>. Les feux de brousse peuvent aussi être provoqués par des randonneurs, des apiculteurs, des fumeurs imprudents.

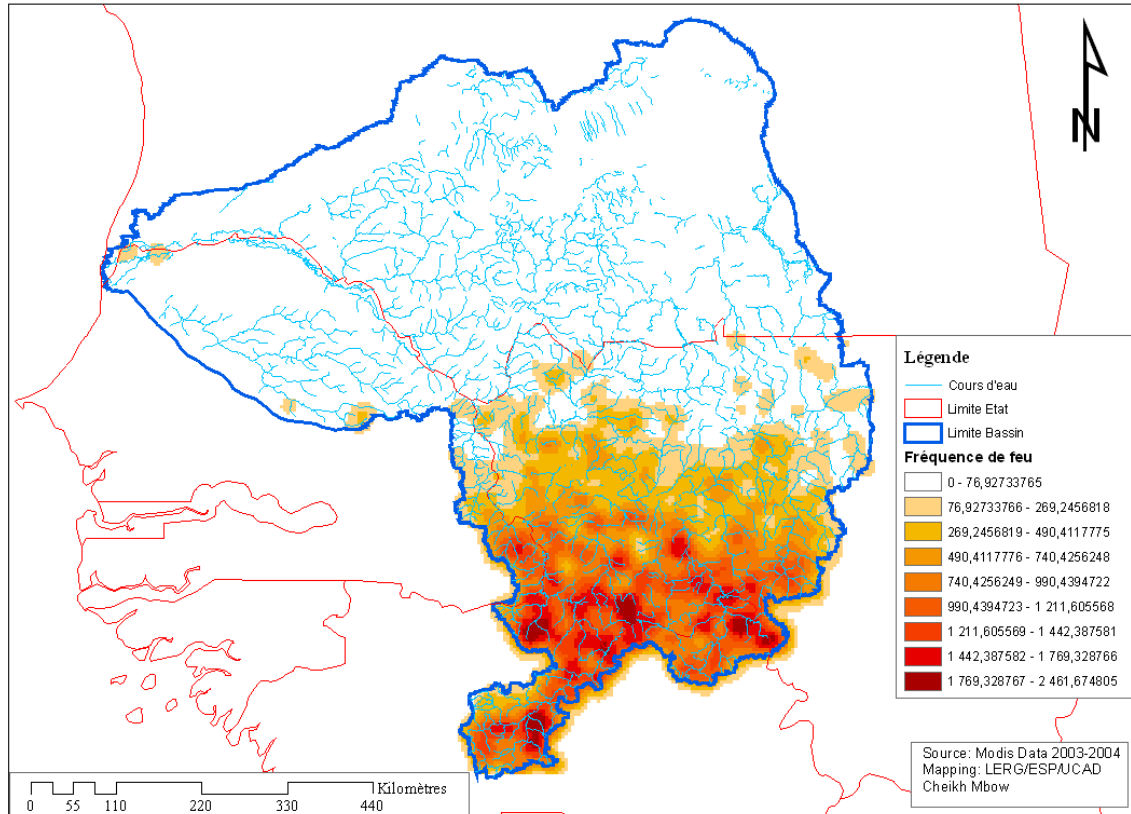
<sup>44</sup> Ministère de l'Environnement et de l'Assainissement (Mali). 2006. *Rapport national sur l'état de l'environnement 2005*. Bamako. Mars.

<sup>45</sup> Decleire, 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](http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Africa/Senegal-feux-1999.pdf)

<sup>46</sup> 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

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.19.** 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). Les feux déciment les animaux sauvages et détruit les habitats naturels et les points chauds de forte diversité de la faune et de la flore. Leurs conséquences économiques directes peuvent être tout aussi désastreuses, En Mauritanie on estime que depuis 2007, les feux de brousse ravagent en moyenne 480.000 hectares de pâturage par an dans les willayas du bassin du fleuve Sénégal, représentant une perte estimée à environ 10 milliards d'Ouguiyas (env. 30 millions US\$) en équivalent d'aliment bétail (MEDD/RIM, 2016).



## 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. La réalisation de pare-feux peut aider à ralentir ou limiter les superficies affectées. Des brigades de surveillance peuvent être utiles, et devraient être conçues dans le cadre de stratégies participatives de gestion des feux de brousse. De telles stratégies responsabilisent les communautés à la base. Elles combinent la prévention (sensibilisation, législation appropriée et dissuasive au besoin, techniques agro-pastorales alternatives), la maîtrise (dans le sens de circonscire 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)<sup>47</sup>.

### ***5.1.4. Désertification***

La Convention des Nations Unies sur la Lutte contre la Désertification définit 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.

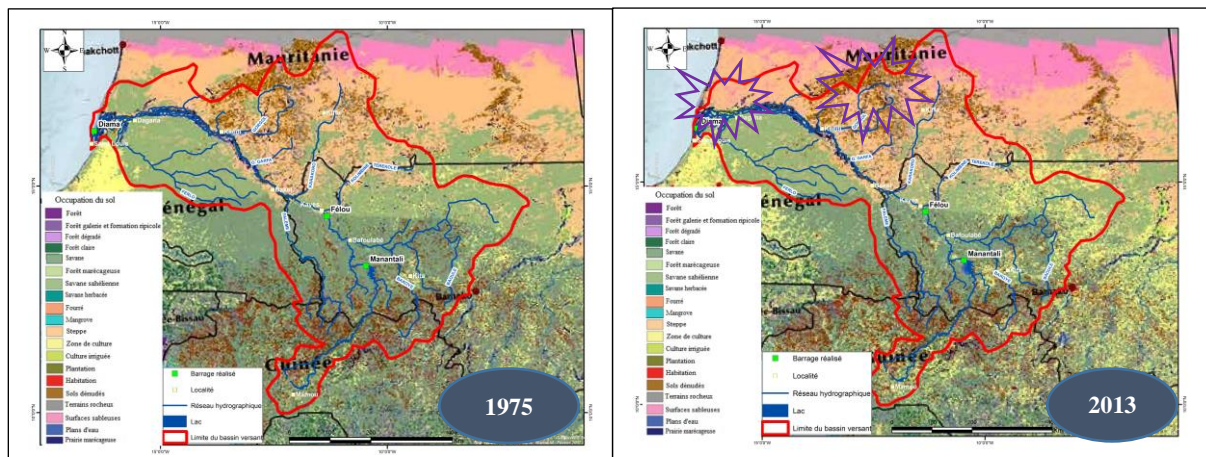
Les facteurs climatiques de la désertification sont la forte variabilité de la pluviométrie annuelle, les pauses pluviométriques de longue durée pendant la saison pluvieuse, les sécheresses fréquentes, etc. Les facteurs anthropiques les plus communs de la désertification sont la surexploitation des terres, 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.

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).

---

<sup>47</sup> 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 Conversation de la Nature.  
Source : [www.malifao2006.org/pdf/feux\\_brousse.pdf](http://www.malifao2006.org/pdf/feux_brousse.pdf)

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, 2005). Le rapport 2006-2010 sur l'état de l'environnement du bassin (OMVS, 2011) estime qu'au cours de la décennie 2000-2010, les dunes avaient progressé de 6 km par an dans la partie mauritanienne du bassin. 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, 2005).



**Fig. 20.** Evolution de l'occupation des sols dans le bassin du fleuve entre 1975 et 2013 (d'après CILSS, 2016)

L'avancée du désert, et notamment des zones de steppes et des surfaces sableuses (dunes), est bien illustrée par les images de l'occupation des sols dans le bassin en 1975 et 2013 (Fig. 20). Malgré le fait qu'on était déjà en pleine phase sèche dans le milieu des années 1970 et qu'une amélioration de la pluviométrie moyenne est constatée dans tout le bassin depuis les 1990, le couvert végétal s'est rétréci au cours des quatre dernières décennies pendant que les zones de steppes et celles dunaires gagnaient du terrain, en particulier dans la partie mauritanienne du bassin.

### 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, 2005)

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, 2005)

### 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.

L'analyse des feux de brousse et de la désertification comme problèmes environnementaux majeurs au niveau du bassin du fleuve a permis d'élaborer la *Matrice d'Impact Environnemental* ci-dessous. Ce qui a conduit à dégager des actions prioritaires 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
<b>Feux de brousse</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dégradation des sols ;</li> <li>• Perte de diversité biologique (faune et flore) ;</li> <li>• Erosion hydrique et éolienne.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technique agricole basée sur le brûlis ;</li> <li>• Feux précoces pour les besoins de l'élevage ;</li> <li>• Technique de chasse/braconnage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pression démographique ;</li> <li>• Pauvreté ;</li> <li>• Absence de législation appropriée.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Haut bassin : Massif Fouta -Djallon - Mali</li> </ul>
<b>Désertification</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Baisse de la productivité des sols ;</li> <li>• Réduction des terres arables, pâturages et ressources en eau ;</li> <li>• Perte de diversité biologique ;</li> <li>• Mise en cause de la sécurité alimentaire et du niveau de vie des populations ;</li> <li>• Exode rural</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Déboisement ;</li> <li>• Feux de brousse ;</li> <li>• Erosion / ensablement ;</li> <li>• Déficits pluviométriques et épuisement des ressources en eau ;</li> <li>• Allongement des périodes de sécheresse.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Variabilité climatique croissante ;</li> <li>• Surexploitation des ressources naturelles ;</li> <li>• Régime foncier inapproprié ;</li> </ul>	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
<b>Ensemble bassin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sensibilisation des populations pour éviter les feux de brousse et/ou réduire leurs effets néfastes ;</li> <li>Assurer un suivi plus rigoureux de l'ampleur et des impacts des feux de brousse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Intensifier la sensibilisation sur les feux de brousse, en s'appuyant sur le Guide de sensibilisation élaboré en 2013 (CSE, 2013)<sup>48</sup></li> <li>Harmoniser les efforts de suivi des feux de brousse et produire un rapport annuel sur les feux de brousse dans le bassin, comme outil d'aide aux efforts de sensibilisation</li> <li>Elaborer à moyen terme un Plan de gestion des feux de brousse dans une perspective transfrontalière</li> </ul>
<b>Ensemble bassin (focus Mali, Sénégal, Mauritanie)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promotion de politiques rationnelles de lutte contre la désertification dans le cadre de la CLD</li> <li>Coordination des efforts dans le cadre de l'initiative Grande Muraille Verte</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Communication pour le changement de comportements.</li> <li>Appui aux Etats dans la mise en œuvre de leurs programmes dans le cadre de la Grande Muraille Verte</li> <li>Planification de l'utilisation des terres;</li> <li>Fixation des dunes (Sénégal, Mauritanie);</li> <li>Ré-inondation des plaines alluviales (Sénégal);</li> <li>Suivi de la dynamique de l'érosion éolienne (Mauritanie)</li> <li>Elaborer et diffuser un compendium de bonnes pratiques de lutte contre la désertification</li> </ul>

#### **5.1.7. Opportunités**

Il plusieurs opportunités qui sont favorables aux efforts de lutte contre la dégradation des terres. On en citera quelques-unes :

- Comme on l'a souligné dans la section sur la gouvernance, le Programme Grande Muraille Verte pour le Sahara et le Sahel (<http://www.greatgreenwallinitiative.org>) est une initiative d'envergure lancée en 2007 et fortement appuyée par la communauté internationale pour freiner l'avancée du désert en inversant la tendance à la dégradation des terres. Le Mali, la Mauritanie et le Sénégal sont fortement impliqués dans ce programme qui couvre les régions sahéliennes de ces pays, y compris donc une bonne partie du bassin du fleuve (moyenne et basse vallée essentiellement).
- Le Programme TerrAfrica du NEPAD (<http://terrafrica.org/>) est une initiative qui fait la promotion de solutions innovantes et durables de lutte contre la dégradation des terres et des eaux. TerrAfrica dispose d'une large gamme de techniques et pratiques testées de gestion durable des terres. L'Afrique de l'Ouest et le Sahel sont une des cibles privilégiées de TerrAfrica, à travers le sous-programme SAWAP (Sahel and West Africa Programme).
- Les nouveaux Objectifs de Développement Durable (ODD) mettent un accent particulier sur la lutte contre la dégradation des terres, à travers l'ODD 15 qui est de : *Préserver et restaurer les écosystèmes terrestres, en veillant à les exploiter de façon durable, gérer durablement les forêts, lutter contre la désertification, enrayer et inverser le processus de dégradation des sols et mettre fin à l'appauvrissement de la biodiversité*. Cet engagement est encore plus explicite à travers la cible 15.3 de cet ODD qui à l'horizon 2030 vise à : *lutter contre la désertification, restaurer les terres*

<sup>48</sup> CSE. 2013. Guide de sensibilisation pour une gestion rationnelle des feux de brousse. OMVS – CSE (Centre de Suivi Ecologique). Dakar. Janvier. Accès : [http://cda.portail-omvs.org/sites/cda.portail-omvs.org/files/sites/default/files/fichiers\\_joint/14360\\_guide\\_de\\_sensibilistaion\\_gestion\\_rationnelle\\_feux\\_de\\_brousseomvs.pdf](http://cda.portail-omvs.org/sites/cda.portail-omvs.org/files/sites/default/files/fichiers_joint/14360_guide_de_sensibilistaion_gestion_rationnelle_feux_de_brousseomvs.pdf)

*et sols dégradés, notamment les terres touchées par la désertification, la sécheresse et les inondations, et s'efforcer de parvenir à un monde sans dégradation des sols.*

L'engagement des Etats membres de l'OMVS et l'appui de la communauté internationale pour accompagner les efforts de lutte contre la dégradation des terres dans le bassin du fleuve Sénégal peuvent être escomptés dans les prochaines années.

## **5.2. 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.

### **5.2.1. Disponibilité de l'eau**

Les disponibilités en eau douce concernent les eaux de pluie, les eaux de surface et les eaux souterraines.

#### *5.2.1.1. Les eaux de pluie*

Comme indiqué dans le chapitre 1, la pluviométrie du bassin est très contrastée, avec le haut bassin recevant une pluviométrie annuelle de plus 1.000 mm/an contre moins de 200 mm/dans la partie la plus septentrionale du bassin. L'ensemble du bassin reçoit entre 160 et 200 milliards de m<sup>3</sup> d'eau de pluie par an<sup>49</sup>. Une bonne partie de cette eau retourne dans l'atmosphère par évapotranspiration. Les eaux de pluie rechargent les nappes souterraines dans des proportions variables (voir ci-dessous), et remplissent les fleuves et rivières.

Les activités agricoles et pastorales –qui nourrissent et emploient la majorité de la population du bassin—dépendent pour l'essentiel de la pluviométrie. Celle-ci présente des contraintes majeures qui vulnérabilisent les systèmes de production agro-sylvo-pastoraux et les écosystèmes du bassin : la période pluvieuse couvre une courte période de l'année, 2-3 mois dans la basse vallée et le delta et 5-6 mois dans le haut bassin. A l'intérieur de la saison pluvieuse, les pluies torrentielles occasionnent des dommages importants pendant que les pauses pluviométriques plus ou moins longues mettent en péril les cultures. Du fait du changement climatique, la variabilité de la pluviométrie dans le bassin s'est accentuée. Comme on l'a vu au 1<sup>er</sup> chapitre, au cours des 50 dernières années, la pluviométrie est dans une tendance baissière générale (10 à 15 % dans le haut bassin à près de 30 % dans la vallée), même si une amélioration sensible est notée dans des 10-20 dernières années,

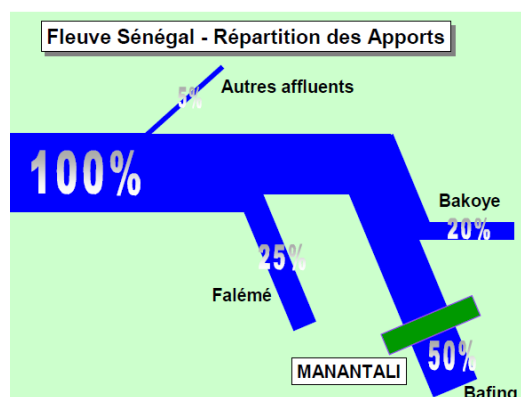
---

<sup>49</sup> Sur la base de la pluviométrie moyenne annuelle du bassin estimée à 520-660 mm par an (Finger & Teodorou, 2003 ; UNESCO, 2003 ; OMVS, AFD & OMM, 2012)

### 5.2.1.2. Disponibilité en eaux de surface

Le régime hydrologie du fleuve est ainsi le reflet du régime des pluies dans le haut bassin, surtout la partie guinéenne. L'essentiel des écoulements sont concentrés sur une courte période de l'année : les 4/5 des écoulements annuels moyens à Bakel sont concentrés sur une période de trois mois (aout à octobre) pour la période 1903-2015. Le barrage de Manantali construit sur le Bafing (qui constitue 50% des apports d'eau à Bakel) contribue à la régularisation du débit du fleuve. (Fig. 21) Cependant, sur la période allant de 1988 (date de mise en service du barrage de Manantali doté d'un réservoir de 11 milliards de m<sup>3</sup> d'eau) à nos jours, on note que les 2/3 des écoulements annuels à Bakel sont enregistrés entre aout et octobre (source : Base de données hydrologiques de l'OMVS). La forte variabilité saisonnière des débits reste donc une caractéristique marquante du régime du fleuve Sénégal. Cette variabilité saisonnière du niveau des écoulements du fleuve présente des aspects positifs pour certaines activités et écosystèmes (les cultures de décrue, la reproduction des poissons, la recharge des nappes profondes durant la crue, etc.) et des contraintes pour d'autres (risques d'inondations, navigabilité réduite ou nulle durant l'étiage, insuffisance de l'eau pour l'agriculture irriguée de saison chaude, etc.). La maîtrise partielle de l'eau par les barrages existants (Manantali surtout) donne la possibilité d'arbitrer les demandes concurrentes en eau entre les différents usages.

Le Chapitre 2 a décrit le problème complexe de la gestion des demandes concurrentes pour les ressources en eau du fleuve Sénégal. D'un côté on dispose d'un budget eau de 22 milliards de m<sup>3</sup> d'eau – volume qui a du reste légèrement baissé au cours des 50 dernières années et qui pourrait encore baisser dans le futur, si on se fie à la plupart des scénarios de changement climatique concernant le bassin.



**Fig. 21** Répartition des apports d'eau (Source : OMVS, AFD & OMM, 2012)

D'autre part, les demandes en eau pour la production d'électricité, l'irrigation et la navigation (les 3 piliers du programme de l'OMVS) sont élevées et pas toujours faciles à concilier. La demande pour l'accès à l'eau de consommation domestique dans un contexte de démographie augmente très vite. Il en est de même pour les besoins en eau du secteur minier et industriel. Le maintien des cultures traditionnelles de décrue nécessite des lâchers d'eau (plusieurs milliards de m<sup>3</sup> entre aout et septembre). Le défi pour le futur est de répondre autant que possible à tous ces besoins, tout en assurant la provision des écosystèmes du bassin en quantités d'eau suffisantes pour le maintien de leurs fonctions et services écologiques essentiels.

L'OMVS est en voie d'assurer une plus grande maîtrise des ressources en eau. Aux réservoirs déjà construits de Manantali et Diama, viendront s'ajouter ceux prévus dans le haut bassin, sur le Bafing en amont de Manantali (Balassa, Koukoutamba, Bouréya), sur la Falémé Gourbassi), sur le Bakoye (Badoumbé), etc. S'ils sont réalisés ces projets devraient permettre une maîtrise quasi-complète des ressources en eau du fleuve, ce qui sera un important atout pour arbitrer les demandes concurrentes de l'eau et leurs variations au cours des différentes saisons de l'année.

Mais la gouvernance durable des ressources en eau du bassin nécessitera d'une part des efforts en vue de contenir la demande sans compromettre les efforts de développement et lutte contre la pauvreté, et, d'autre part d'assurer une utilisation efficiente de l'eau dans tous les secteurs.

Les efforts en vue de contenir la demande doivent cibler de façon prioritaire l'agriculture irriguée, secteur auquel est destiné l'essentiel des eaux de surface prélevées du fleuve. Elle est en croissance rapide ces dernières années, atteignant aujourd'hui près de 175.000 ha aménagés dont 130.000 ha exploitables.

Les autres éléments de solution concernent l'augmentation de la disponibilité de l'eau par la mobilisation des eaux souterraines en évitant leur surexploitation et la collecte et le stockage des eaux pluviales.

#### *5.2.1.3. Disponibilité de l'eau dans les aquifères*

Les disponibilités en eau souterraines varient fortement d'une région à l'autre du bassin. Paradoxalement ce sont les régions les plus arrosées (celles du haut-bassin) qui sont les moins bien dotées en eau souterraines, alors que celles situées dans les parties sahéliennes et saharosahéliennes disposent d'abondantes réserves d'eaux souterraines.

\ Le Haut-Bassin du fleuve Sénégal est une région de socle. Les aquifères y ont une capacité de rétention relativement réduite (Bader et Cauchy, 2013). Dans la partie guinéenne du bassin on distingue plusieurs types d'aquifères avec la caractéristique commune d'avoir des débits faibles (souvent moins de 1 litre/seconde) et de se 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)<sup>50</sup>. 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). Ils en conséquence sujets à la pollution par les eaux usées domestiques ou par des produits toxiques utilisés dans l'exploitation minière (de l'or en particulier).

---

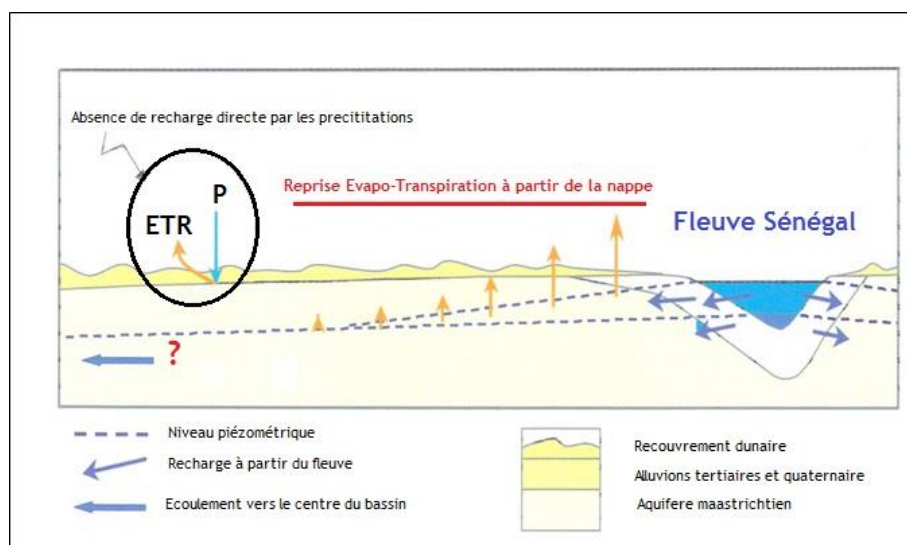
<sup>50</sup> Kane, Cheikh Hamidou & Elhadj Amadou Diallo , 2005. Etude portant sur l'évaluation de l'état de l'environnement des ressources naturelles et des ressources en eau dans la partie Guinéenne du Bassin du Fleuve Sénégal. Projet de Gestion des Ressources en eau et de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal (GEF-OMVS-BFS). OMVS, Décembre

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 de 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. Pour le Sénégal (ensemble du pays), on estime les quantités d'eau stockées dans les nappes souterraines à 50-75 milliards de m<sup>3</sup> pour la nappe du Continental Terme (nappe recevant une recharge annuelle de 1,5 à 2 milliards de m<sup>3</sup>), contre 300-400 milliards de m<sup>3</sup> pour la nappe du Maestrichtien (nappe recevant une recharge annuelle de 0,3 à 0,8 milliard de m<sup>3</sup>/an) (CSE, 2016). Pour la Mauritanie, le volume d'eau stockée dans les nappes souterraines (situées pour une grande part dans le bassin du fleuve Sénégal) est estimé à 44,6 milliards de m<sup>3</sup> (OSS, 2015).

La nappe alluviale, que beaucoup des villages de la moyenne vallée utilisent par le moyens de puits (de 2 à 15 m de profondeur), est directement alimentée par les eaux de surface et en particulier avec les eaux de la crue annuelle.

Les connaissances concernant les lieux et mécanismes de la recharge des nappes plus profondes, et en particulier la nappe du Maestrichtien, sont encore limitées. 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 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 Fig. 22 ci-après).





**Fig.22.** Processus de recharge de la nappe du Maestrichtien à partir des eaux du fleuve Sénégal (COWI, 2001)

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. 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.

### **5.2.2. Qualité de l'eau**

L'altération de la qualité des eaux de surface ou des eaux souterraines se présente sous plusieurs formes : pollution chimique, pollution microbienne, eutrophisation des plans d'eau, forte charge de matières solides en suspension pouvant conduire l'envasement.

#### *5.2.2.1. Principales zones affectées par la dégradation de la qualité des eaux*

Dans le haut bassin les problèmes les plus notables de qualité de l'eau résultent de la pratique de l'orpaillage : (a) le long du Bafing en Guinée (dans Préfecture de Dinguiraye) ; le long du Bakoye en Guinée (dans la Préfecture de Siguiri) ; (b) le long des deux rives de la Falémé au Mali et au Sénégal. Avec l'intensité et l'anarchie dans l'orpaillage autour de la Falémé, on n'est pas surpris qu'on y ait noté la pollution des eaux par le mercure (BRL & Asconit, 2012).

Dans le haut bassin, la dégradation de la qualité des eaux est aussi observée dans les têtes de sources du fleuve, dont certaines abritent des sites de fabrication de briques cuites ou sont transformées en dépôts d'ordures domestiques (voir section sur la dégradation des terres). Ces

activités entraînent dans une certaine mesure la baisse de la qualité des eaux de surface et peut-être profonde, même si aucune donnée précise n'a pu être trouvée sur le sujet.

Dans la moyenne vallée du fleuve, un des problèmes de qualité de l'eau se manifeste par des niveaux parfois élevés de la teneur en fer de la nappe profonde du Maestrichtien (CSE, 2016), même si cela ne semble pas poser de problèmes particuliers pour la santé des populations humaines et animales. La moyenne vallée abrite aussi des unités industrielles (phosphates de Matam) et semi-industrielle (abattoirs à Kayes), mais les quantités et caractéristiques de leurs rejets sont mal connues (BRL & Asconit, 2012).

Dans la basse vallée et le delta, zone de concentration des périmètres irrigués, le risque de pollution et de dégradation de la qualité des eaux est élevé, principalement du fait des rejets des eaux de drainage agricole. La salinité élevée (due au lessivage des sols salés du delta) ainsi que les résidus d'engrais (engrais, phosphore, potassium, urée) et de pesticides (insecticides, herbicides et fongicides) contenus dans ces eaux entraînent la contamination des exutoires que sont le fleuve Sénégal et ses défluent ainsi que les dépressions (Cissé, 2011 ; BRL & Asconit, 2012). Un autre facteur de dégradation de la qualité de l'eau dans la basse vallée et le delta concerne l'avancée du niveau de la mer –phénomène qui pourrait s'accélérer avec le changement climatique. Il peut entraîner de fortes concentrations de sels dans l'eau. La prolifération des végétaux aquatiques comme le typha (qui concerne tout le delta et la basse vallée, y compris le lac de Guiers, R'Kiz et la retenue de Diama) est tout autant cause que conséquence de la dégradation de la qualité des eaux.

La pollution des eaux par les rejets domestiques et urbains touche tous les biefs du bassin. D'importantes quantités d'eaux pluviales (ruissellement), d'eaux usées domestiques et de déchets solides (ordures ménagères en particuliers) sont déversées chaque jour dans le fleuve à partir des villes et villages établis sur les berges. Ces eaux sont chargés de matières organiques, de nutriments, de bactéries pathogènes, de virus et helminthes (BRL & Asconit, 2012). Leurs impacts potentiels sur la santé humaine et animale et sur les écosystèmes du bassin peuvent être importants.

En dépit des risques potentiels notés ci-dessus, il existe peu de données permettant d'apprécier de façon précise l'ampleur de la dégradation de la qualité des eaux dans le bassin. Les débits des eaux de drainage déversées ainsi que leurs caractéristiques physicochimiques précises ne sont pas bien connus (BRL & Asconit, 2012). C'est aussi le cas en ce qui concerne les rejets à partir des activités industrielles minières et artisanales, ainsi des rejets domestiques et urbains. Le fait est que les niveaux de pollution des eaux du fleuve ne font pas l'objet d'un suivi systématique. Cependant, les observations suivantes ressortent de certaines des études ponctuelles et souvent localisées consultées :

- Du point de vue de leur teneur en éléments chimiques, les eaux fleuve sont dans des normes de qualité acceptable pour l'eau d'irrigation (Ould Mouhamedou et al. 2008 ; Cissé, 2011)
- En ce qui concerne les rejets des périmètres irrigués, il n'a pas été fait cas de dépassement des normes internationales dans ce domaine (Cissé, 2011). La CSS qui déverse une importante quantité d'eau de drainage des casiers de canne à sucre dans le Lac de Guiers

assure aussi ces eaux se situent dans les normes admises (Communication personnelle : CSS : mai 2016)

- Les sites d'exploitation de l'or (à Yatéla et Sodiola au Mali) ne semblent pas créer des problèmes de contamination ni des eaux souterraines (parce que disposant de cuves étanches) ni des eaux de surface (BRL & Asconit, op.cit, 2012 ; et Communication personnelle : Laboratoire National des Eaux du Mali : avril, 2016).

La dégradation de la qualité des eaux se manifeste sous des angles variés dans le bassin du fleuve Sénégal. Afin de mieux illustrer ce phénomène dans sa complexité, nous mettons l'accent ci-dessous sur les formes suivantes de dégradation de la qualité des eaux :

- Pollution par les eaux de drainage
- Pollution par l'exploitation minière industrielle et artisanale
- Transport de matières solides et risques d'envasement

#### *5.2.2.2. Pollution par les eaux de drainage agricole*

Comme indiqué plus haut, les informations disponibles sont peu précises concernant les quantités des rejets et caractéristiques physico-chimiques (engrais et pesticides) des eaux de drainage et les endroits spécifiques où elles sont déversées dans le bassin du fleuve Sénégal<sup>51</sup>. On sait cependant que la pollution par les eaux de drainage agricole 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, 2005). 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, 2005).

Les eaux de drainage issues de la culture irriguée ont souvent une forte salinité (résultant du lessivage des terres salées) mais ont aussi une charge élevée en produits phytosanitaires et engrais chimiques. Dans le contexte du bassin du fleuve Sénégal, Kane (1997) identifie trois façons de disposer des eaux déjà utilisées dans les périmètres irrigués : (a) elles peuvent être évacuées en contrebas du périmètre et, d'année en année, contribuer à la dégradation de l'environnement et constituer une menace même pour les périmètres adjacents ; (b) les eaux de drainage peuvent être acheminées dans des dépressions avoisinantes, et constituer un risque de contamination des sols et nappes souterraines et représenter une menace pour le bétail

---

<sup>51</sup> 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 spéculation, 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. ) . Le SDAGE reprend pour l'essentiel les informations sur la qualité des eaux contenues dans l'ADT de 2007. Le rapport sur l'Etat de l'Environnement 2006-2010 (OMVS, 2011) aborde à peine le sujet. Le rapport BRL & Asconit (2012) constate ces lacunes et fait des recommandations spécifiques pour les combler mais lesdites recommandations ne sont pas encore mises en œuvre.

s'abreuvant dans la dépression ; (c) les eaux de drainage peuvent être évacuées en milieu aquatique (bras principal du fleuve, lac, canaux) et, à moins d'être auparavant traitée, constituer une menace pour les populations dépendant de la source d'eau mais aussi pour l'ichtyofaune et le bétail. Chacune des trois formes de drainage des eaux d'irrigation les plus courantes dans le bassin du fleuve peut donc poser de sérieux problèmes pour l'environnement et la santé humaine et animale.

La réalisation dans le cadre du financement MCA d'un chenal (émissaire hydraulique) de 65 km dans la rive gauche du delta a pour but de contribuer à la solution des problèmes de drainage des eaux d'irrigation. L'émissaire comprend une branche A et une branche B. L'émissaire collecte les eaux de drainage des périmètres irrigués pour les rejeter en aval du barrage de Diama, ses eaux devant donc en principe être par la suite évacuées en mer. La branche B de l'émissaire du Delta a seulement été inauguré en aout 2015 (et la branche A est attendue de réalisation). Il faudra donc du temps pour évaluer son efficacité dans la solution des problèmes de drainage posés dans la partie sénégalaise du delta, mais aussi son impact sur les écosystèmes et populations du bas delta en aval du barrage de Diama.

Cela dit beaucoup des périmètres irrigués évacuent leurs eaux de drainage dans les dépressions ou lacs, avec des conséquences qui méritent une étude approfondie. La CSS rejette dans le lac de Guiers de grandes quantités d'eau de drainage par jour. 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 ; Communication personnelle CSS, mai 2016). Le volume de rejet était estimé de l'ordre de 90.000 m<sup>3</sup>/jour il y a une dizaine d'années<sup>52</sup>. Une bonne partie des eaux de drainage de la CSS est aussi déversée en direction de l'Emissaire du Delta.

L'eutrophisation des plans est un des risques liés aux rejets des eaux de drainage et des eaux usées domestiques fortement chargées de nutriments. 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)<sup>53</sup>. 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

---

<sup>52</sup> Aucune information précise n'a pu être obtenue sur les volumes actuels de rejets de la CSS dans le Lac de Guiers.

<sup>53</sup> 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,

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 Mananatali.<sup>54</sup>

### 5.2.2.3. *La pollution des eaux par l'exploitation minière industrielle artisanale*

En ce qui concerne les effets de l'exploitation minière sur la qualité des ressources en eau, il faut distinguer l'exploitation industrielle de l'exploitation artisanale. Outre le phosphate de Matam, l'essentiel des zones d'exploitation minière industrielle sont surtout situées dans le haut bassin. Dans la partie guinéenne du bassin, il existe des sites d'exploitation industrielle de la 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).

L'exploitation minière industrielle la plus répandue dans le bassin concerne surtout l'or et peut potentiellement avoir des impacts négatifs importants sur la qualité de l'eau. L'exploitation industrielle de l'or se base sur des procédés chimiques tels que la cyanurisation et/ou l'utilisation d'autres produits chimiques. Les produits cyanurés créent des risques de maladies par intoxication et des maladies respiratoires chez les populations humaines et animales qui en sont exposées. 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.

Les Etats rassurent que les mesures idoines sont prises par les unités industrielles pour éviter ou minimiser la contamination des ressources en eau et de l'environnement. Il est vrai que beaucoup des compagnies minières présentes dans le bassin appartiennent à des multinationales qui ont leur réputation à défendre. Au Mali, on considère que les problèmes liés à la gestion de ces bassins de rejets font partie des risques environnementaux les plus importants dans les mines industrielles d'exploitation de l'or (GES Conseils. 2004)<sup>55</sup>. Mais, comme indiqué plus haut, ce risque semble être pour le moment contenu. 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 de façon indépendante.

L'exploitation minière artisanale concerne surtout l'or. L'orpaillage est très répandu et très ancien (il date de la période précoloniale). En Guinée, les principaux endroits où l'or fait l'objet d'une exploitation traditionnelle sont situés le long du Bafing (localités de Gagnakali et Diatiféré, Préfecture de Dinguiraye ) et du Bakoye (localités de Naboun et Franwalia dans la

---

<sup>54</sup> Note de la SOGEM en date du 21 juillet 2006

<sup>55</sup> 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

Préfecture de Siguiri). 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.

On distingue trois formes d'orpaillage. L'orpaillage alluvionnaire consiste à exploiter les débris des roches arrachés/ exhumés et transportés par un cours d'eau puis déposé dans les déposé en aval. L'orpaillage éluvionnaire consiste à exploiter les débris de la roche qui s'est désagrégée sur place, tout en restant souvent enfouie. L'orpaillage filonien consiste à creuser, atteindre la roche et la briser pour extraire l'or. L'orpaillage alluvionnaire se fait à ciel ouvert alors que l'orpaillage éluvial et filonien implique le creusement de trous. Traditionnellement, seule l'exploitation alluvionnaire, donc à ciel ouvert, était faite. L'exploitation souterraine est relativement récente dans le bassin (Niang, 2014). Aujourd'hui, des équipements de plus en plus sophistiqués sont utilisés dans l'orpaillage qui se « semi-industrialise ». Dans le même temps sa capacité de destruction de l'environnement est décuplée.

Outre le déboisement, le décapage du sol, la transfiguration du paysage et la désorganisation du réseau hydrographique (OMVS, 2015)<sup>56</sup>, l'orpaillage affecte sérieusement la qualité des eaux de surface et des eaux souterraines. L'orpaillage utilise des quantités importantes mercure – produits utilisés dans l'amalgamation de l'or (pour dégager l'or fin de la boue). Niang (2014, op.cit.) estime qu'il faut 50 g de mercure pour 100 g d'or, alors que l'orpaillage produit de plus de 7 tonnes/an d'or au Mali, Guinée et Sénégal, dont une bonne partie à partir du fleuve Sénégal (estimations faites à partir de ONUDI, 2009). Durant le chauffage de l'amalgame, le mercure qui s'évapore est transformé en méthylmercure par des micro-organismes anaérobies. Dans les fleuves, rivières et marigots, le méthylmercure est absorbé par le phytoplancton et intègre la chaîne alimentaire (Niang, 2014 ; OMS, 2013). A cela s'ajoute le fait que dans certains cas, le cyanure est utilisé pour le retraitement des résidus déjà contaminés par le mercure.

Les risques sont donc importants. Outre le cout sur la santé de l'environnement biophysique, l'orpaillage dégrade la qualité des eaux et de l'air, affectant la santé des populations : la consommation de l'eau ou des aliments contaminés par le mercure ou l'inhalation des vapeurs de mercure peut avoir des effets nocifs sur le système nerveux, l'appareil digestif et le système immunitaire en général.

Au total, l'orpaillage est devenu un véritable fléau environnemental pour le bassin. Même si des études approfondies sont nécessaire pour avoir une idée exacte de l'ampleur des impacts du phénomène. Outre la contamination des eaux par le mercure, les zones d'orpaillage sont déboisées, dénudées ; des trous géants sont creusés sur le sol. Les berges des fleuves sont dégradées. Des nombreuses excavations sont faites dans le lit du fleuve et ses affluents, avec des profondeurs pouvant atteindre 5 mètres et plus. Le réseau hydrographique est ainsi défiguré. En conséquence, les connaissances sur l'hydrologie d'un cours d'eau tel que la Falémé qui accueille la plupart des orpailleurs du bassin méritent d'être mises à jour. Les populations vivant

---

<sup>56</sup> OMVS, 2015. Activités d'orpaillage le long de la Falémé. Rapport de mission. OMVS/Direction de l'Environnement et du Développement Durable, Dakar. juin

dans ces zones sont exposées à diverses maladies liées à la pollution de l'eau et de l'air. Le dilemme avec de l'orpaillage c'est qu'il s'agit d'une activité qui emploie beaucoup de monde dans des zones de forte incidence de la pauvreté. La population impliquée dans l'orpaillage dans les trois pays était estimée en 2009 à 50.000 personnes pour le Sénégal, 200.000 et 140.000 pour, respectivement le Mali et la Guinée --pour ces derniers pays, il existe cependant plusieurs zones d'orpaillage situés en dehors du bassin (ONUDI, 2009)<sup>57</sup>.

#### 5.2.2.4. *Matières sèches en suspension et envasement*

Se basant sur des travaux antérieurs, Gannett Fleming et al, 1980 (Rapport partiel sur le Régime du Fleuve e 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 m<sup>3</sup>/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).

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 ;

S'agissant de l'envasement, la question se pose essentiellement dans les axes hydrauliques et les réservoirs. L'envasement dans les axes hydraulique est un sujet de préoccupation surtout dans la Basse Vallée et le Delta du fleuve, et en particulier depuis 1997-1998, période à partir de laquelle on a constaté que Typha qui a colonisé ces axes y piège aussi les sédiments. 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

---

<sup>57</sup> ONUDI . 2009. Rapport de synthèse de l'Atelier sous-régional d'information des pays de l'Afrique de l'Ouest francophone sur les problèmes liés à l'orpaillage tenu à Bamako du 8 au 10 décembre. Organisation des Nations Unies pour le développement Industriel (ONUDI) et la Direction Nationale de l'Assainissement du Contrôle des Pollutions et des Nuisances (DNACPN). Accédé à : <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/PartnershipsAreas/Conference%20de%20Bamako%20sur%20l'orpaillage.pdf>

conditions d'inondation de certaines des cuvettes de décrue (AGRER et al. Vol 2. 2003 : 171). L'envasement résultant 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.

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 complexes et coûteux (voir section sur le typha).

### ***5.2.3. Analyse causale***

Les causes de la baisse de la disponibilité de l'eau (et surtout eau de surface et eaux pluviales) ont été analysées dans la section 1 et 2 et sont essentiellement liées à l'évolution des conditions hydro-climatiques. La sous-section 2.7 (ci-dessous) discute les impacts prévus du changements climatiques sur la disponibilité de l'eau dans le bassin. Les pratiques d'utilisation non économe de l'eau accent la pression sur les ressources en eau et en réduisent la disponibilité pour certains usages.

L'analyse causale faite ici met donc l'accent sur la dégradation de la qualité des eaux.

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.).

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-Sénégal, 2005). 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.

En ce qui concerne l'envasement, on observe que les axes hydrauliques sont le réceptacle de trois types d'apports de charge solide : (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.

#### **5.2.4. Options de solution**

En ce qui concerne la disponibilité de l'eau, les mesures suivantes sont envisageables :

- Gérer la demande, en promouvant une plus grande efficacité (productivité) dans l'utilisation de l'eau, surtout dans le secteur de l'irrigation ;
- Mobiliser les eaux souterraines en complément aux de surface et eaux pluviales (utilisation combinée) surtout en agriculture lors des pauses pluviométriques et périodes d'étiage dans le fleuve)
- Améliorer les connaissances sur les ressources en eau souterraines, les quantités disponibles, mais aussi et surtout les modalités et mécanismes de leur recharge, ceci pour permettre leur utilisation durable ;
- Améliorer les connaissances sur le changement climatique et ses impacts sur la disponibilité de l'eau dans le bassin.

Qualité des eaux en général :

- 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 riverains et les acteurs concernés sur le terrain (agro-industries, entreprise minière) s'équipent 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 transnationale.
- Dans le cadre de l'implication de la société civile et des structures de recherche, 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.

- Mettre en œuvre des mesures appropriées de dissuasion et si nécessaire de répression de la pollution (application du principe pollueur-payeur de la Charte des Eaux). Au niveau national et à travers les conventions internationales ratifiées ainsi que la Charte des Eaux, 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.

Pollution par les eaux de drainage agricoles et eaux usées domestiques :

- Faire l'évaluation des impacts du chenal B l'émissaire hydraulique sur la qualité des eaux dans le fleuve et en tirer les enseignements pour le chenal A ;
- Définir des normes de qualité des eaux de drainage et assurer un suivi systématique et régulier de la qualité des rejets agricoles, domestiques et urbains

Pollution des eaux par l'exploitation industrielle et artisanale des mines :

- Promouvoir la mise en œuvre pratique des Codes miniers par les Etats riverains ;
- Promouvoir des méthodes alternatives à l'utilisation du mercure dans l'extraction de l'or ;
- Assurer le suivi de la qualité des eaux de surface et eaux souterraines dans les sites d'exploitation minière (orpaillage surtout), et faire le suivi sanitaire de la population pour détecter à temps les problèmes de santé liés à la contamination des sites miniers ;
- Faire une évaluation systématique des impacts de l'exploitation minière sur le réseau hydrographique et la qualité des eaux de la Falémé.

Risques d'envasement :

- Faire l'évaluation des impacts de l'érosion et en particulier de la dégradation des têtes de source sur la charge solide des eaux du fleuve et les processus éventuels d'envasement des plans d'eau ;

L'analyse de la disponibilité et de la qualité de l'eau au niveau du bassin du fleuve Sénégal a permis d'élaborer la *Matrice d'Impact Environnemental* ci-après. Cette analyse a aussi permis de proposer des actions prioritaires résumées dans la *Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays* ci-dessous.

## Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
<b>Disponibilité de l'eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tendence à la baisse des eaux de pluie</li> <li>• Tendence à la baisse de l'hydraulicité des eaux de surface ;</li> <li>• abaissement du niveau des nappes superficielles</li> <li>• niveau sous-optimale de la crue annuelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• variabilité/changement climatique</li> <li>• augmentation de la demande en eau (énergie, agriculture, mines/industrie, domestique)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• changements dans la circulation générale des vents, des températures et hausse des GES</li> <li>• Laminage des crues par les barrages ;</li> <li>• Non mise en œuvre de politiques d'économie et de conservations des eaux</li> <li>• Augmentation de la démographie ;</li> </ul>	Ensemble du bassin, et en particulier les parties situées dans les zones arides et semi-arides (moyenne vallée et delta)

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
<b>Baisse qualité (drainage agricole et eaux usées domestiques)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pollution des eaux du fleuve, lacs et rivières</li> <li>• Effets négatifs sur la faune et la flore dépendant de l'eau;</li> <li>• Rejets de nutriments et de pesticides entraînant l'eutrophisation accrue de plans d'eau ;</li> <li>• Baisse de qualité de l'environnement et envahissement par des végétaux aquatiques ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modification du régime du fleuve par les barrages ;</li> <li>• Prolifération des végétaux envahissants ;</li> <li>• Pollution par les eaux usées domestiques ;</li> <li>• Rejets eaux de drainage non traitée de l'agriculture (agro-industrie et irrigation).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Absence de normes de qualité, de lois et règlements harmonisés relatifs à l'eau ;</li> <li>• Non application de la réglementation sur la pollution des eaux</li> <li>• Continuité entre eaux de surface et eaux souterraines, ce qui rend ces dernières vulnérables à la pollution ;</li> <li>• Croissance urbaine le long du fleuve ;</li> <li>• Déficit d'éducation et de sensibilisation des populations ;</li> <li>• Absence de suivi/contrôle rigoureux et coordonné de la qualité des eaux du fleuve</li> </ul>	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones critiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Bassin sédimentaire sénégal-mauritanien (secteur de la vallée) ;</li> <li>• Delta du fleuve Sénégal (eaux de drainage) ;</li> <li>• Lac de Guiers</li> <li>• Zone estuarienne du fait du changement récent de l'hydrodynamique (brèche Langue de barbarie)</li> </ul>

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
<b>Baisse qualité des eaux (exploitation minière industrielle et orpaillage)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Contamination des eaux de surface et souterraines par produits chimiques (mercure)</li> <li>Dégradation du réseau hydrographique</li> <li>Déboisement des sites d'exploitation minière</li> <li>Dégradation des habitats naturels de la faune et de la flore;</li> <li>Problèmes de santé humaine et animale ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Utilisation d'équipements techniques de plus en plus lourds dans l'exploitation auparavant artisanale ;</li> <li>Exploitation aurifère important employeur dans région sans sources de revus alternatifs, en saison sèche en particulier ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Non mise en œuvre effective des codes miniers</li> <li>Non encadrement des orpailleurs</li> <li>Déficit d'éducation et de sensibilisation des orpailleurs ;</li> <li>Absence de suivi/contrôle rigoureux et coordonné de la qualité des eaux dans les zones d'orpaillage et même d'exploitation industrielle de l'or</li> </ul>	<p>Guinée :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Départements de Dinguiraye et Siguiri (le long des vallées du Bafing et du Bakoye) ;</li> <li>Mali (entre Fafing et Falémé et le long de la Falémé (Faléa) ;</li> <li>Sénégal ; le long de la Falémé.</li> </ul>

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

### Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Problème	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Ensemble du Bassin</b>		
<b>Problème de disponibilité de l'eau</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promouvoir une plus grande efficacité dans l'utilisation des eaux, surtout en irrigué</li> <li>Mobiliser les eaux souterraines en complément aux eaux pluviales et de surface</li> <li>Améliorer les connaissances sur les eaux souterraines (disponibilité et recharge)</li> <li>Améliorer les connaissances de l'impact du changement climatique sur la disponibilité des ressources dans le bassin ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Opérationnaliser le principe «plus grains par goutte d'eau» (<i>more crops per drop</i>) dans les périmètres irrigués</li> <li>Tester les modalités de mise en pratique de l'utilisation conjointe eau souterraines/pluviale/eau de surface dans des sites du bassin ;</li> <li>Entreprendre étude d'envergure sur les eaux souterraines à l'échelle du bassin</li> <li>Entreprendre une étude d'envergure sur les changements climatiques et ses impacts sur la disponibilité de l'eau (eau pluviale, de surface et souterraine (voir aussi sections sur changement climatique et risque d'inondation)</li> </ul>
<b>Dégradation qualité des eaux (général)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcer dispositif de suivi de la qualité chimique et microbiologique des eaux ;</li> <li>Mener campagnes de sensibilisation et formation sur la qualité des eaux ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en réseau des laboratoires d'analyse des eaux des pays riverains et créer conditions de collaboration dans le suivi qualité des eaux du fleuve ;</li> </ul>

Problème	Actions prioritaires	Type d'action
	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mettre en œuvre des mesures dissuasives de pratiques néfastes à la qualité des eaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mobiliser la société civile du bassin, y compris les ONG, dans les activités d'IEC sur la qualité des eaux ;</li> <li>Appliquer le principe pollueur-payeur de la Charte des Eaux</li> </ul>
<b>Pollution par les eaux de drainage agricoles et eaux usées domestiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Renforcer les investissements sur les infrastructures de drainage</li> <li>Définir et faire respecter normes de qualité eaux de drainage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluer et tirer les enseignements de la Branche B de l'Emissaire du Delta ;</li> <li>Appuyer les Etats dans la poursuite des investissements sur les réseaux de drainage (surtout Mauritanie et Sénégal)</li> <li>S'appuyer sur le Charte des Eaux pour définir normes consensuelles de qualité des eaux de drainage dans le bassin;</li> </ul>
<b>Pollution des eaux par l'exploitation minière</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promouvoir mise en œuvre effective des Codes miniers ;</li> <li>Promouvoir des méthodes alternatives à l'utilisation du mercure dans l'extraction de l'or ;</li> <li>Assurer suivi de la qualité de l'eau dans les sites minier et ses impacts sur la santé des populations</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>S'appuyer sur les Codes miniers des Etats riverains et la Charte des Eaux pour faire respecter le principe de remise en état des sites par les exploitants miniers ;</li> <li>Créer plateforme de partage d'expertise et de répliation de bonnes pratiques d'alternatives au mercure</li> <li>Faire étude d'envergure sur les impacts de l'exploitation minière sur l'hydrographie et la qualité des eaux du Bafing</li> </ul>
<b>Risques d'envasement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Améliorer les connaissances sur les impacts éventuels de la dégradation des terres sur les charges solides du fleuve et l'envasement.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluation des impacts de l'érosion et en particulier la dégradation des têtes de source sur l'envasement des plans d'eau..</li> </ul>

### 5.2.5. Opportunités

Il existe plusieurs facteurs favorables à l'amélioration de la disponibilité et de la qualité de l'eau. Parmi ces facteurs on peut citer :

- le fait que grâce aux investissements actuels et prévus de l'OMVS dans de grandes infrastructures hydrauliques, le niveau de maîtrise de l'eau du fleuve est relativement élevé et le sera davantage dans les prochaines années. La maîtrise de l'eau est un préalable à sa bonne gestion et à son allocation judicieuse et équitable entre acteurs et secteurs concurrents.
- En ce qui concerne le contrôle de la qualité de l'eau, des efforts sont faits par les Etats et différents projets établis dans la vallée du Sénégal. Des laboratoires de contrôle de qualité de l'eau existent et sont fonctionnels (e.g. SOGEM à Manantali, ISET à Rosso en Mauritanie, la CSS à Richard Toll au Sénégal, ESP à Dakar, etc.). Ce qui reste c'est la mise en synergie de ces efforts et l'OMVS est bien placée pour y contribuer.
- La Mauritanie et le Sénégal sont fortement dépendants des eaux du fleuve pour la consommation domestique et industrielle, y compris en particulier dans leurs capitales nationales. Pour ces pays, l'objectif d'assurer et de préserver la bonne qualité de l'eau du fleuve est primordial.

Il existe cependant des contraintes, dont la faiblesse connaissance des eaux souterraines et leurs interactions avec les eaux de surface.

## 5.3. Les risques d'inondation

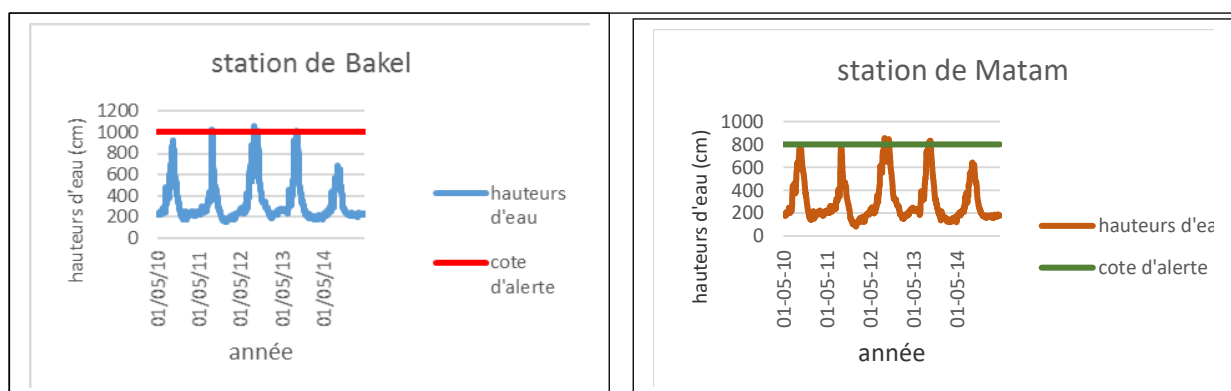
Le fleuve Sénégal est un cours d'eau tropical, donc sujet à des variations saisonnières et interannuelles très marquées de la pluviométrie et du régime hydrologique. La crue annuelle du fleuve participe de ce régime tropical et constitue un des traits marquants de l'hydrologie du fleuve. A la faveur de l'abondante pluviométrie dans le Haut-Bassin, les écoulements augmentent de façon spectaculaire dans les affluents du fleuve. A l'avant de Bakel, point de

convergence de la Falémé et du Bafing grossi du complexe Bakoye-Baoulé, le fleuve sort de son lit mineur et inonde de multiples cuvettes reliées au fleuve par des chenaux, formant la vaste plaine d'inondation ou plaine alluviale d'une largeur de 10 à 20 km. La crue annuelle joue un important rôle écologique et socioéconomique : recharge des nappes souterraines, alimentation des peuplements de forêts galeries de gonakiés, utilisation des cuvettes comme zones de frayères des poissons, activités florissantes de pêche pendant la crue et le retrait des eaux, pratique des cultures de décrue sur des dizaines de milliers d'hectares, utilisation de la bourgoutière (qui se développe avec l'arrivée de la crue) et des cuvettes récoltées comme zones des pâturage pour le bétail, etc. (voir section sur la plaine d'inondation). La crue annuelle est ainsi un élément important de l'économie et de l'écosystème du fleuve Sénégal.

Mais le régime tropical du fleuve signifie aussi que les évènements hydro-climatiques extrêmes tels que sécheresses sévères, tornades et crues dévastatrices qui y sont des composantes marquantes de la variabilité naturelle du contexte hydro-climatique. Comme on l'a montré ailleurs (section 2.4), le changement climatique y accentue la fréquence et l'ampleur des évènements extrêmes. L'augmentation notée depuis la fin des années 1990 de la pluviosité et de l'hydraulicité du fleuve a révélé une grande vulnérabilité du bassin aux risques d'inondation.

Les risques d'inondation concernent l'ensemble du bassin. Toutefois, elles sont plus prégnantes dans la basse vallée et le delta du fleuve Sénégal et en particulier la ville de Saint-Louis et ses environs.

Lors des années de forte hydraulicité, le fleuve déborde de son lit et, outre la plaine d'inondation, envahit les habitations et périmètres irrigués. Le pic d'inondation est souvent observé dans la deuxième partie du mois d'août et au mois de septembre. Au cours de la période récente, la cote d'alerte d'inondation (voir fig. 23 ci-dessous) a été atteinte et dépassée à plusieurs reprises (par exemple en 1999, 2003, 2007, 2012, 2013, 2015) dans les localités de Bakel, Matam, Ile à Morphil, Podor, Dagana, et le delta du fleuve (Saint-Louis et ses alentours), endommageant des périmètres irrigués, des infrastructures routières et des habitations.



**Fig. 23. Atteinte/dépassement de la cote d'alerte dans la vallée du fleuve Sénégal entre 2010 et 2015** (Sources : à partir de données DGPRE).

La zone la plus basse du bassin du fleuve Sénégal, la ville de Saint-Louis et de delta du fleuve, constitue aussi la partie plus vulnérable au risque d'inondation. Avec près de 180.000 habitants, Saint-Louis est la plus grande agglomération urbaine du bassin. La cote d'alerte (1.75 mn de hauteur d'eau à l'échelle limnimétrique) y a été atteinte à plusieurs reprises ces dernières années (1994, 1999, 2003), se traduisant par des débordements du fleuve de son lit principal et des dommages importants sur les populations, les habitations, les infrastructures urbaines et touristiques ainsi que les écosystèmes. Comme l'illustre le tableau ci-après, près de 10 % de la population de Saint-Louis est sinistrée lorsque la cote d'alerte est atteinte (Sall, 2007). Cette proportion est plus importante lorsque survient une crue décennale (22 % de sinistrés) ou une crue centennale (38 % de sinistrés). Dans des scénarios de changement climatique se traduisant par l'élévation du niveau de la mer –ce qui gêne l'évacuation de la crue vers l'océan- les dommages créés par les inondations sont encore plus importants à Saint-Louis. Sur la base de scénarios d'élévation du niveau marin à 0, 11 m, à 0,50 m et à 0, 77 m, Sall (2006) estime que le nombre de personnes affectées pourrait augmenter de 10 à 20 % comparé au nombre de sinistrés dans des scénarios sans élévation du niveau marin (voir tableau 21, ci-dessous).

**Tableau 21.** Proportion de la population de la ville de Saint-Louis affectée par l'inondation suivant les scénarios de crue et d'élévation du niveau de la mer (d'après Sall, 2006)

Niveau de crue	Scénarios d'élévation du niveau de la mer			
	+0.00 m	0.11 m	0.50 m	0.77 m
Crue de 1,40 m IGN <sup>58</sup>	9%	11%	22%	30%
Crue décennale (1,87 m IGN)	22%	25%	36%	42%
Crue Centennale (2,44 m IGN)	38%	40%	49%	57%

Il est même prévu que dans un scénario de changement climatique se traduisant par une élévation du niveau de la mer de 0,8 m (scénario retenu dans l'hypothèse d'une augmentation de 4°C de la température du globe à l'horizon 2080), les inondations pourraient avoir des impacts encore plus catastrophiques sur le delta du fleuve et en particulier sur la ville de Saint-Louis dont 80 % de la superficie pourrait être envahie par l'eau (Egis International 2013). Selon la même étude plus 150.000 habitants de Saint-Louis seraient affectés et les dommages causés évalués à 818 milliards FCFA, soit près de 13 % du PIB du Sénégal en 2010.(Egis International op. cit. 2013).

Mais le risque d'inondation n'est pas seulement un scénario du futur. Les coûts économiques, sociaux et environnementaux des inondations peuvent être très élevés, même sans facteurs aggravants tels que l'élévation du niveau de la mer (voir box 4 ci-dessous). C'est pourquoi, les populations de la vallée et en particulier celles du delta vivent chaque saison des pluies dans

<sup>58</sup> Etant donné que le zéro de l'échelle limnimétrique à Saint-Louis varie selon les sources (Bader et Cauchy, 2013 ; OMVS-HC, 2007), à Saint-Louis, entre -45 et - 53 cm par rapport au zéro IGN (niveau de la mer), la cote d'alerte (1,75 m à l'échelle) correspond à une hauteur de 1,12 IGN et 1.30 IGN. Dans son étude, Sall (2006) a retenu pour Saint-Louis une cote d'alerte à 1,40 m IGN (environ 1,85 m à l'échelle), parce que considérée comme étant la hauteur à partir de laquelle l'eau du fleuve commence à déborder de son lit principal.

l'angoisse. Et c'est dans le contexte d'un des épisodes récents de risques d'inondation à Saint-Louis que le canal dit de délestage a été creusé en Septembre 2003, reliant le fleuve Sénégal à l'océan, à travers la Langue de Barbarie .

**Box 4.** Coûts environnementaux, sociaux et économiques de l'ouverture de la Brèche dans la Langue de Barbarie à Saint-Louis :

- ✓ démantèlement de la flèche sableuse de la Langue de Barbarie ;
- ✓ disparition d'habitations (exemple : village insulaire de Doun Baba Dièye) ;
- ✓ pénétration saline dans les aquifères du bas estuaire ;
- ✓ recul du maraichage ;
- ✓ perturbation des itinéraires des migrations de poissons

#### Analyse de causalité

La crue du fleuve –dépendante de l'hydraulicité et donc des conditions pluviométriques annuelles dans le haut-bassin-- est la cause la plus directe, la plus évidente du risque d'inondation dans le bassin du Sénégal. Une forte crue, décennale ou même de moins grande ampleur crée un risque d'inondation dans les parties les plus plates et les plus basses du bassin, en particulier dans la moyenne et basse vallée du fleuve et le delta.

Mais c'est la conjonction de plusieurs facteurs qui créent les inondations les plus dévastatrices, comme le montre le cas de la ville de Saint-Louis et l'estuaire du fleuve.

La configuration et l'évolution de la morphologie de l'estuaire contribue à la vulnérabilité de Saint-Louis au risque d'inondation. Avant 2003, la langue de Barbarie s'allongeait, progressivement, d'année en année vers le sud, l'exutoire du fleuve sur l'océan s'éloignant donc de plus en plus loin de la ville de Saint-Louis. Ce processus s'explique par le fait que les forts courants marins entraînaient une sédimentation marine obligeant le fleuve à éroder la côte et occasionnant, de ce fait, l'allongement de la Langue de Barbarie vers le sud. L'éloignement de l'embouchure par rapport à la ville de Saint-Louis entraîne une faible vitesse d'écoulement de l'ordre de 0,4 m/s, soit une durée de 24 heures pour que les eaux de crue se propagent en mer (Kane, 2010). Cette perte de charge est à l'origine des débordements fluviaux au niveau des points bas. Les sédiments s'accumulent aux extrémités de l'embouchure et les eaux de crue ont du mal à s'évacuer en mer.

Le ralentissement des écoulements contribue au caractère amphibie de la ville de Saint-Louis en partie conquise sur la vasière. Au fil du temps, surtout au cours de ces dernières années, on a assisté à la remontée de la nappe souterraine, aujourd'hui peu profonde, sub-affleurante (1 à 3 mètres de profondeur), ce qui fait de Saint-Louis une ville particulièrement vulnérable aux inondations.



Des facteurs plus conjoncturels tels que la pluviométrie locale peuvent amplifier l'inondation et ses impacts. La situation de panique qui régnait à Saint-Louis, aboutissant à l'ouverture de la brèche sur la Langue de Barbarie, était provoquée par la crue dépassant la cote d'alerte mais aussi par un contexte de très forte pluviosité dans la vallée et la ville de Saint-Louis-même. La station de Bakel avait enregistré un cumul de 360 mm pour le mois d'aout, contribuant à grossir le niveau de la crue générée par les apports des affluents amont du fleuve. La ville de Saint-Louis était de son côté très arrosé dans les jours précédant l'ouverture de la Brèche : elle reçut plus 50 mm de pluie en moins de 24 heures, ce qui est exceptionnel pour l'extrême nord du Sénégal.

Dans le contexte de la ville de Saint-Louis, les impacts des inondations sont alourdis par la faiblesse des infrastructures d'assainissement (digues, canaux d'évacuation) et par le fait que des zones basses sur les berges du fleuve ou des vasières, parce qu'exondées pendant les deux décennies sèches des années 1970 et 1980, ont été colonisées par les immigrants venant des zones rurales appauvries.

### Options de réponses

La gestion du risque d'inondation nécessite des réponses structurelles et non structurelles. Parmi les types de réponses structurelles on peut mentionner la réalisation d'infrastructures de maîtrise de l'eau, de contrôle de la crue. Le barrage de Manantali est un ouvrage à buts multiples doté d'un réservoir de plus de 11 milliards de m<sup>3</sup>. Construit sur le Bafing, Manantali contrôle la moitié du débit du fleuve Sénégal. Les autres grands barrages existants jouent des rôles plus réduits dans la régulation des débits du fleuve : Félou est un barrage au fil de l'eau et Diama est doté d'une retenue de faible capacité (250 millions de m<sup>3</sup> à la cote 1.5 m IGN). Avec les projets de barrage de seconde et de troisième génération (Gouina, Koukoutamba, Boureya, Balassa, Goubassi), le niveau de maîtrise de l'eau sera beaucoup amélioré. Ces ouvrages vont donc jouer un rôle important dans les efforts de minimisation du risque d'inondation en aval. Mais la gestion coordonnée de cet ensemble de réservoirs sera un complexe défi technique pour l'OMVS.

Les périmètres agricoles aménagés pour l'irrigation, les digues et canaux tels que celui de la Taouey ou l'émissaire du delta sont des réponses structurelles de maîtrise de l'eau qui contribuent donc à lutter contre les inondations. De même le développement des réseaux d'assainissement permet de mieux protéger les villes et villages contre les crues.

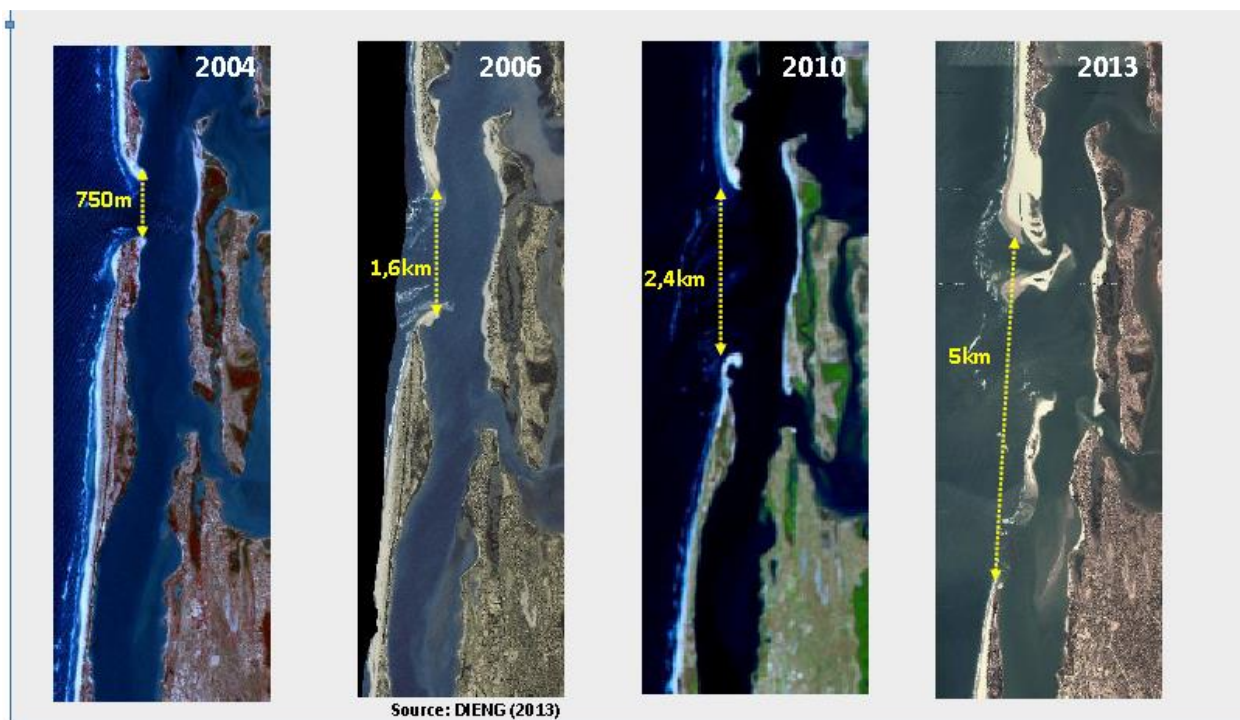
La réalisation en octobre 2003 du canal dit de délestage reliant le fleuve Sénégal à l'océan atlantique à travers la Langue de Barbarie a été une réponse structurelle mise en œuvre à la hâte dans un contexte de panique. Le canal a certes réglé un problème ponctuel en aidant à éviter le pire en 2003, et a depuis lors continué à atténuer le risque d'inondation d'origine pluviale à Saint-Louis et dans l'estuaire. En retour il a déclenché une cascade de réactions affectant la configuration d'ensemble et la dynamique de l'écosystème estuarien. Au départ large seulement de 4 mètres, la brèche a aujourd'hui sectionné la Langue de Barbarie sur une largeur de plus de 5 km (voir fig. 24 ci-après), détruisant au passage des infrastructures hôtelières et

entraînant la disparition du village de Doun Baba Dieye dont il ne reste aujourd'hui que des ruines. D'un autre côté, on admet généralement que la brèche a contribué à l'atténuation du risque d'inondation de Saint-Louis par les eaux de crue du fleuve Sénégal. Le bilan exhaustif de la brèche sur le risque d'inondation à Saint-Louis reste à faire.

Une des leçons de l'expérience de la Brèche est que le principe de précaution et la rigueur dans la démarche sont de mise devant l'extrême complexité des écosystèmes aquatiques en général et fluviaux et estuariens en particulier. 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. Depuis l'ouverture de la brèche en 2003, cette fois-ci par la volonté de l'homme, il n'existe aucun signe qu'elle va bientôt se refermer. Au contraire, elle continue à s'élargir, avec de multiples implications encore mal cernées.

Au plan des réponses non structurelles mises en œuvre ou envisageables on peut citer :

- Un système d'alerte : un système d'alerte et de communication est mis en œuvre dans le bassin, et est déclenché lorsqu'il y a indication du risque d'atteinte de la cote d'alerte à Bakel. Il tient en compte le temps de propagation de la crue.
- Connaissances d'aide à la décision : Pour être efficace le plan d'alerte doit reposer sur des connaissances scientifiques solides de l'hydrologie et des impacts possibles des changements climatiques ;
- Une meilleure gestion de l'expansion urbaine tenant en compte les zones les plus vulnérables aux risques d'inondations (zones basses, vasières) : un code de l'urbanisation, un plan directeur d'urbanisation et des règles d'aménagement de l'espace urbain sont des outils importants de prévention et de gestion du risque d'inondation dans les agglomérations exposées aux crues du fleuve.
- Information et renforcement des capacités des populations : L'information, la sensibilisation et le renforcement des capacités organisationnelles des populations peuvent être des composantes importantes d'une bonne stratégie



**Fig 24.** Evolution de la brèche sur la Langue de Barbarie à Saint-Louis (Sy, B. A. et A. A, Sy, 2015)

*Matrice d'Impact Environnemental*

Problèmes	Symptomes/effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
<b>RISQUE D'INONDATION</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- atteinte/dépassement de la cote d'alerte de la hauteur du niveau de crue ;</li> <li>- inondation du lit majeur du fleuve ;</li> <li>- rupture des digues de protection</li> <li>- destruction des habitations et des champs de culture irriguée ;</li> <li>- destruction d'infrastructures routières et hoteliers ;</li> <li>- destruction d'écosystèmes et d'habitats naturels</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-augmentation de la pluviométrie dans le haut-bassin</li> <li>- ralentissement dans des écoulements du fait de dépôts sédimentaires dans lit mineur, les défluent et l'estuaire ;</li> <li>- Expansion des habitations vers les dépressions et vasières ;</li> <li>- Engorgement des sols ;</li> <li>- Faiblesses des infrastructures de protection (digues) et d'assainissement ;</li> <li>- Fortes pluies au niveau local.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- exode rural/pauvreté rurale ;</li> <li>- absence de plan directeur et de règles de gestion de l'espace urbain ;</li> <li>- faiblesse de budget d'investissement des collectivités locales ;</li> <li>- variabilité et changement climatique.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Bassin aval</li> <li>- Vallée du fleuve Sénégal</li> <li>- Estuaire.</li> </ul>

*Matrice des options d'actions prioritaires par pays (accent sur les mesures d'adaptation et résilience)*

Pays	Actions prioritaires	Types d'action
------	----------------------	----------------

<b>Ensemble du bassin</b>	<p>Réponses structurelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Augmentation du niveau de maîtrise de l'eau par des retenues de barrages ;</li> <li>▪ Réalisation de canaux et digues de protection ;</li> <li>▪ Amélioration de la base de connaissances d'aide à la décision (sur le changement climatique, les zones à risque, etc.);</li> <li>▪ Renforcement du système d'alerte par une meilleure implications des parties prenantes ;</li> <li>▪ Etude de la possibilité de systèmes de protection/assurance contre les risques d'inondation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Mise en œuvre des barrages de 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> génération ;</li> <li>-Elaboration d'outils de gestion coordonnée des barrages existants et prévus ;</li> <li>-Renforcer/réhabiliter les digues de protection ;</li> <li>- Mener une étude détaillée sur les scénario de changement climatique dans le bassin et identifier/cartographier les zones les plus vulnérables aux risques d'inondation ;</li> <li>-Conduire les études (relations pluie-débit ; impacts du changement sur les ressources en eau du fleuve) afin d'améliorer les prévisions de crue ;</li> <li>-Réexamen et améliorer le plan d'alerte inondation à la lumière des expériences récentes de gestion des risques et des résultats des études ci-dessus.</li> <li>-Envisager une phase pilote de système d'assurance contre les risques d'inondation à l'échelle du bassin.</li> </ul>
<b>Vallée et Delta (Mauritanie et Sénégal)</b>	<p>Réponses structurelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure protection des aménagements hydroagricoles ;</li> <li>• Renforcement de la protection des villages et villes riverains du fleuve ;</li> <li>• Amélioration de l'assainissement dans les localités les plus exposés au risque d'inondation ;</li> <li>• Meilleure protection des écosystèmes sensibles face au risque d'inondation ;</li> </ul> <p>Réponses non structurelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration du cadre de gouvernance urbaine pour les localités les plus exposés.</li> <li>• Implication des populations dans la mise en œuvre du plan d'alerte au niveau local</li> </ul>	<p>Renforcement et/ou réalisation de digues de protection pour les localités et aménagements hydroagricoles les plus exposés ;</p> <p>Augmenter les investissements dans les systèmes d'assainissement (y compris d'évacuation des eaux de pluie et des eaux usées)</p> <p>Augmentation des budgets d'investissement des collectivités locales ;</p> <p>Elaborer et mettre en œuvre des plans de gestion des écosystèmes sensibles (zones humides, réserves de faune) tenant en compte les risques d'inondation</p> <p>Former et organiser les populations dans la gestion des épisodes d'inondation ;</p> <p>Adopter des codes et plans d'urbanisation prenant en compte les risques d'inondation</p>

## Opportunités

La principale opportunité pour minimiser le risque d'inondation et ses impacts c'est le niveau élevé de contrôle de l'eau, une fois que les barrages prévus dans le haut bassin, en particulier sur la Falémé et le Bafing seront réalisés. Dotés de réservoir à grande capacité de stockage d'eau, barrages (Bouréya, Balassa, Koukoutamba, Gourbassi) ainsi que celui de Manantali ont aussi pour fonction le contrôle des crues, la prévention du risque d'inondation. Mais une inconnue reste de savoir comment cette fonction de crue va être affecté dans un scénario de changement climatique avec des évènements extrêmes de très grande ampleur.

## **5.4. Espèces envahissantes**

Les espèces envahissantes nuisibles se réfèrent à des 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 prolifération des végétaux aquatiques est 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.

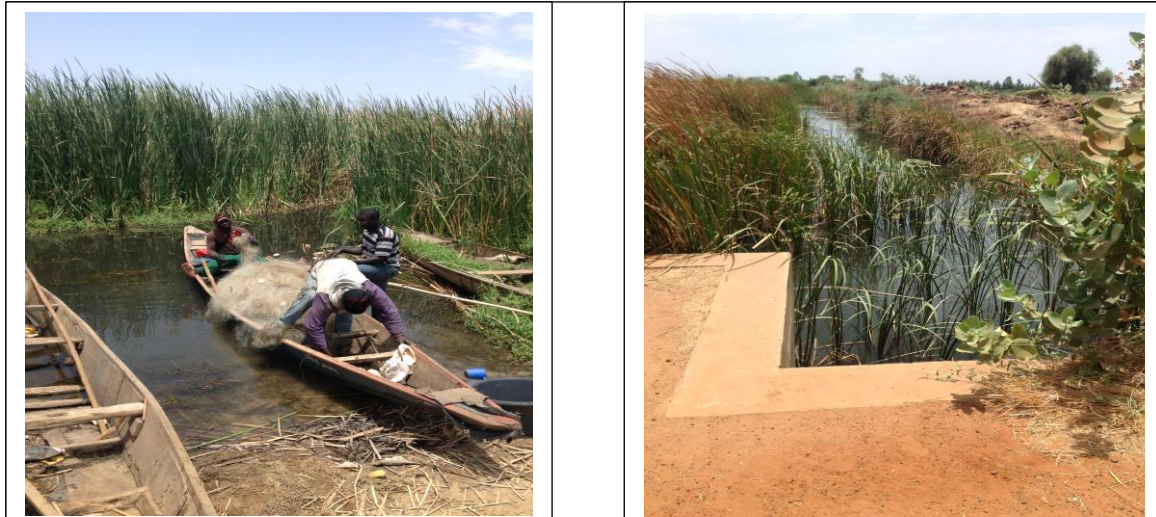
#### **5.4.1. *Typha australis***

*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.

Au début des années 2000, on estimait que la végétation aquatique envahissante (*Pistia stratiotes*, *Salvinia molesta* et *Typha australis*) couvrait environ 100.000 ha de terres dans la vallée du fleuve Sénégal. Les 2/3 de cette superficie infestée (62.700 ha) étaient à dominante *Typha* et *Phragmites* et le reste (1/3) occupé par les autres espèces envahissantes diverses. En 2005, l'Observatoire de l'Environnement de l'OMVS estimait que le *Typha* à lui seul occupait une aire de plus de 100.000 ha, et continuant de progresser à la vitesse de 10% par an (SOE, 2005). En ce qui concerne la superficie actuelle du bassin couverte par *Typha australis*, les estimations sont plutôt contradictoires, allant, selon les sources, de 50.000 ha à 120.000 ha voir à plus de 150.000 hectares (Mboup, 2014 ; Ndiaye et al. 2015).

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 de façon plus ou moins dense par des bandes 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 envahies par le *Typha* (Fig. 25) ; le Ngalenka (dans l'ouest du Département de Podor). *Typha* remonte de plus en plus le fleuve et aujourd'hui atteint Tékane et Kaédi où on le trouve dans les canaux des périmètres rizicoles de Fom Gleïta. La présence du typha était signalée en 2002 dans l'aval immédiat du site du barrage de Manantali. Durant les visites de terrain en avril 2016 au Mali, dans le cadre d'actuel exercice de réactualisation de l'ADT, il a été observé que typha est toujours présent en aval du barrage, de façon discontinue sur les deux rives du fleuve. Si les superficies actuellement

couvertes par Typha ont pu augmenter, par rapport à l'estimation d'environ 3 hectares qui avait été faite en 2006 par la SOGEM<sup>59</sup> la situation en aval de Manantali n'a rien de comparable avec l'expansion fulgurante du typha dans la basse vallée et de delta.



**Fig. 25.** Est du Lac de Guiers - Typha obstruit l'accès au lac pour les pêcheurs et colonisant les canaux d'irrigation (M. Niassé, mai, 2016)

### 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.<sup>60</sup> Ces mêmes conditions allaient être créées plus tard dans la 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.

<sup>59</sup> Communication personnelle du Chef de la Division Manantali de la SOGEM (22/07/2006)

<sup>60</sup> Institut des Sciences de l'Environnement. 1983. Le Lac de Guiers. Problématique d'environnement et de Développement. AGCD. Bruxelles

## 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 précédemment analysée en détail), 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 charbon<sup>61</sup>), 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 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).

---

<sup>61</sup> 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)

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. Une autre étude d'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, cette étude 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. Etant donné l'ampleur du problème actuel et le peu d'effet que les colossaux déployés ont eu sur la prégnance et la progression du Typha, il n'est pas réaliste d'envisager la disparition du Typha du paysage du bassin dans les 15 voire 20 prochaines années. Tout l'enjeu est donc de concilier, d'une part, la nécessité de lutter contre le Typha en vue de son éradication à long-terme avec, d'autre part, la nécessité d'apprendre à vivre avec le Typha à court et moyen terme, donc en le valorisant et en limitant ses effets sur les activités productives, la santé des populations et celle de l'environnement.

#### **5.4.2. *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 ¾ de leurs revenus habituels de pêche (Hellsten, et al. 2003)

Pour lutter contre *Salvinia 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 m<sup>3</sup> 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.

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

#### **5.4.3. *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.

#### **5.4.4. 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 Manantali. 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*, *Salvinia* 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). 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 changé le régime hydrologique et la qualité des eaux du fleuve (AGRER, Vol. 2, 2003).

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 salviniae* contre *Salvinia molesta*. Face au Typha, beaucoup de réponses ont été tentées, essentiellement centrées 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 la re-création de conditions hydrologiques proches du régime fluvial d'avant barrage ne sont pas encore tentées. On pense cependant que le fait de 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. L'expérience de lutte par poldérisation actuellement considérée comme activité pilote dans le cadre de PGIRE/TF-3 va dans ce sens.

Face au Typha, il sera aussi nécessaire d'avoir une stratégie qui concilie les efforts d'éradication du Typha (ce qui ne peut donner de résultats probants qu'à long terme) et l'opportunité de la valorisation économique de la plante à court et moyen terme, tout en limitant ses effets négatifs.

Les expériences de valorisation économiques du Typha se sont multipliées ces dernières années, dont certaines très innovantes et prometteuses. Il est nécessaire de capitaliser ces expériences et appuyer la montée en échelle pour celles qui concilient le mieux les objectifs économiques et les préoccupations environnementales et sanitaires.

La *Matrice d'Impact Environnemental* ci-dessous résume l'ensemble des paramètres qui rentrent en jeu dans l'analyse de la prolifération des espèces envahissantes au niveau du bassin du fleuve Sénégal. Il s'en suit, ci-après, une proposition d'actions prioritaires résumées dans la *Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays*.

#### *Matrice d'Impact Environnemental*

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

#### *Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays*

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Basse vallée et delta (Mauritanie-Sénégal)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Élaboration de mesures adéquates de lutte contre l'envahissement par les végétaux aquatiques;</li> <li>Encourager les solutions novatrices de lutte contre le typha (ex systèmes des polders préconisés dans le cadre de TF3</li> <li>Intensification de la recherche et valorisation possible des végétaux aquatiques une fois enlevés;</li> <li>Gestion des plaines d'inondation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faire le point sur les solutions mise œuvre et leurs résultats et analyser le bien-fondé de réponses innovantes dans la lutte contre le typha.</li> <li>Renforcement des capacités et partages d'expériences sur les moyens de lutte mais aussi de valorisation économique du typha (compris actions préventions)</li> <li>Appuyer des actions pilotes d'innovations dans la valorisation économique des VAE ;</li> </ul>

#### **5.4.5. Opportunités**

Parmi les facteurs favorables à la lutte et à la gestion des végétaux aquatiques envahissants (VAE) on peut citer :

- Longue et riche expérience de lutte accumulée de lutte et gestion des végétaux aquatiques envahissants (avec le typha mais aussi Salvinia et Pistia)
- Des expériences innovantes, y compris par le secteur privé, d'utilisation et de valorisation des VAE
- Implication de plus en plus visible des communautés dans les efforts de lutte des VAE
- Appui soutenu des partenaires au développement aux efforts de lutte et de valorisation des VAE

### **5.5. 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..) (Diop et Jobin, 1994).

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). La bilharziose intestinale évoluera pour devenir 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-Sénégal, 2005)

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-Sénégal, 2005)

### **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 enregistrerait 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-Sénégal, 2005)

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-Sénégal, 2005)

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 positions<sup>62</sup>.

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-Sénégal, 2005)

### **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-Sénégal, 2005). 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'hydatitose<sup>63</sup>. 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

---

<sup>62</sup> Voir notamment l'étude sur l'évaluation environnementale du PDIAIM en Mauritanie (AGRER, 1998)

<sup>63</sup> 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).

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. Lors des visites de terres conduites dans le cadre de la réactualisation de l'ADT (1<sup>er</sup> semestre 2016), aucune maladie animale n'a été signalée comme sujet de préoccupation majeure.

### 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

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 est 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.

Il faut dire qu'au cours de ces dernières années des progrès spectaculaires ont été faits dans la lutte contre les principales maladies hydriques qui étaient identifiées dans l'ADT. Avec les efforts conjugués de l'OMVS, des Etats riverains et d'autres partenaires, les niveaux de prévalence ont reculé partout dans le bassin, concernant en particulier le paludisme, la bilharziose intestinale et urinaire, le ver de Guinée.

En ce qui concerne le paludisme, les progrès impressionnants réalisés ces dernières années dans la lutte sont illustrés par la ville de Richard Toll. Cette ville est certainement la localité du bassin du fleuve qui réunit les meilleures conditions pour une forte prévalence du paludisme : (a) la ville est une bande fine d'habitations longeant le fleuve ; (b) elle compte des dizaines de kilomètres de canaux d'irrigation à ciel ouvert ; (c) elle est entourée des plantations de canne à sucre de la CSS et des grands et moyens périmètres irrigués rizicoles ; (d) la ville est une cité

cosmopolite avec une forte mobilité de la population. Les efforts conjugués de plusieurs intervenants, y compris l'OMVS à travers la distribution de moustiquaires imprégnés, ont contribué à faire reculer le paludisme partout dans les Etats de l'OMVS et en particulier à Richard Toll qui est cité partout comme modèle de réussite dans la lutte contre le paludisme, Depuis 2011, on considère que le district sanitaire de Richard-Toll qui polarise une population d'environ 150,000 –la moitié ouest du Département de Dagana-- est dans une phase de pré-élimination du paludisme. La prévalence du paludisme y a en effet baissé 360 cas en 2011 à 39 cas en 2014. A la fin de l'année 2014, aucun cas de paludisme n'a été enregistré cas à Richard Toll (CSS, 2015 ; PNL, 2016).

En ce qui concerne la bilharziose, des enquêtes menées en 2010 et 2013 dans le bassin sous l'égide de l'OMVS montrent un taux de réduction 42% de la bilharziose urinaire et 90% de la bilharziose intestinale (OMVS, 2013) : voir tableau 22 ci-dessous pour plus de détails.

	Date	Nbre cas examinés	Nbre cas positifs	Taux de Prévalence	Taux de réduction
Bilharziose urinaire	2010	591	389	65.8%	42.0%
	2013	646	246	38.1%	
Bilharziose intestinale	2010	338	103	30.5%	90.2%
	2013	403	12	3.0%	

**Tableau 22** : Evolution taux de prévalence de la Bilharziose dans le bassin du fleuve Sénégal (OMVS 2013.Op.cit)

Malgré ces progrès, des maladies telles que le paludisme et la bilharziose sont loin d'être vaincues dans le bassin du fleuve Sénégal. Les vecteurs de ces maladies trouvent toujours un environnement favorable dans le bassin. Tout en continuant les efforts de traitement des maladies et de prévention (telles qu'avec la distribution de moustiquaires imprégnés), l'accent doit être mis dans le futur sur la lutte contre les vecteurs des maladies hydriques.

Cela peut impliquer l'identification et la cartographie des gîtes larvaires (par exemple gîtes de prédilection de l'anophèle, moustique qui transmet le paludisme). Les méthodes spécifiques de lutte peuvent inclure : l'utilisation de larvicides (produits chimiques adaptés) ; la lutte biologique (comme l'introduction de poissons larvivores) ; la réduction à la source, c'est-à-dire d'élimination, la destruction des gîtes ou la modifications de leurs caractéristiques physico-chimiques ou biologiques qui en font des sites propices à la reproduction et à la prolifération des vecteurs de maladies : exemple amélioration des infrastructures d'assainissement, la lutte contre les VAE, etc. L'implication de la population dans l'identification des gîtes ainsi que le choix et l'utilisation des options de lutte est essentielle.

La *Matrice d'Impact Environnemental* ci-dessous, résume l'ensemble des paramètres intervenant dans l'étude des maladies hydriques au niveau du bassin du fleuve Sénégal. Et l'analyse de ce problème environnemental majeur a permis de proposer des actions prioritaires résumées dans la *Matrices des Options d'Actions Prioritaires par pays* ci-après.

### Matrice d'Impact Environnemental

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

### Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Ensemble du bassin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identification des gîtes des vecteurs de maladies hydriques ;</li> <li>• Evaluation des moyens appropriés de lutte contre les vecteurs ;</li> <li>• Sensibilisation et implication des population dans la lutte contre les vecteurs de maladies hydriques</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventaire et cartographie des principaux gîtes larvaires des maladies hydriques</li> <li>• Analyses des avantages et couts sociaux, économiques et environnement des différentes options de lutte contre les vecteurs des maladies hydriques (utilisation de larvicides ; lutte biologique ; élimination des gîtes)</li> <li>• Campagnes d'information et de sensibilisation des populations</li> <li>• Mise en œuvre d'interventions pilotes puis montée en échelle, avec implication communautaire)</li> </ul>

#### Facteurs favorables :

Les efforts de lutte contre les maladies liées à l'eau dans le bassin continuent de bénéficier de facteurs favorables qui expliquent les succès enregistrés. Parmi ces facteurs les plus importants tiennent au fait que les remèdes et moyens de prévention sont disponibles et maîtrisés et les Etats riverais, l'OMVS et la communauté internationale restent mobilisés et engagés à soutenir les efforts entrepris.

En ce qui concerne la nouvelle phase préconisée de mettre l'accent sur la lutte contre les vecteurs des maladies hydriques, un des défis est que le niveau de détérioration de l'écosystème est tel qu'il existe un très grand nombre de sites favorables à la reproduction des vecteurs. Un autre aspect concerne de impacts indésirables sur la santé humaine de l'utilisation de certains moyens de lutte contre les gîtes larvaires (ex. l'utilisation de larvicides). Pour ces différentes raisons, il est préconisé d'impliquer fortement les populations locales, et de commencer par une phase pilote.



## 5.6. Conservation de la diversité biologique

La diversité biologique du bassin, on l'a vu au chapitre 1<sup>er</sup>, couvre plusieurs aspects : la diversité des espèces de la faune et de la flore ; les zones de haute valeur de biodiversité (zones de concentration d'espèces rares ou menacées de la faune et de la flore ; les zones humides, forêts classées et autres aires protégées. L'ADT met l'accent sur la faune piscicole et les zones humides. Il est admis que l'état de santé des poissons est un bon indicateur de la qualité de l'eau et des écosystèmes des fleuves et rivières. Donc (re-)créer les conditions favorables aux poissons contribue à la restauration de l'écosystème fluvial dans son ensemble. Il s'y ajoute que l'exploitation du poisson (la pêche) est une source de revenus importante pour des centaines de milliers de personnes dans la vallée, et les produits de pêche sont un élément essentiel de l'alimentation des populations.

Les zones humides jouent des rôles importants dans la santé des écosystèmes fluviaux – rôle qu'on a souvent tendance à ignorer ou sous-estimer. Les zones humides sont des « infrastructures » naturelles qui, sous certains angles jouent les mêmes rôles de régulation de l'eau que les barrages ; elles purifient l'eau ; contribuent à la recharge des nappes profondes ; servent souvent de zones de frayères aux poissons.

Les enjeux de la conservation de la diversité biologique dans le bassin du fleuve Sénégal donc sont examinés à travers la faune ichthyologique et les zones humides. 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.

### 5.6.1. Faune ichthyologique

La faune ichthyologique 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). En 1998-1999, on a inventorié dans le fleuve 63 espèces de poissons appartenant à 18 familles (Roche International, 2000). 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 ichthyologique 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 poisson.<sup>64</sup>

### 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 mullet. Outre le fait d'offrir de l'eau saumâtre 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. 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.<sup>65</sup> Laë et al (2004)<sup>66</sup> 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 Selingué. La production totale de Manantali, estimée à 1300 tonnes par an, procurait

---

<sup>64</sup> 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.

<sup>65</sup> Note SOGEM, 21 juillet 2006

<sup>66</sup> 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.

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)<sup>67</sup>.

Il existe dans le bassin du fleuve Sénégal des dizaines de milliers de ménages qui dépendent de la pêche comme première, seconde ou troisième plus importance activité (Reizer, 1974 ; Roche International, 2000 ; MCG, 2011). Roche International (2000) estimait que la pêche continentale dans le bassin contribuait à l'alimentation de 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 hydraullicité, 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 estime que la satisfaction de ce besoin requiert un débit minimum de 550 m<sup>3</sup>/s à Bakel pendant à peu près tout le mois d'Août.

b) En année de bonne hydraullicité, 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 m<sup>3</sup>/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 mêmes 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 – la mise en œuvre de la seconde nécessite plus de 8 milliards de m<sup>3</sup>/s à Bakel entre aout et septembre-- et leur mise en œuvre pénaliserait d'autres objectifs de gestion des barrages (voir section sur la gestion des demandes concurrentes en eau).

---

<sup>67</sup> Breuil, Christophe. 1996. revue de la pêche et de l'Agriculture : Mali. FAO. Rome. Septembre.

### **5.6.2. 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); le 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 accrus le stress que subissent ces zones humides dont certaines ont été asséchées par les endiguements réalisés 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 1<sup>ère</sup> partie du présent document.

Au cours des dix dernières années 4 zones humides du bassin ont été classés sites Ramsar : il s'agit des sites de Bafing Source et Bafing-Falémé en Guinée (2007), du Lac Magui au Mali (2013) et site de Tocc-Tocc dans la basse vallée au Sénégal (2013).

La *Matrice d'Impact Environnemental* ci-dessous résume l'ensemble des principaux paramètres intervenant dans l'étude de la conservation de la diversité biologique. Cette étude a permis de proposer des actions prioritaires 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
<b>Menaces sur la faune ichtyologique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse de production des pêcheries;</li> <li>Réduction de la diversité des espèces de poissons;</li> <li>Baisse des prises de poissons</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>réduction zone de frayère pour la faune ichtyologique (dégradation conditions inondation plaine alluviale).</li> <li>Barrages qui gênent la mobilité des poissons</li> <li>Régularisation du débit du fleuve</li> <li>Utilisation de techniques de pêche mal adaptées</li> <li>Non observation de périodes de repos biologique</li> <li>Pollution des eaux</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Méconnaissance de la ressources (stock disponible, son évolution, sa diversité) ;</li> <li>Changement climatique (baisse hydraulité) ;</li> <li>Faible application des politiques et des législations sur la pêche continentale ;</li> <li>Pressions démographiques croissantes sur les ressources naturelles</li> </ul>	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones critiques : - réservoir des barrages (Diama, Manatali); - lacs (Magui, Guiers, Rkiz - Plaine d'inondation Moyenne Vallée</p>

Problèmes	Symptômes/Effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
<b>Menaces sur la faune et de la flore</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Augmentation du nombre d'espèces en danger ;</li> <li>Réduction des effectifs et de la diversité des espèces</li> <li>Diminution des effectifs de la grande faune, avec impacts négatif sur le tourisme</li> <li>Réduction du couvert végétal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Réduction d'habitats et d'écosystèmes uniques par le déboisement, les feux de brousse, l'exploitation minière et l'expansion des zones de peuplement et terres agricoles ;</li> <li>Augmentation du braconnage, y compris dans les zones protégées</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Baisse de l'hydraulicité du fleuve et de la pluviométrie</li> <li>Faible application des politiques de protection des espèces rares/menacées</li> <li>Méconnaissances des avantages de la conservation de la biodiversité ;</li> <li>Forte dépendance des populations sur l'exploitation des ressources naturelles</li> </ul>	<p>Ensemble du bassin, y compris forêts classées</p> <p>Zones critiques : Aires protégées du Delta Aires protégées du Bafing/Falémé ; Réserve de la Boucle du Baoué ; Massif du Fouta Djallon</p>

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

### Matrice des Options d'Actions Prioritaires par Pays

Biefs/pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Menaces sur la faune ichtyologique</b>		
<b>Ensemble du bassin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comblent le gap de connaissance sur l'ichtyologie et de la faune aquatique du fleuve Sénégal</li> <li>• Améliorer le potentiel piscicole des retenues de barrages</li> <li>• Promouvoir de bonnes pratiques de pêche durables</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conduire une étude détaillée de l'ichtyologie du fleuve (les espèces, les stocks, leurs formes d'adaptation à l'écosystème fluvial ; leurs statuts de protection ;</li> <li>• Identifier/cartographier les zones écologiques critique pour la reproduction et croissance des poissons</li> <li>• Analyser l'impacts des barrages existants sur la faune aquatique et tirer les enseignements pour les barrages futurs</li> <li>• IEC en direction des populations de pêcheurs pour l'adoption de pratiques durables de pêche.</li> </ul>

Biefs/pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Dégradation des zones humides</b>		
<b>Ensemble bassin</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleures connaissances des zones humides d'importance critique ;</li> <li>• Promouvoir la protection/gestion durable des zones humides</li> <li>• Établissement de politiques d'aménagement et de conservation des zones humides ;</li> <li>• Poursuite et renforcement obligations découlant de la ratification de la Convention de Ramsar ;</li> <li>• Gestion coordonnée des zones humides et des écosystèmes sensibles du haut bassin du fleuve</li> <li>• Améliorer la connaissance des besoins en eau des écosystèmes aquatiques du bassin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Faire un inventaire et cartographie des zones humides critiques du bassin du fleuve Sénégal</li> <li>• 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 ;</li> <li>• Appui à la création d'une réserve de biosphère transfrontalière Bafing-Falémé et appui au développement et à la mise en œuvre d'un plan de gestion intégrée de la Réserve</li> <li>• Appui à la mise en œuvre de plans de gestion du Lac Magui et du système TKLM (Térékolé-Kolombiné-Lac Magui) dans son ensemble</li> <li>• Appui au développement et à la mise en œuvre d'un plan de gestion intégrée de la RBTDS</li> <li>• Assurer la mise en œuvre effective et volontariste des dispositions de la Charte des Eaux sur le soutien de crue.</li> <li>• Appuyer des études sur les débits environnementaux dans le bassin, pour mieux connaître les besoins en eau des écosystèmes</li> <li>• Appuyer des études sur les conséquences des barrages de Diama et Manantali sur l'ichtyofaune et les mesures correctives éventuelles</li> </ul>

Biefs/pays	Actions prioritaires	Type d'action
<b>Menaces sur la faune et la flore en général</b>		
<b>Guinée</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Meilleure connaissance de la biodiversité ;</li> <li>• Amélioration des connaissances sur les écosystèmes et espèces en danger;</li> <li>• Augmenter le nombre/la superficie des aires protégées</li> <li>• Intégration des questions de gestion de la biodiversité dans les plans d'utilisation des terres;</li> <li>• Renforcement des capacités de sensibilisation et d'éducation environnementale de la population ;</li> <li>• Intensification de la production agricole pour freiner l'empiètement sur les aires protégées ;</li> <li>• Application des règlements appropriés en matière de protection de la faune et de la flore;</li> <li>• Suivi de l'état de l'environnement ;</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inventaire et cartographie des habitats naturels de faune et flore</li> <li>• Délimitation des aires protégées sur le terrain;</li> <li>• Plans de gestion des aires protégées;</li> <li>• Classement de nouvelles aires protégées</li> <li>• Renforcement des capacités en matière de gestion de la biodiversité</li> <li>• Appui à la mise en œuvre d'un plan de gestion de la zone transfrontalière Bafing – Falémé</li> <li>• Elaboration et application participative des règlements pour la protection de la faune et de la flore, sur une base décentralisée</li> <li>• Publication régulière de l'état de l'environnement du bassin</li> <li>• Promotion et mise en œuvre d'un plan de restauration et développement durable du Massif du Fouta Djallon (et explorer la mise en œuvre des principes de paiement pour des</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Appuyer, de concert avec les autres organisations concernées, le développement durable du Massif du Fouta Djallon</li> </ul>	services écosystémiques et partage des bénéfices entre amont et aval).
--	---	--

### 5.6.3. Opportunités

Parmi les facteurs favorables à la conservation et à la gestion durable des écosystèmes du bassin on peut mentionner les suivants :

- Beaucoup des écosystèmes sensibles et de haute valeur de biodiversité du bassin ont été identifiés et pour l'essentiel font l'objet d'un statut spécial (zones classées, parcs nationaux, sites Ramsar, réserves de faune, réserves de biosphère, etc.). Ce qui manque c'est l'existence de plans de gestion crédibles et le soutien financier et technique nécessaire à la formulation desdits plans et à leur mise en œuvre.
- Il existe des projets d'envergure et des organisations environnementales internationales réputées qui ciblent des écosystèmes sensibles du haut-bassin et du delta en vue de leur gestion transfrontalière durable. L'implication de l'OMVS dans ces initiatives est pour le moment sous-optimale.
- La charte des eaux reconnaît l'importance des écosystèmes du bassin et la nécessité de leur prise en compte dans la gestion de l'eau fleuve. Une contrainte cependant est que les besoins en eau réels de ces écosystèmes sont encore mal connus.
- Les réserves des barrages réalisés par l'OMVS et ceux à construire rendent des services écosystémiques importants, mais encore sous-valorisés. Cela justifie que l'OMVS entrent en partenariat avec des organisations environnementales compétentes pour assurer la gestion durable des zones humides artificielles que sont ces barrages.
- En ce qui concerne la pêche, une contrainte majeure est à lever : la méconnaissance de l'ichtyologie du fleuve.

## 5.7. Le changement climatique – Risques d'aggravation des problèmes environnementaux du bassin

Les sections 1 et 2 de la présente ADT décrivent le contexte de variabilité climatique qui est une caractéristique majeure du bassin. Comme pour le reste du Sahel, la forte variabilité des températures, de la pluviométrie et des écoulements est une donnée naturelle, normale du climat du bassin. C'est pour cette raison que les parties prenantes du Sahel, y compris donc du bassin du fleuve Sénégal ne comprennent pas toujours ce que le changement climatique qui est actuellement en haut de l'agenda mondial va changer par rapport aux conditions climatiques auxquelles elles sont habituées. Cette section explique brièvement ce que le changement climatique va apporter de nouveau et discute les enjeux associés aux changements attendus.

La CCNUCC fait la différence entre la variabilité du climat et le changement climatique. La variabilité se réfère à la variation dans le temps des conditions naturelles du climat. Les modes de vie et systèmes de production des populations locales sont en général très adaptés aux variations d'ampleur faibles ou moyennes du climat. C'est le cas par exemple des variations intra- et interannuelles de la pluviosité et l'hydraulicité du fleuve. Cependant les stratégies d'adaptation montrent leurs limites lorsque ces variations sont de grande ampleur (sécheresse de longue durée ou crues exceptionnelles comme celles centenaires ou millénaires). C'est en réponse à la vulnérabilité à ces événements extrêmes et en particulier à la sécheresse des années 1970 que la décision de créer l'OERS a été prise en 1968 –devenant l'OMVS en 1972—pour servir de cadre de développement concerté des ressources du bassin, avec un accent particulier sur la mobilisation d'investissements dans des ouvrages majeurs de maîtrise de l'eau du fleuve Sénégal.

Le changement climatique est dû au réchauffement de la planète, résultant de l'émission de gaz à effet de serre. Pour la CCNUCC, les changements climatiques se réfèrent à « des changements de climat qui sont attribués directement ou indirectement à une activité humaine altérant la composition de l'atmosphère mondiale et qui viennent s'ajouter à la variabilité naturelle du climat observée au cours de périodes comparables » (Article 1 de la CCNUCC)<sup>72</sup>. Dans le secteur de l'eau, le changement climatique se traduit par deux types de changements : (a) d'abord par des changements par rapport aux conditions « normales » du climat comme l'augmentation ou la baisse de la pluviométrie et/ou de l'hydraulicité moyenne ; (b) ensuite par des changements dans l'ampleur et la fréquence des événements extrêmes – inondations et sécheresse (Sullivan et al. 2002<sup>73</sup>). Le changement climatique crée des conditions « nouvelles » dans lesquelles les stratégies traditionnelles d'adaptation à la variabilité climatique deviennent souvent inopérantes, même si on constate qu'un haut niveau d'adaptation à la variabilité naturelle du climat augmente le niveau de préparation et de résilience face aux impacts du changement climatique.

A quel climat futur peut-on s'attendre dans le bassin du fleuve Sénégal au cours des prochaines décennies ?

En vue de tenter de répondre à cette question, nous avons examiné une partie (assez représentative) des travaux abondants sur le changement climatique à l'échelle mondiale (rapports d'évaluations du GIEC, y compris le 5<sup>e</sup> rapport de 2014), régionale (sur l'Afrique de l'Ouest et la Sahel), et du bassin du fleuve et à l'échelle des pays riverains, avec notamment les rapports d'adaptation nationaux au changement climatique (PANA) et les contributions prévues, déterminées au niveau nationales (CPDN) élaborés dans le cadre de la CCNUCC.

---

<sup>72</sup> Nations Unies. 1992. Convention Cadre des Nations Unies sur le Changement Climatique. New York. Accessible à : <http://unfccc.int/resource/docs/convkp/convfr.pdf>

<sup>73</sup> Sullivan, C.; J. Meigh and M. Acreman. 2002. Scoping Study on the Identification of Hot Spots – Areas of high vulnerability to climatic variability and change identified using a Climate Vulnerability Index. Report to Dialogue on Water and Climate. Centre for Ecology and Hydrology (CEH). Wallingford, United Kingdom



Nous avons aussi passé en revue les scénarios de changements climatiques examinés dans ces documents qui s'appuient typiquement sur des modèles hydrologiques et des modèles climatiques régionaux utilisant des sorties de modèles climatiques globaux, et en particulier ceux utilisés dans les rapports d'évaluation du GIEC. Les modèles globaux débouchent souvent sur des résultats imprécis et contradictoires d'un modèle à l'autre. Le passage des modèles globaux aux modèles régionaux (par désagrégation spatiale) amplifie les incertitudes.

Un défi additionnel est de s'appuyer sur les résultats de modèles régionaux pour prédire l'évolution du climat à l'échelle sous régionale, comme c'est le cas du bassin du fleuve Sénégal. De telles projections à échelle plus réduite (e.g. bassin du fleuve Sénégal ou pays riverains) de modèles globaux amplifient les incertitudes, et aboutissent à de divergences importantes des résultats d'une étude à l'autre. Il s'y ajoute qu'à l'inverse de bassins fluviaux tels que la Volta ou le Congo, le fleuve Sénégal n'a pas fait l'objet d'une analyse systématique de scénarios de changements climatiques, ceci en dépit du fait qu'un tel exercice y est moins hasardeux étant donné que le bassin du fleuve Sénégal dispose de données hydrologiques plus complètes. ***A défaut d'une étude systématique sur le changement climatique dans le bassin du fleuve Sénégal, les scénarios discutés ci-après restent très indicatives de futurs possibles. A l'étape actuelle des connaissances la seule certitude est que l'évolution du climat dans le bassin est incertaine.***

Cela est illustré par le fait que les conclusions des études consultées font état de grandes incertitudes et des divergences importantes en ce qui concerne la plupart des caractéristiques du climat futur en Afrique de l'Ouest et en particulier dans le bassin du fleuve Sénégal.

Le seul domaine où on note une convergence des prédictions climatiques du bassin du fleuve concerne les tendances évolutives du climat. Les différents travaux consultés s'accordent sur le fait que la température moyenne du bassin sera plus élevée que la moyenne observée actuellement. Beaucoup de ces travaux prévoient même que le niveau d'augmentation de la température dans le bassin du fleuve Sénégal et en Afrique de l'Ouest devrait être supérieur à l'augmentation de la température à l'échelle du globe (ARTELIA et. 2013 ; TRACTEBEL et al. 2012 ; Gaye et Ndiaye, 2015 ; et PANA et CPDN de la Guinée, du Mali Sénégal et de la Mauritanie<sup>77</sup>).

---

<sup>77</sup> Les documents suivants ont été consultés : (i) MAEEEF (RG). 2007. Plan d'Action National d'adaptation aux Changements Climatiques (PANA) de la République de Guinée. Ministère de l'Agriculture, de l'Élevage, de l'Environnement, des Eaux et Forêts (MAEEEF)/Conseil National de l'Environnement. Conakry. Juillet. ; (ii) MET (RM). 2007. Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques. Ministère de l'Équipement et des Transports (MET)/Direction Nationale de la Météorologie. Bamako. Juillet. ; (iii) République du Mali. 2015. Contribution Nationale Déterminée au Niveau National (CPDN). CCNUCC. Septembre. ; (iv) MEDD (RIM). 2015. Contribution Prévue Déterminée au Niveau National de la Mauritanie à La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)/Cellule de Coordination du Programme National sur le Changement Climatique (RIM). Nouakchott. Septembre. ; (v) MEDD (RIM). 2014. Troisième communication nationale sur le changement climatique. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)/Cellule de Coordination du Programme National sur le Changement Climatique (RIM). Nouakchott. Juillet. ; (vi) Gouvernement du Sénégal. 2006. Plan d'Action National pour l'Adaptation aux Changements climatiques. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Dakar ; (vii) MEDD (RS). 2015.

Les prédictions divergent en ce qui concerne la pluviométrie et les écoulements futurs, et par conséquent aussi en ce qui concerne les aquifères non fossiles. Alors que ARTELIA et al (2013) prévoient une augmentation de la pluviométrie dans le haut bassin, tous les autres travaux documents (Mbaye et al. 2015, Gaye et Ndiaye, 2015 ainsi que les PANA et CPDN des pays riverains) prédisent le contraire. En ce qui concerne les écoulements, les prévisions sont tout aussi contradictoires : même si la plupart des études prévoient une baisse plus ou moins importante des écoulements du fleuve dans les décennies à venir (Adoin-Bardin et al, 2009 ; Bader et al., 2012 ; Bodian et al, 2015 ; Gaye et Ndiaye, 2015 ainsi que les PANA), il existe des avis divergents, en particulier en ce qui concerne la partie guinéenne du haut-bassin (Mbaye et al, 2015 y prévoient une augmentation de 50% des écoulements).

Ces incertitudes concernent aussi la question de savoir si les événements extrêmes (orages et vents dévastateurs, inondations, sécheresses sévères, etc.) vont être plus fréquents et/ou de plus grandes ampleurs.

Le tableau 23 suivant fait un résumé rapide des principales prédictions de changement climatique concernant le bassin du fleuve et les pays riverains :

	Zone ciblée	Température	Pluviosité	Débits	Aquifères	Evènements extrêmes
(a)ARTELI A et al. 2013.	Haut-Bassin/Bafing : Bouréya (Guinée)					
(b)TRACT EBEL et al. 2012.	Haut-Bassin/Bafing : Koukoutamba (RG)					
(c )Ardoin-Bardin et al. 2009	Afrique de l'Ouest/BFS					
(d ) Bader, 2012	Bassin du fleuve Sénégal					
Tetra Tech ARD (USAID), 2014	Bassin du fleuve Sénégal, rive gauche (Départements Matam, Kanel, Bakel, Goudiri)					
(e) Mbaye et Ndiaye, 2015	Haut Bassin du Sénégal					
(f) Bodian et al. 2015	Bassins Afrique de l'Ouest/bassin du Sénégal					
(g) Gaye et Ndiaye, 2015	Echelle nationale Sénégal					
(h) MAEEEF	Echelle nationale Guinée/PANA					

(RG). 2007.						
(i) MET, 2007 (RM) ; RM. 2015	Echelle nationale Mali/PANA (2007) et CPDN (2015)					
(j) MEDD (RIM) 2014 et 2015	Echelle nationale Mauritanie/TCN (2014) ; CPDN (2015)					
(k) MEDD (RS), 2006 et 2015	Echelle nationale, 2006 (PANA) ; 2015 (CPDN)					
Synthèse des prédictions						

**Tableau 23.** Prédications climatiques dans le bassin du fleuve du Sénégal selon diverses sources., Légende : : Forte hausse ; : Hausse ; : Forte baisse ; : Baisse ; / : Baisse ou hausse selon les biefs ou modèles.

En prenant seulement en compte les avis majoritaires, on peut dire que le changement climatique dans le bassin du fleuve Sénégal dans les 5-10 décennies à venir va se manifester par :

- une augmentation significative de la température moyenne ;
- la baisse de la pluviométrie moyenne, baisse moins prononcée dans les sources du fleuve en Guinée que dans le reste du bassin.
- la baisse des écoulements moyens. La relative convergence sur cette question a amené les auteurs de la Monographie hydrologique actualisée du bassin à conclure que : « ..les données sur l'évolution future du climat sont très lacunaires, voire contradictoires. La seule chose qui soit actée est le constat d'une diminution régulière de l'hydraulicité des rivières » (Bader et Cauchy, 2013)
- la baisse du niveau statique des aquifères (ce qui serait une conséquence naturelle de la baisse de l'hydraulicité du fleuve) ;
- une plus grande ampleur et fréquence des événements extrêmes (inondations, sécheresse, etc.).

#### Analyse de causalité

Le changement climatique, tel que défini par la CCNUCC est causé par l'augmentation des émissions des gaz à effets de serres (en particulier le dioxyde de carbone et le méthane), du fait essentiellement de la hausse rapide de la consommation d'énergie fossile (pétrole, charbon), de changement dans les usages des sols, la déforestation, etc. Dans la situation mondiale actuelle où les sources d'énergies et renouvelables sont bien connues et maîtrisées, la persistance de la dépendance aux énergies fossiles s'explique en grande partie par les objectifs d'optimisation du profit et la culture de consommation. Dans les pays en développement, le déboisement et les

pratiques d'exploitations non durables des sols s'expliquent en grande partie par la pauvreté et la croissance démographique rapide.

### Conséquences :

Il est maintenant admis que les conditions climatiques générales changent et vont continuer de changer dans le futur. Mais on ne connaît pas de façon précise les manifestations et conséquences du changement climatique dans le bassin Sénégal. Les prédictions sont contradictoires, et celles qui sont convergentes dans les grandes tendances divergent dans le détail, notamment concernant l'ampleur des changements. La première conséquence du changement climatique, c'est de devoir s'adapter à un futur dont les contours sont mal définis.

Dans le contexte général d'incertitude, il y a, sur la base des résultats de la majorité des travaux de prédictions climatiques étudiées, une forte probabilité que le changement climatique dans le bassin du fleuve Sénégal se traduise par l'augmentation des températures et la diminution de la pluviosité dans le bassin et de l'hydraulicité du fleuve.

Si un tel scénario d'évolution du climat devait se confirmer il aurait pour conséquence d'accentuer la sévérité et l'ampleur des problèmes environnementaux prioritaires discutés plus haut. La hausse des températures, de l'ensoleillement, accroît l'évapotranspiration, et donc augmente le besoin en eau de la végétation, de l'agriculture dans un contexte où la disponibilité des eaux pluviales, eaux de surface et eaux souterraines est en forte baisse. L'OMS note aussi que la variabilité climatique et le changement à long-terme du climat, surtout si elle se manifeste par la hausse température augmente la prévalence et la distribution géographique des maladies, surtout ceux transmis par des animaux vecteurs du paludisme (transmis par les moustiques) et d'autres maladies tropicales négligées (WHO, 2015). Il s'y ajoute que des événements extrêmes tels que les inondations créent des conditions qui favorisent la dégradation de la qualité des eaux et l'émergence de maladies diverses liées à l'eau telles que les gastro-entérites. Le changement climatique accélère le déboisement, le recul du couvert herbacé et les feux de brousse, la fréquence et l'ampleur des feux de brousse. Il entraîne ainsi la perte d'habitats naturels et a donc des incidences négatives sur la diversité biologique animale et végétale.

En ce qui concerne les systèmes productifs, l'agriculture –surtout l'agriculture pluviale et de décrue— est le secteur le plus vulnérable au changement climatique, aux effets de l'augmentation des températures, à la baisse de la pluviosité et de la fréquence et ampleur de la crue naturelle. Le changement climatique peut conduire à la réduction des terres cultivées, à la baisse des rendements, surtout l'agriculture pluviale (Tetra Tech ARD, 2014). Les autres secteurs les plus affectés par le changement climatique sont l'élevage (suite à la réduction de la biomasse) et la pêche.

Mais le niveau de vulnérabilité des ménages au changement climatique est très variable. Les ménages les plus vulnérables sont ceux qui sont pauvres (et l'incidence de la pauvreté dans le bassin du fleuve Sénégal est très élevée). Le niveau de diversification des sources de revenus

joue un rôle important. Les ménages qui combinent des sources de revenus agricoles et non agricoles sont moins exposés aux impacts négatifs du changement climatique alors que ceux qui dépendent exclusivement d'activités agro-pastorales avec une faible diversification sont plus vulnérables. L'étude de vulnérabilité au changement climatique menée par l'USAID dans les Régions de Matam et Tambacounda (rive gauche de la vallée) montre que les ménages qui dépendent essentiellement de l'élevage sont les plus vulnérables au changement climatique (Tetra Tech ARD, 2014). Cela s'explique par le fait que ces ménages ont les plus faibles niveaux de diversification de leurs sources de revenus, la pratique de l'élevage transhumant impliquant une mobilité qui limite la possibilité de s'engager dans beaucoup d'autres activités génératrices de revenus.

### Options de réponses

Les réponses au défi du changement climatique sont de deux ordres : la mitigation et l'adaptation. La mitigation vise l'atténuation du changement climatique, en réduisant les émissions des gaz à effet de serres (dioxyde de carbone, méthane, oxydes d'azote, etc.). La réduction significative des émissions de GES nécessite des efforts soutenus et de grande ampleur au niveau mondial. Bien qu'on attende le plus d'efforts des pays riches et/ou industrialisés qui émettent les plus grandes quantités de GES, les pays riverains du fleuve Sénégal se sont aussi, dans le cadre de leurs Communications Nationales à la CCNUCC et récemment dans le cadre de leurs Contributions Nationales Prévues Déterminées (CPDN)<sup>84</sup>, engagés à contribuer à l'effort mondial de réduire leurs émissions. Dans le cadre de ses projets d'infrastructures hydrauliques de 2<sup>nd</sup>, 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> génération, l'OMVS va, par l'augmentation importante de sa production d'hydroélectricité, contribuer aux efforts de mitigation des Etats, mais il sera nécessaire de veiller à contenir les émissions de méthane à partir des réservoirs des nouveaux barrages et limiter le déboisement lié aux infrastructures nouvelles.

Cela dit, quels que soient les efforts consentis, les mesures de mitigation du changement climatique – qui est un phénomène global-- ne peuvent avoir d'impacts notables que sur le long terme. Ces ne résolvent donc pas le besoin de réponse à court et moyen terme aux problèmes posés par le changement climatique.

Les efforts de mitigation doivent donc être complétés par des mesures d'adaptation et de renforcement de la résilience. Les mesures d'adaptation sont des actions entreprises pour absorber les manifestations et atténuer les conséquences des changements vécus et ceux prévus. Le renforcement de la résilience vise, à l'échelle systémique, à accroître le niveau de préparation pour absorber les effets du changement climatique mais aussi pour en saisir les opportunités. Les mesures d'adaptation et de renforcement de la résilience contribuent à la réduction de la vulnérabilité des populations humaines et animales et des écosystèmes au changement climatique, c'est-à-dire au renforcement de leur capacité à anticiper, à résister, à

---

<sup>84</sup> Les CPDN, préparées en direction des négociations sur le changement climatique à Paris en décembre 2015, définissent les mesures envisagées au niveau par les différents pour contribuer aux efforts collectifs de réduction des gaz à effet de serre (actions de mitigation) et lutter contre les effets immédiats du changement climatiques (actions d'adaptation).

s'adapter aux impacts du changement climatique ou à se remettre de ces impacts (Niasse et al. 2004).

Les actions visant à réduire la vulnérabilité au changement climatique comprennent les mesures centrées sur l'offre ou celles centrées sur la demande. Dans le bassin du fleuve du fleuve Sénégal, la baisse de la disponibilité de l'eau (pluviométrie et écoulements) et la plus grande fréquence des événements extrêmes font partie des effets majeurs du changement climatique dans le bassin du fleuve Sénégal. Les mesures centrées sur l'offre mises en œuvre ou envisagées dans le bassin du fleuve Sénégal incluent par conséquent des interventions telles que la réalisation de barrages et le stockage de l'eau dans des réservoirs, la réalisation de forages pour l'exploitation des eaux souterraines, des interventions ponctuelles de collecte et stockage des eaux de pluie. Les mesures centrées sur la gestion de la demande, actuellement insuffisamment mises en œuvre dans le bassin du fleuve Sénégal peuvent comprendre des interventions telles que l'augmentation de l'utilisation efficace de l'eau (en particulier l'eau d'irrigation et celle utilisée dans les industries et mines), le recyclage et la réutilisation des eaux usées. A ces mesures peuvent s'ajouter la gestion plus rigoureuse des risques d'inondation, la gestion intégrée et l'amélioration de la gouvernance générale des ressources en eau (Kundzewicz, 2007). Les CPDN et PANA de la Guinée, du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal prennent en compte beaucoup de ces mesures, et en particulier celles liées à des solutions centrées sur l'offre et celles consistant à améliorer la gouvernance des ressources en eau.

Les stratégies d'adaptation conçues par les Etats riverains du fleuve Sénégal ne mettent pas suffisamment en évidence les mesures d'adaptation basées sur les écosystèmes (ABE), c'est-à-dire l'inclusion de l'utilisation de la biodiversité et des services écosystémiques dans les stratégies d'adaptation. Les mesures ABE peuvent inclure la restauration de zones écologiques (y compris zones humides et plaines d'inondation), l'amélioration de la diversité biologique, la reforestation, la lutte contre les feux de brousse, la réglementation de la pêche ou la réalisation de couloirs écologiques (Noble et al. 2014)<sup>86</sup>.

#### Matrice d'Impact Environnemental

Problèmes	Symptômes/effets	Causes immédiates	Causes fondamentales	Portée
-----------	------------------	-------------------	----------------------	--------

---

<sup>86</sup> Noble, I.R., S. Huq, Y.A. et al. 2014: Adaptation needs and options. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-86. Accédé à : [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap14\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap14_FINAL.pdf)

<b>Changement climatique</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hausse températures moyennes</li> <li>• Baisse pluviométrie</li> <li>• Baisse des écoulements</li> <li>• Baisse niveau statique des aquifères</li> <li>• Plus grande fréquence et ampleur des événements extrêmes (inondations, sécheresses)</li> <li>• Elévation du niveau de la mer</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Emission de gaz à effet de serre</li> <li>-Augmentation de la consommation d'énergie fossile</li> <li>-Changement dans l'affectation et l'utilisation des sols</li> <li>-Pratiques agro-pastorales non durables</li> <li>-Déforestation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Culture consumériste ;</li> <li>-Urbanisation et émergence de classes moyennes ;</li> <li>-Forte dépendance de l'exploitation des matières premières ;</li> <li>-Pauvreté rurale.</li> </ul>	<p>Ensemble du bassin</p> <p>Zones/secteurs de plus grande vulnérabilité : Agriculture pluviale et de décrue dans la moyenne vallée ; Elevage dans la partie sahélienne du bassin</p>
------------------------------	---	--	--	---

*Matrice des options d'actions prioritaires par pays (accent sur les mesures d'adaptation et résilience)<sup>87</sup>*

Pays	Actions prioritaires	Types d'action
Echelle bassin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Amélioration de la connaissance scientifique sur les effets du changement climatique sur le bassin du fleuve Sénégal ;</li> <li>• Renforcer la sécurité des ouvrages, des biens et des écosystèmes face aux impacts du changement climatique</li> <li>• En prévision d'une baisse possible de disponibilité de la ressource, accentuer les efforts de maîtrise des prélèvements d'eau sans compromettre les efforts de développement</li> <li>• Renforcer à l'échelle transfrontalières les mesures d'adaptation basée sur les écosystèmes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Commanditer une étude d'envergure sur les scénarios de changement climatiques et leurs impacts dans le bassin du fleuve Sénégal (voir aussi sous- 5.3)</li> <li>-Mettre à jour les plans de gestion des ouvrages et les plans d'alerte à la lumière des résultats de l'étude sur le changement climatique (ceci en vue entre autre d'assurer le climate-proofing de ces infrastructures.</li> <li>- Promotion des pratiques de gestion plus efficiente de l'eau, surtout dans l'agriculture irriguée.</li> <li>-Appuyer la mise en place et la gestion de réserves de biosphères transfrontalières (dans le delta et le haut bassin) : voir sous 5.6</li> </ul>
Guinée	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Préservation et restauration des ripisylves des têtes de sources et des berges, en particulier sur les cours d'eau transfrontaliers ;</li> <li>• Promotion de l'agroforesterie</li> <li>• Gestion des feux de brousse et mise en défens.</li> </ul>	<p>Mise en œuvre du PANA (2007) et de la CPDN (2015) ; Elaboration d'un Plan GIRE sur la base de la Feuille de Route GIRE actuelle.</p>

<sup>87</sup> Les actions indiquées sont dans une large mesure basées sur les plans et stratégies dans les domaines du changement climatique (PANA, CPDN) et de l'eau (PAGIRE) préparés par les Etats riverains du fleuve Sénégal

Pays	Actions prioritaires	Types d'action
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion d'alternatives aux activités d'usages et de prélèvements qui contribuent à la dégradation des terres et à la baisse de la qualité des eaux (fabriques de briques, dragage des lits pour la recherche de minerais)</li> <li>• Protection et restauration d'écosystèmes fragiles (aires protégées, forêts)</li> <li>• Augmentation des investissements dans la culture irriguée</li> <li>• Promotion de variétés adaptées dans la riziculture irriguée ;</li> <li>• Développement de la pisciculture</li> </ul>	
Mali	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promotion de l'aquaculture</li> <li>• Vulgarisation d'espèces végétales et animales adaptées</li> <li>• Aménagements de bas-fonds</li> <li>• Réalisation de forages équipés à l'énergie solaire</li> <li>• Captage des eaux de ruissellement et restauration des points d'eau (marigot, marres et lacs)</li> <li>• Gestion des feux de brousse</li> <li>• Développement des cultures fourragères</li> <li>• Meilleure utilisation de l'information climatique comme outil d'aide à la décision</li> <li>• Promotion des énergies renouvelables</li> </ul>	Mise en œuvre du PANA (2007) et de la CPDN (2015) ; Réactualisation et mise en œuvre effective du PAGIRE (2007)
Mauritanie	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Réalisation de bassins de rétention et petits barrages</li> <li>• Aménagement de bassins-versants</li> <li>• Restauration de pâturages naturels/mise en défens et gestion des parcours pastoraux</li> <li>• Développement des cultures fourragères</li> <li>• Réhabilitation/gestion durable des zones humides</li> <li>• Reboisement/restauration des forêts classées</li> <li>• Lutte contre la dégradation des terres</li> </ul>	Mise en œuvre du PANA (2004) et de la CPDN (2015) ; Mise en œuvre de la Stratégie Nationale Zones Humides (2014)
Sénégal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restauration des écosystèmes côtiers et marins ;</li> <li>• Investissements de maîtrise de l'eau</li> <li>• Réhabilitation de la culture de décrue</li> <li>• Lutte contre la salinisation des terres</li> <li>• Promotion de la GIRE</li> <li>• Gestion durable des terres</li> <li>• Assurance agricole et pastorale</li> </ul>	Mise en œuvre du PANA (2007) et de la CPDN (2015) ; PAGIRE

### Opportunités

Le principal facteur favorable à la mise œuvre de mesures pour répondre au changement climatique concerne le consensus atteint au plan mondial avec l'Accord de Paris récemment entré en vigueur. Les pays riverains du fleuve sont parties prenantes de cet Accord et sont pleinement engagés à sa mise en œuvre, à travers leurs PANA et leurs Contributions Déterminées au niveau National (CDN). Les options de réponses au défi du changement décrites plus haut sont pour l'essentiel tirées des PANA et des CDN initiaux des pays



riverains du bassin du Sénégal. Dans le cadre de l'ADT l'enjeu est de développer les synergies et assurer la coordination des efforts des Etats.

## 5.8. Dimensions genre des problèmes environnementaux prioritaires

Les femmes représentent la majeure partie de population du bassin du fleuve Sénégal : 51,4% d'après l'Enquête socio-économique menée en 2011 dans le cadre du PGIRE-1 (MGP, 2011). Etant donné que le bassin du fleuve Sénégal est une zone de forte émigration, surtout masculine, il n'est pas surprenant de constater que la proportion de femmes parmi la tranche d'âge adulte, parmi les populations actives, est encore plus importante (voir tableau 24 ci-dessous). Le nombre de femmes chefs de ménages est en conséquence relativement élevé : 17,62 pour le bassin d'après l'enquête socio-économique OMVS/PGIRE (MGP, op.cit) et 13% pour la zone couverte par une enquête de l'USAID – Départements de Matam, Kanel, Bakel, Goudiri (Tetra Tech ARD. 2014). Dans ce contexte où le poids démographique et la responsabilité sociale et économique des femmes deviennent de plus en plus importants, il est nécessaire d'analyser sous un angle genre les PEP discutés dans ce chapitre. En effet, les impacts des PEP peuvent être différenciés selon le genre. Dans la recherche de solutions aux PEP, la nécessité de l'engagement des femmes peut être plus évidente pour certaines activités que d'autres.

L'analyse genre est cependant fortement gênée par l'absence de données désagrégées par sexe. Pour cette raison, très peu de constatées sont illustrées par des informations quantitatives.

Tranche d'âge	Hommes	Femmes
0-5	14,13	12,01
6-10	12,04	10,34
11-15	8,55	7,75
16-20	9,07	9,12
21-25	5,72	7,86
26-30	5,94	7,80
31-35	10,66	1,58
36-40	10,44	11,43
41-45	7,51	8,14
46-50	4,19	5,62
51-55	2,44	2,09
56-60	2,57	2,78
61+	6,72	4,67
Total	48,60	51,40

**Tableau. 24.** Répartition de la population du bassin par genre et par tranche d'âge

Quelques constats peuvent être faits sur les rôles et engagements des femmes dans les principaux secteurs d'activités du bassin :

Les femmes sont fortement engagées dans les secteurs clé d'activité du bassin, pourvoyant une bonne partie de la main-d'œuvre. Leur poids dans ce sous-secteur s'est accentué avec l'accélération de l'émigration masculine. Un tel phénomène de « féminisation du travail agricole » est aussi constaté dans beaucoup de pays pauvres. Que cela soit dans la culture irriguée, de décrue ou l'agriculture pluviale, les femmes sont rarement chefs d'exploitations et font face à une insécurité foncière.

Dans les secteurs de l'élevage comme celui de la pêche, les femmes exercent le quasi-monopole de la transformation (des produits laitiers et les poissons) et de la commercialisation. Le recul du couvert végétal et la dégradation des pâturages et la baisse des stocks de poissons et donc des prises à partir du fleuve affectent les sources de revenus des femmes et leurs moyens de subvenir aux besoins alimentaires de la famille.

Les femmes sont aussi fortement engagées dans l'exploitation des produits forestiers (bois, fruits, feuilles, etc.) pour la consommation domestique et comme sources de revenus monétaires. On peut mentionner par exemple la cueillette et commercialisation des fruits de *Balanites aegyptiaca* et de l'huile tirée des noix du fruit. Un autre exemple typique est l'exploitation des tiges de l'herbe *Sporobolus robustus* pour la confection de nattes dans le Parc National du Diawling. Les femmes sont les victimes directes de la déforestation et la dégradation de zones humides.

L'orpaillage est aussi un secteur dans lequel les femmes jouent un rôle de premier plan. D'après une enquête menée dans des sites aurifères de la région de la Falémé au Sénégal, les femmes représentent 67% de la population totale des orpailleurs recensés. Elles sont présentes à tous les niveaux du circuit, de la remontée du minerai à partir des puits aurifères, à son transport puis traitement (pilage, tamassage, lavage) (Niang, 2014). Les femmes sont ainsi directement exposées aux risques posés par exemple par le mercure. Les sites d'orpaillages sont aussi réputés avoir de niveaux élevés de prévalence de maladies sexuellement transmissibles dont le VIH-Sida.

Les femmes assurent l'approvisionnement en eau potable dans leurs ménages. Dans des contextes de dégradation de la qualité des eaux elles doivent dans certains cas faire de longues distances pour la collecte de l'eau.

En somme, les femmes jouent des rôles importants dans divers secteurs d'activités du bassin et subissent de plein fouet impacts de la dégradation de l'environnement du bassin. Elles constituent des acteurs incontournables dans la mobilisation sociale en vue de répondre aux PEP auxquels le bassin est confronté.

Le tableau ci-après (Tableau 25) analyse de façon succincte la pertinence de la prise en compte du genre pour chacun des PEP identifiés dans l'ADT.

**Tableau 25. PEP et pertinence de la prise en compte du genre**

PEP	Pertinence prise en compte du genre
Dégradation des terres	<p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- La réduction des terres arables peut entraîner la relégation des femmes vers les terres marginales, dégradées et appauvris. L'accès des femmes à des droits sécurisés sur les terres arables peut être compromis, ces terres (y compris celles irriguées) devenant rares et convoitées</li> <li>- Le déboisement/la déforestation peut alourdir la corvée de collecte du bois de chauffe pour les femmes</li> </ul> <p>Recherche de solution :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les femmes sont la cible privilégiée dans la promotion de pratiques économes en consommation d'énergie (e.g. fourneaux améliorés) ou de l'utilisation d'alternatives au bois de chauffe.</li> </ul>
Baisse de la disponibilité et de la qualité des eaux	<p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- la dégradation de la qualité de l'eau et baisse de la disponibilité en eau potable, accroissent la corvée de collecte de l'eau de consommation domestique qui est généralement de la responsabilité des femmes ;</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Les femmes sont souvent les plus directement exposées aux eaux polluées et à leurs conséquences (ex dans l'orpaillage)</li> </ul> <p>Recherche de solutions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les femmes étant très actives dans l'agriculture, elles doivent aussi être ciblées par le Conseil agricole (par exemples pour les thèmes de l'utilisations des engrais et pesticides)</li> <li>- Les IEC pour la gestion des ordures ménagères et autres rejets domestiques doivent prioritairement cibler les femmes</li> <li>- Dans le contexte de l'orpaillages les femmes doivent être prises en compte dans les efforts de sensibilisation et la promotion d'alternatives moins polluantes.</li> </ul>
Risques d'inondation	<p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les femmes sont en première ligne dans la gestion des dommages provoqués par les inondations.</li> </ul> <p>Recherche de solutions ;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dans un contexte de forte émigration masculine faisant de beaucoup de femmes de chefs de famille de fait, les plans d'alerte inondation doit les cibler tout autant que les hommes.</li> </ul>
Maladies hydriques	<p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les enfants (qui sont souvent sous la garde directe de femmes) et les femmes enceintes sont les plus vulnérables à la bilharziose et au paludisme.</li> </ul> <p>Recherche de solution</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Approvisionnement en eau de qualité des ménages (indispensable pour éviter les maladies) passe par une bonne sensibilisation des femmes</li> <li>- Les femmes doivent être des cibles prioritaires pour promouvoir de bonnes pratiques de gestion des eaux usées domestiques pour lutter contre les vecteurs de maladies hydriques.</li> </ul>
Lutte contre les plantes envahissantes	<p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Effets néfastes sur les activités de production dans lesquelles les femmes sont impliquées (pêche, élevage) et dégradation de la qualité des eaux</li> </ul> <p>Recherche de solutions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les femmes sont déjà actives dans les activités de valorisation du typha et peuvent être appuyées pour une montée en échelle</li> </ul>
Perte de diversité biologique	<p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Baisse d'accès des femmes aux produits forestiers non ligneux, aux produits de cueille</li> <li>- La baisse de stocks de poissons et des prises de pêche affecte directement les nombreuses femmes impliquées dans la transformation et la commercialisation du poisson</li> </ul> <p>Recherche de solutions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les femmes sont des cibles importantes pour des activités d'IEC sur la restauration et gestion durables des zones humides, pour faire respecter le repos biologique, etc.</li> </ul>
Changements climatique	<p>Impacts :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Le changement climatique peut entraîner l'accentuation de la pression sur les ressources en eau et les ressources naturelles en général, avec comme possible conséquence l'exclusion des femmes de l'accès aux ressources productives ou leur marginalisation</li> <li>- Les femmes sont plus vulnérables que les hommes du fait qu'elles ont des droits limités ou précaires à des ressources stratégiques comme la terre</li> <li>- Les femmes sont plus vulnérables à cause de leur mobilité (intersectorielle et spatiale) relativement limitée du fait de leurs lourdes charges familiales (travaux domestiques, prise en charge des enfants en bas âge, etc.)</li> </ul> <p>Recherche de solutions :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Etant donné leur poids central dans les stratégies de sécurité alimentaire et de santé au sein de leurs ménages, les femmes doivent être des cibles privilégiées pour renforcer la résilience des populations au changement climatique</li> </ul>

Deux types d'implications découlent de la brève analyse ci-dessus :

- Il y a d'abord la nécessité de combler le gap d'information concernant le genre dans le bassin du fleuve Sénégal :
  - Là où cela est pertinent, l'OMVS devrait insister sur la collecte systématique de données désagrégées par genre dans les études commanditées,
  - L'OMVS doit mener ou encourager des études ciblées sur la dimension genre dans des problèmes spécifiques de développement du bassin, dont certains sont couverts à travers les 7 PEP de l'ADT. Parmi les sujets envisageables on peut citer :
    - Le rôle actuel et souhaitable des femmes dans la valorisation économique des VAE.
    - Le rôle des femmes dans les stratégies de renforcement de la résilience au changement climatique dans le bassin.
    - Femmes et foncier : accès des femmes à des droits fonciers sécurisés dans le bassin du fleuve Sénégal.
- Le genre doit être pris en compte dans le PAS et notamment les mesures définies dans le PAS, mais dans une approche de « *mainstreaming* », en intégrant des dimensions genre dans les mesures proposées, plutôt que d'identifier des mesures spécifiquement centrées sur le genre, sur les femmes.

## 6. CONCLUSION – IMPLICATIONS POUR L'OMVS

Les chapitres précédents ont décrit le contexte du bassin du fleuve et identifié et analysés les 7 problèmes environnementaux qui s'y posent avec le plus d'acuité. Sur la base de l'analyse des causes directes et sous-jacentes de ces problèmes des options de réponse sont préconisées. Ces options sont nombreuses et prises en compte dans une large mesure dans le Plan d'Action Stratégique qui complète la présente ADT.

Parmi les nombreuses options de réponses identifiées, certaines interpellent directement l'OMVS, du fait de leur ampleur, de leurs évolutions et de leurs impacts, ou parce qu'elles ont un caractère transfrontalier très marqué. D'autres options de solutions sont transversales, c'est-à-dire concernent plusieurs sinon l'ensemble des 7 Problèmes Environnementaux Prioritaires. Ces options de solutions sont rappelées ici, sans prétendre à l'exhaustivité.

Ces options de solutions sont formulées sous forme de recommandations, mais elles nécessitent un examen plus approfondi. En effet, 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.

### *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 points d'eau pastoraux est une des explications 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. L'OMVS devrait soutenir le Mali, la Mauritanie et le Sénégal dans la mise en œuvre de leurs stratégies et plans d'actions nationaux de mise en œuvre de la Grande Muraille Verte, une initiative qui met l'accent sur des interventions telles que le reboisement, la lutte contre l'érosion des sols.

### *Dégradation des têtes de source :*

- a. Les têtes de sources des principaux affluents du fleuve Sénégal sont dans un état de dégradation alarmant. Elles nécessitent un plan d'urgence en vue de leur restauration et

gestion durable. Pour une solution viable à long terme il sera nécessaire de créer un cadre qui encourage des pratiques alternatives agro-pastorales et d'activités génératrices de revenus qui soient plus responsables, plus soucieuses de la protection de l'environnement et en particulier des têtes de sources. Parmi les pistes à explorer pour créer un tel cadre on peut mentionner les options de partage des bénéfices ou de paiement pour des services écosystémiques entre habitants des sources du fleuve et usagers de l'eau en aval.

- b. En relation avec le point précédent, l'OMVS devrait jouer un rôle plus important dans les initiatives de gestion intégrée des ressources du Massif du Fouta Djallon.

#### ***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.
- 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.

### ***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. Il s'agit des polders actuellement considérés en phase pilote dans le cadre de la composante néerlandaise TF3 de PGIRE-2.
- c. Etant donné l'ampleur du Typha et l'improbabilité de son éradication à court-terme, les initiatives de valorisation économiques de la plante doivent être encouragées et soutenues, mais les investisseurs potentiels doivent inclure dans leurs plans d'affaire l'hypothèse d'une raréfaction voire l'épuisement de la ressource dans un horizon de 15-20 ans.
- d. Il existe de nombreuses expériences récentes, parfois très innovantes de valorisation du Typha. Il y a un besoin de capitaliser ces expériences afin d'identifier et d'appuyer la montée en échelle de celles qui sont les plus prometteuses, en particulier du point de vue du besoin de concilier les objectifs économiques et les préoccupations de préservation de la santé humaine et environnementale.

### ***Maladies hydriques :***

- a. Les progrès réalisés ces dernières années dans la lutte contre les maladies hydriques dans le bassin sont spectaculaires. Les niveaux de baisse de la prévalence du paludisme, de la bilharziose et du ver de Guinée sont spectaculaires. Cela dit les efforts faits par les Etats riverains du fleuve, l'OMVS et les partenaires au développement doivent être poursuivis.
- b. Un accent particulier doit être mis sur la lutte contre les vecteurs de maladies hydriques, en rendant plus contraignantes les conditions de leur reproduction et prolifération dans le bassin. Cela implique de s'attaquer aux gîtes larvaires par des moyens physiques (mécaniques), chimiques que biologiques.
- c. Un dispositif de veille sanitaire doit être en place pour alerter en cas d'inversion de la tendance baissière des niveaux de prévalences de maladies hydriques, et aussi en cas d'apparition de nouvelles maladies dans le bassin.

### ***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-FAO-PNUE sur la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles du Massif du Fouta-Djallon (GIRN-MFD) qui est en cours d'exécution, mais avec des résultats plutôt modestes étant donné la faiblesse des moyens financiers mobilisés.
- 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 « paiement pour services écosystémiques » et/ou 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.
- c. L'OMVS devrait jouer un rôle plus actif dans la protection et la gestion durable des zones de grande valeur écosystémique du bassin. Outre le Massif du Fouta-Djallon, il existe deux autres zones que l'OMVS doit considérer comme des zones d'intérêt écologique spécial.
  - i. Le delta fleuve : cette zone abrite un grand nombre d'aires protégées (parcs nationaux et sites Ramsar). La retenue de Diama qui existe à présent depuis 30 ans est une des plus importants plans d'eau douce du delta. Elle alimente en eau certaines des zones humides du delta comme le Parc National du Djoudj et celui de Diawling. Dans le cadre de son programme navigation l'OMVS envisage de faire des investissements importants dans le delta. Pour toutes ces raisons, l'OMVS, les Etats riverains (Mauritanie et Sénégal), les ONG environnementales actives dans la zone (ex. UICN et PRCM) ont un intérêt commun pour la protection et la gestion durable du delta. En conséquence, l'OMVS devrait jouer un rôle plus actif dans la promotion de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal (RBTDS) formellement créé en 2005.
  - ii. Le haut-bassin : avec les barrages de 2<sup>nd</sup>, 3<sup>ème</sup>, voire 4<sup>ème</sup> génération prévus dans le haut bassin, l'OMVS va créer sur une bande de 250 km sur une centaine de large la plus grande concentration de grands barrages en Afrique de l'Ouest et probablement dans toute l'Afrique. Les couts environnementaux de cette artificialisation du milieu vont être très importants à court terme. Mais à moyen et long terme, l'existence de 5 à 7 vastes plans d'eau douce permanents peut être un atout pour réhabiliter les écosystèmes de la zone (actuellement très dégradés) et reconstituer et améliorer les habitats naturels. En contribuant à la conservation et à la gestion durable de cette zone, l'OMVS va aussi protéger ses investissements – les barrages. En collaboration avec des partenaires comme le PNUD qui appuie la mise en œuvre de ERSAP (Programme d'Extension et



renforcement du système des aires protégées du Mali) ou des ONG internationales telles que l'UICN ou WWF, l'OMVS peut aider à réactiver et faire avancer l'idée de Réserve de Biosphère Transfrontalière Bafing-Falémé, en veillant cependant que la zone couverte soit élargie pour couvrir les sites des réservoirs existants et futurs de Manantali, Gourbassi, Bouréya, Koukoutamba, Balassa.

### ***Zones humides et 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 pouvoir générer cette crue 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. Les besoins en eau des écosystèmes du bassin du fleuve Sénégal et spécialement des écosystèmes aquatiques n'ont jamais fait l'objet d'une étude systématique. Etant donné le contexte d'accentuation de la compétition entre usages des eaux du fleuve la réalisation d'une telle étude est devenue nécessaire.
- c. 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 trentaine 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. Un tel travail pourrait être envisagé dans le cadre de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Sénégal.

### ***Risques d'inondation :***

- a. Le contexte hydro-climatique change, comme on l'a vu avec l'évolution du climat au cours des dernières décennies. Dans la perspective du changement climatique, les modifications seront encore de plus grande ampleur, notamment avec la plus grande fréquence d'événements extrêmes. Afin de mieux gérer le risque d'inondation il est indispensable que l'OMVS appuie la réalisation d'une étude systématique des scénarios les plus plausibles de changement climatique à l'échelle du bassin du fleuve Sénégal. Le produit d'une telle étude peut être un excellent outil d'aide à la décision dans la gestion des risques d'inondation et du risque climatique en général (la même étude est recommandée dans le cadre du PEP sur le changement climatique).
- b. L'étude sur les scénarios de changement climatique pourrait être complétée par une étude de vulnérabilité aux risques d'inondation dans le bassin du fleuve. Une telle étude

permettrait d'identifier clairement les zones les plus exposées aux risques d'inondation dans le contexte actuel et sur la base des scénarios de changement climatique.

- c. Sur la base de l'étude sur les scénarios de changement et de vulnérabilité aux risques d'inondation, l'OMVS devrait mettre à jour le plan d'alerte inondation. Cette mise à jour sera aussi rendue nécessaire avec les nombreux nouveaux réservoirs en construction et/ou en planification avancée.

### ***Changement climatique :***

- a. Dans le domaine de l'adaptation au changement climatique et du renforcement de la résilience, il sera urgent de réaliser une étude systématique des scénarios plausibles de changement climatique dans le bassin (voir aussi sous le PEP concernant les risques d'inondation).
- b. Les barrages existants et les nombreux autres prévus par l'OMVS à court, moyen et long terme vont améliorer la maîtrise de l'eau du fleuve et contribuer au renforcement de la résilience du bassin au contexte de variabilité et changement climatique. Mais l'existence de ces barrages pose deux défis : la nécessité de les sécuriser face au changement climatique (*climate proofing*<sup>68</sup>) ; et la complexité de leur gestion coordonnée, y compris dans un contexte de changements profonds des conditions hydro-climatiques.
- c. Avec les prédictions de baisse des écoulements qui devraient s'accroître dans les décennies à venir, il sera nécessaire de gérer et contenir la demande en eau. L'OMVS devra promouvoir une gestion plus efficace de l'eau, surtout concernant l'agriculture irriguée.
- d. En parallèle, il sera nécessaire d'améliorer la mobilisation de ressources en eau additionnelle, par une exploitation durable des ressources en eau souterraines et par la collecte et le stockage des eaux de pluie.
- e. Prenant avantage des autres mesures préconisées dans l'ADT et visant à l'amélioration de la santé des écosystèmes du bassin, l'OMVS devrait promouvoir des approches d'adaptation au changement climatique basée sur les écosystèmes. Ces écosystèmes, les zones humides en particulier, sont des infrastructures naturelles qui remplissent beaucoup des fonctions pour lesquelles les barrages sont construits : stockage de l'eau, régulation des débits. En plus ils purifient l'eau, rechargent les nappes souterraines et servent d'abri de diversité biologique et de refuge pour les espèces menacées.

### ***Dimensions genre :***

- a. Pour une prise en compte et intégration (*mainstreaming*) du genre, l'OMVS doit prendre des mesures pour combler le déficit d'information sur le genre dans le bassin. L'OMVS pourrait, dans les études, projets et programmes où cela est pertinent, exiger la collecte

---

<sup>68</sup> Il s'agit de « blinder », de protéger au maximum les investissements, ici les projets de barrages, contre les risques posés par le changement climatique (comme par exemple des crues exceptionnelles pouvant entraîner la rupture de barrage, ou des déficits hydriques sévères sur une longue période). Les mesures de protection contre le risque climatique peuvent être envisagées aux différentes étapes du cycle de projet : planification, conception (en décidant par exemple de la taille du barrage ou des dimensions des évacuateurs de crue), la construction, l'exploitation, etc.

d'information désagrégées par genre ainsi que la conduite d'analyse de bien-fondé social prenant en compte la dimension genre.

- b. L'OMVS devrait aussi envisager des études et interventions ciblées sur le genre comme par exemple sur le genre la valorisation économique des plantes envahissantes ; ou genre et foncier ; ou genre et résilience au changement climatique.

***Cadre de gouvernance des ressources en eau :***

- a. L'OMVS devrait mettre un accent particulier sur la promotion de la Charte afin qu'elle soit mieux connue des parties prenantes du bassin. Elle doit aussi et surtout appuyer sa mise en œuvre effective, en commençant par son opérationnalisation. La situation actuelle du bassin est que le cadre théorique de gouvernance de l'eau et des ressources y est en très favorable, aussi bien en ce qui concerne le cadre juridique et institutionnel de l'OMVS qu'en ce qui concerne les dispositifs à l'échelle Etats riverains. Mais dans une large mesure ce cadre souffre d'un manque d'effectivité pratique. Cela est illustré par la Charte des Eaux adopté depuis 2002. Elle contient beaucoup de dispositions d'avant-garde, mais celles-ci sont peu connues et donc non mises en œuvre.

## ANNEXE 1. BIBLIOGRAPHIE

**ABOUA G.** -2004- Rapport sur l'état de l'Environnement en Afrique de l'Ouest – REDDA/NESDA – PNUE. Source: (site REDDA/NESDA)

**Afrique Nature International. 2009.** Peut-on encore sauver les aires protégées du Mali ? Evaluation externe indépendante des modes de gestion actuels et potentiels des aires protégées du Mali Propositions pour leur évolution. UICN – Fonds Français pour l'Environnement Mondial (FFEM). Bamako. Juin.

**AGEFORE.** -2005- Plan *Directeur d'Aménagement – Aire Protégée Transfrontalière Bafing-Falémé – 2006-2016.* Programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources Naturelles (AGIR) / Direction Nationale de la Conservation de la Nature (Mali). Novembre.

**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

**AMI.** 2016. La ministre de l'Agriculture : La Mauritanie a mis en œuvre une stratégie efficace pour la promotion d'une agriculture compétitive. Agence Mauritanienne d'Information (AMI), 9/06/2016  
Accédé à : <http://fr.ami.mr/Depeche-36363.html>

**Ardoin-Bardin S., Dezetter A., Servat E., Paturol J.-E., Mahé G., Niel H., Dieulin C.,** (2009) Using general circulation model outputs to assess impacts of climate change on runoff for large hydrological catchments in West Africa. *Hydrological Sciences Journal*, 54, 77-89.

**ARTELIA ; Union de Coteba& SOGREAH.** 2013. Aménagement hydroélectrique de Bouréya en Guinée. Etude de faisabilité et d'avant-projet sommaire (APS). OMVS. Dakar, Février.

**BAD.** 2011. Projet d'approvisionnement en eau potable de la ville de Nouakchott. Projet Aftout Essahli. Rapport d'achèvement. Banque Africaine de Développement (BAD). Tunis. Mars. Accédé à : <http://www.afdb.org/fileadmin/uploads/afdb/Documents/Project-and-Operations/Mauritanie - RAP - Approvisionnement en eau potable de la ville de Nouakchott - Aftout Essahli 2.pdf>

**Bader, J.C. et S. Cauchy** 2013. Actualisation de la monographie hydrologique du fleuve Sénégal. Rapport final. IRD -IDEV-SCP-OMVS. Dakar. Février.

**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.

**Bodian. A. ; A. Dezetter ; L. Diop.** 2015. *Evolution des apports en eau au barrage de Manantali à l'horizon 2050.* Texte présenté à la Conférence Internationale sur l'Hydrologie des Grands Bassins Fluviaux de l'Afrique. 26-30 Oct 2015. Hammamet (Tunisie). IRD, INAT, FRIEND-Water.

**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.

**BRL Ingénierie & Asconit Consultants. 2012.** Conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau du bassin du fleuve Sénégal. Rapport provisoire. OMVS. Dakar. Février

**Bruel, 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](http://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

**CILSS.** 2016. *Les Paysages de l'Afrique de l'Ouest : Une Fenêtre sur un Monde en Pleine Évolution.* U.S. Geological Survey EROS, 47914 252nd St, Garretson, SD 57030, USA

**Cissé, B.** 2011. Les eaux de drainage des périmètres irrigués du Delta du fleuve Sénégal. Systèmes d'évacuation et qualité des eaux. Thèse de Doctorat de 3<sup>ème</sup> Cycle. Université Cheikh Anta Diop de Dakar.

**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 / SGPRE. Août

**CSE.** 2013. Guide de sensibilisation pour une gestion rationnelle des feux de brousse. OMVS – CSE (Centre de Suivi Ecologique). Dakar. Janvier.

**CSE.** 2016. Rapport sur l'état de l'environnement au Sénégal. Edition 2015. Centre de Suivi Ecologique. Dakar

**CSS.** 2015. Bulletin d'information. Service Médical de la Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS). Richard Toll. Novembre.

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

**Descroix, L.** 2002. Sur les rives du Sénégal : l'eau et le riz dans la gestion du territoire in Frédéric Lasserre et Luc Descroix : Eaux et territoires : tensions, coopérations et géopolitique de l'eau. Presses de l'Université du Québec (PUQ). Sainte-Foy, Québec; pp. 435-462.

**Diagne, B.** 2004. Le modèle de l'organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal. In Niasse, M. ; A. Iza ; A. Garane ;, O. Varis (eds). *La gouvernance de l'eau en Afrique de l'Ouest : aspects juridiques et institutionnels.* UICN. Gland (Suisse). Pp.169-182.

**Diallo A.** - 2005 – Rapport national d'analyse diagnostique transfrontalière du bassin du fleuve Sénégal – Guinée – Rapport définitif – OMVS – GEF/BFS. Novembre. [ADT-Guinée, 2005]

**Dickmann, M. ; Y. Ficatier et M. Schmidt.** 2009. Le barrage de Manantali. Evaluation ex post conjointe. Banque allemande de développement (KfW), Banque européenne d'investissement (BEI) et Agence Française de Développement (AFD). Frakfort, Luxembourg et Paris. Accédé à : [http://www.eib.org/attachments/ev/ev\\_manantali\\_rapport\\_de\\_synthese\\_fr.pdf](http://www.eib.org/attachments/ev/ev_manantali_rapport_de_synthese_fr.pdf)

**Dicko, Mohamed B. et al.** -2003- Inventaire et caractérisation des zones humides au Mali. UICN & SAWEG (Sahelian Wetlands Experts Group). Ouagadougou

**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'Élevage 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](http://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).

**DNH-Mali.** 2011. Transition vers la Gestion Intégrée des Ressources en Eau en Guinée. Feuille de Route 2011-2015

**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

**Egis International.** 2013. *Economic and Spatial Study of the Vulnerability and Adaptation to Climate Change of Coastal Areas in Senegal. Synthesis Report*. Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés (Senegal) – Aout. World Bank. Accédé : <http://documents.worldbank.org/curated/en/537811468305337766/pdf/837830WPOP12030Box0382112B00PUBLIC0.pdf>

**Etat de Guinée.** 2014. Cinquième Rapport National sur la Mise en œuvre de la Convention sur la Diversité Biologique. République de Guinée/Ministère de l'Environnement, des Eaux et Forêts. Conakry. 2014

**Etat du Sénégal.** 2009. Programme National d'Autosuffisance en Riz – Stratégie Nationale de Développement de la Riziculture. Ministère de l'Agriculture. Dakar. Février. Accédé à : [http://www.ipar.sn/IMG/pdf/2009\\_Prog\\_Nat\\_Autosufisance\\_Riz.pdf](http://www.ipar.sn/IMG/pdf/2009_Prog_Nat_Autosufisance_Riz.pdf)

**Etat du Sénégal.** 2014. Situation de référence de la biodiversité dans les zones de peuplement en typha. PNUD-FEM-DEECS/Programme national de réduction des émissions GES à travers l'Efficacité Énergétique dans le secteur du Bâtiment (PNEEB/Typha).

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

- FAO.** 2005. Global Forest Resources Assessment 2005. Toward Sustainable Forest Management. FAO. Forest Paper 147. Rome
- FAO.** 2015. *Global Forest Resources Assessment 2015. Desk Reference.* Rome. Accède à :
- Ficattier, Y. & M. Niassé,** 2008. Evaluation rétrospective du barrage de Manantali. Volet Social et Environnemental. *Ex Post No. 15.* Agence Française de Développement. Paris (France). Aout.
- Finger, D. & C. Teodoru. 2003. Science and Politics of International Freshwater Management 2003/04. The Senegal River Case Study. Swiss Federal Institute of Technology. Zurich. Nov
- 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
- Gaye, A.T. ; O. Ndiaye.** S.d. Elaboration de scénarios climatiques dans le cadre volet adaptation de la Contribution Prévue Déterminée au niveau National (CPDN). 2015. DEEC. Sénégal.
- 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.
- Gibb, A. and Partners ; Electricité de France : Euroconsult.** -1987- Etude de la gestion des ouvrages communs de l'OMVS. Rapports phase 1, Volume 1B, Optimisation de la crue artificielle
- Gning, A.A.** 2015. Etude et Modélisation Hydrogéologique des Interactions Eaux de Surface-Eaux Souterraines dans un Contexte d'Agriculture Irriguée dans le Delta du Fleuve Sénégal. Thèse de Doctorat. Université de Dakar/Faculté des Sciences et Techniques/Département de Géologie. Dakar. Mars
- Gouvernement du Sénégal.** 2006. Plan d'Action National pour l'Adaptation aux Changements climatiques. Ministère de l'Environnement et de la Protection de la Nature. Dakar
- Guèye M. et Thiam E. I., ( ),** Projet de gestion des ressources en eau et de l'environnement dans le bassin du fleuve Sénégal – Formulation de la composante participation du public. OMVS – UICN
- 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.
- INP.** 2013. Le Sénégal. Présentation à l'Atelier de lancement du Partenariat sur les sols, tenu à Accra (Ghana). 4 février. Institut National de Pédologie (Sénégal). Accessible à : [http://www.fao.org/fileadmin/user\\_upload/GSP/docs/West\\_africa\\_partner/Senegal\\_Ndene.pdf](http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/West_africa_partner/Senegal_Ndene.pdf)
- IPCC.** 2001. Climate Change 2001. The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press. Accédé à : [http://www.grida.no/publications/other/ipcc\\_tar/?src=/climate/ipcc\\_tar/](http://www.grida.no/publications/other/ipcc_tar/?src=/climate/ipcc_tar/)
- IRD.** -2001- Programme d'Optimisation de la Gestion des Réservoirs. Phase 3. Annexe 1 : Cultures de décrue. IRD – OMVS. Juin

**ISE.** 1983. Le Lac de Guiers. Problématique d'environnement et de Développement. Université de Dakar/Institut des Sciences de l'Environnement - 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.

**Kane C.** 2010 : Vulnérabilité du système socio-environnemental en domaine sahélien : l'exemple de l'estuaire du fleuve Sénégal. De la perception à la gestion des risques naturels. *Thèse de doctorat*, Université de Strasbourg, 318 p

**Konate, Gaoussou.** 2001. Etude prospective du secteur forestier en Afrique (FOSA). République du Mali. FAO. Oct

**Kormos, R. ; C. Boesch.** sd. Plan d'Action Régional pour la Conservation des Chimpanzés en Afrique de l'Ouest. Conservation International and WCF. Accédé à : <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2005-116.pdf>

**Kundzewicz, Z. W., L. J. Mata, N. W. Arnell, P. Döll, P. Kabat, B. Jiménez, K. A. Miller, T. Oki, S. Zekai and I. Shiklomanov** (2007). Freshwater resources and their management. In: Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (ed. by M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden and C. E. Hanson), 173-210. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

**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.

**Land Matrix, 2016.** Acquisitions foncières à grande échelle– Sénégal. Land Matrix Project. Accédé à : [http://www.landmatrix.org/media/filer\\_public/ac/f8/acf8bb5d-b254-4c98-8061-1ec73ccbdcfd/8128\\_up\\_psard\\_french\\_senegal\\_country\\_portfolio.pdf](http://www.landmatrix.org/media/filer_public/ac/f8/acf8bb5d-b254-4c98-8061-1ec73ccbdcfd/8128_up_psard_french_senegal_country_portfolio.pdf)

**MAEEEF (RG).** 2007. Plan d'Action National d'adaptation aux Changements Climatiques (PANA) de la République de Guinée. Ministère de l'Agriculture, de l'Elevage, de l'Environnement, des Eaux et Forêts (MAEEEF)/Conseil National de l'Environnement. Conakry. Juillet

**Mbaye, M.L., Hagemann, S., Haensler, A., Stacke, T., Gaye, A.T. and Afouda, A.** (2015) Assessment of Climate Change Impact on Water Resources in the Upper Senegal Basin (West Africa). *American Journal of Climate Change*, 4, 77-93. <http://dx.doi.org/10.4236/ajcc.2015.41008>

**Mboup, M.** 2014. *Changements socio-environnementaux et dynamique de la végétation aquatique envahissante dans le delta du fleuve Sénégal (dans un contexte d'après-barrages)*. Thèse de Doctorat. Ecole Doctorale Eau, Qualité et Usage de l'Eau (EDEQUE), UCAD. Dakar,

**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](http://www.fire.uni-freiburg.de/GlobalNetworks/Africa/Senegal-Rapport-Feux-2003-2004.pdf)



**MCG.** 2011. Etudes socio-économiques de base dans la zone d'intervention du Projet de Gestion Intégrée des Ressources en Eau pour le Développement des Usages à Buts Multiples du Bassin du Fleuve Sénégal. OMVS/PGIRE-MCG. Rapport de synthèse. Juin.

**MEDD (RIM).** 2014. Troisième communication nationale sur le changement climatique. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)/Cellule de Coordination du Programme National sur le Changement Climatique (RIM). Nouakchott. Juillet.

**MEDD (RIM).** 2015. Contribution Prévue Déterminée au Niveau National de la Mauritanie à La Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques (CCNUCC). Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)/Cellule de Coordination du Programme National sur le Changement Climatique (RIM). Nouakchott. Septembre.

**MEDD/RIM.** 2016. Contribution au processus d'élaboration de la SCAPP [Stratégie de Croissance Accélérée et de Prospérité Partagée] 2016-2030. Ministère de l'Environnement et du Développement Durable (MEDD)/République Islamique de Mauritanie (RIM). Nouakchott. Mars

**MEDD (RS).** 2015. Contribution Prévue Déterminée au Niveau National (CPDN). Ministère de l'Environnement et du Développement Durable. Dakar. Septembre.

**MET (RM).** 2007. Programme d'Action National d'Adaptation aux Changements Climatiques. Ministère de l'Équipement et des Transports (MET)/Direction Nationale de la Météorologie. Bamako. Juillet

**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.

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

**Mollien, G.** 1822. *Voyage à l'intérieur de l'Afrique, aux sources du Sénégal et de la Gambie fait en 1818*. Tome premier. Chez Arthus Bertrand Libraire. Paris. Accédé à : <http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k75667j/>

**Ndiaye, O. K.; A. Niang Fall; S. Ndiaye; M. Sarr; M. Fall.** 2015. Evaluation Environnementale Stratégique du Projet de production de matériaux d'isolation thermique à base de Typha au Sénégal. UNDP-GEF-Direction de l'Environnement et des Etablissements Classés. Dakar. Juin

**Niang, K.** 2014. Les mines d'or du Sénégal. La fin de l'orpaillage ? L'Harmattan. Paris.

**Niasse, M. & J. Cherlet.** 2015. Using the ecosystem service approach in integrated water resources management in the developing world (Chap, 6). In: J. Martin-Ortega, R. C. Ferrier, I. J. Gordon & S. Khan (eds.), *Water Ecosystem Services: A Global Perspective*. Cambridge University Press. Pp. 49-56. London/ Accédé à:

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

**Noble, I.R., S. Huq, Y.A. et al.** 2014: Adaptation needs and options. In: *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 833-86. Accédé à : [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap14\\_FINAL.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/WGIIAR5-Chap14_FINAL.pdf)

**Papy, L. ; P. Péliissier. 1951.** La vallée du Sénégal : agriculture traditionnelle et riziculture mécanisée. *Cahiers d'Outre-Mer*. No. 16. Oct-Déc. Pp. 277-322.

**OMS.** 2013. L'exposition au mercure et ses conséquences sanitaires chez les membres de la communauté de l'extraction minière artisanale et à petite échelle de l'or. Organisation Mondiale pour la Santé (OMS)/Santé Publique et Environnement. Geneve. Accédé à : [http://www.who.int/ipcs/assessment/public\\_health/mercury\\_asgm\\_fr.pdf](http://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/mercury_asgm_fr.pdf)

**OMVS - 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- 2003 (a)** - 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.** 2003.(b) Senegal River Basin. Guinea, Mali, Mauritania, Senegal. In UNESCO. *United Nations World Water Development Report - Water for People. Water for Life..* Berghahn Books. UNESCO. Paris. Pp.450-461. Accessed : <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e.pdf>  
Diagne, B. 2004. Le modèle de l'organisation pour la Mise e

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

**OMVS.** 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.** 2007. Note d'information sur le comportement hydrologique du fleuve. Lettre No. 0064 datée 10 septembre par le Haut-Commissaire. OMVS. Dakar.

**OMVS,** 2011. Etat de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal 2006-2010. Rapport de synthèse. OMVS. Dakar. Novembre

**OMVS.**2013. Evaluation de l'impact de la lutte contre les schistosomiasés dans les sites sentinelles du bassin du fleuve Sénégal. Service de Parasitologie et de Mycologie de l'UCAD - Banque Mondiale – OMVS/PGIRE. Dakar. Mars.

**OMVS.** 2015. Activités d'orpaillage le long de la Falémé. Rapport de mission. OMVS/Direction de l'Environnement et du Développement Durable, Dakar. juin

**OMVS, AFD & OMM.** 2012. Senegal – HYCOS. Document de Projet. OMVS. Dakar. Septembre. [http://www.portail-omvs.org/sites/default/files/fichierspdf/senegal\\_hycos\\_document\\_de\\_projet.pdf](http://www.portail-omvs.org/sites/default/files/fichierspdf/senegal_hycos_document_de_projet.pdf)

**ONUUDI .** 2009. Rapport de synthèse de l'Atelier sous-régional d'information des pays de l'Afrique de l'Ouest francophone sur les problèmes liés à l'orpaillage tenu à Bamako du 8 au 10 décembre. Organisation des Nations Unies pour le développement Industriel (ONUUDI) et la Direction Nationale de l'Assainissement du Contrôle des Pollutions et des Nuisances (DNACPN). Accédé à : <http://www.unep.org/chemicalsandwaste/Portals/9/Mercury/Documents/PartnershipsAreas/Conference%20de%20Bamako%20sur%20l'orpaillage.pdf>

**OSS.** 2015 Mauritanie. Atlas des cartes d'occupation du sol. Observatoire du Sahara et du Sahel/Projet Amélioration de la résilience des populations sahéniennes aux mutations environnementales (REPSAHEL). Tunis.

**Ould Mohamedou, E. ; A. Lebkiri ; E. H. Rifi ; M. Lebkiri ; M. Fadili ; M. Pontie ; A. K. Ould Mahmoud & M. L. Fagel.** 2008. Typologie physico-chimique et métallique des eaux du fleuve Sénégal

au niveau de la ville de Rosso (Mauritanie). In *Afrique Science*. No. 04(3) pp. 394 – 409. Accédé: <http://www.afriquescience.info/docannexe.php?id=1362>

**Ould Sid’Ahmed B.**. 2005. Rapport national d’Analyse Diagnostique Transfrontalière du bassin du Fleuve Sénégal : Mauritanie. OMVS. Octobre [ADT-Mauritanie, 2005]

**Ould Sid’Ahmed, B.** 2013. Etude d’impact environnemental et social (EIES) des investissements du PGIRE-II. OMVS. Dakar. Novembre.

**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.

**PNLP.** 2016. Revue de Presse. Programme National de Lutte contre le Paludisme. Dakar. Accédé à : <http://www.pnlp.sn/telechargements/revue-de-presse/REVUE-DE-PRESSE-PALU.pdf>

**PNUE-FEM,** 2005. Demande de financement au Fonds pour l’Environnement Mondial. Programme de Gestion Intégrée des Ressources Naturelles du Massif du Fouta Djallon.

**PNUD.** 2000. Rapport mondial sur le développement humain. 2000. De Boeck Université. Paris, Bruxelles.

**Projet Biodiversité Mauritanie – Sénégal / Unité de Coordination Régionale** -2005 – Caractérisation de la zone et des sites du projet – Rapport final. Septembre.

**Rasmussen, Kjeld ; Nina Larsen, Fatou Planchon, Jens Andersen, Inge Sandholt & Sofus Christiansen,** Agricultural Systems and Transitional Water Management in the Senegal 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)

**République du Mali.** 2015. Contribution Nationale Déterminée au Niveau National (CPDN). CCNUCC. Septembre.

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

**Roy, X.** 2009. «Pauvreté et accès à l’eau dans la vallée du Sénégal » in H. Ayeb et T. Ruf (eds). *Eaux, pauvreté et crises sociales*. IRD Editions. Marseilles (France). Pp. 231-250. Accédé à : [https://halshs.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/179454/filename/Le\\_Roy\\_-\\_Pauvrete\\_et\\_acces\\_a\\_l\\_eau\\_dans\\_la\\_vallee\\_du\\_Senegal.pdf](https://halshs.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/179454/filename/Le_Roy_-_Pauvrete_et_acces_a_l_eau_dans_la_vallee_du_Senegal.pdf)

**Sall M.** 2006 : Crue et élévation du niveau marin à Saint-Louis : impacts potentiels et mesures d’adaptation. *Thèse doctorat de Géographie*, Université du Maine (France), 332 p

**Sanogho, Nampaa Nangoun.** 2005. Rapport national final d’Analyse Diagnostique Environnementale Transfrontalière du Bassin du Fleuve Sénégal – Mali. OMVS. Novembre [ADT-Mali, 2005]

**Schleicher, J.; B. Niagate; Y. Galme.** 2014. Enquête préliminaire, partielle sur l’état de la grande et moyenne faune des Aires Protégées du Bafing. Direction Nationale des Eaux et Forêts (Mali) – Mille Traces (ONG) – AMEPANE (Association Malienne pour l’Etude, la Protection, l’Aménagement de la Nature et de l’Environnement - ONG). Bamako. Février,

- 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.
- SONADER** –2000 – Programme de développement intégré de la zone de Garak Sokam – Etude de faisabilité- Vol. 3 Evaluation environnementale. - BRL ingénierie. Octobre.
- SONADER** –2002 – Etude d'aménagement hydro-agricole des unités naturelles d'équipement du Brakna Ouest – Phase II : APD Tranche prioritaire – Vol. 2. Etude d'impact sur l'environnement – SCET-TUNISIE / MCG. Juin
- 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.
- Sy, B.A. et A. A. Sy.** 2015. Le Canal de délestage : Evolution et conséquences dans le Gandiol. Présentation faite à l'Atelier de réflexion dans le cadre de la sauvegarde Plan National de la Langue de Barbarie et du Gandiol face au Canal de délestage. Gandiol, 29-30 mars.
- Tetra Tech ARD.** 2014. Senegal Climate Change Vulnerability Assessment and Options Analysis. Oct. USAID-ARCC (African and Latin American Resilience to Climate Change). Washington. DC. Accédé à : <https://www.climatelinks.org/sites/default/files/asset/document/Senegal%20SSVA%20with%20annexes.pdf>
- TRACTEBEL , Coyne et Bellier, GID.** 2013. Evaluation régionale stratégiques des options de développement hydroélectrique et des ressources en eau dans le bassin du fleuve Sénégal. Vol. OMVS. Dakar. mars.
- TRACTEBEL Engineering, GDF Suez & Coyne et Bellier.** 2012. Projet hydroélectrique de Koukoutamba. Avant-projet détaillé (APD). Chap. C1. Hydrologie :
- UICN.** 2008. Parcs et Réserves du Mali. Une évaluation de l'efficacité de la gestion des aires protégées. UICN. Gland (Suisse)
- UNESCO.** 2003. World Water Development Report: Water for People. Water for Life. [Chapter 20: Senegal River Basin case study]. UNESCO. Paris. Accédé à : <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001297/129726e.pdf#p>
- UNESCO/MAB.** 2005. Formulaire de Proposition de la Réserve de Biosphère Transfrontalière du Delta du Fleuve Sénégal entre la République Islamique de Mauritanie et la République du Sénégal. UNESCO/MAB & UICN. Avril.
- UNDP.** 2006. Human Development Report. Beyond Scarcity — Power, Poverty, and the Global Water Crisis. UNDP. New York.
- UNDP,** 2015. Données statistiques du Rapport sur le Développement Humain (RDH) 2015. Accédé à : [http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr\\_2015\\_statistical\\_annex.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr_2015_statistical_annex.pdf);
- Union Africaine et al.** 2004. Analyse Diagnostique Transfrontalière Massif du Fouta Djallon. Dossier Thématique 1. Milieu Physique. Union Africaine – FAO – FEM. Conakry.

**United Nations**, 2015b. The Millennium Development Goal Report 2015. Juillet. Accédé à : [http://www.un.org/millenniumgoals/2015\\_MDG\\_Report/pdf/backgrounders/MDG%202015%20PR%20Bg%20SSA.pdf](http://www.un.org/millenniumgoals/2015_MDG_Report/pdf/backgrounders/MDG%202015%20PR%20Bg%20SSA.pdf)

**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*

**WCF.** 2015. Projet de création d'un parc national du Haut-Bafing à vocation de conservation ds chimpanzés et d'appui au renforcement des capacités de gestion. Wild Chimpanze Foundation (WCF) – Office Guinéen des Parcs et Réserves (OGUIPAR). Conakry. Nov.

**WHO**, 2015. Investing to Overcome the Global Impact of Neglected Tropical Diseases. World Health Organisation. Genève. Accès : [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/152781/1/9789241564861\\_eng.pdf?ua=1](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/152781/1/9789241564861_eng.pdf?ua=1)

**WWF.** 2011. Le Lac de Guiers. Forte mobilisation pour sauver une source de vie pour la capitale sénégalaise. World Wildlife Fund (WWF)-*Cahiers du GREP* [Groupe de Recherche Environnement et Presse] N° 04-Août. pp.9-10

**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, 2005]

## **ANNEXE 2. METHODOLOGIE ET PRINCIPAUX RESULTATS DE LA REACTUALISATION DE L'ADT-2007**

### ***Justification de la réactualisation***

L'Analyse Diagnostique Transfrontalière (ADT) qui été menée en 2006-2007 (appelée aussi ici ADT-2007) avait permis d'identifier les principaux problèmes environnementaux transfrontaliers auxquels le bassin faisait face, d'analyser leurs causes profondes et immédiates, leurs évolutions et de les classer par ordre d'importance et d'urgence. Le Plan d'Action Stratégique (PAS) subséquent formulé de façon participative entre 2007 et 2008 (appelé aussi ici PAS-2008) avait identifié une série d'actions prioritaires à mettre à œuvre pour faire face aux problèmes environnementaux les plus urgents mis en évidence dans l'ADT-2007. L'ADT-2007 et le PAS-2007 ont été finalisés et validés respectivement en 2007 et 2008. Le PAS a été approuvé en Conseil des Ministres de l'OMVS.

Depuis lors, des évolutions importantes ont eu lieu dans le bassin et ont pu affecter sous certains aspects la validité du diagnostic environnemental fait il y a dix ans (ADT-2007) et des remèdes préconisés il y a 8 ans (PAS-2008). L'OMVS a eu à tester en phase pilote certaines mesures prioritaires qui étaient retenues dans le PAS-2008 : lutte contre l'érosion des berges, lutte contre les plantes envahissantes ou des maladies liées à l'eau. Les progrès réalisés et enseignements tirés de ces expériences ont besoin ont besoin d'être pris en compte pour le futur.

Des investissements importants (barrages, grands périmètres irrigués) ont été réalisés sous l'égide de l'OMVS, par les Etats riverains ou des opérateurs privés au cours de ces dernières années. Certains de ces investissements ainsi que la mise en œuvre de projets tels que PGIRE ont pu affecter positivement ou négativement la disponibilité et la qualité de l'eau ou la santé de l'écosystème du bassin.

Le climat du globe et en particulier celui du bassin du fleuve a continué à changer. Même si des améliorations ont été observées dans la pluviométrie et l'hydraulicité au cours de certaines des dernières années, une analyse additionnelle reste nécessaire pour savoir dans quelles mesures les constats faits et tendances notées il y a dix ans dans l'ADT-2007 restent valables.

### ***L'objectif de la réactualisation***

Tel que spécifié dans les Termes de Référence (TDR), l'objectif de la mission est de doter l'OMVS d'un document de diagnostic environnemental (l'ADT) à jour qui identifie les problèmes transfrontaliers émergents du bassin et préconise des options de mesures que les Etats riverains pourraient mettre en œuvre pour répondre à ces problèmes. Le processus de réactualisation consiste à une mise à jour de l'ADT-2007, à travers la collecte et l'analyse de données et informations pertinentes relatives aux changements intervenus dans le bassin au cours des dix dernières années. L'exercice n'a donc pas consisté à une reformulation complète de l'ADT-2007.

### ***Analyse des évolutions récentes dans les approches GEF de formulation de l'ADT***

Il a été jugé nécessaire de consacrer du temps au début de mission pour étudier les changements récents éventuels dans la démarche GEF concernant la formulation de l'ADT. C'est ainsi que

la démarche et structure des ADT récentes sur des bassins fluviaux transfrontaliers –celle de la Volta et surtout celle du bassin du fleuve Orange-Senqu (Afrique australe) —ont été étudiées en détail et prises en compte dans la mesure du possible. D'autres documents pertinents disponibles dans le site de IW-LEARN ([www.iwlearn.net](http://www.iwlearn.net): site GEF de partage d'expérience sur les eaux internationales) ont aussi étudiés et mis à profit.

### ***Démarche de réactualisation de l'ADT***

L'ADT-2007 avait identifié les problèmes environnementaux prioritaires suivants : (i) dégradation des terres, (ii) problème de disponibilité et de qualité de l'eau ; (iii) la prolifération des plantes envahissantes ; (iv) la forte prévalence de maladies liées à l'eau ; (v) les menaces sur la diversité biologique du bassin. Ces problèmes ont été décrits du point de vue de leur ampleur et manifestations, et leurs causes profondes et immédiates analysées. Des options de réponse à chacun de ces problèmes environnementaux prioritaires ont aussi été brièvement discutées dans l'ADT.

La mise à jour de l'ADT-2007 a été donc faite sur la base d'une revue de la documentation disponible, de la collecte d'avis d'experts et de parties prenantes, en mettant un accent particulier sur les tendances récentes du changement climatique, les mutations démographiques et socio-économiques, les interventions physiques affectant le régime fluvial et le cadre biophysique du bassin, etc. Chacun des problèmes environnementaux prioritaires identifiés dans l'ADT-2007 a été réexaminé en prenant en compte l'ampleur des changements intervenus au cours de ces 10 dernières années.

### ***Les principales étapes du processus de réactualisation de l'ADT :***

De façon pratique, la démarche suivante a été adoptée dans le processus d'actualisation a suivi les étapes suivantes :

- a. *Revue documentaire initiale* : Une revue documentaire systématique a été faite au début de la mission pour identifier les principaux domaines dans lesquels les changements les plus importants ont été notés dans le bassin depuis la finalisation de l'ADT-2007. Les principaux documents utilisés sont ceux produits par l'OMVS, comme les rapports d'achèvements de la phase 1 du PGIRE, les documents de formulation de la phase 2 du PGIRE, y compris de la troisième tranche du fonds d'affectation spéciale néerlandais (TF3), les études de faisabilité de nouveaux projets de barrages (comme ceux de Gouina, Koukoutamba, Bouréya, Balassa), les rapports d'études majeures commanditées par l'OMVS comme le SDAGE (2009), la réactualisation de la monographie hydrologique du fleuve Sénégal (2013), l'étude sur la conception d'un réseau de suivi de la qualité des ressources en eau (2012), l'évaluation régionale stratégique du bassin du fleuve Sénégal (2013), etc. La revue a aussi pris en compte des rapports de projet et publications scientifiques récents abordant différents aspects de l'environnement physique et socio-économique du bassin.
- b. *Résumé analytique sommaire de l'ADT indiquant des domaines possibles de changements*. Sur la base de la revue documentaire, le résumé analytique sommaire de l'ADT-2007 a été légèrement modifié en mettant en évidence les domaines possibles de changements. Le résumé analytique modifié a été envoyé aux parties prenantes des Etats en même temps que la lettre annonçant les visites du Consultant dans ces Etats. L'objectif était de permettre aux parties prenantes nationales de préparer leurs observations et contributions en vue des les interactions avec le Consultant lors de la visite dans les pays.

c. *Visites des 4 pays du bassin.* Une visite de terrain d'une dizaine de jours a été organisée dans chacun des Etats riverains. Chaque visite a eu deux volets :

- *Entrevues avec des acteurs clés dans les capitales nationales.* Ces acteurs ont été identifiés en collaboration avec les Cellules Nationales OMVS, tenant en compte leurs interactions antérieures avec le processus ADT-PAS et aussi leurs compétences sur les sujets couverts par l'ADT. C'est ainsi que des rencontres ont été organisées avec des responsables et experts de structures telles que les ministères ou directions nationales en charge de l'eau, de l'agriculture, de l'élevage, la pêche, les mines, l'environnement, etc. ; avec des représentants de sociétés publiques et parapubliques (agences et projets) et d'acteurs privés intervenant dans le bassin ; avec des représentants d'organisations de la société civile nationale (organisations environnementales et/ou d'utilisation et de gestion des ressources en eau) ; avec des responsables d'associations de producteurs ; etc. Des responsables et experts de structures nationales ou régionales de recherche actives dans le bassin du Sénégal ont aussi été consultés, ainsi que des représentants de partenaires au développement et d'ONG internationales appuyant des interventions dans le bassin du Sénégal (voir liste des personnes rencontrées en annexe).
- *Visite de sites sur le terrain :* De brèves visites ciblées de terrain ont été organisées dans chacun des 4 pays riverains. Ces visites ont essentiellement porté sur des sites où la dynamique environnementale a connu des évolutions récentes marquantes (positives ou négatives) ou sur des sites où l'OMVS et/ses partenaires ont eu à mettre en œuvre des interventions contribuant plus ou moins directement aux mesures préconisées dans le PAS-2008.

d. *Revue documentaire complémentaire et rédaction de l'ADT actualisé*

Après une rencontre de restitution avec l'OMVS autour des principaux constats et enseignements des visites de terrain, un travail additionnel de revue documentaire a été fait – portant sur les documents collectés lors des missions dans les pays, au Centre de Documentation de l'OMVS à Saint-Louis ainsi dans le web.

Les informations collectées ont d'abord servi à la mise à jour des données relatives au contexte physique, socioéconomique, juridique et institutionnel du bassin du fleuve Sénégal. Ensuite elles ont été utilisées pour mettre à jour et renforcer l'analyse de chacun des 5 problèmes environnementaux prioritaires (PEP) de l'ADT de 2007, notamment en ce qui concerne les dimensions suivantes : (a) description et analyse de l'ampleur de chacun des PEP et ses tendances évolutives ainsi que l'identification des zones du bassin où ce PEP se manifeste avec le plus d'acuité ; (b) analyse de la chaîne causale (faisant la distinction entre causes immédiates et causes sous-jacentes) ; (c) analyse de la portée, des conséquences à court et long terme du phénomène en cas d'inaction. En conséquence, les Matrices d'Impact Environnemental (MIE) qui résument ces différents constats ont été mises en jour, ainsi que la Matrice des Options d'Actions Prioritaires (MOAP).

Deux PEP nouveaux qui sont apparus lors de la revue documentaire et les échanges avec les parties prenantes –avec l'OMVS et dans les pays riverains—ont fait l'objet d'un traitement similaire. Il s'agit du changement climatique et du risque d'inondation. Les principaux domaines de changements par rapport à l'ADT-2007 sont indiqués dans le tableau 26 ci-après\_



### *Equipe chargée de la réactualisation*

Une seule personne (Dr Madiodio Niase, géographe-environnementaliste) a été recrutée pour la conduite de la réactualisation de l'ADT et du PAS, pour 70 jours au total. Etant donné l'ampleur et la complexité du travail il a dû s'adjoindre deux assistants –Dr Coura Kane et M. Abdoulaye Faty, tous deux géographes.

**Tableau 26 : Principaux changements apportés à l'ADT de 2007**

<b>Composantes de l'ADT 2007</b>	<b>Changements effectués dans ADT réactualisé</b>	<b>Observations sur l'ampleur et la justification des modifications</b>
<u>Chapitre 1.</u> Contexte et état de l'environnement	Ce chapitre a été éclaté en deux : une sur le contexte et l'état de l'environnement (physique) [ <u>Chapitre 1</u> ] et un sur la dynamique socioéconomique et les pressions sur les ressources en eau [ <u>Chapitre 2</u> ]	Les données et analyses relatives au contexte physique ont été mises à jour. Le nouveau chapitre sur le contexte socio-économique a renforcé l'analyse de la démographie, des activités socioéconomiques et des usages de l'eau
Analyse de la gouvernance de l'environnement ( <u>Annexe</u> )	Cette section qui était en annexe dans l'ADT-2007 a fait maintenant l'objet d'un chapitre dans l'ADT-R, chapitre portant sur : Analyse de la gouvernance de l'eau et de l'environnement [ <u>Chapitre 3</u> ]	L'analyse de la gouvernance de l'eau et de l'environnement a été renforcée et les données mises à jour
<u>Chapitre 3.</u> Classement des problèmes environnementaux prioritaires (PEP)	Ce chapitre qui venait après l'analyse des PEP a été déplacé avant [ <u>Chapitre 4</u> ]	Le déplacement du chapitre a été fait afin de mieux clarifier comment on en est arrivé à la sélection des PEP. Le classement des 5 PEP de l'ADT a été maintenu – parce que les informations collectées et analysées sur les tendances et enjeux environnementaux dans le bassin ne justifient pas de changements. En outre, pour reprendre le classement il aurait fallu une équipe de consultants (et non un consultant individuel) et aussi assurer l'implication et la participation substantielle des acteurs concernés, ce qui n'avait pas été prévu dans le processus de réactualisation.
<u>Chapitre 2</u> sur les PEP	Le Chapitre 2 de l'ADT-2007 devient <u>chapitre 5</u>	Les changements effectués dans chapitre sont détaillés ci-dessous
Chap. 2 - PEP-1 sur la Dégradation des Terres	Chap.5 - PEP-1 sur la dégradation des terres : les composantes de ce PEP (déboisement, ensablement, feux de brousse) sont mieux intégrées	Le fait que ce PEP avait 7 composantes qui se chevauchaient rendaient l'analyse complexe et souvent redondantes. Outre l'intégration des composantes, les données ont été mises à jour et l'analyse renforcée
Chap. 2 - PEP-2 sur la disponibilité et la qualité des eaux	Chap.5 - PEP-2 sur la disponibilité et la qualité des eaux : mise à jour des données et analyses	La mise à jour la plus importante concerne la qualité des eaux et dans une moindre mesure la disponibilité des eaux souterraines et de surface
	Chap.5 - PEP-3 Nouveau : Risque d'inondation	Ce PEP est nouveau et le thème couvert a été à peine abordé dans l'ADT-2007
Chap. 2 - PEP-3. Espèces envahissantes	Deviens Chap.5 - PEP-4 : Espèces envahissantes : mise à jour des données et analyses	La mise à jour a aussi bénéficié des résultats d'observations lors des visites de terrain

<b>Composantes de l'ADT 2007</b>	<b>Changements effectués dans ADT réactualisé</b>	<b>Observations sur l'ampleur et la justification des modifications</b>
Chap. 2 - PEP-4. Maladies liées à l'eau	Devient Chap.5 - PEP-5 : Maladies liées à l'eau : mise à jour	La mise à jour a mis en évidence les progrès spectaculaires réalisés au cours des dernières dans la lutte contre le paludisme et la bilharziose
Chap. 2 - PEP-5. Conservation de la diversité biologique	Devient Chap.5 - PEP-6. Conservation de la diversité biologique : mise à jour	Mise à jour des données
	Chap.5 - PEP-7 Nouveau : Changement climatique	Ce PEP est nouveau, la thématique du changement climatique n'ayant pas été abordée dans l'ADT-2007
Chap. 4. Options de réponses aux problèmes environnementaux prioritaires	Devient <u>Chapitre 6</u> . Il devient une forme de conclusions centrées les implications pour l'OMVS	Ce chapitre est une jonction entre l'ADT et le PAS. Il insiste sur des options de réponse à des problèmes environnementaux majeurs, urgents, transversaux (concerner plusieurs PEP) et nécessaire une réponse transfrontalière. Ce sont des axes d'intervention d'interventions plutôt intégrateurs et transnationaux
	Nouveau (Transversal) : Prise en compte du genre (sous-chapitre dans chapitre 5)	Meilleure prise en compte du genre dans la présentation du contexte socioéconomique et dans l'analyse des PEP, malgré parfois la rareté des données désagrégées

### ANNEXE 3. PERSONNES CONTACTEES

Structures	Prénoms et Nom	Fonction	Lieu
<b>PAYS : GUINEE</b>			
<b>1. Cellule Nationale OMVS</b>	Mamadou DIABY	Coordonnateur	Conakry
	Sao SANGARE	Point Focal Technique PGIRE2	Conakry
<b>2. Ministère de l’Energie et de l’Hydraulique</b>	Bandia DOUBOUYA	Chef de Cabinet	Conakry
<b>3. Service National des Points d’Eau</b>	Dr Alpha Ibrahima NABE	Directeur Général	Conakry
	Malick DEM	Directeur Général Adjoint	Conakry
	Alpha Tougué DIALLO	Chef Div Programme et planification	Conakry
	Mohamed TOURE	Chef Div Projets	Conakry
<b>4. Direction Nationale de l’Hydraulique</b>	DR Doré YOGBO	Directeur National Adjoint	Conakry
	Zaoro KOLIE	Chef Section Analyse et traitement	Conakry
	Mme Kassé, Mariama Dalanda DIALLO	Coordinatrice GIRE	Conakry
<b>5. Direction Nationale de l’Energie</b>	Cheick N’Faly CISSOKO	Directeur National	Conakry
	Aguibou SOW	Chef Div Planification et réglementation Energétique	Conakry
<b>6. Direction de l’Environnement</b>	Joseph SYLLA	Point Focal National Changements Climatiques	Conakry
<b>7. Ministère de l’Environnement et des Eaux et Forêts</b>	Dr Ahmed Faya TRAORE	Directeur de l’Unité Climat	Conakry
<b>8. Direction Nationale des Eaux et Forêts</b>	Col Namory KEITA	Directeur National	Conakry
	Djiramba DIAWARA	Point Focal Désertification et Coordinateur du Projet Adaptation basée sur les Ecosystèmes.	Conakry
<b>9. Partenariat National de l’Eau</b>	Ibrahima SYLLA	Ancien Ministre et Président du Bureau Exécutive	Conakry

<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
<b>de Guinée (PNEGUI)</b>	Hadja Mariama Dalanda Diallo KASSE	Vice-présidente du Bureau Exécutive	Conakry
	Abdoul Karim Barry	Président de la Commission scientifique et Technique	Conakry
	Ouo Ouo KOULEMOU	Vice-président de la Commission Technique	Conakry
	Abdoulaye Sadio DIALLO	Secrétaire Exécutif du Partenariat	Conakry
	Mamadou Fatoumata CISSE	Partenaire du Partenariat et Président ONG Sauvons l'Environnement en Guinée.	Conakry
<b>10. Massif du Fouta Djallon/Bureau Régional Union Africaine (Programme Régional d'Aménagement Intégré du Massif du Fouta Djallon)</b>	Alpha Oumar Ismael DIALLO	Assistant Comptable et DAF, Coordinateur par intérim	Conakry
	Joshua OLUWOLE	Attaché Administratif, AU/FOUTA-DJALLON	Conakry
	Atigou BALDE	Point Focal du Programme Régional d'Aménagement Intégré du Massif du Fouta Djallon et PF RAMSAR	Conakry
<b>11. Direction de la Pêche Continentale et de l'Aquaculture</b>	Moussa Kabassan KEITA	Directeur National	Conakry
	Fodé Sidiky SANKON	Chef Div. Pêche continentale	Conakry
	Ismael Sam KOUROUMA	Chargé d'étude à la prospective	Conakry
	Abdoulaye TOURE	Chef Section Socio économie	Conakry
	Foromou TRAORE	Chef section Sui-évaluation	Conakry
	Yousouf MANSARE	Directeur Préfectoral de la Pêche Continentale et de l'Aquaculture de Mamou	Conakry
	Ibrahima Pelle DIALLO	Directeur Préfectoral de la Pêche Continentale et de l'Aquaculture de Dalaba	Conakry
<b>12. Direction de la Pisciculture</b>	Mohamed Bob DIABY	Directeur National Adjoint de la Pisciculture	Conakry
<b>13. Direction Nationale du Génie Rural</b>	Mandjou TOURE	Directeur National	Conakry
	Salou DIANE	Directeur National Adjoint	Conakry
	Hadja Kadiatou BARRY	Chef Service DEPT	Conakry

<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
	Mme Oumou Salamata BARRY	Chef Service S.C/A.H.A	Conakry
	Ibrahima Sory CAMARA	SAF	Conakry
	Thierno Tahirou DIALLO	Chef Serv. Gestion Env.	Conakry
	Mamadou Tolo DIALLO	Chef Div.	Conakry
	Ismaël KABA	Chef CSE	Conakry
<b>14. Institut de Recherche Agronomique de Guinée (IRAG)</b>	Dr Famoï BEAVOGUI	Directeur Général	Conakry
	Dr Mamadou Billo BARRY	Directeur Général Adjoint	Conakry
	Mme Sanoussi Marie Antoinette HABA	Chef Div Coopération et Valorisation	Conakry
	Dr Karinka MAGASSOUBA	Chef Div Appui Scientifique	Conakry
<b>15. Programme Environnement et Développement Durable</b>	Dr Sély CAMARA	Directeur National	Conakry
	Aboubacar YOULA	Expert National CC et Gestion Durable de Terres	Conakry
	Mamadou Kalidou DIALLO	Expert Statisticien	Conakry
<b>16. Direction Nationale de la Météorologie</b>	Mamadou Lamine Ba	Directeur National	Conakry
	Mamadou TOUNKARA	Chef Section Etudes et Recherches	Conakry
	Sény SOUMAH	Agro météorologiste	Conakry
	Mme Halimatou DIALLO	Chef Section Agro Météo	Conakry
	Alpha Boubacar BARRY		Conakry
<b>17. Bureau de Stratégie et Développement (BSD/Ministère de l'Agriculture):</b>	Hassane KEITA	Directeur Général Adjoint	Conakry
	Lanciné CONDE	Chef Cellule Environnement du PASAG	Conakry
<b>18. Direction Nationale de l'Agriculture de Guinée :</b>	Mamadou Lamine TOURE	Directeur National	Conakry
	Jean Pierre CAMARA	Chef Div. Suivi-évaluation	Conakry
	Amadou CAMARA	Coodin. Projet	Conakry
	Namory YOMBOUNO	Chef Div. Semences Plants et Fertilisants	Conakry

<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
	Aly KOUYATE	Chef Div. Filières de Production	Conakry
	Abdoulaye Aziz KABA	Chef Div. Mécanisation agricole	Conakry
	Dr Sékou Ahmed DIARRA	Directeur/GERMAC	Conakry
	Dr Sidafa CONDE	Directeur National Adjoint	Conakry
<b>19. Direction Nationale de Prévention et Santé Communautaire</b>	Dr Hawa TOURE	Directrice Nationale Adjointe	Conakry
	Dr André GEOPOGUI	Coordinateur du Programme National Oncho-Cécité Maladies Tropicales Négligées	Conakry
<b>20. Microprojets PNUD/FEM</b>	Gadiry SOUMAH	Coordinateur National	Conakry
<b>21. ONG Guinée Ecologie</b>	Mamadou Saliou DIALLO	Coordinateur	Conakry
	Abou Kawass CAMARA	Conseiller en énergie et Consultant	Conakry
<b>22. Centre d'Observation, de Surveillance et d'Information Environnementale (COSIE)</b>	Col. Sedibinet SIDIBE	Directeur Général	Conakry
	Fodé TRAORE	Spécialiste SIG/Téledétection	Conakry
<b>23. Centre d'Etude et de Recherche en Environnement (CERE)</b>	Pr Sékou Moussa KEITA	Directeur Général	Conakry
	Pr Amirou DIALLO	Directeur Général Adjoint	Conakry
	Pr Fanta MARA	Climatologue, Chef Section Géomatique	Conakry
	Dr Alpha Issaga Pallé DIALLA	Chef département Biodiversité et Aménagement	Conakry
	Abdoul Karim BARRY	Chef Service Chimie Organique	Conakry
<b>24. REJAO (Réseau des Journalistes pour les Activités de l'OMVS)</b>	Lansana CAMARA	Président du réseau et Directeur de publication	Conakry
<b>25. Programme d'Appui aux Communautés Villageoises (PACV)</b>	Elh. Kamba SYLLA	Expert en suivi des politiques de sauvegardes environnementales et sociales	Conakry

<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
<b>26. Direction de L'Agriculture, Labé</b>	X Traoré	Directeur	Labé
<b>PAYS : MALI</b>			
<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Contact</b>
<b>27. Cellule Nationale OMVS</b>	Amadou G. DIALLO	Coordonnateur	
	Abraham SOGOBA	Point Focal PGIRE2	Bamako
	X SAMAKE		Bamako
<b>28. Direction Nationale de l'Energie</b>	Dr Mansa KANTE	Chef Division Réglementation, Documentation et Communication	Bamako
<b>29. Direction Nationale de l'Hydraulique</b>	Mama YENA	Chef Division Suivi et Gestion des Ressources en Eau	Bamako
	Chaka TRAORE	Unité de Gestion de la GIRE	Bamako
<b>30. Direction Nationale des Eaux et Forêts</b>	Soumana TIMBO	Directeur National Adjoint	Bamako
	Soumana FOFANA	Chef Division Etudes, Programmation et Suivi-Evaluation	Bamako
<b>31. Laboratoire National des Eaux</b>	Almoustapha FOFANA	Directeur Général	Bamako
<b>32. UICN – Programme Mali</b>	Manda Sadio KEITA	Chef du Programme	Bamako
	Bamadou CESSOUMA	Chargé de Programme	Bamako
<b>33. Partenariat National de l'Eau du Mali</b>	Mamadou SYLLA	Président	Bamako
<b>34. Programme National de Lutte contre le Paludisme</b>	Dr Mbaye Bamby BA		Bamako
	Dr Madina COULIBALY KONATE		Bamako
	Dr. XXX TRAORE		Bamako
<b>35. Ministère de la Sante – Maladies Tropicales Négligées</b>	Dr. Massitan DEMBELE	Point Focal Maladies Tropicales Négligées	Bamako
	Dr Mamadou TRAORE	Point Focal Onchocercose	Bamako
	Dr Mamadou DEMBELE	Point Focal Santé oculaire/ trachome	Bamako

<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
	Dr Mahamadou TRAORE	Coordonnateur, Programme National de Lutte contre les Schistosomiasés et les Géo helminthiasés.	Bamako
<b>36. Agence Nationale de Développement Durable (AEDD)</b>	Dr Mouhamadou TRAORE	Conseiller de la Direction et Point Focal Protocole de Carthagène	Bamako
<b>37. Direction Nationale de la Pêche</b>	XX	Directeur National Adjoint	Bamako
	Alhoussényi SARRO	Chef Bureau Statistiques et Suivi-Evaluation	Bamako
<b>38. CCA-ONG</b>	XXXX		Bamako
<b>39. IER</b>	((voir liste presence)		Bamako
<b>40. SOGEM</b>	Chogaibou MAIGA	Expert Génie Civil et Environnement	Bamako
<b>41. Ministère de l'énergie et de l'eau</b>	Mamadou Frankaly Keita	Ministre	Bamako
<b>42. ADRS</b>	Moussa KANTE	Chef de Zone ADRS a Manantali	Manantali
	Boubacar Sidiki DAO	Chef de Zone Bafoulalabe/Mahina Nding	Mahina Nding
<b>43. GRDR (ONG)</b>	Mahamadou KEITA	Ancien Chargé de Mission GRDR	Kayes
<b>44. Charte de Collaboration (ONG)</b>	Sana KASSOGUE	Secrétaire Permanent	Kayes
<b>PAYS : MAURITANIE</b>			
<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Contact</b>
<b>45. Cellule Nationale OMVS</b>	XXXX	Coordonnateur	Nouakchott
	Ahmed El Wafi	Point Focal PGIRE	Nouakchott
	Mohamedou SOW	Cellule Nationale	Nouakchott
<b>46. Parc National du Diawling</b>	Dr Daf Ould Sehla Ould DAF	Directeur	Nouakchott
<b>47. PNUD – Microprojets GEF</b>	Amadou BA	Coordonnateur	Nouakchott
<b>48. Direction de la Pêche Continentale et de la Pisciculture</b>	Moctar SIDY MOHAMED	Directeur Adjoint, Division Développement de la Pêche Continentale	Nouakchott



<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
<b>49. Programme Paludisme</b>	Dr Mohamed Lemine KHAIRY	Coordonnateur	Nouakchott
<b>50. Direction de l'Hydrologie et des Barrages</b>	Mouhamadou NIANG	Directeur	Nouakchott
<b>51. Direction de l'Aménagement Rural</b>	Sid Ahmed Lehibb Ould Cheikh	Directeur	Nouakchott
	XXX	XXX	Nouakchott
	Lamine Demba DEME	Chef Division Hydrologie	Nouakchott
	Djibril SARR	Ancien expert à la DAR	Nouakchott
<b>52. SONADER</b>	XXXX	Directeur Général	Nouakchott
	Ousmane NDIONGO	Directeur Etudes et Aménagements	Nouakchott
	Mohamed El Hassane	Directeur Régional	Rosso
	Alfa BA	Chef Service Travaux	Rosso
<b>53. Ministère de l'Environnement</b>	Mahloum Dine MAOULOUD	Directeur Planification Intersectorielle et des Données	Nouakchott
<b>54. Direction de la Protection de la Nature. Min Env</b>	Boubacar DIOP	Directeur	Nouakchott Direction de la Protection de la Nature
<b>55. Initiative TOOGGA (privé)</b>	Mohamed BABA	Initiateur et Prof Clermont Ferrand. France	Nouakchott
<b>56. SOGED / OMVS</b>	Tamsir NDIAYE	Directeur Général	Nouakchott
<b>57. ISET</b>	Issa Ould Bouraya	Directeur	Rosso
	Dr Eby Mohamed ALYOUN	Directeur, responsable Laboratoire de Chimie de l'Eau	Rosso
<b>58. GRET (ONG)</b>	Tourad Ould Sery	Chef Projet Typha. Antenne de Rosso	Rosso
<b>PAYS : SENEGAL</b>			
<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Contact</b>
<b>59. Cellule Nationale OMVS-Sénégal</b>	Abdou Lahat DIOP	Point Focal Directeur	Dakar
<b>60. SAED</b>	Moustapha LO	Chef Division Gestion de l'Eau et de l'Environnement	Saint-Louis
<b>61. OLAG</b>	Adama GAYE	Chef Division Environnement et Qualité de l'Eau	Saint-Louis

<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
<b>62. Direction des Eaux et Forets</b>	Lt Colonel Moussa Diop	Inspecteur Régional Eaux et Forets	Saint-Louis
<b>63. Parc National du Djoudj</b>	Commandant Ibou GUEYE	Conservateur, Parc National du Djoudj	Djoudj
	Lt Bayal SOW	Chaegé Planification et Suivi-Evaluation	Djoudj
	Idrissa NDIAYE	Chargé Suivi Ecologique	Djoudj
<b>64. Préfecture de Saint-Louis</b>	Mariama TRAORE	Préfet	Saint-Louis
	Khady GUEYE	Chef Service, Appui au Développement Local	<b>Saint-Louis</b>
<b>65. Université Gaston Berger de Saint-Louis</b>	Pr Boubou SY	Professeur, Géomorphologie	Saint-Louis
<b>66. Direction Régionale de l'Environnement et des Etablissements Classés</b>	El Hadji Boubacar DIA	Chef Division Régionale	Saint-Louis
<b>67. Compagnie Sucrière Sénégalaise (CSS)</b>	Mor Talla SALL	Chef de Ferme, Gestion de l'Eau Agricole	Richard-Toll
<b>68. Est du Lac de Guiers</b>	Matal SARR	Chef de Village, Mbane	Mbane
	Papa KHOUMA	Pompiste, Forage de Thiago	Thiago
	Ousmane DIOP	Agriculteur, Kassak-Nord	Kassak-Nord
	Mamadou Keita	Secrétaire Général Association pour le Développement de Mbakhane	Mbakhana
<b>69. OMVS-Centre Documentation Saint-Louis</b>	Babacar DIONG	Chef de Centre	Saint-Louis
<b>70. OMVS HC</b>	Anta Seck	Coordonnateur PGIRE	Dakar
	Mohamed Fawzi BEDREDINE	Coordonnateur Adjoint PGIRE	Dakar
	Dr Véronique Mboss FAYE KOMACLO	Spécialiste en Changement Climatique, PGIRE	Dakar
	Mamadou S. SAMAKE	Expert PGIRE	Dakar
	Lamine NDIAYE	Directeur DEDD	Dakar
	Dr Amy Kébé MANE	Expert Genre et Participation du Public	Dakar

<b>Structures</b>	<b>Prénoms et Nom</b>	<b>Fonction</b>	<b>Lieu</b>
	Kalifa TRAORE	Expert Agroforesterie, PGIRE	Dakar
<b>71. Direction de l'Environnement</b>	Madeleine DIOUF	Point Focal Changement Climatique	Dakar
<b>72. Centre de Suivi Ecologique (CSE)</b>	Dr Amadou Moctar DIEYE	Directeur Technique	Dakar
	Dr Abdoulaye FAYE		Dakar
	Marieme Soda DIALLO		Dakar
	Ousmane BOCOUM	Expert SIG / Télédétection	Dakar
<b>73. Partenariat de l'Eau du Sénégal</b>	Antoine THIAW	Président	Dakar
<b>74. Direction de la Pêche continentale</b>	Sanounou SADIO	Chef Division Aménagements	Dakar
<b>75. Réserve de Biosphère Transfrontalière</b>	Ahmed SENHOURY	Coordonnateur, PRCM	Dakar
<b>76. DGPRE</b>	Niokhor NDOUR	Directeur	Dakar
	Moactar SALL	Chef Division Systèmes d'Information et Planification	Dakar
	Justin SADIO	Division Hydrogéologie	Dakar
<b>77. Direction des Mines et de la Géologie</b>	Alioune SARR	Chef Division Suivi et Facilitation des Projets Miniers	Dakar