

Union Européenne

SDAGE DU FLEUVE SENEGAL

Phase 3

SCHEMA DIRECTEUR

VERSION DEFINITIVE

FEVRIER 2011



**SOCIETE DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMENAGEMENT DE LA REGION PROVENÇALE**



SOMMAIRE

RESUME CONCLUSIONS DES TROIS PHASES DU SDAGE**INTRODUCTION**

<i>Bilan quantitatif des besoins en eau à l'horizon 2025 :</i>	13
1 SYNTHÈSE DES SCHEMAS SECTORIELS	17
1.1 IDEES FORCES DES SCHEMAS SECTORIELS A HORIZON 2025	17
1.2 LES BESOINS EN EAU EXPRIMES PAR LES POPULATIONS ET LES ACTIVITES ECONOMIQUES	19
1.2.1 <i>Les besoins de l'agriculture irriguée</i>	19
1.2.2 <i>Les besoins des industries et des mines</i>	21
1.2.3 <i>Les besoins pour l'alimentation des populations</i>	21
1.2.4 <i>Les besoins de l'élevage</i>	22
1.2.5 <i>Bilan quantitatif des besoins en eau</i>	23
2 MODELE DE GESTION DE LA RESSOURCE	24
2.1 INTRODUCTION ET OBJECTIFS	24
2.2 DESCRIPTION DU MODELE.....	24
2.3 METHODOLOGIE.....	25
2.4 DECOUPAGE DU MODELE	26
2.5 LES APPORTS HYDROLOGIQUES	28
2.5.1 <i>Reconstitution des apports hydrologiques sur la partie amont Bakel</i>	28
2.5.2 <i>Apports des sous-bassins mauritaniens à l'aval de Bakel</i>	29
2.5.3 <i>Choix de la période de référence</i>	29
2.6 LES AMENAGEMENTS (BARRAGES ET CENTRALES AU FIL DE L'EAU).....	31
2.6.1 <i>Les barrages</i>	31
2.6.2 <i>Les centrales hydroélectriques</i>	32
2.7 LES USAGES	34
2.7.1 <i>Les prélèvements en eau</i>	34
2.7.2 <i>Enjeux environnementaux et maintien d'une crue artificielle</i>	37
2.7.3 <i>Maintien des cultures de décrue</i>	38
2.7.4 <i>Protection contre les crues</i>	39
2.7.5 <i>Navigation</i>	39
2.7.6 <i>Récapitulatif des usages dans le bassin</i>	40
2.8 LE PARAMETRAGE DU MODELE	41
2.8.1 <i>Echanges avec la nappe</i>	41
2.8.2 <i>Pertes par évaporation le long du fleuve et dans les retenues</i>	41
2.8.3 <i>Besoins environnementaux des annexes hydrauliques</i>	41
2.9 DESCRIPTION DES SIMULATIONS REALISEES	42
2.9.1 <i>Définition des scénarios</i>	42
2.9.2 <i>Règles de gestion</i>	43
2.9.3 <i>Choix des variantes des scénarios</i>	43
2.9.4 <i>Choix des indicateurs</i>	44
2.10 ANALYSE DES RESULTATS DES SIMULATIONS	45
3 ANALYSE COUT AVANTAGE DES SCENARIOS	55
3.1 INTRODUCTION	55
3.2 METHODE.....	55
3.2.1 <i>Périmètre de l'étude</i>	55
3.2.2 <i>Valorisation des Coûts et avantages des schémas retenus</i>	56
3.2.3 <i>Interprétation des résultats</i>	56
3.3 PERIMETRE DE L'ETUDE.....	56
3.3.1 <i>Variables économiques différenciantes</i>	56
3.3.2 <i>Variables économiques non différenciantes</i>	57
3.3.3 <i>Définition du périmètre de l'étude</i>	57
3.4 VALORISATION DES COUTS ET AVANTAGES DES SCHEMAS SECTORIELS RETENUS.....	59
3.4.1 <i>Schéma Energie</i>	59

3.4.2	Schéma Agriculture	62
3.4.3	Schéma Gestion et protection de l'environnement et des écosystèmes.....	64
3.4.4	Résultats.....	65
4	LE PROGRAMME D' ACTIONS A L'HORIZON 2025	69
4.1	PRESENTATION DU PROGRAMME D'ACTION	69
4.2	PROGRAMME D'ACTION PAR ORIENTATION FONDAMENTALE	70
4.2.1	<i> Limiter les risques.....</i>	70
4.2.2	<i> améliorer les comportements.....</i>	82
4.2.3	<i> améliorer la connaissance de l'état du bassin et son suivi.....</i>	89
4.2.4	<i> Préserver l'environnement et s'adapter au changement climatique</i>	97
4.2.5	<i> développer les solidarités dans le bassin</i>	108
4.2.6	<i> Appuyer le développement.....</i>	116
4.3	APPROCHE TERRITORIALE DU PROGRAMME D'ACTION	129
4.4	SYNTHESE DU PROGRAMME D' ACTIONS	130
4.4.1	<i> Chronogramme des actions</i>	130
4.4.2	<i> Synthèse financière</i>	131
5	MISE EN ŒUVRE ET SUIVI DU SDAGE	132
5.1	MISE EN ŒUVRE DU SDAGE	132
5.2	SUIVI DU SDAGE	133
5.2.1	<i> Evaluation de la mise en œuvre des mesures : indicateurs de suivi</i>	133
5.2.2	<i> Révisions</i>	138

INDEX DES TABLEAUX

Tableau 1 : Répartition des superficies à irriguer à l'horizon 2025 (FAO, 2009).....	20
Tableau 2 : Répartition des superficies en saison sèche	20
Tableau 3 : Besoin en eau pour l'élevage dans le bassin à l'horizon 2025	22
Tableau 4 : Bilan quantitatif des besoins en eau à l'horizon 2025 (en millions de m ³ /an)	23
Tableau 5 : Découpage du bassin versant pour la modélisation	27
Tableau 6 : Liste des stations hydrométriques exploitées à l'amont de Bakel	28
Tableau 7 : Liste des barrages insérés dans le modèle	32
Tableau 8 : Récapitulatif des caractéristiques de production hydroélectrique des barrages actuels et en projet	33
Tableau 9 : Récapitulatif des projets de centrales hydroélectriques en Guinée	33
Tableau 10 : Récapitulatif de la demande actuelle (en millions de m ³)	34
Tableau 11 : Objectif FAO des superficies potentielles irrigables	35
Tableau 12 : Besoins en eau pour l'irrigation en 2025 par sous-bassins (en millions de m ³) selon l'hypothèse 2.....	35
Tableau 13 : Estimation des besoins en AEP sur le bassin (en m ³ /an).....	36
Tableau 14 : Estimation des besoins en eau pour le cheptel sur le bassin	36
Tableau 15 : Estimation des besoins pour les mines/industries sur le bassin	37
Tableau 16 : Tableau de correspondance entre le volume (millions de m ³) de crue et les superficies de cultures de décrue en fonction de la durée de submersion.	39
Tableau 17 : Récapitulatif des usages du bassin dans le contexte du SDAGE	40
Tableau 18 : Récapitulatif des scénarios testés par le modèle	42
Tableau 19 : Tableau des résultats des simulations (scénarios+variantes)	45
Tableau 20 : Détail des productibles obtenus par barrage.....	49
Tableau 21 : Moyennes de production hydroélectrique de Manantali selon deux périodes de référence.....	50
Tableau 22 : Production hydro-électrique supplémentaire apportée par les centrales en projet en Guinée.....	51
Tableau 23 : Identification des variables économiques différenciantes par schéma sectoriels	58
Tableau 24 : Valeur du patrimoine en 2025 pour chaque scénario	59
Tableau 25 : Répartition du potentiel de 255 000 hectares irrigués par culture.....	63
Tableau 26 : Indicateurs de rendement et de prix pour les cultures irriguées	63
Tableau 27 : Valorisation économique des coûts et des avantages des 3 scénarios pour une inflation de 1% et des zones humides valorisées à 15\$/ha.....	66
Tableau 28 : indicateurs économiques de comparaison des scénarios	67

INDEX DES FIGURES

Figure 1 : Analyse fréquentielle de la chronique de volumes transitant à Bakel 1954-2009 ..	30
Figure 2 : Hydrogramme de crue proposé par Roche International, pour répondre aux enjeux environnementaux	38
Figure 3 : Hydrogramme de crue optimisé proposé dans le POGR qui répond à un objectif de culture de décrue sur 50.000 ha	38
Figure 4 : Détail des productibles obtenus par barrage.....	49
Figure 5 : Chroniques de production hydroélectriques selon les trois scénarios	50
Figure 7 : Volumes annuels de la crue pour le Scénario de Référence – variante 2	52
Figure 8 : Volumes annuels de la crue pour le Scénario de Moyen – variante 1	53
Figure 9 : Volumes annuels de la crue pour le Scénario de Moyen – variante 2.....	53
Figure 10 : Volumes annuels de la crue pour le Scénario de Maximaliste – variante 1	54
Figure 11 : Volumes annuels de la crue pour le Scénario de Maximaliste – variante 2.....	54

GLOSSAIRE

AFD : agence française de développement
CLC : comité local de concertation
CNC : comité national de concertation
CSE : centre de suivi écologique
CSS : compagnie sucrière sénégalaise
FAO : food and agriculture organization
IRD : institut de recherché pour le développement
ISRA : institute sénégalais de recherché agricole
OF : orientation fondamentale
OMD : objectifs du millénaire pour le développement
OMVS : organisation de mise en valeur du fleuve Sénégal
PARACI : plan d'action régional pour l'amélioration des cultures irriguées
PDIAM : projet de développement rural intégré en amont du barrage de Manantali
PIB : produit intérieur brut
POGR : programme d'optimisation de la gestion des réservoirs
SAED : société nationale d'aménagement et d'exploitation des terres du delta et des vallées du fleuve Sénégal et de la Falémé
SAGE : schéma d'aménagement et de gestion de l'eau
SDAGE : schema Directeur d'aménagement et de gestion des eaux
SOGEM : société de gestion du barrage de Manantali
SONADER : société nationale de développement rural de la Mauritanie
UICN : union internationale pour la conservation de la nature

RESUME CONCLUSION DES TROIS PHASES DU SDAGE

Le Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du fleuve Sénégal : dans le respect de la charte des eaux de 2002, l'OMVS se projette en 2025 et définit ses orientations fondamentales pour un développement durable du bassin

De la charte des eaux au lancement du SDAGE....

La charte des eaux du fleuve Sénégal, signée en 2002, reflète l'ambition stratégique, à long terme, commune aux quatre États riverains du fleuve pour l'équipement du bassin versant, et la gestion de la ressource en eau partagée entre tous les usages, dans le respect de l'équilibre des milieux.

La charte des eaux constitue le cadre de références devant servir de fil conducteur à la politique commune à mettre en œuvre et les actions à entreprendre au cours des décennies futures.

La charte des eaux, véritable loi internationale, commune aux quatre États riverains, la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal, a été adoptée dans les mêmes termes par chaque Etat et porte une ambition politique d'aménagement du territoire, en conciliant le respect de l'environnement et du développement social et économique. Elle a pris en compte, de façon harmonieuse et prospective, à une échéance suffisamment lointaine, les besoins en eau de toutes natures et le développement des activités mobilisatrices de la ressource en eau. Elle a clairement indiqué la volonté des parties de mettre en œuvre une politique solidaire, dans un cadre concerté, progressif, souple, réactif et ajustable.

Conscients de la nécessité de progresser ensemble, les États, réunis au sein de l'Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Sénégal, ont décidé d'engager l'élaboration d'un Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux du fleuve, en vue de définir des orientations fondamentales et un programme d'actions précis, pour donner un cadre cohérent aux actions de développement, tout en protégeant les ressources en eau et les milieux. L'horizon de réflexion a été fixé à 2025.

Le SDAGE se doit d'être l'outil autorisant la prise en compte équilibrée, d'une part, des volontés politiques de développement sectoriel, tel que défini dans les schémas correspondants, et d'autre part, leurs conséquences sur les problématiques du bassin du fleuve : sa structure physique, ses milieux, ses ressources en eau, et les populations qui y vivent et travaillent.

Un SDAGE est ainsi un document programmatique qui oriente la mobilisation des ressources et les impacts sur le milieu. Il doit offrir la capacité aux décideurs de conduire des politiques multisectorielles de façon équilibrée et équitable entre les Etats.

L'objectif poursuivi par l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**OMVS est d'instaurer une vision globale du développement du bassin du fleuve Sénégal intégrant, pour la première fois de manière aussi marquée, les différents objectifs sectoriels - parfois antagonistes - que sont l'hydroélectricité, la navigation, le développement de l'eau potable et de l'assainissement, le transport, le développement rural, l'exploitation minière et l'industrie, en s'appuyant sur une analyse fine des ressources en eau du bassin et des écosystèmes qui en dépendent.

Le SDAGE vise ainsi à renforcer les capacités et les outils de planification régionale, à harmoniser les politiques et législations et à renforcer la coordination des différents intervenants, qu'ils soient maîtres d'ouvrage ou bailleurs de fonds.

Il a aussi pour objectif d'éviter la surexploitation des milieux et des ressources naturelles, en permettant leur gestion efficace, équitable et durable, tout en permettant un développement des activités humaines dans le bassin versant du fleuve Sénégal.

Ce schéma est enfin un outil pour réduire les risques de conflit liés à la disponibilité ou à l'accessibilité à la ressource en eau, et contribue ainsi à la paix et la stabilité de la sous-région.

L'état des lieux du bassin : un socle de connaissances partagé entre tous les acteurs de l'eau

L'état des lieux du bassin versant du fleuve Sénégal représente le premier volet du SDAGE. Il s'appuie d'une part sur une bibliographie riche d'études commanditées par l'OMVS, les gouvernements ou des partenaires institutionnels, et d'autre part sur les rencontres organisées dans chaque pays avec les acteurs de l'eau.

Il s'organise autour de trois grandes têtes de chapitre :

- une présentation des ressources naturelles que sont le sol, les ressources en eau superficielle et souterraine, et enfin la biodiversité ;
- un état des lieux des activités économiques liées de près ou de loin à l'eau, dont l'agriculture et le secteur énergétique ;
- l'étude des services publics aux populations que sont l'alimentation en eau potable, l'assainissement, le transport, les services de santé et la protection contre les inondations.

A la lumière du présent état des lieux, les tendances suivantes ont été dégagées :

Le bassin supérieur dans sa partie guinéenne, « château d'eau » du bassin, apparaît comme le secteur le plus préservé sur un plan environnemental mais, paradoxalement, celui sur lequel pèsent le plus d'incertitudes sur les prochaines décennies : en effet, riche de ses formations forestières, de son potentiel minier, ce secteur souffre pourtant d'un enclavement important, de menaces diffuses mais croissantes sur ses ressources naturelles et voit – entraînant avec lui tout le bassin versant - son avenir dépendre fortement des évolutions climatiques des prochaines années. La protection des têtes du bassin, la gestion des usages, la protection du sol sont des exemples d'action mis en exergue dans cet état des lieux.

Autour du barrage de Manantali, et jusqu'à Bakel, se pose de manière prégnante la question liée aux aménagements de retenues d'eau ou de centrales au fil de l'eau, existants ou à venir. Ces aménagements ne sont pas sans impact, positif comme négatif, sur le milieu, le développement économique, la présence de maladies et bien entendu la gestion de la ressource en eau et sa répartition à l'aval. L'extension de périmètres agricoles, la construction d'infrastructures de transport, la destruction de forêts, le surpâturage, les conflits d'usage du sol, les différentes sources de pollution sont autant de menaces potentielles qui pèsent sur cette zone où se retrouvent les trois principaux bras du Sénégal que sont la Falémé, le Bafing et le Bakoye.

Sur ce secteur se dessine déjà, en filigrane, la possibilité d'imaginer sur chacun de ces affluents des schémas d'aménagement spécifiques.

Plus en aval, la vallée se caractérise par une dépendance totale aux apports en provenance de l'amont, qui ne sont qu'en partie régularisés. C'est sur ce territoire que les conséquences

du déséquilibre hydrologique observé depuis une quarantaine d'années (baisse de l'hydraulicité couplée à une artificialisation du milieu) sont les plus flagrantes.

Ce déséquilibre a en effet conduit à une perte de biodiversité, un assèchement de zones humides, sur un secteur en cours de désertification rendu encore plus vulnérable par l'accroissement de populations et les conflits d'usage du sol. Le cas du lac de Guiers est à ce titre emblématique, puisqu'il concentre dans un espace limité, et de manière contradictoire parfois, tous les espoirs de développement mais aussi tous les écueils environnementaux.

Mais l'artificialisation du fleuve Sénégal a eu globalement sur ce secteur un impact positif de la plus grande importance : il a permis la régulation des flux, la réduction des périodes d'étiage sévère, l'atténuation des crues et le développement des périmètres. Avec eux sont malheureusement apparus les problèmes de développement de plantes envahissantes, non maîtrisés à ce jour.

C'est sur ce territoire que l'un des objectifs de la Charte des Eaux, à savoir l'intégration des besoins en eau écologiques dans les politiques de gestion et d'aménagement, prend le plus de sens. La réflexion sur la crue artificielle, de nature à satisfaire les besoins en eau des défluent du fleuve et des nappes souterraines entre autres, sera capitale pour la reconquête des milieux et la satisfaction des usages privés, agricoles et industriels de façon durable.

Le delta est, quant à lui, une zone tout à fait exemplaire et ce à double titre : secteur écologique de toute première importance à l'échelle de l'Afrique, le delta fait l'objet d'une attention particulière en vue d'en protéger les richesses naturelles, et ce avec succès. La gestion des aires protégées peut servir d'exemple sur d'autres parties du bassin-versant sur lesquels la biodiversité est en danger. Mais, en parallèle, le delta subit aussi, de manière flagrante, les conséquences des aménagements en amont que sont les barrages de Diama et Manantali. Le développement du typha, les difficultés à alimenter les défluent et réseaux, l'impact des digues de protection et la restriction du lit majeur qu'elles induisent, la question du foncier urbain comme agricole sont autant de problématiques qui animent les débats des décideurs locaux.

C'est à l'échelle du bassin tout entier que les questions des maladies liées à l'eau se posent : la situation de la santé dans le bassin se caractérise par une faible couverture et un faible accès aux services de soins.

Malgré les nombreux efforts consentis dans la lutte contre le paludisme et les bilharzioses, et notamment les actions de l'OMVS, elles sont encore très présentes dans le bassin du Fleuve Sénégal où elles constituent un réel problème de santé publique et un obstacle considérable aux établissements humains et au développement socioéconomique de communautés déjà appauvries.

en décembre 2009 :

- **L'état des lieux du bassin a été validé en atelier régional, suite aux validations des CLC et des CNC dans les quatre pays membres de l'OMVS**

Sept schémas sectoriels pour illustrer les politiques d'aménagement du territoire des Etats membres de l'OMVS :

Les sept schémas (environnement, inondations, mines-industries, agro-sylvo-pastoralisme et pêche, énergie, AEP et assainissement, transport) ont pour objectif, non pas de proposer aux Etats membres des objectifs de développement économique, mais bien de fixer, à l'intérieur du périmètre du bassin-versant du fleuve Sénégal, des conditions minimales de

gestion des eaux à respecter en faveur des usages humains et de l'environnement, tant sur un plan quantitatif (quel débit ? à quel endroit ? selon quelle saisonnalité ?) que sur l'aspect qualitatif (quelle qualité d'eau assurer pour quel usage ?).

En rédigeant ces sept schémas sectoriels, le Consultant s'est efforcé de répondre au mieux aux questions centrales suivantes :

- Quels sont les besoins quantitatifs et qualitatifs pour les milieux naturels et les hommes aujourd'hui ?

- Quelles seront les évolutions des besoins à l'échéance fixée par le SDAGE à 2025 ? Cette question en sous-tend une autre, tout aussi essentielle : quelle sera l'évolution quantitative de la ressource à l'horizon 2025 ? La problématique fondamentale du changement climatique est au cœur de chacun des schémas.

- Comment évoluera l'agriculture irriguée dans le bassin d'ici 2025, avec quelle conséquence sur la ressource en eau ?

- Les activités économiques connaîtront-elles des modifications d'ici 2025, qui pourraient impacter la qualité de l'eau du fleuve et de ses affluents ?

- La santé publique pourra-t-elle dans ce délai bénéficier des progrès attendus en matière d'accès à l'eau potable et de développement de l'assainissement ?

Des sept schémas étudiés ressortent les idées forces suivantes :

Des efforts ambitieux sont attendus pour étendre et moderniser l'agriculture irriguée :

Alors que le potentiel des terres irrigables est actuellement d'un peu plus de 170 000 hectares (dont la moitié réellement cultivée), les comités nationaux de concertation – comme l'atelier régional – ont affiché l'ambition de porter ce potentiel à 255 000 hectares à l'horizon du SDAGE, s'appuyant en cela sur les conclusions de l'étude PARACI II publiée en 2009.

Cette augmentation des surfaces irriguées s'appuierait d'une part sur des réhabilitations de périmètres (d'ici 2015), puis sur la création de nouveaux périmètres (au-delà de 2015).

Cet objectif est très ambitieux au vu des rythmes de réhabilitation ou de création de périmètres observés ces dernières décennies. Il nécessite un investissement très important, affiché dans le schéma sectoriel « agriculture ».

Il aura pour conséquence le triplement de la ressource en eau nécessaire aux besoins agricoles. Ceci conduit logiquement à promouvoir les prochaines décennies des techniques d'irrigation économes en eau.

Si l'OMVS assume, sur cette thématique, des études structurantes, et a engagé des programmes de travaux importants, ce sont bien les Etats, et leurs sociétés d'aménagement (SAED, SONADER, ...) qui ont la responsabilité de la réussite de cet ambitieux programme.

La non-dégradation des milieux et leur reconquête est un objectif central de l'OMVS

La phase 1 du SDAGE a mis en évidence une dégradation des milieux naturels, due d'une part à une période de sécheresse dans les années 70-80, couplée d'autre part à une forte pression humaine et à la modification du régime fluvial.

Des différents scénarii envisageables à l'horizon 2025, l'OMVS a opté pour la solution ambitieuse : la reconquête du bon état des milieux passe par une amélioration de la qualité des eaux, une maîtrise des plantes envahissantes, l'amélioration de la résilience des milieux et le renforcement des protections réglementaires des milieux à enjeux. Elle exige de

concevoir les futurs ouvrages multiusages comme une opportunité pour reconquérir l'environnement.

Les besoins énergétiques sont considérables à l'échelle du bassin-versant et des pays membres de l'OMVS

En terme d'énergie la demande actuelle des Etats membres tourne autour de 4 400 GWh, alors que la production de Manantali pèse 800 GWh, soit environ 18% de la demande.

Si les taux d'accroissement se maintiennent dans l'ensemble des réseaux d'électricité des Etats membres, les besoins énergétiques en 2025 seront de l'ordre de 9 735 GWh.

Pour répondre à ces besoins, l'équipement de centrales hydroélectriques sur les affluents du fleuve est envisagé : l'équipement exhaustif du seul Bafing permettrait la production de 3715 GWh, tandis que l'équipement maximal de tous les affluents permettrait la production de 7400 GWh, répondant ainsi à 76% des besoins en 2025.

L'équipement hydroélectrique revêt donc un enjeu qui dépasse les limites du seul bassin-versant : grâce aux interconnexions des réseaux électriques de l'Afrique de l'Ouest, il concernera les quatre pays membres de l'OMVS et leurs voisins.

Les objectifs du Millénaire pour le Développement sont au centre de la politique de santé publique

L'accroissement du taux d'accès à l'eau potable, et le développement d'équipement d'assainissement autonome ou collectif, apparaissent à une place centrale dans les schémas sectoriels. Si les taux d'accès à l'eau potable sont faibles à moyens (situation difficile sur les têtes de bassin), l'accès à l'assainissement est clairement insuffisant à l'échelle du bassin versant du fleuve.

Le faible accès à l'eau potable a des conséquences néfastes en terme de santé publique : les maladies liées au péril fécal se développent d'autant plus que l'accès à une eau potable est limité.

L'insuffisance d'accès à l'assainissement contribue par ailleurs au développement des bilharzioses. D'importants foyers de ces maladies sont présents dans tous les secteurs du bassin, depuis les têtes de bassin jusqu'au delta.

Un programme d'investissement ambitieux est donc envisagé dans le schéma sectoriel AEP/assainissement, basé autour du développement de points d'accès d'eau et d'équipement d'assainissement non collectif.

L'impact quantitatif des besoins en eau potable pour alimenter les habitants du bassin versant, demeure tout à fait marginal à l'échelle du bassin.

Le développement industriel s'articule autour des grands projets miniers de fer et de phosphates, qui nécessitent des infrastructures de transport et des ressources en eau

Le choix d'exploiter le potentiel industriel et minier du bassin a été clairement affiché par les acteurs rencontrés à l'occasion de l'écriture du SDAGE.

Si le potentiel de développement de l'agro-industrie demeure entier (conserveries dans le haut pays, industries du riz, du maïs ou de l'élevage dans la vallée ou le delta), il dépend fortement du développement des activités primaires que sont l'agriculture ou l'élevage, conditionnées par le développement des infrastructures liées à l'accès à l'eau et par le développement des filières. Il pourra largement bénéficier de la meilleure maîtrise de la ressource en eau dans le bassin et du développement des réseaux de distribution électrique.

Le potentiel minier est quant à lui tout à fait majeur : à l'horizon du SDAGE, ce sont les exploitations de phosphates (vallée) et de fer (Falémé) qui devraient se développer de manière significative. Avec les autres exploitations de minerai, elles nécessiteront la mobilisation de 170 MW de puissance installée et environ 250 millions de m³ d'eau prélevés sur la ressource locale, essentiellement dans la Falémé.

Les schémas sectoriels touchant à l'industrie, aux activités minières, à l'agrosylvopastoralisme ainsi qu'à l'eau potable précisent l'ensemble des besoins en eau, directs ou indirects des Hommes et de leurs activités à l'horizon 2025 dans le bassin versant du fleuve Sénégal :

Les besoins en eau du milieu naturel, quant à eux, devront être précisés au travers des études proposées dans le présent SDAGE. Si les crues observables actuellement ne semblent pas de nature à répondre aux besoins des milieux naturels et mettent ainsi en péril les aménités liées, il n'en est pas moins vrai que les conditions du bon état écologique des zones humides liées au fleuve sont encore peu ou mal appréhendées.

Les prochaines années devraient également permettre d'avoir un retour d'expérience intéressant sur la gestion des eaux dans des défluent du fleuve comme le Diawling.

Les besoins en eau à l'horizon 2025 :

Agriculture : Si les besoins en eau de l'agriculture irriguée sont d'environ 1,4 milliards de m³/an aujourd'hui, les projections faites à l'horizon 2025 nous conduisent à envisager des besoins 3,5 fois plus importants.

Mines : Les besoins en eau des activités minières se montent à 235 millions de m³/an, dont l'essentiel pour la mine de fer de la Falémé.

Ces volumes sembleraient modestes s'ils n'étaient pas prélevés majoritairement sur un seul affluent du fleuve Sénégal, à savoir la Falémé.

Agro-industries : Les agro-industries devraient à l'horizon du SDAGE se développer, surtout dans le delta et la vallée autour des rizeries, sucreries et usines de transformation de la viande, ainsi que dans le haut bassin autour des conserveries de fruits ou légumes.

Leur impact sur la ressource en eau apparaît négligeable, en rapport avec les besoins de la production primaire (agriculture) afférente.

Population : En 2025, une population de 9,7 millions d'individus est attendue à l'intérieur du bassin-versant.

le SDAGE considère que seuls 20 millions de m³ seront prélevés directement dans le fleuve, le reste étant prélevé dans des aquifères.

Enfin, il est à noter que des transferts d'eau importants impactent directement la ressource en eau superficielles, respectivement vers Dakar et Nouakchott, pour un volume annuel attendu de 110 millions de m³.

C'est donc 130 millions de m³ qui seront prélevés pour l'eau potable dans le fleuve à l'horizon 2025, ce qui ne représente que 10% des prélèvements actuels pour l'agriculture irriguée, et 2,6% de ces mêmes prélèvements à l'horizon 2025 (dans l'hypothèse pessimiste de développement agricole).

Elevage : Le SDAGE évalue les besoins en eau pour l'élevage à l'horizon 2025 à 84 millions de m³/an (contre 61 millions aujourd'hui).

Il est à rappeler que cette activité concerne 60% de la population rurale du bassin et pèse entre 4 et 12% du PIB des pays riverains du fleuve.

BILAN QUANTITATIF DES BESOINS EN EAU A L'HORIZON 2025 :

Secteur/pays	Mauritanie	Mali	Sénégal	Guinée
Agriculture	1350	237	3240	370
Elevage	28	17	21	18
Mines/industries ¹		235 (Falémé)		
Eau potable	63	6,5	53	7

Bilan quantitatif des besoins en eau à l'horizon 2025 (en millions de m³/an)

en octobre 2010 :

- les schémas sectoriels ont été analysés,
- leurs conséquences sur la problématique de la gestion des ressources en eau et les effets sur les milieux du fleuve ont été examinés,
- une synthèse cohérente entre besoins en eau de tous les usages, des programmes d'aménagement et d'équipement, et la préservation des enjeux environnementaux, a été dessinée
- et in fine, les sept schémas ont été adoptés.

Vers l'adoption d'un scénario optimal à l'horizon 2025 et d'Orientations Fondamentales :

La question centrale en terme de gestion de la ressource en eau dans le bassin du fleuve Sénégal est la suivante : quel scénario de construction de barrages est le meilleur pour répondre aux besoins croissants de l'agriculture, et aux besoins plus limités – mais ô combien stratégiques – pour l'eau potable, l'alimentation du bétail et le développement industriel et minier, tout en préservant les enjeux environnementaux mis en évidence dans le schéma sectoriel environnement du SDAGE ?

Pour répondre à cette question, l'OMVS a mis en œuvre un modèle de gestion, capable de modéliser l'impact des futurs ouvrages hydrauliques projetés dans le bassin sur la ressource en eau.

Les résultats de ce modèle permettent de fixer les tendances et d'apprécier les impacts positifs et négatifs des options d'aménagement du bassin, et des choix de consigne de gestion des ouvrages.

Trois scénarios ont été envisagés :

- le premier considère que seuls les ouvrages de Félou et Diama seront construits et mis en service d'ici 2025
- le deuxième envisage, en sus, la construction du barrage de Koukoutamba
- le troisième envisage quant à lui les aménagements ci-dessus complétés par les ouvrages de Gourbassi, Boureya et Balassa.

Les enseignements à tirer du modèle sont les suivants :

- les besoins quantitatifs pour l'alimentation des populations et du cheptel ne posent aucun problème à l'horizon 2025 ;
- les contraintes imposées par le projet de navigation sont parfaitement intégrées quels que soient les scénarios ;
- la satisfaction des besoins en eau des industries minières nécessitera une sécurisation, notamment sur la Falémé, et passera notamment par la construction du barrage de Gourbassi
- la satisfaction des besoins en eau agricole n'est assurée que lors des années de bonne hydraulité. Seuls 4,6 milliards de m³/an sont disponibles 9 années sur 10. Cela renforce la nécessité de rechercher des modes d'irrigation économes en eau.
- si l'objectif de culture de décrue de 50.000 hectares est satisfait 8 années sur 10, l'atteinte d'un hydrogramme plus ambitieux (hydrogramme ROCHE) n'est envisageable que 4 à 5 années sur 10.
- Concernant le productible, le scénario n°3 offre un potentiel augmenté de 130% par rapport au premier scénario.
- Enfin, le modèle indique que le fait de favoriser la crue naturelle a un impact positif sur l'irrigation, en ne dégradant le productible que de 1 à 5 %.

Une analyse coûts avantages sommaire a été menée sur les trois scénarii testés, intégrant les coûts inhérents à chacun mais aussi les avantages énergétiques, environnementaux et économiques.

Il en résulte que le scénario optimal, à l'horizon 2025, est celui qui prévoit la construction des six ouvrages suivants : Félou, Gouina, Koukoutamba, Gourbassi, Boureya et Balassa, avec la variante de gestion conduisant à privilégier le soutien de crue.

La réalisation de ce projet d'aménagement est accompagnée d'un programme d'actions articulé en 6 Orientations Fondamentales :

- Limiter les risques
- Améliorer les comportements
- Améliorer la connaissance de l'état du bassin et son suivi
- Préserver l'environnement et s'adapter au changement climatique
- Développer les solidarités dans le bassin
- Appuyer le développement

Les actions sont priorisées dans le temps, les maîtres d'ouvrage pressentis et le coût précisé pour chacune d'elle.

Le coût global de ce programme d'actions se monte à 280 milliards de FCFA pour la période 2011-2025.

en février 2011 : suite aux validations des ateliers nationaux en janvier 2011, l'atelier régional de Mbodiène a validé d'une part le choix d'un scénario préférentiel d'aménagements des ouvrages multi-usages, et d'autre part a validé le programme de mesures et ses conditions de mise en œuvre.

Perspectives :

Dotée d'un nouvel outil opérationnel, le SDAGE, l'OMVS va l'adopter et le partager sur le plan réglementaire avec les quatre États qui la composent.

Ce moment sera également l'occasion de se poser les questions de la gouvernance et des modalités de mise en œuvre pratiques, à la fois des mesures prévues par le SDAGE, mais également des projets arrêtés dans le cadre des schémas sectoriels.

Le programme de travail ambitieux, qu'il est nécessaire aujourd'hui d'engager au niveau de l'OMVS, implique une réflexion d'ordre politique et opérationnel pour sa mise en œuvre, la définition du mode de programmation des projets et des actions, de la formalisation de leur décision et de leur suivi, en termes de planification et de monitoring.

L'engagement du SDAGE pourrait être l'occasion de moderniser les pratiques opérationnelles de l'OMVS, en le conduisant en mode projet, dans le cadre d'un processus de management de la qualité et de l'environnement, selon les normes internationales.

D'ores et déjà, l'OMVS envisage de décliner le SDAGE dans les différents territoires composant le bassin-versant du fleuve, au travers de SAGE portant sur des sous-bassins versants.

INTRODUCTION

La validation des schémas sectoriels de la phase 2 du SDAGE lors de l'atelier régional qui s'est tenu à Mbodiène en octobre 2010 permet de mettre en exergue, en introduction à cette ultime phase du SDAGE, les grandes caractéristiques de la gestion de la ressource en eau dans le bassin versant du fleuve Sénégal à l'horizon 2025 :

- Les besoins quantitatifs en eau pour l'alimentation des populations, pour le cheptel, le transport fluvial et l'industrie sont connus et considérés comme fixes à l'horizon 2025 ;
- Les besoins agricoles sont également figés à l'horizon 2025. Ils représentent l'écrasante majorité des besoins en eau à cet horizon temporel ; le SDAGE a néanmoins proposé d'envisager deux scénarios différenciés, avec des intensités culturales différentes pour une surface irriguée identique. Un milliard de m³ de prélèvement en eau différencie ces deux scénarios.
- La seule variable majeure qui ressort des schémas sectoriels du SDAGE concerne les scénarios de construction d'ouvrages hydroélectriques dans le bassin versant. Ils conditionnent évidemment le productible attendu, mais aussi le régime des eaux sur le fleuve, les capacités d'écrêtement et les capacités de stockage – et donc de déstockage pour répondre aux besoins aval. Arrêtés dès décembre 2009, trois scénarios différenciés sont à étudier dans cette troisième et dernière phase du SDAGE.

La question centrale en terme de gestion de la ressource en eau dans le bassin du fleuve Sénégal est donc la suivante : quel scénario de construction de barrages est le meilleur pour répondre aux besoins croissants de l'agriculture, et aux besoins plus limités – mais ô combien stratégiques – pour l'eau potable, l'alimentation du bétail et le développement industriel et minier, tout en préservant les enjeux environnementaux mis en évidence dans le schéma sectoriel environnement du SDAGE ?

Pour répondre à cette question, le Consultant et l'OMVS ont proposé de mettre en œuvre un modèle de gestion, capable de modéliser l'impact des futurs ouvrages hydrauliques projetés dans le bassin sur la ressource en eau.

Les résultats de ce modèle sont présentés dans le chapitre 2. Basés sur des hypothèses qu'il convient de bien intégrer, ils permettent de fixer les tendances et d'apprécier les impacts positifs et négatifs des options d'aménagement du bassin, et des choix de consignes de gestion des ouvrages.

Conformément aux termes de référence, le chapitre 3 propose une analyse coûts avantages sommaire des trois scénarii testés, intégrant les coûts inhérents à chacun mais aussi les avantages énergétiques, environnementaux et économiques.

Une fois le scénario optimal mis en évidence, le SDAGE présente dans son chapitre 4 les orientations fondamentales arrêtées pour un développement harmonieux du bassin à l'horizon 2025 ainsi que les actions concrètes envisagées. Ces dernières sont déclinées de manière géographique, pour chacun des neuf sous-bassins versants mis en évidence en phase 2 du SDAGE.

1 SYNTHÈSE DES SCHEMAS SECTORIELS

1.1 IDÉES FORCES DES SCHEMAS SECTORIELS A HORIZON 2025

Les schémas sectoriels prévus en phase 2 du SDAGE, validés au niveau national (juillet 2010) puis régional (octobre 2010) reflètent la vision partagée du bassin versant du fleuve Sénégal prévue en 2025.

Cette dernière s'articule autour des idées-forces suivantes :

Des efforts ambitieux sont attendus pour étendre et moderniser l'agriculture irriguée :

Alors que le potentiel des terres irrigables est actuellement d'un peu plus de 170 000 hectares (dont la moitié réellement cultivée), les comités nationaux de concertation – comme l'atelier régional – ont affiché l'ambition de porter l'objectif à 255 000 hectares à l'horizon du SDAGE, s'appuyant en cela sur les conclusions de l'étude PARACI II publiée en 2009 (plan d'action régional pour l'amélioration de l'agriculture irriguée dans le bassin du fleuve Sénégal – actualisation novembre 2009).

Cette augmentation des surfaces irriguées s'appuierait d'une part sur des réhabilitations de périmètres (d'ici 2015), puis sur la création de nouveaux périmètres (au-delà de 2015).

Cet objectif est très ambitieux au vu des rythmes de réhabilitation ou de création de périmètres observés ces dernières décennies. Il nécessite un investissement très important, affiché dans le schéma sectoriel « agriculture » de la phase 2 du SDAGE.

Il aura pour conséquence le triplement de la ressource en eau nécessaire aux besoins agricoles. Ceci conduit logiquement à promouvoir les prochaines décennies des techniques d'irrigation économes en eau.

Si l'OMVS assume, sur cette thématique des études structurantes, et a engagé des programmes de travaux importants, ce sont bien les Etats, et leurs sociétés d'aménagement (SAED, SONADER, ...) qui ont la responsabilité de la réussite de cet ambitieux programme.

La non-dégradation des milieux et leur reconquête est un objectif central de l'OMVS

La phase 1 du SDAGE a mis en évidence une dégradation des milieux naturels, due d'une part à une période de sécheresse dans les années 70-80, couplée d'autre part à une forte pression humaine et à la modification du régime fluvial.

Des différents scénarii envisageables à l'horizon 2025 (scénario tendanciel de dégradation, stagnation ou reconquête), l'OMVS a, dès l'atelier régional de décembre 2009 concluant la phase 1, opté pour la solution ambitieuse : la reconquête du bon état des milieux passe par une amélioration de la qualité des eaux, une maîtrise des plantes envahissantes, l'amélioration de la résilience des milieux et le renforcement des protections réglementaires des milieux à enjeux. Elle exige de concevoir les futurs ouvrages multiusages comme une opportunité pour reconquérir l'environnement.

Les besoins énergétiques sont considérables à l'échelle du bassin-versant et des pays membres de l'OMVS

En terme d'énergie la demande actuelle des Etat membres tourne autour de 4 400 GWh, alors que la production de Manantali pèse 800 GWh, soit environ 18% de la demande.

Si le taux d'accroissement de la consommation électrique se maintient dans les Etats membres, les besoins énergétiques en 2025 seront de l'ordre de 9 735 GWh.

Pour répondre à ces besoins, l'équipement de centrales hydroélectriques sur les affluents du fleuve est envisagé (des centrales au fil de l'eau sont d'ores et déjà en construction, tandis que les avant-projets sommaires des barrages-réservoirs sont à l'étude) : l'équipement exhaustif du seul Bafing permettrait la production de 3715 GWh, tandis que l'équipement maximal de tous les affluents permettrait la production de 7400 GWh, répondant ainsi à 76% des besoins en 2025.

L'équipement hydroélectrique revêt donc un enjeu qui dépasse les limites du seul bassin-versant : grâce aux interconnexions des réseaux électriques de l'Afrique de l'Ouest, il concernera les quatre pays membres de l'OMVS et leurs voisins.

Les objectifs du Millénaire pour le Développement sont au centre de la politique de santé publique

L'accroissement du taux d'accès à l'eau potable, et le développement d'équipement d'assainissement autonome ou collectif, apparaissent à une place centrale dans les schémas sectoriels de la phase 2 du SDAGE.

Si les taux d'accès à l'eau potable sont faibles à moyens (situation difficile sur les têtes de bassin), l'accès à l'assainissement est clairement insuffisant à l'échelle du bassin versant du fleuve.

Le faible accès à l'eau potable a des conséquences néfastes en terme de santé publique : les maladies liées au péril fécal se développent d'autant plus que l'accès à une eau potable est limité.

L'insuffisance d'accès à l'assainissement contribue par ailleurs au développement des bilharzioses. D'importants foyers de ces maladies sont présents dans tous les secteurs du bassin, depuis les têtes de bassin jusqu'au delta.

Un programme d'investissement ambitieux est donc envisagé dans le schéma sectoriel AEP/assainissement, basé autour du développement de points d'accès d'eau et d'équipement d'assainissement non collectif.

L'impact quantitatif des besoins en eau potable pour alimenter les habitants du bassin versant, demeure tout à fait marginal à l'échelle du bassin.

Le développement industriel s'articule autour des grands projets miniers de fer et de phosphates, qui nécessitent des infrastructures de transport et des ressources en eau

Le choix d'exploiter le potentiel industriel et minier du bassin a été clairement affiché par les acteurs rencontrés à l'occasion de l'écriture du SDAGE.

Si le potentiel de développement de l'agro-industrie demeure entier (conserveries dans le haut pays, industries du riz, du maïs ou de l'élevage dans la vallée ou le delta), il dépend fortement du développement des activités primaires que sont l'agriculture ou l'élevage, conditionnées – nous l'avons vu plus haut – par le développement des infrastructures liées à l'accès à l'eau et par le développement des filières. Il pourra largement bénéficier de la meilleure maîtrise de la ressource en eau dans le bassin et du développement des réseaux de distribution électrique.

Le potentiel minier est quant à lui tout à fait majeur : à l'horizon du SDAGE, ce sont les exploitations de phosphates (vallée) et de fer (Falémé) qui devraient se développer de

manière significative. Avec les autres exploitations de minerai, elles nécessiteront la mobilisation de 170 MW de puissance installée et environ 250 millions de m³ d'eau prélevés sur la ressource locale, essentiellement dans la Falémé.

1.2 LES BESOINS EN EAU EXPRIMÉS PAR LES POPULATIONS ET LES ACTIVITÉS ÉCONOMIQUES

Les schémas sectoriels touchant à l'industrie, aux activités minières, à l'agrosylvopastoralisme ainsi qu'à l'eau potable précisent l'ensemble des besoins en eau, directs ou indirects des hommes et de leurs activités à l'horizon 2025 dans le bassin versant du fleuve Sénégal :

- les besoins directs traduisent les prélèvements prévus à cet horizon sur les ressources en eau superficielles, depuis les sources dans le haut-bassin jusqu'aux ultimes prélèvements dans le delta du fleuve ;
- les besoins indirects correspondent aux besoins énergétiques ainsi qu'aux besoins en termes de transport – des biens comme des personnes -, le transport fluvial représentant à ce jour une option sérieusement étudiée et en cours de mise en œuvre.

Les besoins en eau du milieu naturel, quant à eux, devront être précisés au travers des études proposées dans le présent SDAGE. Si les crues observables actuellement ne semblent pas de nature à répondre aux besoins des milieux naturels et mettent ainsi en péril les aménités liées, il n'en est pas moins vrai que les conditions du bon état écologique des zones humides liées au fleuve sont encore peu ou mal appréhendées. Ainsi, les conditions minimales proposées dans l'étude Roche International, ou celles suggérées dans les études du POGR, méritent d'être validées dans de nouvelles études scientifiques.

Les prochaines années devraient également permettre d'avoir un retour d'expérience intéressant sur la gestion des eaux dans des défluent du fleuve comme le Diawling.

Nous nous limiterons donc dans ce chapitre à préciser les besoins des activités humaines. Parmi celles-ci, l'agriculture conserve une place prépondérante.

1.2.1 LES BESOINS DE L'AGRICULTURE IRRIGUÉE

Si les besoins en eau de l'agriculture irriguée sont d'environ 1,4 milliards de m³/an aujourd'hui (cf rapport de phase 1, chiffre basé sur des besoins réels), les projections faites à l'horizon 2025 nous conduisent (phase 2) à envisager des besoins en eau dépassant les 5 ou 6 milliards de m³/an, selon les hypothèses prises.

Les pays riverains du fleuve visent en effet l'irrigation de 255 000 hectares en 2025 à partir du fleuve, comme l'indique le rapport FAO PARACI II de 2009.

Superficies	Guinée (ha)	Mali (ha)	Mauritanie (ha)	Sénégal (ha)	Total (ha)
Prévisions	19600	11800	4600	45430	81430
Existant	326	710	61 986	110 875	173 897
Total	19 926	12 510	66 586	156 305	255 327

Tableau 1 : Répartition des superficies à irriguer à l'horizon 2025 (FAO, 2009)

Les besoins en eau sont calculés sur la base des hypothèses suivantes :

- 90 % des superficies sont emblavées en riz en saison des pluies et 10 % de toutes les superficies aménagées sont exploitées en maraîchage ;
- les consommations en eau pour les cultures de riz sont estimées à 15 700 m³/ha en hivernage et à 20 600 m³/ha en saison sèche (SDAGE phase 1) ;
- les consommations en eau pour les cultures de canne à sucre sont estimées à 38 500 m³/ha/an (réparti de la manière suivante : 16042 m³/ha/cycle en saison des pluies sur 5 mois ; 22458 m³/ha/cycle en contre-saison sur 7 mois) ;
- les consommations en eau pour les cultures de maraîchage sont estimées à 10 000 m³/ha/an. (réparti de la manière suivante : 4167 m³/ha/cycle en saison des pluies sur 5 mois ; 5833 m³/ha/cycle en contre-saison sur 7 mois).

En contre-saison, il prend également en compte le fait que la proportion des cultures est variable selon les pays (chiffres 2008), comme le montre le tableau suivant :

Pays/Spécifications	Riz (%)	Maraîchage (%)
Sénégal (hors canne)	67	33
Mali	60	40
Mauritanie	90	10
Guinée	50	50

Tableau 2 : Répartition des superficies en saison sèche

Selon ces hypothèses, les besoins en eau pour irriguer 255 000 ha à l'horizon 2025 (FAO, 2009) sont les suivants (en m³) :

- 6,4 milliards de m³ par an avec une intensité culturale de 1,6
- 5,2 milliards de m³ avec une intensité culturale de 1,3

Sur le base du développement envisagé dans le PARACI II, les besoins en eau s'élèveront donc, quelles que soient les hypothèses d'intensité culturale, à plus de 5 milliards de m³, soit 3,5 fois les besoins observés aujourd'hui.

1.2.2 LES BESOINS DES INDUSTRIES ET DES MINES

Le SDAGE (phase 2) indique que les besoins énergétiques des exploitations minières seront, en 2025, de 210 MW.

Leurs besoins en eau se montent à 235 millions de m³/an, dont l'essentiel pour la mine de fer de la Falémé.

Ces volumes sembleraient modestes s'ils n'étaient pas prélevés majoritairement sur un seul affluent du fleuve Sénégal, à savoir la Falémé.

Cette problématique quantitative ne doit pas cacher les enjeux qualitatifs liés à la production minière. Le SDAGE fait pour cela un certain nombre de préconisations.

Enfin, deux exploitations minières devront à terme bénéficier d'infrastructures de transport améliorées : il s'agit des installations de fer de la Falémé et des exploitations de phosphates de Bofal et Matam (Mauritanie). Si les différentes options de transport (route, fer, fluvial) ne sont pas encore levées à ce jour, il est clair que le choix définitif ne sera pas sans conséquence sur le développement du transport fluvial dans la vallée du fleuve Sénégal.

Les agro-industries devraient à l'horizon du SDAGE se développer, surtout dans le delta et la vallée autour des rizeries, sucreries et usines de transformation de la viande, ainsi que dans le haut bassin autour des conserveries de fruits ou légumes.

Leur impact sur la ressource en eau apparaît négligeable, en rapport avec les besoins de la production primaire (agriculture) afférente.

Ces agro-industries nécessitent, par ailleurs, des infrastructures importantes pour leur développement : routes, moyens de communication, énergie dont les coûts sont indiqués en phase 2 du SDAGE.

1.2.3 LES BESOINS POUR L'ALIMENTATION DES POPULATIONS

En 2025, une population de 9,7 millions d'individus est attendue à l'intérieur du bassin-versant.

Si on se réfère aux dotations des OMD, cette population aura besoin de 71 millions de m³ pour son alimentation. Mais si ce sont les dotations communément admises dans chaque pays qui sont pris en référence, ce sont alors 100 millions de m³ qui seront nécessaires pour les besoins en eau potabilisables dans le bassin-versant.

Les prélèvements en eau superficielle ne concernant majoritairement que les besoins urbains, le SDAGE considère que seuls 20 millions de m³ seront prélevés directement dans le fleuve, le reste étant prélevé dans des aquifères.

Enfin, il est à noter que des transferts d'eau importants impactent directement la ressource en eau superficielles, respectivement vers Dakar et Nouakchott, pour un volume annuel attendu de 110 millions de m³.

C'est donc 130 millions de m³ qui seront prélevés pour l'eau potable dans le fleuve à l'horizon 2025, ce qui ne représente que 10% des prélèvements actuels pour l'agriculture

irriguée, et 2,6% de ces mêmes prélèvements à l'horizon 2025 (dans l'hypothèse pessimiste de développement agricole).

1.2.4 LES BESOINS DE L'ELEVAGE

Le SDAGE évalue les besoins en eau pour l'élevage à l'horizon 2025 à 84 millions de m³/an (contre 61 millions aujourd'hui) selon la répartition suivante :

Pays	Besoins en eau (m3/an) en 2025
Guinée	18 millions
Mali	17 millions
Mauritanie	28 millions
Sénégal	21 millions
Total	84 millions

Tableau 3 : Besoin en eau pour l'élevage dans le bassin à l'horizon 2025

Ces volumes devraient majoritairement impacter la ressource en eau souterraine (à hauteur de 60 à 70 %), et non le fleuve directement, étant entendu que les grandes zones pastorales se trouvent dans le Ferlo ainsi que dans les affluents sahéliens.

Si la satisfaction de ces besoins ne pose réellement pas de problème compte tenu du potentiel en eau souterraine et de surface dans le bassin, la phase 2 a rappelé la nécessité de mettre en place un dispositif permettant d'accéder à la ressource et de l'utiliser convenablement.

En effet, une meilleure répartition des points d'eau dans le bassin permettrait aux troupeaux d'accéder à des ressources naturelles fourragères encore inexploitées de nos jours.

Il est à rappeler que cette activité concerne 60% de la population rurale du bassin et pèse entre 4 et 12% du PIB des pays riverains du fleuve.

1.2.5 BILAN QUANTITATIF DES BESOINS EN EAU

Secteur/pays	Mauritanie	Mali	Sénégal	Guinée
Agriculture	1350	237	3240	370
Elevage	28	17	21	18
Mines/industries ²		235		
Eau potable	63	6,5	53	7

Tableau 4 : Bilan quantitatif des besoins en eau à l'horizon 2025 (en millions de m³/an)

Le tableau ci-dessus récapitule les besoins en eau à l'horizon 2025. En comparaison aux besoins agricoles, ceux consacrés à l'eau potable et à l'élevage demeurent tout à fait modestes. Les besoins miniers présentent quant à eux la particularité d'être concentrés sur le site de la Falémé, ce qui peut conduire à des déséquilibres quantitatifs saisonniers qu'il convient de tester dans le modèle présenté dans le chapitre suivant.

² Besoin sur la Falémé considéré comme frontalier entre Mali et Sénégal

2 MODELE DE GESTION DE LA RESSOURCE

2.1 INTRODUCTION ET OBJECTIFS

A la demande de l'OMVS lors de l'atelier de décembre 2009, un modèle hydraulique de gestion de la ressource en eau du bassin-versant a été mis en œuvre.

Ce modèle est un outil d'aide à la décision pour arrêter un scénario optimal de gestion à l'horizon du SDAGE, à savoir 2025. Cet outil a pour vocation de mettre en cohérence l'ensemble des orientations sectorielles afin d'arbitrer entre d'éventuels objectifs concurrents et de s'assurer que leur réalisation conjointe est en adéquation avec la ressource disponible et mobilisable.

A terme, ce travail permettra à l'OMVS de disposer d'un outil de simulation et d'aide à la décision par rapport aux possibilités d'aménagement et de gestion des ressources et des besoins en eau du bassin, par l'intermédiaire des ouvrages existants ou projetés. Cet outil serait à terme internalisé dans les services du Haut Commissariat.

2.2 DESCRIPTION DU MODELE

Le modèle mis en œuvre est un modèle hydraulique de gestion de la ressource en eau. Contrairement à un modèle hydrodynamique qui, à partir d'une description topographique, modélise les écoulements, un modèle de gestion de la ressource est adapté pour une étude à l'échelle d'un bassin versant.

Ce type de modèle est discrétisé en sous-bassins dont les exutoires sont des nœuds (points caractéristiques du bassin tels que barrages, points de confluence ou de défluence, stations hydrométriques, ...), lesquels sont reliés par les principaux axes hydrauliques (fleuve et principaux affluents). Le choix dans la discrétisation d'un bassin dépend de la problématique étudiée, de la densité des données disponibles et des résultats recherchés.

Les apports de chaque sous-bassin sont reconstitués à partir des données mesurées aux principales stations hydrométriques, sur une chronique historique. Le modèle est donc capable :

- de calculer le débit à chaque nœud, en tenant compte des apports hydrologiques et des règles de gestion appliquées aux différents barrages que l'on choisit de tester
- de quantifier les déficits potentiels sur les différents prélèvements d'eau sur le bassin (AEP, irrigation, mines, ...).

Les règles de gestion des barrages, pour chaque scénario, constituent le paramétrage du modèle. Elles sont à définir en fonction des objectifs et des priorités que l'on se fixe.

2.3 METHODOLOGIE

Les étapes de la modélisation sont les suivantes :

- recueil et synthèse des données permettant d'alimenter le modèle
- construction et calage du modèle : définition de l'« architecture » du modèle (c'est-à-dire le découpage), mise en forme des données d'entrée (fixes ou paramétrables)
- exploitation du modèle : simulations exploratoires des scénarios puis simulations approfondies de scénarios choisis.

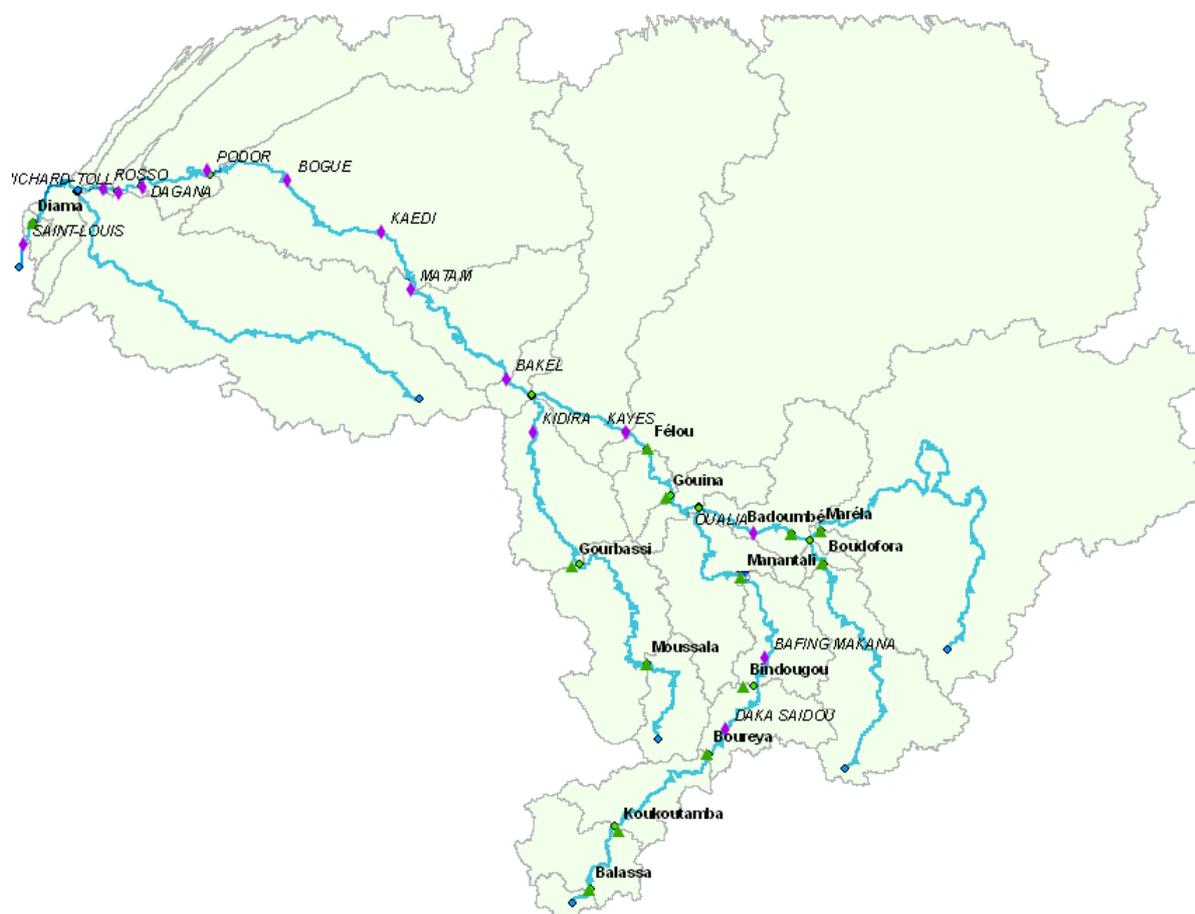
Les scénarios sont définis par :

- Les aménagements nouveaux à prendre en considération : localisation, capacité de stockage, dimensionnement des ouvrages (vannes et turbines), contraintes locales,
- La demande en eau à prendre en considération :
 - o usages consommateurs : irrigation, AEP, alimentation du bétail, besoins industriels (à définir sous la forme de volume de demande, répartition saisonnière des besoins) et
 - o usages de contraintes de gestion : demande hydro-électrique, navigation, besoins environnementaux, soutien de la crue (contrainte en débit, en cote au niveau du fleuve ou des retenues). L'ensemble de ces besoins doit être clairement localisé sur le bassin et leur niveau de priorité doit être défini.
- Les règles de gestion permettant de paramétrer le niveau de prudence de la gestion et de déterminer les allocations en eau aux usages et les déstockages qui y répondent. En toute rigueur, les règles de gestion font partie intégrante des scénarios car elles doivent être ajustées/calées en fonction de l'équilibre entre la ressource et la demande.

2.4 DECOUPAGE DU MODELE

L'objectif principal de la modélisation est de simuler des scénarios sur les usages futurs, en prenant en compte les principaux barrages existants et en projet ainsi que les prélèvements d'eau dans le bassin du Sénégal. Le modèle est par conséquent construit de façon à décrire l'écoulement à chaque barrage et prise d'eau importants. Le pas de temps du modèle est mensuel.

Le bassin du fleuve Sénégal a été découpé en fonction de la localisation de ces ouvrages existants et en projet et des points de confluence des principaux affluents. Le découpage proposé est illustré sur la figure suivante.



Le bassin du Sénégal est donc subdivisé en 28 sous-bassins dont la description est spécifiée dans le tableau ci-après. Les superficies des sous-bassins sont déduites des superficies des bassins versants extraites de la Monographie de l'IRD.

Sous-ensembles	Sous-bassin versant	Superficie (km ²)	Tronçon correspondant
Bafing	1	1 710	Amont de Balassa
	2	8 890	Balassa - Koukoutamba
	3	4 150	Koukoutamba - Boureya
	4	1 450	Boureya - Bindougou
	5	11 600	Bindougou - Manantali
	6	10 600	Manantali - Confluence Bakoye
Falémé	7	7 400	Amont de Moussala
	8	9 700	Moussala - Goubassi
	9	11 800	Goubassi - Confluence Sénégal
Baoulé	10	58 800	Amont de Marela
	11	700	Marela - Confluence Baoulé/Bakoye
Bakoye	12	15 600	Amont de Boudofora
	13	700	Boudofora - confluence Bakoye/Baoulé
	14	10 000	confluence Bakoye/Baoulé - Badoumbé
	15	500	Badoumbé - confluence Bakoye/Bafing
Sénégal amont	16	2 300	confluence Bakoye/Bafing - Gouina
	17	4 000	Gouina - Félou
	18	26 400	Félou - Kayes
	19	30 000	Kayes - confluence Falémé/Sénégal
Sénégal aval	20	1 700	confluence Falémé/Sénégal - Bakel
	21	12 000	Bakel - Matam
	22	36 000	Matam - Podor
	23	2 000	Podor - Dagana
	24	Nc	Dagana - Richard Toll
	25	Nc	Richard Toll - confluence Guiers/Sénégal
	26	Nc	confluence Guiers/Sénégal - Diama
	27	Nc	Diama - St-Louis
Ferlo / Guiers	28	Nc	Bassin du Ferlo/Guiers

Tableau 5 : Découpage du bassin versant pour la modélisation

Les sous-bassins ainsi constitués représentent l'échelle de travail. Tous les affluents inclus dans un sous-bassin sont pris en compte de manière agglomérée.

Une fois que cette première étape de discrétisation (ou découpage) du modèle est réalisée, l'étape suivante consiste à alimenter le modèle des données qui permettront de l'utiliser.

Les données d'entrée sont classées en 4 catégories, détaillées dans les paragraphes suivants :

- les apports hydrologiques,
- les aménagements,
- les usages,
- les données de paramétrage du modèle.

2.5 LES APPORTS HYDROLOGIQUES

Les résultats issus d'un modèle de gestion de la ressource en eau dépendent fortement des données hydrologiques utilisées. Il est donc essentiel que ces données soient représentatives pour les scénarios à étudier.

2.5.1 RECONSTITUTION DES APPORTS HYDROLOGIQUES SUR LA PARTIE AMONT BAKEL

Les chroniques d'apport de chaque sous-bassin ont été générées à partir des chroniques de débits mesurés aux stations clés du bassin. La liste des stations hydrométriques exploitées est récapitulée ci-dessous. Il s'agit des stations de référence gérées par l'OMVS dont le suivi est régulier depuis plus de 50 ans.

Stations hydrométriques clés	Cours d'eau
BAFING MAKANA	Bafing
DAKA SAIDOU	Bafing
SOUKOUTALI	Bafing
MANANTALI aval	Bafing
GOURBASSI	Falémé
KIDIRA	Falémé
KAYES	Sénégal
OUALIA	Bakoye
BAKEL	Sénégal

Tableau 6 : Liste des stations hydrométriques exploitées à l'amont de Bakel

La méthode de reconstitution des apports pour chaque sous-bassin situé en amont de Bakel est une méthode de reconstitution dite « débit/débit » à partir des chroniques de débits observées aux stations et non une méthode pluie/débit qui nécessite des données pluviométriques.

NB : La génération des apports par une méthode débit/débit est la plus adaptée pour une approche « modèle de gestion des eaux » (approche SDAGE). La méthode de transformation pluie/débit est une autre méthode possible mais plus longue à mettre en œuvre et qui est plus adaptée à une approche « modèle de prévision ». Elle nécessite plus de données : à la fois de bonnes données pluviométriques et des données de calage.

Un découpage fictif du bassin est réalisé entre chaque station hydrométrique. Sur chacun de ces bassins inter-stations, l'apport intermédiaire (chronique de débit) est reconstitué à partir des chroniques mesurées aux stations amont et aval. Ce débit est ensuite converti en débit spécifique, c'est-à-dire ramené à l'unité de surface (exprimé en $m^3/s/km^2$). Ce débit spécifique est ensuite appliqué aux sous-bassins issus du découpage du modèle, inclus dans chaque bassin inter-stations (généralement de plus grande taille). Le résultat est donc la génération d'une chronique de débit pour chaque sous-bassin.

Les données disponibles nous permettent de reconstituer des apports réalistes et sont suffisantes pour cette étude, compte tenu de l'échelle à laquelle on travaille. Si de nouvelles données en Guinée sont disponibles en amont de Daka-Saidou, la description des apports aux sous-bassins versants alimentant les barrages de Balassa, Koukoutamba et Boureya pourra être affinée.

Lorsque seront étudiés les barrages de Badoumbé, Marela et Boudofora, il sera préférable de décrire plus précisément les apports du Bakoye et de la Baoulé qui sont à ce stade uniquement décrits à partir des débits spécifiques du bassin contrôlé par la station d'Oualia. A noter que l'étude de la Monographie du fleuve Sénégal a été récemment lancée par l'OMVS. Cette étude vise à analyser et à homogénéiser les données hydrologiques (pluviométriques et hydrométriques notamment) sur l'ensemble du bassin. Elle pourra contribuer à affiner ultérieurement la description des apports des sous-bassins si de nouvelles données sont validées.

2.5.2 APPORTS DES SOUS-BASSINS MAURITANIENS A L'AVAL DE BAKEL

En absence de données mesurées de débits sur les affluents en aval de Bakel, nous avons exploité les apports annuels estimés dans le document « Gestion des Ressources en Eau en Mauritanie » (Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie - OMVS - UNDP, 1995). Nous avons reconstitué des apports mensuels en y appliquant un hydrogramme unitaire représentatif de la crue. Cet hydrogramme est basé sur le schéma suivant : début de la crue en juillet, pic de la crue fin août-début septembre et décrue jusqu'en novembre-décembre. Les volumes annuels repris de l'étude sont les suivants :

- Bassins du Ghorfa et du Niorde : 316 millions de m³/an (débit moyen de 10 m³/s)
- Bassin du Gorgol : entre 255 et 565 millions de m³/an (valeur minimale retenue, soit un débit de 8 m³/s)
- Bassin du Ketchi/Aleg : 120 millions de m³/an (débit moyen de 3.8 m³/s)
- Système du lac de R'Kiz : 140 millions de m³/an (débit moyen de 4.4 m³/s)
- Bassins en aval de Rosso : 300 millions de m³/an (débit moyen de 9.5 m³/s)

A noter que la contribution de ces bassins pèse peu (5 à 6%) sur l'ensemble des apports du fleuve qui s'élèvent en moyenne à 18.6 milliards de m³/an à Bakel (sur la période 1950-2010). Les incertitudes, bien que fortes compte tenu des données disponibles, ne sont donc pas pénalisantes pour le projet.

2.5.3 CHOIX DE LA PERIODE DE REFERENCE

Il serait, en principe, suffisant de sélectionner une année sèche, une année humide et une année moyenne pour analyser l'état actuel ainsi que les performances des scénarios futurs. Il est cependant généralement préférable de considérer une longue période continue pour pouvoir d'une part évaluer l'impact d'une longue sécheresse et d'autre part évaluer statistiquement les résultats.

La période commune de ces chroniques de débit est la période 1954 à 2009. Cette période de 55 années de mesures est représentative d'une hydraulité variable sur le bassin car elle inclut des années humides, moyennes et sèches, comme l'illustre la figure suivante.

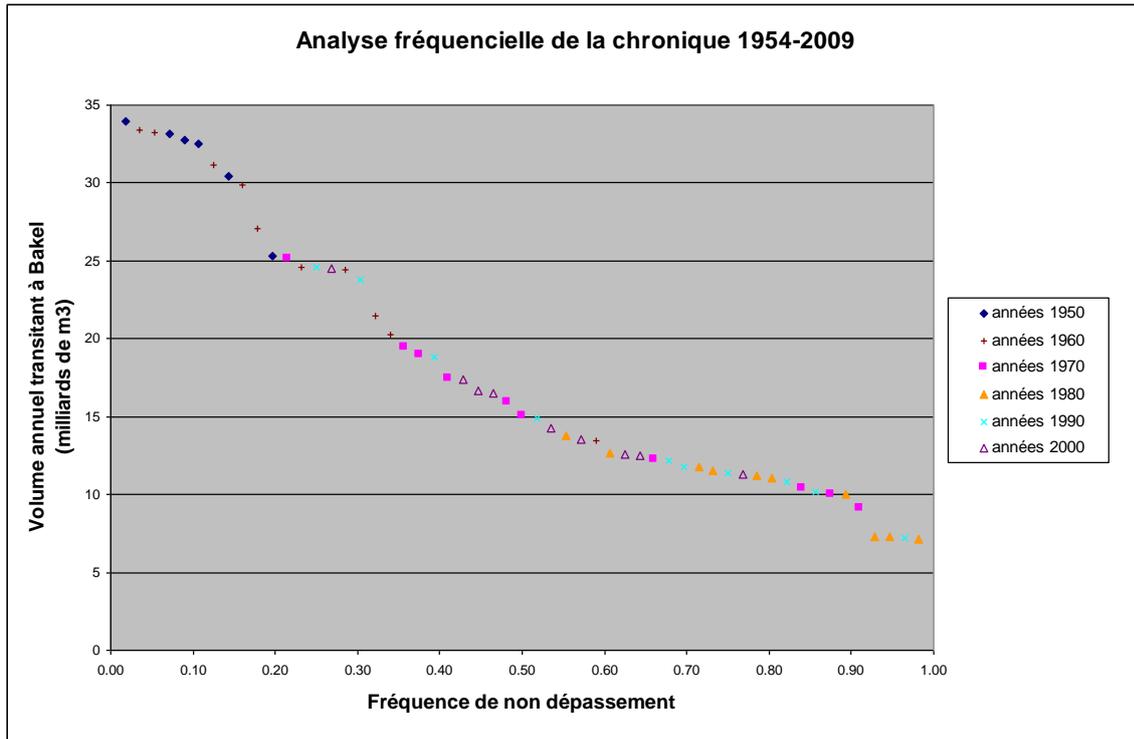


Figure 1 : Analyse fréquentielle de la chronique de volumes transitant à Bakel 1954-2009

La question est de savoir si cette chronique est représentative de l'hydraulicité des années futures. Des travaux de recherche sont régulièrement entrepris, sur la base de modèles globaux pour étudier l'évolution du climat et faire des prévisions sur l'évolution des températures et des précipitations dans les différentes régions du monde.

De ces études, il est difficile d'extraire une tendance nette sur la région étudiée en ce qui concerne l'évolution des précipitations et du ruissellement. Selon les scénarios testés et selon les modèles, les résultats diffèrent.

L'hypothèse que nous formulons en prenant en compte l'ensemble de la chronique observée de 1954 à 2009 consiste à dire que les conditions climatiques dans les années futures sont susceptibles de correspondre à celles des 50 dernières années.

Il serait néanmoins possible de restreindre la chronique à la période 1970-2009 pour exclure les années humides des années 1950 et 1960. Le choix de la période de référence aura nécessairement un impact sur l'analyse statistique des résultats.

2.6 LES AMENAGEMENTS (BARRAGES ET CENTRALES AU FIL DE L'EAU)

2.6.1 LES BARRAGES

Les ouvrages structurants majeurs sont définis dans le modèle. Il s'agit des barrages existants et des barrages en projet que l'on souhaite étudier.

Parmi les barrages, on distingue :

- les barrages-réservoirs ayant un volume de stockage significatif et ayant une vocation à la fois de régulation du débit et de production hydroélectrique,
- les barrages au fil de l'eau qui ont pour objectif de produire de l'hydroélectricité. A noter que ces barrages peuvent avoir un volume de stockage, sans rôle régulateur significatif.

De nombreux projets de barrages ont été ou sont à l'étude sur le bassin du Sénégal. Parmi cette liste, il a été convenu, en concertation avec l'OMVS, de se limiter aux projets ayant le plus de chance d'aboutir à l'horizon 2025 (horizon du SDAGE). Il s'agit des 4 barrages suivants (figurant dans les scénarios du schéma Energie du SDAGE – phase 2) :

- Gourbassi, sur la Falémé
- Koukoutamba, sur le Bafing
- Boureya, sur le Bafing
- Balassa, sur le Bafing

Les barrages au fil de l'eau de Félou et Gouina ont également été intégrés aux scénarios. D'autres projets de barrages sont à l'étude à l'OMVS, mais à des stades moins avancés. Il s'agit des barrages suivants : Badoumbé (sur le Bakoye), Moussala (sur la Falémé), Bindougou (sur le Bafing), Boudofora (sur le Bakoye) et Marela (sur la Baoulé). Ces barrages ne sont pas étudiés dans les scénarios de la présente étude. Cependant, ils ont été intégrés dans le modèle en mode « désactivé » pour pouvoir les étudier si besoin ultérieurement.

Remarques particulières :

- Le projet de barrage de Galougo n'étant plus d'actualité, il n'a pas été pris en compte dans le modèle.
- Certains barrages (comme Balassa) ne sont qu'au stade APS et n'ont pas, à ce jour, de description précise, hormis le volume total de stockage et la capacité de production hydroélectrique. La description de la géométrie de ces ouvrages se fera nécessairement à partir d'hypothèses explicitées et qui pourront être affinées par la suite dans le paramétrage du modèle.
- Les projets de centrales hydro-électriques en Guinée ont été recensés mais ne seront pas intégrés au modèle car elles sont situées sur des affluents en tête de bassin en dehors des axes régulés par les futurs barrages. Les intégrer au modèle alourdirait le modèle sans apporter de nouvelles informations, car la production hydroélectrique de ces centrales est indépendante des scénarios étudiés. Cependant, leur contribution hydroélectrique est à comptabiliser au travers de productible moyen, en complément des productions des barrages étudiés dans chaque scénario.

- En absence de données concernant le rythme d'envasement des retenues (des études OMVS sont en cours sur ce point), il n'en est pas tenu compte. Cette donnée reste toutefois paramétrable et pourra être renseignée à l'avenir.

Toutes ces précisions listées ci-dessus ont été discutées et validées avec l'OMVS lors de la réunion technique qui s'est tenue à Dakar en juillet 2010.

Le tableau ci-dessous récapitule les barrages insérés dans le modèle. Les détails techniques concernant les barrages (géométrie, courbes hauteurs-volumes-surfaces, pertes par évaporation, ...) sont précisés en annexe.

	Nom barrages	Cours d'eau
Barrages existants	Manantali	Bafing
	Diama	Sénégal
Barrages en projet (inclus dans les scénarios)	Félou	Sénégal
	Gouina	Sénégal
	Gourbassi	Falémé
	Koukoutamba	Bafing
	Boureya	Bafing
	Balassa	Bafing
Barrages en projet (exclus des scénarios)	Badoumbé	Bakoye
	Moussala	Falémé
	Bindougou	Bafing
	Boudofora	Bakoye
	Marela	Baoulé

Tableau 7 : Liste des barrages insérés dans le modèle

2.6.2 LES CENTRALES HYDROELECTRIQUES

La production hydroélectrique est issue du turbinage des volumes transitant dans les centrales hydroélectriques, qu'elles soient au fil de l'eau ou associées à un barrage-réservoir. La production hydroélectrique dépend du débit turbiné, de la hauteur de charge et du rendement des turbines.

Les caractéristiques des puissances des turbines prévues dans les projets de barrages sont récapitulées dans le tableau suivant.

Cours d'eau	Site de barrage	Volume total de la retenue (Md m ³)	Volume utile de la retenue (Md m ³)	Puissance installée (MW)	Puissance garantie (MW)	Production moyenne (GWh/an)
Bafing	Balassa	1,265	0,9	180,9		470,3
	Boureya	5,5	2,85	160,6	54,2	717,4
	Koukoutamba	3,6	2,9	280,9	60,4	858
	Bindougou	2		49,5	35	289
	Manantali	11,3	8	200		800

Bakoye	Boudofora			30		175
	Badoumbé	10		70	46,5	410
Baoulé	Maréla	3		24	16	140
Fleuve Sénégal	Gouina	Au fil de l'eau	-	140		500
	Félou	Au fil de l'eau	-	59		320
Falémé	Gourbassi	2,1	1,5	20 à 25	13	104
	Moussala	3		30	20	175

Tableau 8 : Récapitulatif des caractéristiques de production hydroélectrique des barrages actuels et en projet

Rappelons que les valeurs de production hydroélectrique moyenne des barrages affichées dans ce tableau sont issues des études de dimensionnement de chaque barrage étudié individuellement. L'approche adoptée dans le cadre du SDAGE et les hypothèses étant différentes (période de référence, besoins en eau, contraintes, etc.), il est prévisible que les résultats du modèle donnent des valeurs différentes.

Les besoins hydroélectriques sont définis dans le modèle comme des objectifs à satisfaire qui se traduisent, dans le cas des barrages réservoirs, par des volumes à destocker. Ces besoins sont décrits mensuellement.

Rappelons que les centrales en projet en Guinée, bien que non modélisées, apportent un complément de production hydroélectrique. La description de ces centrales est faite dans le tableau ci-après.

Nom de l'ouvrage	Cours d'eau	Superficie bassin versant (km ²)	Energie				Scénario schéma énergétique
			Puissance installée (MW)	Productible annuel moyen (GWh)	Hauteur de chute (m)	débit turbiné moyen (m ³ /s)	
Tolo	Bafing	12	0.04	0.28			sc. pessimiste
Dounkimagna	Maféwol-Dalabawöl	16	0.05	0.35			sc. pessimiste
Dionfo	Dombélé	280	1.4	4.4	31.5	4.83	sc. pessimiste
Gaya	Dombélé	463	2.7	8.2	16.6 - 35.5	4.77	sc. pessimiste
Douréko I aval	Samenta-Kioma	225	0.92	1.84	26.5 - 29.5	3.6	sc. pessimiste
Douréko II (=Gaïgui)	Samenta-Kioma	173	0.65	1.3	45	1.97	sc. pessimiste
Poukou	Hériko	48	2.8	7	137	0.77	sc. moyen
Biwbaw	Téné	175	2.5	7.5	180	-	sc. moyen
Bindy-Bomboli	Oury	26.1	0.67	2.01	130		sc. moyen
Ley-Donghora	Donghora	30.6	1.08	2.9			sc. moyen
Bagata	Kioma	1150	1.1	4.4	80		sc. optimiste
Soula	Kokoun	372	2.5-3	5 – 6	50	6.34	sc. optimiste
Faghan II	Faghan	160	2.5	8.6	50	2.5	sc. optimiste
Ley-Fita	Ditinn	42	0.85 – 1.5	1.7 - 3			sc. optimiste

Tableau 9 : Récapitulatif des projets de centrales hydroélectriques en Guinée

Rappel : il existe une classification bien établie avec 4 types de centrales selon les puissances nominales :

- P < 250 KW : pico-centrales
- P < 1.5 MW : micro-centrales
- P < 2.5 MW : mini-centrales
- P > 2.5 MW : centrales

2.7 LES USAGES

2.7.1 LES PRELEVEMENTS EN EAU

2.7.1.1 Introduction

Dans le modèle, les usages consommateurs d'eau correspondent aux besoins en eau pour :

- l'Alimentation en Eau Potable (AEP),
- l'irrigation,
- l'abreuvement du cheptel,
- les industries et les mines.

Ces usages sont pris en compte comme des points de prélèvements géolocalisés à différents nœuds du modèle.

Certains usages consommateurs d'eau seront pris en compte individuellement (AEP des grandes villes par exemple), les autres seront regroupés par type et par sous-bassins (irrigation, mines, cheptel). Toutes les demandes sont prises en compte avec une répartition mensuelle de la demande.

2.7.1.2 Besoins en eau pour l'irrigation

Besoins actuels :

Pour les besoins actuels, nous nous sommes basés sur les données de la campagne 2004-2005 qui représente une année parmi les plus productives et dont les données sont disponibles dans le Tableau de Bord pour le Sénégal, Mali et Mauritanie. Ces données détaillent les superficies affectées aux différents types de culture sur les différents tronçons du modèle ainsi que les consommations mensuelles par type de culture. Ces consommations prennent en compte l'efficacité des réseaux de distribution.

Cette demande actuelle représente un volume annuel de l'ordre de 1.4 milliards de m³, dont la répartition selon les sous-bassins du modèle est précisée dans le tableau ci-dessous.

BV	Surface irriguée (ha)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	Total
BV3	326	0.3	0.4	0.4	0.1	0.0	0.0	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	3
BV6	710	0.0	0.0	0.3	0.2	0.2	0.2	3.0	2.9	3.2	2.9	0.4	0.0	13
BV19	10 039	20.4	23.7	25.8	5.5	0.0	0.0	1.1	2.0	1.3	1.2	16.3	17.2	115
BV20	249	0.2	0.3	0.4	0.6	0.1	0.0	0.3	0.4	0.4	0.3	0.2	0.2	4
BV21	2 064	0.3	0.5	1.6	1.7	0.9	0.6	4.7	6.6	5.0	4.8	1.0	0.3	28
BV22	17 308	5.1	8.5	28.2	30.4	16.2	11.1	35.4	51.6	35.3	33.5	10.4	5.1	271
BV23	8 149	2.9	4.8	12.3	13.8	6.3	3.7	18.9	30.4	20.0	19.1	5.9	2.9	141
BV24	12 822	21.5	18.9	31.1	35.2	39.1	38.2	48.6	56.1	47.1	46.4	30.7	21.5	435
BV25-26	22 668	3.2	5.4	32.3	32.7	21.5	17.2	62.2	97.4	63.6	60.7	12.2	3.2	412
BV27	1 105	0.2	0.4	1.0	1.2	0.5	0.3	3.0	4.9	3.3	3.1	0.7	0.2	19
Total	75 440	54	63	134	121	85	71	178	253	180	172	78	51	1 439

Tableau 10 : Récapitulatif de la demande actuelle (en millions de m³)

Besoins à horizon 2025 :

Pour les besoins en eau à l'horizon 2025, nous nous sommes basés sur les objectifs de superficies à aménager à l'horizon 2025 précisés par la FAO dans le cadre du projet PARACI (Plan d'Action Régional pour l'Amélioration des Cultures Irriguées dans le bassin du fleuve Sénégal, novembre 2009). Ils sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

	Superficies potentielles irrigables - objectif FAO 2025 (ha)
GUINEE	19 926
MALI	12 510
MAURITANIE	66 586
SENEGAL	156 305
Total BASSIN	255 327

Tableau 11 : Objectif FAO des superficies potentielles irrigables

Pour définir les besoins en eau mensuels, nous nous sommes basés sur les données fournies dans le schéma de développement agro-sylvo-pastoral (Axe Stratégique 1 : Améliorer les activités productives agricoles dans le respect de l'environnement).

C'est-à-dire que l'on suppose que :

- En saison des pluies : 90% des surfaces sont emblavées en riz et 10% en maraichage
- En saison sèche, la répartition des superficies varie en fonction du pays selon le tableau suivant :

Pays\Spécifications	Riz (%)	Maraichage (%)	Canne (%)
Sénégal	50	24	26
Mali	60	40	
Mauritanie	90	10	
Guinée	50	50	

- Les consommations moyennes sont de :
 - 15.700 m³/ha pour le riz d'hivernage
 - 20.600 m³/ha pour le riz de contre-saison
 - 10.000 m³/ha/an pour le maraichage
 - 38.500 m³/ha/an pour la canne à sucre
- L'intensité culturale est de 130 %

Sur la base de ces hypothèses, **les besoins en eau pour l'irrigation à horizon 2025 sont d'environ 5.2 milliards de m³/an** (cf. détails dans le tableau ci-dessous).

BV	Surface irriguée (ha)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	total
BV3	19 926	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	58.0	58.0	58.0	58.0	58.0	11.3	369
BV6	1 562	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	1.0	30
BV19	10 948	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	6.9	31.9	31.9	31.9	31.9	31.9	6.9	208
BV20	862	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	0.6	17
BV21	7 147	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	5.1	20.8	20.8	20.8	20.8	20.8	5.1	140
BV22	59 936	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	43.1	174.4	174.4	174.4	174.4	174.4	43.1	1 174
BV23	28 219	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	20.3	82.1	82.1	82.1	82.1	82.1	20.3	553
BV24	44 402	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	61.8	132.8	132.8	132.8	132.8	132.8	61.8	1 097
BV25-26	78 498	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	56.5	228.4	228.4	228.4	228.4	228.4	56.5	1 537
BV27	3 827	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1	2.8	75
Total	255 327	209	209	209	209	209	209	746	746	746	746	746	209	5 198

Tableau 12 : Besoins en eau pour l'irrigation en 2025 par sous-bassins (en millions de m³) selon l'hypothèse 2

A titre d'information, les besoins en eau pour l'irrigation pour une intensité culturale de 160% (toute hypothèse égale par ailleurs) est d'environ 6.4 milliards de m³/an.

2.7.1.3 Besoins en eau pour l'AEP

Le poids des prélèvements pour l'AEP est faible devant les besoins d'irrigation comme cela a été rappelé dans le chapitre précédent. Nous prenons en compte dans le modèle les prélèvements AEP des grandes villes qui prélèvent dans le fleuve. Ne sont pas pris en compte les prélèvements sur la ressource souterraine (AEP en milieu rural).

Sont également intégrés les prélèvements dans le fleuve et ses annexes alimentant des agglomérations hors-bassin (ex : Dakar et Nouakchott).

Les données des prélèvements actuels sont issues des données les plus récentes en provenance des principales structures qui gèrent l'eau dans le bassin : EDM-SA (Mali), SDE (Sénégal), SNDE (Mauritanie), SEG (Guinée).

Le tableau suivant récapitule les prélèvements actuels en AEP sur le fleuve sur les principaux points de prélèvement. Les prélèvements futurs, à horizon 2025, sont estimés sur la base d'une croissance de 3% par an.

	Milieu Urbain	BV	Actuel	2025	source
Guinée	Labé, Dalaba, Dabola	2	1 322 000	1 996 220	SEG 2008
	Dinguiraye, Faranah	3	3 321 250	5 015 088	SEG 2008
Mali	Kayes	18	3 473 000	5 244 230	EDM-SA 2007
	Kita	12	840 000	1 268 400	EDM-SA 2007
Sénégal	KMS (vers Dakar)	25	19 484 000	23 725 000	SDE
	Station AEP G'Nit (vers Dakar)	25	18 253 000	23 360 000	SDE
	St-Louis	27	4 753 000	7 177 030	SDE 2008
	Richard-Toll	24	658 000	993 580	SDE 2008
	Dagana	23	236 000	356 360	SDE 2008
	Podor	22	182 000	274 820	SDE 2008
Mauritanie	Rosso	25	579 000	874 290	SNDE 2007
	alim. future Nouakchott	26	Mise en eau 2010	62 050 000	
TOTAL AEP			53 101 250	132 335 018	

Tableau 13 : Estimation des besoins en AEP sur le bassin (en m³/an)

2.7.1.4 Besoins pour le cheptel

L'analyse des besoins actuels et futurs a été réalisée dans le schéma de développement agro-sylvo-pastoral en phase 2 du SDAGE. Seuls sont comptabilisés les besoins prélevés sur les eaux superficielles et non dans les eaux souterraines. Les données sont récapitulées dans le tableau suivant.

Pays	Besoins en eau (m ³ /an) en 2008	Besoins en eau (m ³ /an) en 2025	BV où affecter le prélèvement
Guinée	16 268 000	17 970 000	3
Mali	11 504 000	16 919 000	17
Mauritanie	18 823 000	27 904 000	20
Sénégal	14 798 000	20 835 000	20
Total (m³/an)	61 393 000	83 628 000	

Tableau 14 : Estimation des besoins en eau pour le cheptel sur le bassin

2.7.1.5 Besoins en eau pour les mines/industries

Les besoins les plus significatifs sont listés dans le tableau suivant. Les données proviennent du schéma « Mines et Industries » du SDAGE.

Filière	Localisation	Rivière/ fleuve	Prélèvements actuels (m3/an)	Prélèvements 2025 (m3/an)	BV
FER	Falémé	Koila-Kobé (affluent Falémé)	0 ¹	182 500 000 ²	8 ³
	Didjan Kéniéba	Falémé	0 ¹	18 250 000	8 ³
	Balé	Falémé	0 ¹	18 250 000	8 ³
OR	Sadiola	Falémé	7 500 000	7 500 000	9 ³
	Loulo	Falémé	5 657 000	5 657 000	8 ³
TOTAL			13 157 000	232 157 000	

Tableau 15 : Estimation des besoins pour les mines/industries sur le bassin

¹ Exploitation non encore démarrée

² 85% de l'eau est recyclée (c-à-d ré-injectée dans le processus de traitement du minerai)

³ le BV8 est en amont de Gourbassi, le BV9 est en aval.

En ce qui concerne l'uranium et la bauxite au Mali, l'exploitation à l'horizon 2025 a été estimée comme peu probable (ce qui a été validé en Phase 2 du SDAGE) car non identifiée par des compagnies minières. Cette demande n'a donc pas été prise en compte dans le modèle.

2.7.2 ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX ET MAINTIEN D'UNE CRUE ARTIFICIELLE

L'un des objectifs environnementaux déclinés dans le Schéma Environnement du SDAGE vise à adopter à long terme une gestion environnementale du régime du fleuve, indispensable pour reconquérir la plaine d'inondation à large échelle.

Le principe de la gestion environnementale du régime des eaux est le suivant :

- Soutenir une crue la plus efficace possible sur le plan écologique dans la zone influencée (delta, vallée, bassin versant intermédiaire et aval des affluents qui seront aménagés), sans causer de dommage aux personnes et aux biens ;
- Soutenir les étiages de façon acceptable, mais sans homogénéiser à outrance le régime pour ne pas faciliter l'installation d'écosystèmes non désirés (prolifération d'espèces envahissantes).

Il est donc recommandé d'intégrer ces deux objectifs dans les consignes prioritaires de gestion des futurs barrages qui seront réalisés par l'OMVS.

Ces objectifs environnementaux sont traduits par un hydrogramme de crue à atteindre à Bakel (dit « hydrogramme Roche »). Cet hydrogramme a été testé dans le modèle pour étudier son impact sur la disponibilité de la ressource et sa compatibilité avec les autres usages sur le bassin.

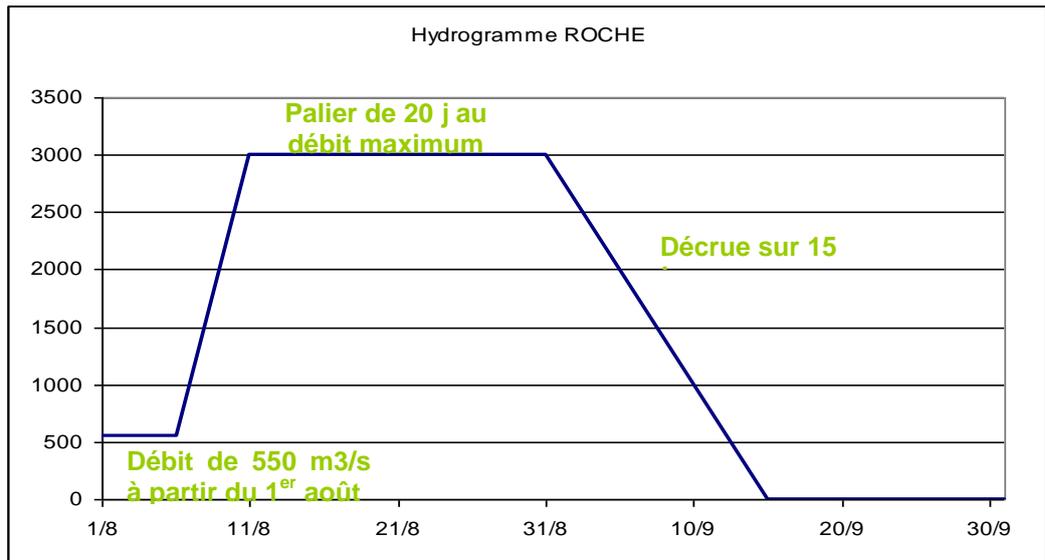


Figure 2 : Hydrogramme de crue proposé par Roche International, pour répondre aux enjeux environnementaux

Le volume de la crue ROCHE est ainsi estimé à 8.13 milliards de m³ sur 2 mois (août et septembre).

2.7.3 MAINTIEN DES CULTURES DE DECRUE

Les cultures de décrues ne sont possibles qu'en générant une crue artificielle suffisante pour pouvoir alimenter les cuvettes de cultures. L'étude POGR avait défini des hydrogrammes de crue selon des objectifs de surfaces irriguées. L'« hydrogramme POGR » retenu par l'OMVS est celui présenté dans la figure ci-après. Il permet d'inonder une surface de culture de décrue de 50.000 ha avec un minimum de ressource. Il sera fixé comme un objectif à satisfaire dans le modèle pour permettre le maintien des cultures de décrue. Cet hydrogramme optimisé correspond à un volume de 4.5 milliards de m³ sur 2 mois (août et septembre).

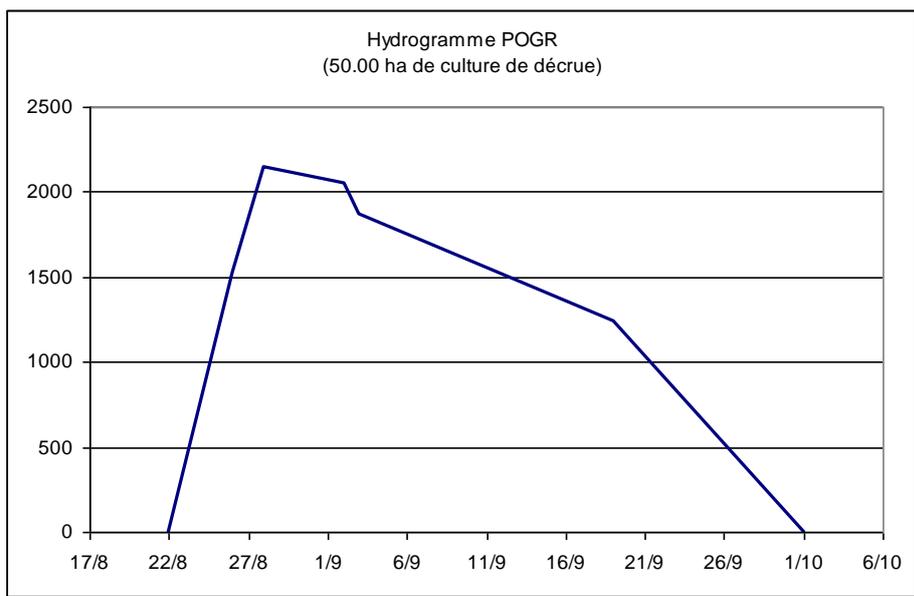


Figure 3 : Hydrogramme de crue optimisé proposé dans le POGR qui répond à un objectif de culture de décrue sur 50.000 ha

Rappelons que l'IRD, dans le cadre du POGR, avait établi une correspondance entre les volumes de crue minimum à atteindre à Bakel et les superficies potentiellement cultivables pour les cultures de décrue, en fonction de la durée de submersion (25 ou 30 jours).

Superficies cultures décrue (ha)	45 000	50 000	55 000	60 000	65 000	70 000	75 000
Submersion 30j	4 308	4 523	4 826	5 090	5 363	5 652	6 317
Submersion 25j	4 184	4 428	4 661	4 904	5 166	5 444	5 751

Tableau 16 : Tableau de correspondance entre le volume (millions de m³) de crue et les superficies de cultures de décrue en fonction de la durée de submersion.

2.7.4 PROTECTION CONTRE LES CRUES

Le schéma de gestion des risques de crue et d'inondations du SDAGE fait état du risque lié aux inondations. Le barrage de Manantali joue actuellement un rôle dans le laminage des crues pour limiter ce risque, car les inondations, notamment dans la vallée, peuvent engendrer d'importants dégâts et être préjudiciables aux populations riveraines. Le barrage de Manantali ne contrôle néanmoins qu'une partie des écoulements du bassin. Les futurs barrages auront également un rôle à jouer dans l'écrêtement des crues.

Dans le modèle, cet objectif se traduit par une valeur maximale du débit atteint à Bakel, fixée à 4500 m³/s dans les études antérieures (POGR, Plan d'Alerte).

2.7.5 NAVIGATION

L'un des objectifs issus du schéma sectoriel des transports et des communications concerne le développement de la navigation fluviale. Les conditions nécessaires à ce développement incluent la garantie d'un tirant d'eau minimum à satisfaire et un débit minimal à satisfaire de 100 m³/s entre Bakel et l'aval. Ce débit est intégré au modèle comme un débit minimum à satisfaire pour permettre la navigation toute l'année.

Les débits nécessaires pour satisfaire les autres usages à l'aval, en particulier la demande en eau d'irrigation, sont bien sûr à ajouter à cette valeur de débit minimal. Pour mémoire, les besoins de pointe agricoles représentent un volume mensuel de 252 Mm³ en situation actuelle en Août soit un besoin de pointe d'environ 100 m³/s. En ajoutant les pertes par évaporation le long du fleuve, dont le volume est estimé à près de 190 Mm³ pour le même mois, cela représente un débit additionnel de près de 200 m³/s qui doit être ajouté à la contrainte de navigation à Bakel. Le respect du maintien d'une ligne d'eau minimale, de compensation des pertes par évaporation et de la demande aval nécessite donc un débit de l'ordre de 300 m³/s à Bakel.

2.7.6 RECAPITULATIF DES USAGES DANS LE BASSIN

Le tableau ci-après résume les différents usages du bassin et rappelle la manière dont leurs objectifs sont décrits dans le modèle, selon le schéma dans lequel ils ont été décrits dans la phase 2 du SDAGE.

Usages (ou contrainte)	Schéma sectoriel concerné	Traduction dans le modèle
Production hydroélectrique	Schéma de développement énergétique	Objectif de production mensuelle par barrage
Irrigation agricole et abreuvement du cheptel	Schéma de développement Agro-sylvo-pastoral	Prélèvement (volume mensuel) à satisfaire
Cultures de décrue		Hydrogramme de crue objectif à atteindre (hydrogramme POGR)
Alimentation en Eau Potable	Schéma Eau potable et Assainissement	Prélèvement (volume mensuel) à satisfaire obligatoirement
Enjeux environnementaux / Crue artificielle	Schéma de Gestion et Protection de l'Environnement et des Ecosystèmes	Hydrogramme de crue objectif à atteindre (hydrogramme Roche)
Prélèvement des mines et industries	Schéma de développement industriel et minier	Prélèvement (volume mensuel) à satisfaire
Protection contre les inondations	Schéma de gestion des risques de crue et inondations	Contrainte de débit maximal à ne pas dépasser à Bakel
Navigation	Schéma des transports et des communications	Contrainte de débit minimal à garantir à Bakel

Tableau 17 : Récapitulatif des usages du bassin dans le contexte du SDAGE

2.8 LE PARAMETRAGE DU MODELE

2.8.1 ECHANGES AVEC LA NAPPE

Le modèle prend en compte les échanges entre le fleuve et la nappe à l'aval de Bakel sous la forme d'une loi du type :

$$I = K (Q - Q_0)^a$$

Avec I, le débit infiltré vers les nappes en m³/s

Q, le débit superficiel sur le fleuve au niveau de la zone d'infiltration (m³/s)

K, Q₀ et a □ paramètres de calage de la loi d'infiltration

Compte tenu du peu de données d'observation sur le fonctionnement des nappes, le calage de cette loi est de premier ordre et s'appuie sur l'analyse des données de débits issus des hauteurs d'eau à l'aval de Bakel, avant la mise en place de Diama, travail effectué par l'IRD (Jean-Claude BADER). Cela ne nécessite pas de connaître la délimitation physique de l'influence de la nappe alluviale.

2.8.2 PERTES PAR EVAPORATION LE LONG DU FLEUVE ET DANS LES RETENUES

L'évaporation est prise en compte dans tous les barrages à travers un taux d'évaporation (en mm/mois) défini mensuellement et selon la localisation du barrage (en général, l'évaporation est plus faible en amont du bassin qu'en aval). Les valeurs des taux d'évaporation sont généralement fournies par les stations climatiques. Le volume évaporé dépend de la surface du plan d'eau (variable au cours du temps) et de ce taux d'évaporation.

L'évaporation le long du fleuve est prise en compte de la même manière, à partir des surfaces évaporantes issues des données extraites du Tableau de Bord. Cette évaporation est de l'ordre de : 150 millions de m³/an pour une année moyenne.

2.8.3 BESOINS ENVIRONNEMENTAUX DES ANNEXES HYDRAULIQUES

Les besoins environnementaux liés aux lacs et annexes hydrauliques de l'aval du bassin (Guiers, R'Kiz, Diawling, Djoudj, etc.) regroupent les pertes par évaporation et l'évapotranspiration des surfaces colonisées par les végétaux aquatiques (typha). Leur estimation est issue des valeurs du Tableau de Bord. Ces besoins sont pour une année moyenne de 1.2 milliards de m³/an.

2.9 DESCRIPTION DES SIMULATIONS REALISEES

2.9.1 DEFINITION DES SCENARIOS

Les 3 scénarios testés sont homogènes avec les scénarios du schéma de développement énergétique du SDAGE. Il s'agit des scénarios suivants :

- **Scénario 1 (Scénario de Référence) :**
 - Pas de nouveau barrage régulateur (Manantali uniquement)
 - Mise en service de Félou et Gouina (barrages au fil de l'eau)
 - Prise en compte des besoins à horizon 2025
- **Scénario 2 (Scénario Moyen) :**
 - Mise en service d'un nouveau barrage régulateur : Koukoutamba
 - Mise en service de Félou et Gouina (barrages au fil de l'eau)
 - Prise en compte des besoins à horizon 2025
- **Scénario 3 (Scénario Maximaliste) :**
 - Mise en service de 3 nouveaux barrages régulateurs : Koukoutamba, Boureya et Goubassi
 - Mise en service de Félou, Gouina et Balassa (barrages au fil de l'eau)
 - Prise en compte des besoins à horizon 2025

Le tableau suivant récapitule la description de chaque scénario : combinaison d'aménagements, demandes en eau objectif et contraintes à respecter.

Scénario	Référence (pessimiste)	Moyen	Maximaliste (optimiste)
Aménagements en projet			
Centrales fil de l'eau	FELOU	FELOU	FELOU
	GOUINA	GOUINA	GOUINA
Ouvrages structurants		KOUKOUTAMBA	KOUKOUTAMBA
			GOURBASSI
			BOUREYA
			BALASSA
Usages consommateurs (Mm³)			
Horizon besoins	2025	2025	2025
AEP	132.3	132.3	132.3
Mines	232.2	232.2	232.2
Cheptel	83.6	83.6	83.6
Irrigation (hors décrue)	5198	5198	5198

Tableau 18 : Récapitulatif des scénarios testés par le modèle

Des simulations dites « exploratoires » ont été réalisées pour tester la sensibilité des divers paramètres (usages, contraintes) sur l'utilisation de la ressource. Des résultats « bruts » ont été présentés lors de l'atelier du 21 octobre 2010. Depuis, des hypothèses ont été revues et ajustées, et nous ne présentons dans ce rapport que les résultats finaux après optimisation des règles de gestion.

2.9.2 REGLES DE GESTION

Les règles de gestion permettent de paramétrer le niveau de prudence de la gestion et de déterminer les allocations en eau aux usages et les déstockages qui y répondent en fonction de l'hydraulicité du bassin ; elles influent sur le risque de défaillance (i.e. non satisfaction des besoins). Les fréquences d'espérance d'apports, les chroniques d'apport hydrologique sur lesquelles sont effectuées les simulations font également partie de ce jeu d'hypothèses. En toute rigueur, les règles de gestion font partie intégrante des scénarios car elles doivent être ajustées en fonction de l'équilibre entre la ressource et la demande.

La définition des règles de gestion comporte une étape de calage afin d'obtenir des résultats optimaux (minimisation des défaillances, maximisation de la demande satisfaite).

Dans les règles de gestion de tous les scénarios, nous avons imposé :

- La satisfaction des besoins pour l'AEP et pour le cheptel à l'horizon 2025 (ils représentent des volumes faibles à l'échelle des volumes disponibles),
- La satisfaction d'un débit minimum de 100 m³/s depuis Bakel jusqu'à l'aval pour les besoins de la navigation,
- Une gestion prudente des stocks dans les barrages régulateurs de manière à prévenir des inondations (cela revient à abaisser le niveau des barrages avant la crue pour pouvoir écrêter le pic de la crue).

Des degrés de liberté sont donnés au volume à allouer pour l'irrigation et au volume de la crue artificielle, en précisant pour chacun un volume maximum (objectif) et un volume minimum (paramètre à ajuster) en-deçà duquel on ne s'autorise pas à descendre, sauf en cas de ressources insuffisantes.

2.9.3 CHOIX DES VARIANTES DES SCENARIOS

Les résultats que l'on obtient dépendent fortement des choix de gestion que l'on fait et donc de la priorité que l'on donne aux usages.

Sur le bassin du fleuve Sénégal, la Charte de l'Eau signée entre les pays membres de l'OMVS précise que le seul usage prioritaire est l'Alimentation en Eau Potable, en cas de pénurie de la ressource. Aucune priorisation n'est donnée sur les autres usages. Seule la CPE est habilitée à faire les arbitrages nécessaires en cas de pénurie de la ressource face aux besoins.

Afin de respecter ce libre arbitre, nous avons choisi de simuler 2 variantes pour chaque scénario, qui correspondent à des règles de gestion volontairement opposées, afin de fournir une fourchette de résultats :

- la 1^e variante privilégie la production hydroélectrique, sans pour autant pénaliser les autres usages ;
- la 2^e variante privilégie le soutien de la crue artificielle sans pour autant pénaliser les autres usages.

2.9.4 CHOIX DES INDICATEURS

Parmi les nombreux types de résultats que peut donner le modèle, les indicateurs choisis pour comparer les scénarios entre eux sont les suivants :

- le pourcentage de satisfaction sur les demandes en eau (AEP, abreuvement du cheptel, Mines-industries),
- Le volume alloué pour l'irrigation : volume moyen, minimum et maximum et le volume garanti 9 années sur 10,
- Le volume minimum garanti de la crue artificielle (estimé à Bakel),
- Le productible moyen total annuel et le productible total garanti 9 années sur 10 (annuel et mensuel),
- Le débit minimum à Bakel et au point de contrôle à l'aval du bassin afin de s'assurer du respect de la consigne de débit minimum pour la navigation,
- Le débit maximum à Bakel afin de s'assurer de la consigne de protection contre les crues et l'occurrence des dépassements du seuil des 4 500 m³/s à Bakel.

2.10 ANALYSE DES RESULTATS DES SIMULATIONS

	REFERENCE		MOYEN		MAXIMALISTE	
	Variante 1	Variante 2	Variante 1	Variante 2	Variante 1	Variante 2
AEP						
% de satisfaction en moyenne annuelle	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Alim. Cheptel						
% de satisfaction en moyenne annuelle	100%	100%	100%	100%	100%	100%
Mines/Industrie						
% de satisfaction en moyenne annuelle						
Besoins miniers 1 (amont Gourbassi)	64%	64%	64%	64%	64%	64%
Besoins miniers 2 (aval Gourbassi)	84%	84%	84%	84%	100%	100%
Environnement						
Volume transitant à Bakel (hm3) sur les mois d'août et septembre						
- volume moyen	9419	9761	8727	9250	7653	8351
- volume garanti 9 années sur 10	4164	4260	4190	4459	3173	4181
Fréquence satisfaction hydrogramme POGR (50.000 ha) – 4 500 hm3	0.86	0.88	0.88	0.88	0.72	0.83
Fréquence satisfaction hydrogramme ROCHE – 8 130 hm3	0.48	0.55	0.43	0.50	0.28	0.39
Volume total évaporé moyen (hm3/an)	1151	1186	1346	1391	2012	2152
Irrigation						
Fourniture maximale (hm3)	5 141	5 198	5 198	5 198	5 198	5 198
Fourniture moyenne annuelle (hm3/an)	4 878	5 014	4 924	5 069	4 678	5 077
Fourniture garantie 9 années / 10 (hm3)	4 245	4 514	4 435	4 727	3 899	4 755
Fourniture minimum (hm3)	3 899	3 899	3 911	4 116	3 899	4 144
Production Hydroélectrique						
Production moyenne (GWh/an)	1533	1455	2467	2374	3470	3445
Production garantie 9 années sur 10 (GWh/an)	951	874	1530	1489	2438	2131
Production mensuelle moyenne (GWh)	128	121	206	198	289	287
Navigabilité						
Débit mensuel minimum à Bakel	100	100	100	100	100	100
Débit mensuel minimum en aval	100	100	100	100	100	100
Protection contre les crues						
Débit mensuel maximum à Bakel	4 559	4 653	4 447	4 339	4 432	4 186
Nb mois de dépassement	1	1	0	0	0	0

Tableau 19 : Tableau des résultats des simulations (scénarios+variantes)

Le tableau ci-dessus récapitule l'ensemble des résultats obtenus pour les 6 simulations correspondant aux 2 variantes de chacun des 3 scénarios.

Les résultats obtenus sont le produit d'un ensemble complexe de paramètres de gestion (objectifs, contraintes, ..). Leur interprétation est parfois rendue difficile du fait de leurs interactions. On peut néanmoins dégager les grandes tendances suivantes.

Satisfaction des besoins en eau à horizon 2025 :

Concernant l'alimentation en eau potable et l'abreuvement du cheptel, les besoins en eau à l'horizon 2025 sont satisfaits sur l'ensemble du bassin pour tous les scénarios.

Les futurs besoins miniers alimentés par les apports naturels de la Falémé, tels qu'ils ont été estimés dans la phase 2 du SDAGE (supposés constants dans l'année) ne sont que partiellement satisfaits. Les déficits sont observés pendant les périodes d'étiage, entre mars et mai, voire de février à juin pour les années particulièrement sèches. La fréquence de défaillance sur cet usage est particulièrement importante : 80% des années, le besoin n'est pas satisfait. Toutefois, cette valeur masque le fait que ce sont les périodes d'étiage marqués qui pénalisent cet usage. La fourniture annuelle moyenne représente malgré tout 84 % du besoin total, ce qui peut rester acceptable. Par ailleurs s'il y a une saisonnalité dans le fonctionnement des mines et industries (i.e. une répartition mensuelle des besoins non uniforme dans l'année), cohérente avec l'hydraulicité naturelle, ce taux de satisfaction peut augmenter.

Seuls les besoins miniers situés à l'aval de Gourbassi sont satisfaits dans le scénario où Gourbassi est mis en oeuvre (scénario Maximaliste).

Protection contre les inondations :

Dans les règles de gestion des retenues, nous avons imposé une courbe de protection contre les inondations, qui consiste à destocker un volume suffisant avant l'arrivée de la crue afin de pouvoir amortir le pic de la crue.

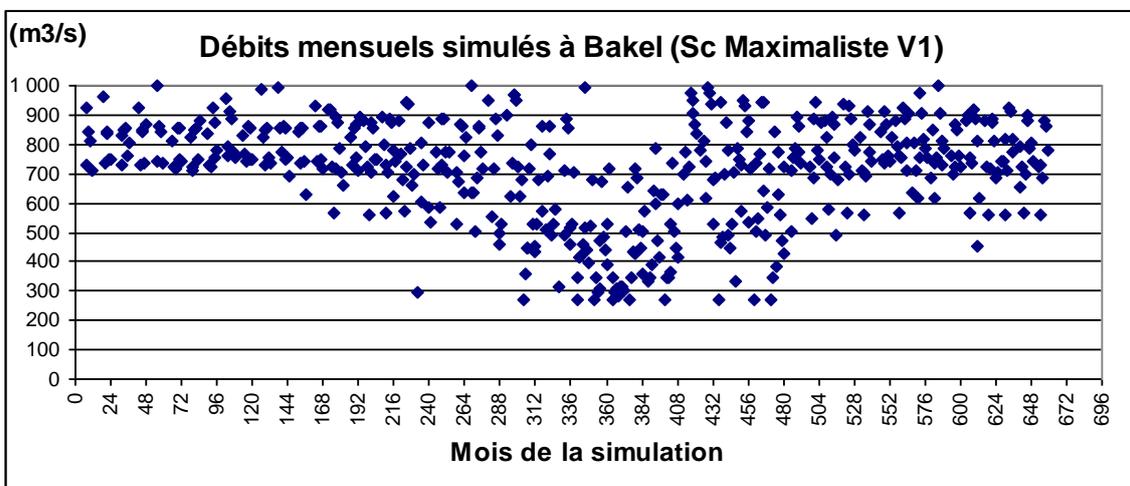
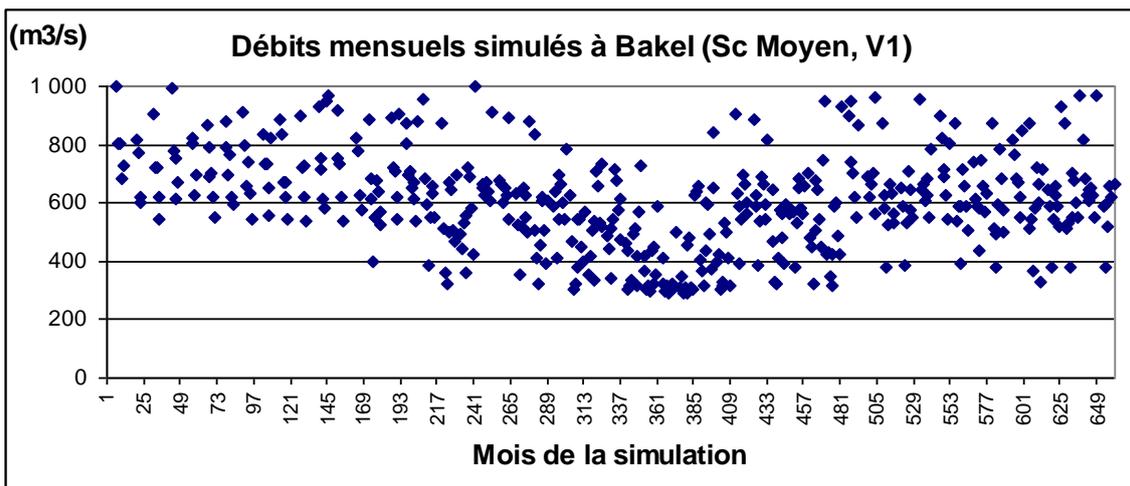
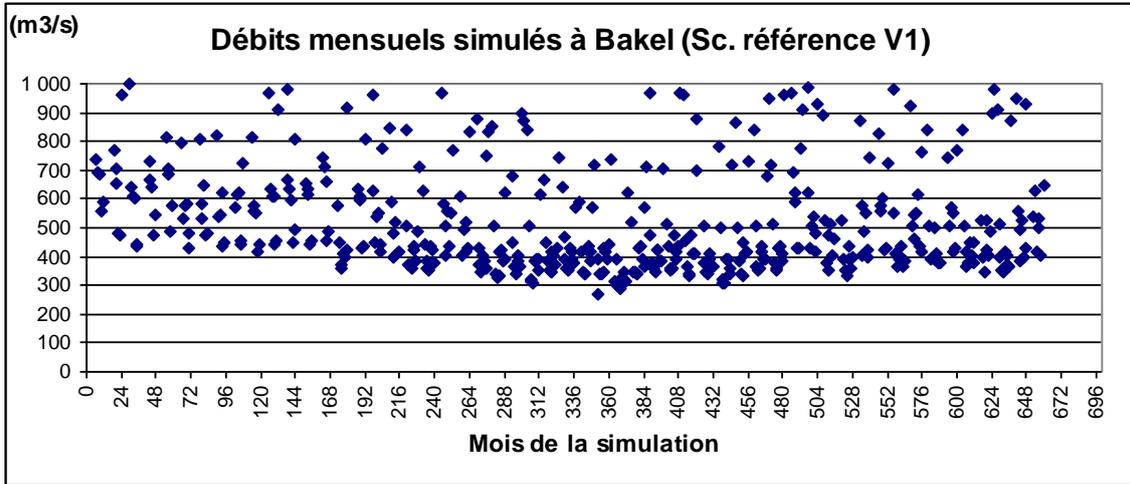
Avec Manantali comme seul barrage de régulation sur le bassin (scénario de référence), il est difficile de s'affranchir de tout risque d'inondation importante (correspondant à un débit supérieur à 4500 m³/s à Bakel).

Mais dès lors que l'on rajoute des barrages jouant un rôle de régulation (Koukoutamba dans le scénario Moyen, Koukoutamba + Boureya + Gourbassi dans le scénario Maximaliste), il est possible de réduire ce risque.

Sur la chronique 1954-2009, il est possible de ne pas dépasser ce seuil des 4500 m³/s à Bakel, moyennant des règles de gestion adaptées.

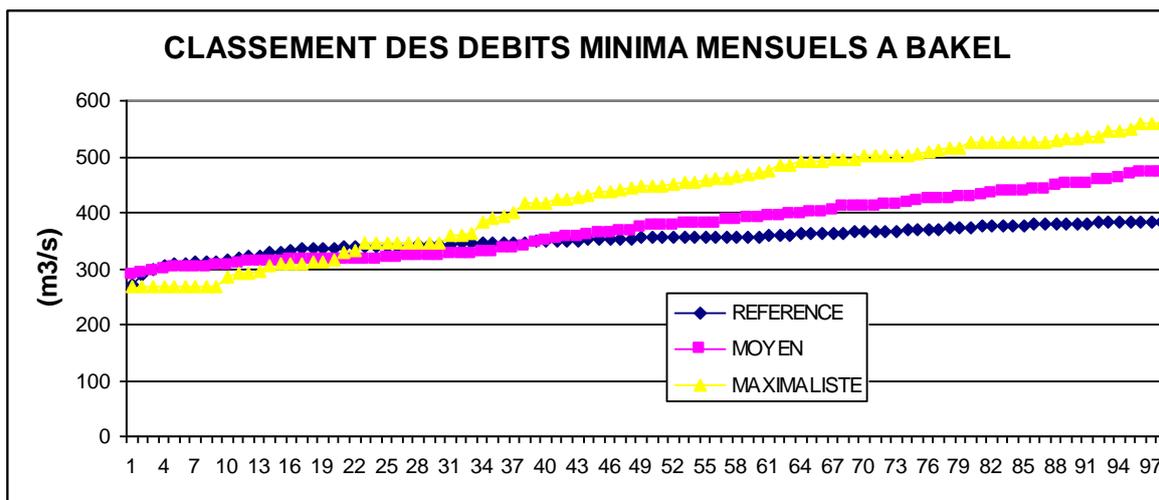
Navigabilité :

On s'assure que pour tous les scénarios le débit minimum de 100 m³/s est assuré de Bakel jusqu'en aval. Les graphiques suivants présentent les débits mensuels simulés à Bakel pour les trois scénarios (cas de la variante 1).



Le graphique suivant montre, pour les trois scénarios, les valeurs de débits mensuels à Bakel, classées dans l'ordre croissant. Sur les 55 années x 12 valeurs (soit 660 valeurs), nous n'avons représenté que les 100 premières valeurs correspondant aux minima à Bakel. Il apparaît clairement que :

- Le débit minimum de 300 m³/s est quasiment satisfait toutes les années (seuls 10 à 15 mois sur les 660 valeurs de la chronique, voient le débit à Bakel inférieur à 300 m³/s) ; la fréquence de défaillance sur cette contrainte est donc inférieure à 2%
- Du scénario de référence au scénario maximaliste, on assiste progressivement à une augmentation de ces débits minima.



Irrigation :

La fourniture moyenne pour l'irrigation varie selon les scénarios de 4.7 à 5.1 milliards de m³/an. Le volume garanti 9 années sur 10 varie de 3.9 à 4.7 milliards de m³/an. Cela signifie que le volume de 5.2 milliards de m³/an estimés dans l'hypothèse d'une intensité culturale de 1.3 dans la phase 2 du SDAGE, n'est atteint que lors des années de bonne hydraullicité. A noter que la variante privilégiant le soutien d'une crue minimum (variante 2) apporte un volume légèrement plus important (3% à 8% environ) pour l'irrigation.

Remarque importante :

Il n'est pas dans la démarche du SDAGE de quantifier le poids de chaque barrage dans la satisfaction des besoins agricoles. En effet, la gestion des barrages est coordonnée : les règles de gestion définies pour chaque barrage visent à satisfaire un objectif commun (satisfaction des besoins en eau et des contraintes de débits). Les apports naturels entrent également en ligne de compte en participant à la satisfaction de ces besoins. Selon leur localisation et selon l'hydraullicité de l'année (année humide/ année sèche), les barrages contribuent de manière différente à la satisfaction de tel ou tel besoin.

C'est une des valeurs ajoutées fortes du modèle utilisé qui ne préaffecte pas une demande à une ressource identifiée mais permet de jouer sur la souplesse du système en utilisant l'eau à l'endroit du bassin où elle se trouve, ce qui diffère selon les années, pour répondre à la demande globale.

Dans tous les cas, il est clair que l'efficacité d'un barrage est d'autant plus grande que son volume utile (mobilisable) est important. A titre d'illustration, une cartographie représente les volumes utiles des retenues et des demandes en eau du bassin.

Production hydroélectrique :

Par rapport au scénario de Référence, la production hydroélectrique générée par les nouveaux barrages augmente de 60% pour le scénario moyen et de 130% pour le scénario Maximaliste.

Les mois où la production hydroélectrique est la plus importante sont août, septembre et octobre (hivernage).

Le détail du productible produit par barrage est précisé dans le tableau ci-dessous et illustré dans la figure qui suit.

Productible moyen annuel (GWh/an)	REFERENCE		MOYEN		MAXIMALISTE	
	Variante 1	Variante 2	Variante 1	Variante 2	Variante 1	Variante 2
Manantali	662	627	677	640	678	634
Félou	298	279	316	290	321	287
Gouina	574	549	598	567	600	565
Koukoutamba	-	-	876	877	877	877
Boureya	-	-	-	-	562	659
Gourbassi	-	-	-	-	91	82
Balassa	-	-	-	-	342	342
Total (GWh/an)	1533	1455	2467	2374	3470	3445

Tableau 20 : Détail des productibles obtenus par barrage

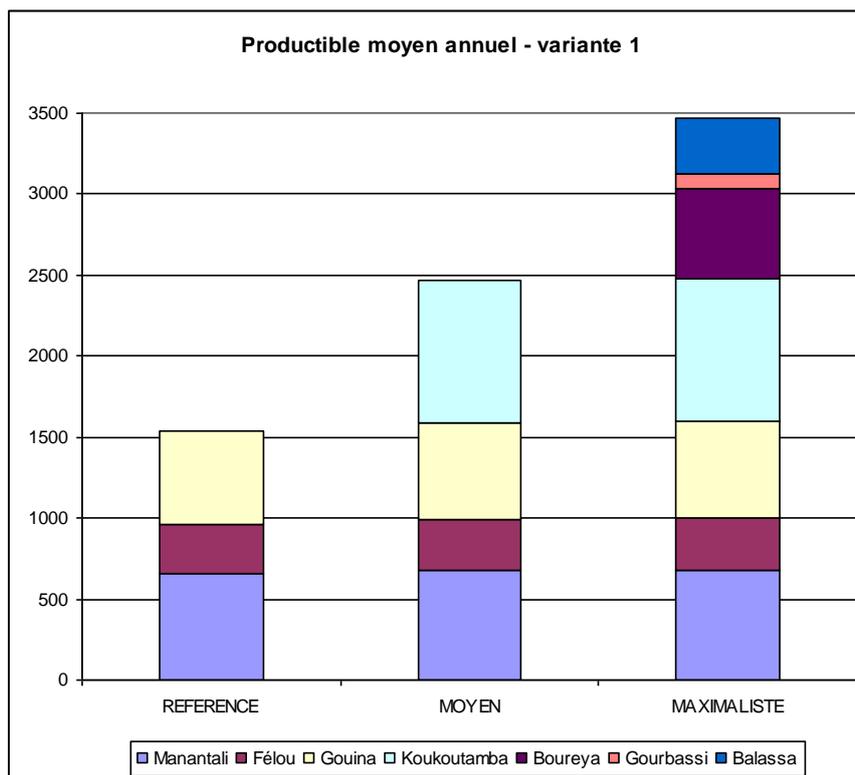


Figure 4 : Détail des productibles obtenus par barrage

Le barrage de Koukoutamba est celui qui fournit le productible le plus important (25% du productible total du scénario Maximaliste). En revanche, Gourbassi contribue pour moins de 3% du total produit dans le scénario Maximaliste.

Les valeurs moyennes de production hydro-électrique générées par Manantali données au tableau précédent sont calculées sur l'ensemble de la période simulée soit de 1954 à 2009. Cette période est plus large que celle qui a servi de base à l'étude de faisabilité de la retenue qui n'incluait pas complètement le cycle d'années de faible hydraulité des années 1980. A titre de comparaison, le tableau suivant précise les moyennes de production (GWh) de Manantali calculées sur la période 1954 –1980 de notre simulation. Le productible moyen est effectivement de l'ordre de 800 GWH (pour le scénario de référence).

	REFERENCE	MOYEN	MAXIMALISTE
Moyenne sur 1954-2009	662	677	678
Moyenne sur 1954-1980	794	828	814

Tableau 21 : Moyennes de production hydroélectrique de Manantali selon deux périodes de référence

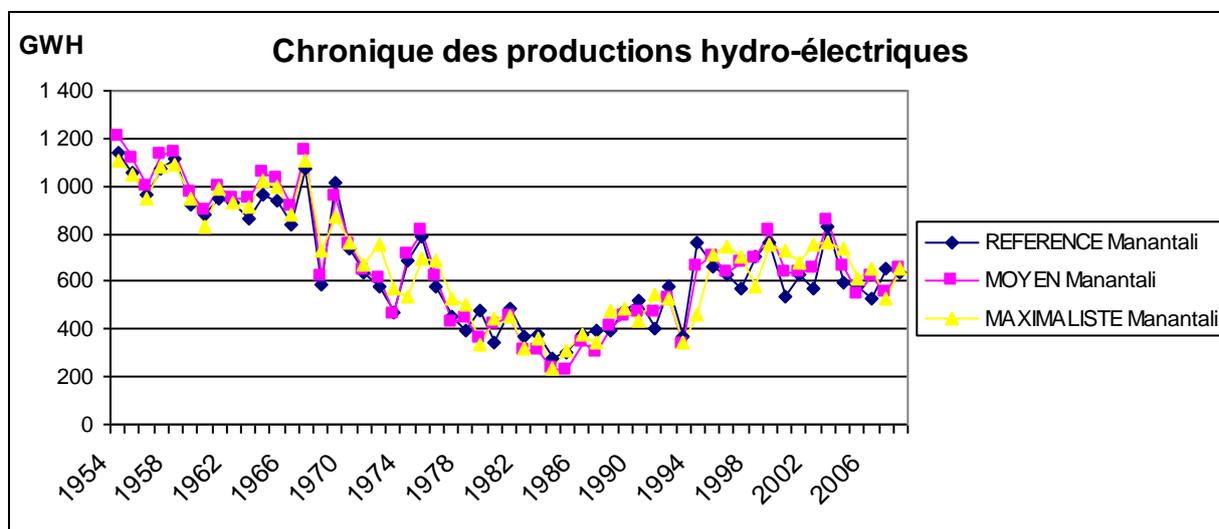


Figure 5 : Chroniques de production hydroélectriques selon les trois scénarios

En toute rigueur, les études de dimensionnement de la centrale se sont appuyées sur des déstockages de la retenue répondant à des besoins aval sans doute inférieurs que ceux affichés dans le SDAGE à l'horizon 2025.

Il en résulte inévitablement que dans notre approche, Manantali est d'avantage sollicité donc déstocké, pour répondre à l'ensemble des contraintes aval (irrigation et crue artificielle notamment). Le niveau global de la retenue étant abaissé dans les simulations (par rapport aux études de dimensionnement), il en résulte une tendance à l'abaissement du productible moyen, ce qui corrobore l'écart entre la valeur généralement retenue de 800 GWH et les résultats des simulations.

Rappelons qu'à ces valeurs se rajoutent les productibles des centrales en projet en Guinée, rappelés dans le tableau ci-après.

Scénario	Nom de l'ouvrage	Cours d'eau	Puissance installée (MW)	Productible annuel moyen (GWh)	Productible annuel moyen total (GWh)
Scénario 1 de Référence	Tolo	Bafing	0.04	0.28	16.4
	Dounkimagna	Maféwol-Dalabawöl	0.05	0.35	
	Dionfo	Dombélé	1.4	4.4	
	Gaya	Dombélé	2.7	8.2	
	Douréko I aval	Samenta-Kioma	0.92	1.84	
	Douréko II (=Gaïgui)	Samenta-Kioma	0.65	1.3	
Scénario 2 Moyen	Poukou	Hériko	2.8	7	35.8
	Biwbaw	Téné	2.5	7.5	
	Bindy-Bomboli	Oury	0.67	2.01	
	Ley-Donghora	Donghora	1.08	2.9	
Scénario 3 Maximaliste	Bagata	Kioma	1.1	4.4	57.8
	Soula	Kokoun	2.5-3	5 – 6	
	Faghan II	Faghan	2.5	8.6	
	Ley-Fita	Ditinn	0.85 – 1.5	1.7 - 3	

Tableau 22 : Production hydro-électrique supplémentaire apportée par les centrales en projet en Guinée

Soutien de crue :

Les résultats des simulations montrent que la mise en service de nouveaux barrages dans le bassin a pour conséquence une réduction du volume moyen annuel transitant à Bakel. Cela s'explique notamment par les volumes perdus par évaporation dans les retenues, qui s'élèvent de 1.1 à 2.1 milliards de m³/an en moyenne.

En comparaison avec le scénario de Référence, le scénario Moyen contribue à améliorer le soutien de la crue artificielle, ce qui garantit une superficie de culture de décrue de 50.000 ha près de 9 années sur 10.

En revanche, le scénario Maximaliste contribue dans une moindre mesure au soutien de la crue artificielle. La garantie d'une superficie de culture de décrue de 50 000 ha n'est que de 7 à 8 années sur 10.

Sur la chronique simulée (1954-2009), la crue Roche est assurée environ 1 année sur 2 pour les scénarios de Référence et Moyen et environ 4 années sur 10 pour le scénario Maximaliste (variante 2).

Notons également que favoriser le soutien de la crue artificielle réduit en très faible proportion la production hydroélectrique :

- réduction de 5% pour le scénario de Référence
- réduction de moins de 4 % pour le scénario Moyen
- réduction de moins d'1% pour le scénario Maximaliste

Volumes de la crue annuelle :

Les tableaux ci-après illustrent, pour chaque variante de chaque scénario les volumes mis en jeu à Bakel en distinguant la contribution des volumes restitués par les barrages réservoirs et les volumes des apports naturels.

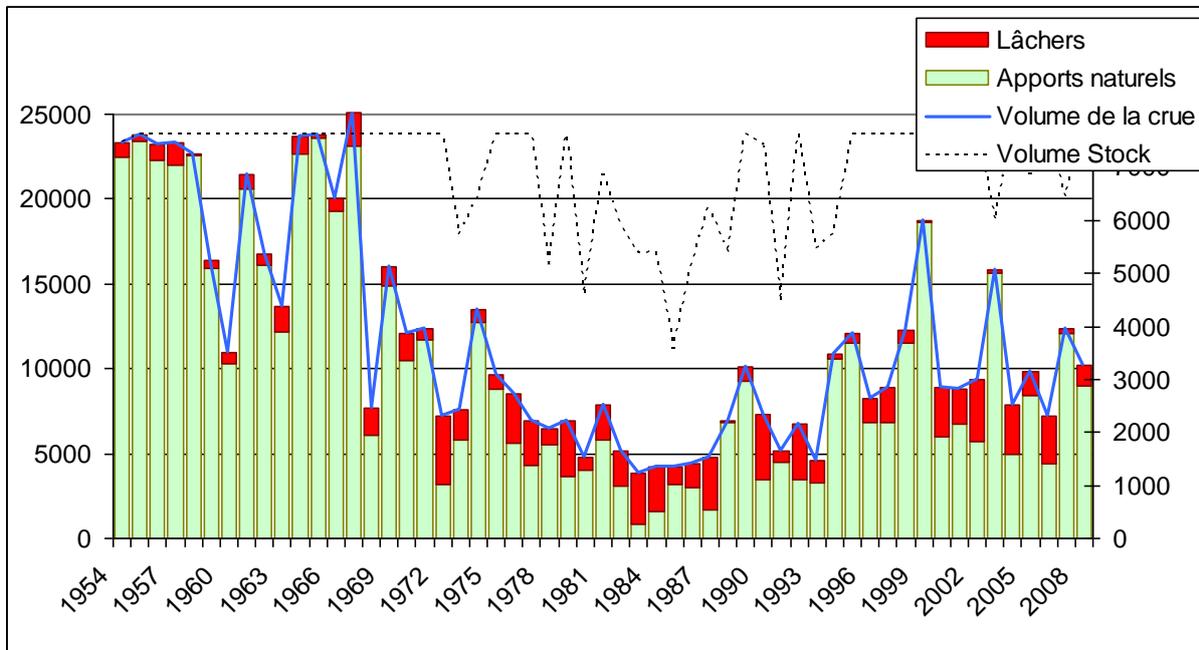


Figure 6 : Volumes annuels de la crue pour le Scénario de Référence – variante 1

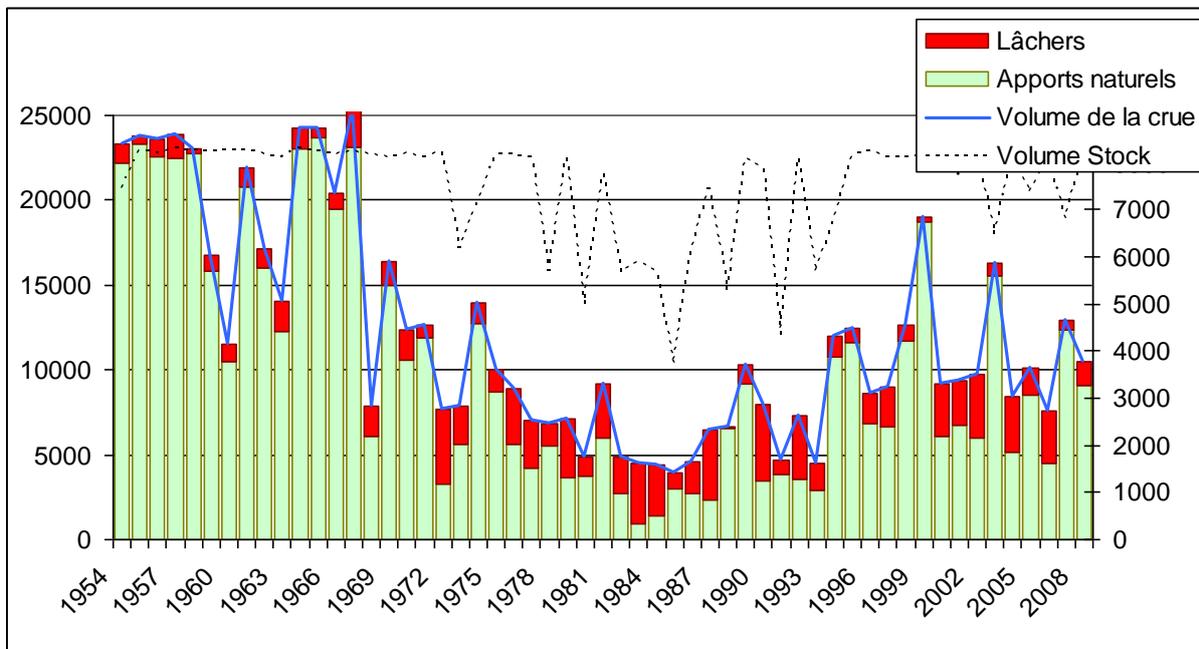


Figure 7 : Volumes annuels de la crue pour le Scénario de Référence – variante 2

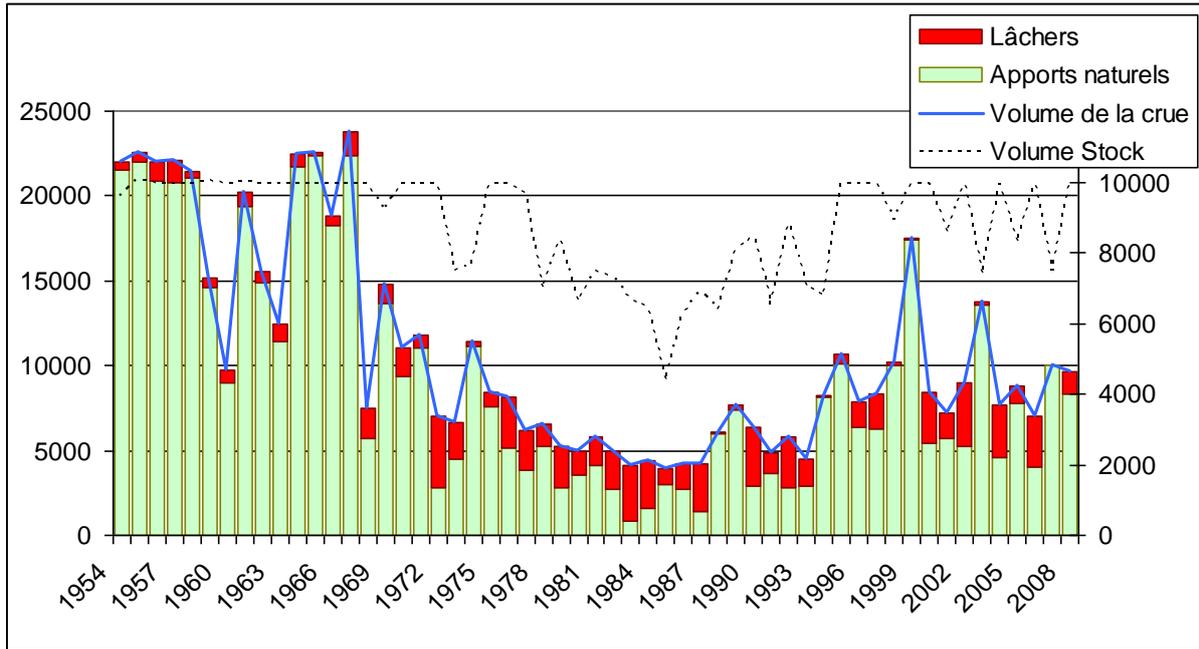


Figure 8 : Volumens annuels de la crue pour le Scénario de Moyen – variante 1

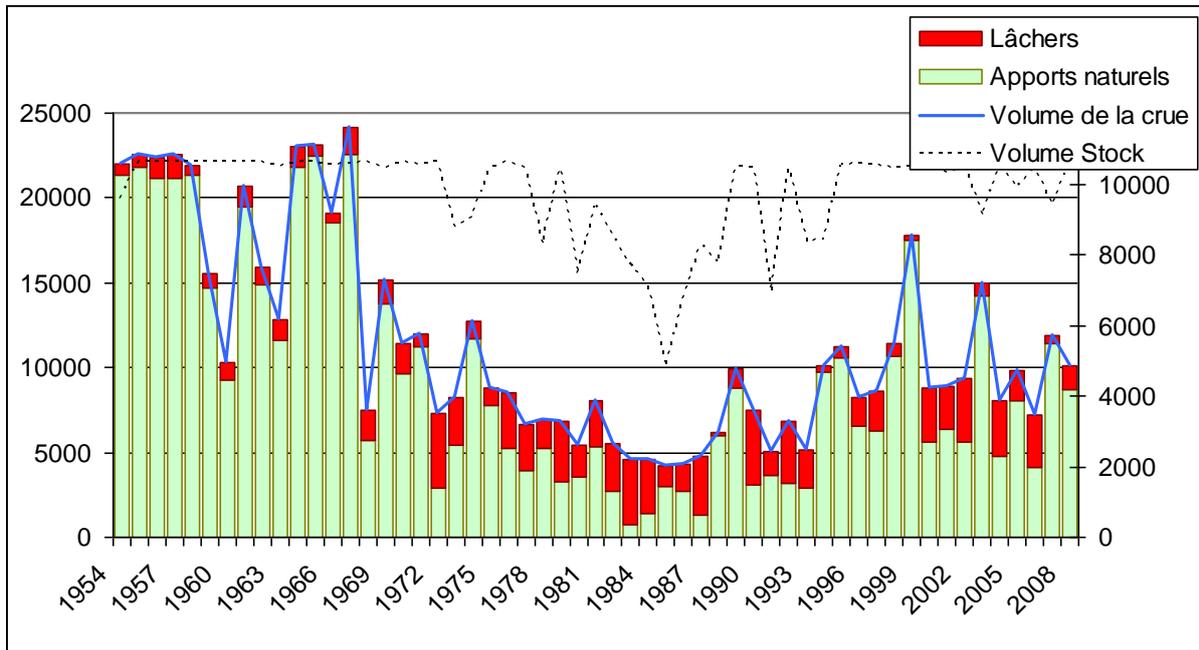


Figure 9 : Volumens annuels de la crue pour le Scénario de Moyen – variante 2

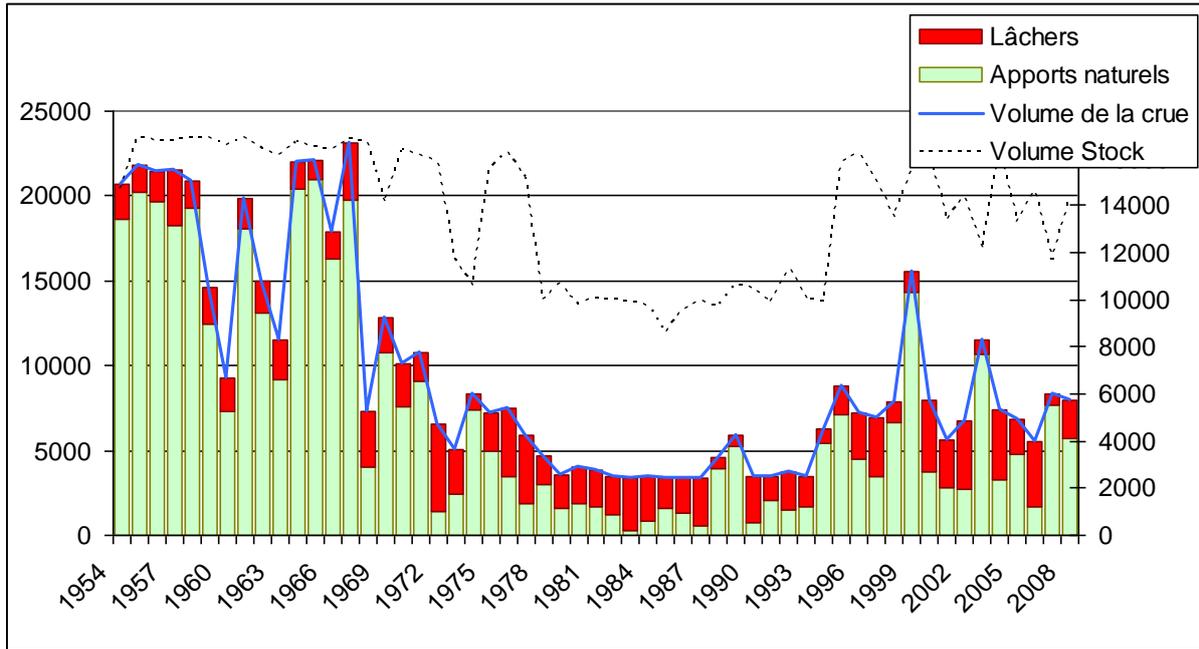


Figure 10 : Volumens annuels de la crue pour le Scénario de Maximaliste – variante 1

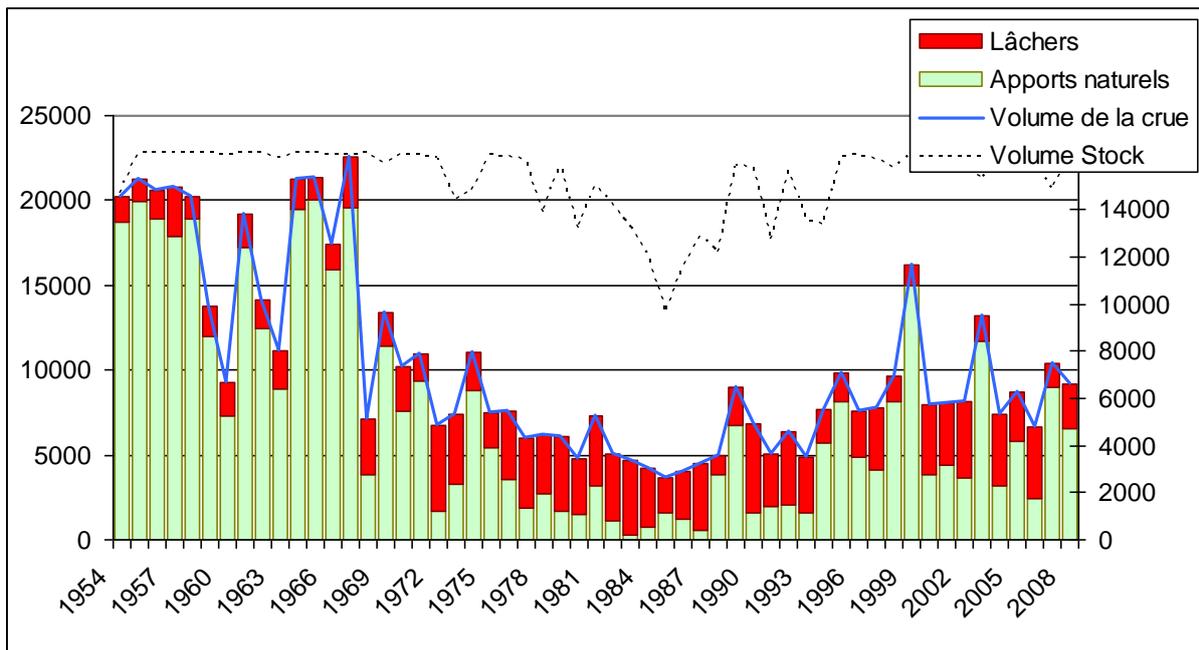


Figure 11 : Volumens annuels de la crue pour le Scénario de Maximaliste – variante 2

3 ANALYSE COUT AVANTAGE DES SCENARIOS

3.1 INTRODUCTION

Les termes de référence du SDAGE prévoient qu'une analyse cout/avantage des différents scénarii de développement du bassin, issus de la phase 2, soit réalisée en vue de donner un éclairage économique au choix du futur scénario d'aménagement.

Une valorisation économique détaillée des coûts, externalités positives et négatives des sept schémas sectoriels pour chacun des scénarios d'aménagement envisagé correspondrait à une étude ambitieuse et nécessitant l'identification d'interlocuteurs spécifiques, la définition de méthodologie en concertation avec les experts sur chaque schéma et certainement l'organisation de groupes de travail dédiés. Sa réalisation n'est pas envisageable dans le temps imparti pour cette ultime étape du SDAGE.

Pour cette phase 3, il sera donc question d'une analyse sommaire visant principalement à comparer les 3 scénarios et leur variante du point de vue économique.

Pour cela, la première étape a consisté à identifier les schémas sur lesquels les résultats du modèle hydraulique engendraient des différences notables et valorisables économiquement.

Ensuite, pour les thèmes retenus, une modélisation des principaux coûts et avantages identifiés a été réalisée sur la base des informations disponibles dans les phases 1 et 2 du SDAGE complétées par des avis d'experts (CSE, ISRA, Direction des Parcs nationaux, ONG).

Ainsi, même si les externalités positives et négatives sont difficiles à quantifier à ce stade, cette analyse constitue une première approche des scénarios comme générateurs de bénéfices et de coûts externes que l'OMVS, au nom de l'intérêt général, doit prendre en compte dans ses choix de développement du bassin.

3.2 METHODE

Le choix est fait de comparer les scénarios entre eux et de ne pas retenir de « scénario sans projet » car dans tous les cas, Manantali étant réalisé, Félou en cours et Gouina programmé avant 2015, le scénario dit de référence aura lieu.

3.2.1 PERIMETRE DE L'ETUDE

Les résultats du modèle hydraulique ont été analysés pour définir le périmètre de l'étude économique qui se focalisera sur les schémas sectoriels pour lesquels les résultats sont différenciants.

3.2.2 VALORISATION DES COÛTS ET AVANTAGES DES SCHEMAS RETENUS

Période de valorisation :

Une analyse pluriannuelle sur la période 2010-2025 ne permet pas de comparer les scénarios de façon pertinente car les données sont identiques pour les 3 scénarios sur 2010-2015 et identiques sur 2020-2025 pour les scénarios moyen et maximaliste.

La comparaison entre scénarios et variantes se fera sur l'année 2025, date à laquelle les aménagements des barrages seront terminés et la comparaison possible.

Méthode de valorisation

- Inflation

Pour transformer les indicateurs en FCFA₂₀₁₀ en FCFA₂₀₂₅, un taux d'inflation de 1% a été appliqué.

La BCEAO (Banque Centrale des Etats de l'Afrique de l'Ouest) a édité un document sur l'évolution de l'inflation dans la zone UEMOA à fin janvier 2010 avec une projection à 1,2% en 2010 après une année 2009 à 1,1%.

Source : annexe 1

Afin de connaître la sensibilité des résultats à cet indicateur, une simulation avec une inflation de 3% sera aussi présentée.

- Actualisation

Les conditions de financement des ouvrages ne sont pas encore établies. De plus, cette analyse est réalisée en amont du travail de planification.

Il a donc été jugé préférable de ne pas utiliser la méthode d'actualisation des flux (sur la base de taux connus de l'ordre de 10%) car cette dernière favoriserait les avantages à court terme du scénario référence en écrasant la valeur économique projetée des avantages du scénario maximaliste qui interviendront plus tardivement.

Ce choix est aussi préférable pour un projet de développement durable à grande échelle qui aura des répercussions sur plusieurs générations.

3.2.3 INTERPRETATION DES RESULTATS

Des indicateurs économiques seront présentés pour apprécier les écarts générés par les différents ouvrages prévus dans les scénarios et orienter le choix vers une solution optimale permettant à la fois de satisfaire les besoins identifiés dans les schémas sectoriels analysés et d'optimiser les coûts et les avantages potentiels.

3.3 PERIMETRE DE L'ETUDE

3.3.1 VARIABLES ECONOMIQUES DIFFERENCIANTES

Les résultats du modèle hydraulique ont été analysés pour identifier les variables pouvant être économiquement valorisables et différenciant sensiblement les scénarios les uns des autres.

Le schéma sectoriel « *Gestion et protection de l'environnement et des écosystèmes* » est celui pour lequel les externalités positives et négatives sont le plus difficile à quantifier. La variable différenciant les scénarios entre eux est la satisfaction de l'hydrogramme ROCHE.

Pour le schéma sectoriel « *Développement agro sylvo pastoral* », la valorisation économique s'est focalisée sur la production agricole au travers des variables fourniture moyenne en m³ annuel pour l'agriculture irriguée et satisfaction de l'hydrogramme POGR pour l'agriculture de décrue.

Enfin pour le schéma « *Développement énergétique du bassin* », la variable économique principale est le productible qui distingue considérablement les scénarios les uns des autres. Cette variable permettra d'estimer les avantages économiques attendus suite à l'aménagement des ouvrages de production d'hydroélectricité.

3.3.2 VARIABLES ECONOMIQUES NON DIFFERENCIANTES

Les indicateurs de débit mensuel maximum à Bakel, même s'ils sont différents entre eux de 10% maximum, restent inférieurs à la valeur maximale fixée à 4500 m³/s pour la *protection des crues* (sauf pour le scénario de référence, variante 2). Ces résultats n'ont pas été retenus comme différenciant au stade d'une approche macroscopique.

En ce qui concerne le thème « *Transport* », tous les scénarios répondent au besoin de la navigabilité en termes de débit mensuel minimum à Bakel et en aval.

Pour le « *développement industriel et minier* », la satisfaction des besoins miniers en amont de Gourbassi est identique (64%) pour tous les scénarios. Pour les besoins miniers en aval, le scénario maximaliste se distingue en répondant à 100% à ces besoins. Néanmoins, les investissements sur ces projets miniers étant principalement privés, il a été jugé non opportun de valoriser un avantage spécifique pour ce scénario sur ce schéma.

Enfin, la satisfaction moyenne annuelle des besoins « *alimentation en eau potable* » et « *alimentation du cheptel* » est de 100% quel que soit les scénarios. Ces thèmes ne feront donc pas l'objet d'une valorisation économique spécifique dans cette étude sommaire.

3.3.3 DEFINITION DU PERIMETRE DE L'ETUDE

L'analyse des variables différenciantes et non différenciantes (résumée dans le tableau ci-dessous) permet de retenir les schémas répondant aux objectifs SDAGE suivants :

- Sécurité alimentaire / vers l'autosuffisance
- Indépendance énergétique / Réduction des dépenses en devises
- Préservation de l'équilibre des écosystèmes.

Tableau 23 : Identification des variables économiques différenciantes par schéma sectoriels

	Scénario Référence	Scénario moyen	Scénario maximaliste
Gestion et protection de l'environnement et des écosystèmes	Variables économiques différenciantes : satisfaction de l'hydrogramme crue Roche		
Gestion des risques de crue et d'inondation	Les résultats des scénarios en termes de débit mensuel à Bakel sont, à ce stade de l'ACA sommaire, jugés comme équivalents en terme d'impact économique macroscopique		
Développement agro-sylvo-pastoral	Agriculture irriguée : Les écarts entre fourniture moyenne, garantie et minimum sont principalement observés entre les variantes « optimisation de la crue » et « optimisation du productible » (et pas entre les 3 scénarios). Agriculture de décrue : Satisfaction de l'hydrogramme crue POGR (50 000 ha irrigués)		
Développement énergétique du bassin	Variables économiques différenciantes : Productible – Investissement - Charges		
Transports et communications	Tous les scénarios répondent aux besoins de ce schéma		
Développement industriel et minier	Ces 2 scénarios répondent avec le même niveau de satisfaction aux besoins (84% pour l'aval et 64% pour l'amont Gourbassi)		84% pour l'amont / 100% pour l'aval– jugé non différenciant de part la nature des investissements (privés)
Eau potable et assainissement	Tous les scénarios répondent aux besoins de ce schéma		

3.4 VALORISATION DES COÛTS ET AVANTAGES DES SCHEMAS SECTORIELS RETENUS

3.4.1 SCHEMA ENERGIE

3.4.1.1 Investissements

Les investissements utilisés pour les 3 scénarios d'aménagement ont été présentés en phase 2 du SDAGE.

Ces investissements ont été réévalués au cours de la phase 3, suite à la communication de nouvelles données issues d'études non consultées jusque là. Le coût des ouvrages de Boureya et Gourbassi est ainsi revu à la hausse.

Les estimations incluent les compensations pour les pertes agricoles, le déplacement des populations et les surfaces forestières détruites.

Sur la base d'une inflation des prix de 1% par an (hors Félou et Gouina pour lesquels on conserve la valeur 2010), les investissements sont évalués à la date de mise en service (fin de la période du scénario) :

Aménagements hydrauliques	Investissement estimé FCFA 2010	Valeur du patrimoine en 2025		
		Scénario de référence 2010-2015 FCFA	Scénario moyen 2015-2020 FCFA	Scénario maximaliste 2020-2025 FCFA
Félou	60 Mds CFA	179 Mds FCFA	433 Mds FCFA	1222 Mds FCFA
Gouina	119 Mds CFA			
Koukoutamba	230 Mds CFA			
Gourbassi	175 Mds CFA			
Boureya	350 Mds CFA			
Balassa	153 Mds CFA			
Total	1087 Mds CFA			

Tableau 24 : Valeur du patrimoine en 2025 pour chaque scénario

Détails de calcul en annexe 2

3.4.1.2 Charges de fonctionnement

Les charges de fonctionnement (exploitation et maintenance) sont estimées sur la base de taux appliqués aux investissements par catégorie :

- 0,5% pour le génie civil
- 1% pour les équipements
- 2% pour les lignes de transport

3.4.1.3 Tarifs et recettes d'exploitation

Les données utilisées ici sont issues du document « appui de la coopération française à l'OMVS – mai 2005 »³ ainsi que d'échanges avec la Division Manantali de la SOGEM.

Les tarifs des ouvrages autres que Manantali ne sont pas encore connus. L'analyse de la tarification dans le cas de Manantali sera donc la référence.

- Répartition des investissements de cet ouvrage multi usages :⁴
 - 43,8 % pour l'usage énergie
 - 56,2% pour la fourniture d'eau.

- Tarification d'exploitation :

Elle a été établie pour atteindre des recettes d'exploitation capables de couvrir les charges dites de 1^{er} rang à savoir l'entretien du barrage, les frais de fonctionnement et le remboursement des prêts liés à l'aménagement hydro-électrique et à l'interconnexion des réseaux. La constitution de provisions pour renouvellement, le remboursement des prêts spécifiques à la « fonction » barrage et la constitution de fonds pour couverture du risque hydrologique ne sont pas couvertes par ce tarif.

En 2010, les tarifs de l'électricité produite par Manantali comprennent : (source SOGEM / Division Manantali 17/02/2011)

- une prime fixe payable mensuellement que l'énergie soit livrée ou non,
- une prime variable fonction de l'énergie livrée au niveau de chaque poste de répartition des sociétés d'électricité des Etats Membres

en FCFA 2010	EDM S.A		SENELEC		SOMELEC	
Prime fixe mensuelle	394 255 333		250 200 500		113 727 500	
Prix variable en F/kWh	Kodialani	18,87600	Matam	18,98935	Kaédi	19,06220
	Kita	18,81675	Dagana	19,32003	Boghé	19,16192
	Kayes	18,60482	Sakal	19,47794	Rosso	19,43892
	Manantali	18,39495	Tobène	19,74795	Nouakchott	19,80807
Quota d'Énergie	52% soit	416 GWh	33% soit	264 GWh	15% soit	120 GWh
Prix moyen du kWh	30,04588		30,75657		30,74053	

- Contexte

La SOGEM connaît des problèmes de trésorerie et doit faire appel à des subventions d'exploitation du fait :

- des retards de paiement des opérateurs nationaux,
- du volume de productible de référence élevé de 800 GWh (hydraulicité très favorable des années 50 et 60) difficilement compatible avec le soutien de crue,
- d'un tarif qui ne peut couvrir que les charges de fonctionnement de 1^{er} rang.

- Conclusions sur les enseignements tirés de la tarification de l'électricité produite par Manantali :

Conclusion n°1 : Le coût de revient du kWh hydroélectrique est de 30 FCFA/kWh (valeur 2010).

Conclusion n°2 : Il paraît difficile d'envisager à ce jour, pour les aménagements des 3 scénarios étudiés, des tarifs permettant de couvrir l'ensemble des charges (charges de 1^{er} ordre + renouvellement + emprunt « barrage » + constitution de fonds pour risques)

³ Appui de la Coopération Française à l'Organisation de la Mise en Valeur du fleuve Sénégal – Evaluation conjointe et partenariale (1994-2004) – Direction générale de la coopération internationale et du développement. Mai 2005

⁴ Sur la base de l'étude de l'Université de l'Utah présentée en 1981

Ainsi, l'hypothèse principale d'évaluation économique des avantages du schéma énergie est que le chiffre d'affaires lié au productible de chacun des scénarios sera totalement absorbé par la couverture des charges (et très semblablement une couverture partielle).

L'avantage économique réside alors dans l'écart de coût de revient entre la production d'hydroélectricité et la production d'électricité via la filière thermique.

Note : Dans une approche économique plus détaillée, les investissements des aménagements pourraient faire l'objet d'un découpage analytique pour identifier les fonctions « barrage » et « énergie ». La connaissance des taux de charges d'exploitation/maintenance, de renouvellement ainsi que le financement prévu (%subvention, %emprunt) permettrait de calculer le tarif à partir duquel chaque ouvrage devient rentable.

3.4.1.4 Avantage économique de la production hydroélectrique des scénarios

A. Comparaison avec la filière thermique

L'hypothèse de base est que sans aménagement des ouvrages, le productible hydroélectrique serait substitué à 100% par un productible issu de la filière thermique.

Elément de comparaison n°1 :

Source : Document du groupe de travail « Développement de l'offre énergétique » présentée à la réunion des Ministres de la Zone Franc à Ouagadougou en avril 2009 dans lequel l'avantage économique de la production hydroélectrique a été estimé en raisonnant sur le différentiel des coûts de production.

Le coût de production dans les centrales thermiques au diesel peut atteindre 120 FCFA/kWh en raison des fluctuations du cours du pétrole. En revanche, le coût moyen est de 10 FCFA/kWh dans les ouvrages hydroélectriques amortis et de 15 à 35 FCFA/kWh dans les ouvrages hydroélectriques non amortis.

Ainsi, une économie de 85 FCFA/kWh minimum (120 – 35) est estimée grâce à la filière hydroélectrique.

Les raisons de cet écart résident principalement dans la composition des coûts directs à la charge du producteur d'électricité qui vont conditionner la rentabilité de l'aménagement hydroélectrique⁵.

Pour l'hydroélectricité, ils comportent des dépenses d'investissement (libération du terrain, construction de barrage, achat de turbines, d'alternateurs et d'autres équipements électriques...) et des dépenses de fonctionnement pendant toute la durée de vie des installations (salaires des personnels, fluides, maintenance...).

Ces dépenses de fonctionnement, ne comportant pas de combustibles, sont réduites. Elles ne dépassent généralement pas 25% du coût du kWh (contre 70 à 80% dans le thermique charbon ou gaz naturel).

Le coût du kWh hydroélectrique est donc constitué à 75% de charges d'investissement (capital initial et intérêts), ce qui en fait une filière de production électrique à base de coûts fixes.

Elément de comparaison n°2 :

⁵ Centre Européen de Grenoble sur l'Hydraulique pour un développement durable - Economie de l'hydroélectricité (Auteur Jean-Marie Martin-Amouroux)

Au Sénégal, les coûts du kWh (uniquement en charges variables en F/kWh) produit par la SENELEC⁶ sont :

- Groupes diesels : 70 FCFA/kWh
- Turbines à gaz : 140 FCFA/kWh
- IPP GTI : 100 FCFA/kWh
- Manantali : 19 FCFA/kWh

Soit une économie d'environ 80 FCFA/kWh grâce à la filière hydroélectrique de Manantali.

Elément de comparaison n°3 :

Le document « appui de la coopération française à l'OMVS » explique qu'au Mali le cout annonce par EDM pour sa production thermique (peu performante) est en moyenne de 105 FCFA/kWh (75 FCFA/kWh pour le combustible et 30 FCFA kWh pour l'exploitation et les frais fixes) soit une économie de l'ordre de 75 FCFA/kWh par rapport au tarif de 30 FCFA/kWh pour l'hydroélectricité de Manantali.

B. Comparaison avec les énergies renouvelables

Il apparaît aussi bien sûr intéressant de mettre en parallèle les coûts de revient de l'énergie hydroélectrique et les coûts de revient d'un kWh via la filière des énergies renouvelables. Mais avant de généraliser cette comparaison pour l'ensemble de la production des scénarios étudiés, il faudrait vérifier le potentiel de la filière des énergies renouvelables par rapport aux besoins en électrification sur le bassin.

C. Conclusion :

Pour valoriser l'avantage économique de la production d'électricité hydraulique, la valeur moyenne de l'économie sur le coût de la production de la même quantité de productible par la filière thermique retenue dans cette approche est de 80 FCFA₂₀₁₀/kWh (moyenne obtenue via les 3 éléments de comparaison) soit 93 FCFA₂₀₂₅/kWh.

3.4.2 SCHEMA AGRICULTURE

3.4.2.1 Agriculture irriguée

A. Détermination des surfaces irriguées par scénario

Plusieurs hypothèses ont été prises pour la valorisation de la production agricole issue de l'agriculture irriguée :

- Le potentiel du bassin de 255 000 hectares irrigués est équipé à horizon 2025 dans tous les scénarios (l'aménagement ne sera donc pas valorisé car il ne différencie pas les scénarios)
- L'intensité culturale est de 130% sur le riz
- Les avantages économiques liés à la production de canne à sucre ne sont pas pris en compte car il s'agit d'une filière maîtrisée de bout en bout par un acteur unique : la CSS (de l'aménagement des surfaces irriguées à la transformation)

La phase 2 nous a appris que le potentiel maximum correspond à 255 000 hectares irrigués soit un besoin de 5,3 milliards de m³ et la répartition par culture suivante :

⁶ Source : Directeur du Transport SENELEC – Février 2011

		Guinée	Mali	Mauritanie	Senegal	TOTAL Bassin	Dont existant
hectares irrigués		19 926	12 510	66 586	156 305	255 327	70 000
Saison humide	riz	17 933	11 259	59 927	129 875	218 994	55 620
	maraichage	1 993	1 251	6 659	14 431	24 333	6 180
	canne				12 000	12 000	8 200
Saison sèche	riz	2 989	2 252	17 978	29 005	52 224	13 264
	maraichage	16 937	10 258	48 608	115 300	191 103	48 536
	canne				12 000	12 000	8 200

Tableau 25 : Répartition du potentiel de 255 000 hectares irrigués par culture

Les surfaces irriguées par culture de chacun des scénarios sont calculés en comparant la fourniture annuelle moyenne du scénario au potentiel de 255 000 hectares pour 5,3 Milliards de m³.

B. Détermination des revenus bruts des exploitants

En ce qui concerne les rendements et le revenu brut des exploitants, le document « Appui de la coopération française à l'organisation de la mise en valeur du fleuve Sénégal » -Évaluation conjointe et partenariale (1994-2004) présente un tableau des cultures de diversification pour la SAED qui permet d'obtenir des indicateurs de rendement et de prix pour les cultures irriguées. Le prix du riz a été révisé à 135 FCFA/kg en valeur 2010.

	Surface ha	Rendemen t/ha	Production tonnes	Prix CFA ₂₀₁₀ /kg	Prix CFA ₂₀₂₅ /kg
Riz	25 000	5	125 000	135	157
Tomate	3 000	30	90 000	50	Moyenne pondérée pour le maraichage
Oignon	3 000	25	75 000	100	
Patate douce	700	25	17 500	100	
Autres maraichages	3 000	15	45 000	50	
Moyenne maraichage		23	227 500	70	

Tableau 26 : Indicateurs de rendement et de prix pour les cultures irriguées

C. Charges d'exploitation des exploitants :

Pour l'agriculture irriguée, les contacts avec les responsables rencontrés dans la région de St Louis ont fait apparaître des charges de 100 000 FCFA₂₀₁₀ / hectares irrigués (116 000 FCFA₂₀₂₅/ha)

3.4.2.2 Agriculture de décrue

A. Détermination des surfaces inondées par scénario

Les cultures de décrues ne sont possibles qu'en générant une crue artificielle suffisante pour pouvoir alimenter les cuvettes de cultures. L' « hydrogramme POGR » retenu par l'OMVS (4,5 milliards de m³) correspond à une surface de culture de décrue de 50.000 ha.

Les taux de satisfaction de l'hydrogramme POGR issus des scénarios appliqués au potentiel de 50 000 hectares permettent de calculer le nombre d'hectares valorisables en agriculture de décrue.

B. Détermination des revenus bruts des exploitants

Le rendement sur ces zones est estimé à 1 tonne de riz par hectare vendue 100 000 FCFA₂₀₁₀ (116 000 FCFA₂₀₂₅/tonne)

C. Charges d'exploitation des exploitants

Pour l'agriculture de décrue, les charges sont plus faibles (pas d'entretien des pompes, pas de facture d'électricité...), elles sont estimées à 20 000 FCFA₂₀₁₀ / hectares (23000 FCFA₂₀₂₅/ha)

3.4.3 SCHEMA GESTION ET PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES ECOSYSTEMES

3.4.3.1 Utilisation des indicateurs économiques existants sur le bassin

L'UICN (Union Internationale pour la Conservation de la Nature) a réalisé une évaluation économique d'une zone humide au travers du cas du Diawling en Mauritanie.

L'évaluation des principales valeurs économiques générées par la restauration du parc national du Diawling (PND) en République islamique de Mauritanie, zone humide d'importance internationale a été faite via une estimation des usages directs de la zone sous influence du parc, soit environ 55 000 hectares.

Il convient de rappeler qu'à partir de 1988, les perturbations du régime hydrologique engendrées aussi bien par la mise en eau du barrage anti-sel de Diama que par la construction du barrage hydroélectrique de Manantali avaient largement transformé les plaines inondables et les cuvettes poissonneuses du Diawling.

En 1994, des travaux sur le site du parc ont été lancés dans le cadre de la mise en œuvre du plan de gestion grâce à la collaboration active de l'ensemble des acteurs.

Aujourd'hui, le maraîchage et la pêche sont les activités les plus rentables avec des valeurs ajoutées générées estimées à 91 252 055 MRO1 (325 900 USD) et 120 646 653 MRO (430 881 USD) par an, respectivement, pour l'exercice 2002 (année de base de l'évaluation). Cependant, on estime que le potentiel économique de ces activités est plus élevé.

Le document de l'UICN fait état d'une valorisation économique (maraichage, pêche, cueillette, artisanat, pâturage du bétail) d'environ **15 US \$ par hectare**.

Pour utiliser cet indicateur et l'appliquer au SDAGE, une estimation de la superficie des zones humides présentant un intérêt environnemental (différentes de celles qui seront valorisées en agriculture de décrue) doit être réalisée. Il pourrait être utile d'estimer les surfaces des zones humides mises en évidence en phase 2 du SDAGE.

- Cuvette de N'Diael
- Cuvette nord du lac de R'kiz
- Cuvettes de wawa et pété au Sénégal
- Cuvettes de Widim el Veraa et Diorbivol Néré Walo en Mauritanie
- Cuvettes dans le secteur compris entre Maghama et Bakel sur lequel subsistent des forêts résiduelles de gonakiers
- Les parcs, lacs et bas-fonds associés

Soit un total pour la vallée et le delta estimé à **310 000 hectares** de zones humides à l'aval de Manantali.

3.4.3.2 Analyse de sensibilité

Les résultats seront aussi présentés pour une valorisation des zones humides à 200 \$/ha.

3.4.4 RESULTATS

3.4.4.1 Valorisation des coûts et avantages

Pour rappel, il s'agit de résultats d'une approche sommaire basée sur l'identification des variables différenciant les scénarios.

La recherche du scénario optimal va se baser sur la comparaison :

- De la valeur du patrimoine des ouvrages aménagés dans chaque scénario en 2025. Ces valeurs ont été actualisées à la date de réalisation des ouvrages sur la base d'une inflation de 1% pour tenir compte de l'écart entre le coût réel d'aménagement d'ici 2020 (Koukoutamba) ou 2025 (Gourbassi, Balaya, Balassa) et les estimations 2010.
- De la valorisation économique (valeur 2025) des avantages suivants :
 - Economie d'une production hydroélectrique par rapport à une production en filière thermique
 - Revenu net issu de l'agriculture irriguée (hors aménagement des périmètres)
 - Revenu net issu de l'agriculture de décrue (hors aménagement des périmètres)
 - La valorisation économique des écosystèmes

Inflation 1%
 valo zones humides/ha 15 US \$

	SITUATION 2025		
	Scénario référence	Scénario moyen	Scénario maximaliste
Valeur brute du patrimoine en Mds FCFA	179	433	1 222
Schéma Energie			
Production hydroélectrique moyenne (GWh/an)			
Variante 1	1 533	2 467	3 470
Variante 2	1 455	2 374	3 445
Economie p/r production sur centrale thermique (Mds F CFA)			
Variante 1	143	229	323
Variante 2	135	221	320
Agriculture irriguée			
Fourniture moyenne annuelle (hm3/an)			
Variante 1	4 878	4 924	4 678
Variante 2	5 014	5 069	5 077
Hectares irrigués			
Variante 1	233 507	235 709	223 933
Variante 2	240 017	242 650	243 033
Avantage économique (Mds CFA)			
Variante 1	481	486	462
Variante 2	495	500	501
Agriculture de décrue			
Volume moyen à Bakel (hm3) sur la base de la satisfaction de l'hydrogramme POGR.			
Variante 1	3 870	3 960	3 240
Variante 2	3 960	3 960	3 735
Superficies cultures décrue (ha)			
Variante 1	43 000	44 000	36 000
Variante 2	44 000	44 000	41 500
Avantage économique (Mds CFA)			
Variante 1	3	3	3
Variante 2	3	3	3
Environnement			
Valorisation des zones humides			
Variante 1	1,1	1,0	0,6
Variante 2	1,3	1,1	0,9

Tableau 27 : Valorisation économique des coûts et des avantages des 3 scénarios pour une inflation de 1% et des zones humides valorisées à 15\$/ha

L'avantage économique le plus fort est celui lié à l'agriculture irriguée et il y a peu de différence entre les scénarios pour ce schéma.

L'avantage économique du schéma énergie est lui directement lié au nombre d'aménagements hydrauliques et donc au scénario.

Les avantages de l'agriculture de décrue et du schéma gestion et protection de l'environnement et des écosystèmes (à 15 \$/ha) sont très faibles au regard des avantages énergie et agriculture irriguée.

Ces résultats sont présentés en annexe 3 pour une inflation à 3% et pour des zones humides valorisées à 200 \$/ha.

3.4.4.2 Indicateurs

Deux ratios sont présentés dans le tableau suivant :

- Un « Résultat » consolidé calculé en prenant en compte :
 - un amortissement du patrimoine sur 50 ans. Ces 50 ans correspondent à une durée moyenne établie d'après une estimation des durées de vie des grandes catégories d'ouvrages qui composent les aménagements :
 - Barrage : 100 ans
 - Equipement : 35 ans
 - Transport de l'électricité : 30 ans
 - La valeur de tous les avantages économiques sur l'année 2025

Cet indicateur met en parallèle le patrimoine amorti et les avantages, il représente le « bénéfice » économique (hors impôts, taxes) que peuvent générer les 2 schémas (agriculture et énergie) étudiés pour comparer les scénarios entre eux. Attention :

- Il ne s'agit pas de la valeur totale du « bénéfice » des scénarios car certains coûts (équivalents pour tous les scénarios) n'ont pas été pris en compte comme l'aménagement des périmètres irrigués.
 - Cet indicateur doit permettre d'interpréter l'écart de « bénéfice » entre les scénarios et ne doit pas être pris en valeur absolue.
- Les ratios Avantages économiques / valeur du patrimoine

Ces indicateurs permettent d'estimer les avantages économiques de chaque scénario pour 1 milliard de francs CFA investi dans les aménagements hydrauliques.

Ils sont calculés pour les schémas énergie et agriculture et ici encore doivent être utilisés pour comparer les scénarios entre eux et pas comme des valeurs absolues.

Inflation **1%**
valo zones humides/ha **15** US \$

	SITUATION 2025		
	Scénario référence	Scénario moyen	Scénario maximaliste
Valeur brute du patrimoine en Mds FCFA	179	433	1 222
"Résultat" consolidée en milliards de FCFA 2025			
Variante 1	625	711	763
Variante 2	631	717	801
Avantages économique énergie pour 1 Mds FCFA investis			
Variante 1	0,80	0,53	0,26
Variante 2	0,76	0,51	0,26
Avantages économique agriculture pour 1 Mds FCFA investis			
Variante 1	2,71	1,13	0,38
Variante 2	2,78	1,16	0,41
Avantages annuels / investissement			
Variante 1	3,5	1,7	0,6
Variante 2	3,5	1,7	0,7

Tableau 28 : indicateurs économiques de comparaison des scénarios

- Interprétation des résultats

C'est la dimension « énergie » qui crée l'écart entre les scénarios car les productibles sont très différents selon le nombre d'aménagements. La valorisation économique de l'avantage énergie varie du simple à plus du double entre le scénario de référence et le scénario maximaliste.

L'indicateur « Résultat » permet d'estimer que l'écart annuel de « bénéfice » entre scénario de référence et scénario maximaliste est de 130 mds FCFA an pour la variante 1 (optimisation énergie) et 170 mds FCFA par an pour la variante 2 (optimisation crue).

Pour le schéma énergie : les avantages économiques du scénario référence sont 3 fois inférieurs à ceux du scénario maximaliste alors qu'il y a un rapport 7 entre les investissements. Il faut donc quelques années avant que le scénario maximaliste devienne intéressant par rapport au scénario référence (attention du seul point de vue de la rentabilité financière des ouvrages hydrauliques qui est loin d'être le seul critère de comparaison !)

Pour le scénario référence, dès la 1ère année (2025) les avantages énergie + agriculture (hors aménagements des périmètres irrigués) couvriraient 3 fois les investissements des barrages.

Pour le scénario moyen, les investissements sont aussi couverts dès la 1ère année

Pour le scénario maximaliste, il faut environ 2 ans pour que les « bénéfices » couvrent les investissements.

Dans tous les cas, ces temps de retour sur les investissements des barrages sont faibles ce qui laisse entendre que les avantages attendus sont élevés par rapport aux efforts consentis mais il faut aussi prendre en compte les investissements pour les aménagements des périmètres irrigués et la question du financement des ouvrages hydrauliques...

- Conclusion

Les avantages économiques valorisés pour l'agriculture irriguée et de décrue ne différencient pas réellement les scénarios entre eux (4% maximum d'écart entre les scénarios).

Par contre, ces avantages différencient les variantes des scénarios car à investissement équivalent de 1Mds de FCFA, la variante 2 – optimisation de la crue présente des résultats 3% (scénario de référence et moyen) à 9% (scénario maximaliste) supérieurs à la variante 1 sur les avantages économiques de l'agriculture.

De ce fait, le « résultat » consolidé le plus élevé est apporté par :

- le scénario qui génère le plus de productible à savoir le scénario maximaliste
- la variante qui optimise le nombre d'hectares irrigués : variante 2

Selon l'éclairage apportée par cette analyse économique sommaire des coûts et avantages des 3 scénarios d'aménagement et de leur variante, c'est le scénario maximaliste dans sa variante privilégiant le soutien de la crue artificielle qui apparaît le plus intéressant sur un plan économique tout en répondant au besoin d'électrification du bassin.

Le scénario de référence est plus performant en termes de temps de retour sur les investissements des barrages mais il ne satisfait pas les besoins en énergie identifiés.

Ces éléments de conclusion ne diffèrent pas pour les simulations à 3% d'inflation et à 200 \$/ha de valorisation des zones humides.

4 LE PROGRAMME D' ACTIONS A L'HORIZON 2025

4.1 PRESENTATION DU PROGRAMME D' ACTION

Comme cela a été évoqué à l'issue de la phase 2 du SDAGE, lors de l'atelier de Mbodiene, il est proposé de classer les mesures à mettre en œuvre d'ici 2025 selon 6 orientations fondamentales, classées elles-mêmes en différentes dispositions.

Une orientation fondamentale est un principe d'action, en réponse à un enjeu important du bassin du fleuve Sénégal. Une disposition est une règle de gestion, véritable déclinaison concrète de l'orientation fondamentale.

Les six orientations proposées sont par nature transversales : à ce titre, elles embrassent des actions proposées indifféremment dans les 7 schémas sectoriels de la phase 2 du SDAGE.

Il est néanmoins à noter qu'elles ne reprennent pas in extenso les actions de développement évoquées dans les schémas sectoriels. Les actions ou mesures liées à l'aménagement du territoire, sans lien direct avec la gestion de l'eau, mais évoquées à juste titre dans un schéma sectoriel de développement, n'ont pas été versées dans ce programme d'actions.

Par ailleurs, le coût des infrastructures, notamment celles concernant le transport et l'hydroélectricité, n'a pas été repris dans ce programme de mesures, et ce pour deux raisons :

- Certaines infrastructures (routes) n'ont pas de lien direct avec la gestion de l'eau
- L'affichage de ces coûts, prohibitifs, aurait écrasé les coûts des autres mesures.

Pour chaque Orientation, les enjeux sont tout d'abord rappelés ; ensuite, après un rappel des objectifs, les moyens pour y parvenir sont déclinés.

Un tableau récapitulatif des mesures est ensuite proposé. Ce tableau récapitulatif comporte :

- le libellé de la mesure (il est à noter que davantage de détails sur le contenu des mesures sont apportés dans les schémas sectoriels de phase 2. Un tableau des correspondances entre les mesures de phase 2 et 3 est proposé en annexe) ;
- le type de mesure :
 - étude,
 - aménagement,
 - renforcement des capacités ;
- le type d'approche :
 - locale,
 - à l'échelle du bassin ;
- les territoires concernés, en reprenant le découpage en 9 sous bassins versant proposé en phase 2 :
 - Falémé, Bafing, Bakoye/Baoulé, Bassin intermédiaire, Complexe TKLM, Affluents sahéliens, Ferlo, Vallée, Delta
- les maîtres d'ouvrages potentiels, ou porteurs de projet potentiels. Ont été distingués :

- les Ministères,
 - les institutions internationales,
 - les organisations économiques sous-régionales (par exemple, UEMOA, CDEAO).
 - l'OMVS,
 - les sociétés d'aménagement (SONADER, SAED, DNGR, ADRS),
 - les collectivités locales,
 - les organisations communautaires de base (OCB)/organisations non gouvernementales (ONG)/société civile,
 - les institutions de formation et de recherche,
 - le secteur privé/les organisations professionnelles ;
- la hiérarchisation des mesures. Trois niveaux de priorité ont été définis sur la base suivante :
- Niveau 1 : mesures les plus urgentes, qui servent de socle à la réalisation des mesures des deux autres niveaux (autrement dit, les mesures des autres niveaux dépendent de leur réalisation),
 - Niveau 2 : mesures urgentes, mais qui découlent ou reposent sur la réalisation des mesures de niveau 1,
 - Niveau 3 : mesures jugées moins urgentes ;
- l'estimation du coût de la mesure, exprimé en millions de FCFA, avec un échéancier sur trois périodes de 5 ans. Ce coût des mesures est basé sur les estimations proposées en phase 2.

4.2 PROGRAMME D'ACTION PAR ORIENTATION FONDAMENTALE

4.2.1 LIMITER LES RISQUES

LES ENJEUX

Le fleuve Sénégal est source de nombreux bienfaits pour les populations riveraines. Il peut néanmoins être à l'origine de menaces pour ces mêmes populations.

Les crues du fleuve, lorsqu'elles sont modérées, permettent certaines activités, comme l'agriculture traditionnelle vivrière de décrue, et favorisent le bon fonctionnement des milieux aquatiques. Cependant, lorsqu'elles sont trop importantes et non maîtrisées, les inondations peuvent devenir problématiques et menacer la sécurité des personnes, des activités et des biens. Les barrages sur la partie amont du bassin, existant (Manantali) ou programmés, sont susceptibles de permettre la diminution de l'ampleur des fortes crues s'ils font l'objet d'une régulation adaptée, qui peut parfois être en conflit avec d'autres usages (production hydroélectrique). Inversement, les ouvrages de type endiguement, conçus dans le but de protéger les populations, peuvent paradoxalement créer un risque supplémentaire en cas de surverse ou de rupture brutale.

L'eau du fleuve, lorsqu'elle est souillée (défaut d'assainissement et d'adduction d'eau potable), est également le vecteur d'un certain nombre de maladies humaines et animales. Les maladies du péril fécal (gastroentérites) constituent un problème de santé publique majeur à l'échelle du bassin et constituent la première cause de consultation médicale.

Les ouvrages à buts multiples réalisés sur le fleuve, qui constituent une opportunité pour le développement du bassin, ont également engendré des modifications hydrodynamiques (stagnation d'eau dans les retenues et les périmètres irrigués, moindre variabilité annuelle des débits du fleuve) à l'origine d'un accroissement de la prévalence de maladies parasitaires liées à

l'eau (paludisme et bilharziose, qui constituent respectivement les deuxième et troisième causes de consultation médicale dans le bassin).

L'accompagnement du développement du bassin passe donc par une meilleure maîtrise des eaux du fleuve, tant sur le plan qualitatif que quantitatif, pour préserver la sécurité et la santé des populations.

LES OBJECTIFS

- ↗ Renforcer la connaissance des risques pour mieux les anticiper
- ↗ Améliorer le comportement et le niveau de connaissance des populations vis-à-vis des risques
- ↗ Protéger les populations par des actions préventives et curatives

LES MOYENS POUR Y PARVENIR

Trois principaux axes ont été retenus :

- **Prévenir le risque d'inondation et protéger les populations**

La maîtrise des effets des inondations passe par deux volets : la prévention du risque, afin d'alerter les populations suffisamment à l'avance et prendre les mesures d'urgence adéquates, et la protection des populations par la mise en œuvre de dispositifs adaptés de nature à réduire le risque.

Le plan d'alerte existant se rapporte des crues exceptionnelles, d'occurrence très rare (rupture du barrage de Manantali), et porte sur le territoire situé à l'aval du barrage de Manantali. Des outils particulièrement intéressants ont été élaborés dans le cadre de ce plan (cartes, tableaux, modes opératoires, Postes d'Information sur les Crues ou PIC), qu'il serait profitable de mobiliser de façon plus régulière que dans le cas rarissime d'évènements exceptionnels. Pérenniser les outils du plan d'alerte en s'appuyant sur des retours d'expérience de crues non exceptionnelles (suivi annuel des crues par les PIC pour pérenniser les structures et outils déjà mis en place, mais aussi pour améliorer la connaissance des crues et de leur impact), prévoir des outils de gestion de crise sur le haut bassin constituent un enjeu de premier plan en vue de gérer efficacement le risque.

Ces mesures, qui consistent essentiellement en un renforcement des capacités des partenaires impliqués, nécessitent une gestion, une valorisation et une diffusion renforcées des informations relatives au suivi hydrométrique.

En matière de protection des populations, il est préconisé d'étudier des solutions d'aménagement pour lutter contre les inondations cohérentes à l'échelle du bassin (c'est-à-dire n'aggravant pas le risque en amont ou en aval), en recherchant la valorisation des zones naturelles d'expansion de crue (en relation notamment avec l'étude relative aux déversoirs latéraux), la limitation des impacts des ouvrages futurs et l'amélioration de la gestion des ouvrages existants. Il s'agit là, d'une part, d'étudier les solutions les plus pertinentes, d'autre part, de renforcer les capacités des organisations locales pour mieux gérer et entretenir les ouvrages une fois réalisés.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

La thématique de la reconnexion du fleuve avec ses annexes pour valoriser les zones naturelles d'expansion de crue va de pair avec les préoccupations de la disposition 2 « reconquérir et protéger les fonctionnalités écologiques du bassin » de l'OF « Préserver l'environnement et s'adapter au changement climatique » (notamment mesure relative à l'alimentation de cuvettes de décrue).

Cette étude des aménagements pertinents à mettre en œuvre doit également être complétée par une réflexion sur la maîtrise de l'urbanisation en zone inondable (notamment vis-à-vis des aspects fonciers) : l'établissement et la mise en œuvre d'un Plan de Prévention du Risque d'Inondation sur un site pilote est donc proposé dans cette optique.

- **Protéger les populations des maladies liées à l'eau**

La protection des populations et de leur cheptel des maladies liées à l'eau passe préalablement par la mise en place d'un suivi épidémiologique des maladies liées à l'eau (humaines et animales), concentré en priorité sur les zones sous l'influence des aménagements réalisés sur le fleuve. Ces données serviront de base à une étude de définition des secteurs les plus vulnérables du bassin, classés prioritaires pour les interventions prévues dans le programme de mesures du SDAGE. Ces études nécessitent d'avoir une bonne connaissance de la répartition de la population dans le bassin, aussi est-il prévu d'engager des enquêtes démographiques pour préciser cet aspect.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

L'amélioration de la connaissance de la population du bassin et de l'épidémiologie des maladies liées à l'eau est complémentaire des actions de renforcement des connaissances et de suivi de l'environnement du bassin qui font l'objet de l'OF « renforcer les connaissances de l'état du bassin et son suivi ».

Ces aspects sanitaires sont en lien étroits avec l'amélioration des connaissances sur la qualité de l'eau proposée dans la disposition 1 de cette dernière OF.

Le défaut d'alimentation en eau potable et en assainissement des eaux usées est au cœur du problème de la forte prévalence des maladies liées à l'eau dans le bassin, notamment celles du péril fécal. Il est donc prévu d'aider au développement de réseaux d'eau potable et d'assainissement (renforcement des capacités d'organisations locales), ainsi que de promouvoir la mise en place de plans directeurs d'assainissement des collectivités. Cette aide à la mise en place d'infrastructure bénéficiera à des secteurs qui auront été définis comme les plus vulnérables.

Cet effort de desserte des populations en eau de meilleure qualité sanitaire s'accompagne nécessairement d'actions de protection de la ressource en eau par la mise en place de périmètres de protection de captages (étude de faisabilité et appui à la mise en place).

Enfin, ces actions seront complétées par la distribution, dans les zones qui auront été définies par les études précédentes comme prioritaires, de traitements préventifs et curatifs, pour les hommes et leur bétail.

- **Développer une culture du risque**

Mieux vivre avec le risque passe par le développement d'une culture du risque et une information préventive des populations.

Concernant les risques de maladies hydriques, les efforts sont à axer sur la sensibilisation aux modes de propagation des maladies et aux « bonnes pratiques » à adopter pour limiter leur diffusion (hygiène de base, amélioration des comportements individuels, comme par exemple l'arrêt de la défécation à l'air libre, utilisation de moustiquaires, etc).

Concernant le risque inondation, il s'agit d'une sensibilisation sur les pratiques à risque vis-à-vis des inondations, comme l'urbanisation en zone d'expansion de crue ou les risques associés aux digues mal dimensionnées ou mal entretenues.

LE PROGRAMME DE MESURES

Le tableau ci-après présente le programme de mesures envisagé sur la période 2011-2025 pour cette Orientation Fondamentale :

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Disposition 1 : Prévenir le risque d'inondation et protéger les populations							
Risque	1	1	Renforcer et pérenniser le réseau de mesures climatiques et hydrologiques et le suivi hydrométrique des crues <i>Type : Etude / Renforcement des capacités de l'OMVS / Renforcement des capacités des services techniques des Etats/Equipement</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i>	Mesure déjà programmée			
Risque	1	2	Gérer, valoriser et diffuser l'information <i>Type : Etude / renforcement des capacités</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; OCB/ONG/Société Civile</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i>	Mesure déjà programmée			
Risque	1	3	Caractériser l'aléa crues pour mieux maîtriser le risque d'inondation <i>Type : Etude</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Collectivités locales</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	100	50	50	

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Risque	1	4	<p>Pérenniser les outils du plan d'alerte en s'appuyant sur des retours d'expérience de crues non exceptionnelles (suivi annuel des crues par les Postes d'Information sur les crues pour pérenniser les structures et outils déjà mis en place)</p> <p>Type : Renforcement des capacités des organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Approche : bassin</p> <p>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; collectivités locales ; OCB/ONG/Société Civile</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, bassin intermédiaire</p> <p>Priorité 1</p>	130	70	30	30
Risque	1	5	<p>Prévoir des outils de gestion de crise sur le haut bassin</p> <p>Type : Etude / Renforcement des capacités de l'OMVS / Renforcement des capacités des organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; collectivités locales ; OCB/ONG/Société Civile</p> <p>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé</p>	Mesure déjà programmée			

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Risque	1	6	<p>Coordonner les actions des différents acteurs en situation de crise <i>Type : Renforcement des capacités de l'OMVS / Renforcement des capacités des organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; collectivités locales ; OCB/ONG/Société Civile</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> <i>Priorité 2</i></p>	50	15	20	15
Risque	1	7	<p>Rechercher des solutions d'aménagement de lutte contre les inondations cohérentes à l'échelle du bassin en privilégiant la valorisation des zones naturelles d'expansion de crue (en lien avec l'étude sur les déversoirs latéraux), la limitation des impacts des ouvrages futurs, l'amélioration de la gestion des ouvrages existants <i>Type : Etude / Renforcement des capacités des organisations locales</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; collectivités locales</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i></p>	Mesure déjà programmée			
Risque	1	8	<p>Engager une réflexion sur la maîtrise de l'urbanisation en zone inondable, notamment vis-à-vis des aspects fonciers : essai de mise en œuvre d'un Plan de Prévention du Risque Inondation sur un site pilote <i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; collectivités locales</i> <i>Territoires concernés : Delta, Vallée, Bassin intermédiaire</i> <i>Priorité 3</i></p>	150		150	

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Disposition 2 : Protéger les populations des maladies liées à l'eau							
Risque	2	1	<p>Etudier les secteurs du bassin les plus vulnérables en matière de maladies liées à l'eau, en lien avec l'étude sur la qualité des eaux et les données épidémiologiques pour définir des secteurs d'action prioritaires précis</p> <p>Type : Etude Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères</p> <p>Territoires concernés : ensemble du bassin</p> <p>Priorité 1</p>	650	300	350	
Risque	2	2	<p>Aider au développement de l'assainissement dans les secteurs d'action prioritaire</p> <p>Type : Renforcement des capacités d'organisations locales Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères, collectivités locales</p> <p>Territoires concernés : à définir par l'étude précédente</p> <p>Priorité 2</p>	200	50	100	50
Risque	2	3	<p>Aider au développement de l'AEP dans les secteurs d'action prioritaire</p> <p>Type : Aménagement / Renforcement des capacités d'organisations locales Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères, collectivités locales</p> <p>Territoires concernés : à définir par l'étude précédente</p> <p>Priorité 2</p>	200	50	100	50

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Risque	2	4	<p>Mettre en œuvre des périmètres de protection de captage :</p> <ul style="list-style-type: none"> -Etudier la faisabilité de la mise en place de périmètres de protection de captages (aspects fonciers notamment et modalités d'implication des communautés) et identifier les captages prioritaires pour la mise en place de ces périmètres - Offrir un appui à la mise en place de périmètres de protection des captages prioritaires <p>Type : Etude / Renforcement des capacités des services techniques des Etats Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères, collectivités locales, OCB/ONG/Société Civile Territoires concernés : à définir par l'étude précédente Priorité 3</p>	580		290	290
Risque	2	5	<p>Promouvoir la mise en place de plans directeurs d'assainissement des collectivités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - réactualisation des plans directeurs d'assainissement existants - établissement de plans directeurs d'assainissements pour les collectivités qui n'en disposent pas encore <p>Type : Etude Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères, collectivités locales Territoires concernés : ensemble du bassin Priorité 2</p>	10 000	2000	4000	4000

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Risque	2	6	Réaliser un suivi épidémiologique de la prévalence des maladies liées à l'eau (humaines et animales) autour des grands aménagements hydrauliques (barrages) <i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i> <i>Territoires concernés : Bafing, Faléme, Bakoye et Baoulé, Vallée, Delta</i> <i>Priorité 2</i>	2800	800	1000	1000
Risque	2	7	Fournir des médicaments et des dispositifs de prévention des maladies aux populations dans la zone d'influence des grands aménagements hydrauliques et dans les secteurs d'action prioritaires définis par l'étude (mesure 2.1) <i>Type : Equipement / Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Renforcement des capacités d'organisations locales</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i> <i>Territoires concernés : Bafing, Faléme, Bakoye et Baoulé, Vallée, Delta</i> <i>Priorité 1</i>	5000	2000	2000	1000
Risque	2	8	Réaliser des campagnes prophylactiques pour le bétail dans les secteurs d'action prioritaires (parcs de vaccination, antiparasitaires, etc). <i>Type : Equipement / Renforcement des capacités d'organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 2</i>	315	100	115	100

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Risque	2	9	Engager des enquêtes démographiques pour améliorer la connaissance de la population du bassin <i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 3</i>	50		25	25
Disposition 3 : Développer une culture du risque							
Risque	3	1	Sensibiliser aux modes de propagation des maladies hydriques (humaines et animales) et aux mesures de prévention à adopter (hygiène de base, sensibilisation à l'amélioration des comportements individuels, utilisation de moustiquaires, etc) <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Renforcement des capacités d'organisations locales</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	900	200	350	350

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Risque	3	2	<p>Sensibiliser les populations et les collectivités vulnérables au risque d'inondation et aux bonnes pratiques à mettre en œuvre</p> <p><i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Renforcement des capacités d'organisations locales</i></p> <p><i>Approche : bassin</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; collectivités locales</i></p> <p><i>Territoires concernés : ensemble du bassin sauf Ferlo</i></p> <p><i>Priorité 2</i></p>	70	40	15	15

4.2.2 AMELIORER LES COMPORTEMENTS

LES ENJEUX

Les ressources naturelles du bassin ont été soumises ces dernières décennies à une forte pression humaine. Elles sont en effet indispensables à la population du bassin pour se nourrir, élever le bétail, produire de l'énergie, des matériaux de construction, des minerais.

L'accroissement démographique et l'épisode de sécheresse des années 70 à 90 ont mis à mal un certain nombre de ces ressources, et des pratiques peu durables se sont développées, souvent dictées par la nécessité de satisfaire les besoins à très court terme, sans envisager les conséquences pour le futur ou pour les autres usagers des ressources.

Ces pratiques peu durables sont généralement le fruit d'un manque d'information et de formation.

L'amélioration des comportements est donc un enjeu de premier plan pour :

- pérenniser l'exploitation des ressources naturelles et des services rendus par les milieux naturels ;
- protéger le cadre de vie et le patrimoine des populations du bassin.

LES OBJECTIFS

- ↗ Faire émerger une prise de conscience de la nécessité d'une gestion raisonnée à long terme des ressources
- ↗ Impliquer la population dans la démarche de préservation active des ressources naturelles

LES MOYENS POUR Y PARVENIR

Trois principaux axes ont été retenus :

- **Faire de la qualité de l'eau l'affaire de tous**

Ces dernières décennies, l'attention s'est focalisée sur la problématique de la disponibilité quantitative de la ressource en eau, qui posait la question de la survie-même de la population dans le bassin.

Avec l'avènement des barrages et la meilleure maîtrise de l'eau, l'attention s'est progressivement tournée vers les problématiques de qualité des eaux, fondamentales pour la santé humaine (maladies liées à l'eau notamment) et celle des écosystèmes (prolifération d'espèces végétales envahissantes sous l'effet d'un enrichissement des eaux en nutriments).

Pour améliorer les comportements vis-à-vis de la qualité de l'eau, il est proposé de cibler les actions sur :

- les agriculteurs, pour les former à mieux utiliser les intrants agricoles (engrais, pesticides) et à privilégier les méthodes alternatives ou complémentaires au « tout chimique » ;

- les gestionnaires de périmètres irrigués, les industriels, les exploitants de mines en étudiant la mise en place de système d' « éco-labellisation » des pratiques, avec des mesures incitatives à la clé ;
- la population, en sensibilisant aux bonnes pratiques individuelles vis-à-vis de la protection de la qualité de l'eau.

Ces mesures consistent essentiellement en un renforcement des capacités des services techniques des Etats et des organisations locales.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

La problématique de la qualité des eaux est en lien étroit avec l'OF « Limiter les risques » (aspects maladies liées à l'eau). Elle est également en lien étroit avec la thématique de la gestion intégrée des espèces végétales envahissantes de l'OF « Préserver l'environnement ».

- **Sensibiliser à l'utilisation durable des ressources naturelles**

La sensibilisation à l'utilisation durable des ressources naturelles est au cœur de l'amélioration des comportements.

Sont ciblées :

- La diffusion des bonnes pratiques contre les feux de brousse ;
- La sensibilisation des éleveurs à l'utilisation durable des ressources végétales et des sols
- La sensibilisation des pêcheurs à la gestion durable de la ressource piscicole ;
- La formation des agriculteurs aux méthodes de travail durable des sols ;
- L'aide à l'émergence de labels de certification de gestion durable d'exploitation forestière.

Ces actions nécessitent toutes un important travail pédagogique, pour que les différents publics visés comprennent et s'approprient les enjeux. Il ne s'agit pas d'imposer des « bonnes pratiques », mais bien de permettre à chacun de mieux appréhender les problématiques environnementales et comprendre le bien fondé de ces pratiques.

Pour mener à bien cet important travail de pédagogie / sensibilisation / formation, il est proposé de renforcer les capacités des services techniques des Etats, et de s'appuyer sur les médias qui ont le plus d'écho auprès de la population (émissions radiodiffusées, etc.).

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

La sensibilisation aux « bonnes pratiques » est à rapprocher de l'OF « Accompagner le développement » mais aussi des problématiques de préservation des sols de l'OF « Préserver l'environnement ».

- **Eduquer aux enjeux de protection de la biodiversité**

Les enjeux de protection de la biodiversité s'appréhendent à plusieurs niveaux :

- la biodiversité rend de nombreux services aux populations : nourriture, énergie, matériaux de construction, etc ;
- la préservation de la biodiversité est l'élément-clé de la résilience des écosystèmes : c'est elle qui conditionne leur capacité à faire face au changement et à s'adapter aux conditions nouvelles. Elle apparaît donc comme un rempart contre le changement climatique ;
- la richesse et la diversité de la faune, de la flore et des écosystèmes font partie du patrimoine du bassin, et la population qui y vit a un devoir de préservation de ce patrimoine pour les générations futures ;
- ce patrimoine constitue un attrait touristique potentiel, qui pourrait offrir une source de revenus même à des populations très isolées.

Il est donc primordial que les populations du bassin soient conscientes de ces enjeux et participent activement à la protection de la biodiversité.

Cette éducation à la biodiversité doit s'effectuer dès le plus jeune âge, aussi est-il proposé d'introduire l'éducation à l'environnement dans les écoles du bassin.

L'éducation doit également concerner un public adulte, avec deux finalités :

- permettre la meilleure compréhension des services rendus par la biodiversité et des enjeux de sa protection ;
- informer du cadre réglementaire de protection de la biodiversité (restrictions d'usages dans les aires protégées et forêts classées, risques encourus en cas de non respect).

Ce travail, qui pourra être menée grâce à un renforcement des capacités des services techniques des Etats, sera effectué en priorité auprès des populations vivant dans ou à proximité des aires protégées du bassin. Il s'appuiera sur les médias qui ont le plus d'écho auprès de la population (émissions radiodiffusées, organisations de réunions dans les villages, etc.).

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

La sensibilisation aux enjeux de la biodiversité des populations constitue le socle du renforcement la protection des écosystèmes de haute valeur patrimoniale proposé dans l'OF « Préserver l'environnement ».

LE PROGRAMME DE MESURES

Le tableau ci-après présente le programme de mesures envisagé sur la période 2011-2025 pour cette Orientation Fondamentale :

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (en millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Disposition 1 : Faire de la qualité de l'eau l'affaire de tous							
CPT	1	1	<p>Sensibiliser et former les agriculteurs à la gestion raisonnée des pesticides et fertilisants, et aux méthodes alternatives ou complémentaires à la lutte chimique</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Approche : bassin</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères, Sociétés d'aménagement, OCB/ONG/Société civile</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, affluents sahéliens, bassin intermédiaire, Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé</p> <p>Priorité 1</p>	350	125	125	100
CPT	1	2	<p>Instituer un système volontariste d' « éco-labellisation » à l'échelle du bassin : définition de cahiers des charges des « bonnes pratiques » pour les périmètres agricoles irrigués, les industries agro-alimentaires et les mines, mise en place de dispositifs incitatifs</p> <p>Type : Etude / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Approche : bassin</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, bassin intermédiaire, affluents sahéliens, Bafing, Falémé, Bakoye et Baoulé</p> <p>Priorité 1</p>	70	40	20	10
CPT	1	3	<p>Sensibiliser les populations aux enjeux de la qualité de l'eau et aux bonnes pratiques individuelles vis-à-vis de la protection de la qualité de l'eau : campagnes contre la défécation à l'air libre, gestion des déchets, utilisation de substances polluantes dans le cadre d'activités artisanales (orpaillage traditionnel et pêche dans le haut bassin), respect de périmètres de protection...</p> <p>Type : Renforcement des capacités d'organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; OCB/ONG/Société civile</p> <p>Territoires concernés : Ensemble du Bassin</p> <p>Priorité 1</p>	950	300	350	300
Disposition 2 : Sensibiliser à l'utilisation durable des ressources naturelles							

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (en millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
CPT	2	1	Sensibiliser les populations aux conséquences néfastes des feux de brousse et aux « bonnes pratiques » <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i> <i>Territoires concernés : Bafing, Falémé, Bakoye, Baoulé, TKLM, Bassin intermédiaire, Ferlo</i> <i>Priorité 1</i>	5 000	1 000	1 500	2 500
CPT	2	2	Informers et sensibiliser les éleveurs à la gestion durable des ressources végétales et des sols (répartition de la charge animale, intérêt des cultures fourragères pour l'alimentation du bétail, enjeux de la maîtrise des couloirs de passage et des points d'accès à l'eau) <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; collectivités locales ; secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : Bafing, Falémé, Bakoye, Baoulé, TKLM, , Ferlo, Affluents sahéliens</i> <i>Priorité 1</i>	650	250	200	200
CPT	2	3	Sensibiliser les pêcheurs à la gestion durable de la ressource piscicole : respect d'un repos biologique, choix du matériel et des techniques de pêche, formation aux techniques de conservation du poisson pour limiter les pertes <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; OCB/ONG/Société civile ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : Delta, affluents sahéliens, vallée, TKLM, Falémé, Bakoye et Baoulé, Bafing</i> <i>Priorité 1</i>	100	50	50	

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (en millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
CPT	2	4	Sensibiliser et former les agriculteurs aux méthodes de travail durable des sols (mécanisation, drainage, gestion de la fertilité) <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Sociétés d'aménagement ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : Bakoye et Baoulé, Bafing, TKLM, affluents sahéliens, delta, vallée, bassin intermédiaire,</i> <i>Priorité 1</i>	550	300	250	
CPT	2	5	Aider à l'émergence de labels de certification de gestion durable de l'exploitation forestière <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles ; OCB/ONG/Société civile</i> <i>Territoires concernés : Bafing et Falémé</i> <i>Priorité 3</i>	20		10	10
Disposition 3 : Eduquer aux enjeux de la protection de la biodiversité							
CPT	3	1	Poursuivre la sensibilisation et introduire l'éducation à l'environnement dans les écoles du bassin <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles ; OCB/ONG/Société civile ; Institutions de formation et de recherche</i> <i>Territoires concernés : Delta, Faléme, Bafing, Bakoye et Baoulé</i> <i>Priorité 1</i>	200	80	60	60
CPT	3	2	Sensibiliser les populations aux services rendus par la biodiversité et aux enjeux de sa protection, en priorité dans les aires protégées <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Institutions internationales ; OCB/ONG/Société civile</i> <i>Territoires concernés : Delta, Faléme, Bafing, Bakoye et Baoulé</i> <i>Priorité 1</i>	350	200	150	

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (en millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
CPT	3	3	<p>Sensibiliser les populations au cadre réglementaire et/ou contractuel de la protection de la biodiversité : restrictions d'usage dans les aires protégées, les forêts classées les réserves volontaires, etc. et risques encourus en cas de non respect (braconnage notamment)</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères</p> <p>Territoires concernés : Delta, Faléme, Bafing, Bakoye et Baoulé</p> <p>Priorité 1</p>	300	200	100	

4.2.3 AMELIORER LA CONNAISSANCE DE L'ETAT DU BASSIN ET SON SUIVI

LES ENJEUX

L'évolution du bassin du fleuve Sénégal est soumise à l'incertitude de l'évolution climatique.

L'environnement du bassin a déjà été affecté par des modifications du climat (sécheresse des années 70 à 90) ainsi que par les activités humaines (grands aménagements hydroélectriques notamment), mais ces évolutions sont parfois difficile à quantifier de façon précise, faute de suivi régulier par le passé d'indicateurs pertinents.

Certains domaines, comme la qualité de l'eau, par exemple, restent encore très peu documentés, alors qu'ils représentent de forts enjeux pour les populations.

La mise en place de l'Observatoire de l'Environnement par l'OMVS a permis de dresser un premier bilan de l'état des connaissances du bassin. Cet effort est à poursuivre afin :

- de réaliser un monitoring précis de l' « état de santé » du bassin, pour pouvoir déceler rapidement les indices du changement climatique ;
- d'alerter, en cas de situation anormale ;
- de mieux comprendre les causes de l'évolution de l'environnement du bassin, afin de déterminer s'il est possible de corriger ou limiter certains impacts qui se profilent.

LES OBJECTIFS

- ↻ Compléter la connaissance de l'environnement du bassin et assurer son suivi
- ↻ Suivre les évolutions du climat et leurs répercussions sur l'environnement
- ↻ Centraliser, agréger et diffuser les connaissances pour qu'elles puissent bénéficier au plus grand nombre

LES MOYENS POUR Y PARVENIR

Trois principaux axes ont été retenus :

- **Améliorer la connaissance des milieux**

Les lacunes de connaissances identifiées en phase 1 qu'il est proposé de corriger par des études dédiées portent sur :

- les milieux aquatiques, et plus particulièrement la qualité des eaux, les relations entre les eaux de surface et les eaux souterraines, le fonctionnement hydrologique global du bassin et l'identification des besoins en eau des milieux (zones humides) ;
- la biodiversité, avec la poursuite du travail d'inventaire des enjeux écologiques dans les zones du bassin non encore protégées (zones humides en premier lieu) et la cartographie des enjeux dans les aires protégées du haut bassin (notamment en terme d'habitats, de répartition des espèces patrimoniales et de définition des aires de fonctionnalités écologiques) ;

- le sol et le sous-sol : approfondissement des connaissances des processus d'érosion des sols, de désertification et d'ensablement, mais aussi amélioration des connaissances sur les ressources géologiques et minières du bassin.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

L'amélioration des connaissances sur les processus d'érosion, d'ensablement et de désertification à l'échelle du bassin sont complémentaires des actions de protection et restauration des sols proposées dans l'OF « préserver l'environnement et s'adapter aux changements climatiques » (aide à l'identification de sites prioritaires à restaurer).

La précision des besoins en eau des milieux est un élément important en vue de l'alimentation artificielle de zones humides du bassin proposée dans la disposition « reconquérir et protéger les fonctionnalités écologiques du bassin ».

Enfin, l'amélioration des connaissances sur la biodiversité est la base du renforcement de la protection de zones à haute valeur patrimoniale proposée dans cette même OF (édification de zones de protection additionnelles, aide à la gestion de zones existantes...).

- **Améliorer la connaissance des impacts des activités**

Les activités humaines ont impacté l'environnement du bassin ces dernières décennies.

Améliorer la connaissance de ces impacts est un enjeu pour :

- d'une part, essayer de corriger les effets les plus dommageables ;
- d'autre part, mieux cibler les impacts potentiels des aménagements futurs.

Dans la perspective d'une prise en compte optimale des impacts des aménagements futurs, il est également proposé d'établir un référentiel précis des gains et préjudices environnementaux associés aux aménagements (barrages notamment) qui pourront servir de référence aux études coûts/avantages réalisées dans le bassin ainsi qu'à l'évaluation de mesures de compensation.

- **Suivre l'évolution du bassin et diffuser la connaissance**

L'acquisition de connaissances sur l'environnement ne doit pas être statique, mais faire l'objet d'un suivi dans le temps pour mieux appréhender les dynamiques d'évolution du bassin.

L'Observatoire de l'Environnement de l'OMVS est investi de cette mission, en relation avec les services techniques des Etats, producteurs de certaines données. Il est donc proposé de renforcer les capacités de ces structures afin :

- de mettre en place un réseau de surveillance de la qualité des eaux ;
- de renforcer le suivi environnemental déjà en place ;
- de mettre en place des systèmes d'alerte à l'échelle du bassin, en matière de qualité des eaux et d'espèces végétales envahissantes.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

La mise en place d'un système d'alerte dédié aux espèces végétales envahissantes rejoint les actions proposées pour contenir la progression des plantes envahissantes dans l'OF « Préserver l'environnement ».

L'amélioration du suivi de la qualité des eaux rejoint également les préoccupations de santé publique de l'OF « Limiter les risques ».

LE PROGRAMME DE MESURES

Le tableau ci-après présente le programme de mesures envisagé sur la période 2011-2025 pour cette Orientation Fondamentale :

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation du coût (en millions F FCA)			
				Total	2010-2015	2015-2020	2020 – 2025
Disposition 1 : Améliorer la connaissance des milieux							
CONN	1	1	Réaliser un état des lieux de la qualité de l'eau du bassin <i>Type : Etude</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> Priorité 1	1170	400	400	370
CONN	1	2	Etudier les relations quantitatives et qualitatives eaux souterraines / eaux de surface <i>Type : Etude</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; Institutions de formation et de recherche</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> Priorité 2	240		240	
CONN	1	3	Améliorer la connaissance des processus d'érosion, d'ensablement et de désertification à l'échelle du bassin <i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> Priorité 2	900	250	300	350

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation du coût (en millions F FCA)			
				Total	2010-2015	2015-2020	2020 – 2025
CONN	1	4	<p>Améliorer la connaissance du fonctionnement hydrologique du bassin et des besoins en eau des milieux , en particulier par le renforcement et la fiabilisation du réseau de suivi quantitatif</p> <p><i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Institutions de formation et de recherche</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i></p> <p><i>Priorité 1</i></p>	750	450	200	100
CONN	1	5	<p>Améliorer la connaissance des enjeux écologiques du bassin : poursuivre le travail d'inventaire de la biodiversité du bassin dans les zones non protégées (zones humides notamment)</p> <p><i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; Institutions internationales</i></p> <p><i>Territoires concernés : Vallée, affluents sahéliens, bassin intermédiaire, TKLM, Ferlo , Bafing, Falémé, Bakoye et Baoulé</i></p> <p><i>Priorité 2</i></p>	150	100	50	
CONN	1	6	<p>Entreprendre un travail de cartographie des enjeux dans les aires protégées du haut bassin (cartographie des habitats naturels, de la distribution des espèces clés, définition d'aires de fonctionnalités et de corridors écologiques)</p> <p><i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Institutions internationales ; Institutions de formation et de recherche</i></p> <p><i>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé</i></p> <p><i>Priorité 1</i></p>	100	70	30	

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation du coût (en millions F FCA)			
				Total	2010-2015	2015-2020	2020 – 2025
CONN	1	7	<p>Améliorer la connaissance des ressources géologiques et minière du bassin (réalisation des cartes géologiques du bassin) <i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i> <i>Territoires concernés : Delta, Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé, bassin intermédiaire et Vallée</i> <i>Priorité 2</i></p>	15000	6000	6000	3000
Disposition 2 : Améliorer la connaissance des impacts des activités							
CONN	2	1	<p>Améliorer la connaissance et le suivi des impacts des activités agricoles, industrielles et minières sur le bassin, notamment en terme de qualité des eaux et des sols <i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i> <i>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé, bassin intermédiaire et Vallée, Delta</i> <i>Priorité 2</i></p>	1 900	400	600	900
CONN	2	2	<p>Améliorer la connaissance et le suivi des impacts des aménagements hydroélectriques <i>Type : Etude</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : Bassin intermédiaire, Bafing, Falémé</i> <i>Priorité 2</i></p>	740	120	140	480

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation du coût (en millions F FCA)			
				Total	2010-2015	2015-2020	2020 – 2025
CONN	2	3	<p>Etablir un référentiel précis des aménités et des coûts environnementaux associés aux aménagements pour servir de référence aux études coûts/avantages dans le bassin et aux mesures compensatoires d'aménagements futurs</p> <p><i>Type : Etude</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Institutions de formation et de recherche</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i></p> <p>Priorité 2</p>	195	195		
Disposition 3 : Suivre l'évolution du bassin et diffuser la connaissance							
CONN	3	1	<p>Mettre en place un réseau de surveillance et d'analyse de la qualité des eaux du bassin</p> <p><i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Renforcement des capacités de l'OMVS</i> <i>Approche : bassin</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i></p> <p>Priorité 1</p>	1700	500	700	500

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation du coût (en millions F FCA)			
				Total	2010-2015	2015-2020	2020 – 2025
CONN	3	2	<p>Renforcer le suivi de l'état de l'environnement : suivi de la qualité des eaux, de l'évolution des processus de dégradation des sols, de l'évolution des écosystèmes patrimoniaux (surface inondée par la crue, surface des forêts alluviales, surface de mangrove, etc), de l'évolution des espèces emblématiques du bassin ; mutualisation des études produites à l'échelle du bassin</p> <p>Type : Renforcement des capacités de l'OMVS Approche : bassin</p> <p>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</p> <p>Territoires concernés : Ensemble du bassin</p> <p>Priorité 1</p>	1500	700	400	400
CONN	3	3	<p>Mise en place de systèmes d'alerte à l'échelle du bassin en matière de qualité des eaux et d'espèces envahissantes</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Renforcement des capacités de l'OMVS Approche : bassin</p> <p>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</p> <p>Territoires concernés : Ensemble du bassin</p> <p>Priorité 1</p>	750	450	150	150

4.2.4 PRESERVER L'ENVIRONNEMENT ET S'ADAPTER AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

LES ENJEUX

Ces cinquante dernières années, l'environnement du bassin a connu une dégradation globale, sous l'effet cumulé :

- de la vague de sécheresse qui a sévi des années 70 à 90
- de l'aménagement du fleuve, qui, s'il a eu des effets positifs indiscutables pour la population, a modifié le régime du fleuve et ses relations avec les milieux adjacents
- de l'augmentation de la pression des activités humaines, consécutive à un accroissement démographique, sur des ressources naturelles déjà affaiblies.

Si les tendances actuelles se poursuivent sans mesures correctives, les écosystèmes risquent de se dégrader jusqu'à un point de non retour. Leur « état de santé » pour le moins précaire les rend particulièrement vulnérables à toute modification du climat, en particulier aux variations de disponibilité de la ressource en eau. Or, l'avenir du bassin est particulièrement soumis à l'incertitude de l'évolution climatique.

Cette situation est d'autant plus préoccupante que :

- la sécurité alimentaire est encore fragile et la grande majorité des activités économiques du bassin repose directement sur les ressources naturelles ;
- les ressources naturelles sont globalement dégradées et la résilience des écosystèmes, c'est-à-dire leur capacité à faire face au changement, est affaiblie.

Le rythme actuel de perte de biodiversité met donc en péril le bien être futur des populations.

Il est essentiel d'accompagner le développement du bassin en maintenant des conditions environnementales destinées à :

- sécuriser les activités humaines face aux aléas climatiques en restaurant les milieux pour accroître leur résilience, c'est-à-dire les rendre aptes à surmonter de nouvelles variations du climat (précipitations, températures)
- pérenniser l'exploitation des ressources naturelles (sols, forêt, ressource piscicole), condition indispensable au développement et à l'atteinte de la sécurité alimentaire
- protéger et valoriser un patrimoine naturel unique.

LES OBJECTIFS

- ↪ Atteindre une qualité des eaux qui ne mette pas en péril la santé des hommes et des écosystèmes
- ↪ Maîtriser l'expansion des espèces végétales envahissantes
- ↪ Améliorer la résilience des milieux naturels, qui constitue un rempart contre le changement climatique
- ↪ Renforcer la protection des milieux naturels à enjeux
- ↪ Poursuivre et renforcer les actions prévues par les Etats dans le cadre des Plans d'Action Nationaux d'Adaptation aux Changements Climatiques.

LES MOYENS POUR Y PARVENIR

Trois principaux axes ont été retenus, qui rejoignent les options d'adaptation retenues dans les Plans d'Action Nationaux d'Adaptation au changement climatique :

- **Enrayer le processus de dégradation des sols**

Les sols nourrissent l'homme, sont le support de la biodiversité, et jouent un rôle de premier plan dans le cycle de l'eau, aussi bien sur le plan quantitatif (capacité de rétention, qui limite le risque d'inondation) que qualitatif (autoépuration naturelle).

Assurer leur protection est donc la base de la préservation de l'environnement du bassin.

Cette protection consiste à agir sur les processus de dégradation de l'écosystème sol, c'est-à-dire sur les phénomènes d'érosion et de désertification.

Il existe pour cela deux grands leviers d'actions :

- Des actions curatives de protection et restauration de sites particulièrement affectés par les problèmes d'érosion : restauration des têtes de source dans le haut bassin, protection des berges, restauration des sites ensablés.
- Des actions préventives de protection du couvert végétal, notamment arboré, qui fixe les sols et les protège : régénération de forêts dégradées, lutte contre les feux de brousse, diffusion de sources d'énergie alternative à la ressource ligneuse, plantation de haies, limitation de l'impact des activités d'élevage (aménagement de points d'eau et de couloirs de passage).

Pour assurer la pérennité de ces actions et garantir une efficacité optimale, les mesures proposées couvrent à la fois :

- la réalisation d'aménagements (plantations, dispositifs anti-érosion, aménagements de points d'eau, etc) ;
- le renforcement des capacités d'organisations locales pour assurer la pérennité de ces aménagements (appropriation des enjeux par les populations qui auront la charge de l'entretien de ces aménagements).

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

Les actions de protection et de restauration des sols sont en lien étroit avec :

- l'amélioration des connaissances sur les processus d'érosion, d'ensablement et de désertification à l'échelle du bassin proposée par l'OF « Renforcer la connaissance de l'état du bassin et son suivi »
- les actions de formation / sensibilisation à l'utilisation durable des ressources naturelles proposées dans l'OF « Améliorer les comportements », disposition 2
- la promotion d'une agriculture non érosive sur coteaux dans le haut bassin proposée dans l'OF « appuyer le développement du bassin »

- **Reconquérir et protéger les fonctionnalités écologiques du bassin**

La reconquête des fonctionnalités écologiques du bassin est un élément indispensable pour permettre d'améliorer la résilience des écosystèmes du bassin et faire face au changement climatique.

Trois grandes actions sont proposées :

- reconnecter les annexes humides au fleuve, par la réalisation de dispositifs d'alimentation en eau de cuvettes et la mise en place de plans de gestion de cette alimentation qui permettent de satisfaire les besoins en eau des milieux et des activités traditionnelles, à l'image du travail réalisé dans le Diawling. Là encore, au-delà des aménagements physiques des cuvettes et des études préalables, la mesure comporte un volet de renforcement des capacités des organisations locales afin d'impliquer les populations dans cette gestion.
- Poursuivre l'effort de protection des écosystèmes de haute valeur patrimoniale du bassin en conduisant des études et renforçant les capacités des services techniques des Etats en vue de la mise en place de zones de protection additionnelles, de l'élaboration et de la mise en œuvre de plans de gestion, du renforcement des structures de surveillance et de contrôle, et, enfin, de la mise en réseau de l'ensemble des zones protégées du bassin afin de faciliter les échanges et la cohérence des actions.
- Contenir la progression des espèces végétales envahissantes par la lutte intégrée. Cette lutte intégrée repose à la fois sur la mise en œuvre d'actions curatives (arrachage mécanique de la végétation, lutte biologique si elle existe), en évitant les méthodes de lutte impactantes pour le milieu et la santé (brûlis, herbicides), mais aussi sur l'implication des communautés pour l'entretien régulier des zones nettoyées et sur la prévention de l'installation de ces espèces (maintien de conditions défavorables à la prolifération par le curage de canaux et défluent dans le cas du typha par exemple).

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

Les actions visant à la reconquête des fonctionnalités écologiques du bassin sont en lien étroit avec :

- l'OF « Renforcer la connaissance de l'état du bassin et son suivi » par le biais de :
 - o l'amélioration des connaissances sur les besoins en eau des milieux, le renforcement des connaissances sur la biodiversité du bassin et la cartographie des zones à enjeux dans les aires protégées du haut bassin proposées par l'OF « Renforcer la connaissance de l'état du bassin et son suivi »
 - o la mise en place d'un système d'alerte relatif à l'expansion des plantes envahissantes sur le bassin
- l'OF « Développer des solidarités », par la définition de consignes de gestion des futurs ouvrages qui intègrent la problématique de la gestion environnementale du régime du fleuve (répercussions sur l'inondation du lit majeur et les zones humides en lien avec le fleuve, sur la prolifération des plantes envahissantes en lien avec l'homogénéisation du régime des eaux)
- l'OF « Améliorer les comportements », par le biais :
 - o du volet « qualité des eaux », qui a une influence directe sur la bonne santé des milieux humides et sur la progression des espèces végétales envahissantes
 - o des actions d'éducation aux enjeux de la biodiversité.

- **Mettre en place un cadre juridique habilitant pour la protection des sols, des eaux et des écosystèmes**

Les actions de préservation de l'environnement ne peuvent être pérennes qu'à la condition que les réglementations environnementales des Etats soient effectivement mises en œuvre. Les quatre Etats du bassin sont tous dotés de réglementations destinées à protéger les écosystèmes, la qualité des eaux et les sols. Il est proposé dans le cadre du SDAGE de renforcer les capacités des Etats pour :

- opérationnaliser les principes de la Charte des Eaux du Fleuve Sénégal, et en tout premier lieu le principe de « pollueur – payeur »
- instruire dans les meilleures conditions les études d'impact des projets d'aménagement sur le bassin, pour s'assurer de la prise en compte correcte de l'ensemble des compartiments de l'environnement et de la compatibilité de ces aménagements avec les lignes directrices du SDAGE
- inciter à l'utilisation d'outils fonciers qui intègrent la protection et l'exploitation durable des terres, (ex conventions foncières locales)

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

La réflexion sur la notion de compensation des impacts des futurs grands aménagements de l'OF « Développer les solidarités » et l'amélioration des connaissances sur les impacts des activités dans le bassin ainsi que la définition d'un référentiel des aménités et coûts environnementaux associés aux aménagements proposées dans l'OF « Renforcer la connaissance de l'état du bassin et son suivi » fournissent un socle de référence pour l'évaluation des études d'impacts.

LE PROGRAMME DE MESURES

Le tableau ci-après présente le programme de mesures envisagé sur la période 2011-2025 pour cette Orientation Fondamentale :

OF	Dispo	Mesure	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Disposition 1 : Enrayer les processus de perte des sols et de désertification							
ENV	1	1	<p>Engager un programme de protection et de restauration des têtes de source : identification de sites pilotes, mise en place d'actions curatives et préventives (plantations notamment), implication des populations locales pour pérenniser les actions</p> <p><i>Type : Aménagement / renforcement des capacités d'organisations locales / renforcement des capacités des services techniques des Etats</i></p> <p><i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé</i></p> <p>Priorité 1</p>	4 100	2 100	1000	1000
ENV	1	2	<p>Engager un programme de protection des berges : identification de sites pilotes, mise en place d'actions curatives et préventives (plantations notamment), implication des populations locales pour pérenniser les actions</p> <p><i>Type : Aménagement / renforcement des capacités d'organisations locales</i></p> <p><i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé, bassin intermédiaire et Vallée</i></p> <p>Priorité 1</p>	13 600	4000	4000	5600

OF	Dispo	Mesure	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
ENV	1	3	<p>Engager un programme de protection et de restauration des sites ensablés : identification de sites pilotes, mise en place d'actions curatives et préventives (plantations notamment), implication des populations locales pour pérenniser les actions</p> <p>Type : Aménagement / renforcement des capacités d'organisations locales Approche : locale*</p> <p>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; sociétés d'aménagement ; OCB/ONG/Société civile</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, Ferlo, affluents sahéliens, TKLM, Bakoye et Baoulé</p> <p>Priorité 1</p>	12 000	2 500	4 000	5 500
ENV	1	4	<p>Favoriser la régénération des forêts dégradées :</p> <ul style="list-style-type: none"> - mettre en défens des forêts dégradées, notamment alluviales - Rechercher des modes de gestion et mise en valeurs adaptés à la conservation des forêts alluviales <p>Type : Aménagement / renforcement des capacités d'organisations locales / renforcement des capacités des services techniques des Etats Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères ; collectivités locales ; OCB/ONG/Société civile</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, Ferlo, affluents sahéliens, TKLM, Bakoye et Baoulé Falémé, Bafing,</p> <p>Priorité 2</p>	9 700	3 500	3 200	3 000

OF	Dispo	Mesure	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
ENV	1	5	<p>Lutter contre les feux de brousse : Aménager des pare-feu et aider à la mise en place de comités villageois de surveillance <i>Type : Aménagement / renforcement des capacités d'organisations locales / renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; collectivités locales ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ferlo, affluents sahéliens, bassin intermédiaire, TKLM, Falémé, Bafing.</i></p> <p><i>Priorité 1</i></p>	2600	1000	1000	600
ENV	1	6	<p>Aménager des points d'accès à l'eau et des couloirs de passage pour limiter l'impact de l'élevage sur la ressource ligneuse et les sols <i>Type : Aménagement / renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; collectivités locales ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : Delta, vallée, Ferlo, Affluents sahéliens, TKLM, Bafing, Bakoye/ Baoulé, bassin intermédiaire</i></p> <p><i>Priorité 1</i></p>	11 200	4000	4000	3200

OF	Dispo	Mesure	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
ENV	1	7	<p>Installer des haies brise-vent autour des parcelles cultivées dans les secteurs soumis à l'érosion et à l'ensablement</p> <p>Type : Aménagement / renforcement des capacités d'organisations locales</p> <p>Approche : locale</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères ; sociétés d'aménagement ; OCB/ONG/Société civile</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, Affluents sahéliens, TKLM, Falémé, Bafing, Bakoye/ Baoulé, bassin intermédiaire</p> <p>Priorité 3</p>	4 440	1440	1500	1500
ENV	1	8	<p>Favoriser la diffusion de sources d'énergie alternatives : aider à l'équipement en foyers améliorés, réchauds à gaz, énergie solaire, etc dans les zones avec une forte problématique d'érosion/déboisement engager un programme de valorisation énergétique du typha et des résidus de culture pour limiter la pression sur les ressources ligneuses</p> <p>Type : Aménagement / renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Approche : bassin</p> <p>Maitres d'ouvrages : Ministères ; collectivités locales ; OCB/ONG/Société civile</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, bassin intermédiaire, TKLM, Falémé, Bafing, Bakoye/ Baoulé,</p> <p>Priorité 1</p>	8 400	3000	3000	2400
Disposition 2 : Reconquérir et protéger les fonctionnalités écologiques du bassin							

OF	Dispo	Mesure	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
ENV	2	1	<p>Aménager des cuvettes à enjeu en vue de la gestion artificielle de leur alimentation selon une approche écosystémique <i>Type : Aménagement / étude / renforcement des capacités d'organisations locales</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Delta, vallée, bassin intermédiaire, affluents sahéliens, TKLM, Bafing, Bakoye/Baoulé,</i></p> <p>Priorité 2</p>	8 100	3000	3600	1500
ENV	2	2	<p>Renforcer la protection des écosystèmes à haute valeur patrimoniale : appui à la mise en place de zones de protection additionnelles, aide à l'élaboration de plans de gestion, renforcement des capacités des structures de gestion et de contrôle <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; institutions internationales ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : Delta Ferlo, affluents sahéliens Falémé, Bafing, TKLM, Bakoye et Baoulé</i></p> <p>Priorité 2</p>	5 000	1690	2190	1120
ENV	2	3	<p>Mettre en réseau l'ensemble des zones protégées du bassin <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : bassin</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i></p> <p><i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i></p> <p>Priorité 3</p>	3 070	920	1075	1075

OF	Dispo	Mesure	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
ENV	2	4	<p>Contenir la progression des espèces végétales envahissantes en mettant en place des techniques de lutte intégrée <i>Type : Aménagement / Renforcement des capacités d'organisations locales</i> <i>Approche : locale</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères ; Sociétés d'aménagement ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : Delta, vallée, bassin intermédiaire</i></p> <p>Priorité 1</p>	52 150	16000	21000	15150
Disposition 3 : Mettre en place un cadre juridique habilitant pour la protection des sols, des eaux et des écosystèmes							
ENV	3	1	<p>Opérationnaliser les principes de la Charte de l'Eau et introduire une notion de « compatibilité des aménagements avec le SDAGE » <i>Type : Renforcement des capacités des Etats</i> <i>Approche : bassin</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i></p> <p><i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i></p> <p>Priorité 3</p>	275	150	125	
ENV	3	2	<p>Offrir un appui technique et institutionnel aux Etats pour l'instruction des études d'impact des projets dans le territoire du bassin <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : bassin</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i></p> <p><i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i></p> <p>Priorité 3</p>	900	300	300	300

OF	Dispo	Mesure	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
ENV	3	3	Développer les outils fonciers pour la gestion durable des terres, des eaux et des écosystèmes <i>Type : Etude / Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Renforcement des capacités d'organisations locales</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Collectivités locales</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> Priorité 2	200	140	60	

4.2.5 DEVELOPPER LES SOLIDARITES DANS LE BASSIN

LES ENJEUX

La charte des eaux du fleuve Sénégal affiche, dans son article 5, la nécessité d'une coopération sous-régionale visant, entre autres, la sécurité et l'amélioration des revenus des populations du bassin, la sécurité alimentaire, la réduction de la pauvreté et la lutte contre l'exode rural. Ce principe s'impose évidemment au SDAGE qui se doit d'afficher cet objectif de solidarité et de traitement équitable de toutes les populations du bassin.

A l'intérieur de chaque territoire, la charte promulgue la prise en compte de tous les usages en eau, sans priorisation entre eux. En cas de pénurie, l'accès à l'eau potable est néanmoins prioritaire, de par son importance en terme de santé publique.

Il convient donc, à l'horizon 2025 :

- de permettre à chaque territoire, dans les quatre pays membres de l'OMVS, de se développer de manière équitable en matière agricole, industrielle, touristique.
- De veiller à ce que chaque usage soit traité de manière équitable à l'échelle locale, ainsi qu'à l'échelle globale du bassin versant.
- De demeurer solidaire avec les territoires voisins, pour l'énergie (interconnexions), l'AEP (alimentation d'agglomérations situées hors bassin) ou le transport.

Pour y parvenir, il est nécessaire de s'appuyer sur les constats issus des phases 1 et 2 du SDAGE :

Des zones enclavées existent :

Certaines zones sont à ce jour fortement enclavées, dans le haut bassin et sur les affluents sahéliens. Ces zones devront à terme être desservies en énergie, transport et ressource en eau pour les besoins des populations, de l'élevage et de l'agriculture ;

Le bassin présente un potentiel de développement important, mais il nécessite des infrastructures régionales :

Un développement potentiel des agro-industries est attendu dans le haut bassin et le delta en particulier, mais, là encore, il dépend fortement de la capacité des acteurs à développer les infrastructures nécessaires en terme de transport et d'énergie.

Les projets miniers nécessitent des infrastructures de transport qui peuvent bénéficier à d'autres usages, et notamment aux populations.

La solidarité dépasse les limites du bassin :

Des projets d'interconnexions importants existent d'ores et déjà en matière énergétique, comme en matière d'alimentation en eau potable (alimentation de Dakar et plus récemment de Nouackchott). D'autres opportunités pourront se présenter à l'avenir.

Les aménagements prévus dans le bassin ont des impacts qu'il convient d'intégrer au moment de leur conception :

Les impacts des barrages multiusages existants, ou à venir, sont connus. Les impacts positifs (régulation du régime du fleuve) comme négatifs (destruction d'espaces, développement de plantes envahissantes, diminution de la crue) nécessitent une approche écosystémique pour arrêter le choix des futurs aménagements et leur règle de gestion.

LES OBJECTIFS

- ↪ désenclaver le bassin pour soutenir le développement de toutes les sous-régions
- ↪ penser l'aménagement du fleuve en intégrant les besoins de tous les usages de l'eau
- ↪ veiller à supprimer, réduire ou compenser les impacts négatifs des aménagements sur le milieu et les populations.

LES MOYENS POUR Y PARVENIR

Trois principaux axes ont été retenus :

- **Choisir des modes d'aménagements durables pour les hommes et les milieux**

Le SDAGE prône un aménagement du bassin durable, qui permet le développement des activités et l'utilisation des ressources naturelles compatibles avec la non dégradation des écosystèmes et la reconquête de ceux ayant déjà été impactés.

Dans la lignée des scénarios étudiés dans le présent SDAGE, un parti d'aménagement devra être arrêté. Il s'appuiera :

- Sur une étude coûts-avantages détaillée des aménagements du bassin
- Une meilleure connaissance des enjeux environnementaux, et la définition des mesures de compensation des impacts environnementaux et sociaux des futurs ouvrages

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

Le choix d'aménagements solidaires à l'échelle du bassin et à l'échelle régionale renvoie naturellement sur les Orientations Fondamentales suivantes : celle sur l'appui au développement et notamment sa disposition 1, celle sur la préservation de l'environnement qui permet de fixer les ambitions à poursuivre, et enfin l'Orientation sur l'amélioration des comportements qui intègre entre autres la nécessaire préservation de la qualité de l'eau de l'amont jusqu'à l'aval.

- **Aider au désenclavement du bassin**

La connaissance des besoins en énergie et transport des zones enclavées du bassin passe par la réalisation d'une étude approfondie, focalisée notamment sur les zones du haut bassin dont le développement dépend fortement de l'état des infrastructures notamment de transport.

Cette étude prendra en compte les potentiels en agriculture irriguée, en mines, en tourisme, et recherchera la complémentarité des usages.

Le transport fluvial, imaginé dans une première phase de l'aval du fleuve jusqu'à Ambidédi, s'appuiera d'ici 2025 sur des études arrêtant les conditions minimales de mise en œuvre de la navigabilité du fleuve, acceptables sur un plan environnemental. Des mesures d'adaptation seront avancées.

Enfin, le désenclavement du bassin passe le renforcement des capacités des Etats en matière de respect des mesures édictées par la CEDEAO sur le contrôle de police et la gestion des frontières.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

Le désenclavement va évidemment bénéficier au développement de l'économie, notamment au secteur minier dans la Falémé et autour des exploitations de phosphate ou de bauxite au Mali, et au secteur de l'agro-industries dans le delta et le haut-bassin.

Cette disposition ne peut être étudiée sans prendre en compte les mesures édictées dans l'Orientation fondamentale sur la préservation de l'écosystème, qui fixe les conditions minimales d'une politique de désenclavement durable (préservation des forêts, lutte contre l'érosion du sol, maintien de la biodiversité).

- **Faire de la gestion des aménagements futurs une opportunité pour les hommes et les milieux**

En phase 3 du présent SDAGE, trois scénarios d'aménagement du bassin ont été étudiés, grâce à un modèle de gestion stratégique. Ce modèle se base sur un certain nombre d'hypothèses et laisse ouverts de nombreux choix de variante, notamment en terme de priorisation des usages et de gestion des futurs ouvrages.

Il convient donc, par des études mais aussi le renforcement des capacités de l'OMVS, de poursuivre ce travail de prospective en affinant le développement de l'outil de gestion du bassin et en étudiant les consignes de gestion à assigner aux futurs ouvrages multiusages. La régulation des inondations, comme la recherche d'un régime fluvial adapté aux enjeux environnementaux des zones humides inféodées au fleuve, seront au centre des préoccupations des décideurs.

L'optimisation de la gestion de Manantali sera également à rechercher, une fois les nouveaux ouvrages en fonctionnement.

Par ailleurs, deux axes de réflexion sont proposés dans cette disposition :

- D'une part étudier les besoins de transfert d'eau interbassins, en faveur des populations situées dans le bassin ou hors bassin ;
- D'autre part, décliner les orientations du SDAGE à l'échelle locale, au travers de SAGE qui présenteront les enjeux d'un territoire plus circonscrit, proposeront une gouvernance locale et arrêteront un programme de mesures adaptés aux population et aux usages, intégré à celui proposé à l'échelle du bassin.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

Cette disposition s'appuiera sur les études proposées dans les Orientations liées au renforcement de la connaissance et à la préservation de l'environnement, pour mieux connaître les besoins du milieu ainsi que les interconnexions entre les différents compartiments environnementaux. La solidarité entre usages qui est prônée renvoie naturellement vers les questions d'amélioration des comportements et de gestion des risques d'inondation.

LE PROGRAMME DE MESURES

Le tableau ci-après présente le programme de mesures envisagé sur la période 2011-2025 pour cette Orientation Fondamentale :

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Disposition 1 : Choisir des modes d'aménagements durables pour les hommes et les milieux							
Solid	1	1	Retenir un parti d'aménagement de grands ouvrages hydroélectriques du bassin qui respecte durablement les besoins des hommes et des milieux <i>Type : Etude</i> <i>Echelle : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	75	75		
Solid	1	2	Réaliser une étude coût avantage détaillée globale de l'aménagement du bassin <i>Type : Etude</i> <i>Echelle : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	400	400		
Solid	1	3	Définir les mesures de compensation des impacts environnementaux et sociaux des futurs ouvrages et intégrer ces coûts dans les projets d'infrastructure <i>Type : Etude</i> <i>Echelle : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 2</i>	150	75	75	
Disposition 2 : Aider au désenclavement du bassin							

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Solid	2	1	<p>Etude des zones de désenclavement stratégiques dans la partie amont du bassin (Mali et Guinée) : définition des secteurs « orphelins » en transport et énergie, des zones à potentiel de développement agricole, en lien avec l'extension envisagée des périmètres irrigués, des zones à potentiel de développement minier et touristique ; recensement des infrastructures existantes/projetées dans ces zones ; identification des besoins en aménagements complémentaires, dans une optique de multimodalité ; évaluation des conséquences socio-économiques et environnementales</p> <p>Type : Etude Echelle : locale Maitres d'ouvrages : OMVS</p> <p>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé</p> <p>Priorité 2</p>	195		195	
Solid	2	2	<p>Définition des conditions techniques minimales nécessaires à la navigation, acceptables du point de vue socio-économique et environnemental : Analyse des impacts directs et induits de la navigation sur le fleuve pour les populations et l'environnement, propositions de mesures d'adaptation (tracé, profil en travers, type d'aménagement)</p> <p>Type : Etude Echelle : locale Maitres d'ouvrages : OMVS</p> <p>Territoires concernés : Delta, vallée, bassin intermédiaire</p> <p>Priorité 1</p>	100	100		

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Solid	2	3	Appuyer les Etats membres pour le respect des mesures édictées par exemple par la CEDEAO en terme de contrôles de police et de gestion des frontières <i>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Echelle : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : Organisations économiques sous régionales</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 3</i>	400		200	200
Disposition 3 : Faire de la gestion des aménagements futurs une opportunité pour les hommes et les milieux							
Solid	3	1	Optimiser la gestion de Manantali face aux nouveaux enjeux et avec les nouveaux ouvrages <i>Type : Etude</i> <i>Echelle : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : Aval Manantali</i> <i>Priorité 1</i>	30	30		
Solid	3	2	Développer un outil stratégique de gestion du bassin : aide à la décision pour définir les règles de gestion pour une coordination efficace des ouvrages <i>Type : Etude / Renforcement des capacités de l'OMVS</i> <i>Echelle : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	200	200		

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Solid	3	3	Définir des consignes de gestion des futurs ouvrages qui intègrent la régulation des inondations et la gestion environnementale du régime du fleuve, en s'appuyant sur la modélisation <i>Type : Etude</i> <i>Echelle : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 2</i>	500		200	300
Solid	3	4	Décliner les orientations du SDAGE à l'échelle locale, au travers de Schémas d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SAGE), pour une meilleure prise en compte des enjeux locaux et une répartition équitable des bénéfices attendus. <i>Type : Etude</i> <i>Echelle : locale</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	2000	800	800	400
Solid	3	5	Etudier les besoins de transfert d'eau interbassins pour les besoins des populations et des milieux <i>Type : Etude</i> <i>Echelle : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	1000	500	500	

4.2.6 APPUYER LE DEVELOPPEMENT

LES ENJEUX

Deux axes majeurs de développement du territoire ont été mis en évidence dans la phase 2 du SDAGE :

- L'agriculture : la préservation et le développement du potentiel agricole dans le bassin constituent le socle de l'autosuffisance alimentaire pour les pays membres de l'OMVS. Cela passe en premier lieu par l'atteinte de l'objectif – certes ambitieux – de porter à plusieurs centaines de milliers d'hectare les périmètres irrigués. Si 170 000 hectares sont potentiellement valorisables aujourd'hui, moins de 100 000 sont réellement exploitées. A l'horizon du SDAGE, l'OMVS table sur la réussite d'une politique de réhabilitation et d'extension des périmètres, qui porterait le potentiel à 255 000 hectares. En accompagnement de cette politique de développement de l'agriculture irriguée, la phase 2 a présenté les projets de consolidation de l'agriculture de décrue, de l'agriculture sous pluie, de l'élevage, du maraichage, de la foresterie. La consolidation de ces activités est également un enjeu vis-à-vis de l'adaptation au changement climatique (développement de bonnes pratiques pour lutter contre l'érosion et la désertification – développées dans l'orientation « Préserver l'environnement » - économie d'eau, recherche agronomique...).
- L'industrie minière : le développement durable du potentiel minier, reste le deuxième objectif majeur des pays membres de l'OMVS. Si les projets liés à l'exploitation des phosphates, du fer ou de la bauxite restent ceux qui ont le plus de chance de connaître un développement significatif d'ici 2025, les autres minerais présentent des perspectives intéressantes (or, cuivre, manganèse, ...). Le développement minier nécessitera des infrastructures énergétiques et de transport, ainsi que la mobilisation d'une ressource en eau importante, estimée à 230 millions de m³ /an.

L'agriculture, comme l'activité minière, ont donc besoin pour se développer :

- D'une ressource en eau maîtrisée ;
- D'infrastructures de transport permettant la circulation facile des marchandises
- D'énergie.
- De conditions d'investissements favorables, en particulier d'accès sécurisé au foncier, dans le cadre d'une exploitation durable des ressources

Le coût des infrastructures de transport et d'hydroélectricité est excessivement important à l'échelle du bassin : il pèse 70% du montant des mesures proposées en phase 2, tous schémas confondus.

Le choix a donc été pris, dans la présente Orientation fondamentale, de ne retenir que les actions liées directement à la politique de l'eau du bassin.

Il convient donc de garder en mémoire le montant des infrastructures, que les actions ci-après ne viennent qu'accompagner.

Ces dernières concernent essentiellement des études et des actions de renforcement des capacités des Etats.

LES OBJECTIFS

- Garantir le développement agricole dans le haut bassin comme dans la vallée et le delta, en vue d'assurer l'autosuffisance alimentaire, mais en privilégiant des pratiques raisonnées, dans une optique d'adaptation au changement climatique ;
- Soutenir les projets miniers, en s'assurant de la maîtrise des impacts négatifs sur l'environnement ;
- Soutenir la pêche.
- Sécuriser l'accès au foncier tant pour les populations locales que pour les investisseurs

LES MOYENS POUR Y PARVENIR

Accompagner le développement minier et industriel :

Que ce soit pour les phosphates de Matam et de Bofal, ou le fer de la Falémé, le schéma sectoriel transport a mis en évidence que les choix en matière de transport des matières premières n'étaient pas encore arrêtés. Il revient tant aux acteurs privés (exploitants) que décideurs publics de choisir entre les modes ferroviaire, routier ou fluvial (avec des combinaisons possibles).

Il est proposé de mener des études complémentaires afin de dégager la variante la meilleure sur un plan économique comme environnemental. L'impact du transport fluvial sur l'écosystème fleuve devra être analysé avec précision, au travers d'une étude d'impact dédiée.

Les choix à faire entre le chemin de fer, la route ou le transport fluvial devront évidemment intégrer les besoins croisés des autres usages : l'agriculture, l'agro industrie, les besoins de déplacement des populations.

Le modèle présenté plus haut a par ailleurs mis en évidence l'existence d'une défaillance possible, en années sèches, pour subvenir aux besoins en eau des activités minières qui se situeront en amont du site de Gourbassi sur la Falémé. Il est proposé de réaliser un schéma directeur d'alimentation en eau de ces industries minières, pour confirmer ce diagnostic et faire des propositions de meilleure gestion de la ressource.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

C'est en renforçant la connaissance dans le bassin que les acteurs appréhenderont mieux les conséquences des développements miniers sur la ressource en eau, sur un plan quantitatif et qualitatif.

Cette Orientation renvoie également sur celle prônant la préservation de l'environnement, notamment dans le sous-bassin de la Falémé.

Favoriser l'émergence d'une agriculture durable :

Des actions sont envisagées en vue de soutenir les différentes activités agricoles dans le bassin : l'agriculture irriguée, les cultures de décrue, les cultures sous pluie, le maraichage, la pêche et la sylviculture.

Concernant l'agriculture irriguée, le modèle présenté dans cette phase 3 du SDAGE montre qu'à l'horizon 2025, il sera difficile de satisfaire en continu les besoins en eau de 255 000 hectares d'agriculture irriguée, si les besoins à l'hectare restent stables. Il convient donc d'aider à l'installation d'équipements modernes d'irrigation, économes en eau. Des sites pilotes sont envisagés, qui pourront avantageusement s'appuyer sur les expériences des aménageurs : SAED, SONADER, PDIAM. L'effort portera en premier lieu sur les activités de maraichage, mais également sur les périmètres de riz.

La foresterie, quant à elle, sera soutenue par de la gestion communautaire intégrée des forêts et l'accompagnement de filières d'exploitation durable du bois. L'agro-foresterie bénéficiera du développement de sites pilotes, qui apporteront un retour d'expérience utile pour l'ensemble du bassin.

Dans le haut bassin, l'effort sera mis, à l'horizon 2025, sur la promotion d'une agriculture non érosive, de nature à maintenir les terres en place et à conserver intactes les capacités de production pour les générations futures.

Les autres actions envisagées dans ce programme de mesures renvoient au renforcement des capacités des services techniques des Etats :

- La diffusion de bonnes pratiques aux agriculteurs et éleveurs s'appuiera sur des structures d'appui ;
- Les cultures pluviales seront soutenues par le renforcement des capacités étatiques à former et diffuser l'information, et par la fourniture d'équipements.
- La promotion de la diversification des cultures, avec l'introduction de cultures à haute valeur ajoutée, sera permise par le renforcement des programmes d'information et de sensibilisation, ainsi que par la fourniture d'équipements.
- La recherche agronomique sera soutenue, notamment pour l'agriculture pluviale et irriguée.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

Les Orientations « renforcer les connaissances » et « améliorer les comportements » sont directement liées à cette disposition :

- Le renforcement des connaissances sera nécessaire en matière agronomique (recherche variétale, optimisation de l'irrigation notamment)
- Les comportements des agriculteurs et éleveurs devront être modifiés, en terme de gestion de la ressource en eau, de maîtrise des intrants, de prévention de l'érosion, ...

Pérenniser l'activité de pêche

L'état des lieux du bassin du fleuve Sénégal a permis de dépeindre la situation de la pêche le long du fleuve : la tendance générale est à la diminution des captures de poissons ces dernières années, notamment dans le delta du fleuve. Les sites principaux de pêche sont connus (principalement le cercle de Bafoulabé, la zone allant de Bakel à Matam ainsi que le secteur amont de Diama) et les zones de surexploitation connues ou pressenties ont été identifiées (affluents sahéliens, aval Diama, haute vallée, moyenne et basse vallée).

La sauvegarde de l'activité pêche à long terme passe par le maintien de l'inondation des cuvettes, qui sont des zones de frai importantes pour la ressource piscicole : leur protection revêt donc, à ce titre, une importance particulière.

La pisciculture, quelle soit traditionnelle ou moderne, présente de son côté des perspectives intéressantes, car elle offre la possibilité de développer une pêche qui n'impacte pas les ressources naturelles du fleuve. Elle se développe dans les cuvettes (mares) ou sur les affluents, notamment en rive droite du fleuve.

De manière globale, l'activité pêche, qui permet de nourrir 600 000 personnes dans le bassin, souffre d'un problème majeur de structuration de sa filière.

Le programme de mesures envisage donc essentiellement d'appuyer et renforcer les capacités des services des Etats en matière d'animation de la filière pêche et de sensibilisation des acteurs :

- Une première action consiste en la mise en œuvre d'un programme pilote de promotion de la rizipisciculture ;
- Un meilleur encadrement de l'activité pêche est proposé, grâce au renforcement des services techniques de Etats ;
- La promotion de la pisciculture sera accrue.

Un programme d'équipement est aussi proposé, visant à acquérir des équipements de gestion durable de la ressource, à mettre à disposition des pêcheurs.

Synergies et complémentarités avec les autres OF :

La ressource piscicole dépendant de la protection des cuvettes, cette disposition renvoie naturellement vers l'Orientation fondamentale sur la préservation de l'environnement.

La consolidation de la filière pêche passe aussi par le développement des solidarités : la création de futurs barrages en amont du bassin devra être accompagnée d'études d'impact sur les populations piscicoles, afin de ne pas accentuer les diminutions de capture observés dans la partie aval du fleuve.

Sécuriser l'accès au foncier tant pour les populations locales que pour les investisseurs

La thématique foncière est une question transversale, non sectorielle en tant que telle, que le SDAGE a souhaité aborder car le foncier est à la croisée de la mise en valeur des terres, de l'eau, de l'aménagement de l'espace, et du développement local.

Les enjeux de sécurisation de l'accès au foncier couvrent :

- l'apaisement des conflits fonciers
- la valorisation des ressources (eau et terres)
- l'accueil des investisseurs notamment dans le domaine irrigué,
- la gestion cohérente du territoire

Les mesures foncières du SDAGE ont pour objectif d'identifier et partager les contraintes et les opportunités foncières des pays afin de faciliter la mise en œuvre du programme de mesures

Le programme de mesures

Le tableau ci-après présente le programme de mesures envisagé sur la période 2011-2025 pour cette Orientation Fondamentale :

OF	Dispo.	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions de F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Disposition 1 : Accompagner le développement minier et industriel							
Dvp	1	1	Finaliser les études comparatives des modes de transport envisageables pour les mines Type : Etude Echelle : locale <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> Territoires concernés : ensemble du bassin Priorité 1	1 500	800	700	
Dvp	1	2	Réaliser un schéma directeur d'alimentation en eau des mines et des industries dans l'ensemble du bassin et notamment dans les zones minières (Mauritanie et haut bassin Falémé, Bafing) Type : Etude Echelle : locale <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> Territoires concernés : Bafing, Bakoye/Baoulé, Falémé, Vallée Priorité 1	100	100		

Disposition 2 : Favoriser l'émergence d'une agriculture durable							
Dvp	2	1	<p>Aider à l'installation de techniques « modernes » d'irrigation, économes en eau, sur des sites pilotes avec suivi des résultats et valorisation du retour d'expérience</p> <p>Type : Aménagement Echelle : locale</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Sociétés d'aménagement ; Institutions de formation et de recherche ; Secteur privé/organisations professionnelles</i></p> <p><i>Territoires concernés : Delta, vallée, affluents sahéliens, Bafing, Bakoye et Baoulé, Falémé, Complexe TKLM, bassin intermédiaire</i></p> <p>Priorité 2</p>	150	50	50	50
Dvp	2	2	<p>Améliorer les structures d'appui et de conseils aux agriculteurs et aux éleveurs pour la diffusion des acquis de recherche et des « bonnes pratiques »</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats Echelle : bassin</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Sociétés d'aménagement ; Secteur privé/organisations professionnelles</i></p> <p><i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i></p> <p>Priorité 2</p>	150	25	75	50
Dvp	2	3	<p>Aider au développement de l'agro-foresterie sur des sites pilotes, avec suivi des résultats et valorisation du retour d'expérience</p> <p>Type : Aménagement Echelle : locale</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ferlo, affluents sahéliens, TKLM, Bakoye et Baoulé, Bafing, Falémé.</i></p> <p>Priorité 3</p>	150	50	50	50

Dvp	2	4	<p>Promouvoir une agriculture non érosive sur les coteaux dans le haut bassin et dans la vallée</p> <p>Type : Aménagement et renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Echelle : locale</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles</i></p> <p><i>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé, Vallée</i></p> <p>Priorité 1</p>	25 000	10 000	10000	5000
Dvp	2	5	<p>Intensifier les cultures pluviales : renforcement des capacités des services techniques des Etats en charge de l'agriculture (techniciens en charge de diffuser l'information et la formation), fourniture d'équipements (matériel agricole et semence)</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Equipement</p> <p>Echelle : locale</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ferlo, Affluents sahéliens, vallée, bassin intermédiaire, Falémé, TKLM, Bakoye et Baoulé</i></p> <p>Priorité 3</p>	300	100	100	100

Dvp	2	6	<p>Promouvoir la diversification des cultures et l'introduction de spéculations à haute valeur ajoutée : renforcement des capacités des services techniques des Etats en charge de l'agriculture (techniciens en charge de diffuser l'information et la formation), fourniture d'équipements (matériel agricole et semence).</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats / Equipement</p> <p>Echelle : bassin</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles ; OCB/ONG/Société civile</i></p> <p><i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i></p> <p>Priorité 2</p>	250	100	75	75
Dvp	2	7	<p>Promouvoir le développement de cultures fourragères en rotation avec le riz</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Echelle : locale</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles ; Sociétés d'aménagement</i></p> <p><i>Territoires concernés : Delta, vallée</i></p> <p>Priorité 3</p>	115		60	55
Dvp	2	8	<p>Soutenir la gestion communautaire intégrée des forêts et accompagner la structuration de filières d'exploitation durable du bois</p> <p>Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats</p> <p>Echelle : bassin</p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles ; Institutions internationales</i></p> <p><i>Territoires concernés : Falémé, Bafing, Bakoye et Baoulé</i></p> <p>Priorité 3</p>	150	50	50	50

Dvp	2	9	Appuyer les Etats pour la mise en œuvre des programmes de recherche agronomique dans le bassin (recherche variétale notamment, pour l'agriculture pluviale et irriguée, avec la prise en compte des besoins d'adaptation au changement climatique) Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats Echelle : bassin <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Institutions de formation et de recherche</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> Priorité 2	500	175	175	150
Disposition 3 : Pérenniser l'activité de pêche							
Dvp	3	1	Promouvoir la pisciculture dans le bassin par la mise en œuvre d'un programme pilote Type : Aménagement Echelle : locale <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : Delta, vallée, Falémé, Bakoye/Baoulé, Bafing, complexe TKLM</i> Priorité 3	100		50	50
Dvp	3	2	Promouvoir la rizipisciculture par la mise en œuvre d'un programme pilote Type : Aménagement/ renforcement de capacités Echelle : locale <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : Delta, vallée,</i> Priorité 2	65	20	20	25

Dvp	3	3	<p>Renforcer les capacités des Etats en matière d'encadrement de la pêche Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats Echelle : bassin <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : Delta, vallée, TKLM, Bafing, Bakoye/Baoulé, Falémé</i> Priorité 1</p>	500	175	175	150
Dvp	3	4	<p>Renforcer les capacités des Etats en matière de développement de la pisciculture (recherche et aide à la mise en place de fermes piscicoles) Type : Renforcement des capacités des services techniques des Etats Echelle : bassin <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : ensemble du bassin</i> Priorité 2</p>	200	25	75	100
Dvp	3	5	<p>Aider à l'acquisition de matériel de pêche favorisant la gestion durable de la ressource : filets à mailles adaptées, équipements de conservation du poisson (dispositifs réfrigérants, fumoirs, etc). Type : Equipement Echelle : bassin <i>Maitres d'ouvrages : Ministères ; Secteur privé/organisations professionnelles</i> <i>Territoires concernés : Delta, vallée, Falémé, Bakoye/Baoulé, Bafing,</i> Priorité 1</p>	200	75	75	50

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Disposition 4 Sécurisation foncière							
Dvp	4	1	Diffuser et discuter au sein de l'OMVS des programmes fonciers engagés au niveau de la sous-région, leurs principes et les orientations proposées , <i>Type : Renforcement des capacités de l'OMVS / des Etats</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ;</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	22	22		
Dvp	4	2	Réaliser des ateliers fonciers par pays sur le BV du Fleuve pour partager les expériences et les réflexions nationales en matière de sécurisation foncière (réglementations, procédures, outils....). <i>Type : Renforcement des capacités de l'OMVS / des Etats</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS ; Ministères</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	32	32		

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Dvp	4	3	Rédiger et diffuser un manuel foncier pour chaque pays, clarifiant les textes réglementaires et les procédures foncières. <i>Type : Etude</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : Etats</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> <i>Priorité 1</i>	100	100		
Dvp	4	4	Créer les conditions de diffusion de l'information foncière à travers l'observatoire de l'environnement de l'OMVS <i>Type : Renforcement des capacités de l'OMVS / Renforcement des capacités des organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i> <i>Approche : bassin</i> <i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i> <i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i> <i>Priorité 2</i>	15		15	

OF	Dispo	Mes.	Libellé mesure	Estimation des coûts (millions F CFA)			
				Total	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025
Dvp	4	5	<p>Favoriser le développement d'outils adaptés (ex :cartographie à petite échelle) pour l'application du SDAGE dans les politiques d'aménagement des Etats dans le bassin</p> <p><i>Type : Renforcement des capacités de l'OMVS / Renforcement des capacités des organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i></p> <p><i>Approche : bassin</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : OMVS</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i></p> <p><i>Priorité 1</i></p>	2 000		1000	1000
Dvp	4	6	<p>Renforcer les capacités des acteurs en matière de gestion de territoire et foncière, de planification et promouvoir l'utilisation d'outils fonciers pertinents</p> <p><i>Type : Renforcement des capacités de l'OMVS / Renforcement des capacités des organisations locales / Renforcement des capacités des services techniques des Etats</i></p> <p><i>Approche : bassin</i></p> <p><i>Maitres d'ouvrages : Ministères</i></p> <p><i>Territoires concernés : Ensemble du bassin</i></p> <p><i>Priorité 2</i></p>	2 000	500	500	1000

4.3 APPROCHE TERRITORIALE DU PROGRAMME D’ACTION

Les territoires concernés par chacune des mesures du programme d’action ont été précisés de façon linéaire dans les tableaux proposés pour chaque orientation fondamentale.

Si l’on privilégie cette fois une approche territoriale plus transversale, on peut distinguer :

- des mesures applicables au **bassin versant dans son ensemble**, qui se réfèrent aux enjeux liés à :
 - la mise en place des conditions favorables au développement solidaire et durable du bassin ;
 - la reconquête de la qualité de l’eau et à la lutte à grande échelle contre les maladies hydriques ;
 - l’amélioration de la connaissance et de la gestion du régime du fleuve ;
 - la consolidation des connaissances et du suivi de l’état du bassin.
- des mesures plus spécifiques en lien avec les enjeux propres aux entités homogènes du territoire du bassin que sont :
 - les **affluents sahéliens** (sous-bassins versants du Ferlo, des affluents sahéliens, du complexe TKLM). Sur ce territoire, les principaux enjeux auxquels répond le programme de mesures sont en lien étroit avec :
 - l’optimisation de l’agriculture et de l’élevage, avec la recherche d’une meilleure intégration de l’agriculture et de l’élevage, l’amélioration des pratiques d’élevage, le développement de la petite irrigation et la réhabilitation de périmètres irrigués ;
 - la régénération des ressources naturelles (notamment ressources ligneuses) pour faire face au changement climatique et enrayer le processus de désertification ;
 - la gestion des risques.
 - le **haut bassin** (sous-bassins versants de la Falémé, du Bafing, du Bakoye/Baoulé). Les mesures proposées sont en relation étroite avec les problématiques :
 - de développement durable et solidaire des activités industrielles, minières et des barrages à buts multiples ;
 - d’appui à l’activité agricole et au développement de la pisciculture ;
 - de protection et gestion raisonnée des ressources naturelles : ressources forestières, sols, ressource en eau, biodiversité ;
 - de protection des populations vis-à-vis des risques liés à l’eau (inondations, maladies liées à l’eau).
 - le **fleuve Sénégal** proprement-dit (sous-bassins versants du delta, de la vallée et bassin intermédiaire). Les enjeux de ce territoire sont :
 - l’amélioration de la prévention et de la gestion des risques liés à l’eau ;
 - la promotion d’un développement agricole et d’une activité de pêche durables ;

- la lutte contre l'érosion et la désertification ;
- la gestion de l'expansion des plantes envahissantes.

Cette approche des enjeux par territoire est illustrée par les cartes en annexes.

4.4 SYNTHÈSE DU PROGRAMME D' ACTIONS

4.4.1 CHRONOGRAMME DES ACTIONS

La hiérarchisation des 85 mesures aboutit à classer en priorité une 44 mesures urgentes qui sont le socle du programme ; 27 mesures de priorité deux qui découlent de la bonne réalisation des mesures de priorité une et enfin 14 mesures de priorité trois qui pourront être mises en œuvre dans le dernier pas de temps du chronogramme sans que leur intérêt en soit diminué.

Rappel des actions prioritaires

Lors de la priorisation des actions, les mesures qui ont fait l'objet d'un classement en priorité 1 sont, d'une manière générale :

- les actions de sensibilisation aux « bonnes pratiques » vis-à-vis de la gestion durable des ressources naturelles, de la santé et de la prévention des risques, de la préservation de l'environnement. L'éducation et l'information sont en effet un préalable indispensable au lancement des mesures plus « opérationnelles », pour permettre leur bonne compréhension par les acteurs concernés et garantir par là même leur bonne mise en œuvre ;
- des actions ciblées sur les problématiques environnementales qui sont apparues les plus prégnantes sur le bassin, à savoir :
 - la problématique d'érosion des sols / dégradation des berges / désertification, qui présente des liens très étroits à la fois pour la protection de la ressource en eau et la préservation de l'aptitude des sols à produire (enjeu de sécurité alimentaire) ;
 - la maîtrise de la prolifération des espèces végétales envahissantes, afin de ne pas relâcher les efforts déjà entrepris ;
 - la gestion et l'exploitation durable de la ressource piscicole, qui présente un enjeu important de sécurité alimentaire.
- la déclinaison plus précise des partis d'aménagement durable du bassin, préalable indispensable à la mise en œuvre effective des ouvrages ;
- la déclinaison territoriale du SDAGE par la mise en œuvre des SAGE ;
- la poursuite de l'acquisition et du suivi des données de base, dans la continuité des études déjà entreprises, notamment sur les thématiques en lien avec la qualité des eaux, l'aléa inondation et le régime du fleuve, etc. Ces données sont en effet nécessaires au renforcement de la connaissance du bassin, fondamentale pour, d'une part, cibler au mieux les actions à mener sur le territoire, d'autre part, permettre d'évaluer a posteriori les effets des actions engagées.

4.4.2 SYNTHÈSE FINANCIÈRE

Le montant du programme de mesures se chiffre à 278 milliards de F CFA.

Il se répartit de la manière suivante (montants arrondis) :

- 135 milliards de F CFA sur l'orientation « préservation des ressources en adaptation au changement climatique »
- 71 milliards de F CFA pour la limitation des risques
- 33,2 milliards de F CFA pour l'appui au développement
- 25 milliards de F CFA pour le renforcement des connaissances
- 8,5 milliards de F CFA pour l'amélioration des comportements
- 5 milliards de F CFA pour le développement des solidarités dans le bassin

Ce programme représente un effort annuel d'environ 18,5 milliards de F CFA (27,4 millions d'euros).

Le programme d'investissement global et régional se chiffre lui, pour mémoire et de manière estimée, à 6500 milliards de F CFA, intégrant le coût des infrastructures de transport, d'énergie et d'alimentation en eau potable.

5 MISE EN ŒUVRE ET SUIVI DU SDAGE

5.1 MISE EN ŒUVRE DU SDAGE

Deux objectifs structurants sont poursuivis par l'OMVS pour la mise en œuvre du SDAGE :

Objectif n°1 : les différents secteurs économiques dans le bassin doivent s'approprier les Orientations Fondamentales du SDAGE.

A ces fins, trois axes stratégiques sont envisagés :

- Axe A: des campagnes d'information/vulgarisation doivent être menées pour faire connaître le SDAGE
- Axe B : les Etats doivent pouvoir suivre l'application de ces Orientations sur le terrain
- Axe C : le niveau de respect ou d'exécution des Orientations Fondamentales doit être évalué.

Objectif n°2 : l'OMVS doit connaître et suivre l'état de la ressource en eau et du rythme de réalisation des infrastructures structurantes dans le bassin afin de pouvoir mettre à jour régulièrement les hypothèses de travail du SDAGE

Pour cela, deux axes stratégiques sont proposés :

- Axe A : des relais sont envisagés sur le terrain afin d'assurer le reporting d'informations à l'OMVS
- Axe B : des mises à jour régulières des hypothèses de travail seront faites.

Il est d'ores et déjà acquis que :

- Le SDAGE sera approuvé par le Conseil des Ministres courant du 1^{er} semestre 2011
- l'OMVS souhaite s'organiser immédiatement sur le suivi et la mise en œuvre du SDAGE
- Au sein du Haut Commissariat, la Direction de l'Environnement et du Développement Durable, sera en charge du secrétariat technique du SDAGE au titre de structure d'accueil
- Le dispositif de gouvernance de l'OMVS sera utilisé, à savoir :
 - Le Haut Commissariat sera chargé d'impulser les actions de mise en œuvre, du suivi-évaluation et d'assurer le reporting;
 - La CPE et le CB (organes consultatifs du Conseil des Ministres) seront tenus régulièrement informés de l'avancement du SDAGE.

Afin d'atteindre les objectifs précédemment cités, l'atelier régional de Mbodiène en février 2011 a formulé les propositions suivantes qui ont été approuvés en séance plénière :

Proposition 1 : organiser une campagne d'appropriation du SDAGE à destination des institutionnels

Durée : une année

Proposition 2 : mettre en place un tableau de bord de suivi du programme de mesures en s'appuyant sur les indicateurs

Durée : durée du SDAGE

Proposition 3 : mettre en place dans chaque Cellule Nationale OMVS un point focal « SDAGE » ; le former

Durée : durée du SDAGE

Proposition 4 : les révisions du SDAGE sont prévues selon deux pas de temps : 5 ans pour une révision partielle, 10 ans pour une « revisite » des hypothèses de base

Proposition 5 : doter le HC et les Cellules Nationales OMVS de capacités transversales sur les thèmes couverts par le SDAGE au travers de recrutement ou d'appels à des contrats d'assistance-conseil

Proposition 6 : faire vivre de façon régulière le modèle hydraulique et le modèle économique dans une dimension dynamique

Proposition 7: mettre en place un schéma de pilotage comme suit:

- Comité de Bassin
- Secrétariat technique chargé de la coordination de la mise en œuvre du SDAGE (HC/DEDD)
- Cellule Nationale OMVS
- Comités Locaux de Coordination(CLC), Associations d'Usagers d'eau (AdU) , etc.

Proposition 8 :

Le HC de l'OMVS mobilisera les financements relatifs à la réalisation des infrastructures structurantes du SDAGE.

Les Etats membres ,les collectivités territoriales, les privés et les ONG rechercheront les financements nécessaires à la mise en œuvre des aménagements hydro agricoles ou de natures d'envergure nationale ou locale.

5.2 SUIVI DU SDAGE

5.2.1 EVALUATION DE LA MISE EN ŒUVRE DES MESURES : INDICATEURS DE SUIVI

Les indicateurs de suivi pour évaluer la mise en œuvre du programme de mesures sont développés par OF et pour chacune des dispositions et portent sur des :

- indicateurs de mise en œuvre des actions à ramener à l'objectif fixé pour chaque action programmé ;
- indicateurs de résultats permettant d'apprécier l'impact positif ou négatif du résultat de chaque mesure

Définition par Orientation Fondamentale et par Disposition	Indicateur de mise en œuvre (à ramener à l'objectif qui sera fixé)	Indicateur de résultats
OF Limiter les risques		
Disposition 1		Nombre de foyers protégés (sinistrés) par rapport au nombre total de foyers
		Fréquence et durée des inondations
	Nombre de stations hydrométriques en fonction	
	Nombre d'acteurs formés (plan d'alerte)	
	Nombre d'exercices en situation (plan d'alerte)	
	Nombre d'aménagements de lutte contre les inondations réalisés	
	Effectivité de l'extension du plan d'alerte crue au haut bassin	
Disposition 2		Taux de prévalence des maladies liées à l'eau dans les zones cibles (santé humaine et animale)
		Evolution de la mortalité liée aux maladies hydriques
	Taux d'accès à l'AEP et à l'assainissement dans les secteurs prioritaires	
	Nombre de périmètres de protection des captages institués	
	Nombre de schémas directeurs d'assainissement réalisés ou actualisés	
	Proportion de population qui a bénéficié de campagnes prophylactiques dans les secteurs cibles (santé humaine et animale)	
	Effectivité de la réalisation des enquêtes démographiques	
Disposition 3	Proportion de population qui a bénéficié de campagnes de sensibilisation aux maladies hydriques dans les secteurs cibles	
	Nombre de collectivités vulnérables sensibilisés au risque d'inondation	

OF Améliorer les comportements		
Disposition 1	Nombre d'agriculteurs formés ou sensibilisés	
	Proportion de population sensibilisée à la qualité des eaux	
		Evolution des indicateurs de qualité de l'eau : pesticides, azote et phosphore, bactériologie
	Nombre d'écolabels mis en place	
Disposition 2	Nombre d'acteurs sensibilisés dans les secteurs cibles (feux de brousse, bonnes pratiques d'élevage, gestion ressource piscicole, travail durable des sols)	
		Evolution des surfaces incendiées dans les secteurs cibles
	Nombre de certifications de gestion durable des forêts délivrées	
		Suivi des paramètres de qualité des sols (pH, matière organique, salinité ou conductivité)
		Tonnage et taille des prises (pêche)
		Saisonnalité des captures (pêche/période de repos)
		Charge animale constatée / charge optimale des parcours (intensification)
Disposition 3	Nombre d'écoles ayant bénéficié d'une formation à l'environnement	
	Proportion de population sensibilisée aux enjeux de la biodiversité	
	Proportion de population sensibilisée au cadre réglementaire	
		Nombre de cas d'infractions constatées dans les aires protégées / les forêts classées

OF Améliorer les connaissances		
Disposition 1	Nombre d'études réalisées sur chaque thématique et intégrées par l'observatoire de l'environnement	
	Taux de couverture des études et inventaires dans les territoires concernés par les mesures	
Disposition 2	Nombre de dispositifs de suivi mis en place	
	Production du référentiel coût / aménités	
Disposition 3	Nombre de dispositifs de surveillance mis en œuvre et régularité du suivi	
		Renseignement des indicateurs d'alerte
OF Environnement		
Disposition 1	Vérification de l'effectivité de la définition des programmes prévus sur chaque thème	
	Taux d'exécution des programmes sur chaque thème	
		Pérennité des aménagements sur les sites pilotes
Disposition 2	Nombre de cuvettes aménagées	
	Nombre de zones de protection additionnelle mises en place	
	Nombre de plans de gestion institués	
	Nombre de structures qui ont bénéficié d'un renforcement de capacité	
	Effectivité de la mise en place du réseau des aires protégées	
		Evolution des surfaces occupées par les espèces végétales envahissantes
	Nombre d'actions entreprises de lutte contre les espèces végétales envahissantes	
Disposition 3	Nombre d'études d'impact instruites	
	Nombre de textes d'application / Charte de l'eau	

	Taux de couverture par les outils fonciers de gestion durable	
OF Solidarités		
Disposition 1	Effectivité de la réalisation des études mentionnées	
		Taux de prise en compte dans les projets des mesures de compensation définies dans les études dédiées
Disposition 2	Effectivité de la réalisation des études mentionnées	
	Evolution du nombre de points de contrôles (mesures CDEAO)	
Disposition 3	Effectivité de la réalisation des études	
OF Appuyer le développement du bassin		
Disposition 1	Effectivité de la réalisation des études	
Disposition 2	Nombre de sites pilotes aménagés	
	Nombre de structures d'appui et de conseil ayant bénéficié d'un renforcement de capacité	
		Evolution des surfaces cultivées de façon durable en coteaux
		Evolution des surfaces érodées dans les zones agricoles
		Evolution du niveau de diversification des cultures
		Nombre de forêts communautaires qui bénéficient de plans de gestion
Disposition 3	Mise en œuvre de programmes pilotes / pisciculture et rizipisciculture	
	Nombre de structures ayant bénéficié d'un renforcement de capacité	
	Nombre d'équipements acquis	
	Nombre de contrôles et inventaires réalisés par les services techniques des Etats	

5.2.2 REVISIONS

Le SDAGE sera révisé selon deux pas de temps :

- Tous les cinq années, une révision des données structurantes sera réalisée (besoins en eau, état de la ressource, couts des mesures, ...)
- Tous les dix ans, une révision globale sera lancée, comprenant l'établissement de nouvelles hypothèses de développement du bassin, sur la base des politiques sectorielles menées et des évolutions observées sur les ressources naturelles et le climat.