

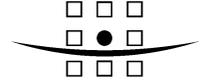
**Etude d'optimisation des opportunités de  
développement dans le Bassin du Niger**

Banque Mondiale

Juin 2007

Rapport définitif approuvé

9R5305.A0



**ROYAL HASKONING**

**HASKONING NEDERLAND B.V.**  
**WATER**

Barbarossastraat 35  
Boîte Postale 151  
6500 AD Nijmegen  
les Pays-Bas  
+31 (0)24 328 42 84 Téléphone  
+31 (0)24 3231603 Fax  
info@nijmegen.royalhaskoning.com E-mail  
www.royalhaskoning.com Internet  
Arnhem 09122561 CdC

Titre du document	Etude d'optimisation des opportunités de développement dans le Bassin du Niger	
Titre abrégé du document	Options de développement Bassin du Niger	
Etat	Rapport définitif approuvé	
Date	Juin 2007	
Nom de projet	Renversement de la tendance à la dégradation des terres et des eaux dans le bassin du Fleuve Niger	
Numéro de projet	9R5305.A0	
Maître d'Ouvrage	Banque Mondiale	
Référence	9R5305.A0/R005/HJR/Nijm	
Experts Sectoriels	Harm Jan Raad	– Chef de mission et économiste
	Sékou Haïdara	– Expert GIRE et hydro-électricité
	Djibo Maman	– Environnementaliste
	Aboubacar Sidi	– Agronome
	George P. Libois	– Agronome
	Okoronkwo Kanu Achinivu	– Expert Infrastructure et transport fluvial
	Guus Sutmuller	– Expert transport fluvial et hydro-électricité
	Alex Hooijer	– Expert GIRE
Rédigé par	Sékou Haïdara et Harm-Jan Raad	
Contrôlé par	Alex Hooijer et Aboubacar Sidi	
Date/parafe contrôle	.....	.....
Approuvé par	Frederik Mabesoone	
Date/parafe approbation	.....	.....

## RÉSUMÉ

L'étude d'optimisation macro-économique a été lancée pour apporter toutes les informations utiles devant permettre aux pays membres de l'ABN d'avoir la plus large possible des opportunités de développement du Bassin du Niger à l'horizon 2025. Elle a été envisagée également pour permettre de s'accorder sur les priorités et actions à entreprendre dans le sens de l'ancrage du processus de la vision partagée dans un Plan d'Action de Développement Durable (PADD) et consensuel.

Il importe de signaler que l'abondante littérature, dont les rapports des études multisectorielles nationales et leur synthèse ; qui concerne le Bassin du Fleuve Niger n'offre pas beaucoup d'informations adéquates en rapport avec la mise en valeur des ressources du Bassin, ce qui n'a pas facilité la production du rapport préliminaire. Ainsi, l'exercice d'optimisation est limité, elle ne couvre que l'optimisation des secteurs de l'hydroélectricité et de l'agriculture irriguée et porte uniquement sur les consommations d'eau de surface. La quasi-inexistence de données sur les ressources sous-terraines n'ont pas permis d'inclure cette ressource dans l'analyse. Aussi, il faut noter que les données sur les ressources en eau de surface étant pas plus que des moyennes multi-annuelles due au fait que le modèle hydraulique n'était pas disponible au moment de l'étude, n'ont pas permis une étude très affinée devant se limiter à une optimisation de ce qui se passe en année moyenne.

D'une manière générale les résultats de l'optimisation sont loin d'une analyse approfondie économique des opportunités de développement dans le bassin de Niger, elle ne donne que des conclusions sur les effets à s'attendre sur la production et rentabilité de l'hydroélectricité et de l'agriculture irriguée. A aucun moment l'étude a pu faire un choix équilibré optimal entre les secteurs critiques et leurs rentabilités économiques. Il est malheureux à dire que l'étude, par la qualité des données qui lui ont été présentées comme base, n'a pas permis de tirer des conclusions définitives sur les meilleures opportunités de développement dans le bassin du Niger.

Notons, toutefois que les résultats manquant pour une analyse approfondie des opportunités de développement dans le bassin du Niger portent essentiellement sur :

- L'hydrologie, aussi bien la situation historique que des simulations de l'impact des ouvrages prévus ;
- Les ressources souterraines et l'interaction du régime du fleuve avec celles-ci ;
- La distribution et consommation d'électricité dans le bassin ;
- Les flux de transport dans le bassin ;
- Les détails des zones humides dans le bassin et leur valeur écologique ;
- Les détails de l'opération des barrages existants au Nigeria.

Consciente des limites l'étude a procédé à une analyse approfondie des domaines prioritaires et des secteurs / thèmes associés, ce qui a permis de constater que depuis la Conférence des Chefs d'Etat et des Partenaires de l'ABN qui s'est réunie les 26 et 27 avril 2004 à Paris autour du partenariat international pour le Bassin du fleuve Niger, le processus de la Vision partagée est entré dans une phase décisive et active. En effet, elle a été l'occasion de confirmer la volonté politique des Etats membres d'agir ensemble, de manière solidaire et concertée pour la mise en valeur commune des ressources du Bassin.

La résultante qui en découle est qu'il s'agit de poursuivre et d'entreprendre toutes les activités liées à une évaluation de l'état de développement du Bassin. Cette évaluation, d'ailleurs réalisée à travers des études sectorielles conduites au niveau de chaque pays, a prouvé que les actions retenues découlent des orientations devant atteindre les objectifs de la Vision partagée. Sur la base de ces considérations, les trois grands domaines d'actions prioritaires suivants avaient été définis et validés par l'atelier de validation de Bamako :

- La préservation des écosystèmes du Bassin ;
- Le développement des infrastructures socio-économiques ;
- Le renforcement des capacités et la participation des acteurs.

Ces domaines d'actions et thèmes prioritaires servent de base aux projets et programmes intéressant le Bassin et doivent être fondés sur les quatre (4) principes directeurs de la GIRE auxquels les pays membres de l'ABN ont souscrit à savoir :

1. Principe écologique : l'eau douce est une ressource fragile et non renouvelable, indispensable à la vie, au développement et à l'environnement.
2. Principe institutionnel fondé sur la notion de la participation : la mise en valeur et la gestion des ressources en eau doivent associer les usagers, les planificateurs et les décideurs à tous les échelons.
3. Principe institutionnel mettant l'accent sur la participation des femmes : les femmes jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement, la gestion et la préservation de l'eau.
4. Principe socio-économique : l'eau, utilisée à des fins multiples, a une valeur économique et devrait donc être reconnue comme un bien économique.

Une hiérarchisation des secteurs/thèmes retenus ne peut se faire qu'en fonction des types et modes d'interventions retenus, de la portée et de l'impact de chaque intervention sur les pays concernés, qui d'ailleurs ne pourraient pas être impliqués ou touchés de manière uniforme. Toutefois des scénarii ont été proposés pour chaque modèle d'optimisation identifié, tout en sachant que de manière transversale tous tendent vers le recul de la pauvreté, la croissance économique, l'intégration économique régionale, etc.

Dans ce cadre, ce sont les situations (ou critères) favorisant un plus grand nombre d'actions transfrontalières (ouvertures des économies, avantages comparatifs, partenariats entre les secteurs public et privé, etc.) qui ont été privilégiées dans la présentation des modèles d'optimisation.

En effet, au vu des engagements contenus dans la Déclaration de Paris, il reste évident que les scénarii pris en compte dans la présente étude sont, sans aucun doute, des projets qui pourraient changer de manière significative le régime d'eau du fleuve. L'impact de chacun des scénarii présentés ne se limitera pas au niveau d'un seul Etat, car tous pourraient avoir des impacts transfrontaliers :

- Le barrage de Fomi permettra une intensification des cultures de contre saison dans le Delta Intérieur,

- Les barrages en cascade envisagés dans le Moyen Niger auront des répercussions sur les débits dans le système du Niger Inférieur (où se trouvent les barrages de Kainji et Jebba),
- Une gestion plus rationnelle des barrages du système Bénoué aura des effets significatifs sur la navigation vers Garoua (qui était dans le temps le 3<sup>ème</sup> port du Cameroun) et sur le débit sanitaire.

Des scénarii parallèles ont été élaborés pour le développement conjoint du Bassin, des bénéfiques qui en résulteront et le partage des avantages qui en découleront ;

Des subsidiarités ont été proposées entre groupes de pays membres ou par segments de Bassin du fleuve Niger sur la base des secteurs/thèmes et des options définies pour permettre un développement optimum des opportunités identifiées.

Dans cette optique, l'ABN peut jouer un rôle de coordination entre les opérateurs des barrages, les services agricoles et les responsables de la navigation fluviale. Ainsi, la concrétisation des opportunités de coordination comprendrait, notamment :

- L'exploitation conjointe des barrages de Selingué et de Fomi qui aurait pour résultat (a) une meilleure gestion de l'eau dans le Niger Supérieur et dans le Delta Intérieur, (b) une opportunité d'exploitation conjointe des deux barrages donnant plus d'hydroélectricité et (c) la garantie d'une bonne alimentation en eau de l'Office du Niger qui lui permettrait de mieux valoriser les terres pour les cultures de contre saison.
- La mise en œuvre et l'exploitation intégrée d'une série de barrages en cascade dans le Moyen Niger avec le remplacement des grands barrages de Taoussa et de Kandadji par des barrages de dimensions plus modestes. Les principaux acquis qui pourraient en résulter sont : (a) une gestion plus rationnelle de l'eau pour le Mali, le Niger, le Burkina Faso et le Bénin, (b) la satisfaction d'un débit d'étiage optimum pour le Nigeria, (c) l'optimisation de la production d'hydroélectricité, et (d) l'amélioration de la navigation sur le fleuve entre Malanville et Taoussa.
- L'amélioration de la navigation sur le Bénoué à travers une exploitation rationnelle et conjointe des barrages de Lagdo, Dadin Kowa et éventuellement Kiri dans le Bassin de ce fleuve. Ceci permettrait à Garoua de redevenir un port de grande importance pour le Nord du Cameroun et de réduire l'importance du transport routier vers cette région.

Dans le cadre de cette étude d'optimisation des opportunités de développement dans le Bassin du Niger, trois scénarii de développement ont fait l'objet d'optimisation en consultation avec l'ABN. Ces scénarii se concentrent sur le cours principale du fleuve Niger et par conséquent l'optimisation n'a pas prise en considération les opportunités de développement qui existent au niveau de affluents et sous-affluents.

1. Le développement autonome, scénario qui ne prend pas en considération les grands aménagements de mobilisation d'eau. Ce scénario permet d'évaluer la rentabilité économique du développement autonome qui ne prend en

considération qu'une croissance « naturelle » des consommations en eau pour les populations, l'élevage et l'irrigation.

2. Le développement dans le Niger Supérieur, qui porte essentiellement sur la mise en eau du barrage de Fomi et une gestion conjointe des barrages de Fomi et Selingué. Ce scénario de développement a des impacts importants sur les surfaces irriguées dans le Niger Supérieur et le Delta Intérieur car il permet une intensification de l'irrigation dans les périmètres de l'Office de Niger. Par ailleurs, le scénario préconise la nécessité d'un débit minimal de 120 m<sup>3</sup>/s à Malanville pour garantir les besoins du Niger Inférieur.
3. Le développement dans le Moyen Niger, qui évalue les opportunités pour la mise en eau d'une série de barrages, notamment Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou. Ce scénario prend en considération une régularisation des eaux du Moyen Niger, qui a comme impact le plus important la production d'hydroélectricité.

Deux variantes ont été optimisées, portant sur les aménagements :

- Une combinaison des barrages de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou,
- Une combinaison concernant seulement les barrages de Taoussa, de Kandadji et Kambou,

Les deux variantes prennent en considération un débit minimal de 120 m<sup>3</sup>/s à Malanville pour satisfaire les besoins du Niger Inférieur.

L'optimisation a porté essentiellement sur l'assolement des cultures irriguées, qui sont optimisées en fonction de la disponibilité en eau et des surfaces aménagées. Toutes les valeurs des autres activités économiques (hydroélectricité, pêche, transport fluvial) sont ajoutées au résultat de l'optimisation de l'irrigation pour estimer la valeur totale du scénario.

L'analyse économique des opportunités de développement a porté sur la Valeur Actualisée Nette (VAN) des activités économiques dans le Bassin. Seules les valeurs économiques additionnelles ont été prises en considération à travers une comparaison des bénéfices économiques des scénarii avec ceux de la situation actuelle.

Les recommandations présentées doivent être vu dans le cadre des limitations signalées dans le déroulement de l'étude, c'est-à-dire une optimisation qui est limitée à deux secteurs seulement : l'hydroélectricité et l'irrigation. Une optimisation plus complète ne pourrait que se faire de concert avec le modèle hydraulique (qui n'était pas disponible pendant l'étude) et avec un supplément de données détaillées sur les secteurs critiques du bassin. Il est recommandé que l'ABN prépare une base de données complète sur les secteurs critiques, mais aussi en prenant en considération les opportunités de développement régionale (hydroélectricité, transport, etc.) afin de les utiliser dans un « vrai » modèle d'optimisation régionale.

En termes de recommandation, il est à retenir qu'un développement des ressources en eau du Moyen Niger est plus avantageux qu'un développement dans le Niger Supérieur. En effet, les conditions hydrologiques du Moyen Niger ne permettent pas un

développement autonome important, sans qu'un certain nombre d'aménagements coûteux soit réalisé.

L'option qui comprend le barrage de Taoussa, le grand Kandadji et le barrage Kambou (au niveau du site « W ») donne le plus grand bénéfice économique. Par contre, l'option qui comprend les barrages de Taoussa, Labezanga, un Kandadji de taille modeste et Kambou est moins rentable en termes économiques mais peut permettre d'aménager et exploiter une surface agricole plus large. Le tableau ci-dessous présente les détails

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	34.8	96.9	34.8	34.8
Delta Intérieur	191.8	163.6	191.8	191.8
Moyen Niger	-109.8	-109.8	-120.4	59.1
Système Niger	73.3	74.2	73.3	73.3
Système Bénoué	26.9	27.5	27.5	27.5
Delta du Niger	11.5	11.5	11.5	11.5
Total	228.5	263.9	218.5	398.0

La variante 3 du scénario de développement du Moyen Niger est la seule à produire pour tous les biefs du bassin du Niger des valeurs actualisées nettes positives. Combiner cette variante avec le scénario de développement du Niger Supérieur est encore plus avantageux (cette combinaison produit une VAN de FCFA 432 milliards), mais demande des investissements énormes (FCFA 4 480 milliards)

Il va sans dire que les développements combinés du Niger Supérieur et du Moyen Niger donne un bénéfice économique supérieur à celui des développements isolés, mais nécessite des investissements importants, qui pourraient dépasser les capacités des pays riverains. Une contribution des pays en aval qui profitent des ouvrages en amont serait souhaitable ; le Mali pourrait contribuer 85 milliards aux coûts de Fomi et le Nigeria pourrait participer pour 268 à 317 milliards de FCFA aux barrages construits par le Niger dans le Moyen Niger.

## TABLE DES MATIERES

		Page
1	INTRODUCTION	1
	1.1 Déroulement et limites de l'étude	2
	1.2 Composition du rapport	4
2	DESCRIPTION DU BASSIN	6
	2.1 Milieu biophysique	6
	2.1.1 Contexte climatique	6
	2.1.2 Contextes hydrographique	8
	2.2 Aspects démographiques et socio-économiques	10
	2.2.1 Contexte humain	10
	2.2.2 Contexte socio-économique	13
3	MODELE D'OPTIMISATION	15
	3.1 Objectifs de l'optimisation	15
	3.2 Eléments du modèle	16
	3.2.1 Généralités	16
	3.2.2 Détails du modèle	17
	3.3 Mise en œuvre du modèle	20
	3.4 Volumes disponibles	21
	3.5 Valeurs économiques	24
	3.5.1 Portant sur les consommations et usages de l'eau	24
	3.5.2 Portant sur les investissements, réhabilitations et exploitations	26
	3.5.3 Portant sur l'analyse coûts bénéfices	28
	3.6 Prise en compte des actions transfrontalières	28
	3.7 Prise en compte des scenarii et subsidiarités	29
	3.8 Résultats attendus	30
4	BILAN HYDRIQUE	31
	4.1 Zones humides	31
	4.2 Irrigation	34
	4.3 Alimentation en eau potable	36
	4.4 Elevage	39
	4.5 Grands aménagements hydro-électriques	40
	4.5.1 Impacts des principaux aménagements hydro-électriques des hauts bassins du Niger et du Bénoué sur le débit du fleuve	43
	4.5.2 Impacts des aménagements sur les ressources du bassin du Niger	46
	4.6 Transport fluvial	47
	4.7 Pêche	51
	4.8 Autres secteurs	52
	4.8.1 Communication	52
	4.8.2 Ecotourisme	53
	4.9 Synthèse du bilan hydrique	56
5	ANALYSE DES SECTEURS	58
	5.1 Domaines prioritaires et pertinence	58
	5.2 Hiérarchisation des secteurs et thèmes retenus	61

6	OPTIMISATION	63
6.1	Principes de subsidiarité (rôle de l'ABN)	63
6.2	Scénarii de développement	64
6.2.1	Scénario 0 : développement autonome	64
6.2.2	Scénario 1 : Barrage de Fomi et extension des aménagements dans l'Office du Niger	69
6.2.3	Scénario 2 : Barrages en cascades dans le Moyen Niger	76
6.3	Opportunités de développement régional	81
6.4	Détails spécifiques du modèle	82
6.4.1	Critères de l'optimisation économique	82
6.4.2	Ressources en eau	84
6.4.3	Secteurs peu touchés par le développement des ressources en eau	85
6.4.4	Secteurs pas touchés par les scénarii	85
6.4.5	Secteurs influencés par les scénarii	85
6.4.6	Optimisation de l'irrigation	86
6.4.7	Optimisation de la production d'hydro-électricité	87
6.4.8	Optimisation du transport fluvial	88
7	RESULTATS DES OPTIMISATIONS	89
7.1	Scénario 0 : Développement autonome	89
7.1.1	Valeur actualisée nette	89
7.1.2	Ressources en eau	90
7.1.3	Impact sur la protection des zones humides	91
7.1.4	Impact sur l'assolement	92
7.1.5	Impact sur l'hydroélectricité	95
7.1.6	Impact sur la pêche	95
7.1.7	Impact sur le transport fluvial	95
7.1.8	Analyse critique	95
7.2	Scénario 1 : développement dans le Niger supérieur – mise en eau du barrage de Fomi	97
7.2.1	Valeur actualisée nette	98
7.2.2	Ressources en eau	98
7.2.3	Impact sur la protection des zones humides	99
7.2.4	Impact sur l'assolement	99
7.2.5	Impact sur la production d'hydroélectricité	102
7.2.6	Impact sur la pêche	103
7.2.7	Impact sur le transport fluvial	103
7.2.8	Analyse critique	104
7.3	Scénario 2 : développement dans le moyen Niger	106
7.3.1	La mise en eau des ouvrages	107
7.3.2	Valeur actualisée nette	107
7.3.3	Ressources en eau	109
7.3.4	Impact sur l'assolement	110
7.3.5	Impact sur l'hydroélectricité	114
7.3.6	Impact sur la pêche	116
7.3.7	Impact sur le transport fluvial	117
7.3.8	Analyse critique	117
8	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	122
8.1	Cadre de l'étude	122

8.2	Résultats des optimisations	123
8.2.1	Valeur actualisée nette	123
8.2.2	Ressources en eau	124
8.2.3	Protection des zones humides	125
8.2.4	Agriculture irriguée	126
8.2.5	Hydroélectricité	127
8.2.6	Pêche	127
8.2.7	Transport fluvial	128
8.2.8	Développement régional	128
8.3	Recommandations	130

## ANNEXES

Annexe 1	Bibliographie
Annexe 2	Termes de référence (en Anglais selon le contrat avec la banque Mondiale)
Annexe 3	Milieu naturel et inventaire des ressources
Annexe 4	Agriculture et irrigation
Annexe 5	Transport fluvial
Annexe 5	Caractéristiques de la pêche
Annexe 7	Secteur de l'hydroélectricité
Annexe 8	Analyse de Scénario 1
Annexe 9	Analyse de Scénario 2

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1	Projection de la population du bassin du Niger à l'horizon 2015.....	12
Tableau 2-2	Pauvreté dans les pays du Bassin du Niger. ....	14
Tableau 3-1	Stations retenus pour estimer la disponibilité d'eau.....	21
Tableau 3-2	Détails des ressources en eau des sections retenues.....	23
Tableau 3-3	Détails es apports intermédiaires dans le Moyen Niger en année moyenne (m3/s) .....	23
Tableau 3-4	Débits sanitaires proposés .....	24
Tableau 3-5	Usage de l'eau des barrages pour l'irrigation (Mm3) .....	26
Tableau 4-1	Débits sanitaires (débits de réserve) à garantir dans les sections retenues .....	32
Tableau 4-2	Les sites RAMSAR inscrits dans la zone du Bassin du fleuve Niger .....	33
Tableau 4-3	Analyse des besoins en eau des sites RAMSAR.....	33
Tableau 4-4	Place des cultures dans l'assolement retenu pour l'exploitation des terres irriguées (comme part de la surface aménagée) .....	34
Tableau 4-5	Superficies totales aménagées et potentiellement aménageables (en ha) .....	35
Tableau 4-6	Distribution des consommations d'eau sur les mois de cultures .....	36

Tableau 4-7	Superficies totales aménagées et aménageables et besoins en eau (en milliards de m <sup>3</sup> ).....	36
Tableau 4-8	Population vivant dans le Bassin versant (en nombre d'habitants).....	37
Tableau 4-9	Population vivant dans le Bassin versant et prélevant les eaux de surface (en nombre d'habitants).....	38
Tableau 4-10	Consommation d'eau des populations par le prélèvement les eaux de surface (en m <sup>3</sup> ) .....	38
Tableau 4-11	Estimation de l'effectif du cheptel et de sa consommation en eau dans le Bassin du Niger .....	40
Tableau 4-12	Caractéristiques des principaux aménagements hydro-électriques en service dans le Bassin du Fleuve Niger .....	41
Tableau 4-13	Possibilités d'aménagement étudiées ou reconnues sur le fleuve Niger et ses affluents .....	41
Tableau 4-14	Inventaire des ressources écotouristiques dans les pays du bassin du Niger .....	55
Tableau 5-1	Récapitulatif des orientations, des domaines d'actions prioritaires et secteurs et thèmes prioritaires et des objectifs .....	60
Tableau 5-2	Etudes en cours ou en préparation (mars 2006) : .....	62
Tableau 6-1	Grands et moyens barrages existants .....	65
Tableau 6-2	Débits disponibles dans les biefs du Bassin du Niger en situation actuelle (m <sup>3</sup> /s) .....	66
Tableau 6-3	Débits sanitaires définis pour les biefs du Bassin .....	66
Tableau 6-4	Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger.....	67
Tableau 6-5	Evolution de la population dans le bassin et de la consommation en eau potable .....	68
Tableau 6-6	Evolution du cheptel dans le bassin et de la consommation en eau.....	68
Tableau 6-7	Evaluation de l'influence de l'aménagement de FOMI sur le niveau (m) d'eau journalier du fleuve Niger à Banankoro (frontière Guinée-Mali). .....	71
Tableau 6-8	Evaluation de l'influence de l'aménagement de FOMI sur le niveau (m) journalier du fleuve à Koulikoro.....	71
Tableau 6-9	Impacts de Fomi et de l'ON sur le débit aval, exprimés par saison .....	73
Tableau 6-10	Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger (Scénario 1).....	75
Tableau 6-11	Schémas d'aménagements du Moyen Niger .....	78
Tableau 6-12	Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger (Scénario 2 – variante 1).....	79
Tableau 6-13	Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger (Scénario 2 – variante 3).....	79
Tableau 6-14	Production d'hydroélectricité par an par les barrages du Moyen Niger (variante 1 et 3).....	80
Tableau 6-15	Surfaces pérennisées par le débit sanitaire .....	85
Tableau 6-16	Moyenne des comptes d'exploitation pour 1 ha de culture (FCFA).....	87
Tableau 7-1	Valeur économique additionnelle de la pérennisation des zones humides .....	91

Tableau 7-2	Optimisation des superficies cultivées en 2015 (scénario 0) .....	92
Tableau 7-3	Optimisation des superficies cultivées en 2025 (scénario 0) .....	92
Tableau 7-4	Impact des débits sanitaires et de garanti sur l'assolement du Moyen Niger en 2015 (scénario 0) .....	93
Tableau 7-5	Surfaces aménagées du scénario de développement autonome .....	94
Tableau 7-6	Valeur économique additionnelle (2006 – 2025) du développement agricole (milliards de FCFA) .....	95
Tableau 7-7	Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette (milliards de FCFA) .....	97
Tableau 7-8	Optimisation des Superficies cultivées en 2015 (scénario 1) ...	100
Tableau 7-9	Optimisation des Superficies cultivées en 2025 (scénario 1) ...	100
Tableau 7-10	Surfaces aménagées du Scénario 1 .....	101
Tableau 7-11	Valeur économique additionnelle du développement agricole (milliards de FCFA) .....	101
Tableau 7-12	Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette (milliards de FCFA) .....	105
Tableau 7-13	Valeurs nette de la production agricole dans le Niger Supérieur (milliards de FCFA par an) .....	105
Tableau 7-14	Analyse de la répartition des investissements pour le barrage de Fomi (milliards de FCFA) .....	106
Tableau 7-15	Optimisation des superficies cultivées en 2015 (Scénario 2 – variante 1) .....	110
Tableau 7-16	Optimisation des superficies cultivées en 2025 (Scénario 2 – variante 1) .....	111
Tableau 7-17	Surfaces aménagées du Scénario 2 – variante 1 .....	112
Tableau 7-18	Valeur économique additionnelle du développement agricole pour le Scénario 2 – variante 1 (milliards de FCFA) ...	112
Tableau 7-19	Optimisation des Superficies cultivées en 2015 (Scénario 2 – variante 3) .....	112
Tableau 7-20	Optimisation des Superficies cultivées en 2025 (Scénario 2 – variante 3) .....	113
Tableau 7-17	Surfaces aménagées du Scénario 2 – variante 3 .....	114
Tableau 7-18	Valeur économique additionnelle du développement agricole pour le Scénario 2 – variante 1 (milliards de FCFA) ...	114
Tableau 7-21	Données des barrages retenus pour le Scénario 2 .....	115
Tableau 7-22	Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette pour la variante 1 (milliards de FCFA) .....	118
Tableau 7-23	Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette pour la variante 3 (milliards de FCFA) .....	118
Tableau 7-24	Valeurs de la production agricole dans le Moyen Niger et système Niger pour la variante 1 (milliards de FCFA par an) .....	119
Tableau 7-25	Valeurs de la production agricole dans le Moyen Niger et système Niger pour la variante 3 (milliards de FCFA par an) .....	119
Tableau 7-26	Analyse de la répartition des investissements pour les barrages du Moyen Niger, variante 1 (milliards de FCFA) .....	120
Tableau 7-27	Analyse de la répartition des investissements pour les barrages du Moyen Niger, variante 3 (milliards de FCFA) .....	121

Tableau 8-1	Résumé des valeurs économiques des scénarii (en milliards de FCFA).....	124
Tableau 8-2	Résumé des valeurs économiques des scénarii avec 50% du débit sanitaire (en milliards de FCFA).....	125
Tableau 8-3	Résumé des surfaces irriguées des scénarii en 2015 .....	126
Tableau 8-4	Résumé des surfaces irriguées des scénarii en 2025 .....	126
Tableau 8-5	Résumé des valeurs actualisées nettes de la culture irriguées (en milliards de FCFA).....	127
Tableau 8-6	Résumé des valeurs actualisées nettes de l'hydro-électricité (en milliards de FCFA) .....	127
Tableau 8-7	Résumé des valeurs actualisées nettes de la pêche (en milliards de FCFA).....	127
Tableau 8-8	Répartition des contributions des pays dans le développement du Niger Supérieur (milliards de FCFA) .....	129
Tableau 8-9	Répartition des contributions des pays dans le développement du Moyen Niger – variante 1 (milliards de FCFA) .....	129
Tableau 8-10	Répartition des contributions des pays dans le développement du Moyen Niger – variante 3 (milliards de FCFA) .....	129

## LISTE DES FIGURES

Figure 3-1	Décalage des crues pour les sections retenues .....	23
Figure 6-1	Variations en production d'électricité entre en année moyenne et pour la décennie sèche .....	81
Figure 6-2	Opportunités d'exploitation du barrage de Fomi .....	83
Figure 7-1	Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (scénario 0).....	90
Figure 7-2	Changements de la Disponibilité de l'eau dans les biefs du fleuve (scénario 0).....	91
Figure 7-3	Changements de la consommation de l'eau d'irrigation (scénario 0).....	94
Figure 7-4	Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (scénario 1).....	98
Figure 7-5	Changements de la Disponibilité de l'eau dans le Niger Supérieur et le Delta Intérieur (scénario 1) .....	99
Figure 7-6	Changements de la consommation en eau d'irrigation (scénario 1).....	101
Figure 7-7	Caractéristiques de la gestion séparée des barrages de Fomi et de Selingué .....	102
Figure 7-8	Caractéristiques de la gestion conjointe des barrages de Fomi) et de Selingué .....	103
Figure 7-9	Maximalisation de la production d'hydroélectricité dans le Niger Supérieur .....	103
Figure 7-10	Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (Scénario 2 – variante avec Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou).....	108
Figure 7-11	Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (Scénario 2 – variante avec Taoussa, grand Kandadji et Kambou).....	109

Figure 7-12	Changements de la disponibilité en eau dans Moyen Niger et le système Niger (scénario 2 – variante 1).....	109
Figure 7-13	Changements de la disponibilité en eau dans Moyen Niger et le système Niger (Scénario 2 – variante 3).....	110
Figure 7-14	Changements de la consommation de l'eau d'irrigation (Scénario 2 – variante 1).....	111
Figure 7-15	Changements de la consommation de l'eau d'irrigation (scénario 2 – variante 3).....	113
Figure 7-16	Résultats des simulations pour les débits turbinées des barrages (Scénario 2 – variante 1).....	115
Figure 7-17	Résultats des simulations pour les débits turbinées au niveau de Kandadji et Kambou (Scénario 2 – variante 3).....	116
Figure 7-18	Evolution des valeurs actualisées nettes de la production d'hydroélectricité .....	116
Figure 8-1	Débits à Malanville pour les scénarii étudiés .....	125

## ABREVIATIONS

ABN	Autorité du Bassin du Niger
AEPI	Approvisionnement en Eau Potable et Industrielle
AFD	Agence Française de Développement
AHA	Aménagement Hydro Agricole(s)
ANN	Annuel(le)
B/C	Ratio Bénéfices Coûts
BARO	Station de Baro (Nigeria)
BEN	Bénin
BUR	Burkina Faso
CAM	Cameroun
CBA	Cost benefit analysis – Analyse coûts bénéfices
CFN	Commission du Fleuve Niger
CIV	Côte d’Ivoire
CS	Contre saison
DGH	Direction Générale de l’Hydraulique (Bénin)
DNH	Direction Nationale de l’Hydraulique (Mali)
EDM	Energies du Mali
GEF	Global Environmental Fund
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GUI	Guinée
GWh	Gigawatt heure
FCFA	Francs CFA
Hab	Habitant(s)
HIV	Hivernage
Hmax	Niveau maximal de la retenue
Hmin	Niveau minimal de la retenue
KORME	Station de Korioumé (Mali)
KOURO	Station de Koulikoro (Mali)
kW	Kilowatt
kWh	Kilowatt heure
MAKR	Station de Makurdi (Nigeria)
MAL	Mali
Mali 1	La partie de Mali qui se trouve dans le bief du Niger Supérieur
Mali 2	La partie de Mali qui se trouve dans le bief du Delta Intérieur
Mali 3	La partie de Mali qui se trouve dans le bief du Moyen Niger
MALV	Station de Malanville (Benin)
MEAN	Mission d’Etudes et d’Aménagement du Niger
Mm <sup>3</sup>	Millions de mètre cube
m <sup>3</sup> /s	Mètre cube par seconde
MW	Mégawatt
ND	Non déterminé
NGA	Nigeria
NIG	Niger
Nigeria 1	La partie du Nigeria qui se trouve dans le bief du système Niger
Nigeria 2	La partie du Nigeria qui se trouve dans le bief du système Bénoué

Nigeria 3	La partie du Nigeria qui se trouve dans le bief du Delta du Niger
NITEL	Nigerian Telephone Company
NTIC	Nouvelles technologies de l'information et de la communication
NWRMP	National Water Resources Management Plan (Nigeria)
ON	Office du Niger (Mali)
OTCH	Station d'Onisha (Nigeria)
PADD	Plan d'Action de Développement Durable
PADSEA	Programme d'Appui au Développement du Secteur Eau et Assainissement
PIB	Produit Intérieur Brute
PPA	Parité de Pouvoir d'Achat
TCH	Tchad
TdR	Termes de Référence
TRI	Taux de Rentabilité Interne
UNFPA	United Nations Population Fund
VAN	Valeur Actualisée Nette
VP	Vision Partagée

## INTRODUCTION

Le Niger offre d'énormes possibilités pour le développement de l'approvisionnement en eau, de l'agriculture irriguée, de la production hydro-électrique, de l'élevage, du transport fluvial, etc.

Artère nourricière et moyen de désenclavement très commode pour plusieurs pays, le fleuve Niger et ses affluents traversent et desservent des régions très fertiles et peuplées, offrant ainsi un cadre de coopération et d'intégration économique très appréciable. La population qui vit dans le Bassin du Niger est estimée de nos jours à plus de cent (100) millions d'habitants (source : rapports d'études sectorielles nationales – Pays ABN).

Ce cadre de coopération et d'intégration économique a été parfaitement bien perçu par certaines institutions publiques et privées de la période coloniale, qui ont pour la première fois, lancé l'idée de la mise en place d'une organisation pour la mise en valeur du Bassin du Niger.

L'Autorité du Bassin du Niger (ABN), créée en 1980 et dont le Siège est à Niamey, au Niger, a pour but de promouvoir la coopération entre les neuf Etats riverains membres dans les domaines touchant au développement du Bassin, avec trois objectifs principaux:

- Harmoniser et coordonner les politiques nationales de mise en valeur des ressources en eau du bassin du Niger ;
- Participer à la planification du développement Par l'élaboration et la mise en œuvre d'un plan de développement intégré du bassin, et
- Promouvoir et participer à la conception et à l'exploitation des ouvrages et des projets communs.

La relance en 1998 de l'ABN coïncide avec un ensemble d'initiatives internationales et nationales sur la gestion et la gouvernance de l'eau apparues à la conférence de Paris en 1998 et réaffirmées au « Sommet de la Terre » – Johannesburg 2002. Cette nouvelle politique de l'eau, la GIRE – Gestion Intégrée des Ressources en Eau – se définit comme un processus favorisant une gestion coordonnée de l'eau, des terres et des ressources connexes en vue de développer de manière équitable le bien être économique et social des populations dans une optique de développement durable, tout en protégeant les écosystèmes.

Le but de l'étude macro-économique dans les domaines et secteurs prioritaires de développement du Bassin du Niger est d'approfondir, de compléter et, le cas échéant, d'analyser les domaines prioritaires de développement retenus entre pays riverains du Bassin, lors de l'atelier régional tenu du 25 au 28 Janvier 2005 à Bamako (Mali). Cet atelier a été consacré à la validation du rapport de synthèse régionale des neuf (9) rapports nationaux d'études multisectorielles nationales.

Il s'agit spécifiquement d'optimiser la mise en valeur de toutes les potentialités de développement du Bassin dans les secteurs clés, en vue d'une coopération régionale à l'échelle du Bassin du Niger. Ces domaines prioritaires sont :

- La préservation des écosystèmes du Bassin,

- Le développement des infrastructures socio-économiques,
- Le renforcement des capacités et la participation des acteurs

L'étude d'optimisation macro-économique doit apporter toutes les informations utiles devant permettre aux pays membres de l'ABN d'avoir une même compréhension et la plus large possible des opportunités de développement du Bassin du Niger à l'horizon 2025. Elle doit permettre en outre de s'accorder sur les priorités et actions à entreprendre pour ancrer le processus de la vision partagée dans un Plan d'Action de Développement Durable (PADD) consensuel et accepté par toutes les parties, en tenant compte des possibilités de partage des bénéfices entre tous les pays riverains ou groupes de pays riverains.

Tels que définis dans les Termes de Référence, les champs des services et les résultats attendus de l'étude macro-économique sont les suivants :

- Procéder à une analyse approfondie des domaines prioritaires et des secteurs / thèmes associés ;
- Approfondir la pertinence des priorités établies et établir la cohérence d'ensemble des secteurs / thèmes envisagés ;
- Pour chaque domaine prioritaire, proposer une hiérarchisation des secteurs/thèmes retenus (ex. recul de la pauvreté, croissance économique, intégration économique régionale etc.) ;
- Identifier les conditions ou critères favorisant un plus grand nombre d'actions transfrontalières (ouvertures des économies, avantages comparatifs, partenariats entre les secteurs public et privé, etc.) ;
- Elaborer des scénarii parallèles pour le développement conjoint du Bassin, des bénéfices qui en résulteront et le partage des avantages qui en découleront ;
- Proposer les subsidiarités entre groupes de pays membres ou par segments de bassin du fleuve Niger sur la base des secteurs/thèmes et des options définies pour permettre un développement optimum des opportunités identifiées ;
- Suggérer sur la base des subsidiarités proposées, le rôle de l'ABN pour assurer une coordination et une cohérence de ces actions ;
- Participer aux deux ateliers régionaux de la validation de l'étude d'optimisation et rédiger le rapport général des dits ateliers, et
- Rédiger le rapport final de l'étude d'optimisation en prenant compte les commentaires et amendements décidés lors du deuxième atelier de validation.

Les termes de référence de l'étude ont été joints en annexe.

## 1.1 Déroutement et limites de l'étude

La présente étude s'est articulée autour de trois missions au Siège de l'Autorité du Bassin du Fleuve Niger à Niamey :

- La première mission qui a lieu du 27 Janvier au 2 Février 2006, a été consacrée a une première prise de contact et d'échanges avec certains

responsables du Secrétariat Exécutif de l'ABN et a la collecte des données et informations, et

- La deuxième mission (du 13 au 31 Mars 2006 à Niamey du 1<sup>er</sup> au 9 Avril à Bamako et du 10 au 12 Avril à Niamey) a été consacrée à l'élaboration du présent rapport en collaboration avec tous les experts du consultant des sous-secteurs concernés : les ressources en eau, l'hydro-électricité, l'irrigation, le transport fluvial et l'environnement.
- La troisième mission, qui s'est déroulée du 11 au 13 Juin 2006 a coïncidé avec l'organisation à son Siège d'une des experts de l'Autorité du Bassin du Fleuve Niger qui s'est a eu lieu du 12 au 14 juin 2006. Cette réunion a permis la présentation du rapport préliminaire de l'étude, en présence des experts du Siège et des représentants de l'ensemble des pays membres de l'ABN. Ainsi la mission a pu amender le document à la lumière des observations émises.

Il importe de signaler que l'abondante littérature, dont les rapports des études multisectorielles nationales et leur synthèse ; qui concerne le Bassin du Fleuve Niger n'offre pas beaucoup d'informations adéquates en rapport avec la mise en valeur des ressources du Bassin, ce qui n'a pas facilité la production du rapport préliminaire. Ainsi, l'exercice d'optimisation est limité, elle ne couvre que l'optimisation des secteurs de l'hydroélectricité et de l'agriculture irriguée et porte uniquement sur les consommations d'eau de surface. La quasi-inexistence de données sur les ressources sous-terraines n'ont pas permis d'inclure cette ressource dans l'analyse. Aussi, il faut noter que les données sur les ressources en eau de surface étant pas plus que des moyennes multi-annuelles due au fait que le modèle hydraulique n'était pas disponible au moment de l'étude, n'ont pas permis une étude très affinée devant se limiter à une optimisation de ce qui se passe en année moyenne.

D'une manière générale les résultats de l'optimisation sont loin d'une analyse approfondie économique des opportunités de développement dans le bassin de Niger, elle ne donne que des conclusions sur les effets à s'attendre sur la production et rentabilité de l'hydroélectricité et de l'agriculture irriguée. A aucun moment l'étude a pu faire un choix équilibré optimal entre les secteurs critiques et leurs rentabilités économiques. Il est malheureux à dire que l'étude, par la qualité des données qui lui ont été présentées comme base, n'a pas permis de tirer des conclusions définitives sur les meilleures opportunités de développement dans le bassin du Niger.

De l'analyse des données disponibles pour la présente étude on constate que les données de base pour mener une optimisation macro-économique des opportunités de développement dans le bassin du Niger ne sont pas complètes. Essentiellement les résultats manquants concernent :

- La base de données hydrologique, qui n'était pas toujours complète pour certaines stations durant la période de l'évaluation (les dernières 20 années). On constate que certaines séries ne sont pas à jour, qu'il y a des données manquantes, etc. Puis, il faut remarquer des simulations de l'impact de grands ouvrages prévus dans le bassin sur l'hydrologie n'existaient pas (le modèle hydraulique n'étant pas prêt pendant l'exécution de l'étude) ;

- Les données sur les ressources en eau souterraines et les simulations des effets des grands ouvrages prévus sur la ressource souterraine, ce qui a rendu impossible de faire une optimisation de l'AEP en faisant un choix entre l'économie d'une alimentation du fleuve contre l'économie d'un pompage de la nappe ;
- Les données sur la distribution et la consommation actuelles d'électricité produite par les ouvrages existantes dans le bassin. Aussi, il a très peu d'information sur les investissements à prévoir au titre du réseau de distribution dans le cadre de la distribution régionale de l'hydroélectricité ;
- Les détails des flux de transport actuels (fluvial aussi bien que routier) de produits agricoles dans le bassin, ne permettant pas une analyse régionale du transport ;
- Les détails des zones humides et leur valeur économique, sauf pour ce qui concerne les sites Ramsar. L'étude c'est donc concentrée sur ces sites sans pouvoir donner beaucoup d'attention à d'autres sites ;
- Les informations des opérations des barrages au Nigeria (Kanji, Shiroro, Djebba, etc.) et Cameroun (Lagdo), ne permettant pas une analyse intégrée des opérations de ces barrages. Puis, il faut noter que ces barrages sont essentiellement gérés par les sociétés d'électricité, qui par leur vocation principale ne donnent pas beaucoup d'attention aux autres usagers.

## 1.2 Composition du rapport

Le présent rapport est composé de 8 chapitres et se base sur le rapport de démarrage, qui a déjà présenté, et le cadre du modèle utilisé pour l'optimisation des options de développement du Bassin du Fleuve Niger. Le modèle est introduit dans le Chapitre 3. En se basant sur les données d'apports disponibles, un bilan d'eau a été fait, ce qui constituera le point de départ pour le modèle économique.

Dans les études multisectorielles un certain nombre de secteurs clefs ont été identifiés. Ces secteurs clefs ont été pris en compte par la présente étude pour faire l'objet d'optimisation. Il convient de noter que parmi les secteurs on retrouve certains qui consomment de l'eau et d'autres qui n'en consomment pas. Les premiers concernent les secteurs qui utilisent l'eau comme produit économique, à savoir l'agriculture, l'alimentation en eau potable, l'élevage, etc., Le deuxième groupe de secteurs, dits intermédiaires, utilisent l'eau comme environnement économique sans la consommer, à savoir l'hydroélectricité, le transport fluvial et la pêche.

Le rapport préliminaire décrit l'état des lieux actuel des principaux secteurs et les tendances de développement de ces secteurs. Aussi, il apporte toutes les données sectorielles nécessaires devant servir d'intrant dans le modèle d'optimisation économique. Les secteurs clefs suivants sont pris en compte:

- L'agriculture,
- L'élevage,
- La pêche,
- L'énergie,
- Le transport fluvial,

- La gestion environnementale,
- Les autres secteurs.

Le chapitre 4 est destiné au bilan hydrique, tandis que les chapitres 5 et 6 sont respectivement consacrés à l'analyse des secteurs et à l'optimisation des scénarii.

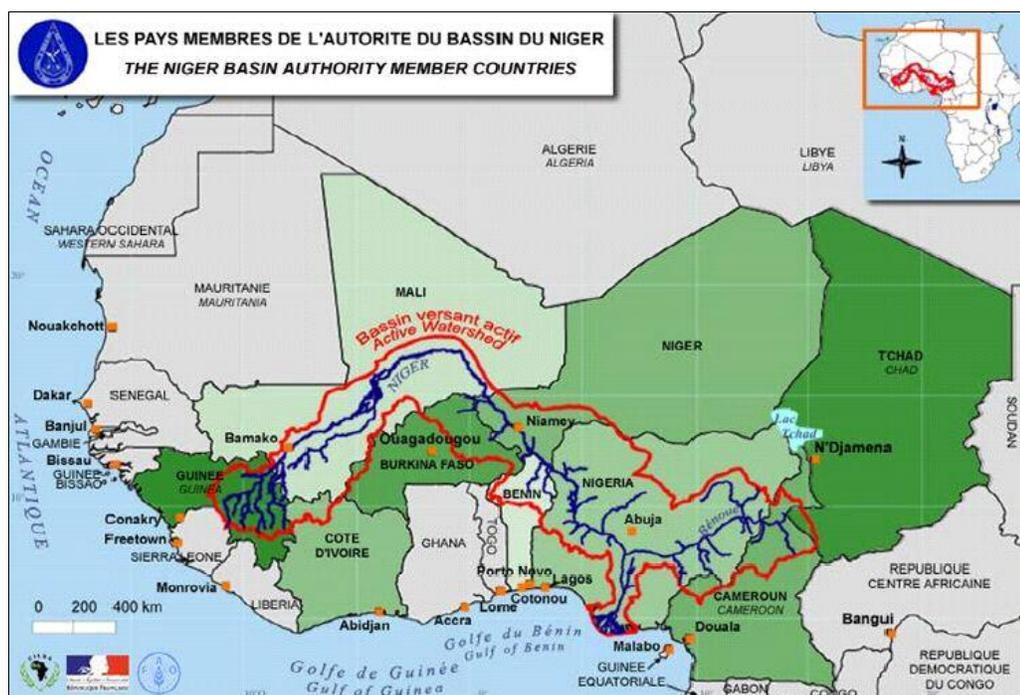
Le chapitre 7 présente les résultats des optimisations par rapport à chaque scénario proposé, sur les aspects de la valeur actualisée nette de ressources en eau, sur l'impact sur l'assolement, sur l'hydroélectricité et sur la pêche. Enfin, le chapitre 8 présente les conclusions et les recommandations.

Pour les secteurs, un rapport séparé a été préparé et présenté en annexe. Ce rapport renferme des informations supplémentaires sur les secteurs qui ne sont pas directement nécessaires pour usage dans le modèle d'optimisation économique.

## DESCRIPTION DU BASSIN

### 1.3 Milieu biophysique

Le fleuve Niger, de la République de Guinée où il prend sa source jusqu'au Golfe du Bénin, où il débouche sur l'Océan Atlantique en République Fédérale du Nigeria, roule ses eaux sur un parcours d'environ 4.200 km pour un bassin versant actif d'environ 1.500.000 km<sup>2</sup>. Neuf (9) Etats riverains partagent ce bassin versant : Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Guinée, Mali, Niger, Nigeria et Tchad). Avec ses affluents, sous affluents, défluent et émissaires.



Source : SE/ABN

Carte 0-1 Les Pays membres de l'ABN

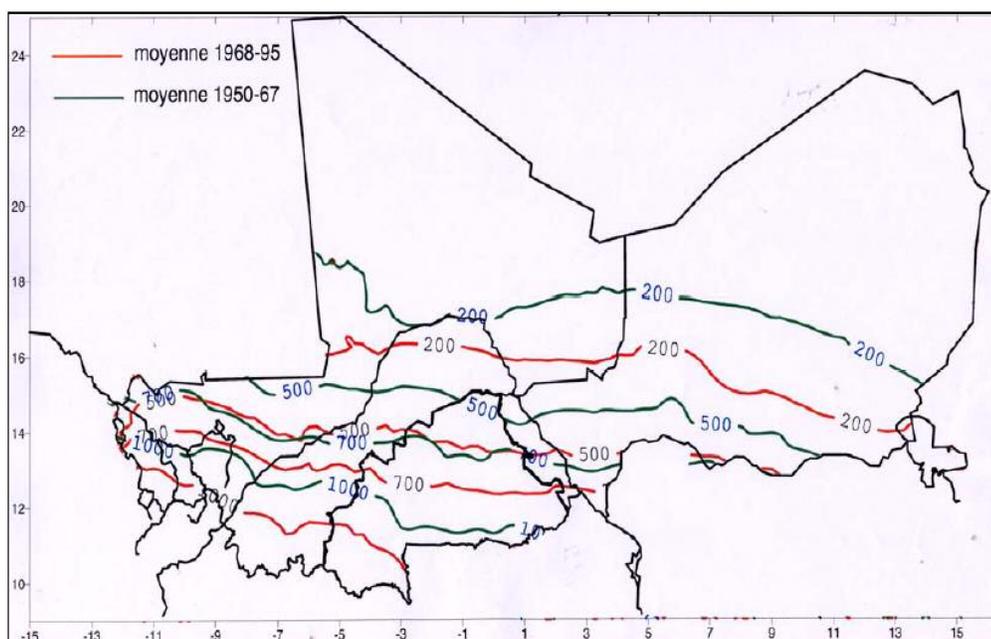
- Contexte climatique

Le régime pluviométrique confère au Bassin du fleuve Niger quatre zones climatiques qui se succèdent du Sud au Nord et se distinguent à partir de la quantité de pluie reçue annuellement :

- La zone guinéenne (humide à très humide) avec des précipitations annuelles comprises entre 1 100 mm au Nord à plus de 2 000 mm au Sud. Située au Sud d'une ligne passant par Siguiri (Guinée) Bougouni et Sikasso au Mali; En ce qui concerne le haut bassin une ligne passant par Cotonou (Bénin) et Makeni (Nigeria) en ce qui concerne le bassin inférieur. La saison des pluies y dure huit (8) à neuf (9) mois (Mars / Avril à Novembre / Décembre) ;
- La zone soudano-guinéenne (semi-humide) avec des précipitations annuelles comprises entre 600 au Nord et 1 100 mm au Sud et une saison pluvieuse de six (6) à sept (7) mois (Avril – mai / Octobre Novembre). Elle est centrée sur

une ligne qui passe par les localités de Koulikoro (Mali), Ouagadougou (Burkina), Gaya (Niger), Makurdi (Nigeria) et Sokoto (Nigeria) ;

- La zone sahélienne (semi-aride) centrée sur une ligne Nampula, Hombre (Mali) et Tahoua (Niger), avec des précipitations annuelles comprises entre 200 mm et 600 mm et une saison pluvieuse de trois (3) mois (Juillet – Septembre) ;
- La zone sub-désertique (aride) située au Nord d'une ligne Tombouctou, Bourem (Mali) et Aderbissinat (Niger), avec des précipitations annuelles inférieures à 200 mm et une saison pluvieuse réduite à deux (2) mois (mi-juillet à mi-septembre).



Carte 0-2 Déplacement vers le Sud des courbes isohyètes dans la partie soudano-sahélienne du bassin de 1950 – 1995 (source ABN)

La température moyenne diminue du Nord vers le Sud. La moyenne mensuelle est très élevée en Avril /Mai au Nord du Niger supérieur, dans le Delta Intérieur et dans le Niger Moyen et en Mars dans le Niger Inférieur. Dans les zones sahélienne et sub-désertique (Delta intérieur et Niger Moyen), les températures maximales observées d'Avril à Juin, peuvent parfois avoisiner les 50°C (42°C en Avril / Mai à Niamey, et 43°C à Gao). Les températures deviennent basses en Août dans presque toutes les zones du bassin en raison de la saison pluvieuse.

Le taux d'humidité oscille entre un minimum inférieur à 20% et un maximum de 50 à 60% dans le Delta Intérieur et dans le Niger Moyen et le taux maximal atteint les 70% au Sud et plus de 90 % à l'embouchure du fleuve.

L'évaporation annuelle varie en moyenne entre 1 400/1 500 mm dans le Golfe de Guinée à 1 900/2 200 mm dans le boucle du Niger en zone sahélienne.

- Contextes hydrographique

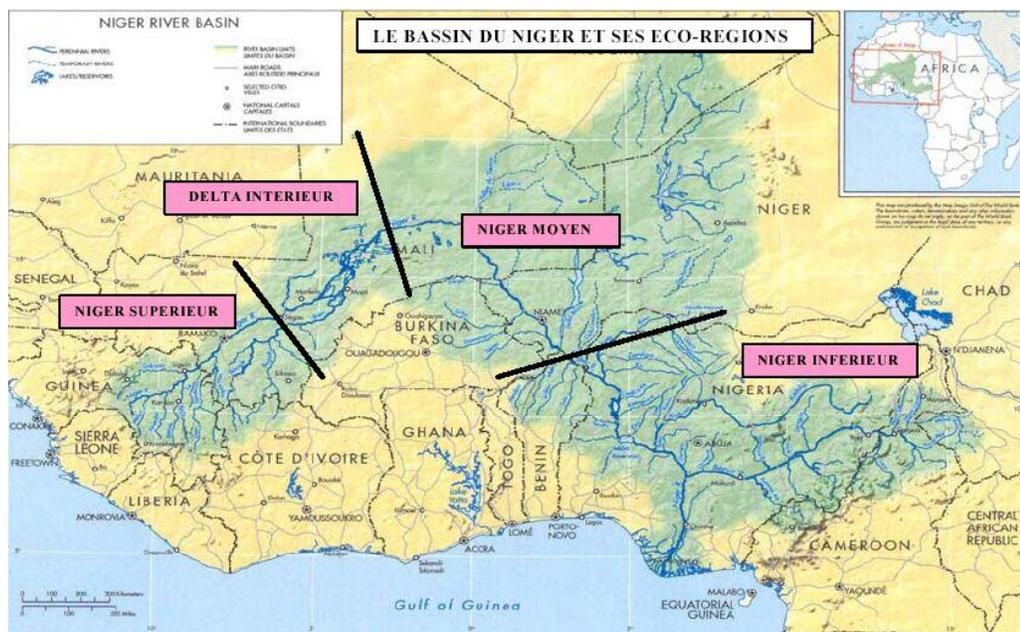
## Hydrographie du fleuve Niger

Le fleuve Niger qui est le principal cours d'eau de l'Ouest africain et le 3<sup>ème</sup> africain par sa longueur après le Nil et le Congo, prend sa source vers l'altitude 850 m à la frontière de la Sierra Léone avec la Guinée et traverse successivement la Guinée, le Mali, le Niger et le Nigeria où il rejoint l'Océan Atlantique.

Son cours long de 4.200 km est géographiquement divisé en quatre parties selon des considérations d'ordre géomorphologiques et hydrologiques :

**Le Niger Supérieur**, dont le bassin versant de près de 257.000 km<sup>2</sup>, couvre une partie des républiques de Guinée, du Mali et de Côte d'Ivoire, va de la source à Ké-Macina (Mali). La superficie de 100.000 km<sup>2</sup> couverte en Guinée sert de château d'eau qui est supposé offrir la possibilité d'une régulation partielle des écoulements sur toute la longueur du fleuve. Certaines zones de la Dorsale Guinéenne connaissent actuellement un essor dans les activités minières et l'exploitation forestière. Ces différentes activités créent certes des opportunités économiques, mais à la longue, vont engendrer des risques de pollution des eaux et accélérer l'ensablement du lit du fleuve.

Dans son cours supérieur en Guinée, le fleuve Niger est constitué par les cinq (5) branches mères suivantes : le fleuve Niger proprement dit grossi de ses quatre (4) affluents que sont la Mafou, le Niandan, le Milo et le Tinkisso. Après avoir passé la frontière Guinée – Mali, il reçoit le Sankarani formé par le Dion et la Gbanhala. Toutes ces rivières prennent leur source en Guinée.



Carte 0-3 Hydrographie du fleuve Niger

A Mopti au Mali, il reçoit sur sa rive droite, le Bani formé du Baoulé et du Bagoé qui est grossi du Banifing. Ces rivières prennent leur source en Côte d'Ivoire.

Le Bassin du Bani jusqu'à la localité de Douna en amont de Mopti, fait partie du bassin du Niger Supérieur.

**Le Delta Intérieur**, qui va de Ké-Macina à Korioumé, localité située à 19 km au Sud de Tombouctou, est une vaste plaine d'épandage des eaux du fleuve et de dépôts d'alluvions d'environ 84.500 km<sup>2</sup>. Ce delta est formé d'un réseau très complexe de bras, de défluent, de lacs et de mares. D'amont en aval on distingue plusieurs régions caractéristiques :

- Le Delta Mort occupé partiellement par les aménagements hydro-agricoles de l'Office du Niger ;
- Le Delta vif situé entre Ké-Macina et la sortie du Lac Débo ;
- L'Erg de Niafunké au Nord dunaire ;
- Les zones lacustres en rives gauche et droite.

En amont de Tombouctou, le fleuve dessert un ensemble de cuvettes irrégulièrement alimentées et partiellement occupées par des terroirs agricoles. Il s'agit en rive gauche du système des lacs Tanda, Kabara, Takadji, Horo, Fati, Télé, Gouber et Faguibine d'une superficie d'environ 10.400 km<sup>2</sup> et en rive droite du système des lacs Aougoungou, Niangaye, Do, Garou et Aribongo d'une superficie totale d'environ 4.000 km<sup>2</sup>. Certains lacs comme le Débo et le Horo sont classés sites protégés Ramsar (Convention relative aux zones humides d'importance internationale, particulièrement comme habitat des oiseaux d'eau). Le Delta Intérieur est entièrement situé en République du Mali et à l'exception du Bani qui rejoint le fleuve Niger à Mopti, il ne reçoit aucun autre affluent important.

**Le Niger Moyen** (Mali, Niger, Bénin, Burkina Faso), va de Korioumé (Mali) à Malanville (Bénin) et couvre une superficie totale de 900.000 km<sup>2</sup> dont 230.000 km<sup>2</sup> sont inactifs. Le bassin du Niger Moyen comporte une série de terrasses irriguées. Les écoulements sont largement dépendants des apports en provenance du Delta Intérieur et la présence de rapides rend la navigation difficile.

De Mopti (Mali) à Ayorou (Niger), le fleuve Niger ne reçoit pas d'affluents. A partir d'Ayorou, il reçoit sur sa rive droite, successivement : le Gorouol, le Dargol, la Sirba, le Goroubi et la Tapoa ; qui prennent leur source au Burkina ; la Mékrou, l'Alibori et la Sota, qui prennent toutes trois leur source au Bénin.

**Le Niger Inférieur** (Nigeria, Cameroun, Tchad), couvre une superficie d'environ 740.000 km<sup>2</sup> et se caractérise par la présence de grands aménagements pour la production hydro-électrique et l'irrigation et par une production industrielle plus marquée que sur le reste du bassin du Niger. L'essentiel des aménagements et des industries est situé en République Fédérale du Nigeria

Le Niger Inférieur reçoit les autres affluents du Niger en territoire du Nigeria. Ce sont: sur la rive droite : l'Oli, le Teshi et sur la rive gauche : le Sokoto, la Kaduna et la Bénoué. Ce dernier affluent qui est le plus important du Niger mérite une attention particulière.

La Bénoué prend sa source au Cameroun à 700 m d'altitude. Sa longueur est de 1.300 km. Elle est grossie par de nombreux sous affluents dont les principaux sont : le Faro, la Gongola, la Taraba, la Donga, la Katsina Ala. La Bénoué contribue pour plus de la moitié au débit déversé par le fleuve Niger à son embouchure.

#### 1.4 Aspects démographiques et socio-économiques

- Contexte humain

Selon les données fournies par les rapports d'études multisectorielles dans les pays membres de l'ABN, la population vivant dans le Bassin du fleuve Niger est estimée en 2004 à environ 104 millions d'âmes.

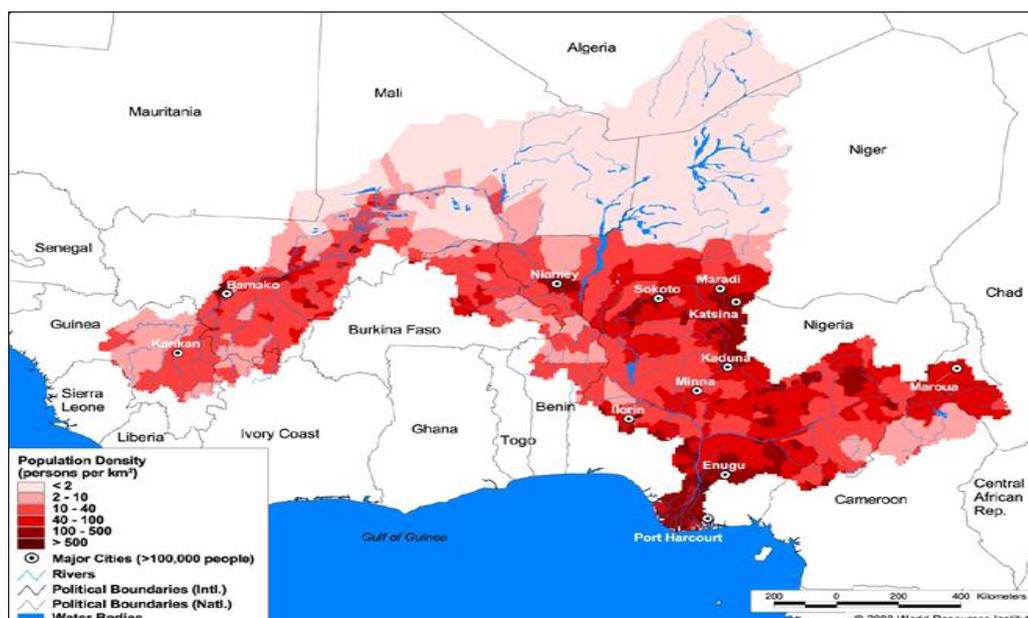
La structure du peuplement est fortement marquée par l'étalement des pôles historiques (pôles Mandé au Sud Ouest, Mossi et Haoussa au Centre, Yoruba et Ibo au Sud est, etc.) et de la diaspora Peulh qui participent principalement à la redistribution des populations en faveur des zones à fort potentiel de développement. La population, composée d'une multitude d'ethnies, est très inégalement répartie au plan spatial. Les conditions naturelles (climat, végétation, relief, hydrographie) influencent largement cette répartition.

Cette population est jeune et majoritairement féminine. Près de 44% des habitants du Bassin ont moins de 15 ans.

La majorité de la population du Bassin travaille dans le secteur de l'agriculture et vit en milieu rural, cependant l'urbanisation gagne de plus en plus de terrain. Le taux d'urbanisation actuel dans le Bassin est estimé à environ 26% contre 33% pour l'ensemble des pays membres de l'ABN.

Le taux de croissance démographique observé qui est de 3% est considéré comme élevé car, en dehors de tout phénomène de migration, il aboutirait à un dédoublement de la population tous les 25 ans. Cependant cette forte croissance est contrebalancée par une forte émigration de la population surtout dans les zones soudano sahéliennes.

Le PNUD, dans son rapport mondial sur le développement humain (2002) situe la population du Bassin à près de 150 millions d'habitants en 2015 (plus 47%, soit près des ¾ de la population actuelle de l'ensemble des pays de l'ABN).



Carte 0-4 Répartition de la population dans le bassin du Niger

Selon ces mêmes prévisions, la population du Bassin sera marquée à long terme par une forte urbanisation, de l'ordre de 50%, avec une prédominance des centres semi urbains (population comprise entre 5 000 et 20 000 habitants).

Toutefois, la composante rurale de la population perdurera comme une constante des établissements humains dans le Bassin, suivant un profil de distribution inégalement reparti dans l'espace. La partie inférieure du Bassin sera plus fortement urbanisée que les parties sahélienne et supérieure, où la part de la population vivant en milieu rural devrait rester élevée.

Tableau 0-1 Projection de la population du bassin du Niger à l'horizon 2015

Pays et année de référence	Population nationale totale	Population dans la portion du bassin	% population bassin par rapport à la population nationale	% population bassin par rapport à la population totale du bassin	Projection population à l'horizon 2015			
					Population nationale.	Population du bassin	Population urbaine du bassin	Population rurale du bassin
Bénin (2002)	6 769 914	996 037	15	1	9 400 000	3 400 000	1 440 000	1 960 000
Burkina Faso (2004)	11 014 856	2 616 024	24	3	18 500 000	4 500 000	160 000	4 400 000
Cameroun (2003)	15 500 000	4 463 087	18	4	20 200 000	5 200 000	700 000	4 500 000
Côte d'Ivoire (2002)	17 000 000	2 224 400	7	2	21 500 000	3 200 000	100 000	3 100 000
Guinée (2004)	9 136 176	2 283 898	25	2,2	11 300 000	3 900 000	320 000	3 580 000
Mali (1998)	9 813 873	8 436 576	86	8	17 700 000	12 500 000	1 600 000	10 900 000
Niger (2006)	10 790 352	8 325 356	79	8	18 500 000	5 670 000	2 650 000	3 020 000
Nigeria (2000)	123 897 000	74 338 820	60	71	165 300 000	112 200 000	29 800 000	82 400 000
Tchad (2004)	8 284 000	824 574	10	0,8	12 400 000	1 140 000	30 000	1 100 000
Total					294 800 000	202 740 000	36 800 000	239 540 000

Note : les pourcentages de la ligne « Total » sont par rapport aux totaux des populations nationales des pays

- Contexte socio-économique

Le Bassin du fleuve Niger regroupe essentiellement des pays pauvres faisant partie des pays les moins avancés (PMA) : Mali, Burkina Faso, Niger Tchad. Certains sont sahéliens enclavés et soumis à un climat tropical de type soudano sahélien caractérisé par des sécheresses répétées ces dernières décennies et une désertification croissante (les pays concernés sont le Mali, le Niger, le Burkina Faso et le Tchad). En plus de cet environnement physique des plus austères, ces pays évoluent dans un contexte économique difficile avec une économie dominée par l'agriculture et l'élevage. Ces activités génèrent 40 à 60% de leurs recettes d'exportation et occupent 80 à 90% de la population active. Les autres pays ne faisant pas partie des PMA (Côte d'Ivoire, Bénin, Nigeria et Cameroun), demeurent tout de même pauvres malgré l'existence de ressources autres que les ressources agricoles mais encore insuffisamment ou mal exploitées (mines, or, pétrole, etc.).

Le contexte économique des Etats membres de l'ABN est marqué depuis plusieurs décennies par la mise en œuvre de vastes programmes d'ajustement structurel avec l'appui des Institutions de Bretton Wood (Banque Mondiale et Fonds Monétaire International). Ces programmes d'ajustements successifs se sont traduits par la libéralisation des économies et la mise en œuvre des réformes économiques et structurelles. Conjuguées à la dévaluation du franc CFA en 1994, ces réformes ont contribué à l'amélioration sensible des performances macro-économiques. Le PIB global des neuf pays de l'ABN a atteint 70 milliards de \$EU en 2000, avec un taux de croissance moyen de 3%. Le PIB moyen par habitant est estimé à 350 \$EU/an en 2000.

Cette modeste croissance économique n'ayant pas été suivie par une véritable redistribution des richesses, la situation des populations déjà pauvres et très largement majoritaires dans les pays de l'ABN, n'a cessé de se détériorer. La pauvreté a atteint des proportions inquiétantes dans ces pays et surtout dans les pays sahéliens (Burkina Faso, Mali, Niger et Tchad). Le seuil de pauvreté est de 46,4% au Burkina Faso, 50% au Cameroun, 63% au Niger, 60% au Tchad, et 38,4% en Côte d'Ivoire avec une prédominance en milieu rural : 96% des pauvres sont des ruraux au Burkina Faso, 74% au Mali, 86% au Niger et 75% en Côte d'Ivoire. Les femmes et les jeunes sont les plus touchés par la pauvreté. Cette situation de pauvreté qui touche une grande partie de la population explique la faiblesse du niveau de développement humain de ces pays comme le montre le tableau 2.2 ci-après.

Le contexte socio-économique du Bassin comporte des caractéristiques pratiquement similaires à celles de l'ensemble des pays avec cependant une prédominance des problématiques liées à la gestion durable des ressources naturelles et en particulier à celle de l'eau. Le Bassin demeure une zone de peuplement assez ancien qui se caractérise par une diversité ethnique qui est à la base d'une pluralité de conceptions de l'organisation de la vie sociale et des rapports de production. Il constitue de nos jours une zone d'appel migratoire en raison des conditions agro écologiques plus favorables. L'abondance des ressources en eaux attire des pêcheurs, éleveurs, etc.

Les conflits sociaux liés à l'exploitation des ressources du Bassin sont assez courants et opposent le plus souvent, les agriculteurs aux éleveurs ou les autochtones aux migrants. Outre ces aspects sociaux récurrents, l'économie du Bassin souffre de la faiblesse et de l'insuffisance des infrastructures et équipements socio-économiques (adduction d'eau potable, assainissement, retenue d'eau et périmètres hydro agricoles,

hydraulique pastorale, équipements électriques et sanitaires, routes etc.). L'ensemble de ces insuffisances entraîne des conséquences négatives et accroît la pauvreté de ces populations comme l'atteste le tableau 2.2 ci-après.

Tableau 0-2 *Pauvreté dans les pays du Bassin du Niger.*

Pays	PPA (*) Hab/an (2000) (\$EU)	PIB (**) Hab/an (2000) (\$EU)	% pop en deçà seuil pauvreté monétaire (de 2 \$/jour)	Taux alphabétisation des adultes (% des 15 ans et plus)	Aide publique au développement en \$EU/Hab (% du PIB 2000)
Bénin	990	349	33.0	37.4	38.0 (11.0%)
Burkina Faso	976	191	85.8	23.9	29.5 (4.3%)
Cameroun	1 703	597	64.4	75.8	25.0 (11.0%)
Côte d'Ivoire	1 630	588	49.4	46.8	22.0 (3.8%)
Guinée	1 982	366	40.0	-	18.7 (5.1%)
Mali	797	201	90.6	41.5	31.7 (15.7%)
Niger	746	166	85.3	15.9	19.5 (11.6%)
Nigeria	896	360	90.8	63.9	1.6 (0.4%)
Tchad	871	177	64.0	42.6	16.6 (9.3%)

\* PPA = Parité de pouvoir d'achat

\*\* PIB = Produit intérieur brute

Source : Rapport Mondial sur le Développement Humain, PNUD-2002

De nombreuses activités économiques menées dans le Bassin dépendent directement de l'exploitation des ressources naturelles (eau, sols, faune et flore). En dehors des aménagements et ouvrages hydrauliques, ces activités (agricoles, pastorales et minières particulièrement) sont pratiquées de manière extensive ou artisanale. A ce titre, l'économie rurale reste largement tributaire de l'environnement. Les forêts sont défrichées à des rythmes plus importants que ceux de la régénération naturelle et les environnements dégradés offrent moins de ressources aux pauvres dont la population s'accroît de jour en jour.

Les conséquences des déséquilibres économiques et de la dégradation de l'environnement se font ainsi sentir à travers notamment :

- L'attrait des populations rurales vers les villes, ce qui conduit à une implantation dans les zones périphériques marginales et à l'adoption d'un mode de vie urbain, c'est-à-dire un style de vie urbanisé basé essentiellement sur les ressources de la zone rurale;
- Une augmentation de la population urbaine et une forte demande en énergie qui est généralement satisfaite par l'utilisation du bois et du charbon de bois, contribuant ainsi à la dégradation du couvert végétal et à l'érosion des sols des zones d'exploitation.

Les revenus de ces pays proviennent essentiellement, soit d'une économie de rente (pétrole, uranium, cacao, café, coton) et sujette aux fluctuations du marché international, soit d'une économie primaire basée sur une agriculture céréalière et des activités traditionnelles à faible valeur ajoutée.

Au regard de tout ce qui précède, la lutte contre la pauvreté s'impose de nos jours à tous les pays membres de l'ABN comme le défi majeur à relever.

## MODELE d'optimisation

### 1.5 Objectifs de l'optimisation

L'objet de l'optimisation est de trouver l'usage le plus rentable de l'eau du Bassin du Niger, en tenant compte des demandes historiques et futures, tout en respectant les conditions de la Vision Partagée (VP). Dans cette optique le modèle devra fournir des orientations aux pays pour appuyer les actions de développement qui sont à la fois protectrices des valeurs écologiques, équitables et de renforcement des capacités institutionnelles de l'ABN. Afin de pouvoir analyser et proposer ces actions, il est impératif qu'un consensus soit obtenu sur des scénarii de développement en termes d'investissements à faire et à optimiser pour en tirer des conclusions pertinentes. Pendant la vidéoconférence du 2 octobre 2006 trois scénarii ont été arrêtés.

Le Bassin du Niger est un complexe de sections qui sont distinctes dans la gestion de la ressource. Un modèle d'optimisation économique qui couvre la totalité du bassin comme une entité hydrologique ne reflète pas tout à fait la réalité et sera par ailleurs tellement complexe qu'il ne permettra pas d'en tirer des conclusions claires. Il sera donc logique de couper le Bassin en biefs : Niger Supérieur, Delta Intérieur, Moyen Niger et Niger Inférieur, afin de mieux pouvoir optimiser les usages d'eau en tenant compte des conditions de la Vision Partagée. D'après les discussions avec les pays membres et l'ABN il serait souhaitable de détailler encore le Niger Inférieur, à cause de l'apport important de la Bénoué à Lokoja, représentant plus de la moitié du débit dans le Delta du Niger. Ainsi l'étude d'optimisation économique du Bassin du Niger a retenu les biefs et sections suivantes :

- Le Niger Supérieur : à partir de l'embouchure du fleuve et de ses confluent en Guinée et en Côte d'Ivoire, jusqu'à l'entrée dans le Delta Intérieur (barrage de Markala sur le fleuve Niger et Douna sur la Bani),
- Le Delta Intérieur : allant de Markala/Douna jusqu'à Korioumé sur le fleuve Niger,
- Le Moyen Niger : de Korioumé à Malanville à la frontière entre le Niger et le Nigeria,
- Le bief Niger Inférieur est revu pour différencier les entités suivantes et pour en faire des biefs à part entière, à savoir :
  - Le système Niger, de Malanville au confluent avec la Bénoué à Lokoja, couvrant les barrages de Kainji, Shiroro et Jebba,
  - Le système Bénoué, qui prend en compte les apports du Cameroun et du Tchad et se termine à la confluence avec le fleuve Niger à Lokoja,
  - Le delta du Niger, en aval d'Onisha jusqu'au Golfe du Guinée.

Le principe fondamental d'une optimisation de ressources en eau la synergie avec un modèle hydrologique. Cette synergie est la plus importante car tout scénario de développement sera lié à des apports d'eau qui, à leur tour, ne peuvent être proprement évalués qu'à travers un modèle hydrologique. Bien que la situation actuelle soit connue et qu'elle se base sur la moyenne des apports enregistrés depuis la construction du dernier ouvrage (milieu des années 80), il est impossible, sans l'aide d'un modèle hydrologique de faire une bonne projection des débits dans le fleuve pour les années à venir en prenant en compte les scénarii définis avec l'ABN.

Ce modèle devient donc un pré requis important pour ce travail de modélisation macro-économique : la question qu'il faut se poser ici est de savoir la valeur des résultats de l'optimisation macroéconomique à cause de toutes les imprécisions et insuffisances que le modèle relèvera.

Un deuxième principe de l'optimisation économique est que la situation actuelle n'est pas optimisée. Cette situation représente le cas « sans projet » des analyses coûts bénéfiques. Les variations vis-à-vis la situation actuelle, en termes d'investissements et en termes de rendements sont seulement prises en compte dans le modèle d'optimisation économique ; ces variations représentent les « accroissements » dont on veut connaître la rentabilité.

En conclusion on peut dire que le modèle d'optimisation développé dans le présent rapport est un outil de calcul, qui ne donnera pas des conclusions pertinentes sans que les apports nécessaires pour l'optimisation économique de chaque scénario analysé, proviennent d'un modèle hydrologique. Tout ce qu'il est possible de faire à cet instant est d'estimer les impacts des ouvrages retenus dans les scénarii sur les apports et de faire ensuite l'optimisation.

## 1.6 Eléments du modèle

- Généralités

Un modèle d'optimisation est une formule, dénommée ici « la fonction objectif », qui renferme un certain nombre de variables à optimiser en fonction d'un certain nombre de variables comme facteurs limitant et qui constituent les contraintes.

La fonction objectif constituée, dans le cas de l'optimisation des consommations de l'eau du Bassin du Niger, donne le bilan coûts-bénéfices d'un scénario.

Les coûts sont représentés par les investissements prévus ( $I_t$ ), et qui sont escomptés sur la période d'évaluation.

Les bénéfices des consommations sont représentés par le volume d'eau utilisé ( $V_i$ ) multiplié par une valeur économique ( $p_i$ ), également escomptés pour les années de l'évaluation.

Le bilan des bénéfices (valeurs positives) et des coûts (valeurs négatives) escompté par année donne le cash flow (trésorerie). La somme des cash flow est appelée la Valeur Actualisée Nette (VAN) dans l'analyse coûts-bénéfices.

L'usage de l'eau est représenté par la quantité réalisée ( $Q_i$ ) multipliée par la valeur économique ( $p_i$ ), qui est ensuite escompté. La somme des valeurs des consommations et usages préconisés (débit sanitaire, irrigation, AEPI, élevage, hydroélectricité, pêche, transport fluvial et communication) est maximisée dans l'optimisation, pour trois horizons, à savoir 2005, 2015 et 2025.

La fonction objectif typique suivante est valable:

$$MAX \left( \sum_{t=2005}^{2025} \frac{1}{(1+i)^t} (\sum (V_{cons(t)} \times P_{cons}) + \sum (Q_{usage(t)} \times P_{usage}) - \sum (I_t + E_t)) \right)$$

Avec :

- $t$  = l'horizon / année
- $i$  = taux d'escompte
- $V$  = les volumes usés pour débit sanitaire, irrigation, AEPI, élevage, hydroélectricité
- $Q$  = les quantités usées par les secteurs transport, pêche, communication, écotourisme
- $p$  = la valeur économique par unité ( $V$  ou  $Q$ )
- $I$  = coûts d'investissement
- $E$  = coûts d'exploitation annuel

L'analyse d'optimisation est faite en prix constants de 2005, ce qui ressort de la formule typique où les volumes d'eau consommée et les quantités d'eau utilisée sont variables dans le temps, mais par contre les valeurs économiques ne varient pas.

La fonction objectif contient un certain nombre de variables qui sont liées aux consommations et usages de l'eau du Bassin en fonction de biefs pris en compte et des horizons considérés. Comme on ne veut pas optimiser les valeurs absolues de chaque consommation ou usage de l'eau, ce sont seulement les accroissements de la différence sans et avec projet (investissement), qu'il faut prendre en considération. Par conséquent il est acceptable de se limiter, dans l'analyse de l'optimisation, aux secteurs qui sont peuvent pas être influencés par les investissements à savoir, l'environnement, la production agricole, l'hydroélectricité et le transport fluvial.

- Détails du modèle

Les modèles d'optimisation des scénarios de développement du bassin du Niger sont répartis en biefs. Les consommations et les utilisations faites par bief sont optimisées et le résultat du bief en amont définit la disponibilité en eau pour le bief suivant. Ceci permet de procéder à des modifications au niveau des biefs sans qu'il soit nécessaire de reprendre l'optimisation pour l'ensemble du Bassin ; toutefois, en cas de modification, les biefs en aval sont optimisés à nouveau. La chaîne d'optimisation se déroule comme suit :

1. L'optimisation du Niger Supérieur et du Delta Intérieur, qui n'est influencée par aucun bief en amont, qui couvrent le Guinée, la Côte d'Ivoire, le Mali 1 et le Mali 2,
2. L'optimisation du Moyen Niger, couvrant le Mali 3, le Burkina Faso, le Bénin et le Niger,
3. L'optimisation du Système Niger dans le Niger Inférieur, concernant Nigeria 1,
4. L'optimisation du Système Bénoué dans le Niger Inférieur, qui n'est aussi influencé par aucun un bief en amont, avec le Tchad, le Cameroun et le Nigeria 2,
5. L'optimisation du Delta du Niger dans la Niger Inférieur, qui est le seul sans bief en aval, portant sur le Nigeria 3.

*La fonction objectif*

La *fonction objectif* de l'optimisation d'un modèle de développement est la somme des résultats économiques des calculs d'optimisation des différents biefs. Elle est de la forme suivante pour l'exemple du Niger Supérieur et du Delta Intérieur :

$$MAX(NS\_CBA\_DNAT + DI\_CBA\_DNAT + NS\_CBA\_DIRR + DI\_CBA\_DIRR + NS\_CBA\_SHEL + DI\_CBS\_DHEL)$$

Avec :

- NS* = fait référence au Niger Supérieur  
*DI* = fait référence au Delta Intérieur  
*CBA* = indique qu'il s'agit du résultat de l'analyse coûts-bénéfices, qui compare le modèle avec la situation actuelle  
*DNAT* = valeur actualisée nette de la nature (en milliards de FCFA)  
*DIRR* = valeur actualisée nette de l'irrigation (en milliards de FCFA)  
*DHEL* = valeur actualisée nette de l'hydroélectricité (en milliards de FCFA)

En ce qui concerne les autres biefs (Moyen Niger = *MN* ; Niger Inférieur - système Niger = *SN*, Niger Inférieur – système Bénoué = *SB* et Niger Inférieur – Delta du Niger = *DN*), une *fonction objectif* similaire est optimisée.

#### Les variables

L'optimisation porte essentiellement sur la production agricole, qui est optimisée en fonction de la disponibilité en eau et des périmètres aménagés. Il n'y a pas assez de détails pour élargir l'optimisation à d'autres secteurs à cet instant : le modèle ne fait pas d'optimisation sur l'environnement, et sur l'hydroélectricité, donc les conditions sont définies par le choix des scénarios. Un scénario de développement, qui est testé dans l'optimisation, a comme conditions limites la production d'hydroélectricité qui sera produite et le débit sanitaire nécessaire pour protection des zones humides. C'est assez logique, car les scénarios sont en effet des propositions d'investissements de grands ouvrages, qui servent entre autres à la production d'hydroélectricité. Par conséquent, il ressort de l'analyse que les variables du modèle d'optimisation sont de nature agricole.

Un grand nombre de variables est testé dans l'optimisation de manière itérative. Il s'agit principalement des variables d'assolement, de la forme suivante (exemple du cas de Guinée) :

<i>R_HIV_GUI_15</i>	<i>R_CS_GUI_15</i>	<i>ANN_GUI_15</i>
<i>A_HIV_GUI_15</i>	<i>M_CS_GUI_15</i>	<i>ANN_GUI_25</i>
<i>R_HIV_GUI_25</i>	<i>R_CS_GUI_25</i>	
<i>A_HIV_GUI_25</i>	<i>M_CS_GUI_25</i>	

Avec :

- R\_HIV* = concerne le pourcentage de l'assolement pris par le riz d'hivernage  
*A\_HIV* = concerne le pourcentage de l'assolement pris par les autres cultures d'hivernage  
*R\_CS* = concerne le pourcentage de l'assolement pris par le riz de contre saison

<i>M_CS</i>	=	<i>concerne le pourcentage de l'assolement pris par le maraîchage en contre saison</i>
<i>ANN</i>	=	<i>concerne le pourcentage de l'assolement pris par les cultures annuelles</i>
<i>GUI</i>	=	<i>fait référence au Guinée</i>
<i>15</i>	=	<i>concerne l'assolement en 2015</i>
<i>25</i>	=	<i>concerne l'assolement en 2025</i>

Les mêmes types de variables d'assolement sont testés pour les 8 autres pays riverains du fleuve, à savoir la Côte d'Ivoire (CIV), le Mali (MAL1 pour la part dans le Niger Supérieur), MAL2 (dans Delta Intérieur) et MAL3 (dans le Moyen Niger), le Bénin (BEN), le Burkina Faso (BUR), le Niger (NIG), le Nigeria (NGA1 pour la part du système Niger, NGA2 (du système Bénoué) et le NGA3 (du Delta du Niger), le Cameroun (CAM) et le Tchad (TCH).

#### *Les contraintes*

Le modèle d'optimisation est en effet « guidé » par les contraintes introduites. Pour le modèle d'optimisation du Bassin du Niger, ce sont des contraintes d'assolement et de disponibilité d'eau qui sont retenues. On veut surtout éviter que l'assolement par saison dépasse la surface aménagée ou devienne négatif et que la quantité d'eau qui sort d'un bief ne devienne négative.

Le nombre de contraintes par optimisation est élevé, puisqu'il va d'une quarantaine à plus de cent. Il s'agit des contraintes d'assolement et des contraintes de disponibilité en eau. Les assumptions qui se trouvent à la base de la formulation des contraintes sont :

1. Le total des surfaces cultivées par saison par pays ne peut pas dépasser 90% de la surface aménagée, ce qui prend en considération que toujours il y aura une petite partie de la surface en jachère,
2. Dans le Delta Intérieur (Mali 2) on trouve actuellement de la culture du sucre, dont on prévoit un développement jusqu'à 25% de l'assolement à l'horizon 2015 et après,
3. En ce qui concerne les cultures permanentes (surtout les arbres fruitiers) on estime que leurs importance dans l'assolement est au Guinée, en Côte d'Ivoire, au Nigeria (système Niger et système Bénoué), au Tchad et au Cameroun de moins de 5%, mais au Mali (dans le bief du Niger Supérieur) la surface occupée est moins de 10%, tandis que dans le delta du Niger (Nigeria) la surface est probablement en dessous 75%,
4. Les surfaces cultivées par pays doivent être positifs ou zéro,
5. Le débit mensuel à la sortie d'un bief, après que tous les consommations d'eau et l'usage pour débit sanitaire ont été prise en compte, doit rester positif ou devenir à la limite zéro.

La formule utilisée pour les contraintes d'assolement est du type suivant (cas de la Guinée pris comme exemple):

$$\begin{array}{lcl}
 R_{HIV\_GUI\_15} + A_{HIV\_GUI\_15} + ANN_{GUI\_15} & \leq & 0.9 \\
 R_{CS\_GUI\_15} + M_{CS\_GUI\_15} + ANN_{GUI\_15} & \leq & 0.9 \\
 R_{HIV\_GUI\_15} & \geq & 0
 \end{array}$$

*A\_HIV\_GUI\_15*  $\geq 0$   
*Etc.*

Celles des contraintes pour la disponibilité en eau sont des types suivants :

*KOURO\_1\_MAL1\_15*  $\geq 0$   
*KOURO\_2\_MAL2\_15*  $\geq 0$   
*KOURO\_3\_MAL3\_15*  $\geq 0$   
*Etc.*  
*KOURO\_1\_MAL1\_25*  $\geq 0$   
*KOURO\_2\_MAL2\_25*  $\geq 0$   
*KOURO\_3\_MAL3\_25*  $\geq 0$   
*Etc.*

Avec :  
*KOURO\_1* débit à Koulikoro en janvier  
*KOURO\_2* débit à Koulikoro en février  
 etc.

Les abréviations des autres stations sont :

*KORME* Korioumé  
*MALV* Malanville  
*BARO* Baro  
*MAKR* Makurdi  
*OTSHA* Onisha

## 1.7 Mise en œuvre du modèle

La mise en œuvre de l'exercice d'optimisation passe à travers un nombre d'étapes, à savoir :

1. La définition des volumes d'eau par section du Bassin ; cette partie sera adressée dans le paragraphe suivant,
2. Accord sur les scénarii à évaluer ; ensemble avec les responsables de l'ABN un nombre limité de scénarii de développement doivent être arrêtés. Il est important que ces scénarii reflètent les aspirations des pays membres de l'ABN et les objectifs de la Vision Partagée (à savoir la protection des écosystèmes du Bassin, le développement équitable et le renforcement des responsabilités institutionnelles de l'ABN - subsidiarité). Le paragraphe 6.2 en donne quelques détails,
3. Les horizons de l'évaluation seront ceux de 2015 et de 2025, ce qui correspond à ce que l'ABN a arrêté,
4. L'estimation des valeurs économiques pour les consommations et usages de l'eau et pour les investissements, réhabilitations et exploitations des ouvrages. Le paragraphe 3.5 en donne les détails.
5. Evaluation des impacts des scénarii sur la disponibilité de l'eau, sur la surface irriguée et la capacité de production de l'hydroélectricité. Ceci constitue la part la plus difficile de l'optimisation à défaut d'un modèle hydrologique qui

simulera ces estimations. Dans le paragraphe 3.1 ce point a été discuté avec assez de détails.

6. Définition des critères du modèle. Dans le paragraphe 3.2 ces éléments ont été fournis.
7. Une considération spéciale fait spécifiquement l'objet de l'exercice d'optimisation, à savoir la prise en compte des aspects transfrontaliers. Le paragraphe 3.6 en donne les précisions.
8. Analyse des résultats du modèle et présentation. Une discussion sur les potentialités des résultats est présentée en paragraphe 3.8

## 1.8 Volumes disponibles

L'optimisation des consommations et des usages de l'eau dans une section du fleuve ne peut se faire qu'en disposant de suffisamment de données sur la ressource. En ce qui concerne la situation actuelle, dite situation sans projet, on dispose des séries d'écoulements pour un grand nombre de stations, et celles qui sont disponibles sont fiables les unes plus que les autres évidemment. Des stations hydrométriques ont été retenues, en rapport avec l'ABN, du fait qu'elles présentent mieux les volumes d'eau disponibles dans la section du Bassin du fleuve où elles se trouvent. En général une station de référence est retenue pour chaque cas.

Le volume d'eau qui passe dans la station retenue représente les excédents qui sont actuellement disponibles, soit pour transfert vers la section suite, ce qui est le cas en situation actuelle, soit pour usage, ce qui pourrait être le cas en fonction des scénarii préconisés.

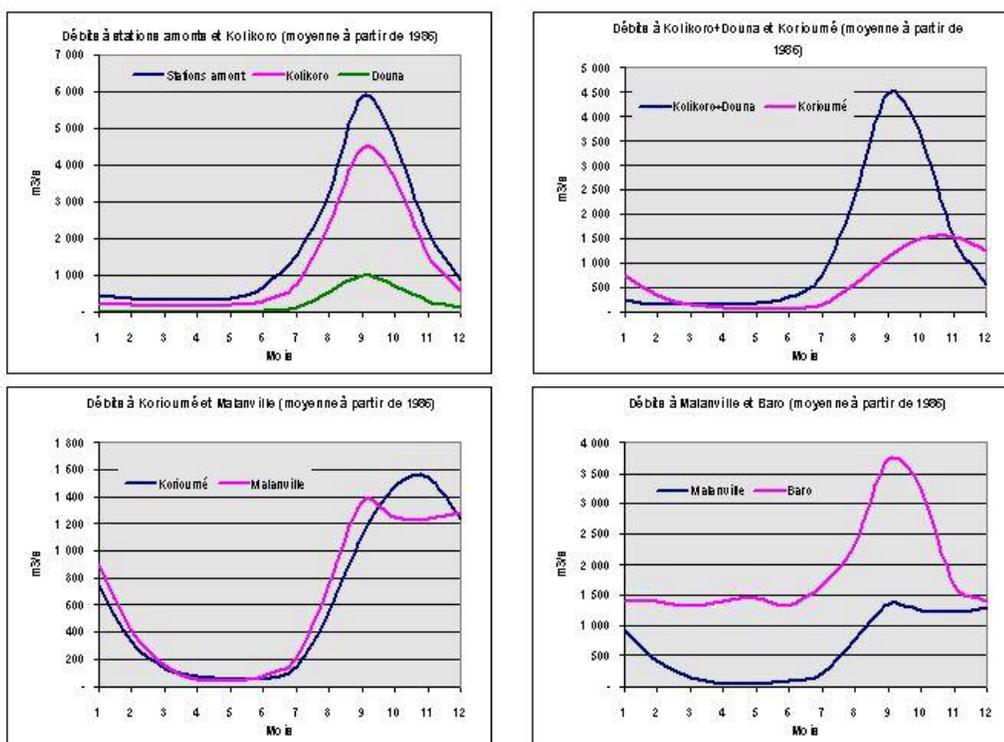
*Tableau 0-1 Stations retenus pour estimer la disponibilité d'eau*

Section	Station(s) retenue(s)	Pays concernés
Niger Supérieur	Kolikoro + Douna	Guinée, Côte d'Ivoire, Mali 1
Delta Intérieur	Korioumé	Mali 2
Niger Moyen	Malanville	Mali 3, Niger, Burkina Faso, Bénin
Niger Inférieur – Système Niger	Baro	Nigeria 1
Niger Inférieur – Système Bénoué	Makurdi	Tchad, Cameroun, Nigeria 2,
Niger Inférieur – Delta du Niger	Onisha	Nigeria 3

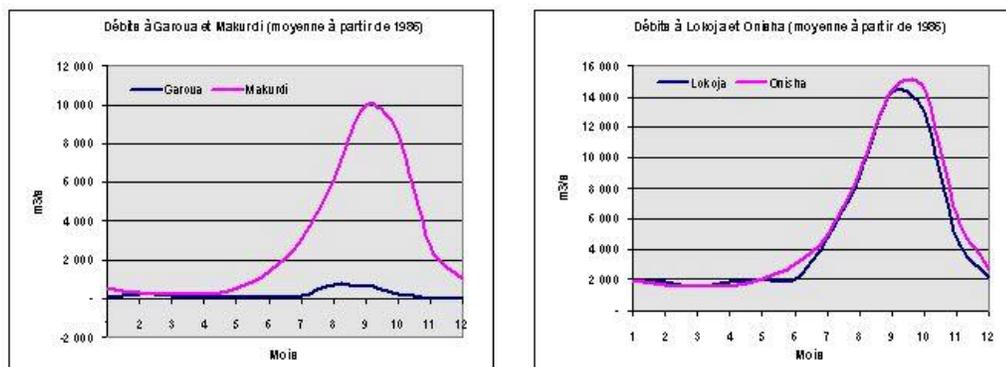
Après le choix de ces stations, le niveau des écoulements mensuels des eaux a été calculé en utilisant les écoulements mensuels de la période 1986-2005 de chacune des stations choisies puisque presque tous les ouvrages importants étaient déjà opérationnels avant cette période. Cependant, il est à noter qu'au niveau de la plupart des stations, aucune observation n'a été faite depuis 2000. Cela laisse supposer que c'est une période qui correspond à la situation moyenne actuelle.

Les flux d'eau sortants d'une section en amont et représente que ce qui entre comme volume d'eau dans la section suivante. Les disponibilités en eau ont été déduites à partir des calculs mensuels moyens des flux d'eau entrant et sortant en tenant compte du dynamisme hydrologique qui fait que les crues des flux entrants et sortants décalent souvent. La Figure 3 -1 montre cet effet pour les 6 sections du fleuve. On constate les effets suivants :

1. Dans la section du Niger Supérieur on ne constate pas de décalage entre les crêtes des crues et donc les données peuvent servir à l'optimisation, telles qu'elles sont présentées.
2. Au titre du Delta Intérieur il est évident que la crête de la crue entrant et celle de la crue sortant décalent de 6 semaines, donc une correction de 6 semaines des débits à Korioumé sera nécessaire, en plus que la consommation principale d'eau (l'Office du Niger) et de la prise de tête de la section (Barrage de Markala).
3. Dans le bief du Niger Moyen, entre Korioumé et Malanville le fleuve prend de l'eau des confluent sortants du Burkina Faso et du Bénin, ce qui donne comme résultat la crête de la crue à Malanville qui devance celle de Korioumé de 6 à 8 semaines,
4. Dans le système Niger du Niger Inférieur on remarque que les crues à Malanville et Baro ne décalent pas<sup>1</sup>.



<sup>1</sup> Ceci pourrait sembler étrange comme dans cette section il y a deux grands barrages hydroélectriques. Cependant ces barrages ne produisent pas uniquement de l'électricité en heures de pointe, mais aussi en heures planes, donc les barrages stockent en hivernage et relâchent un débit plus ou moins constant toute l'année. Cet effet est aussi montré dans le Tableau 2-4, montrant l'écart modeste en étiage et en crue, qui est plus important pour les autres sections



Source : ABN – Niger-Hycos

Figure 0-1 Décalage des crues pour les sections retenues

1. Entre Garoua et Makurdi, qui couvre le système Bénoué du Niger Inférieur une masse énorme d'eau est ajoutée au système. On constate que les crêtes de crues entre Garoua et Makurdi sont décalées de 6 semaines.
2. Dans le Delta du Niger, entre Lokoja et Onisha on constate également un décalage de 2 semaines entre les crues.

Le tableau suivant présente un résumé des caractéristiques de débits pour les sections du fleuve retenues dans l'analyse d'optimisation.

Tableau 0-2 Détails des ressources en eau des sections retenues

Section	Décalage des crues (semaines)	Débit d'étiage sortant (m³/s)	Crue sortant (m³/s)
Niger Supérieur - Kolikoro	0	137.5	3 485.7
Niger Supérieur – Douna	0	3.4	990.2
Delta Intérieur	6	56.0	1 541.8
Niger Moyen	-8	33.4	1 362.9
Niger Inférieur – Système Niger	0	1 317.3	3 734.4
Niger Inférieur – Système Bénoué	6	281.6	10 030.0
Niger Inférieur – Delta du Niger	2	1 536.9	14 522.2
Total	6		

Source : ABN – Niger-Hycos

Il est à noter que la disponibilité de l'eau à l'heure actuelle est fonction de deux phénomènes importants, que sont :

1. Le Delta Intérieur fonctionne comme un tampon, qui ne peut pas relâcher une quantité constante de l'eau sans que le flux entrant dans le delta n'ait une grande influence sur les sorties. La variation du flux entrant a une influence sur le niveau d'évaporation dans la zone du delta : plus l'eau y pénètre, plus l'évaporation croît.
2. La situation du Moyen Niger est caractérisée par la recharge et la descente de la nappe phréatique. Pendant la saison sèche la nappe alimente le débit du fleuve, tandis que pendant les crues la nappe est rechargée à partir du fleuve. Le tableau suivant en donne les détails

Tableau 0-3 Détails es apports intermédiaires dans le Moyen Niger en année moyenne (m³/s)

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
Recharge de la nappe	247.9	119.9	10.1			2.7
Alimentation à partir de la nappe				118.8	60.1	

	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Recharge de la nappe	116.1	209.8	284.0	383.1	360.0	320.7
Alimentation à partir de la nappe						

Source : ABN

En dehors du facteur de disponibilité en eau à l'heure actuelle, toutes les actions définies devront être durables sur le plan environnemental. Les débits d'étiage en m<sup>3</sup>/s devront ainsi être corrigés pour prendre compte d'un débit sanitaire obligatoire pour la conservation de l'environnement. Le tableau suivant estime le niveau de ces débits sanitaires pour chacune des sections du Bassin.

Tableau 0-4 Débits sanitaires proposés

Section	Débit d'étiage sortant (m <sup>3</sup> /s)	Débit sanitaire proposé (m <sup>3</sup> /s)
Niger Supérieur	137.5 + 3.4	121.0
Delta Intérieur	56.0	62.1
Niger Moyen	33.4	64.4
Niger Inférieur – Système Niger	1 317.3	186.2
Niger Inférieur – Système Bénoué	281.6	290.6
Niger Inférieur – Delta du Niger	1 536.9	533.9

Note : voir le paragraphe 4.1 pour les détails du débit sanitaire

Du tableau précédent, il ressort que dans les cas du Delta Intérieur, du Moyen Niger et du système Bénoué, le débit sanitaire calculé théoriquement est supérieur au débit d'étiage sortant. La conséquence sera que les consommations d'eau telles qu'elles sont actuellement ne peuvent pas être satisfaites dans l'avenir. Soit on décide de réduire la surface irriguée pour ces biefs, soit on réduit le débit sanitaire. D'amples sont présentés à ce sujet dans le paragraphe 4.1.

## 1.9 Valeurs économiques

L'optimisation économique des opportunités de développement dans le Bassin du Niger maximalise les revenus économiques de différents usages de l'eau. Il convient donc de faire des estimations de rendement économique des différents usages et d'imputer ces valeurs économiques dans la formule-objectif de l'optimisation. Dans la partie suivante des observations sont faites sur les démarches pour les principaux usages de l'eau dans le Bassin du Niger.

- Portant sur les consommations et usages de l'eau

Environnement ; la valeur économique des débits sanitaires a été calculée à partir d'une étude faite dans le parc de Waza Logone au Cameroun. C'est une des rares études qui permet de cerner la valeur écologique des zones humides comparables à celles du Bassin du Niger<sup>2</sup>. La valeur économique retenue pour cette étude est de FCFA 12 700 par ha par année.

<sup>2</sup> Voir IUCN(2003) : Waza Logone floodplain Cameroun : economic benefits of wetland restoration

Consommation agricole de l'eau : la valeur économique de l'eau par m<sup>3</sup> est estimée à partir de la rentabilité économique de l'ensemble des cultures (bénéfices moins coûts de production en valeurs économiques). Les cultures irriguées dans le Bassin du Niger connaît trois saisons, à savoir hivernage (juillet à septembre), contre saison froide (octobre à février) et contre saison chaude (mars à juin)<sup>3</sup>. Pour chaque saison, des cultures de référence sont prises pour estimer la rentabilité économique du m<sup>3</sup> d'eau, à savoir :

- En hivernage la culture de référence est le riz,
- En contre saison ce sont le riz et les produits maraîchers qui sont pris comme cultures de référence,
- En plus on prend en considération les arbres fruitiers comme autre culture en hivernage et contre saison.

La rentabilité pour le producteur des principales cultures irriguées est calculée sur la base des budgets de culture dont les composantes (quantités et coûts des intrants, prestations de services, besoins en main-d'œuvre) ont été estimées en prenant en compte les normes techniques recommandées par la recherche agronomique ou généralement utilisées pour ces spéculations dans des contextes semblables. Les prix moyens des produits et des intrants, basés sur les prix du marché observés au Burkina Faso, Mali et Niger en 2005/2006, sont par hypothèse maintenus identiques pour les différents pays.

Turbinage de l'eau pour l'hydroélectricité ; l'analyse classique de la rentabilité de l'hydroélectricité fait une comparaison avec la production classique de l'électricité par les centrales conventionnelles. Il est fort probable que les données pour une telle analyse complexe ne sont pas disponibles, donc il sera nécessaire d'estimer la disposition à payer de la courbe de la demande. Si on distingue deux types de consommateurs d'électricité, à savoir l'industrie et les ménages et en dressant des courbes de demande pour les deux, il est alors possible d'estimer la disposition à payer et le prix d'opportunité de l'électricité. La valeur totale de l'hydroélectricité vendue divisée par le volume d'eau turbiné donne la rentabilité par m<sup>3</sup> turbiné. Cette analyse devra être faite pour les principaux barrages hydroélectriques existants et en projet dans le Bassin.

Transport fluvial ; la valeur économique par tonne du transport fluvial est estimée en fonction de ce que coûte le transport du même tonnage par camion<sup>4</sup>. La rentabilité économique totale du volume transporté est estimée à 50% du transport routier, comme le transport fluvial coûte environ la moitié du transport routier par tonne. L'avantage social du moindre coût de transport représente la valeur économique du transport fluvial.

Les meilleures conditions de navigation attirent du cargo vers le transport fluvial et la valeur économique divisée par le volume d'eau spécifiquement relâchée pour la promotion du transport fluvial par section du fleuve, pourrait donner la rentabilité par m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> En hivernage (HIV) c'est surtout le riz et la canne à sucre qui dominent sur l'assolement, mais en contre saison froide (CSF) le riz est remplacé par l'ognon (la canne à sucre est une culture biennale) et en contre saison chaude (CSC) c'est la canne à sucre qui est en commande avec un peu de riz.

<sup>4</sup> Le prix courant est pris comme prix de référence pour le transport routier

Probablement, il n'y aura pas de lâchers d'eau spécifiquement pour la navigation et il est probable que ceux-ci seront combinés avec les débits sanitaires pour protéger l'environnement. Le transport fluvial devient donc lié à ceux-ci.

- Portant sur les investissements, réhabilitations et exploitations

Barrages ; les coûts d'investissement des barrages seront pris des différentes études spécifiques des barrages, tel que Fomi, Taoussa, Kandadji. Pour les barrages dont on ne dispose pas de données détaillées les études qui ont été réalisés au Nigeria (National Water Master Plan (1995)), au Mali (the Niger, a lifeline (2005)) et au Maroc (Etude de tarification de l'eau brute au Maroc (2002)), serviront pour définir une relation entre le volume de la retenue et les coûts d'investissements.

Au titre de l'exploitation des barrages l'étude prendra un pourcentage des coûts d'investissements comme frais d'opération et exploitation. Il s'avère de l'Etude de tarification de l'eau brute au Maroc, qui a fait l'évaluation de plus de 100 barrages dans le pays, que d'habitude les frais d'exploitation et d'entretien annuels ne dépassent pas 0,5% de l'investissement.

La répartition des coûts d'un barrage à but multiple entre les différentes vocations (en général l'irrigation et l'hydroélectricité) demande une discussion. La distribution peut se faire sur la base des investissements ou sur la base des revenus obtenus par les secteurs profitant de l'eau. Aucune des deux méthodes n'est idéale :

1. Une répartition sur la base des coûts d'investissement se heurte aux principes d'usage de l'eau :
  - Si toute eau pour l'irrigation est aussi turbinée, on pourrait prendre comme principe que les coûts du barrage propre retombent à l'irrigation et que l'hydroélectricité ne prend en charge que les coûts de l'usine et des travaux annexes servant à la production d'électricité,
  - Au cas que la production d'hydroélectricité n'est pas obligatoirement liée à la consommation de l'eau agricole, ce principe n'est plus valable. On pourrait définir les coûts du barrage propre qui retombent à l'irrigation comme la part du volume de la retenue qui est consommée par l'agriculture comme eau d'irrigation. L'hydroélectricité prendra alors en charge les coûts de la centrale et la part du barrage propre qui n'est pas attribué à l'agriculture,
2. Une répartition sur la base des revenus se heurte à l'estimation des rentabilités agricoles par m<sup>3</sup> d'eau et ceux de l'hydroélectricité ; comme la présente étude ne fait pas de différenciation entre les revenus agricoles au niveau du bassin et aussi ne varie pas le revenu de l'hydroélectricité dans le bassin, cette méthode devra être rejetée,

L'analyse des volumes d'eau pris par l'agriculture à partir des barrages qui sont considérés dans les différents scénarii est présentée dans le tableau suivant. Le tableau montre que l'irrigation prend de l'ordre de 83% du volume utile du barrage de Fomi. Par conséquent, 83% de la valeur du barrage propre de Fomi est attribuée à l'irrigation. De la même façon l'irrigation devra prendre en charge 17% des investissements du barrage de Taoussa et 13% de ceux du barrage de Kandadji.

*Tableau 0-5 Usage de l'eau des barrages pour l'irrigation (Mm3)*

	Irrigation à partir de Fomi (Mm3)		Irrigation à partir de Taoussa (Mm3)		Irrigation à partir de Kandadji (Mm3)	
	2015	2015	2015	2025	2015	2025
Niger Supérieur	990.8	979.1				
Delta Intérieur	2 109.7	4 698.9				
Moyen Niger			339.5	429.4	173.4	219.2
Système Niger						
Système Bénoué						
Delta du Niger						
Volume utile	3 700		2 231		1 563	
Part utilisé pour l'irrigation	83%		17%		13%	

Il faut noter que les investissements des barrages de Labezanga et Kambou retombent entièrement à l'hydroélectricité, comme leur vocations est principalement la production d'électricité.

Aménagement hydroagricoles ; d'habitude il est assez bien connu combien le développement des grands et petit périmètres coûte en Afrique de l'Ouest (de l'ordre de \$EU 12 500 par ha aménagé pour les grands périmètres sans pompage) et ce seront ces prix unitaires qui seront pris pour la définition des coûts d'investissement.

En ce qui concerne l'exploitation et l'entretien des barrages il convient de prendre un pourcentage des coûts d'investissement ; on propose 0,5% comme taux d'exploitation et d'entretien

Au sujet de l'exploitation des périmètres un pourcentage des coûts d'investissements sera pris, à savoir 1% par an pour les périmètres sans pompage et 2% pour ceux avec pompage.

Hydroélectricité ; les investissements et la réhabilitation des centrales sont connus pour les scénarii de développement préconisé, donc il convient de prendre ces coûts pour l'optimisation.

Au titre des barrages qui servent uniquement à l'hydroélectricité (Labezanga et Kambou), il est évident que la totalité des coûts est attribuée à l'hydroélectricité. L'entretien de ces barrages est pris à 0.5% des investissements.

En ce qui concerne l'exploitation et l'entretien de la centrale il convient de prendre un pourcentage des coûts d'investissement ; on propose 2% comme taux d'exploitation et d'entretien.

Transport fluvial ; ce secteur est plus difficile à évaluer du fait que depuis plusieurs d'années il est en déclin, ce qui veut dire que très peu d'investissements ont été faits. L'évaluation des investissements se fera sur base du tonnage mis en service ou réhabilité<sup>5</sup> et des frais d'exploitation des vaisseaux (pourcentage des frais d'investissement).

<sup>5</sup> Des études sur le transport fluvial au Miramar et en Colombie montrent que les coûts d'investissement sont une fonction du prix mondial de l'acier

- Portant sur l'analyse coûts bénéfiques

L'analyse économique du modèle d'optimisation fait une comparaison entre les coûts additionnels et les bénéfices additionnels des scénarios de développement.

Les coûts additionnels sont liés à la construction de barrages, l'aménagement des zones irriguées, la construction de centrales hydroélectriques et les investissements nécessaires pour le transport fluvial (vaisseaux, ports, etc.).

En ce qui concerne les bénéfices supplémentaires l'analyse prend seulement en compte les avantages liés à l'irrigation, la production d'hydroélectricité et au transport fluvial. Bien que cela paraisse simplifié, il est estimé que les autres secteurs ne sont pas touchés par les investissements faits pour les scénarii de développement préconisés. Cette simplification est cependant acceptable, car les autres secteurs se développeront en tous cas, même si les investissements ne seront pas faits ; la population s'accroîtra, les besoins en eau potable suivront le rythme, le cheptel augmentera et ses besoins en eau augmenteront également, l'écotourisme pourrait se développer, etc.

D'habitude on juge la rentabilité à partir d'une analyse coûts bénéfiques en calculant le taux de rentabilité interne (TRI), la valeur actualisée nette (VAN) et le ratio bénéfices-coûts (B/C). Pour l'étude d'optimisation on calcule, pour les différents scénarii de développement, seulement la VAN avec un taux d'escompte de 10%. Cette valeur indique l'avantage du scénario en termes de valeur monétaire additionnelle qui est produite pendant une période de 25 ans. Il semble être plus approprié de juger la rentabilité que le TRI, qui donne un taux de rentabilité qu'il faut comparer aux coûts d'opportunité du capital.

## 1.10 Prise en compte des actions transfrontalières

Un aspect très important se trouve dans la prise en compte des actions transfrontalières dans le choix des scénarii. Dans ce domaine on estime que les éléments suivants contribueront à l'aspect transfrontalier de l'étude d'optimisation, à savoir :

- La définition de débits sanitaires pour les sections du fleuve : les pays en amont relâchent de l'eau pour atténuer les impacts sur la quantité et la qualité eau dans les pays en aval,
- Au niveau du Niger Moyen faire passer un débit d'étiage d'au moins 120 m<sup>3</sup>/s pour satisfaire les demandes du Nigeria (Kainji et Jebba),
- Une combinaison de plusieurs ouvrages dans un seul ouvrage dans le Bassin : serait-il possible de prévoir un seul ouvrage pour achever les objectifs de Taoussa au Mali et Kandadji au Niger, soit au niveau du Niger Moyen ou même plus haut dans le bassin au Guinée ? Cependant, cette alternative manque de réalité technique et politique.
- La régionalisation de la production agricole dans les zones les plus appropriées : par exemple concentrer la production du riz pour alimenter une partie de la région du fleuve dans le Delta Intérieur et celle du maraîchage dans une autre zone,

- Distribuer la production hydroélectrique de façon plus rationnelle afin d'éviter de longues infrastructures de distribution : par exemple la production d'électricité du barrage de Lagdo pourrait alimenter l'Est du Nigeria.
- Développer l'infrastructure routière entre par exemple le Burkina Faso et le Mali afin de développer un circuit d'écotourisme régional, qui lie le Delta Intérieur au Parc du W (Burkina Faso et Niger) et celui de Waza dans le Bassin du Lac Tchad.

### 1.11 Prise en compte des scénarii et subsidiarités

Au regard des orientations et options de développement dans les portions nationales du Bassin et des changements qui s'annoncent, il est clair que les intérêts des pays riverains ne sont pas nécessairement conciliables. En effet, la mise en œuvre des options actuelles et des projets de développement prioritaires qui découlent du PADD aura des effets induits tant négatifs que positifs dans le cadre du processus de développement dans tout le reste du Bassin, notamment dans sa partie située en aval. Ce qui signifie, une fois de plus, que la mise en place des moyens nécessaires à la gestion concertée et intégrée à l'échelle du Bassin fluvial est urgente.

En consultation avec les responsables de l'ABN un nombre de scénarii à optimiser a été définie, portant sur quatre axes, à savoir :

1. La construction du barrage de Fomi en Guinée, qui permettra l'élargissement des périmètres irrigués de l'Office du Niger. Un aspect important dans ce scénario est le développement transfrontalier et la subsidiarité de la gestion, qui ne peut plus être uniquement une affaire de la Guinée seule, mais devra aussi concerner le Mali. Pourquoi donc ne pas donner plus de responsabilité à l'ABN en matière de coordination de la gestion de ce barrage ?
2. La construction des barrages de Taoussa au Mali et de Kandadji au Niger ou une solution alternative qui aura un effet similaire au niveau de la mobilisation de l'eau dans le Moyen Niger. Dans ce cas il existe également un aspect de subsidiarité de la mise en œuvre de ces barrages, tandis que les impacts de deux barrages portent aussi bien sur le Mali que sur le Niger (la retenue de Kandadji s'étend jusqu'au Mali).
3. La construction du barrage de Makurdi au Nigeria, qui permettra de valoriser plus les eaux du système Bénoué dans le Niger Inférieur. L'aspect transfrontalier est moins important dans ce scénario.
4. Un accord sur le niveau des débits sanitaires devra concerner l'ensemble du Bassin et ne pas se limiter à un ou plusieurs biefs. Il existe un aspect de subsidiarité pour la gestion de ces débits sanitaires au niveau national, mais une responsabilité transfrontalière qui devra revenir à l'ABN.

Les pays qui ne sont pas traversés par le cours principal du fleuve ne sont pas pris en compte dans les scénarii, bien que des possibilités d'aménagement non encore inventoriées au niveau des affluents et sous affluents sont évoquées (voir Tableau 4-13).

## 1.12 Résultats attendus

Comment interpréter les résultats des exercices d'optimisations ? Suite à l'optimisation des scénarii, il ressort comme résultats les limites des consommations et usages d'eau qui sont faisables avec les disponibilités en ressources et la rentabilité de l'option analysée. C'est cette rentabilité économique (en termes de valeurs actualisée nettes portées au Bassin) qui permet d'hierarchiser les options de développement.

L'exercice d'optimisation est limité à l'optimisation des consommations et des usages d'eau. De ce fait elle porte principalement sur les surfaces irriguées, qui sont optimisées en fonction de la rentabilité par ha cultivé et des usages d'eau par l'hydroélectricité. Dans ce sens le modèle est limité et ne permet pas d'optimiser des opportunités de développement régional. Cependant, il est possible de présenter, de façon qualitative ces opportunités de développement régional.

Les résultats du modèle d'optimisation doivent tout d'abord être comparés avec le modèle hydrologique qui sera fait pour l'ensemble du Bassin. Avec le modèle hydrologique, il devient possible de tester si les débits sortants des biefs sont corrects et si en plus ce modèle offre la possibilité de présenter des débits pour des années normale, humides et sèches. Par ailleurs, les résultats de l'optimisation serviront à guider la Plan d'Action de Développement Durable (PADD) qui est en cours de préparation. Afin d'être un outil de simulation, le présent modèle d'optimisation devra être dynamisé pour donner la possibilité de tester d'autres scénarii de développement.

## BILAN HYDRIQUE

### 1.13 Zones humides

Les formations forestières présentent un grand intérêt pour la qualité et la gestion de la ressource en eau. Actuellement, il en ressort que l'eau y est perçue comme le principal facteur de la stabilité des écosystèmes. Les formations forestières jouent un rôle fondamental dans la régulation de son cycle ainsi que dans le maintien de sa qualité. Pour pouvoir gérer durablement les écosystèmes, la prise en compte simultanée des flux d'eau et du fonctionnement des peuplements forestiers est donc indispensable.

Pour la majorité des ingénieurs, l'aménagement d'un cours d'eau se décline encore aujourd'hui en termes d'objectifs de débits, de qualité physico-chimique de l'eau ou de stabilisation du lit et des berges, avec des outils qui restent pour l'essentiel les sciences classiques de l'hydrologie et de l'hydraulique des écoulements, la chimie et la mécanique des matériaux.

Ainsi, relativement à la problématique du bassin du Niger, il est important d'assurer un débit dit débit réservé ou sanitaire, qui est le débit minimal à maintenir en permanence dans un cours d'eau au droit d'un ouvrage pour sauvegarder les équilibres biologiques et les usages de l'eau en aval. Cependant, le débit réservé ne doit pas être perçu comme une notion hydrologique mais plutôt une entente entre les États membres de l'ABN voire une contrainte réglementaire.

En effet, les ouvrages de prélèvement d'eau (y compris souterraine), de dérivation ou de stockage modifient le débit naturel et peuvent le diminuer fortement, voire assécher un cours d'eau. L'affaiblissement excessif du débit peut avoir des effets négatifs sur la faune ou la flore aquatique et les usages de l'eau en aval. Un prélèvement pour l'irrigation, une dérivation vers une conduite forcée, la gestion d'une retenue, d'un barrage peuvent laisser un débit tellement faible que la vie aquatique peut en être affectée :

- Amoindrissement de la surface du lit et du volume habitable,
- Diminution de la biomasse disponible, etc.

L'étiage est une période difficile pour la plupart des espèces aquatiques, surtout en aval des points de rejet ; les capacités de dilution ou d'auto-épuration des rejets et les possibilités d'utiliser l'eau en aval s'en trouvent limitées.

Ainsi, dans le bassin du Niger, le débit réservé doit faire partie du cahier des charges de tout ouvrage hydraulique. Cette contrainte sera négociée en fonction des conditions locales et des caractéristiques de l'ouvrage. En France par exemple depuis la loi "Pêche" du 30 juin 1984, puis le décret n°89-804 du 27 octobre 1989 du Code rural, le débit réservé est fixé à 1/10 du débit moyen annuel avec une tolérance à 1/40 pour les ouvrages existants à la date de parution de la loi. Dans ce même cadre, Il était envisagé des dérogations spéciales pour les cours d'eau dont le module est supérieur à 80 m<sup>3</sup>/s à condition que le débit minimum "ne se soit pas en dessous du vingtième du module"<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Les débits des fleuves en France sont généralement inférieurs à ceux du fleuve Niger, donc peut être il faut considérer un taux de moins de 10% du débit moyen. Néanmoins, faute d'un système agréé dans le bassin du fleuve du Niger, le système français est pris comme base.

Ce système de gestion peut être utilisé dans le cadre du bassin du Niger. Ainsi, les différents États membres du bassin se doivent de garantir ce débit de réserve indispensable au maintien de l'équilibre écologique tout en assurant les autres usages. Cependant, on ne doit pas occulter les difficultés d'application de cette règle car selon la portion du bassin où le débit d'étiage, du fait des conditions climatiques et de la géologie du sous bassin versant, s'abaisse déjà naturellement en dessous de ces valeurs. Dans ce cas, il faudra aussi prévoir des types de dérogations qui permettront de surmonter ses difficultés comme dans le cas de la France. Par exemple, les pays qui seront dans la situation peuvent recourir à de nouvelles ressources en eau, en pratique à créer de nouveaux stockages (barrages) pour pallier le manque d'eau en étiage habituel. Ceci afin de sauvegarder les écosystèmes tout en garantissant les autres usages.

Le concept normatif de " débit réservé ou sanitaire " a donc deux objectifs :

- Préservation du milieu aquatique (écosystème)
- Répartition de l'eau entre les usages amont et aval.

Le tableau ci-dessous donne l'estimation du débit sanitaire par cours d'eau dans le bassin.

*Tableau 0-1 Débits sanitaires (débits de réserve) à garantir dans les sections retenues*

Section	Débit d'étiage sortant (m <sup>3</sup> /s)	Crue sortant (m <sup>3</sup> /s)	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Débit sanitaire (débit de réserve) (m <sup>3</sup> /s)
Niger supérieur – Kolikoro	137.5	4 475.9	1 210.1	121.0
Barrage Baoulé III	54.1	1 600	109.9	11.0
Barrage Baoulé IV	6.5	2 150	29.8	3.0
Barrage Bagoé II	86.5	3 130	187.3	18.7
Niger supérieur-Douna	3.4	1 541.8	234.3	23.4
Delta intérieur	56.0	1 541.8	621.3	62.1
Niger Moyen – Malanville	33.4	1 362.9	643.6	64.4
Niger Inférieur - système Niger	1 317.3	3 734.4	1 862.3	186.2
Niger Inférieur - système Bénoué	281.6	14 522.2	2 905.6	290.6
Niger Inférieur - Delta du Niger	1 536.9	14 522.2	5 338.6	533.9

Source : ABN – Niger-Hycos-Modifié

L'analyse de ce tableau montre que la station de Douna, le Delta Intérieur, la station de Malanville et le système Bénoué ne garantissent pas le débit sanitaire dans la portion prise en compte. Par contre, la construction des barrages de Baoulé III, IV et Bagoé II, assurera au niveau de chacun d'eux des débits d'étiage qui permettront d'entretenir le débit sanitaire au niveau de la station de Douna.

Par conséquent, il est recommandé d'ajuster les débits sanitaires pour les parties du fleuve qui ne garantissent pas ce débit actuellement, et ce à cause du fait qu'il n'est acceptable, ni politiquement ni économiquement, de réduire la surface irriguée ou d'autres secteurs consommateurs d'eau.

Par ailleurs, il serait aussi possible d'évaluer le débit sanitaire en termes de besoins en eau pour les zones humides (évapotranspiration). La Tableau 4.2 présente les zones humides inscrites auprès de la convention RAMSAR. Bien que le tableau affiche les sites les plus importants, il y a certainement d'autres de moindre

importance qui doivent également être pérennisés. A cet instant leur superficie n'est pas maîtrisée.

*Tableau 0-2 Les sites RAMSAR inscrits dans la zone du Bassin du fleuve Niger*

Pays	Sites inscrits jusqu'à la date de 2002	Superficie ha	Détails
Burkina Faso	Parc National du W	235 000	
	La Mare aux hippopotames	19 200	
Guinée	Niger-Niandan-Milo	104 6400	
	Niger-Mafou	101 450	
	Sankarani-Fié	1015200	
	Tinkisso	896 000	
	Niger-Tinkisso	400 600	
	Niger Source	180 400	
Mali	Delta Intérieur du Niger : le lac Horo, le Debo Oualadou et Seri	4 119 500	
Niger	Parc national du « W »	220 000	1987
	Zone humide du moyen Niger I	88 050	2001
	Complexe Kokorou-Namga	66 829	2001
	Autres sites inscrits après 2002	65.850	Moyen Niger II (2004)
Total		6 599 039	

En se basant sur deux études de factabilité<sup>7</sup> de périmètres d'irrigation on estime que l'évaporation de surfaces cultivées dans le Bassin du Niger varie entre 5,0 et 7,5 mm par jour. Afin de pérenniser les zones humides, il faudra apporter un volume d'eau qui puisse satisfaire au moins les besoins des plantes. Le Tableau 4.3 fait une estimation du débit nécessaire pour la seule satisfaction des besoins en eau de la végétation des zones humides de la convention RAMSAR.

*Tableau 0-3 Analyse des besoins en eau des sites RAMSAR*

Bief	Surface	E (mm/j)	Q (10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> /an)	Q (m <sup>3</sup> /s)
Niger Supérieur	1 784 610	5.0	3 256 913	103.3
Delta Intérieur	4 119 500	7.5	11 277 131	357.6
Moyen Niger	694 929	7.5	1 902 368	60.3
Niger Inférieur - système Niger		5.0	-	-
Niger Inférieur - Delta du Niger		5.0	-	-
Total	6 599 039		16 436 413	

Sources: Royal Haskoning (2001): Design review report Tada Shonga Irrigation Project et ISL (2006): Etude d'actualisation et d'impact hydraulique du projet de Fomi

Le tableau indique que pour le système Bénoué les débits nécessaires pour satisfaire la demande de la végétation dans les zones humides pourraient être inférieurs aux calculs présentés dans le Tableau 4.1., Par contre pour le Delta Intérieur et le Moyen Niger les débits sanitaires devraient être supérieurs aux calculs présentés dans le Tableau 4.1. Pour l'optimisation il a été retenu comme principe que le débit sanitaire du Delta Intérieur, du Moyen Niger et du Système Niger ne peuvent pas dépasser 90% de l'étiage moyen pour les mois de faible débit du fleuve.

<sup>7</sup> Royal Haskoning (2001): Design review report Tada Shonga Irrigation Project et ISL (2006): Etude d'actualisation et d'impact hydraulique du projet de Fomi

## 1.14 Irrigation

Les besoins en eau à partir du Bassin du Niger ont été calculés selon la méthode suivante : sur la base des superficies aménagées une estimation a été faite des surfaces cultivées en hivernage et en contre saison. La culture d'hivernage est principalement le riz, tandis qu'en contre saison toute une gamme de cultures maraichères est cultivée.

Le type d'assolement retenu est que, sur les terres aménagées, en hivernage 90% de la superficie aménagée est cultivée en riz et le reste est exploité pour les autres cultures. Par contre pour la contre saison 10% des superficies sont exploitées en riz et le reste est exploité pour le maraîchage et les autres cultures saisonnières ou annuelles. C'est une moyenne retenue pour tous les pays et pour l'ensemble des périodes retenues pour l'exercice (période actuelle ou 2005, horizon 2015 et horizon 2025).

Il est à noter que pour faciliter l'optimisation des ressources en eau suivant les capacités d'aménagement, les parties du Mali et du Nigeria du Bassin du fleuve ont été éclatées en trois sous parties ou biefs chacune, comme suit :

- Mali 1, qui correspond au Niger Supérieur au Mali
- Mali 2, qui correspond au Delta Intérieur,
- Mali 3, qui correspond au Niger Moyen au Mali,
- Nigeria 1, qui correspond au Niger Inférieur, système Niger,
- Nigeria 2, qui correspond au Niger Inférieur, système Bénoué,
- Nigeria 3, qui correspond au Niger Inférieur, Delta du Niger

*Tableau 0-4 Place des cultures dans l'assolement retenu pour l'exploitation des terres irriguées (comme part de la surface aménagée)*

Pays	Assolement				
	Riz HIV	Autres HIV	Riz CS	Maraîch CS	Annuelle
Bénin	0,64	0,36	0,10	0,15	
Burkina Faso	0,90		0,10	0,15	
Cameroun	0,90		0,10	0,15	
Côte d'Ivoire	0,90		0,10	0,15	
Guinée	0,45	0,45	0,10	0,15	
Mali 1	0,40		0,10	0,35	0,05
Mali 2	0,60		0,05	0,20	0,20
Mali 3	0,60		0,10	0,15	
Niger	0,99		0,95	0,04	
Nigeria 1	0,90		0,10	0,30	
Nigeria 2	0,90		0,10	0,30	
Nigeria 3		0,15		0,15	0,75
Tchad	0,90				

Sources : ABN (2005): Rapports multisectoriels

BRL (2006): Base de données préliminaire pour le modèle hydrologique

Sanyu Consultants Inc (1995): Study on the National Water Resources Master Plan

Les consommations d'eau ont été estimées :

- En hivernage pour le riz à 12 500 m<sup>3</sup>/ha et pour les autres cultures dont le maïs à 5 000 m<sup>3</sup>/ha,
- En contre saison pour le riz à 20 000m<sup>3</sup>/ha et pour les autres cultures, surtout maraîchères, à 14 500m<sup>3</sup>/ha
- En cultures annuelles à 30 000 m<sup>3</sup>/ha

Des tableaux qui suivent, le premier présente le récapitulatif des superficies aménagées et exploitées en 2005, puis celles potentiellement aménageables pour les horizons 2015 et 2025.

Tableau 0-5 Superficies totales aménagées et potentiellement aménageables (en ha)

Pays ou partie du Bassin	Maîtrise totale		Submersion	Superficies totales aménagées et potentiellement aménageables		
	Gravitaire	Pompage	Contrôlée	Actuelle	2015	2025
Bénin	1 090			1 090	8 500	16 000
Burkina Faso		1 482		1 482	1 500	1 500
Cameroun	3 500		2 800	6 300	10 000	20 000
Côte d'Ivoire	2 105			2 105	7 500	19 700
Guinée	4 150		2 850	7 000	38 800	38 800
Mali 1	9 600		15 700	25 300	28 300	29 300
Mali 2	102 200	14 400	114 900	231 500	247 500	250 500
Mali 3	1 600			1 600	47 600	140 600
Niger <sup>1)</sup>	8 640	4 530		87 500	113 500	123 500
Nigeria 1	56 250			56 250	87 500	88 950
Nigeria 2	41 000			41 000	50 450	60 000
Nigeria 3	14 750			14 750	15 050	16 550
Tchad	100			100	100	100
Total	244 985	20 412	136 250	475 977	656 300	805 500

Sources : ABN (2005): Rapports multisectoriels

BRL (2006): Base de données préliminaire pour le modèle hydrologique

Sanyu Consultants Inc (1995): Study on the National Water Resources Master Plan

NC-Lavalin (1999): Réactualisation du dossier de faisabilité du barrage de Fomi

<sup>1)</sup> Les 87 500 ha actuellement irrigués en Niger couvrent en grande partie les petits aménagements sous le programme spéciale Présidentielle

La consommation en eau des cultures n'est pas la même pour chaque mois de l'année. A partir de l'étude d'actualisation du barrage de Fomi<sup>8</sup> un schéma de répartition des consommations d'eau pour les différentes cultures a été défini. Le Tableau 4.6 présente ces données concernant les principales cultures.

<sup>8</sup> ISL (2006): Etude d'actualisation et d'impact hydraulique du projet de Fomi

**Tableau 0-6** Distribution des consommations d'eau sur les mois de cultures

Culture	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
Riz HIV / submergé					14%	28%
Autre HIV						10%
Riz CS	1%	22%	24%	23%	21%	9%
Maraîchage CS	15%	15%	6%	5%	5%	5%
Annuelle	8%	8%	10%	10%	13%	8%

Culture	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Riz HIV / submergé	18%	13%	16%	12%		
Autre HIV	24%	33%	33%			
Riz CS						
Maraîchage CS				20%	15%	15%
Annuelle	7%	7%	7%	7%	8%	8%

D'après ISL (2006): Etude d'actualisation et d'impact hydraulique du projet de Fomi

La Tableau 4.7 suivant détermine les besoins en eaux d'irrigation à prélever dans le fleuve Niger et ses affluents pour les superficies et les périodes définis.

**Tableau 0-7** Superficies totales aménagées et aménageables et besoins en eau (en milliards de m<sup>3</sup>)

Résumé	Superficie (ha)			Consommations en eau (Mm <sup>3</sup> )		
	Actuelle	2015	2025	Actuelle	2015	2025
Bénin	1 090	8 500	16 000	7.4	57.6	108.4
Burkina Faso	1 482	1 500	1 500	7.9	8.0	8.0
Cameroun	6 300	10 000	20 000	33.4	53.0	106.0
Côte d'Ivoire	2 105	7 500	19 700	11.2	39.8	104.4
Guinée	7 000	38 800	38 800	48.9	271.1	271.1
Mali 1	25 300	28 300	29 300	229.6	256.8	265.9
Mali 2	231 500	247 500	250 500	2 465.5	2 635.9	2 667.8
Mali 3	1 600	48 600	50 600	7.9	239.4	249.2
Niger	87 500	113 500	123 500	1 821.5	2 362.8	2 571.0
Nigeria 1	56 250	87 500	88 950	420.5	654.1	664.9
Nigeria 2	41 000	50 450	60 000	306.5	377.1	448.5
Nigeria 3	14 750	15 050	16 550	322.5	382.6	420.8
Tchad	100	100	100	0.1	0.1	0.1
Total	475 977	657 300	715 500	5 682.7	7 338.2	7 886.1

Sources : ABN (2005): Rapports multisectoriels

BRL (2006): Base de données préliminaire pour le modèle hydrologique

Sanyu Consultants Inc (1995): Study on the National Water Resources Master Plan

SNC-Lavalin (1999): Réactualisation du dossier de faisabilité du barrage de Fomi

## 1.15 Alimentation en eau potable

La population totale qui vit dans le lit du fleuve s'élève actuellement (en 2005) à 65 548 233 habitants en milieu rural et à 52 423 871 habitants en milieu urbain (Tableau 4.5 ci-dessous). Seulement, ce ne sont pas toutes ces populations qui dépendant, pour leur alimentation en eau des eaux de surface du fleuve. Ceux qui

vivent des eaux de surface sont estimés respectivement à 5 393 473 habitants en milieu rural et à 32 794 942 habitants en milieu urbain (Tableau 4.6 ci-dessous).

*Tableau 0-8 Population vivant dans le Bassin versant (en nombre d'habitants).*

Pays ou partie du bassin	Population rurale			Population urbaine		
	Actuelle	2015	2025	Actuelle	2015	2025
Bénin	579 838	749 514	968 843	495 928	641 050	828 640
Burkina Faso	2 193 327	2 947 648	3 961 392	501 178	673 541	905 183
Cameroun	2 178 471	2 603 932	3 112 486	2 446 733	2 924 586	3 495 764
Côte d'Ivoire	1 264 426	1 481 939	1 736 871	1 068 463	1 252 266	1 467 688
Guinée	1 473 480	1 726 956	2 024 036	846 961	992 660	1 163 422
Mali 1	4 669 166	6 274 969	8 433 033	3 112 777	4 183 312	5 622 022
Mali 2	1 238 263	1 664 122	2 236 440	629 404	845 866	1 136 773
Mali 3	481 547	647 158	869 727	244 768	328 948	442 078
Niger	7 355 923	10 476 947	14 922 181	2 234 590	3 182 697	4 533 075
Nigeria 1	18 745 033	23 995 227	30 715 919	17 512 284	22 417 204	28 695 917
Nigeria 2	13 476 233	17 250 718	22 082 377	12 589 982	16 116 241	20 630 151
Nigeria 3	11 262 338	14 416 745	18 454 653	10 521 682	13 468 642	17 241 000
Tchad	630 189	846 921	1 138 191	219 122	294 482	395 759
Total	65 548 233	85 082 795	110 656 149	52 423 871	67 321 495	86 557 472

Sources: UNFPA (2006): [www.unfpa.org/profile/](http://www.unfpa.org/profile/)

Sanyu (1995): NWRMP Nigeria

EDM (2006): données sur la consommation des centres urbains au Mali

DGH (2004): PADSEA Phase 2 (Bénin)

Banque Mondiale (2004): Benin - Enhancing the effectiveness of public spending

Secrétariat international de l'eau (2004): Livre bleu - Burkina Faso

BRL (2006): Base de données préliminaire pour le modèle hydrologique

Les besoins en eau de consommation et usages domestiques des populations localisées dans le Bassin du fleuve Niger et qui dépendent de ses eaux de surface sont estimés en 2005 à 10 936 765 milliards de m<sup>3</sup> en milieu rural et à 957 612 309 milliards de m<sup>3</sup> en milieu urbain (voir Tableau 4-10).

**Tableau 0-9 Population vivant dans le Bassin versant et prélevant les eaux de surface (en nombre d'habitants)**

Pays ou partie du bassin	Population rurale			Population urbaine		
	Actuelle	2015	2025	Actuelle	2015	2025
Bénin	28 992	37 476	48 442	-	-	-
Burkina Faso	109 666	147 382	198 070	25 059	33 677	45 259
Cameroun	108 924	130 197	155 624	1 957 386	2 339 669	2 796 611
Côte d'Ivoire	252 885	296 388	347 374	1 068 463	1 252 266	1 467 688
Guinée	294 696	345 391	404 807	846 961	992 660	1 163 422
Mali 1	933 833	1 254 994	1 686 607	1 895 459	2 547 338	3 423 409
Mali 2	1 139 017	1 530 743	2 057 191	358 104	481 262	646 775
Mali 3	207 730	279 172	375 183	160 788	216 085	290 400
Niger	1 471 185	2 095 389	2 984 436	2 234 590	3 182 697	4 533 075
Nigeria 1	444 028	568 393	727 591	13 485 185	17 262 177	22 097 046
Nigeria 2	202 105	258 712	331 173	5 857 103	7 497 587	9 597 545
Nigeria 3	168 903	216 210	276 768	4 894 889	6 265 872	8 020 846
Tchad	31 509	42 346	56 910	10 956	14 724	19 788
Total	5 393 473	7 202 793	9 650 176	32 794 942	42 086 013	54 101 865

Sources: UNFPA (2006): [www.unfpa.org/profile/](http://www.unfpa.org/profile/)  
 Sanyu (1995): NWRMP Nigeria  
 EDM (2006): données sur la consommation des centres urbains au Mali  
 DGH (2004): PADSEA Phase 2 (Bénin)  
 Banque Mondiale (2004): Benin - Enhancing the effectiveness of public spending  
 Secrétariat international de l'eau (2004): Livre bleu - Burkina Faso  
 BRL (2006): Base de données préliminaire pour le modèle hydrologique

**Tableau 0-10 Consommation d'eau des populations par le prélèvement les eaux de surface (en m<sup>3</sup>)**

Pays ou partie du Bassin	Réseau rural			Réseau urbain		
	Actuelle	2015	2025	Actuelle	2015	2025
Bénin	58 789	151 985	392 920	-	-	-
Burkina Faso	222 379	597 717	1 606 565	731 720	1 229 213	1 982 351
Cameroun	220 873	528 019	1 262 286	57 155 683	85 397 904	122 491 580
Côte d'Ivoire	512 795	1 202 017	2 817 590	31 199 120	45 707 707	64 284 720
Guinée	597 578	1 400 753	3 283 437	24 731 253	36 232 076	50 957 903
Mali 1	1 893 606	5 089 697	13 680 254	55 347 389	92 977 828	149 945 312
Mali 2	2 309 673	6 208 014	16 686 103	10 456 631	17 566 047	28 328 758
Mali 3	421 230	1 132 196	3 043 153	4 694 999	7 887 108	12 719 536
Niger	2 983 236	8 497 968	24 207 094	65 250 014	116 168 445	198 548 667
Nigeria 1	900 390	2 305 150	5 901 574	393 767 413	630 069 474	967 850 635
Nigeria 2	409 825	1 049 220	2 686 182	171 027 397	273 661 909	420 372 456
Nigeria 3	342 498	876 853	2 244 892	142 930 772	228 704 340	351 313 069
Tchad	63 894	171 737	461 600	319 919	537 430	866 713
Total	10 936 765	29 211 327	78 273 648	957 612 309	1 536 139 481	2 369 661 700

Sources: UNFPA (2006): [www.unfpa.org/profile/](http://www.unfpa.org/profile/)  
 Sanyu (1995): NWRMP Nigeria  
 EDM (2006): données sur la consommation des centres urbains au Mali  
 DGH (2004): PADSEA Phase 2 (Bénin)  
 Banque Mondiale (2004): Benin - Enhancing the effectiveness of public spending  
 Secrétariat international de l'eau (2004): Livre bleu - Burkina Faso  
 BRL (2006): Base de données préliminaire pour le modèle hydrologique

## 1.16 Elevage

L'estimation de l'effectif des différentes espèces animales présentes dans le Bassin du fleuve est donnée pour chacun des neufs pays. La charge, exprimée d'abord en nombre d'animaux, convertie ensuite en UBT, doit servir à travers l'appréciation de la consommation journalière en eau d'une UBT, à estimer les prélèvements en eau du fleuve et de ses affluents par l'ensemble des animaux. Les données de base proviennent des études multisectorielles, sauf si autrement indiquées. Les tableaux qui suivent donnent l'effectif du cheptel dans la zone du Bassin du fleuve Niger par pays ou par partie du fleuve, convertie en UBT

L'estimation des besoins en eau pour l'abreuvement des animaux à partir du système du fleuve Niger est basée sur les hypothèses suivantes:

- Pour tous les pays, sauf le Mali : 25% du cheptel pâturant dans le Bassin s'abreuve au fleuve et affluents pendant la saison sèche, de janvier à mai (5 mois), tandis qu'au Mali 75% du cheptel s'abreuve au fleuve ;
- L'abreuvement des autres 75% se fait à partir de mares permanentes, et de puits pastoraux;
- En saison des pluies, l'abreuvement se fait principalement à partir de mares et points d'eau temporaires;
- La consommation journalière est de 30 litres d'eau par UBT, soit  $4,5 \text{ m}^3/\text{UBT}$  pour 5 mois d'abreuvement au fleuve.

Le tableau qui suit indique les besoins en eau prélevée sur le fleuve et ses affluents pour l'abreuvement du bétail, calculés selon les hypothèses susmentionnées.

Il est important de garantir ces besoins en eau pour l'abreuvement du bétail compte tenu du rôle essentiel du sous-secteur de l'élevage dans l'économie de plus de la moitié des Etats membre de l'ABN (Mali, Niger, Burkina, Tchad et Nigeria).

Tableau 0-11 Estimation de l'effectif du cheptel et de sa consommation en eau dans le Bassin du Niger

Pays ou Part du bassin	UBT	UBT avec accès au fleuve			Consommation janvier - mai (m <sup>3</sup> )		
		Actuelle	2015	2025	Actuelle	2015	2025
Bénin	485 900	121 475	153 043	197 829	546 638	688 694	890 231
Burkina Faso	3 387 900	846 975	1 347 143	2 142 678	3 811 388	6 062 144	9 642 050
Cameroun	3 542 050	885 513	1 249 103	1 761 983	3 984 806	5 620 963	7 928 923
Côte d'Ivoire	354 600	88 650	100 409	132 204	398 925	451 839	594 917
Guinée	936 450	234 113	471 363	1 001 913	1 053 506	2 121 133	4 508 608
Mali 1	7 186 750	1 796 688	2 572 560	3 975 852	8 085 094	11 576 519	17 891 334
Mali 2	781 750	781 750	1 119 337	1 729 918	3 517 875	5 037 016	7 784 632
Mali 3	2 345 250	586 313	839 503	1 297 439	2 638 406	3 777 762	5 838 474
Niger	4 238 950	1 059 738	1 305 666	1 612 853	4 768 819	5 875 497	7 257 840
Nigeria 1	14 271 350	3 567 838	4 794 875	6 443 911	16 055 269	21 576 939	28 997 601
Nigeria 2	22 567 200	5 641 800	7 582 107	10 189 718	25 388 100	34 119 483	45 853 733
Nigeria 3	4 581 850	1 145 463	1 539 406	2 068 833	5 154 581	6 927 326	9 309 747
Tchad	109 300	27 325	549 412	11 046 776	122 963	2 472 352	49 710 491
Total	64 789 300	16 783 638	23 623 926	43 601 907	75 526 369	106 307 667	196 208 581

Sources: ABN (2005): Rapports multisectoriels

BRL (2006): Base de données préliminaire pour le modèle hydrologique

## 1.17 Grands aménagements hydro-électriques

Jusqu'à présent, l'aménagement du fleuve Niger s'est effectué de manière inégale dans des grandes zones qui constituent son bassin : Niger supérieur, Delta intérieur, Niger moyen et Niger inférieur.

Les deux premières zones sont celles composées par le Delta Intérieur et le système hydraulique qui l'alimente (Niger supérieur), a attiré l'attention des spécialistes depuis la période coloniale. Ainsi depuis le début du XX<sup>ème</sup> siècle, de nombreuses études ont été effectuées et certains efforts entrepris pour la mise en valeur de cette vaste région. Aujourd'hui, toute une série d'ouvrages et d'aménagements hydro-électriques et de transport fluvial, constitue les points d'appui d'un vaste projet de développement situé pour l'essentiel en territoire du Mali.

Dans le Moyen Niger, depuis le seuil de Taoussa (Mali) jusqu'à la frontière Nigéro-Nigériane, l'on peut dire que l'aménagement du Bassin est au stade embryonnaire et l'équipement hydro-électrique au stade des études.

Dans le Bassin Inférieur, la République Fédérale du Nigeria et la République du Cameroun ont procédé à d'importantes études et à l'implantation d'importants ouvrages qui contribuent à l'augmentation des productions énergétiques et agricoles ainsi qu'à l'amélioration de la navigation des cours d'eau.

Tableau 0-12 Caractéristiques des principaux aménagements hydro-électriques en service dans le Bassin du Fleuve Niger

Pays	Sites	Cours d'eau	Vocation	Capacité retenue (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	Puissance installée (MW)	Produit annuelle Moyenne (GWh)	Date mis en service
Guinée	Dabola	Tinkisso	E	Modeste	1.5	-	1974
Mali	Selingué	Sankarani	E + A	2.25	44.0	180	1982
	Sotuba	Niger	E + A	-	5.2	35	1966
Nigeria	Kainji	Niger	E + A	15.00	960.0	2 200	1969
	Jebba	Niger	E + A	1.00	500.0	-	1984
	Shiroro	Kaduna	E	2.50	480.0	-	1985
	Dadin Kowa	Gongola	E + I	2.86	43.0	-	1988
Cameroun	Lagdo	Bénoué	E + A + N	6.01	72.0	322	1983

A = Agriculture, E = Energie, I = Irrigation, N = Navigation  
 Source : ABN : Rapport de Synthèse Multisectorielles (2004)

### Possibilités d'aménagement étudiées ou reconnues

Il existe de nombreux projets d'aménagement hydro-électriques sur le fleuve Niger et ses affluents. Peu de sites ont fait l'objet d'études détaillées. Par contre, de nombreux sites ont fait l'objet de simple reconnaissance. Les niveaux de reconnaissance sont assez disparates et nécessitent tous des actions complémentaires en vue de préciser les potentialités et les caractéristiques des ouvrages. Les principaux sites qui pourraient présenter un intérêt pour l'intégration régionale sont indiqués dans le tableau 4.13.

Tableau 0-13 Possibilités d'aménagement étudiées ou reconnues sur le fleuve Niger et ses affluents

Pays	Sites	Cours d'eau	Vocation	Capacité retenue (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	Puiss installée (MW)	Produit /an (GWH)	Niveau des études
Guinée	Fomi	Niandan	E+I+N	6.16	90.0	357.0	Faisabilité
	Kamanata	Baoulé	E+I	N.D	28.0	37.6	Préfaisabilité
	Kogbédo	Milo	E+I	-	16.5	46.0	Préfaisabilité
	Yotio	Bali	E+I	-	5.0	27.0	Reconnues
	Dabadou	Kono	E+I	-	5.0	17.0	«
	Foungou Boko	Tinkisso	E+I	-	5.0	21.5	«
	Bassi	Bindébar	E+I	-	6.0	30.0	«
	Kourouleya	Kouya	E+I	-	6.0	30.0	«
	Sékoro	Barré	E+I	-	6.0	30.0	«
	Bourtoudou	Milo	E+I	-	7.0	35.0	«
	Laya Sando	Niger	E+I	-	7.0	46.00	«
	Koundéla	Binder	E+I	-	10.0	45.0	«
	Frankinédo	Milo	E+I	-	36.0	140.00	«
	Foungouya Banko	Tinkisso	E+I	-	60.0	21.00	«
	Mansananko	Sankarani	E+I	-	100.0	438.00	«
	Djaragbéla	Niger	E+I	-	72.0	297.80	«

Pays	Sites	Cours d'eau	Vocation	Capacité retenu (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	Puiss installée (MW)	Product /an (GWH)	Niveau des études
Mali	Salambougou	Tinkisso	E+I	-	5.0	21.5	Reconnu
	Sotuba 2	Tinkisso	E+I	-	5.0	21.5	Pré faisabilité
	Kénié	Tinkisso	E+I	-	5.0	21.5	Pré faisabilité
	Markala	Tinkisso	E+I	0.75	5.0	21.5	Pré faisabilité
	Toubani	Bani	E+I	-	36.0	134.00	Reconnu
	Baoulé III	Baoulé	E+I	3.50	30.0	124.00	«
	Baoulé IV	Baoulé	E+I	1.20	30.0	121.00	«
	Bagsé II	Bagsé	E+I	5.50	45.0	193.00	«
	Taoussa	Niger	E+I	3.15	20.0	90.0	Faisabilité
	Labezanga	Niger	E+I	-	29.0	260.00	Pré faisabilité
Niger	Kandadji	Niger	E+I	1.60	125.0	584.4	«
	Gambou « W »	Niger	E	-	84.0	526.0	Pré faisabilité
	Diondyonga	Mékrou	E	1.04	26.0	81.50	Pré faisabilité
Burkina Faso	Gandi		E	-	0.886	7.74	Reconnu
	Kirgou		E	-	1.4	12.26	«
	Kourou		E	-	1.5	13.23	«
	Toupintou		E	-	0.8	6.07	«
	Dagou		E	-	0.6	5.08	«
	Bongou		E	-	0.7	5.94	«
	Niamana		E	-	0.6	5.04	«
Bénin	Pont de Alibori	Alibori	E	-	6.8	29.172	Pré faisabilité
	Gbassé	Sota	E	-	8.7	68.833	«
	Yakrigourou	Mékrou	E	-	3.3	11.759	«
	Kérou	Mékrou	E	-	4.2	15.102	«
	Karikabara	Bouli	E	-	1.4	6.144	«
	Dunkassa	Tassiné	E	-	2.6	4.417	«
	Bagoulé	Affluent Sota	E	-	2.6	11.130	«
Cameroun	Chutes de l'Atouri	-	E+I	-	30.0	6	Reconnu
Nigeria	Makurdi	Bénoyé	E	-	1 010.0	6	Faisabilité
	Gurara		E + I		30.0		Construction
	Zungeru		E		950.0		Pré faisabilité
	Katsina-Ala		E		470.0		Pré faisabilité
	Mambilla		E		3 960.0		Faisabilité
	Dadin-Kowa		E + I		34.0		«
	Lokoja	Niger	E		2 000.0		Faisabilité
	Onitscha		E + I		750.0		Faisabilité
	Ikom		E		700.0		Faisabilité
Bakalori		E + I		6.0		«	
Tchad	Chutes de Ganthio I	Mayo Kébi	E	-	6.8	17.00	Reconnu
	Chutes de Ganthio II	Mayo Kébi	E	-	13.6	48.50	«

A = Agriculture, E = Energie, I = Irrigation, N = Navigation

Source : Rapport des Etudes Multisectorielles dans les Etats de l'ABN.

### *Possibilités d'aménagement non encore inventoriées*

Le potentiel non encore inventorié pour diverses raisons et essentiellement localisé au niveau des affluents et sous-affluents pourrait se prêter à une mise en valeur rapide, notamment en ce qui concerne la gamme des petites centrales hydro-électriques parfaitement adaptées à l'électrification et à l'approvisionnement en eau du monde rural.

- Impacts des principaux aménagements hydro-électriques des hauts bassins du Niger et du Bénoué sur le débit du fleuve

### *Les aménagements en service*

(i) Impact des ouvrages maliens sur le débit du fleuve : Selon les analyses effectuées par le rapport de l'étude collégiale sur l'avenir du fleuve Niger au Mali (Juin 2005).

Il apparaît que, pour les deux principaux ouvrages que sont Selingué et Markala, les effets de prélèvement en phase de crue sont responsables d'une perte de débit en aval de l'ordre de 500 à 550 m<sup>3</sup>/s qui s'applique sur la totalité de la phase de montée des eaux jusqu'au pic inclus. Notons que la phase de « queue » de l'onde de crue (que l'on peut situer à partir de fin septembre sur le Niger amont et à partir de fin octobre à Mopti) est sans doute beaucoup moins affectée par ce prélèvement car le remplissage de Selingué est alors terminé. Quoiqu'il en soit, l'effet négatif induit sur les niveaux atteints par la crue en aval (à Mopti par exemple) et sur les surfaces et durées d'inondation dans le delta intérieur du Niger n'est certainement pas négligeable<sup>1</sup>, même s'il n'a jamais fait l'objet d'une quantification précise – celle-ci n'est d'ailleurs pas simple à effectuer compte tenu de l'effet d'étalement de l'eau dans la région du delta et compte tenu des apports additionnels Bani, dont le débit n'est jusqu'à présent pas affecté par des ouvrages.

Pour la période d'étiage (février - juin), le soutien de débit qui est fourni par le déstockage de l'eau de la retenue de Selingué fait un peu plus que compenser le prélèvement opéré à cette même saison par Markala. L'accroissement de débit sur tous les points situés en aval de Selingué est certain, mais il faut toutefois souligner que ce sont surtout les points situés entre Selingué et Markala (Bamako, Koulikoro, Ségou...) qui en bénéficient, car au-delà le prélèvement par ce dernier ouvrage se fait sévèrement sentir.

(ii) Impact du barrage de Lagdo (Cameroun) : Dans le rapport national des études multisectorielles menées au Cameroun sont particulièrement signalés les aspects suivants :

La modification du régime hydrologique de la Bénoué et de ses affluents par la diminution de la fréquence et la réduction de l'amplitude des inondations à l'aval du barrage ; qui ont pour conséquence la diminution de la culture du "mourskwari" (sorgho de décrue) ;

La réduction de la période de navigabilité pour la flotte commerciale, bien que celle de la flotte de petits tirants d'eau soit prolongée ;

La destruction de cultures aux abords de la Bénoué suite aux inondations résultant de grandes lâchages contraignantes, et

Comblement du lit en aval du barrage suite au ralentissement des écoulements engendré par le laminage des crues.

Les principaux aménagements hydro-électriques en projet

(i) Projet d'aménagement hydro-électrique de Fomi (Guinée) : Le projet de Fomi est à l'image de l'aménagement de Selingué en cela qu'ils comportent tous deux un barrage-réservoir qui est géré avec un remplissage total avec la crue naturelle annuelle du fleuve en quelques semaines. Ce remplissage est suivi d'une phase de dé-stockage et de turbinage au fur et à mesure que les besoins d'électricité et de soutien des débits aval augmentent pour atteindre finalement la vidange quasi totale du réservoir.

Il est à signaler que la capacité de 6,160 milliards de m<sup>3</sup> de Fomi représente les 80% des apports moyens annuels du Niandan (7,074 milliards de m<sup>3</sup>) au site du barrage. Ceci laisse entrevoir un impact élevé sur le régime du fleuve Niger avec des retombées qui sont à la fois positives et négatives :

- Plus grandes possibilités de soutien aux débits d'étiage qui sera bénéfique aux activités socio-économiques situées en aval tout le long des cours supérieur et moyen du Niger ;
- Mais également très fort écrêtage de la crue annuelle aux conséquences sans doute très importantes sur l'inondation dans le delta intérieur et d'autres écosystèmes dans la vallée.

Pour toutes les raisons évoquées ci-dessus il serait souhaitable qu'une étude approfondie soit réalisée pour quantifier les impacts et proposer des mesures d'atténuation formelle pour les impacts qui seront jugés négatifs. Le modèle mathématique Sogreah en cours d'étude à l'ABN pourrait apporter des réponses à ces différentes préoccupations.

(ii) Projet d'aménagement hydro-électrique de Taoussa (Mali) : Selon les informations recueillies à la Direction Générale de l'Autorité de Taoussa :

- Le barrage de Taoussa est relativement peu dépendant de la gestion du fleuve Niger en amont en ce sens que la cuvette du Delta Intérieur amortit complètement les crues. Toutes les crues du fleuve Niger ont donc la même forme à leur hauteur près qui dépend surtout de la pluviométrie annuelle. Même si on dérivait plus d'eau du Niger en amont (p. ex . en étendant les surfaces irriguées à l'office du Niger) cela se traduirait peu sur la gestion du barrage ;
- En revanche, la capacité de la retenue derrière le barrage de Taoussa et la gestion hydraulique de ce barrage peuvent avoir une influence sur les écoulements du Niger à l'aval de Taoussa. La gestion de Taoussa tiendra compte du maintien des cultures de crue et décrue à l'aval du barrage ;
- Le projet actuel prévoit qu'un débit minimum de 75 m<sup>3</sup>/s soit garanti à la frontière du Niger ;
- La gestion de Taoussa aura par ailleurs une influence sur les deux barrages situés en aval : celui de Kandadji (projeté) au Niger et celui de Kainji (existant) au Nigeria avec un effet :

- Positif dans la mesure où le débit du fleuve est augmenté en saison sèche et permet de mieux utiliser les turbines des barrages en aval ;
- Négatif dû à l'évaporation dans la retenue de Taoussa et au prélèvement pour l'irrigation.

*Incidences sur le projet de Kandadji au Niger :*

Une étude récente montre que la réalisation de Taoussa n'a pas d'incidences négatives à terme sur les objectifs de production hydroélectrique de Kandadji. En effet, avec l'hypothèse de 75 m<sup>3</sup>/s garantis à la frontière, ces incidences se compensent au futur barrage de Kandadji dont la retenue est relativement petite et qui est donc sensible à l'effet écoulement en saison sèche. L'effet de Taoussa est même légèrement positif dans la mesure où une partie de l'eau de la retenue n'est pas utilisée pour l'irrigation pendant les premières années de vie du projet. Cette eau pourrait être turbinée à Kandadji et produirait 675 GWh pendant une durée de 30 ans.

De même, en supposant la réalisation simultanée des deux ouvrages de Taoussa et de Kandadji, la réalisation de Taoussa permettrait un gain de productible à court terme à Kandadji de 43 GWh/an.

Les autres bénéfices obtenus par la réalisation de l'aménagement de Taoussa sont résumés ci-après :

- La sécurisation, par le barrage de Taoussa, des débits d'étiage à Kandadji à hauteur de 65 m<sup>3</sup>/s permettrait de couvrir les besoins à moyen terme pour l'alimentation en eau de Niamey et pour le rythme d'aménagement hydro agricole prévu ;
- La garantie d'un débit d'étiage de 120 m<sup>3</sup>/s à l'aval de Kandadji est améliorée ;
- La préservation des écosystèmes et la lutte contre l'ensablement sur près de 700 km du fleuve en amont immédiat de la retenue de Kandadji présente un bénéfice à très long terme pour République du Niger, et
- Les facteurs d'intégration des économies pourraient être renforcés par la réalisation à terme d'une ligne d'interconnexion Kandadji, Labezanga, Taoussa, premier maillon d'un futur réseau interconnecté de la Boucle du Niger, et par le renforcement du réseau de transport routier et fluvial.

*Incidences sur le projet de Kainji au Nigeria :*

Sans Taoussa, le productible potentiel moyen à Kainji est de 2483,5 GWh avec un écart type de 653 GWh sur la période 1969-1994 ; avec la réalisation de Taoussa, le productible moyen annuel à Kainji serait de 2388,1 GWh avec un écart type de 630,2 GWh sur la période 1969-1994.

La réduction de 95 GWh à Kainji représente 4% du productible potentiel moyen annuel et 1/7° de l'écart type du productible moyen annuel.

Il faut cependant noter que le productible moyen réalisé par l'aménagement de Kainji, de 1970 à 2000, est de 2025 GWh, soit 350 GWh de moins que le potentiel réalisable si l'aménagement de Taoussa était en service.

(iii) Projet hydro-électrique de Kandadji (Niger) : Selon les conclusions de la simulation de la gestion de la future retenue de Kandadji effectuées par le bureau Lahmeyer International (Août 2001).

Les modifications du débit du fleuve Niger dues au barrage de Kandadji n'auront qu'un impact négligeable sur les apports en eau au Nigeria et sur la gestion de la retenue de Kainji compte tenu de la faible réduction du débit sur le territoire du Niger (04,6%) et des apports importants des bassins versants intermédiaires qui en diminuent encore les effets relatifs au Nigeria (03,3% à Yidéré Bodé, 2,3% à Jebba et -0,6% à Lokoja) ;

Un débit minimum d'environ 120 m<sup>3</sup>/s est prévu pendant la saison d'étiage pour atténuer la dégradation de l'environnement due aux déficits d'étiage et assurer d'autres besoins en aval.

- Impacts des aménagements sur les ressources du bassin du Niger

Il a été rapporté pour le cas du barrage de Kandadji que le fait de soutenir les étiages en saison sèche par le maintien d'un débit minimum de 120 m<sup>3</sup>/s ne peut que contribuer à la lutte contre l'ensablement du fleuve dans sa partie en aval du barrage. Cette partie constitue actuellement une menace sérieuse pour le fleuve Niger relativement aux activités qui sont conduites et pour la viabilité de l'écosystème fluvial en général. En effet:

Le soutien d'étiage permettra la création de nouvelles zones humides le long de la vallée du fleuve Niger et augmentera ainsi le taux d'humidité et la fertilité naturelle des sols. Ces facteurs favoriseraient la régénération de la végétation naturelle qui réduirait ainsi l'érosion des sols et l'avancée de la désertification;

La douce possibilité de recharge des nappes par l'infiltration des eaux du barrage et le soutien des débits d'étiage du fleuve dans sa partie aval est de nature à stimuler le développement du couvert végétal, ce qui réduirait l'érosion et l'ensablement du fleuve.

Sur le plan de la diversité biologique, malgré la faiblesse de la base de données, on considère comme probable une réduction significative de la biodiversité régionale à la suite de la construction de barrage. Au contraire, des avantages substantiels dans le maintien des niveaux d'humidité élevés dans la plaine d'inondation en aval du site du barrage ainsi que la création d'un écosystème nouvel (retenue) peuvent être escomptés à long terme.

La construction d'un barrage maintiendra ou même augmentera la taille et la diversité de la base des ressources naturelles, ce qui se traduiront par le soutien des niveaux nets de la productivité naturelle. La perte des habitats/biotopes dans les zones inondées par la retenue est peut-être assez significative, mais les avantages procurés aux habitats situés surtout en aval ainsi que le renforcement potentiel des fonctions et services qui leur sont associés compenseront largement les aspects négatifs.

Un certain nombre d'espèces localement rares et importantes sur le plan international (espèces menacées) utilisent les habitats qui connaîtront un total changement ou des modifications significatives. L'importance relative de tels effets est inconnue et devrait faire l'objet d'un suivi et d'une surveillance spécifiques.

De nouveaux cadres environnementaux seront créés comme suit : (a) l'habitat aquatique de la retenue, (b) zones extensives de marnage, (c) systèmes inondés du delta, (d) habitat perturbé de la zone opérationnelle et (e) zones humides du lit majeur résultant à la fois de l'exondation de la plaine alluviale (crues) et de l'élargissement de cette dernière en saison sèche (soutien d'étiage).

Concernant les ressources halieutiques, la régulation des barrages sera de nature à préserver le stock piscicole ainsi que la productivité du milieu à long terme. De plus, le réservoir, en fonction de l'importance du volume et de la hauteur d'eau, peut offrir une opportunité de développement de la pisciculture en cages.

Enfin, la construction d'un barrage contribuera à la lutte contre la désertification par : La réduction de la dégradation progressive à laquelle sont sujettes les ressources naturelles (par le surpâturage et la coupe du bois destinée à l'alimentation des troupeaux) due à l'amélioration du potentiel hydrique du fleuve et surtout à la sécurisation des disponibilités fourragères;

La régénération du couvert végétal due à la création de nouvelles zones humides le long de la vallée du fleuve et à la recharge des nappes.

Pour ce qui est de la qualité d'eau, la plupart des activités (intensification agricole, industrie) sont susceptibles d'accroître la concentration des eaux du bassin en éléments fertilisants (azote, phosphore, etc.). Relativement au volume qui s'écoule, ce phénomène peut par moment conduire à la détérioration de la qualité de l'eau du réservoir dans le bassin du Niger.

Par contre, on s'attend à des changements significatifs de la qualité de l'eau dans les zones situées en aval. En effet, une nette amélioration de la qualité des eaux sera apportée à la fois par l'oxygénation (lâchers d'eau) et par la dilution de la pollution rejetée par les agglomérations riveraines du fleuve (particulièrement les grands centres urbains). Ce qui est de nature à augmenter significativement le pouvoir d'autoépuration du fleuve et la régénération de l'écosystème fluvial.

Relativement à la santé, la présence permanente d'eau sur une superficie importante est source de développement de parasites et de certains vecteurs de maladies (paludisme, Bilharziose, maladie de sommeil,).

Quant aux risques écologiques, la menace de l'invasion par les plantes envahissantes (la jacinthe d'eau douce ou d'autres plantes aquatiques de la retenue) et le risque de l'augmentation de l'infestation des zones situées en aval n'est pas négligeable. A la lumière de l'expérience d'ailleurs, en pays Afrique, il est pratiquement certain qu'il y aura un développement prolifique du type jacinthe d'eau dans le lac et qui poserait sans doute de sérieux problèmes si la situation n'est pas gérée correctement dès le départ.

## **1.18 Transport fluvial**

Le transport fluvial joue un important rôle dans la vie socio-économique des peuples. Il agit comme facteur dans les interactions sociales, dans les interactions sous-régionales et dans les communications. Le transport intérieur sur l'eau représente le principal moyen traditionnel de communication.

Il est important, non seulement pour le développement économique de certaines régions, mais aussi pour le bien-être des populations vivant dans des contrées isolées et des régions lointaines. Il constitue un mode de transport économique en termes d'énergie et de coût, particulièrement pour le transport de marchandises en gros. Il est donc impératif, pour des rôles comme ceux joués par le transport sur l'eau, qu'il existe des équipements d'infrastructures en place. Quelques-unes de ces infrastructures comprennent :

1. Le développement et l'amélioration des voies d'eau navigables ;
2. Le développement des ports et la mise en place des équipements portuaires ;
3. Le développement de chantiers de construction de navires ;
4. Des moyens pour un traitement approprié des navires ;
5. Des moyens pour assurer les appuis à la navigation ;
6. L'établissement d'un cadre institutionnel approprié ;
7. Des dispositions pour l'atténuation de l'impact environnemental ;
8. Autres dispositions – patrouille fluviale. Cartes du fleuve, etc.

Le Fleuve Niger n'est pas navigable de manière continue par les navires de transport, de sa source à son embouchure. Deux séries de rapides, dont un entre Bamako et Koulikoro au Sud Mali et l'autre entre Ansongo et Tillabery, à travers la frontière Mali-Niger, servent de barrière effective pendant toute l'année à la navigation. Dans ce cas, en termes de navigation, le Fleuve Niger est divisé par des barrières naturelles en trois parties séparées et navigables sans toutefois se communiquer :

1. Kouroussa (Guinée) à Bamako (Mali) ;
2. Koulikoro (Mali) à Ansongo (Mali) ;
3. Niamey (Niger) au Golfe de Guinée (Nigeria).

En général, la navigation est renforcée par des grands barrages, desquels Selingué et Kainji sont les plus grands. Ils contribuent, en plus d'autres rôles qu'ils jouent, à régulariser les écoulements des eaux pendant les périodes des bas niveaux des eaux.

Le lit du fleuve est large, ce qui constitue une des raisons qui justifient sa faible profondeur, limitant du coup la navigabilité. Même à un niveau d'écoulement de  $1000\text{m}^3/\text{s}$ , il existe, sur plusieurs localités, des endroits d'une profondeur de moins d'un mètre dans le lit. Dans ces zones, tout passage de bateau à haute puissance et de manœuvre facile se révèle dangereux. Cependant, dans le Niger moyen, à dehors des chutes, le courant est très modéré et ne dépasse pas 1 m/s. Les chutes sont estimées à 2 m/s.

La création d'un lit large en faisant exploser les rochers dans un alignement approprié ou en faisant remonter le niveau de l'eau aux moyens de barrages constitue des solutions envisageables pour résoudre le problème. Déjà, un certain nombre de barrages existent sur le fleuve Niger pour des besoins d'amélioration de la navigation, de l'irrigation et de la production d'électricité. Cependant, l'impact environnemental de ces actions peut la rendre inacceptable.

*Les contraintes de la navigation sur le fleuve Niger :*

Le manque d'infrastructure sur le fleuve Niger constitue la contrainte majeure pour la navigation. Il est clair que l'absence d'une navigation viable sur le fleuve est la résultante d'un manque d'infrastructures. Sur le Niger supérieur, il se pratique une navigation qui se limite à environ 5 mois dans l'année. Ceci est dû au niveau bas de l'eau, à la présence de rochers, à l'envasement, à l'insuffisance de navires adaptés, au manque de ports, au manque d'appui à la navigation, au manque de structure légale appropriée et au faible patronage. La même situation est vraie dans le Niger moyen et dans une partie du Bassin du Niger inférieur.

Les précipitations et leur distribution au cours des années constituent les principaux facteurs qui forment le régime et le rythme d'écoulement du fleuve Niger. Comme pour tous les fleuves tropicaux, la séparation entre la saison sèche et la saison humide que connaît le fleuve au niveau de ses zones de captage a pour conséquence une grande variation entre le niveau des débits en saisons sèches et en saisons humides. Le Niger a particulièrement les caractéristiques suivantes :

- Grandes variations observées des débits à une période donnée de chaque année et ayant pour conséquence, l'existence de grandes variabilités en profondeur d'eau utile pour la navigation ;
- Les grandes variations périodiques et leur durée, dues aux niveaux des débits, pour lesquels de grandes variations sont observées sur la profondeur d'eau utile pour la navigation de chaque partie ;
- D'importantes variations dans les relations entre les débits et la profondeur minimale utile pour la navigation dans certaines sections du fleuve.

Ces facteurs entravent beaucoup la navigation commerciale en créant de l'incertitude sur la profondeur utile de chaque partie du fleuve et la durée pendant laquelle elle est maintenue. En général, l'année hydrologique du Bassin du fleuve Niger commence en juin, avec un débit de pointe observé entre août et octobre. Le niveau d'écoulement le plus élevé est observé entre décembre et janvier dans le Niger moyen et inférieur (inondation noire) en raison de l'arrivée de l'écoulement ascendant du Niger supérieur dans le Bassin du Niger.

*L'établissement d'un cadre institutionnel approprié :*

L'eau est requise pour plusieurs types d'usages. Le transport sur le fleuve constitue seulement un des nombreux usages qui en sont faits. L'eau est nécessaire pour la production d'électricité, l'irrigation, le transport, la récréation, etc.

Certains de ces usages sont en conflit avec d'autres, par exemple, pendant que l'irrigation exige le retrait de l'eau, le transport sur l'eau nécessite la conservation de l'eau dans le lit du fleuve. Il est donc nécessaire d'avoir un organe pour coordonner l'utilisation de l'eau dans le Bassin. Un tel organe devra avoir une autorité statutaire. Cet organe ne devrait pas avoir une "fonction d'utilisateur" mais uniquement de réguler et d'agir en tant que juge impartial dans sa gestion des conflits entre différents usagers de l'eau. A cet égard le NBA peut toujours jouer ce rôle.

De tels organes doivent être mis en place dans chacun des Etats membres. En plus, il doit exister une organisation de transport sur l'eau dans les Etats responsables de l'administration du fleuve. Ces organisations de transport sur l'eau seront mises de manière adéquate. Certaines de leurs fonctions peuvent être assurées par des

entrepreneurs privés pour être plus effectives, mais devront être coordonnées par la compagnie de transport sur l'eau de l'Etat membre.

*Observations :*

A partir de ce qui se passe actuellement, il a été constaté ce qui suit :

- Une réalisation importante sera faite en ayant un Programme-cadre et un modèle mathématique de l'ensemble du Bassin. A partir de ceux-là tous les équipements d'infrastructures seront facilement identifiés,
- Théoriquement, un lit de navigation approprié devrait se préparer avec le dragage de son fond et le dynamitage des rochers partout où des obstructions à la navigation existent. En dehors de son coût prohibitif, un tel lit serait seulement d'usage très limité, puisque les profondeurs qui restreignent reconnues continuent de constituer un sérieux handicap. Notre recommandation est donc pour la construction de plus de barrages dans les parties identifiées du fleuve. Ces barrages, une fois réalisés, en plus du niveau de l'eau qu'ils élèveraient en aval pour la navigation, permettraient de disposer de suffisamment d'eau pour la production d'électricité et la consommation. Si ces facteurs sont pris en compte dans la conception, ils constitueront meilleure alternative que prendrait en compte la mesure de faisabilité économique ;
- La construction des barrages dans les parties supérieures du Niger changerait le régime du Niger moyen et inférieur, et pourrait contribuer favorablement à la faisabilité économique des projets de ces zones. L'influence de ces ateliers sur les potentialités du fleuve devra être étudiée. Des cartes couvrant l'ensemble du Bassin devraient être produites à partir des imageries satellitaires et une enquête bathymétrique complète des plans d'eau devra être faite. Des balises et des marqueurs sont en train d'être placés sur les parties où la navigation est possible actuellement ;
- Le besoin existe de disposer d'une patrouille régulière sur les fleuves qui permettra de surveiller la piraterie et d'identifier tout danger potentiel à la navigation ;
- Les initiatives du secteur privé devront être encouragées particulièrement dans la conception et la construction de navires appropriés et accessibles pour le transport sur le fleuve ;
- L'évacuation des épaves, de la jacinthe d'eau et d'autres mauvaises herbes aquatiques devra être prise sérieusement en considération dans le Bassin. Ceci donnerait plus de confiance aux usagers pour l'utilisation du fleuve ;
- Des ports fluviaux et les digues devraient être construits aux endroits appropriés. L'amélioration des digues et des ports coloniaux existants encore pourrait contribuer à l'accroissement du nombre d'infrastructures. Les équipements du port devraient être modernisés et orientés avec l'intention de les relier aux routes et aux chemins de fer existants. Ceci créerait des opportunités d'emploi et des occasions d'intégration culturelle ;
- Les politiques d'encouragement de l'utilisation du transport par voie d'eau, comme étant le moyen le moins cher, le plus sûr et le plus fiable, devront être

encouragées. Elles rendraient aussi ce mode transport plus attrayant avec le potentiel de tourisme dans le Bassin. Les réglementations pour le passage d'un pays à un autre devraient être harmonisés pour rendre la circulation plus attrayante ;

- L'ancien pont de Malanville (près de Gaya) qui bloque de manière effective la navigation commerciale, en raison de son dégagement insuffisant, devra être démolit, puisqu'un nouveau pont avec un meilleur dégagement a été construit à côté, afin de permettre aux navires de passer ;
- Des institutions appropriées devraient être installées dans tous les Etats membres pour organiser le transport fluvial dans leurs parties respectives, partout où cela est possible

## 1.19 Pêche

La pêche occupe une place importante dans l'économie de certains pays membres de l'ABN. En effet bien que les données obtenues à travers les différents documents consultés soient fragmentaires, on note qu'environ 174 000 tonnes de poissons sont comptabilisés être capturées au niveau de l'ensemble du Bassin du fleuve (sans le Nigeria), ce qui représente une valeur à la vente de poissons de plus de 48 milliards de francs CFA.

En plus, 102 272 pêcheurs ont été recensés au niveau d'une partie de ces mêmes pays. En considérant qu'un pêcheur encadre généralement au moins cinq autres personnes, l'ensemble de personnes mobilisées et qui vivent de la pêche s'élève à environ 500 000 personnes.

L'importance croissante de la pêche dans l'économie a conduit la plupart de ces pays à élaborer des stratégies pour son développement à travers une valorisation rationnelle des potentialités. Le fleuve et ses affluents constituent des sources importantes pour le développement de la pêche et à travers elle la contribution au développement économique des populations riveraines.

Les caractéristiques essentielles et le rôle socio-économique du secteur de la pêche dans chacun des pays membres de l'ABN comme indiqués dans les évaluations multisectorielles sont indiqués dans l'annexe.

L'effort doit se poursuivre pour le développement de ce secteur qui, sans être consommateur spécifique de ressources en eau, permet la création d'emplois et la génération de revenus au niveau des populations à la base. Il s'agit de développer, au niveau de toutes les retenues d'eau importantes, des initiatives, (au cas où elles ne sont pas déjà prises), telles que :

Des usines à glace et des entrepôts frigorifiques : selon l'importance des centres de regroupement, des usines ou des entrepôts frigorifiques peuvent être envisagées. Ces investissements pourraient faciliter la conservation des produits pendant un temps assez long et du même coup permettre la recherche de marchés plus porteurs pour les revendeurs de poissons qui pourraient les expédier vers les centres urbains e les

congelant. Ce dispositif permettrait aussi d'étaler la période de vente de poisson sur un temps plus long dans l'année.

Des centres de services : les pêcheurs, comme les agriculteurs, ont besoin d'intrants pour mener à bien leurs activités et en tirer le maximum de profit. En cas de manque ou d'insuffisance d'appui, ce sont les opérateurs véreux qui tirent le plus de profits à leur détriment. Autrement dit, comme les agriculteurs ont besoin de semences et d'engrais pour produire, les pêcheurs ont besoin à leur niveau d'équipements à des coûts normaux, où moment voulu et à des conditions douces de remboursement. Des services de proximité devront être développés ou encouragés pour l'approvisionnement des pêcheurs dans ce sens.

Des centres de fumage de poisson : pour prolonger la durée de conservation du poisson les pêcheurs procèdent généralement à son fumage. Malheureusement, ce fumage se fait de manière très sommaire avec beaucoup de consommation de bois. Pour l'améliorer la qualité du produit et limiter la consommation abusive de bois (protection de l'environnement), la création de centres de fumage devra être encouragée au niveau des zones où l'activité reste intenses.

Des infrastructures d'apportement : il s'agit tout simplement de quais à aménager au niveau de tous les points de regroupement des pêcheurs en vue de leur faciliter le transbordement des poissons pris, limitant du coup les pertes énormes de la qualité des produits constatée lors de ces opérations.

Le développement de la pisciculture : compte tenu de l'apport du poisson dans l'alimentation humaine et la génération des revenus qu'il procure aux acteurs de la filière, les gouvernements devront encourager le développement de la pisciculture partout où cela est possible.

Il s'agit d'encourager aussi la création d'étangs piscicoles en aval des barrages et en association avec l'agriculture et l'élevage. Ces étangs seront réalisés à travers des bassins pour un double objectif, à savoir : améliorer les techniques d'élevage avec des activités de recherche /développement et de formation et de la commercialisation des produits.

## 1.20 Autres secteurs

- Communication

Un inventaire des compagnies de communication opérant dans les pays membres indique une grande amélioration des produits de la communication dans le Bassin. La situation de la communication dans ces pays est caractérisée par l'existence de plusieurs moyens de communication (télécommunication, postes, radiodiffusion, télévision, etc.) et les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC).

Dans le secteur de la communication on note une évolution remarquable dans ces pays particulièrement avec l'arrivée des téléphones mobiles. Cependant, ceux-ci sont pour la plupart dans les milieux urbains avec peu ou pas du tout d'attention accordée au niveau des milieux ruraux. Au Burkina Faso, par exemple, 90% des lignes téléphoniques et des

téléphones mobiles sont localisés dans les villes. Un progrès significatif a aussi été accompli dans la diffusion radiophonique avec l'existence de plusieurs stations de radio privées (urbaines et rurales).

Le Niger a deux stations publiques de télévision et deux autres privées. Au Nigeria il existe des stations de radio et de télévision dans chaque Etat de la Fédération. Quelques Etats en ont plus d'une unité. Le monopole exercé par NITEL dans le secteur de télécommunication a été cassé par l'introduction de trois grandes compagnies GSM qui concurrencent NITEL. Les changements et les tendances observés au cours de ces dernières années indiquent une évolution positive évidente de la télécommunication.

Les demandes de téléphone, particulièrement dans la téléphonie mobile, augmentent régulièrement dans les Etats membres du NBA.

Les obstacles au développement du secteur proviendront de l'incapacité de la population à payer les frais liés à cette technologie car les coûts sont très élevés et presque hors de portée de l'homme ordinaire.

Il est souhaitable que le secteur de la communication continue à faire des grands pas dans le Bassin de fleuve Niger et dans la sous-région Ouest africaine. Nos défis, afin d'éviter ces contraintes et d'améliorer la couverture de la télévision et du téléphone seront de moderniser et de développer les équipements et les matériels, développer des capacités de partenariat et rendre la communication plus accessible à la population. Il y a également un besoin de renforcement des capacités professionnelles.

- **Ecotourisme**

Sorties d'une période de tendance à la stagnation, les activités touristiques dans le bassin du Niger sont en train de connaître un essor. Les infrastructures (hôtels, gîtes d'étape, autres centres etc.) sont présentes un peu partout à l'échelle du bassin avec une plus grande capacité d'hébergement. Cependant, aujourd'hui il se manifeste le besoin d'un tourisme mieux intégré à l'environnement naturel et traditionnel (écotourisme).

La pratique de l'écotourisme implique ainsi un type particulier de comportement par rapport aux ressources concernées. En effet, les éléments qui constituent ces ressources (paysages, flore, faune, patrimoines) sont considérés comme des biens à la fois rares (on n'en voit pas partout) et dégradables (susceptible de s'épuiser), et par conséquent ayant une valeur esthétique explicitable en termes monétaires. C'est au prix de cette insertion et d'un effort de qualité que le tourisme se sortira d'une période décisive pour son avenir. Les principaux intérêts éco touristiques dans les différentes portions du bassin sont entre autres :

- La diversité biologique (ressources végétales : ligneux, herbacées, graminées, ressources animales : mammifères, reptiles, oiseaux, poissons, insectes) qui est répertoriée dans les Parcs nationaux, les forêts classées et protégées, les réserves de faune, les sites RAMSAR, etc. ;
- Les sites archéologiques et/ou historiques.
- L'artisanat, les manifestations culturelles, etc.

Relativement à ces ressources, il est à remarquer la persistance d'un certain nombre de problèmes spécifiques au potentiel éco touristique. Il s'agit de :

- L'insuffisance d'inventaire complet du potentiel ;
- L'insuffisance des mesures de conservation ;
- L'insuffisance de promotion des produits ;
- Difficultés liées aux procédures administratives et à la mobilisation des financements ;
- L'enclavement des sites ;
- L'Insuffisance de spécialistes en écotourisme.

En dépit de ces insuffisances, les pays membres de l'ABN mobilisent autour des activités éco touristiques bon an mal an une dizaine de milliards chaque année (par exemple au Burkina Faso 13 milliards de francs CFA ont été mobilisés en 1996). Le tableau ci-après donne une estimation des ressources éco touristiques.

Tableau 0-14 Inventaire des ressources écotouristiques dans les pays du bassin du Niger

Pays								
Bénin	Burkina Faso	Cameroun	Côte d'Ivoire	Guinée	Mali	Niger	Nigeria	Tchad
Parc du W, les sites culturels, les sites naturels, les paysages, la flore, la faune, les sites archéologiques et/ou historiques l'artisanat et les manifestations culturelles	Parc National d'Arly, Parc du W, Réserves de Pama, les dunes de sables, le sanctuaire d'oiseaux d'Oursi, les peintures rupestres de Pobe Mengao et d'Arbinda Musée Ranch de Gibier Mares de Crocodiles Parcs Nationaux et Réserves	Parcs nationaux, zones cynégétiques, les sites culturels, les sites naturels tel que les chutes de Menchum et de Abi ; les lacs de cratère (Awing à 8km de Bamenda), de Wum et de Nyos ; les grottes Guneku et Kwanso (à Jakari dans le Bui) ;	9 parcs nationaux, 3 réserves de faune, 17 réserves botaniques, 2 réserves naturelles intégrales, 4 jardins botaniques, 1 parc zoologique et 1 Centre national de floristique, les sites culturels	82 Sites culturels 162 Sites naturels 31 Sites écologiques particuliers. Ces divers sites abritent d'importantes diversités archéologiques et/ou historiques, l'artisanat et les manifestations culturelles	Le Parc Biologique de Bamako le parc national de la boucle du Baoulé les réserves de Badinko, Fina et Koukosambougou, la réserve partielle de la faune de Douentza, la réserve de faune d'Ansongo-Menaka Les sites naturels Les sites archéologiques et/ou historiques L'artisanat et les manifestations culturelles	sites culturels (comme ceux de Boura et des Dinosaures), Parc National du W, Réserves de faune (Tamou, Dosso, Gadabédji, Tadress, de l'Azawack, de Baban Rafi et de la Sirb), les zones cynégétiques de Akadaney, de, Tin Simitan et de Sala, la Réserve de l'Air et du Ténére, la Réserve Intégrale des addax, le musée national, le complexe des Mares Nanga-Kokorou	Non disponible	le Mayo-Kebbi, les lacs Léré et Tréné, la zone de Mbainamar, Galgal et le parc national de Boubandida, les lacs Fianga, Tikem, Tréné et Léré, les réserves de faunes de Binder/Léré

## 1.21 Synthèse du bilan hydrique

Comme le reflète le cumul de besoins en eau pour la pratique de l'agriculture et de l'élevage dans les pays qui se partagent le Bassin du fleuve, les besoins sont importants, bien que les écoulements annuels dépassent de loin ces chiffres. En fait, il y a lieu de prendre en compte cinq paramètres avant toute analyse de la disponibilité de l'eau pour toute extension de superficies à irriguer, entre autres. Ce sont :

- La période où les besoins en eaux sont les plus élevés pour les animaux se situe entre les mois de janvier et de mai de chaque année ;
- La période des grands besoins en eau pour l'irrigation de contre saison froide se situe entre les mois de novembre et de janvier de chaque année ;
- La période des grands besoins en eau pour l'irrigation de contre saison sèche se situe entre janvier et juin de chaque année ;
- La période où le fleuve a le moins d'eau qui s'écoule se situe entre les mois de mars à juillet de chaque année ;
- La période où les besoins en eaux sont les plus faibles aussi bien pour l'agriculture que pour l'élevage se situe entre juillet et octobre de chaque année puisque les animaux vont pour leur grande part en transhumance et l'agriculture pluviale est plus développée.

Au vu de tout ce qui précède, la période critique à observer aussi bien pour l'agriculture, l'élevage et la disponibilité en eau au niveau du fleuve et de ses affluents se situe entre mars et juillet. Elle correspond aux cultures de contre saison sèche pour l'agriculture et de la présence des animaux aux alentours du fleuve et des points d'eau.

Toute hypothèse d'aménagement à retenir devra assurer la disponibilité d'un écoulement minimum qui couvrirait les besoins AEPI et de ceux cités plus haut, pendant les mois de mars à juillet. Heureusement qu'ils seront moins importants au niveau de l'agriculture, puisque pendant la saison sèche, seuls les agriculteurs situés aux alentours des gros centres s'adonnent à l'agriculture pour la production des légumes, directement à partir de l'eau du fleuve. Les autres producteurs de contre saison, distants du fleuve, produisent peu du fait de la profondeur de la nappe du descend.

Il a été constaté aussi que ce ne sont pas tous les périmètres aménagés qui sont exploités pendant deux saisons l'an (hivernage et saison sèche) pour la production des céréales, en l'occurrence le riz.

Les hypothèses à envisager devront privilégier tous les ouvrages à réaliser sur le fleuve Niger, surtout sur la partie la plus en amont du fleuve et qui limiteraient les écoulements énormes d'eau non utilisée. Cette eau emmagasinée sera régulée de manière à créer les conditions de l'eau mobilisable à volonté et disponible pour le maximum de superficies possibles dans le bassin.

Les superficies aménagées et à aménager pourraient s'accroître pour répondre aux besoins alimentaires du Bassin, dans le cadre de la recherche de l'autosuffisance alimentaire.

Ce développement ne se fera pas de manière isolée, puisque des questions pourraient se poser sur la capacité des populations des zones potentiellement irrigables à

exploitées toutes les terres aménagées avec les équipements rudimentaires que les paysans utilisent actuellement. Il faudrait soit mécaniser l'agriculture, soit développer l'utilisation de la culture attelée.

L'inconvénient lié à la mécanisation étant de créer d'autres besoins (pièces de rechange, carburant, techniciens), le développement de la culture attelée sera recommandé. Pour cela, un effort se fait pour l'intégration de l'agriculture et de l'élevage afin de procurer le double avantage d'utiliser les animaux pour la culture attelée les sous-produits pour l'amendement des terres.

Les retenues d'eau qui seront créées sur le fleuve Niger permettraient, sans doute, le développement de la pêche dont l'apport dans l'économie des pays et l'amélioration des conditions de santé des populations n'est plus à démontrer. Cela est d'autant plus justifié que le développement de la pêche occasionnerait une réduction des importations du poisson qui absorbent des dizaines de milliards de francs FCFA en devises pour les pays du Bassin.

## ANALYSE DES SECTEURS

### 1.22 Domaines prioritaires et pertinence

La Conférence des Chefs d'Etat et des Partenaires de l'ABN qui s'est réunie les 26 et 27 avril 2004 à Paris autour du partenariat international pour le Bassin du fleuve Niger se situe dans le cadre de la préparation d'une Vision Partagée pour le développement durable du Bassin.

Depuis cette conférence, le processus de la Vision partagée est entré dans une phase décisive et active. En effet, elle a été l'occasion pour les Etats membres de l'ABN de confirmer leur volonté politique d'agir ensemble, de manière solidaire et concertée pour la mise en valeur commune des ressources du Bassin, d'une part, et la communauté internationale des partenaires au développement, sous l'égide de la Banque mondiale, de s'engager à faciliter la mise en œuvre d'une gestion rationnelle des ressources en eau et des écosystèmes du Bassin du Niger, d'autre part.

La résultante de cette Conférence est donc triple<sup>9</sup> :

- i. La *Déclaration de Paris* signée par les Chefs d'Etat et de Gouvernement de l'ABN portant sur les « Principes de Gestion et de bonne gouvernance pour un développement durable et partagé du bassin du Niger » ;
- ii. Le *Cadre de Coopération* signé par les Partenaires de l'ABN relatif à la nécessité de coordonner leurs interventions pour soutenir les efforts des pays membres de l'ABN ;
- iii. Une meilleure connaissance de la communauté internationale des enjeux et des défis du développement du bassin du Niger.

Il s'agit de poursuivre et d'entreprendre toutes les activités liées à une évaluation de l'état de développement du Bassin à travers :

- Une évaluation de la situation dans chaque pays membre de l'ABN, à travers une étude multisectorielle faisant ressortir les problématiques de développement dans la portion nationale du Bassin du Niger, suivie d'un atelier technique régional sur la réalisation des études multisectorielles nationales ;
- Une synthèse régionale comprenant la compilation et l'intégration des neuf études nationales suivie d'un atelier régional de validation de la synthèse régionale
- Une étude d'intégration régionale macro économique pour compléter cette synthèse régionale qui se concrétise par la présente étude.

Dans le cadre de l'évaluation de la situation de chaque pays qui a été reprise dans la synthèse régionale, une revue a été faite sur la politique nationale de chacun des pays membres en vue de prouver la cohérence de ces politiques avec la vision partagée des ressources du Bassin du Niger.

---

<sup>9</sup> Processus d'élaboration d'une vision partagée pour le développement durable du Bassin du fleuve Niger. Feuille de Route après Paris. ABN, 20 mai 2004

Il s'est ainsi avéré que les priorités de développement du Bassin tiennent compte des problématiques, enjeux et défis de développement. Elles découlent des orientations pour atteindre les objectifs de la Vision partagée. Sur la base de ces considérations, les trois grands domaines d'actions prioritaires suivants ont été définis et validés par l'atelier de validation de Bamako :

1. La préservation des écosystèmes du bassin ;
2. Le développement des infrastructures socio-économiques ;
3. Le renforcement des capacités et la participation des acteurs.

Les secteurs et thèmes prioritaires indiqués contenus dans le tableau ci-dessous qui servent de base aux projets et programmes intéressant le bassin tiennent compte des critères fondamentaux suivants :

Toute action prioritaire de développement ou d'aménagement des bassins versants devra être fondée sur les quatre (4) principes directeurs de la GIRE auxquels les pays membres de l'ABN ont souscrit à savoir :

- 1) **Principe écologique** : l'eau douce est une ressource fragile et non renouvelable, indispensable à la vie, au développement et à l'environnement.
- 2) **Principe institutionnel fondé sur la notion de la participation** : la mise en valeur et la gestion des ressources en eau doivent associer les usagers, les planificateurs et les décideurs à tous les échelons.
- 3) **Principe institutionnel mettant l'accent sur la participation des femmes** : les femmes jouent un rôle essentiel dans l'approvisionnement, la gestion et la préservation de l'eau.
- 4) **Principe socio-économique** : l'eau, utilisée à des fins multiples, a une valeur économique et devrait donc être reconnue comme un bien économique.

*Toute action prioritaire de développement du bassin doit revêtir un caractère sous-régional ou transfrontalier et se traduire par des impacts transfrontaliers positifs notables.*

Sur la base des considérations et des critères ci-dessus indiqués, des secteurs ou thèmes prioritaires pour le développement du bassin, bien décrits dans la synthèse régionale, correspondent valablement à la vision partagée du Bassin du fleuve du Niger. Cependant, il faut souligner que le Plan d'Action de Développement Durable devra préciser le schéma directeur des actions de développement à entreprendre. Le programme d'investissement, qui se basera sur les orientations du PADD, aura comme tâche d'identifier et de formuler les actions prioritaires à entreprendre au niveau du bassin.

Pour l'instant le Tableau 5-1 est repris des documents de l'ABN.

**Tableau 0-1 Récapitulatif des orientations, des domaines d'actions prioritaires et secteurs et thèmes prioritaires et des objectifs**

<b>Orientations</b>	<b>Domaines d'actions prioritaires</b>	<b>Secteurs ou thèmes prioritaires</b>	<b>Objectives des secteurs et thèmes prioritaires</b>
<p>Orientations sur la préservation des ressources naturelles du bassin:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation pour la mise en place d'un system d'information sur les ressources naturelles du bassin</li> <li>• Orientation pour la préservation des ressources naturelles du bassin</li> </ul>	<p><b>1</b></p> <p><b>La préservation des écosystèmes du bassin</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La connaissance et la gestion des ressources en eau</li> <li>2. Les aménagements des basins versants <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lutte contre l'ensablement</li> <li>• Le reboisement</li> <li>• La protection de berges et des sources</li> <li>• et la lutte contre les plantes envahissantes</li> </ul> </li> <li>3. La lutte contre les pollutions</li> <li>4. La protection des zones humides</li> </ol>	<p>Meilleure maîtrise des ressources</p> <p>Réduction de la dégradation des ressources et de l'environnement</p> <p>Amélioration de la qualité de l'environnement</p> <p>Sauvegarde de la biodiversité</p>
<p>Orientations privilégiant les actions au niveau du bassin :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation pour la promotion des activités économiques</li> <li>• Orientation pour le développement des infrastructures socio-économiques</li> </ul> <p>Orientations sur le financement de la mise en valeur des ressources naturelles du bassin</p>	<p><b>2</b></p> <p><b>Le développement des infrastructures socio-économiques</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La réalisation des ouvrages a buts multiples <ul style="list-style-type: none"> <li>• Développement de l'énergie</li> <li>• Développement de l'agriculture</li> <li>• Navigation fluviale etc.</li> <li>• AEP</li> </ul> </li> <li>2. La réalisation d'infrastructures routières et ferroviaires</li> <li>3. Le développement des infrastructures de telecommunication</li> <li>4. Le développement des ressources animales y halieutiques <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lutte contre la divagation des animaux</li> <li>• Lutte contre les épizooties</li> </ul> </li> </ol>	<p>Sauvegarde et mise en valeur des ressources en eau</p> <p>Développement des infrastructures</p> <p>Désenclavement du bassin</p> <p>Désenclavement du bassin</p> <p>Promotion des échanges</p> <p>Réduction de la pauvreté</p> <p>Accroissement des revenus</p>
<p>Orientation pour une plus grande synergie et une cohérence d'actions entre l'ABN et les autres organisations sous-régionales</p> <p>Orientation sur le rôle de l'ABN</p> <p>Orientations sur le développement des ressources humaines</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Orientation sur le développement des ressources humaines</li> <li>• Orientation pour une plus grande implication des population a la base</li> </ul>	<p><b>3</b></p> <p><b>Le renforcement des capacités et la participation des acteurs</b></p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. La définition et le rôle des acteurs : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Etat</li> <li>• Collectivités locales</li> <li>• Organisation d'usagers</li> <li>• Société civile</li> <li>• Secteur prive</li> <li>• Approche genre</li> </ul> </li> <li>2. La définition d'un cadre juridique, institutionnel et réglementaire de gestion du bassin</li> <li>3. La création d'un cadre de concertation des acteurs</li> <li>4. Le développement des mécanismes de participation et de coopération</li> <li>5. La promotion de la formation des acteurs et le renforcement des capacités techniques des acteurs</li> </ol>	<p>Harmonisation des interventions des acteurs</p> <p>Réglementation de la mise en valeur et la gestion des ressources du bassin</p> <p>Création une synergie et une cohérence des interventions</p> <p>Promotion de la coopération et l'intégration régionale</p> <p>Promotion d'une participation responsable des acteurs</p>

Source : ABN : Rapport de synthèse régionale des études multisectorielles nationales

## 1.23 Hiérarchisation des secteurs et thèmes retenus

Les secteurs ou thèmes prioritaires pour le développement du Bassin ont été présentés avec assez de détails dans la synthèse régionale. Leurs principaux éléments sont rappelés ci-dessous puisqu'ils trouvent toute leur pertinence en couvrant les domaines visés par les domaines d'intervention. Leur hiérarchisation pourrait se refléter sous forme de proposition, à travers le modèle de développement qui tiendra compte aussi bien les paramètres techniques que politiques.

**1. La préservation des écosystèmes du bassin :** Les priorités sur la préservation des écosystèmes concernent :

- La connaissance et la gestion des ressources naturelles et en particulier l'eau;
- Les aménagements et la gestion des bassins versants ;
- La lutte contre la pollution des ressources en eau ;
- La protection et la gestion des zones humides.

**2. Le développement des infrastructures socio-économiques :** Les priorités sur le développement des infrastructures socio-économiques concernent :

- La réalisation des ouvrages à buts multiples ;
- La réalisation des infrastructures de soutien.
  - a) Réalisation d'infrastructures routières, ferroviaires et portuaires*
  - b) Développement des infrastructures de télécommunication*
  - c) Développement des ressources animales et halieutiques*

**3. Le renforcement des capacités et la participation des acteurs :** Les priorités sur le renforcement des capacités et la participation des acteurs concernent :

- La définition et les rôles des acteurs ;
- La définition et la vulgarisation d'un cadre juridique et réglementaire du bassin ;
- La création d'un cadre de concertation et de participation ;
- La formation des acteurs et le renforcement des capacités ;
- Le développement des mécanismes de coopération,
- L'appui à l'aspect genre.

De toutes les manières la logique de cheminement ou de chronologie de ces thèmes semble normale pour tout programme qui se met en place.

En plus il est essentiel que toute action prioritaire de développement du bassin doit revêtir un caractère sous-régional ou transfrontalier et se traduire par des impacts transfrontaliers positifs notables.

Les secteurs ou les thèmes prioritaires pour le développement du bassin sont décrits ci-dessous.

L'ABN a initié un certain nombre d'études qui s'inscrivent dans le cadre de la VP. La présente étude d'optimisation ne pourrait pas tirer bénéfice des résultats de ces études

d'autant plus que la plupart de ces études ne seront pas achevées au moment de la préparation du rapport final. Les études qui sont en cours à cet instant sont :

*Tableau 0-2 Etudes en cours ou en préparation (mars 2006) :*

	Projets en cours	Date de Démarrage
1	Programme de lutte contre l'ensablement dans le bassin du Niger	Juillet 2004
2	Inversion des tendances à la dégradation des terres et des eaux dans le bassin du fleuve Niger	Mai 2005
3	Appui à la GIRE du fleuve Niger	Avril 2005
4	Appui institutionnel à la vision partagée pour le développement durable du bassin du Niger	Novembre 2005
5	Programme d'appui à l'ABN en matière de gestion intégrée des ressources en eau du bassin du fleuve Niger	Fin 2003
6	Renforcement des capacités de l'ABN pour le suivi et la gestion de l'environnement	2004
7	Etude d'optimisation des opportunités de développement dans le bassin du Niger	Janvier 2006
8	Appui à la mise en place d'un observatoire de l'environnement du bassin du Niger	Début 2006
9	Echel Eau – outils de GIRE	2005
	Projets en instruction	Démarrage prévu pour
10	Développement des ressources en eau et gestion des écosystèmes du bassin du Niger	Début 2007
11	Renforcement des capacités financières et de gestion de l'ABN	2006
12	Elaboration du plan d'action de développement durable	Avril 2006
13	Etablissement du programme d'investissement et mise en place des investissements	Août 2006
14	Initiative NigerWet	Août 2006
15	Paiement des services environnementaux	Début 2007
16	Initiative du bassin du Niger : construire une alliance	2006

Source : ABN

## OPTIMISATION

### 1.24 Principes de subsidiarité (rôle de l'ABN)

A la suite de la déclaration de Paris du 26 avril 2004, les Etats membres de l'ABN se sont engagés à mettre en œuvre la Vision partagée pour le développement du Bassin du Niger. Le partage des ressources en eau se fera désormais en tenant compte des objectifs de développement durable. La Déclaration, tout en reconnaissant l'importance du principe de subsidiarité dont l'application se fera à travers les actions menées aux niveaux local, national et régional, ne donne pas assez de détails pour sa mise en œuvre. Toutefois, cette Déclaration reconnaît que tout projet devant avoir une incidence significative sur le régime de l'eau du Bassin sera soumis à une consultation préalable des Etats membres de l'ABN.

Au vu des engagements contenus dans la Déclaration de Paris, il reste évident que les scénarii pris en compte dans la présente étude sont, sans aucun doute, des projets qui pourraient changer de manière significative le régime d'eau du fleuve. En effet, l'impact de chacun des scénarii présentés ne se limitera pas au niveau d'un seul Etat, car tous pourraient avoir des impacts transfrontaliers :

- Le barrage de Fomi permettra une intensification des cultures de contre saison dans le Delta Intérieur,
- Les barrages en cascade envisagés dans le Moyen Niger auront des répercussions sur les débits dans le système du Niger Inférieur (où se trouvent les barrages de Kainji et Jebba),
- Une gestion plus rationnelle des barrages du système Bénoué aura des effets significatifs sur la navigation vers Garoua (qui était dans le temps le 3<sup>ème</sup> port du Cameroun) et sur le débit sanitaire.

Dans cette optique, l'ABN peut jouer un rôle de coordination entre les opérateurs des barrages, les services agricoles et les responsables de la navigation fluviale. Ainsi, la concrétisation des opportunités de coordination comprendrait, notamment :

1. L'exploitation conjointe des barrages de Selingué et de Fomi qui aurait pour résultat (a) une meilleure gestion de l'eau dans le Niger Supérieur et dans le Delta Intérieur, (b) une opportunité d'exploitation conjointe des deux barrages donnant plus d'hydroélectricité et (c) la garantie d'une bonne alimentation en eau de l'Office du Niger qui lui permettrait de mieux valoriser les terres pour les cultures de contre saison.
2. La mise en œuvre et l'exploitation intégrée d'une série de barrages en cascade dans le Moyen Niger avec le remplacement des grands barrages de Taoussa et de Kandadji par des barrages de dimensions plus modestes. Les principaux acquis qui pourraient en résulter sont : (a) une gestion plus rationnelle de l'eau pour le Mali, le Niger, le Burkina Faso et le Bénin, (b) la satisfaction d'un débit d'étiage optimum pour le Nigeria, (c) l'optimisation de la production d'hydroélectricité, et (d) l'amélioration de la navigation sur le fleuve entre Malanville et Taoussa.
3. L'amélioration de la navigation sur le Bénoué à travers une exploitation rationnelle et conjointe des barrages de Lagdo, Dadin Kowa et

éventuellement Kiri dans le Bassin de ce fleuve. Ceci permettrait à Garoua de redevenir un port de grande importance pour le Nord du Cameroun et de réduire l'importance du transport routier vers cette région.

## 1.25 Scénarii de développement

- Scénario 0 : développement autonome

La situation actuelle et son développement autonome font l'objet du scénario de base analysé. Par le fait que la gestion de la plupart des barrages est confiée aux sociétés de production d'électricité, il est fort probable que l'agriculture ne pourra pas exploiter au maximum les potentialités en ressources en eau disponibles. Une optimisation des données en 2015 et 2025 pourrait probablement conduire à une maximalisation des bénéfices agricoles et à un changement du régime d'eau dans le Niger Supérieur et dans le Delta Intérieur.

L'hypothèse prise considère que le Delta Intérieur fonctionnera comme un tampon, ce qui revient à dire que les sorties d'eau futures seront considérées comme étant du même niveau en volume que la situation actuelle ; une consommation plus élevée en eau en 2015 et 2025 aura un effet sur les pertes dues à l'évaporation et à la recharge de la nappe. L'aménagement des surfaces irriguées dans la zone augmente les consommations en eau tout en laissant moins d'eau pour l'évaporation et la recharge de la nappe.

Ce scénario qui évalue le développement autonome prend les éléments suivants en considération :

- Une gestion de la ressource en eau qui ne prendrait pas en compte les effets de grands ouvrages prévus, tel que Fomi, Taoussa, Kandadji, etc.,
- Un débit sanitaire minimum pour satisfaire la pérennisation des zones humides situées le long du Bassin du Niger.
- Une extension de l'irrigation sans prendre en compte les aménagements possibles avec ces grands ouvrages,
- Une contrainte au sujet des superficies exploitées en maraîchage pendant la contre saison, autrement le modèle d'optimisation favorisera la culture maraîchère en contre saison à cause de sa consommation limitée en eau comparée à celle de la culture du riz,
- Une croissance de la population et l'effet que celle-ci aura sur la consommation d'eau,
- Une croissance du cheptel et l'impact qu'elle aura sur la consommation d'eau par les animaux,
- Un débit minimal (débit de garantie) de 120 m<sup>3</sup>/s à la station de Malanville pour satisfaire les besoins en eau du barrage de Kainji au Nigeria, si les volumes d'eau le permettent.

Les consommations et autres usages faits de l'eau par les autres secteurs ne varieront pas et n'auront donc pas d'influence sur la disponibilité de la ressource en eau.

### Aménagements existants :

Toutefois, le scénario de développement autonome prend en considération tous les grands et petits ouvrages qui existent actuellement. On estime aussi dans le scénario qu'il n'y aura pas de nouvelles constructions et que par conséquent le régime hydrologique ne changera pas de manière significative, sauf pour la consommation d'eau par l'irrigation, l'AEPI, l'élevage et le débit sanitaire. Dans le Bassin, il existe des ouvrages à buts multiples (hydroélectricité et irrigation) dont les aménagements ne sont pas achevés comme prévu ou dont la mise en eau et l'exploitation n'ont pas eu lieu conformément à la programmation initiale. Dans le développement autonome l'extension proviendra de ces aménagements sous-exploités. Les principaux ouvrages existants sont présentés dans le Tableau 6-1 ci-dessous.

Tableau 0-1 Grands et moyens barrages existants

Barrage	Rivière	Pays	Bief	But	Irrigation (ha)	Capacité centrale (MW)	Retenue (Mm <sup>3</sup> )	Mise en service
Dabola	Tinkisso	Guinée	Niger Sup	Hydroélectricité		2	0.4	1974
Selingué	Sankarani	Mali	Niger Sup	Multiple	2 000	44	2 256	1982
Sotuba	Niger	Mali	Niger Sup	Hydroélectricité	3 000	5		1929
Markala	Niger	Mali	Niger Sup	Irrigation	85 000			1947
Goronyo	Rima	Nigeria	Syst Niger	Irrigation	33 000		170	1983
Bakalori	Sokoto	Nigeria	Syst Niger	Irrigation	23 000	3	227	1978
Kainji	Niger	Nigeria	Syst Niger	Hydroélectricité		760	11 500	1968
Jebba	Niger	Nigeria	Syst Niger	Hydroélectricité		500	3 800	1984
Shiroro	Kaduna	Nigeria	Syst Niger	Multiple	12 000	600	2 500	1985
Lagdo	Bénoué	Cameroun	Syst Bénoué	Multiple	2 000	72	4 550	1983
Dadin Kowa	Gongola	Nigeria	Syst Bénoué	Multiple	44 000	43	2 765	1988
Kiri	Gongola	Nigeria	Syst Bénoué	Irrigation	12 000		325	1982
Zobé	Karaduwa	Nigeria	Syst Bénoué	Multiple	8 137		50	1983

Source : Information transmise par la Banque Mondiale (2006)

Note : La surface irriguée présentée dans ce tableau ne représente pas la surface aménagée ou exploitée, mais plutôt celle prévue du fait que la plupart des aménagements hydro-agricoles n'est souvent pas réalisée au moment de la construction du barrage, mais plus tard.

### Disponibilité en eau

Pour la gestion des ressources en eau, le Delta Intérieur fonctionne comme un tampon, ce qui revient à dire que les sorties d'eau futures seront considérées comme étant du même niveau en volume que la situation actuelle ; une consommation en eau plus élevée en 2015 et 2025 aura un effet sur les pertes dues à l'évaporation et à la recharge de la nappe. On estime que pendant l'étiage ces dernières pourraient diminuer jusqu'à atteindre un niveau 80 m<sup>3</sup>/s alors qu'en période de crue elles sont de l'ordre de 290 m<sup>3</sup>/s.

La base de l'optimisation du scénario de développement autonome est donnée par les débits actuels sortants des différents biefs du Bassin. Ces débits qui sont présentés dans le tableau suivant, donnent la disponibilité en eau actuelle dans le Bassin, c'est à dire après soustraction des consommations actuelles pour l'irrigation, l'AEPI et l'élevage. Pour leur grande part, ces débits ne prennent pas en compte les débits réservés pour la protection des zones humides ou les débits nécessaires pour favoriser le transport fluvial.

**Tableau 0-2 Débits disponibles dans les biefs du Bassin du Niger en situation actuelle (m<sup>3</sup>/s)**

	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin
Niger Supérieur	245	164	146	149	179	293
Delta Intérieur	742	332	135	74	59	56
Moyen Niger	904	416	155	44	33	80
Niger Inférieur - Système Niger	1 396	1 390	1 317	1 407	1 441	1 340
Niger Inférieur - Système Bénoué	506	334	282	293	533	1 381
Niger Inférieur - Delta du Niger	1 988	1 694	1 537	1 629	2 016	3 074

	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc
Niger Supérieur	752	2 361	4 476	3 662	1 541	554
Delta Intérieur	140	554	1 114	1 472	1 542	1 236
Moyen Niger	210	752	1 363	1 248	1 234	1 284
Niger Inférieur - Système Niger	1 664	2 328	3 734	3 267	1 655	1 407
Niger Inférieur - Système Bénoué	3 076	6 164	10 030	8 508	2 766	995
Niger Inférieur - Delta du Niger	5 027	9 097	14 444	14 522	6 338	2 698

Source : ABN – Niger Hycos

#### Débits sanitaires :

Dans le cadre de l'évaluation de ce scénario une allocation en eau pour la satisfaction des demandes des zones humides du Bassin est prise en compte. Cette allocation a été évaluée, dans le chapitre sur le bilan hydrique, à environ 10% du débit moyen en période d'étiage.

Les débits sanitaires représentent en principe 10% du débit moyen annuel. Cependant, il y a des mois pour lesquels il n'est pas possible d'atteindre ce minimum, du fait que l'étiage soit plus faible que le minimum requis. Comme il n'est pas acceptable, sur les plans politiques et économiques, de réduire les consommations d'eau (ce qui portera sur l'irrigation), il a été pris comme hypothèse que le débit sanitaire pendant les mois de faibles débits ne peut pas dépasser 90% du débit moyen mensuel. Le tableau suivant présente le niveau de ces débits sanitaires.

**Tableau 0-3 Débits sanitaires définis pour les biefs du Bassin**

	Débit sanitaire (m <sup>3</sup> /s)
Niger Supérieur	121.0
Delta Intérieur	50.4 – 62.1
Moyen Niger	30.4 – 60.1
Niger Inférieur - Système Niger	186.2
Niger Inférieur - Système Bénoué	253.4 – 290.6
Niger Inférieur - Delta du Niger	533.9

Note : La fourchette des débits sanitaires pour un nombre de biefs est le résultat des très faibles débits d'étiage pendant les mois sèches, qui ne permettent pas de réserver un débit sanitaire à la hauteur de 10% du débit moyen

A plus des débits sanitaires, il a été introduit dans le modèle d'optimisation de ce scénario un débit de garantie à la station de Malanville. Un débit de 120 m<sup>3</sup>/s était prévu pour satisfaire les demandes du Nigeria, mais il n'est pas évident que ce débit puisse être maintenu en vu des consommations prédéfinies (débit sanitaire, alimentation des populations et du cheptel) et des demandes optimisées (irrigation).

### *Surfaces irriguées :*

Pour l'optimisation de ce scénario de développement autonome, les extensions de la surface irriguée prévue dans le cadre des grands ouvrages traités dans les autres scénarii ne sont pas prises en compte. La croissance de la surface irriguée est surtout due au développement autonome qui prend place à cause de l'aménagement des surfaces sous-exploitées (au Nigeria) et de la mise en eau de nouveaux petits et moyens périmètres le long du fleuve. Le tableau suivant présente les superficies potentielles des horizons 2015 et 2025 et les détails présentés dans le Chapitre 3 couvrent la totalité du développement, y compris les grands aménagements prévus (barrages de Fomi, Taoussa, Kandadji, etc.), tandis que dans le tableau ci-dessous les effets de ces grands aménagements n'ont pas été pris en compte.

*Tableau 0-4 Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger.*

	<b>Surface potentiels irriguées (ha)</b>	
	<b>2015</b>	<b>2025</b>
Niger Supérieur	103 400	116 600
Delta Intérieur	351 500	501 500
Moyen Niger	172 100	191 600
Niger Inférieur - Système Niger	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	60 550	80 100
Niger Inférieur – Delta du Niger	15 050	16 550
Total	790 100	995 300

### *Assolement en contre saison :*

A l'heure actuelle la culture maraîchère en contre saison ne dépasse pas les 20 à 25% de la surface irriguée dans le Bassin. Il est fort probable que cette culture devienne plus importante dans l'avenir, mais à condition que des investissements supplémentaires en matière de stockage (pour les oignons et la pomme de terre par exemple) et transport de soient réalisés. Actuellement on constate la pratique du maraîchage à côté des centres urbains sans problèmes de stockage et de transport.

Pour tenir compte de ces contraintes, le modèle d'optimisation se limite à une seule contrainte : la croissance de la surface en maraîchage pendant le contre saison à 25% en 2015 et 50% en 2025. A cause de cette limite on retrouvera dans les résultats des optimisations des surfaces de riz en contre saison.

### *Alimentation en eau potable :*

L'optimisation des scénarii prend seulement en considération la croissance de la population et de la consommation d'eau par personne et par jour d'ici l'horizon 2025. Cependant, il est considéré comme hypothèse que la répartition entre l'alimentation à partir de l'eau de surface et celle faite à partir de la nappe ne changent pas.

De 2005 à l'horizon 2025, la population du Bassin croîtra de 117 millions à 197 millions d'habitants. A cause de cet accroissement de la population et aussi de celui de la consommation journalière par personne, on prévoit que le volume d'eau, pour satisfaire les demandes rurales et urbaines à partir des ressources du Bassin, passera du niveau

actuel qui est de 968 millions de m<sup>3</sup> par an à 2 448 millions de m<sup>3</sup> en 2025. Il aura presque triplé. Le tableau suivant présente les détails y afférant.

*Tableau 0-5 Evolution de la population dans le bassin et de la consommation en eau potable*

	Population dans le bassin		Consommation eau (Mm3)	
	2015	2025	2015	2025
Niger Supérieur	15 912 102	20 447 072	182.6	285.0
Delta Intérieur	2 509 987	3 373 213	23.8	45.0
Moyen Niger	19 647 504	27 431 119	135.7	242.5
Niger Inférieur - Système Niger	46 412 431	59 411 836	632.4	973.8
Niger Inférieur - Système Bénoué	40 036 879	50 854 729	361.3	548.1
Niger Inférieur - Delta du Niger	27 885 387	35 695 653	229.6	353.6
Total	152 404 291	197 213 622	1 565.4	2 447.9

*Besoins en eau du cheptel :*

Au titre de l'optimisation des scénarii, il a été considéré que le pourcentage du cheptel qui s'alimente en eau à partir du fleuve et la consommation par animal ne variera pas d'ici 2025.

Le cheptel ayant accès au fleuve pour s'abreuver croîtra de 16 millions d'UBT (Unité de Bétail Tropical) actuellement à 43 millions d'unités en 2025. La consommation de l'eau du fleuve, qui couvre seulement 5 mois par an, passera de 75 millions de m<sup>3</sup> en 2005, à 196 millions de m<sup>3</sup> en 2025. Le tableau suivant présente les détails y afférant.

*Tableau 0-6 Evolution du cheptel dans le bassin et de la consommation en eau.*

	UBT avec accès au fleuve		Consommation eau (Mm3)	
	2015	2025	2015	2025
Niger Supérieur	8 289 451	13 061 673	37.3	58.8
Delta Intérieur	1 119 337	1 729 918	5.0	7.8
Moyen Niger	5 324 360	7 845 676	24.0	35.3
Niger Inférieur - Système Niger	4 794 875	6 443 911	21.6	29.0
Niger Inférieur - Système Bénoué	9 380 622	22 998 477	42.2	103.5
Niger Inférieur - Delta du Niger	1 539 406	2 068 833	6.9	9.3
Total	30 448 051	54 148 488	137.0	243.7

Note : UBT = Unité de Bétail Tropical.

*Transport fluvial :*

Aucune amélioration des conditions devant favoriser le transport fluvial n'est considéré dans ce scénario. La gestion d'eau au profit du transport fluvial est une tâche complexe, qui ne sera possible qu'avec l'appui de l'ABN et ce, à cause de son caractère transfrontalier. Même avec l'introduction d'un débit sanitaire minimal, il est difficile de prévoir l'amélioration des conditions du transport fluvial, qui nécessite un débit plus important, allant de l'ordre de 1 000 à 2 000 m<sup>3</sup>/s dans le Niger Supérieur et le Moyen Niger. Ce débit dépasse largement les débits sanitaires préconisés, qui ne vont pas au-delà de 40 à 50 m<sup>3</sup>/s au niveau de ces parties du fleuve.

*Pêche :*

Le scénario de développement autonome ne prend pas en considération de possibles changements dans les activités de la pêche. Les changements du régime d'eau dans les biefs du fleuve sont modestes et ne laissent pas envisager une plus grande prise de poisson.

- Scénario 1 : Barrage de Fomi et extension des aménagements dans l'Office du Niger

Le présent paragraphe résume l'analyse faite sur la mise en service, à l'horizon 2025, de l'aménagement hydro-électrique de Fomi sur le Niandan et ses impacts prévisionnels sur l'aval.

*Hypothèses :*

Les principales hypothèses sont les suivantes :

- Le barrage de Fomi est réalisé et équipé de 90MW,
- Une extension de l'irrigation au Guinée avec 38 000 ha en amont du Tinkisso et environs 22 600 ha sur le Tinkisso<sup>10</sup> ;
- L'Office du Niger étend ses périmètres à 500 000 ha contre 80 000 ha actuellement (120 000 ha du Schéma Directeur, 100 000 ha pour la CEN-SAD, 35 000 ha supplémentaires pour la canna à sucre et 160 000 pour le secteur privé<sup>11</sup>).

*Justification de l'analyse :*

Pour freiner les tendances à la dégradation des ressources naturelles et surtout mobiliser les ressources en eau de façon intégrée en vue du développement économique de l'ensemble des populations du Bassin, il est envisagé, entre autres, la construction de grands barrages de retenue d'eau pour régulariser le débit du fleuve. Or la mise en place d'un grand barrage ne va pas sans conséquences aussi bien positives que négatives sur l'environnement.

Ainsi, la présente analyse a pour objectif d'analyser les impacts prévisionnels de la mise en service de l'aménagement de Fomi sur le régime hydraulique du fleuve Niger en général et sur le développement des activités socio-économiques qui conditionnent à l'aval la survie des populations riveraines du fleuve, en particulier.

L'approche méthodologique adoptée pour la conduite de l'analyse a consisté :

- Dans une première étape en la collecte d'informations et de données sur le projet d'aménagement de Fomi, les périmètres irrigués de l'Office du Niger et les autres secteurs de développement concernés dont : l'agriculture irriguée, la navigation et la production d'énergie hydro-électrique ;
- Dans une seconde étape les impacts de Fomi sur le débit ont été évalués pour la détermination des niveaux d'eau et de débit avant et après l'aménagement ;

<sup>10</sup> Référence : commentaires du Guinée (novembre 2006)

<sup>11</sup> Référence : commentaires du Mali (novembre 2006)

- Dans une troisième étape les incidences dues au changement du régime hydraulique engendré par Fomi, sur les diverses activités économiques (agriculture, irriguée, navigation, hydro-électricité) sont analysées.

*Impacts prévisionnels de Fomi sur l'aval* (cf. études réactualisation du dossier de faisabilité du barrage de Fomi, SNC Lavalin, International Mars 1999)

Les principales caractéristiques de l'aménagement de Fomi sont :

- Aménagement situé sur l'affluent Niandan, dans le cours supérieur du fleuve Niger en République de Guinée.
- Capacité totale de la retenue :  $6,160 \times 10^9 \text{ m}^3$
- Volume utile :  $3,700 \times 10^9 \text{ m}^3$
- Tranche morte :  $2,460 \times 10^9 \text{ m}^3$
- Apports entrée retenue  $7,074 \times 10^9 \text{ m}^3$  (année moyenne)
- Débit mensuel moyen =  $219,8 \text{ m}^3/\text{s}$
- Débit régularisé (mensuel garanti)  $110 \text{ m}^3/\text{s}$
- Puissance installée : productible : 90 MW/357 GWh

La mise en service de l'aménagement de Fomi se traduira par une régularisation du débit du Niger supérieur (réduction des débits de crue et augmentation des débits d'étiage). Ainsi chaque année la retenue se videra progressivement durant la saison sèche pour produire de l'électricité. Cette eau turbinée sera déversée dans le fleuve et augmentera le débit. Par contre durant la montée de la crue, la même quantité d'eau est turbinée et le reste utilisé pour ramener le réservoir à son niveau maximum. L'eau ainsi retenue assurera le remplissage du réservoir.

#### *Impacts de Fomi sur le débit du fleuve*

Par analogie de l'influence de l'exploitation de Selingué sur le régime d'écoulement du fleuve Niger ; les différences de niveau d'eau et de débit avant et après l'aménagement de Fomi ont été déterminées :

**i) Période d'étiage :** les débits en rivière avec Fomi seraient supérieurs aux apports naturels de cette époque d'environ  $100 \text{ m}^3/\text{s}$  :

- A Koulikoro, le niveau d'eau augmenterait d'environ 40 cm. La grande partie de cette eau arriverait jusqu'à l'entrée du Delta Intérieur, car l'augmentation de la superficie qui cause l'évaporation serait peu importante, le fleuve demeurant dans son lit mineur.
- Dans le Delta Intérieur et en aval de celui-ci l'influence du débit serait plus difficile à évaluer, les données disponibles depuis la mise en service de Selingué ayant démontré une faible augmentation de débit à la sortie du Delta, il serait probable qu'une augmentation un peu plus significative de débit soit observée jusqu'à Niamey au NIGER avec Fomi.  
Deux phénomènes expliqueraient la déperdition du volume d'eau dans le delta : soit l'évaporation de l'eau en surface, soit l'infiltration dans le sol.  
L'évaluation de ces deux phénomènes ne peut être réalisée que par une

modélisation qui inclura à la fois les prélèvements en rivière, l'infiltration et l'évaporation.

**ii) période de crue :** il semble que l'influence de l'aménagement pendant la période de crue soit plus importante à l'aval immédiat du barrage, plus particulièrement au début de la période de montée de la crue, lors du remplissage du réservoir. Cette influence s'estomperait progressivement au fur et à mesure que l'on s'éloigne vers l'aval, le Bassin régularisé n'étant qu'un pourcentage réduit du total du Haut Bassin.

Tableau 0-7 Evaluation de l'influence de l'aménagement de FOMI sur le niveau (m) d'eau journalier du fleuve Niger à Banankoro (frontière Guinée-Mali).

Période	Niveau	Sans Fomi	Avec Fomi	H (m)
1989 (année sèche)	Hmin	329,08	330,28	+1,20
	Hmax	333,94	333,46	-0,48
1992 (moyenne)	Hmin	329,01	330,04	+1,03
	Hmax	334,05	333,86	-0,19
1982-95	Hmin	329,21	330,27	+1,06
	Hmax	334,27	333,82	-0,45

Tableau 0-8 Evaluation de l'influence de l'aménagement de FOMI sur le niveau (m) journalier du fleuve à Koulikoro

Période	Niveau	Sans Fomi	Avec Fomi	H (m)
1989 (année sèche)	Hmin	290,25	290,72	+0,47
	Hmax	294,15	293,80	-0,35
1992 (moyenne)	Hmin	290,37	290,78	+0,41
	Hmax	294,70	294,60	-0,10
1982-95	Hmin	290,51	290,92	+0,41
	Hmax	294,53	294,40	-0,13

A Koulikoro, l'influence de la réduction du niveau maximal serait de l'ordre de 15 cm. Dans le Delta Intérieur cette influence serait de l'ordre de quelques centimètres, correspondant à une perte de superficie inondée de moins de 2%. (évaluations à confirmer par la modélisation).

#### Impacts de FOMI sur l'agriculture :

Le dossier de faisabilité de FOMI indique clairement que l'aménagement n'aura pas d'effets sensibles dans le domaine de l'agriculture au delà de Diré (en amont de Korioumé) dans le Delta Intérieur. L'étude de l'influence de Fomi sur l'agriculture se limitera au Haut Bassin en Guinée et au Mali.

La vallée du Niger est caractérisée par une succession de plaines alluviales riveraines à haut potentiel agricole. La majorité de ces plaines sont exploitées pour la production du riz. Il existe dans la vallée du Niger trois systèmes de culture du riz d'importances très inégales, tant par le poids qu'ils pèsent dans la production que par les surfaces cultivées qu'ils représentent :

- **Le système pluvio-fluvial** dit système traditionnel, propre à la vallée du fleuve en général et au Delta Intérieur en particulier. Il occupe environ 200 000 ha en 2005 et se caractérise par l'absence totale

d'aménagements hydrauliques et par conséquent des rendements très faibles (moins de 1 tonne par hectare).

- **la submersion contrôlée**, qui représente plus de 60 % des superficies aménagées. Ce système se caractérise par des aménagements hydrauliques sommaires ; qui rendent les cultures moins soumises à l'aléa portant sur les dates de pluies ; des rendements supérieurs à ceux du premier système mais en moyenne faibles (rarement plus d'1 tonne à l'hectare).
- **l'irrigation en maîtrise totale** (pompage ou système gravitaire).  
L'irrigation par pompage est en développement dans la vallée du fleuve depuis 1980 avec la réduction des crues et de la pluviométrie. Il s'agit généralement de : superficies modestes, gérées par des privés ou par des communautés villageoises (petits périmètres irrigués villageois) souvent aidées par des ONG.  
L'irrigation par système gravitaire se caractérise par des aménagements qui bénéficient d'un plan d'eau garanti en amont et l'écoulement de l'eau à partir de ce plan d'eau se fait de façon gravitaire. Ce sont les grands aménagements de l'Office du Niger (83 000 ha), de Baguineda (3 000 ha) et de Selingué (2 000 ha) ; tous liés à l'existence d'un barrage.  
Bien que représentant la troisième catégorie de riziculture par l'étendue des superficies (près de 120 000 ha) le système de la maîtrise totale procure près de 80 % de la production de riz dans le Haut Bassin. En année moyenne, les rendements peuvent osciller de 4,5 T/ha à 6 T/ha.

#### **Conséquences de l'écrêtement des crues par Fomi sur l'agriculture irriguée :**

L'écrêtement des crues du Bassin Supérieur est surtout craint pour les systèmes d'irrigation qui dépendent exclusivement des inondations naturelles du fleuve : le système pluvio-fluvial et la submersion contrôlée. Mais selon les indications du dossier de faisabilité : « La variabilité des crues naturelles est très marquée dans le Bassin Supérieur et dans le Delta avec des amplitudes de variations inter-annuelles atteignant trois (3) mètres. On conçoit alors que les réductions des crues prévues par Fomi affecteront peu la productivité.

A long terme, la perte de productivité dans le Delta devrait être inférieure à 1% et amplement compensée par l'amélioration des conditions de production, qui résulteront de l'apport supplémentaire d'eau en saison sèche ».

**Conséquences de l'accroissement des débits d'étiage par Fomi :** Les cultures de saison sèche dans la vallée du Niger ne sont possibles que grâce au système de maîtrise totale ; notamment en aval des barrages.

L'accroissement des débits d'étiage par Fomi va favoriser d'importants développements, tant dans le domaine de la riziculture de contre saison que des cultures maraîchères :

- en Haute Guinée le potentiel est évalué à 31 793 ha
- à Bankoumana (160 km en amont de Bamako) possibilité d'aménager 1 700 ha en maîtrise totale par pompage depuis le Niger
- à Baguineda, un apport supplémentaire d'eau en saison sèche permettrait la production maraîchère sur 1 500 ha supplémentaires

- à Markala, un apport supplémentaire de 20m<sup>3</sup>/s permettrait, dans les périmètres de l'Office du Niger, la pré-irrigation nécessaire à la mise en valeur de 15 000 ha de cultures maraîchères de contre saison.

**Fomi et l'extension des périmètres irrigués de l'Office du Niger :** Par analogie avec la retenue de Selingué (les deux aménagements se trouvant dans la même zone géographique et présentant des similitudes), on peut estimer que l'écrêtement du pic de la crue du Niandan pour le remplissage de la retenue de Fomi doit être de l'ordre de 700 m<sup>3</sup>/s. Ce débit est retiré à ce que serait la crue naturelle en aval en l'absence du barrage. En effet le fait d'avoir à remplir plus de 6 milliards de m<sup>3</sup> en une dizaine de semaines conduit nécessairement à prélever de l'eau de l'ordre de 744 m<sup>3</sup>/s (en moyenne) durant ce même laps de temps. Il faut noter que cette phase de remplissage, donc de prélèvement ; affecte la totalité de la phase de montée naturelle des apports du Niandan, pic de crue inclus, puisqu'elle doit se dérouler de fin Juillet à fin Septembre ;

Le prélèvement annuel d'eau exercé par Markala pour l'ON est estimé en 2005 à près de 2,6 milliards de m<sup>3</sup> (Rapport avenir du fleuve Niger au Mali). Cette quantité d'eau prélevée paraît petite par rapport à l'apport annuel moyen du fleuve à Markala, qui est de 46 milliards de m<sup>3</sup>. Cependant au moment de la période d'étiage, les prélèvements exercés peuvent représenter plus de 50% de l'apport du fleuve. En outre 150m<sup>3</sup>/s sont prélevés durant la période de crue.

Tableau 0-9 Impacts de Fomi et de l'ON sur le débit aval, exprimés par saison

Aménagements	Crue (hautes eaux)		Etiage (basses eaux)	
	Types de besoin et d'usage	Effets sur disponibilité aval	Types de besoin et d'usage	Effets sur disponibilité aval
Fomi	Stockage pour remplissage retenue	Négatifs, assez importants (-700 m <sup>3</sup> /s)	Déstockage pour production d'énergie	Positifs, très importants par rapport au débit de la saison (+ 60 m <sup>3</sup> /s)
Office du Niger	Prélèvements pour irrigation	Négatifs, modestes par rapport au débit de cette saison	Prélèvements pour irrigation	Négatifs, important par rapport au débit à cette saison

L'examen des tableaux ci-dessus inspire les commentaires suivants :

- de juillet à Novembre les apports du fleuve sont substantiels (période de crue) ;
- de juillet à novembre les maxima de prélèvement d'eau sont opérés à l'ON ; Cette période correspond effectivement à l'irrigation des cultures d'hivernage et à l'extension éventuelle des périmètres ;
- durant la même période (juillet à début octobre) s'opère le remplissage de la retenue de Fomi qui est presque vide au mois de juin ;
- de décembre à juin, les apports du fleuve sont à la baisse et les débits d'étiage sont renforcés par le soutien de Fomi (au moins 60m<sup>3</sup>/s à Markala).

De l'analyse qui précède on déduit que :

- Fomi ne contribue pas en tant que tel à l'extension des périmètres irrigués de l'ON qui s'opère à la faveur de la crue naturelle du fleuve en même temps que Fomi fait le remplissage de sa retenue ;

- Le soutien apporté par Fomi aux débits d'étiage contribue par contre à l'extension des périmètres maraîchers et à l'intensification de la riziculture (cultures de contre saison) comme l'atteste le rapport de faisabilité de Fomi en ce qu'il indique que grâce à Fomi la mise en valeur de 15 000 ha de cultures maraîchères de contre saison sera assurée.

**Prélèvements d'eau nécessaires à l'extension de l'ON :** L'assolement et les besoins en eau pour l'extension des périmètres de l'ON feront l'objet d'une optimisation par le modèle.

*Impacts de Fomi sur la navigation :*

Le soutien des débits d'étiage favorise la navigation légère, tout en assurant le maintien d'un niveau minimal d'eau dans le lit du fleuve pendant pratiquement toute l'année.

En ce qui concerne l'écrêtement des crues, son influence s'estompe en descendant le cours du fleuve au fur et à mesure que les apports provenant d'autres affluents s'ajoutent au débit régularisé.

- A Banankoro, l'influence de la régularisation du débit par Fomi permettra de maintenir le niveau minimal en rivière d'environ 1,0 m au-dessus du niveau minimal en condition naturelle. L'écoulement en rivière s'effectuant à cette époque dans le lit mineur, on admet que la différence de 1,0 m observée à Banankoro sera du même ordre de grandeur pour l'ensemble du bief Kankan Bamako. Ce bief sera donc accessible toute l'année pour la navigation légère et moyenne. Toutefois, il faudra prévoir certains travaux et ou aménagements afin de s'assurer d'éliminer ou d'éviter les seuils qui peuvent se former suite à la modification du lit fluvial en période de crue.
- A Koulikoro, il semble que l'influence combinée de Fomi et de Selingué va permettre d'accroître de 1,0 m le niveau en période sèche tout en favorisant la navigation légère et moyenne toute l'année entre Koulikoro et Markala (270 km). Les travaux et aménagements requis à cette fin doivent être également effectués.

*Impacts de Fomi sur la production d'énergie sur les sites en aval :*

Le fait d'augmenter entre 60 et 120 m<sup>3</sup>/s le débit en rivière pendant la saison sèche permettra d'augmenter la rentabilité des centrales au fil de l'eau située en aval (Sotuba, Kénié et Markala). Une évaluation sommaire indique que la réalisation de Fomi va permettre un accroissement de production d'énergie à Kénié de l'ordre de 30 à 40 GWh (soit 15 à 20% de la production annuelle estimée.). Le modèle d'optimisation prend en considération cette quantité d'énergie.

Compte tenu de la régularisation naturelle de l'écoulement dans le Delta, l'amplitude de l'impact sur les Projets de Tossaye et Kandadji sera beaucoup plus faible.

*Disponibilité en eau*

La base de l'optimisation du scénario 1 est donnée par les débits actuels sortants des différents biefs du bassin. Ces débits qui sont déjà présentés dans le Tableau 6.2

*Débits sanitaires :*

Dans le cadre de l'évaluation de ce scénario une allocation en eau pour la satisfaction des demandes des zones humides du Bassin est prise en compte. Cette allocation a été évaluée, dans le chapitre sur le bilan hydrique, à environ 10% du débit moyen en période d'étiage. Les débits sanitaires retenus ont déjà été présentés dans le Tableau 6-3

*Débit de garantie :*

A niveau de la station de Malanville un débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s est introduit dans le modèle d'optimisation. Ce débit sert à satisfaire les demandes du Nigeria pour les barrages de Kainji et Jebba.

*Surfaces irriguées :*

Pour l'optimisation de ce scénario, les extensions de la surface irriguée prévue dans le cadre de la mise en eau du barrage de Fomi sont prises en compte. Le tableau suivant présente les superficies potentielles des horizons 2015 et 2025 et les détails présentés dans le Chapitre 3 couvrent la totalité du développement, y compris les grands aménagements prévus (barrages de Fomi, Taoussa, Kandadji, etc.), tandis que dans le tableau ci-dessous seul les effets du barrage de Fomi n'ont pas été pris en compte.

Tableau 0-10 Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger (Scénario 1).

	Surface potentiels irriguées (ha)	
	2015	2025
Niger Supérieur	103 400	116 600
Delta Intérieur	351 500	651 500
Moyen Niger	101 100	120 600
Niger Inférieur - Système Niger	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	60 550	80 100
Niger Inférieur – Delta du Niger	15 050	16 550
Total	719 100	1 074 300

*Assolement en contre saison :*

Actuellement, la culture maraîchère en contre saison ne dépasse pas les 20 à 25% de la surface irriguée dans le Bassin. Il est possible que cette culture devienne plus importante dans l'avenir, mais à condition que des investissements supplémentaires en matière de stockage (pour les oignons et la pomme de terre par exemple) et transport soient réalisés. Actuellement, le maraîchage se pratique près des centres urbains ce qui ne pose pas de problèmes de stockage et de transport.

Pour tenir compte de ces contraintes le modèle d'optimisation se limite à une contrainte, la croissance de la surface en maraîchage pendant la contre saison à 25% en 2015 et 50% en 2025.

*Production d'hydroélectricité :*

Le modèle d'optimisation prend en compte une production supplémentaire d'hydroélectricité dans le Niger Supérieur (à cause des barrages de Fomi et Selingué) et

dans le Delta Intérieur (suite au débit supplémentaire en saison sèche) de l'ordre de 750 GWh.

*Autres secteurs :*

La demande en eau potable pour la population et le cheptel ne changeront pas, en comparaison avec le scénario de développement autonome.

En ce qui concerne la pêche, il faut prévoir un développement supplémentaire de la pêche dans la retenue de Fomi. Cette retenue offre des opportunités énormes pour la pêche artisanale, qui est évaluée à une capture de 50 kg par ha par an sur une surface de 50 700 ha de surface d'eau. La production prévue est de l'ordre de 2 500 tonnes par an avec une valeur économique de 0,63 milliards de FCFA.

Les avantages pour le transport fluvial sont négligeables, car seule le transport léger profitera du supplément d'eau devenu disponible.

*Conclusion :*

L'aménagement de Fomi, de par les opportunités de développement qu'il laisse entrevoir ; est un projet intégrateur par excellence qui peut constituer un véritable pôle de développement pour tout le Bassin Supérieur du fleuve Niger.

Cependant ce projet peut amener des modifications importantes du milieu et avoir des répercussions environnementales majeures. L'étude d'impact environnemental doit permettre de quantifier ces répercussions et de proposer des mesures d'atténuation qui permettent de corriger ou de compenser les effets négatifs.

- Scénario 2 : Barrages en cascades dans le Moyen Niger

Le présent paragraphe résume l'étude d'optimisation de la régularisation du Moyen Niger à l'horizon 2025, présentée en Annexe 8 du rapport final provisoire. Cette étude concerne la gestion des retenues des aménagements projetés à Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou (site du « W »).

*Hypothèse :*

Le cours du Moyen Niger est régularisé à l'horizon 2025 par la réalisation des barrages de Taoussa et de Kandadji et éventuellement par ceux de Labezanga et de Kambou.

*Objectif de l'étude :*

En dehors des aménagements de Taoussa et de Kandadji dont les cotes de retenue normale ont été déjà fixées en prenant en compte des considérations d'ordre écologique et géopolitique ; celles des deux autres aménagements (Labezanga et Kambou) n'ont pas encore été fixées de façon définitive.

Ainsi, les analyses qui vont suivre ont essentiellement pour buts :

- De mettre en évidence l'influence de la cote de retenue normale d'un ouvrage sur la quantité d'énergie produite par cet ouvrage ;

- D'évaluer les gains en production d'énergie à l'aval dus à la présence d'un ou de plusieurs ouvrages à l'amont ;
- D'identifier la ou les meilleures combinaisons de la gestion intégrée des retenues en vue de la régulation optimale du bief fluvial du Moyen Niger.

#### *Methodologie:*

L'étude s'est déroulée de la façon suivante : d'abord la gestion de chaque ouvrage pris isolement a été simulée pour différentes cotes de retenue normale. La comparaison des résultats obtenus a permis d'éliminer les cotes de retenue jugées non attractives.

Ensuite, la simulation de la gestion a porté sur des schémas de développement comportant deux ouvrages (Taoussa et Labezanga, Taoussa et Kandadji) et trois ouvrages (Taoussa-Labezanga-Kandadji). Ces calculs ont été effectués pour différentes combinaisons de cotes de retenue normale. A nouveau, les combinaisons les moins attractives ont été éliminées, ce qui a permis de retenir deux types de schémas de développement du bief fluvial. Ces deux schémas, qui incluent l'aménagement de Kambou ont été étudiés plus en détails dans une troisième phase.

Les opérations de calcul utilisées pour simuler la gestion des aménagements maximisent la production d'énergie ferme (énergie produite sous forme de ruban continu en année décennale sèche). L'énergie produite en plus de l'énergie ferme soit en année sèche, moyenne ou humide est appelée énergie secondaire.

Dans la première phase des calculs, c'est uniquement la production d'énergie ferme qui intervient dans la comparaison des variantes. Dans les phases ultérieures, la production d'énergie secondaire, soit en année sèche, soit en année moyenne est suivant le cas, également prise en compte par les caractéristiques plus détaillées de la demande et du système de production n'interviennent pas dans les analyses. (Certaines telles que la puissance installée, sont empruntées aux études antérieures).

L'irrigation est l'un des buts multiples des aménagements projetés sur le Moyen Niger. De ce fait, deux cas types ont été considérés pour la simulation de la gestion des retenues : une fois sans et une fois avec irrigation.

La simulation de la gestion des retenues a été réalisée sans tenir compte des besoins de la navigation.

#### *Evaluation des résultats :*

La présente étude a porté sur la mise en valeur des sites de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou sur le Moyen Niger. L'approche utilisée lors de la simulation de la gestion de ces aménagements a consisté à maximiser la production d'énergie ferme en année décennale sèche. La production d'énergie secondaire en année décennale sèche et moyenne a également été évaluée.

Les études de simulation ont été réalisées pour différentes cotes de retenue normale des ouvrages et pour différentes combinaisons d'ouvrages. La comparaison des résultats obtenus de ces analyses a permis d'éliminer les alternatives les moins attractives. Ce procédé a mis en évidence deux options fondamentales : la première prévoit un aménagement à Labezanga tandis que dans la seconde le barrage de Kandadji noie le site de Labezanga.

Ainsi le premier schéma d'aménagement comprend Taoussa, Labezanga, petit Kandadji et Kambou, tandis que le deuxième schéma prévoit Taoussa, grand Kandadji et Kambou.

Dans le schéma n°1, la cote de retenue normale de Kandadji est pratiquement fixée et s'élève à 228 m. Pour le site de Labezanga, la valeur la plus attrayante se situe autour de 237.5 m. Dans le schéma n°2, la cote optimale de Kandadji se situe entre de 232.5 et 237.5 m. Au site de Kambou, la cote de retenue normale est pour les deux schémas 210.5 m. Les études ont en outre montré l'intérêt qu'il y a à choisir une cote de retenue normale élevée pour l'aménagement de Taoussa. Ainsi la variante 258.5 m doit-elle être considérée comme un minimum.

Pour le schéma avec Taoussa 258.5 m, Labezanga 237.5 m, Kandadji 228 m et Kambou 210.5 m, la puissance ferme totale s'élève à 50.4 MW. Pour le schéma n°2 b, avec Taoussa 258.5 m, Kandadji 237.5 m et Kambou 210.5 m, à 97.6 MW. Sans tenir compte de la production de Kambou, le transfert de la chute de Labezanga au site de Kandadji produit un gain de puissance ferme d'environ 30 MW. Le gain est du même ordre de grandeur pour les schémas avec Taoussa 260 m.

Les puissances fermes totales des différents schémas de développement étudiés sont résumées ci-après pour le cas avec irrigation :

*Tableau 0-11 Schémas d'aménagements du Moyen Niger*

Schéma	Combinaison	Puissance ferme (MW)
Taoussa 258.5	Labezanga 237.5 Kandadji 228 Kambou 210.5	50
Taoussa 258.5	Kandadji 232.5 Kambou 210.5	62
Taoussa 258.5	Kandadji 237.5 Kambou 210.5	98
Taoussa 260	Labezanga 237.5 Kandadji 228 Kambou 210.5	70
Taoussa 260	Labezanga 237.5 Kandadji 232.5 Kambou 210.5	78
Taoussa 260	Kandadji 237.5 Kambou 210.5	114

Les prélèvements d'eau dans le Niger pour l'irrigation des terres du Moyen Niger conduisent à une réduction de la puissance ferme de l'ordre de 15 MW.

Suivant les cas considérés, la puissance ferme de Kambou varie dans un rapport de 1 à 2. Cette variation énorme est la conséquence directe du faible volume accumulé par cet aménagement.

Les combinaisons de développement retenues ont été soumises à une analyse d'optimisation économique discutée au Chapitre 7.

#### *Disponibilité en eau*

La base de l'optimisation du scénario 1 est donnée par les débits actuels sortants des différents biefs du bassin. Ces débits qui sont déjà présentés dans le Tableau 6-2

#### *Débits sanitaires :*

Dans le cadre de l'évaluation de ce scénario une allocation en eau pour la satisfaction des demandes des zones humides du Bassin est prise en compte. Cette allocation a été évaluée, dans le chapitre sur le bilan hydrique, à environ 10% du débit moyen en période d'étiage. Les débits sanitaires retenus ont déjà été présentés dans le Tableau 6-3

#### *Débit de garantie :*

A niveau de la station de Malanville un débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s est introduit dans le modèle d'optimisation. Ce débit sert à satisfaire les demandes du Nigeria pour les barrages de Kainji et Jebba.

#### *Surfaces irriguées :*

Pour l'optimisation de ce scénario, les extensions de la surface irriguée prévue dans le cadre de la mise en eau du barrage de Fomi sont prises en compte. Les tableaux suivants présentent les superficies potentielles des horizons 2015 et 2025 pour les variantes 1 et 3. Les détails présentés dans le Chapitre 3 couvrent la totalité du développement, y compris les grands aménagements prévus (barrages de Fomi, Taoussa, Kandadji, etc.), tandis que dans les tableaux ci-dessous seuls les effets du barrage du développement du Moyen Niger n'ont pas été pris en compte.

*Tableau 0-12 Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger (Scénario 2 – variante 1).*

	Surface potentiels irriguées (ha)	
	2015	2025
Niger Supérieur	41 100	54 300
Delta Intérieur	231 500	351 500
Moyen Niger	175 900	195 400
Niger Inférieur - Système Niger	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	60 550	80 100
Niger Inférieur – Delta du Niger	15 050	16 550
<b>Total</b>	<b>611 600</b>	<b>786 800</b>

*Tableau 0-13 Superficies irrigués aménageables dans le Bassin du Niger (Scénario 2 – variante 3).*

	Surface potentiels irriguées (ha)	
	2015	2025
Niger Supérieur	41 100	54 300
Delta Intérieur	231 500	351 500
Moyen Niger	172 100	201 600
Niger Inférieur - Système Niger	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	60 550	80 100
Niger Inférieur – Delta du Niger	15 050	16 550
<b>Total</b>	<b>607 800</b>	<b>793 000</b>

#### *Assolement en contre saison :*

Actuellement, la culture maraîchère en contre saison ne dépasse pas les 20 à 25% de la surface irriguée dans le Bassin. Il est possible que cette culture devienne plus importante dans l'avenir, mais à condition que des investissements supplémentaires en matière de stockage (pour les oignons et la pomme de terre par exemple) et transport soient réalisés. Actuellement, le maraîchage se pratique près des centres urbains ce qui ne pose pas de problèmes de stockage et de transport.

Pour tenir compte de ces contraintes le modèle d'optimisation se limite à une contrainte, la croissance de la surface en maraîchage pendant la contre saison à 25% en 2015 et 50% en 2025.

*Production d'hydroélectricité :*

Le modèle d'optimisation prend en compte une production supplémentaire d'hydroélectricité dans le Moyen Niger (à cause des barrages des variantes 1 et 3). Au titre de la variante 1 il est estimé que la production supplémentaire d'électricité par les barrages de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou pourrait être de l'ordre de 1 634 GWh par an. En ce qui concerne la variante 3, il est prévu que la combinaison des barrages Taoussa, le grand Kandadji et Kambou pourrait générer une production supplémentaire d'énergie de 2 069 GWh par. Le tableau suivant donne les détails.

*Tableau 0-14 Production d'hydroélectricité par an par les barrages du Moyen Niger (variante 1 et 3)*

Barrage	Variante1		Variante 3	
	GWh ferme	GWh supplémentaires	GWh ferme	GWh supplémentaires
Taoussa	60.5	140.8	60.5	140.8
Labezanga	74.5	145.3		
Kandadji	183.1	384.1	558.0	679.6
Kambou	123.1	523.4	236.5	420.8
Total	441.2	1 189.0	855.0	1 241.2

Le choix des capacités installées au niveau de différents barrages a été optimisé en fonction des débits de la décennie sèche. La conséquence pourrait être qu'en année moyenne la capacité des turbines ne soit pas suffisante pour maximaliser la production d'électricité. La figure ci-dessous présente les relations entre les productions en année moyenne et pour la décennie sèche. On note une grande différence entre les deux variantes ; celle avec trois barrages, dont le « grand » Kandadji (Variante 3) produit beaucoup plus d'électricité que celle avec quatre barrages (Variante 1). L'optimisation économique faite prend comme production celle d'une année moyenne.

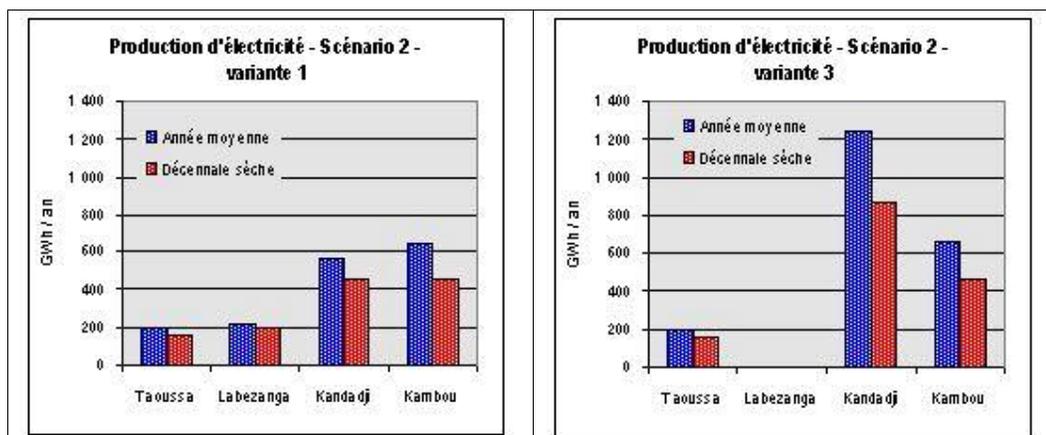


Figure 0-1 Variations en production d'électricité entre en année moyenne et pour la décennie sèche

*Autres secteurs :*

La demande en eau potable pour la population et le cheptel ne changera pas, comparée à celle du scénario de développement automne.

En ce qui concerne la pêche, il faut prévoir un développement supplémentaire de la pêche dans la retenue des barrages. Ces retenues donnent des opportunités énormes pour la pêche artisanale, qui est évaluée à une capture de 50 kg par ha par an sur une surface de 187 025 ha d'eau (variante 1) et une surface de 209 525 ha (variante 3). La production prévue dans la variante 1 est de l'ordre de 9 351 tonnes par an avec une valeur économique de 2,34 milliards de FCFA. Au titre de la variante 3 la production prévue est de l'ordre de 10 476 tonnes avec une valeur de 2,62 milliards de FCFA.

Les avantages pour le transport fluvial sont négligeables, car seule le transport léger profitera du supplément d'eau qui rendu disponible.

## 1.26 Opportunités de développement régional

L'eau du fleuve Niger donne lieu à des opportunités de développement régional, portant essentiellement sur l'hydroélectricité, la production agricole, le transport, l'écotourisme, la protection des zones humides et la pêche. S'il n'est pas facile de donner des précisions quantitatives sur ces opportunités, il est néanmoins possible de les signaler et d'en donner quelques détails qualitatifs. Pendant la préparation du PADD plus de détails de ces opportunités pourraient être collectés et analysés.

Les opportunités de développement régional qu'on peut signaler comprennent en autres :

1. La distribution d'hydroélectricité dans le Bassin, afin que le transfert des lieux de production (Selingué, Fomi, Taoussa, Kandadji, Kambou, Kainji, Jebba, Shiroro et Lagdo) vers les centres de consommation soit optimisé. Dans cette optique on pourrait prévoir que l'électricité de Selingué et de Fomi soit transférée au Mali et que la production de Manantali (dans le Bassin du Sénégal) soit orientée vers la Guinée en contrepartie. En plus, il est prévisible que le barrage de Lagdo transfère

une partie de sa production électrique vers l'Est du Nigeria et même le Tchad. Ces propositions ne sont pas directement réalisables et nécessitent des investissements importants pour le réseau de transfert.

2. Actuellement chaque pays du Bassin tente de satisfaire ses propres besoins alimentaires (surtout le riz et les autres céréales). Néanmoins, il serait possible de concentrer la production du riz dans les zones les plus favorables à cette culture (par exemple le Delta Intérieur, le système Niger et le système Bénoué) et se concentrer dans les zones moins favorables pour d'autres produits (par exemple le sorgho et le maïs dans la zone du Moyen Niger et les plantations dans le Delta du Niger et les zones tropicales du Nigeria).
3. Le transport de produits alimentaires et d'importation dans la zone est principalement assuré par des camions ; le Niger est presque entièrement alimenté à partir du Nigeria et du Bénin, le Mali reçoit beaucoup de ses produits par le Bénin (Cotonou), le Burkina Faso par Lomé (Togo) et Cotonou (depuis que le chemin de fer vers Abidjan (Côte d'Ivoire) n'est plus opérationnel). Il conviendra de faire une étude détaillée (du type « nodal split ») afin d'identifier les flux actuels et d'entreprendre une optimisation des flux futurs et des opportunités qui existent.
4. La protection des zones naturelles dans la zone du Bassin permettra le développement d'un circuit d'écotourisme régional. Un tel circuit n'existe pas actuellement, du fait que le transport entre les différentes zones touristiques n'est généralement pas facile (le lien Ouagadougou – Mopti par exemple est difficile) et aussi à cause des différentes réglementations nationales pour développer l'écotourisme.
5. la protection et la restauration des zones humides dans la zone du Bassin contribuera à la biodiversité, une meilleure qualité de l'eau et offrira aussi des opportunités économiques par ses produits spécifiques. Les qualités d'assainissement des eaux usées, que pourraient jouer les zones humides ne sont pas encore exploitées en Afrique de l'Ouest. Ces zones humides offrent en plus des sites pour l'écotourisme.
6. La construction de barrages permettra de développer une pêche commerciale au niveau des retenus. Bien que la plupart des études signale et quantifie cette possibilité, il reste beaucoup plus à faire en termes de réglementation, de suivi et de développement (par exemple dans la retenue de Lagdo beaucoup d'efforts ont été faits dans ces domaines à travers plusieurs projets de pêche).

## 1.27 Détails spécifiques du modèle

- Critères de l'optimisation économique

L'optimisation concerne seulement l'assolement des cultures irriguées, la production d'hydroélectricité et le transport fluvial. La consommation et l'utilisation de l'eau dans le Bassin sont fonction d'un grand nombre de variables, desquelles peu sont liées à la disponibilité en ressources eau.

La plus importante de ces variables concerne la surface irriguée qui, bien que dépendante de superficies aménagées, donne toujours la possibilité de jouer sur l'intensité culturale en produisant plus d'une culture par an, en fonction de la disponibilité de l'eau. Les périmètres sont généralement cultivés en hivernage (saison des pluies), lorsque les débits du fleuve sont importants pour permettre l'irrigation. Pendant la contre saison (saison sèche) on constate que seule une petite partie des terres irriguées est cultivée alors que l'eau est disponible. A travers l'optimisation de

l'assolement il sera possible de définir un type d'assolement théorique pour un meilleur usage de l'eau.

La gestion des grands barrages est surtout assurée par les sociétés nationales d'exploitation de l'électricité. Celles-ci optimisent la production de l'hydroélectricité sans prendre en compte les autres usages faits de l'eau d'un réservoir<sup>12</sup>. L'optimisation de la production d'hydroélectricité devra aller de pair avec les autres usages faits de l'eau du barrage. Il faudra optimiser l'exploitation des barrages afin de produire plus d'électricité et de faire profiter au maximum les usagers en aval de l'eau sortant. Après analyse de l'exploitation du barrage de Selingué l'on constate qu'il est possible d'augmenter la production d'hydroélectricité en produisant plus en heures pleines, ce qui ne serait pas irréaliste pour le Mali et la Guinée qui enregistrent une faible capacité de production électrique.

La figure ci-dessous présente les opportunités qu'offre une autre manière de gestion de barrage, celui de Fomi. A gauche se trouve la situation actuelle<sup>13</sup> et à droite une estimation des possibilités d'exploitation. Les diagrammes montrent une réduction importante des volumes déversés / lâchés.

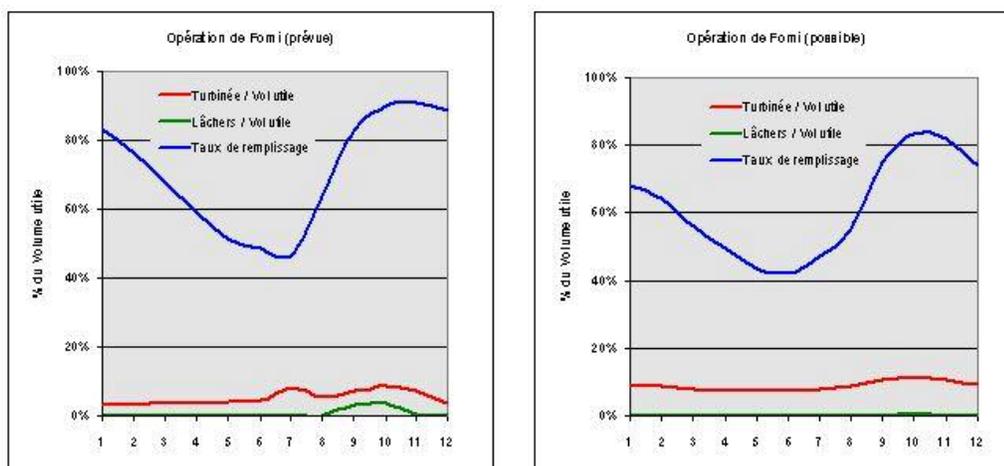


Figure 0-2 Opportunités d'exploitation du barrage de Fomi

Le transport fluvial peut aussi faire l'objet d'optimisation car, car bien que les volumes transportés soient faibles actuellement, il se pourrait qu'un débit minimal d'étiage devant permettre le transport fluvial engendre le développement d'un volume important de fret à travers le transport fluvial. Au Mali les possibilités de transport fluvial entre le Delta Intérieur et Kolikoro sont importants ; 1 million de tonnes en produits. D'autres opportunités existent dans les autres parties du fleuve, si les débits minima requis sont disponibles.

Le fait que ce sont seulement trois secteurs qui feront l'objet d'optimisation simplifie le modèle, car l'étude économique peut ainsi se concentrer sur l'optimisation des bénéfices économiques supplémentaires de ces trois secteurs. Ainsi, dans l'étude

<sup>12</sup> L'opérateur du barrage de Lagdo au Cameroun préfère payer des dommages aux agriculteurs en aval pendant les périodes de déversement / vidange de la retenue, au lieu de prendre soins de protéger les cultures en val du barrage

<sup>13</sup> Sur la base des données présentées dans Zwartz, L et al (2005): The Niger, a lifeline

économique une comparaison a été faite entre les bénéfices<sup>14</sup> de l'irrigation, de l'hydroélectricité et du transport fluvial optimisés pour les scénarii identifiés (situation avec optimisation) et ceux de la situation actuelle (situation sans optimisation). En totalisant ces bénéfices additionnels sur une période de 20 ans (2006 – 2025) avec un taux d'escompte de 10%, la valeur actualisée nette (VAN) peut être calculée.

La *fonction objectif* d'optimisation maximalise les valeurs actualisées nettes (VAN) des trois secteurs optimisés.

L'optimisation des éléments du développement autonome et des scénarii calcule la VAN maximale en comparaison avec la situation actuelle, même si cela n'est pas entièrement juste dans le sens économique. Pour être juste il faudra évaluer une situation sans projet, représentée par le développement autonome, avec une situation avec projet, représentée par un scénario. Déjà, dans le cas de la présente étude une optimisation du développement autonome est faite (scénario 0), bien que ne disposant pas de données suffisantes sur un développement autonome réel. Par contre, la comparaison avec la situation actuelle est acceptable, puisque l'objectif de l'optimisation est plus l'identification de l'avantage économique d'un scénario par rapport à un autre, que le calcul du bénéfice exact que peut procurer un scénario<sup>15</sup> donné.

- Ressources en eau

L'optimisation porte essentiellement sur l'usage le plus avantageux de la ressource en eau en tenant compte des critères suivants :

1. La définition de la disponibilité de la ressource en eau prend comme point de départ la situation actuelle pour les stations identifiées. Des débits actuels, les consommations supplémentaires et les variations dues à de nouveaux barrages ont été déduites pour arriver aux débits pris en compte dans le modèle d'optimisation,
2. Les débits sanitaires identifiés dans les paragraphes précédant sont pris en compte comme consommation de l'eau,
3. La croissance de la population et du cheptel sont pris en compte dans l'usage futur de l'eau au titre des consommations,
4. Un débit de garantie est introduit au niveau de la station de Malanville. En principe ce débit est arrêté à 120 m<sup>3</sup>/s, mais il est fort probable qu'il ne soit pas possible de garantir un tel débit à cause des usages existants de l'eau. La conséquence d'un maintien de ce débit sera particulièrement une réduction de la consommation au niveau de l'irrigation, et si cela ne suffit pas le débit de garantie sera revu à la baisse,
5. Le débit mensuel au niveau d'une station doit obligatoirement être positif après l'exercice d'optimisation<sup>16</sup>.

<sup>14</sup> Le bénéfice est la différence entre le revenu en termes de produits et les coûts d'investissement et de production / exploitation

<sup>15</sup> La présente étude est limitée et ne peut pas faire une estimation détaillée des coûts et bénéfices de chaque secteur dans le bassin du Niger

<sup>16</sup> Cette condition est vérifiée dans les conditions de précision et de variance définies dans l'optimisation

- Secteurs peu touchés par le développement des ressources en eau

Ce ne sont pas tous les secteurs économiques du Bassin qui sont directement touchés par le développement autonome des ressources en eau. On estime que la communication, portant principalement sur le transport des personnes et des produits entre les villages riverains ne sera pas beaucoup affectée par un quelconque développement en amont. Cette communication est faite par des pirogues qui peuvent naviguer même si le niveau d'eau est très bas. Dans l'optimisation il n'est donc pas nécessaire de prendre ce secteur en considération.

L'écotourisme est un autre secteur qui profite peu du développement des ressources en eau dans le Bassin. Un développement de ce secteur économique dépendra beaucoup plus des initiatives prises des Etats dans le domaine de leur développement touristique que de toute autre disposition à envergure sous-régionale. Dans l'optimisation il n'est donc pas nécessaire de prendre ce secteur en considération.

- Secteurs pas touchés par les scénarii

Les secteurs comme l'AEPI, l'élevage connaissent une croissance à cause d'un développement autonome, lié à la croissance de la population et la croissance du cheptel. Les modes d'alimentation en eau potable et d'abreuvement du cheptel ne varient pas dans les scénarii : le même pourcentage de la population prend de l'eau de surface du Bassin, la répartition entre les populations urbaines et les populations rurales est maintenue constante, le pourcentage du cheptel qui prend de l'eau du fleuve ne varie pas non plus. Par contre la consommation par personne varie à un taux normalement accepté dans la région.

- Secteurs influencés par les scénarii

La conservation des zones humides s'inscrit dans le développement autonome et dans chacun des scénarii. Les débits sanitaires représentent un volume d'eau qui peut être destiné à la préservation de zones humides. Il est souhaitable de préserver les zones Ramsar dans les pays du fleuve et aussi dans d'autres zones. Sur la base d'un niveau d'évaporation moyen de 5 – 7.5 mm/jour<sup>17</sup> en contre saison, le même pour l'ensemble du bassin du fleuve, il est possible de calculer les surfaces des zones humides qui peuvent être conservées durablement par le débit sanitaire<sup>18</sup>. Le tableau suivant présente le résultat de ces estimations.

Tableau 0-15 Surfaces pérennisées par le débit sanitaire

	Débit sanitaire moyen (m <sup>3</sup> /s)	Evaporation (mm/j)	Superficie pérennisée (ha)
Niger Supérieur	121.0	5.0	20 911
Delta Intérieur	60.4	7.5	6 961
Moyen Niger	59.4	7.5	6 843

<sup>17</sup> Taux estimé à partir des calculs de l'évapotranspiration faits pour le périmètre de Tada Shonga au Nigeria, qui sera alimenté par le barrage de Shiroro et de l'étude d'actualisation du barrage de Fomi, qui contient un calcul de l'évaporation pour le Delta Intérieur

<sup>18</sup> Un débit sanitaire de 1 m<sup>3</sup>/s représente un volume d'eau de 86 400 m<sup>3</sup> par jour. Une évapotranspiration de 1 mm par jour est égale à 10 m<sup>3</sup> d'évapotranspiration par ha par jour. On peut donc calculer combien d'ha peuvent être alimentés par un débit sanitaire de 1 m<sup>3</sup>/s si l'évapotranspiration est 1 mm par jour.

Niger Inférieur - Système Niger	186.2	5.0	32 180
Niger Inférieur - Système Bénoué	285.2	5.0	49 288
Niger Inférieur – Delta du Niger	533.9	5.0	92 252
Total			208 434

Sources: Royal Haskoning (2001): Design Review Report Tada Shonga Irrigation Project et ISL (2006): Etude d'actualisation et d'impact hydraulique du projet de Fomi

Le calcul de la valeur des zones humides s'inspire des résultats d'une étude coûts-bénéfices faite sur la restauration de zones humides dans le parc de Waza Logone au Cameroun. Il y a été estimé que les bénéfices nets des zones humides est de l'ordre de FCFA 12 700 par ha par an.

La pêche est un autre secteur, qui pourrait se développer après la réalisation des aménagements. On estime que la section sur la pêche couvre la totalité des captures en situation actuelle. La construction des barrages et la création de réservoirs augmentent le volume de poisson capturé dans le Bassin. Il est estimé que la surface de nouvelles retenues créées pourrait engendrer une production de poisson de l'ordre de 50 kg/ha/année. Ce niveau de production est applicable à toutes les retenues d'eau en Afrique qui n'ont pas bénéficié de programme de développement de la pêche<sup>19</sup>.

La valeur des poissons capturés est estimée à 250 FCFA par kg, qui constitue aussi le bénéfice enregistré par les pêcheurs. Le soutien d'un étiage (débit de garantie) pourrait favoriser le développement de la production piscicole. Néanmoins, le cadre institutionnel et la réglementation pour un tel développement restent à créer. Par conséquent, le développement piscicole n'a pas été pris en compte.

- Optimisation de l'irrigation

L'irrigation est le secteur qui permet d'obtenir une optimisation à travers l'assolement des différentes cultures : en changeant le pourcentage des cultures par saison et en prenant en compte les investissements et l'exploitation des AHA additionnels, le modèle calcule la valeur actualisée (VAN) maximale de la situation optimisée en comparant le résultat de l'optimisation à la situation actuelle. Le schéma d'optimisation se base sur un nombre de facteurs, dont :

1. L'assolement des cultures par pays en faisant une distinction entre le riz d'hivernage, les autres cultures d'hivernage, le riz de contre saison, le maraîchage de contre saison et les cultures annuelles (canne à sucre, arbres fruitiers) ; l'assolement est la variable dans l'optimisation,
2. Une limitation de la croissance des cultures maraîchères en contre saisons, qui se limite à une croissance de 15% jusqu'à l'horizon 2015 et de 50% pour l'horizon 2025<sup>20</sup>,
3. Des limitations de surfaces des cultures annuelles à pas plus de 5% des superficies aménagées, sauf au Mali (canne à sucre dans le Delta Intérieur) et le Nigeria (plantations dans le Delta du Niger)<sup>21</sup>,

<sup>19</sup> Ces données proviennent du projet de développement de la pêche dans la retenue de Lagdo, qui fut exécuté par Royal Haskoning pendant les années 1990

<sup>20</sup> Les cultures maraîchères sont surtout faites aux abords des grandes villes. A cet instant il ne faut pas prévoir un développement stratégique de la culture maraîchère, car le cadre institutionnel et réglementaire est trop faible

<sup>21</sup> Estimation sur la base de la situation actuelle

4. La consommation totale d'eau pour les cultures en assolement et le niveau de consommation retenue pour les différentes cultures (selon le modèle présenté dans le Tableau 0-6 Distribution des consommations d'eau sur les mois de cultures,
5. La répartition de la consommation des cultures étalée sur les mois et qui suit un rythme qui est fonction de la culture et des besoins en eau préconisés,
6. Le calcul de la consommation mensuelle par pays par mois, à partir de la répartition des consommations des cultures étalée sur les mois,
7. Le calcul de la consommation mensuelle par bief en regroupant les pays qui font partie d'un même bief,
8. Le calcul de la consommation optimale de l'irrigation par bief ; cette consommation servira plus tard à l'estimation de la disponibilité en eau par bief,
9. L'estimation de la valeur de production de l'irrigation,
10. L'estimation des investissements nécessaires et des frais d'opération supplémentaires pour achever l'assolement optimisé.

Les valeurs économiques des cultures ont été prises sur les comptes d'exploitation du riz et des autres cultures d'hivernage, du riz et du maraîchage en contre saison et les cultures annuelles. Les détails sont présentés dans le tableau suivant.

*Tableau 0-16 Moyenne des comptes d'exploitation pour 1 ha de culture (FCFA)*

	Riz maîtrise totale	Riz submergé	Autre HIV	Riz CS	Maraîchage CS	Cultures annuelles
Valeur de la production	540 000	240 000	400 000	480 000	2 450 000	2 500 000
Coûts des intrants	98 000	68 000	150 000	98 000	455 000	510 000
Autre charges	150 000	86 000	150 000	147 000	33 000	400 000
MO familiale	100 000	51 000	60 000	80 000	365 000	200 000
Rendement économique	192 000	35 000	40 000	155 000	1 597 000	1 390 000

Source : Moyenne prise des comptes d'exploitation des différents projets de la zone du fleuve

Note : HIV = hivernage, CS = contre saison

Des nouveaux aménagements hydro-agricoles sont à prévoir dans le futur, soit à cause du développement autonome soit à la suite de la construction des barrages et périmètres irrigués. Les coûts d'investissement pour ces nouveaux développements sont évalués à 12 500 USD par ha (chiffre moyen pour cette région), ce qui correspond à FCFA 6,50 millions par ha.

Pour les frais d'opération de ces nouveaux aménagements un taux de 2% de la valeur des investissements est considéré par an, soit 130 000 FCFA par ha par an.

- Optimisation de la production d'hydro-électricité

Une optimisation de la production d'hydroélectricité devient une réalité avec une gestion intégrée de l'eau des retenues et en combinant la gestion de plusieurs barrages. A présent, le but de la gestion des barrages est surtout de produire de l'électricité. C'est aux opérateurs nationaux d'électricité qu'est confiée la gestion des grands barrages. Par

une subsidiarité de la gestion à un organisme interbassin il serait possible d'optimiser la gestion des barrages.

Pour le cas des barrages de Selingué et de Fomi une simulation a été faite sur les avantages que ce mode de gestion pourrait avoir en termes de production supplémentaire d'hydroélectricité. Par ailleurs il serait intéressant d'optimiser la gestion des barrages de Kainji et Jebba et ceux du système Bénoué<sup>22</sup>.

Le prix retenu de l'hydroélectricité produite est de 68 FCFA par kWh, en se basant sur l'étude de la faisabilité du développement de la Boucle du Niger (Barrage de Taoussa)<sup>23</sup>

- Optimisation du transport fluvial

Les opportunités pour le transport fluvial sont dépendantes du débit dans les parties navigables du fleuve. Les débits minima calculés pour que la navigation soit possible, sont :

- A Koulikoro : 1 800 m<sup>3</sup>/s
- A Tossaye : 1 000 m<sup>3</sup>/s
- A Ansongo: 1 000 m<sup>3</sup>/s
- A Niamey: 1 000 m<sup>3</sup>/s
- A Lokoja: 5 000 m<sup>3</sup>/s
- A Onisha: 5 000 m<sup>3</sup>/s

En se basant sur les données du Tableau 5-2, présentant les débits moyens disponibles dans les biefs du fleuve à l'heure actuelle, on constate que le transport fluvial n'est possible que pendant un nombre limité de mois dans l'année, à savoir :

- Sur le Niger Supérieur entre Kolikoro et Mopti pendant les mois d'août en octobre,
- Sur le Moyen Niger entre Tossaye et Niamey pendant les mois de septembre à janvier,
- Sur le système Bénoué entre Lokoja et Garoua pendant les mois d'août à octobre,
- Sur le fleuve dans le Delta du Niger pendant les mois juillet à novembre.

Il ne se produira que peu de changements dans cette situation si des mesures particulières ne sont pas prises pour stimuler le transport fluvial, tel que le curage du fleuve, le lâchage d'un débit d'étiage qui favorise le transport fluvial, la construction d'infrastructures portuaires, etc.

<sup>22</sup> Presque tous les barrages du Bassin sont gérés par les sociétés nationales d'électricité, ce qui n'est certainement pas une incitation à optimiser la rentabilité économique des autres secteurs dans le Bassin (le fait que l'ONE qui gère Lagdo préfère payer des dommages aux agriculteurs pour les cultures détruites pendant les périodes des lâchages reste indicative)

<sup>23</sup> Coyne et Bellier (1997) : Rapport de factabilité du scénario de développement de la Boucle du Niger – Etude de factabilité d'impact du barrage Tossaye (Taoussa)

## RESULTATS DES OPTIMISATIONS

### 1.28 Scénario 0 : Développement autonome

Rappel des éléments que le scénario de développement autonome prend en considération :

- Une gestion de la ressource en eau qui ne prendrait pas en compte les effets de grands ouvrages prévus, tel que Fomi, Taoussa, Kandadji, etc.,
  - Un débit sanitaire minimum pour satisfaire la pérennisation des zones humides situées le long du Bassin du Niger.
  - Un débit de garantie à la station de Malanville qui ne peut dépasser 120 m<sup>3</sup>/s,
  - Une extension de l'irrigation sans prendre en compte les aménagements possibles avec ces grands ouvrages,
  - Une croissance de la population et l'effet que celle-ci aura sur la consommation d'eau,
  - Une croissance du cheptel et l'impact qu'elle aura sur la consommation d'eau par les animaux.
- Valeur actualisée nette

Le résultat de l'optimisation du développement autonome du Bassin du Niger donne une valeur actualisée supplémentaire<sup>24</sup> de l'ordre de 229 milliards de FCFA pour toute la période allant jusqu'à 2025, provenant presque entièrement de l'irrigation (208 milliards de FCFA). Cependant, il est indiqué que le Moyen Niger produit une valeur actualisée nette qui est négative, ce qui bouleverse le résultat de ce scénario.

Néanmoins, on constate qu'avec les superficies actuelles aménagées et le développement autonome de l'irrigation, sans prendre en considération de nouveaux grands aménagements, il est possible d'aboutir à une intensification de l'agriculture irriguée dans le bassin, sauf au niveau du Niger Moyen.

Par ailleurs, la définition d'un débit sanitaire minimal offrira aux zones humides une valeur économique additionnelle, suite à leur pérennisation (estimée à 20 milliards de FCFA, sans compter la pérennisation des zones humides dans le Delta Intérieur à cause des apports intermédiaires). A l'heure actuelle, le débit d'étiage est tellement faible (surtout pour le Moyen Niger) qu'il ne permet pas la pérennisation de grandes zones humides.

C'est surtout le Delta Intérieur qui tirerait profit de l'optimisation du scénario de développement autonome. En effet, plus de la moitié de la valeur actualisée nette positives est produite dans le Delta Intérieur, contre 29% dans le delta du Niger, 22% dans le système Niger, 10% dans le Niger Supérieur, 8% dans le Système Bénoué et seulement 3% dans le Delta du Niger. On constate une régression des bénéfices dans le Moyen Niger, de l'ordre de 110 milliards de FCFA et ce, à cause du maintien d'un débit sanitaire et aussi d'un débit de garantie à la station de Malanville. Ces deux débits

<sup>24</sup> La valeur actualisée nette est le supplément des bénéfices escomptés produit par ce scénario au dessus de la situation actuelle pendant la période 2005 - 2025

pénalisent le volume d'eau qui est disponible pour l'irrigation et donne comme résultat une réduction de la surface irriguée.

La création de profits additionnels dans le Delta Intérieur serait liée à la sous utilisation actuelle des zones aménagées. A travers l'optimisation, le rendement maximum du m<sup>3</sup> d'eau est recherché, ce qui défavoriserait la production de riz en contre saison, au détriment du maraîchage ; actuellement, le rendement par m<sup>3</sup> est seulement de 8 FCFA pour le riz en contre saison, contre FCFA 110 pour le maraîchage.

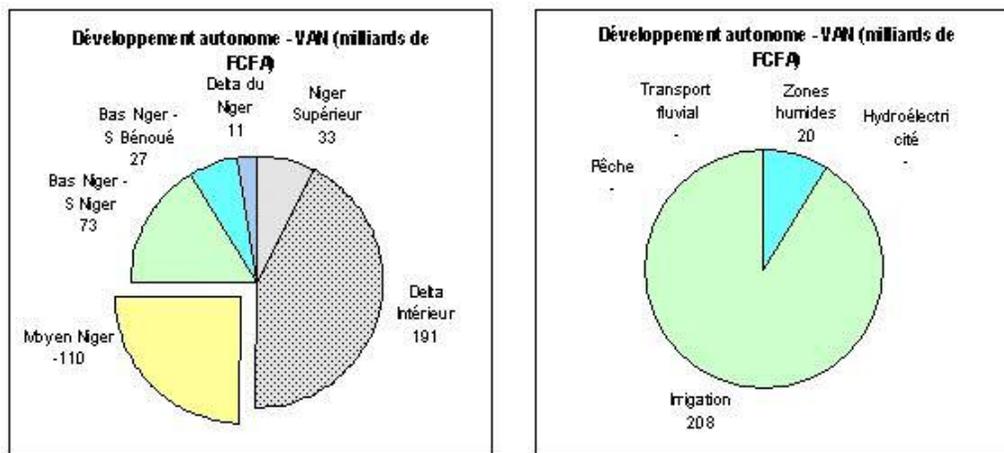
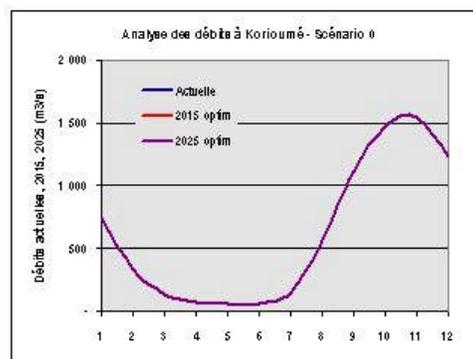
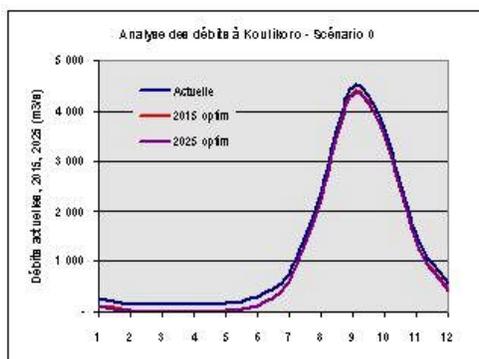


Figure 0-1 Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (scénario 0)

- Ressources en eau

Pour un certain nombre de biefs du fleuve Niger on constate que la situation optimisée aura des effets sur la disponibilité en eau pendant l'étiage. Bien que ceci ne soit pas tellement le cas pour le Niger Supérieur et le Delta Intérieur, où peu de changements peuvent être observés dans les assolements. Il est par contre démontré dans le Moyen Niger et le système Niger du Niger Inférieur que la prise d'eau est plus importante pendant l'étiage que pendant les crues. Ce phénomène n'est pas constaté dans le système Bénoué du Niger Inférieur, mais par contre on constate sa réduction pendant toute l'année dans le Delta du Niger.

Cependant, un débit d'étiage reste toujours disponible pendant la saison sèche, comme l'indiquent les figures ci-dessous.



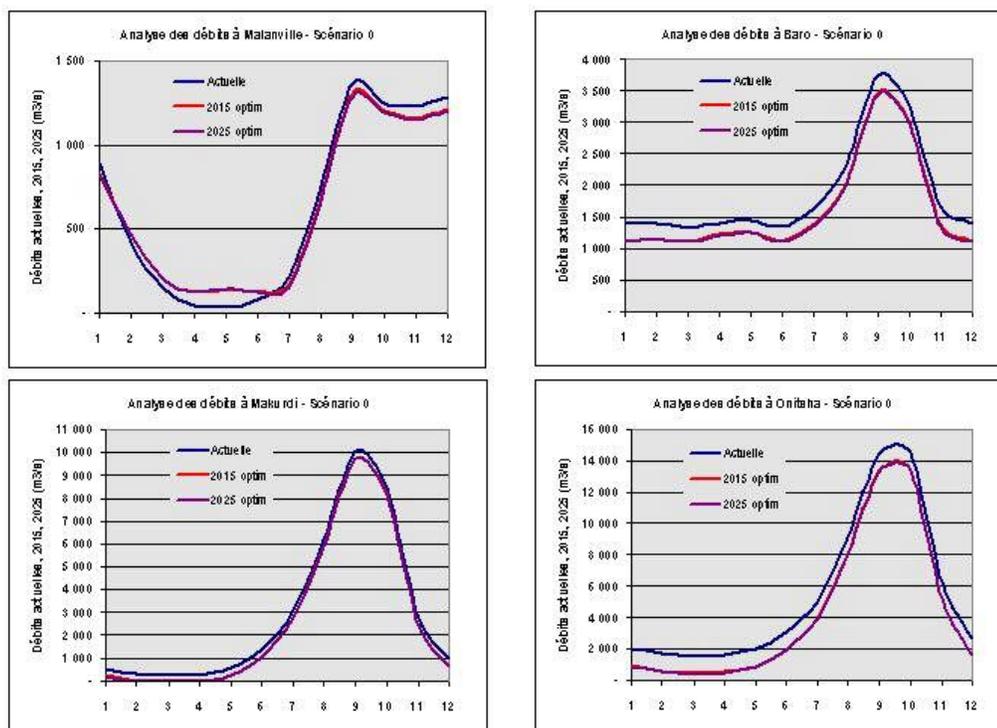


Figure 0-2 Changements de la Disponibilité de l'eau dans les biefs du fleuve (scénario 0)

- Impact sur la protection des zones humides

L'introduction d'un débit sanitaire a un impact positif sur la valeur économique des zones humides. A cause du débit sanitaire, il devient possible de pérenniser des zones, qui ne le sont pas dans la situation actuelle. La valeur économique de ces zones est présentée dans le tableau ci-après.

Tableau 0-1 Valeur économique additionnelle de la pérennisation des zones humides

	Débit sanitaire moyen (m3/s)	E (mm/j)	Surface pérennisée (ha)	Valeur économ (10 <sup>9</sup> FCFA/an)	Taux d'actualisation	Valeur actualisée nette (10 <sup>9</sup> FCFA)
Niger Supérieur	121.0	5.0	20 911	0.27	0.386	2.05
Delta Intérieur	60.4	7.5	6 961	0.09	0.386	0.68
Moyen Niger	59.4	7.5	6 843	0.09	0.386	0.67
Niger Inférieur - Système Niger	186.2	5.0	32 180	0.41	0.386	3.16
Niger Inférieur - Système Bénoué	285.2	5.0	49 288	0.63	0.386	4.84
Niger Inférieur - Delta du Niger	533.9	5.0	92 252	1.17	0.386	9.05
Total			208 434	2.65		20.45

Sources : Royal Haskoning (2001): Design review report Tada Shonga Irrigation Project, IUCN (2003): Waza Logone Floodplain Cameroon - economic benefits wetland restoration et ISL (2006): Etude d'actualisation et d'impact hydraulique du projet de Fomi

- Impact sur l'assolement

L'optimisation du développement autonome permet d'augmenter la superficie en riz pendant l'hivernage, mais conduit à une réduction des autres cultures d'hivernage et de la culture de riz en contre saison. Comme l'optimisation est de nature économique, on peut s'attendre à ce que les cultures avec peu de bénéfices par m<sup>3</sup> d'eau consommée soient pénalisées en faveur de cultures avec un bénéfice plus haut. Les deux tableaux suivants donnent les résultats de l'optimisation en termes de superficies cultivées.

Tableau 0-2 Optimisation des superficies cultivées en 2015 (scénario 0)

	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraich CS	Annuelles	Total
Niger Supérieur	33 605	-	13 187	14 870	3 385	65 047
Delta Intérieur	150 475	-	92 600	57 875	57 875	358 825
Moyen Niger	36 000	49 935	12 968	6 795	5 055	110 753
Niger Inférieur - Système Niger	74 375	-	43 750	30 625	4 375	153 125
Niger Inférieur - Système Bénoué	51 468	-	14 199	19 678	3 028	88 372
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 020	-	-0	6 020	7 525	19 565
Total	351 942	49 935	176 704	135 863	81 243	795 687

Tableau 0-3 Optimisation des superficies cultivées en 2025 (scénario 0)

	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraich CS	Annuelles	Total
Niger Supérieur	44 775	-	7 484	21 855	4 095	78 209
Delta Intérieur	228 475	-	123 025	105 450	87 875	544 825
Moyen Niger	30 387	72 123	8 691	11 245	6 030	128 476
Niger Inférieur - Système Niger	75 608	-	35 580	40 028	4 448	155 663
Niger Inférieur - Système Bénoué	64 080	4 005	4 735	32 025	4 005	108 850
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 620	-	-	6 620	8 275	21 515
Total	449 944	76 128	179 516	217 222	114 728	1 037 539

On constate un changement de la surface cultivée dans la zone du Moyen Niger, en fonction de la réservation d'un débit sanitaire et d'un débit de garantie à la station de Malanville vis-à-vis la situation actuelle. La culture de riz en hivernage semble diminuer du niveau actuel de 90 000 ha à 36 000 ha en 2015, ce qui a des conséquences, notamment une perte de production d'environ 270 000 tonnes par an. La réduction en contre saison est plus importante (moins 75 000 ha) ce qui causera un repli de la production de 335 000 tonnes. Ceci ne sera pas sans conséquences pour les pays du Moyen Niger !

Le tableau qui suit présente une analyse avec une variation des débits sanitaires et de garantie, montre que avec seulement 50% du débit sanitaire et du débit de garantie, la réduction de la culture de riz en hivernage est petite, tandis que celle en contre saison reste importante.

Tableau 0-4 Impact des débits sanitaires et de garanti sur l'assolement du Moyen Niger en 2015 (scénario 0)

Situation	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraîch CS	Ann	Total
1. Situation actuelle <sup>0)</sup>	89 616	392	83 542	4 126	-	177 677
2. Optimisation Scénario 0 <sup>1)</sup>	30 387	72 123	8 691	11 245	6 030	128 476
3. Débit sanitaire : 29,5 m <sup>3</sup> /s (50%) <sup>2)</sup>	57 136	28 799	24 077	6 795	5 055	121 862
4. Débit de garantie : 60 m <sup>3</sup> /s <sup>3)</sup>	67 555	18 380	46 776	6 795	5 055	144 561
5. Situations 3 et 4 combinées	85 935	-	51 515	6 795	5 055	149 300

Notes : <sup>0)</sup> Cette situation n'est pas le produit d'une optimisation !

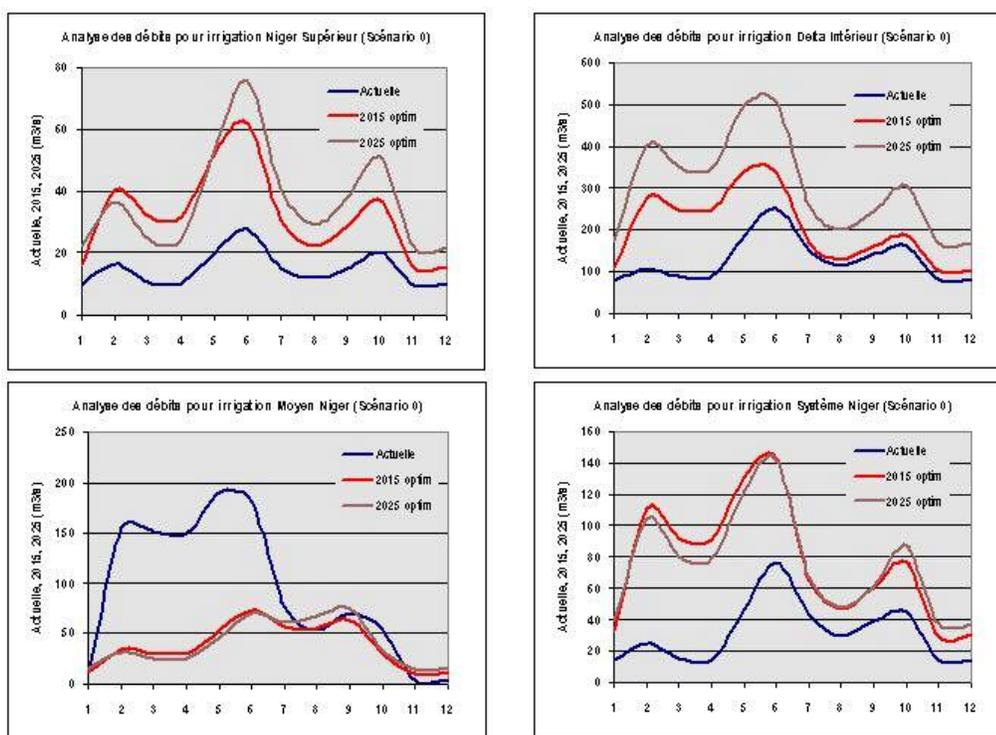
<sup>1)</sup> Débit sanitaire de 59 m<sup>3</sup>/s et débit de garantie 120 m<sup>3</sup>/s

<sup>2)</sup> En tenant le débit de garantie à 120 m<sup>3</sup>/s

<sup>3)</sup> En réservant un débit sanitaire de 59 m<sup>3</sup>/s

La distribution de la consommation d'eau pour irrigation change parfois dramatiquement dans le modèle optimisé. On constate en général une réduction de cette consommation pendant les mois de mars à mai, ce qui est surtout lié à la réduction des autres cultures d'hivernage et de la culture de riz en contre saison. Par contre la consommation en hivernage est d'habitude plus importante, due à l'intensification de la culture de riz pendant cette saison.

A ces phénomènes s'ajoute le fait que beaucoup d'aménagement ont été réalisés dans le Niger Inférieur, sans être pleinement mis en valeur. L'optimisation met en valeur ces aménagements. La figure suivante en donne les détails.



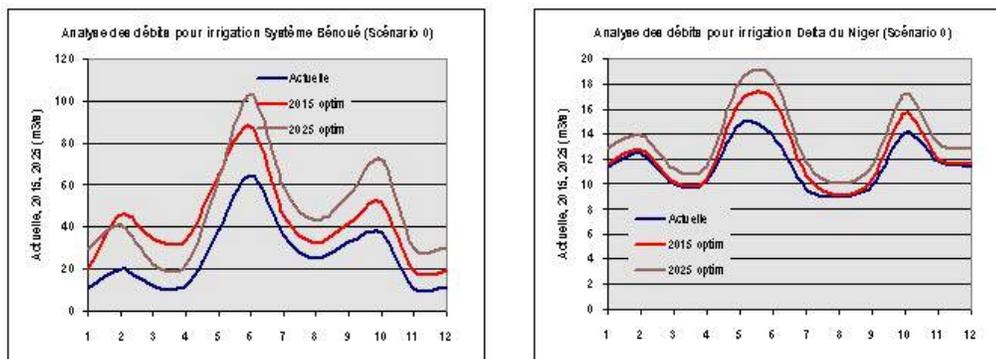


Figure 0-3 Changements de la consommation de l'eau d'irrigation (scénario 0)

On note que dans la partie du Niger Moyen la consommation d'eau d'irrigation diminue considérablement en 2015 et 2025, suite à l'introduction d'un débit sanitaire et la réservation d'un débit de garantie. Ces deux débits ont un impact important sur la consommation d'eau d'irrigation.

Par ailleurs, il est démontré, pour le système Niger, une augmentation de la consommation en hivernage en dépit de la réservation faite pour protéger l'environnement naturel. Ceci est dû à une intensification dans l'exploitation des superficies existantes et à l'exploitation de nouveaux aménagements en 2015 et 2025. Le même phénomène se produit au niveau du Niger Supérieur, le Delta Intérieur, le système Bénoué et dans le Delta du Niger. Le tableau 7-3 présente le détail des superficies aménagées et prises en compte pour l'optimisation.

Tableau 0-5 Surfaces aménagées du scénario de développement autonome

	Surface aménagée (ha)	Surface aménageable (ha)	
		2015	2025
Niger Supérieur	34 405	41 100	54 300
Delta Intérieur	231 500	231 500	351 500
Moyen Niger	91 672	101 100	120 600
Niger Inférieur - Système Niger	56 250	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	47 400	60 550	80 100
Niger Inférieur - Delta du Niger	14 750	15 050	16 550
Total	475 977	536 800	712 000

La valeur économique additionnelle du développement agricole dans la zone du bassin pour le cas du scénario de développement autonome est calculée dans le tableau qui suit.

Tableau 0-6 Valeur économique additionnelle (2006 – 2025) du développement agricole (milliards de FCFA)

	Investiss barrages	Investiss AHA	Exploitation	Bénéfices	VAN (10%)
Niger Supérieur	-	129.3	22.9	281.4	32.8
Delta Intérieur	-	780.0	85.8	1 435.7	191.1
Moyen Niger	-	188.0	32.9	-81.6	-110.4
Niger Inférieur - Système Niger	-	212.6	64.0	674.4	70.1
Niger Inférieur - Système Bénoué	-	212.6	40.5	391.2	22.1
Niger Inférieur - Delta du Niger	-	11.7	1.7	23.4	2.4
Total	-	1 534.1	247.8	2 724.5	208.1

La situation du Niger Moyen nécessite quelques explications. En effet, même si on fait des investissements pour des aménagements hydroagricoles, il ressortirait de l'optimisation que ceux-ci ne peuvent pas être valorisés (les bénéfices supplémentaires restent négatifs). De ce fait, il ne faudra peut-être pas envisager une extension de la surface aménagée.

- Impact sur l'hydroélectricité

L'optimisation du développement autonome ne conduit pas à des changements dans le système d'opération des barrages et donc pas à une augmentation de la production d'hydroélectricité.

- Impact sur la pêche

Comme ce scénario ne prévoit pas de construction de nouveaux barrages, il n'y aura pas de changements dans la capture de poissons dans les retenues d'eau. Aucune valeur actualisée nette de la pêche n'est prévue.

- Impact sur le transport fluvial

Le scénario ne prend pas en considération les changements intervenant au niveau des débits devant favoriser le transport fluvial. Aucune contribution du transport fluvial à la valeur actualisée nette n'est constatée.

- Analyse critique

On constate que de la valeur actualisée nette que ce modèle produit, la plus grande partie provient du Delta Intérieur au titre de l'irrigation. Le fait est que l'eau est abondante dans la zone du Delta Intérieur, avec une grande surface aménagée (351 500 ha d'un total de 790 500 ha pour l'ensemble du Bassin se trouvent dans cette partie en 2015).

Le fait que la valeur actualisée nette du Moyen Niger devienne négative est dû à deux phénomènes, à savoir (a) la réservation d'un débit sanitaire et (b) la définition d'un débit de garantie. L'impact de ces réservations est important et ne peut que porter sur l'irrigation, qui est la seule variable.

Il est à noter que le débit de garantie à Malanville peut être 120 m<sup>3</sup>/s; c'est-à-dire que les réductions de la demande d'irrigation qui sont effectuées pour satisfaire les

débits sanitaires et de garantie ne peuvent pas excéder 184 m<sup>3</sup>/s (64 au titre du débit sanitaire et 120 au titre du débit de garantie). Néanmoins, afin que les demandes pour la population et le cheptel soient satisfaites, l'impact de ces deux débits sur l'agriculture est dramatique : une réduction importante de la production de riz, qui est évaluée à 600 000 tons pour les pays du Moyen Niger! On devra se poser la question si le débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s à Malanville est vraiment une bonne chose pour satisfaire les demandes en aval, vu l'impact sur la production de riz dans les pays du bief.

Néanmoins, il faut constater que même sans débit sanitaire et débit de garantie il y aura des pertes pour l'agriculture, et ce suit à la demande croissante pour la population et le cheptel.

C'est surtout dans le Niger Moyen et dans le système Bénoué que l'on trouve de très faibles débits pendant les mois d'avril à juin. La variation entre les crues et l'étiage dans ces deux parties du fleuve est importante et pose une contrainte pour le développement d'activités économiques, tel que le transport fluvial. Au niveau de la station de Malanville la variation annuelle des débits se trouve entre plus de 1 000 m<sup>3</sup>/s en septembre et seulement 80 m<sup>3</sup>/s en juin/juillet à l'heure actuelle. La station de Makurdi connaît même une variation encore plus grande entre la crue et l'étiage, notamment de 10 000 m<sup>3</sup>/s en septembre à virtuellement zéro en mars/avril. Ceci pourrait donner une indication des zones de développement et de mobilisation des ressources en eau, à savoir le Moyen Niger (voir scénario 2) et le système Bénoué (signalé comme un endroit potentiel pour un scénario 3 à développer).

Dans l'ensemble du Bassin la part de la consommation par la population augmente considérablement. Si la consommation domestique à partir du fleuve représente 970 millions de m<sup>3</sup> actuellement, elle sera de 1 570 millions de m<sup>3</sup> en 2015 et même de 2 450 millions de m<sup>3</sup> en 2025, plus qu'un doublement en 20 ans.

A cause de la réservation d'un débit sanitaire, la disponibilité de l'eau pour des activités économiques est limitée. Une analyse de sensibilité indique qu'une réduction de 50% du débit sanitaire réduit la valeur des zones humides pérennisées, mais permet, par contre, une intensification de l'agriculture irriguée. L'effet de cette réduction sera un accroissement de la valeur actualisée nette de 33 milliards de FCFA pour l'ensemble du Bassin.

Aussi une analyse a été faite des opportunités pour l'introduction de débits de garantie. Il ressort de cette analyse que des débits de garantie peuvent être réservés pour la plupart des stations (pour la station de Korioumé un débit de garantie ne sert à rien car le débit sortant du Delta Intérieur est plus ou moins constant) sont possibles.

Le tableau suivant présente les résultats de ces analyses.

Tableau 0-7 Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette (milliards de FCFA)

	Valeur actualisée nette (base)	VAN avec 50% du niveau du débit sanitaire	VAN avec un débit de garanti	Débit de garantie utilisé (m <sup>3</sup> /s)
Niger Supérieur	34.8	33.8	34.8	20
Delta Intérieur	191.8	191.4	191.8	-
Moyen Niger	-109.8	-84.1	-56.9	60
Niger Inférieur - S Niger	73.3	71.7	73.3	120
Niger Inférieur - S Bénoué	26.9	41.3	-31.0	20
Delta du Niger	11.5	7.0	11.5	-
Total	228.6	261.1	223.5	
<i>Effets sur l'irrigation</i>	<i>208.1</i>	<i>250.9</i>	<i>203.1</i>	

On pourrait conclure du tableau précédent qu'une réduction du débit sanitaire, acceptable parce que les débits moyens des sections du fleuve sont importants, sera avantageux pour le Moyen Niger ; au lieu d'un repli de la valeur ajoutée nette on constate une augmentation importante. Cette augmentation provient de l'irrigation, dont la valeur actualisée nette croît pour l'ensemble du Bassin de 229 milliards de FCFA à 261 milliards FCFA.

Par contre il est démontré que l'introduction du principe d'un partage équitable obligé des ressources d'un débit de garantie pour les pays en aval reste possible, sans diminuer la valeur actualisée nette pour l'ensemble du Bassin. Un choix calculé de ces débits pourrait donner un meilleur résultat C'est le secteur de l'irrigation qui en tire l'avantage.

### 1.29 Scénario 1 : développement dans le Niger supérieur – mise en eau du barrage de Fomi

Le scénario de développement portant sur la réalisation du barrage de Fomi prend en considération les éléments suivants :

- La réalisation du barrage de Fomi en Guinée en 2009, qui sera équipé d'une capacité de production d'énergie de 90MW,
- L'extension de l'irrigation dans le Niger Supérieur et des cultures de contre saison dans les périmètres de l'Office du Niger avec 320 000 ha à l'horizon 2025. Et aussi une extension des cultures irrigués dans les autres parties du fleuve sans prendre en considération les aménagements prévus (Taoussa, Kandadji, etc.), par exemple 60 000 en Guinée.
- La possibilité d'une gestion intégrée des barrages de Selingué et Fomi permettant une production supplémentaire d'énergie,
- La prise en compte d'un débit sanitaire de l'ordre de 10% du débit moyen, qui permettra la pérennisation des zones humides le long du fleuve,
- Un débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s à la station de Malanville pour satisfaire les demandes en eaux dans le Système Niger du Niger Inférieur,
- Une croissance de la population et l'effet que celle-ci aura sur la consommation d'eau,

- Une croissance du cheptel et l'impact qu'elle aura sur la consommation d'eau par les animaux.
- Valeur actualisée nette

Le résultat de l'optimisation du scénario de développement portant sur la réalisation du barrage de Fomi en Guinée donne une valeur actualisée supplémentaire qui provient surtout de l'hydroélectricité (228 milliards de FCFA). Avec la mise en eau du barrage de Fomi et une gestion intégrée des deux barrages du Niger Supérieur (Fomi et Selingué), il serait possible d'obtenir une production importante d'hydroélectricité.

La gestion intégrée des barrages de Selingué et de Fomi a aussi des avantages d'hydroélectricité qui permettent une production supplémentaire d'électricité, avec une valeur actualisée nette de 228 milliards de FCFA.

Par ailleurs, la définition d'un débit sanitaire minimal offre aux zones humides une valeur économique additionnelle du fait de leur pérennisation (estimée à 20 milliards de FCFA). Actuellement, le débit d'étiage est tellement faible (surtout pour le Moyen Niger) qu'il ne permet pas la pérennisation des zones humides.

Finalement on constate aussi que la pêche tire bénéfice de la construction du barrage de Fomi avec une contribution de 600 millions de FCFA à la valeur actualisée nette.

C'est surtout le Delta Intérieur qui tire profit de l'optimisation du scénario de développement du Niger Supérieur. Juste en dessous de la moitié des valeurs actualisées nettes positives est produite dans le Delta Intérieur, contre un tiers dans le Niger Supérieur, et 20% au niveau du Système Niger, 8% dans le Système Bénoué et seulement 3% dans le Delta du Niger.

On constate une régression des bénéfices dans le Moyen Niger, de l'ordre de 110 milliards de FCFA et ce, à cause du débit sanitaire et du maintien d'un débit de garantie à la station de Malanville. Ce débit de garantie pénalise le volume d'eau qui est disponible à l'irrigation et donne comme résultat une réduction de la surface irriguée.

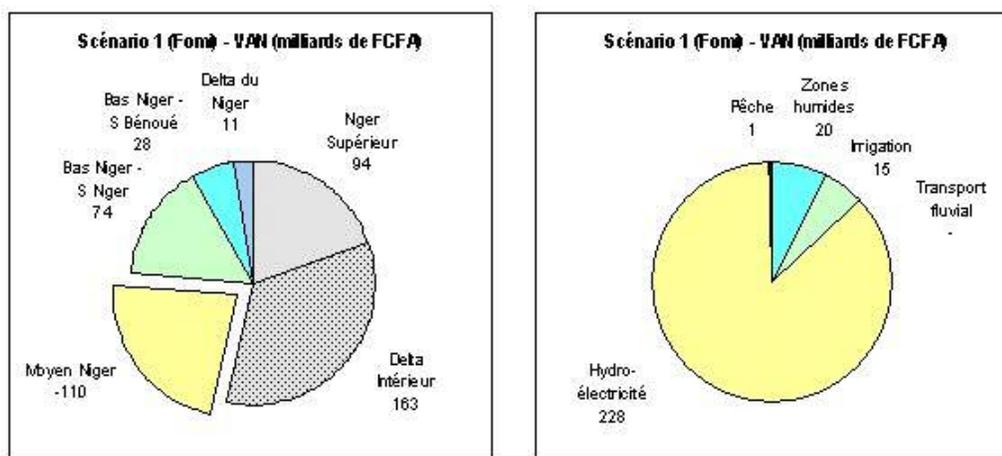


Figure 0-4 Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (scénario 1)

- Ressources en eau

L'optimisation de ce scénario porte surtout sur le Niger Supérieur et le Delta Intérieur et aussi quelque peu sur le Moyen Niger (à cause de l'étiage de 120 m<sup>3</sup>/s). L'impact sur les

autres biefs du fleuve est faible comme le Delta Intérieur fonctionne sous forme de tampon et l'impact d'un changement en disponibilité d'eau en période d'étiage ne se ressent presque pas en aval du Delta Intérieur. De ce fait le débit à Korioumé reste plus ou moins constant et c'est au niveau du Delta même que se ressentent les changements : changement sur la demande d'irrigation, changement du niveau de l'évaporation, etc.

Les figures ci-dessous indiquent l'impact sur la distribution de l'eau dans le Niger Supérieur et le Moyen Niger. Il n'y aura pas de changements sur la distribution dans le Delta Intérieur et en aval, par rapport à la situation optimisée dans le scénario de développement autonome.

Cependant on constate que dans le Niger Supérieur le débit pendant le période sèche est légèrement supérieur à ce qu'on mesure actuellement, alors que pendant la période des crues il y a un écrêtement.

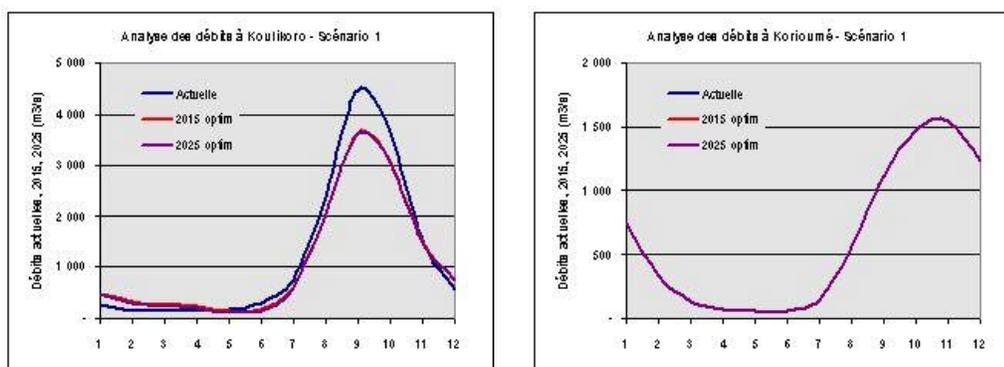


Figure 0-5 Changements de la Disponibilité de l'eau dans le Niger Supérieur et le Delta Intérieur (scénario 1)

- Impact sur la protection des zones humides

La réservation d'un débit sanitaire a un effet positif sur la valeur économique des zones humides le long du fleuve. Ce débit permet de pérenniser des zones qui ne l'étaient pas avant. Les détails des valeurs économiques de ces zones sont présentés dans le tableau 7-1 (voir para. 7.1.3).

- Impact sur l'assolement

Un des acquis du barrage de Fomi est l'écrêtement des crues et l'augmentation du débit d'étiage. Ce dernier permet une intensification de la culture de contre saison dans les Niger Supérieur et dans le Delta Intérieur. Il aura peu d'impacts sur la culture du riz en hivernage du fait que la superficie aménagée est déjà exploitée au maximum. Par ailleurs, on constate que par rapport à la situation actuelle il y aura une tendance pour le développement de la culture de riz en hivernage au détriment des autres cultures et ce, à cause d'un meilleur profit sur le riz par m<sup>3</sup> d'eau consommée.

Le présent scénario n'a d'impact que sur la consommation de l'irrigation dans le Niger Supérieur et dans le Delta Intérieur ; pour ce qui est des autres biefs on constate que la consommation d'eau d'irrigation est similaire à celle du scénario de développement autonome.

L'optimisation du scénario 1 donne, comme résultat, une croissance de la superficie sous riz en hivernage et permet une deuxième culture en contre saison, le plus souvent le riz (la croissance de la surface du maraîchage a été limitée). La disponibilité en eau dans l'analyse de ce scénario se produit surtout en contre saison à cause de l'écrêtement des crues par la mise en eau du barrage de Fomi et l'augmentation du débit d'étiage en saison sèche. Même si un accroissement de la surface aménagée devient possible avec la mise en eau de Fomi, il est à reconnaître que la double culture est favorisée également. Ceci se reflète dans les assolements réalisés par ce scénario et qui sont repris pour les horizons 2015 et 2025 dans les tableaux ci-dessous.

**Tableau 0-8 Optimisation des Superficies cultivées en 2015 (scénario 1)**

	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraîch CS	Annuel-les	Total
Niger Supérieur	86 475	-0	58 720	27 755	6 585	179 535
Delta Intérieur	228 475	-	140 600	87 875	87 875	544 825
Moyen Niger	36 000	49 935	12 968	6 795	5 055	110 753
Niger Inférieur - Système Niger	74 375	-	43 750	30 625	4 375	153 125
Niger Inférieur - Système Bénoué	51 468	-	14 199	19 678	3 028	88 372
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 020	0	-0	6 020	7 525	19 565
Total	482 812	49 935	270 237	178 748	114 443	1 096 174

**Tableau 0-9 Optimisation des Superficies cultivées en 2025 (scénario 1)**

	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraîch CS	Annuel-les	Total
Niger Supérieur	97 645	-0	59 705	37 940	7 295	202 585
Delta Intérieur	423 475	-	228 025	195 450	162 875	1 009 825
Moyen Niger	30 387	72 123	8 691	11 245	6 030	128 476
Niger Inférieur - Système Niger	75 608	-	35 580	40 028	4 448	155 663
Niger Inférieur - Système Bénoué	68 085	-0	4 735	32 025	4 005	108 850
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 620	0	-	6 620	8 275	21 515
Total	701 819	72 123	336 737	323 307	192 928	1 626 914

La situation pour le Moyen Niger est comparable à celle du Scénario 0 et pour lequel une analyse référence a été faite dans le développement présenté dans les résultats de ce même scénario.

La distribution de la consommation en eau d'irrigation suit l'assolement en termes de croissance des superficies en riz d'hivernage et des cultures maraîchères pendant la contre saison. La figure suivante reprend uniquement les situations pour le Niger Supérieur et le Delta Intérieur, étant donné que ce qui se passe en aval du Delta Intérieur ne change pas par rapport à l'optimisation faite dans le scénario de développement autonome.

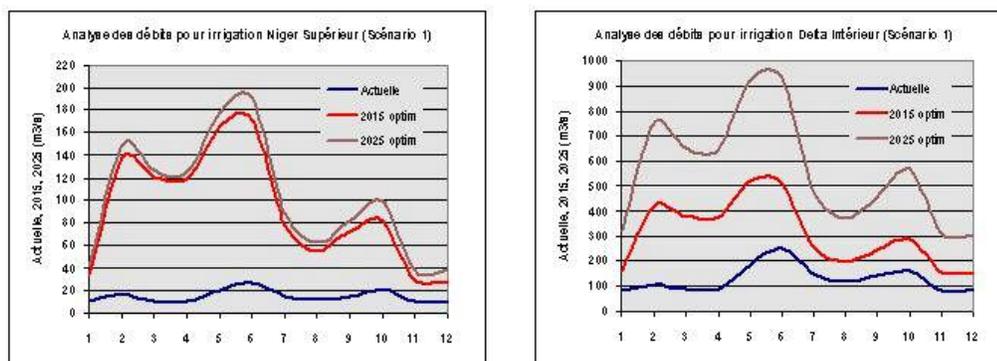


Figure 0-6 Changements de la consommation en eau d'irrigation (scénario 1)

On constate que la consommation de l'eau dans le Niger Supérieur augmente légèrement entre 2015 et 2025, tandis que l'augmentation dans le Delta Intérieur est plus importante. Dans le premier une légère extension de la surface irriguée reste possible pendant la période 2015 à 2025, mais ceci n'est pas le cas dans le Delta Intérieur (une forte augmentation de la superficie de 300 000 ha est prévue). Le tableau suivant présente les superficies aménagées pour les périodes considérées.

Tableau 0-10 Surfaces aménagées du Scénario 1

	Surface aménagée (ha)	Surface aménageable (ha)	
		2015	2025
Niger Supérieur	34 405	103 400	116 600
Delta Intérieur	231 500	351 500	651 500
Moyen Niger	91 672	101 100	120 600
Niger Inférieur - Système Niger	56 250	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	47 400	60 550	80 100
Niger Inférieur - Delta du Niger	14 750	15 050	16 550
Total	475 977	719 100	1 074 300

La valeur économique additionnelle du développement agricole dans la zone du bassin pour le cas du scénario 1 est calculée dans le tableau qui suit.

Tableau 0-11 Valeur économique additionnelle du développement agricole (milliards de FCFA)

	Investiss barrages	Investiss AHA	Exploitation	Bénéfices	VAN (10%)
Niger Supérieur	79.0	534.3	152.5	880.2	-133.9
Delta Intérieur	-	2 730.0	464.1	4 529.2	162.9
Moyen Niger	-	188.0	32.9	-81.6	-110.4
Niger Inférieur - Système Niger	-	212.6	64.0	678.7	71.0
Niger Inférieur - Système Bénoué	-	212.6	40.5	394.1	22.7
Niger Inférieur - Delta du Niger	-	11.7	1.7	23.4	2.4
Total	79.0	3 889.1	755.7	6 424.0	14.7

Il est remarquable que la valeur actualisée nette de la production agricole dans le Niger Supérieur est négative, et ce à cause des investissements faites pour le barrage de Fomi. Les investissements du barrage de Fomi sont attribués pour plus de 80% à l'agriculture irriguée de ce bief, rendant ainsi la rentabilité agricole de ce bief négative. En effet il faudra prendre

le Niger Supérieur et le delta Intérieur ensemble, parce que le barrage permet aussi une extension des surfaces irriguées dans le Delta Intérieur. Le résultat en serait que la valeur actualisée nette de l'agriculture pour ces deux biefs est de l'ordre de 30 milliards de FCFA. Aussi, la constatation faite au niveau du Moyen Niger dans l'analyse du scénario 0 est applicable à ce scénario.

- Impact sur la production d'hydroélectricité

L'optimisation de ce scénario a un double impact sur l'hydroélectricité. Il s'agit de l'effet de la mise en eau du barrage de Fomi sur la production d'hydroélectricité et de l'impact d'une gestion combinée des barrages de Fomi et de Selingué sur la production d'électricité aux deux niveaux. D'après l'étude de faisabilité du barrage de Fomi<sup>25</sup> la gestion de la retenue permet la production de 374 GWh par an. Les caractéristiques de la gestion du barrage, de même que celles du barrage de Selingué<sup>26</sup> sont présentées dans la figure suivante.

Vu le déficit chronique d'électricité au Mali et au Niger, il est logique de maximaliser la production d'hydroélectricité de ces deux barrages, afin de satisfaire au maximum possible la demande. Il est donc impératif de produire aussi bien en temps plein que pendant les heures de pointe, ce qui est contraire à la notion classique de production d'hydroélectricité, qui ne doit servir que d'appoint en heures de pointe. Bien que cette hypothèse reste toujours valable, il serait nécessaire, dans les conditions actuelles, de produire le plus d'électricité possible dans les centrales de ces deux barrages. Ceci conduit à d'autres conditions de gestion qui ont été développées concernant les débits moyens du barrage de Selingué (1982 – 2003) et qui sont présentées dans l'étude du barrage de Fomi.

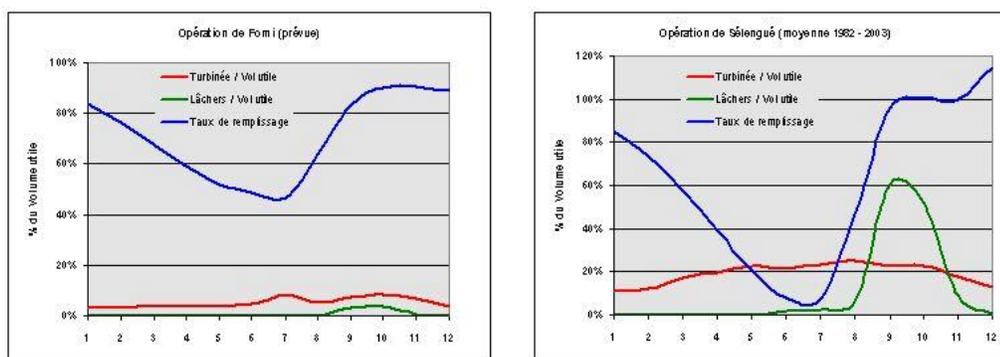


Figure 0-7 Caractéristiques de la gestion séparée des barrages de Fomi et de Selingué

La figure suivante en donne les résultats. Il ne sera possible de gérer cette situation à travers une gestion intégrée et conjointe des deux barrages qu'avec une certaine coordination et un appui à la gestion de l'ABN. La figure suivante montre que, pendant la période de juin-juillet, le volume de la retenue de Selingué est à son niveau minimum, pendant qu'il reste de l'eau dans la retenue de Fomi. Pendant les périodes présentant un faible niveau d'hydrologie, il serait nécessaire, afin de satisfaire la demande du Delta

<sup>25</sup> SNC-Lavalin (1999): Etude de réactualisation du dossier de faisabilité du barrage Fomi

<sup>26</sup> En se basant sur des moyennes de la période 1982 – 2003, comme reproduites dans Zwarts, L et al (2005): The Niger, a lifeline

Intérieur en contre saison, de relâcher plus d'eau de Fomi pour compenser les déficits de Selingué.

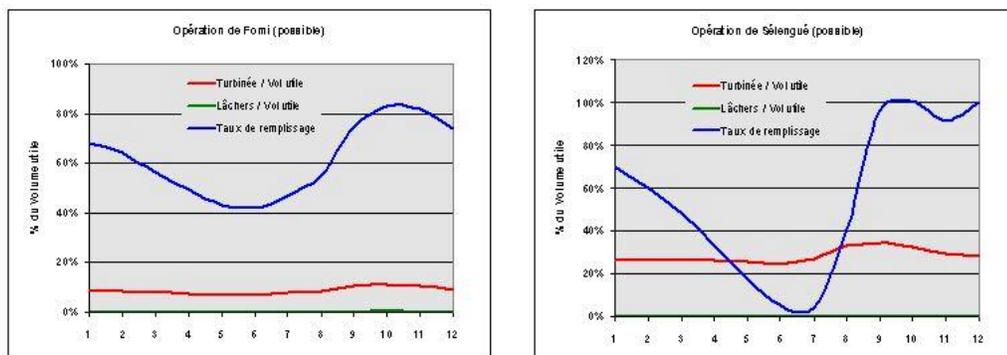


Figure 0-8 Caractéristiques de la gestion conjointe des barrages de Fomi) et de Selingué

Ce dernier mode de gestion permet une production plus importante d'hydroélectricité dans le Niger Supérieur, comme le montre la figure suivante.

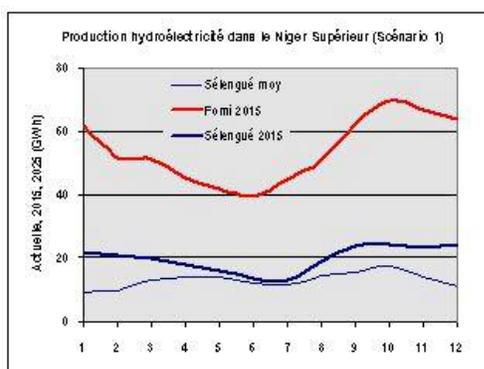


Figure 0-9 Maximalisation de la production d'hydroélectricité dans le Niger Supérieur

- Impact sur la pêche

A cause de la création d'une grande surface d'eau au niveau de la retenue de Fomi, une intensification de la pêche est prévisible. La surface créée étant de 50 700 ha, ce qui pourrait occasionner des captures en poisson de l'ordre de 2 535 tonnes par an (50 kg par ha), avec un revenu des pêcheurs de l'ordre de FCFA 0,63 milliards FCFA.

- Impact sur le transport fluvial

A cause de la mise en eau du barrage de Fomi, il sera observé une augmentation du transport fluvial. Le transport fluvial actuel ne bénéficiera que de peu d'un changement du régime d'eau dans le Niger Supérieur. Un débit de 1 800 m<sup>3</sup>/s préconisé comme nécessaire pour le développement du transport fluvial ne sera pas atteint, surtout qu'actuellement ce débit n'est pas atteint.

- Analyse critique

Il est à constater que de la valeur actualisée nette que ce modèle produit, la plus grande partie provient du Delta Intérieur au titre de l'irrigation. Le fait que l'eau est abondante dans la zone du Delta Intérieur, avec une grande surface aménageable rend l'agriculture irriguée rentable. Néanmoins, il faut constater que les investissements du barrage de Fomi ne pèsent pas sur l'extension de l'agriculture dans ce bief, mais sont plutôt comptabilisés au niveau du Niger Supérieur. Cependant, il est constaté que l'ensemble des biefs du Niger Supérieur et du Delta Intérieur donne une valeur actualisée nette qui est positive.

Le fait que la valeur actualisée nette du Moyen Niger devienne négative est dû à deux phénomènes : (a) la réservation d'un débit sanitaire et (b) la définition d'un débit de garantie. L'impact de ces réserves est important et ne peut que porter sur l'irrigation, qui est la seule variable.

Il est à noter que le débit de garantie à Malanville ne peut pas dépasser les 120 m<sup>3</sup>/s, autrement le modèle d'optimisation ne produira pas de solutions ; c'est-à-dire que les réductions de la demande d'irrigation qui seront observées pour satisfaire les débits sanitaires et de garantie ne peuvent pas excéder 184 m<sup>3</sup>/s (64 au titre du débit sanitaire et 120 au titre du débit de garantie).

C'est surtout dans le Niger Moyen et le système Bénoué qu'on retrouve de très faibles débits pendant les mois d'avril à juin. La variation entre les crues et l'étiage dans ces deux parties du fleuve est importante et constitue une contrainte pour le développement des activités économiques, tel que le transport fluvial. Au niveau de la station de Malanville la variation annuelle des débits se trouve entre plus de 1 000 m<sup>3</sup>/s en septembre et seulement 30 m<sup>3</sup>/s en juin/juillet. La station de Makurdi connaît même une variation encore plus grande entre la crue et l'étiage, notamment de 10 000 m<sup>3</sup>/s en septembre à virtuellement zéro en mars/avril. Ceci pourrait donner une indication des zones de développement et de mobilisation des ressources en eau, à savoir le Moyen Niger (voir scénario 2) et le système Bénoué (signalé comme un endroit potentiel pour un scénario 3 à développer).

Dans l'ensemble du Bassin la part de la consommation par la population augmente considérablement. Si la consommation domestique à partir du fleuve représente 970 millions de m<sup>3</sup> à l'heure actuelle, elle atteindra 1 570 millions de m<sup>3</sup> en 2015 et même 2 450 millions de m<sup>3</sup> en 2025, plus qu'un doublement en 20 ans.

A cause de la réservation d'un débit sanitaire la disponibilité de l'eau pour des activités économiques est limitée. Une analyse de sensibilité indique qu'avec une réduction de 50% du débit sanitaire réduit la valeur des zones humides pérennisées, mais permet une intensification de l'agriculture irriguée. L'effet de cette réduction sera un accroissement de la valeur actualisée nette de 43 milliards de FCFA pour l'ensemble du Bassin.

Aussi une analyse a été faite des opportunités pour l'introduction des débits de garantie. Il ressort de cette analyse qu'avec un débit de garantie de 60 m<sup>3</sup>/s à la station de Malanville, la valeur actualisée nette du Moyen Niger sera positive. Le tableau suivant présente les résultats de ces analyses.

Tableau 0-12 Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette (milliards de FCFA)

	Valeur actualisée nette (base)	VAN avec 50% du niveau du débit sanitaire	VAN avec un débit de garanti	Débit de garantie utilisé (m³/s)
Niger Supérieur	96.9	96.9	96.9	20
Delta Intérieur	163.6	163.6	163.6	-
Moyen Niger	-109.8	-83.8	-56.9	60
Niger Inférieur - S Niger	74.2	74.2	74.2	120
Niger Inférieur - S Bénoué	27.5	44.3	-30.4	20
Delta du Niger	11.5	11.5	11.5	-
Total	263.9	306.7	258.8	
Effets sur l'irrigation	14.7	57.5	9.7	

A partir de ce tableau, on peut conclure qu'une réduction du débit sanitaire, acceptable parce que les débits moyens des sections du fleuve sont importants, sera avantageux pour le Moyen Niger ; au lieu d'un repli dans la valeur ajoutée nette on constate une augmentation importante. Cette augmentation provient de l'irrigation, dont la valeur actualisée nette croît de 15 milliards de FCFA à 58 milliards.

Par contre il est démontré que l'introduction du principe d'un partage équitable forcé des ressources d'un débit de garantie pour les pays en aval, diminue la valeur actualisée nette pour l'ensemble du Bassin avec une vingtaine de points de pourcentage. C'est le secteur de l'irrigation qui est uniquement touché et se replie.

Finalement il reste le partage des coûts et bénéfices de la construction du barrage de Fomi. A présent, c'est la Guinée qui supportera tous les coûts de réalisation du barrage de Fomi, qui sont estimés à 186,3 milliards de FCFA. Les bénéfices (valeurs annuels en 2015 et 2025) du barrage sont estimés à 53,8 milliards de FCFA au titre de l'hydroélectricité et entre 395,6 et 732,8 milliards de FCFA pour l'irrigation. Le Tableau 7-12 présente les détails pour ce qui concerne la production agricole

Tableau 0-13 Valeurs nette de la production agricole dans le Niger Supérieur (milliards de FCFA par an)

	Actuelle	2015	2015
Guinée	2.2	39.3	44.1
Mali	164.8	356.4	688.6
Total	167.0	395.6	732.8
Incréments avec situation actuelle		228.6	565.8

Il est normal que les bénéfices sur l'hydroélectricité retombent au Guinée pendant la totalité de la période de mise en eau du barrage jusqu'en 2025. Les bénéfices agricoles supplémentaires reviennent aux deux pays.

Par ailleurs, il est aussi normal que les investissements de la centrale soient financés par la Guinée, qui en tire le bénéfice, tandis que les investissements pour le barrage pourraient être repartis entre les pays en fonction des bénéfices qu'ils en tireront. Le tableau suivant présente une simulation de la répartition des coûts et bénéfices en fonction de la mise en eau prévue du barrage de Fomi en 2010. Le résultat montre qu'il serait logique que le Mali contribue aux investissements du barrage de Fomi à

hauteur de 90% de ses coûts, soit 84,9 milliards de FCFA. La contribution de la Guinée est estimée ainsi à 9,9 milliards de FCFA au titre du barrage et 91,5 milliards de FCFA au titre de la centrale, soit en tout 101,4 milliards de FCFA.

*Tableau 0-14 Analyse de la répartition des investissements pour le barrage de Fomi (milliards de FCFA)*

	Valeur (annuelle)		Taux actualisation	Valeur actualisée / contribution	
	Guinée	Mali		Guinée	Mali
Bénéfices hydroélectricité	51.8		0.386	300.1	
Bénéfices Sotuba		2.04	0.386		12.3
Bénéfice supp agri 2015	37.0	191.6	0.467	120.9	625.7
Bénéfice supp agri 2025	41.9	523.9	0.239	100.3	1 254.1
Total bénéfices barrage	130.8	717.5		221.2	1 892.2
Pourcentage				10%	90%
Barrage Fomi	94.8			9.9	84.9
Centrale Fomi	91.5			91.5	
Total				101.4	84.9

Notes : Les investissements du barrage de Fomi sont évalués à 186,3 milliards de FCFA  
L'actualisation des valeurs de 2015 est sur 7 années  
L'actualisation des valeurs de 2025 est sur 10 années  
L'actualisation de l'hydroélectricité est sur 15 années

### 1.30 Scénario 2 : développement dans le moyen Niger

L'analyse du scénario 2 a été faite en deux parties : l'optimisation de la variante 1 (barrages de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou) et celle de la variante 3 (barrages de Taoussa, Kandadji et Kambou). La nécessité d'avoir deux variantes fait suite à l'analyse faite sur la production d'hydroélectricité en année sèche, comme indiqué dans l'annexe du scénario 2.

Aucune analyse de la variante 2 de ce scénario n'est présentée dans le rapport, car il s'avère que les résultats pour cette variante se trouvent à l'intérieur de la fourchette des résultats des variantes 1 et 3.

Le scénario de développement portant sur la réalisation d'une série de barrage dans le Moyen Niger prend en considération les éléments suivants :

- La réalisation des barrages de Taoussa, Labezanga (seulement en variante 1), Kandadji et Kambou dans le Moyen Niger, qui seront équipés d'une capacité de production d'énergie de 30 MW pour Taoussa, de 40 MW pour le barrage de Labezanga, 125 MW pour Kandadji en variante 1 et 210 en variante 3 et finalement de 105 MW pour Kambou,
- L'extension de l'irrigation dans le Moyen Niger avec 74 800 ha. Et aussi une extension des cultures irrigués dans les autres parties du fleuve sans prendre en considération les aménagements prévus au niveau du Niger Supérieur,
- La possibilité d'une gestion intégrée des barrages du Moyen Niger permettra une production supplémentaire d'énergie,
- La prise en compte d'un débit sanitaire de l'ordre de 10% du débit moyen, qui permettra la pérennisation des zones humides le long du fleuve,

- Un débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s à la station de Malanville pour satisfaire les demandes en eaux dans le Système Niger du Niger Inférieur,
  - Une croissance de la population et l'effet que celle-ci aura sur la consommation d'eau,
  - Une croissance du cheptel et l'impact qu'elle aura sur la consommation d'eau par les animaux.
- La mise en eau des ouvrages

La mise en eau des différents ouvrages de ce scénario est importante pour l'évaluation économique des variantes. Il a été retenu un rythme de mise en opération des barrages comme suit :

- Le barrage de Taoussa sera le premier à être prêt et sa mise en eau est prévue pour 2009,
- Le barrage de Kandadji suivra en 2010, et
- Les barrages de Labezanga et Kambou ne seront pas prêts avant 2015.

Le fait que le financement des barrages de Taoussa et Kandadji est dit être bouclé fait croire que leur mise en eau se fera autour de l'année 2010. Les études des deux autres barrages sont moins poussées et on ne prévoit pas directement leur mise en service. Ce rythme de mise en eau a été pris comme base pour le calcul de la valeur actualisée nette de la production d'hydroélectricité.

- Valeur actualisée nette

*Variante 1:*

L'optimisation de la variante 1 de ce scénario montre que la valeur actualisée nette créée par ce scénario est de l'ordre de 219 milliards de FCFA, montant inférieur aux 264 milliards que générerait le scénario 1.

La construction des quatre barrages permet l'extension de la surface irriguée dans le moyen Niger, ce qui n'était pas envisageable auparavant à cause d'un déficit en eau. De ce fait la VAN économique de l'irrigation pourrait augmenter et atteindre 117 milliards FCFA, même si la valeur actualisée nette de l'agriculture pour le Moyen Niger reste négatif. La construction des infrastructures projetées permettrait non seulement la croissance de la surface irriguée mais contribuera aussi de façon significative la production d'hydroélectricité, pour une valeur actualisée nette économique de l'ordre de 79 milliards de FCFA.

Par ailleurs, la définition d'un débit sanitaire minimal donne aux zones humides une valeur économique additionnelle à cause de leur pérennisation (estimée à 20 milliards de FCFA). Actuellement, le débit d'étiage est tellement faible (surtout pour le Moyen Niger et le système Bénoué) qu'il ne permet pas la pérennisation des zones humides.

C'est surtout le Moyen Niger qui tirera profit de l'optimisation du scénario de développement, même si le Delta Intérieur reste le plus grand contributeur à la VAN du Bassin. De tous les biefs qui produisent une valeur actualisée nette positive, à peu près 57% de cette valeur est produite dans le Delta Intérieur, contre 21% dans le système

Niger (qui profite du débit de garantie à Malanville), 10% dans le Niger Supérieur, 8% dans le système Bénoué et seulement 3% dans le Delta du Niger.

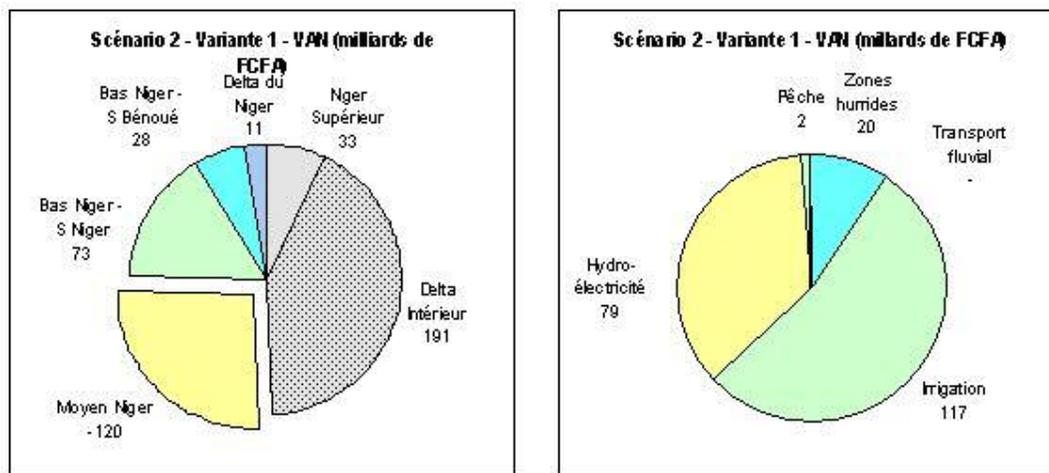


Figure 0-10 Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (Scénario 2 – variante avec Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou).

### Variante 3:

La variante de ce scénario qui considère seulement la construction des barrages de Taoussa, de Kandadji et de Kambou est encore plus avantageuse en termes économiques. Bien que la valeur de l'hydroélectricité augmente substantiellement (de 79 à 231 milliards de FCFA), il y a un seulement un petit effet positif sur la production agricole, dont la valeur économique augmente avec quelques 27 milliards de FCFA. Il faut noter que c'est le seul scénario analysé avec une valeur actualisée nette positive au niveau du Moyen Niger.

C'est de surtout le Moyen Niger qui tirera profit de l'optimisation du scénario de développement, mais ne dépasse pas le Delta Intérieur comme le plus grand contributeur à la VAN du Bassin. A peu près 48% de la valeur actualisée nette est produite dans le Delta Intérieur, contre 15% dans le Moyen Niger, 18% dans le système Niger, 9% dans le Niger Supérieur, 8% dans le système Bénoué et seulement 3% dans le Delta du Niger.

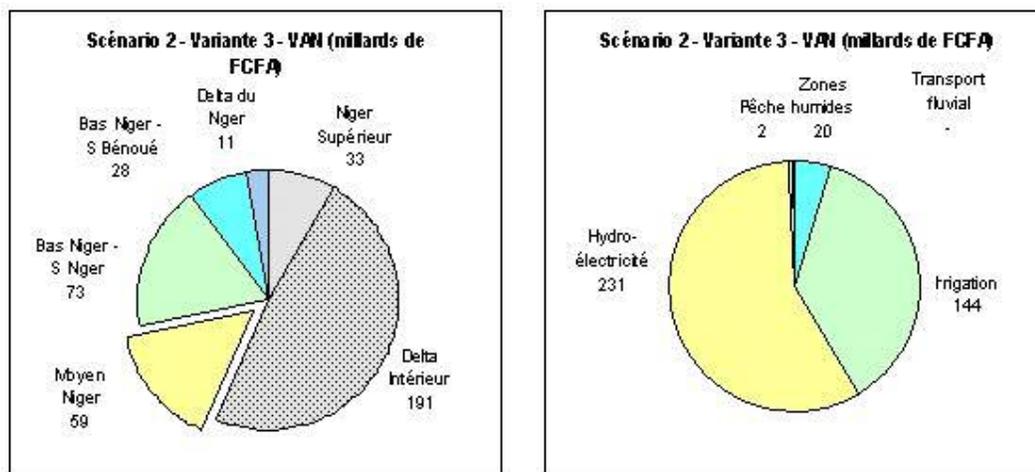


Figure 0-11 Distribution de la valeur actualisée nette entre secteurs et biefs (Scénario 2 – variante avec Taoussa, grand Kandadji et Kambou)

- Ressources en eau

L'optimisation de ce scénario porte surtout sur le Moyen Niger à cause de l'étiage de 120 m<sup>3</sup>/s qui peut être maintenu et de la construction des barrages dont l'effet est surtout une redistribution des débits pendant l'année. L'impact sur les autres biefs du fleuve est faible et sera plus important dans le système Niger, qui profite le plus du débit d'étiage de 120 m<sup>3</sup>/s retenu à Malanville.

Les figures ci-dessous indiquent l'impact sur la distribution de l'eau dans le Moyen Niger et le système Niger. Il n'y aura pas de changements sur la distribution dans les autres biefs du fleuve, vis-à-vis de la situation optimisée dans le scénario de développement autonome.

A partir de ces deux figures, on constate une distribution similaire pour les débits à Malanville et à Baro. Ce qui est surtout remarquable est l'écrêtement des crues qui devra se produire à Baro, et qui semble être l'impact de l'écrêtement des crues et de la croissance dans la consommation pour l'irrigation dans le Moyen Niger à cause de la construction d'une série de barrages. L'effet est similaire pour les deux variantes.

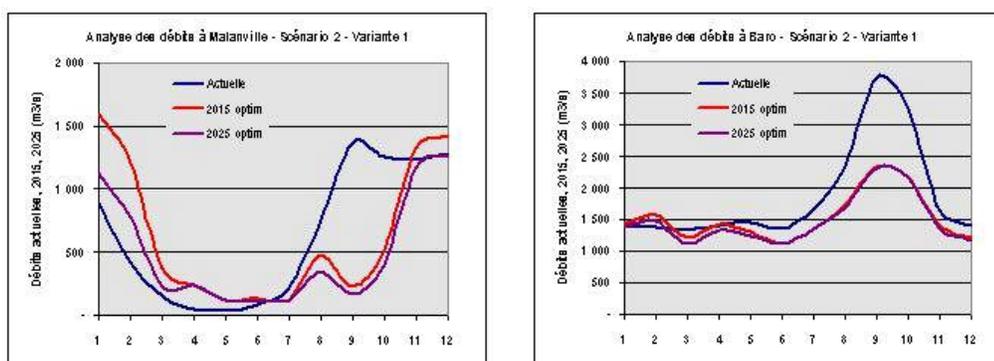


Figure 0-12 Changements de la disponibilité en eau dans Moyen Niger et le système Niger (scénario 2 – variante 1)

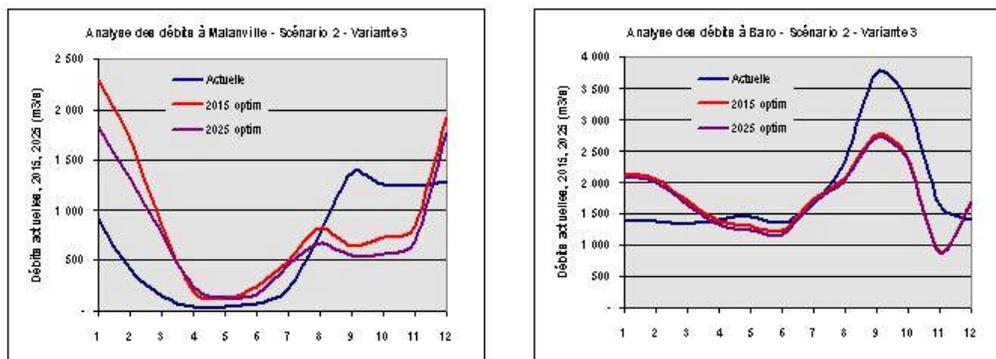


Figure 0-13 Changements de la disponibilité en eau dans Moyen Niger et le système Niger (Scénario 2 – variante 3).

- Impact sur l'assolement

A cause de la construction des barrages dans le Moyen Niger et du fait que l'eau mobilisée peut être mise à profit pour l'agriculture, des changements importants seront observés sur l'assolement. La série de barrages construits sous les variantes 1 et 3 du Scénario 2 permet une mise en eau des surfaces importantes dans le Moyen Niger. Cependant on constate aussi que l'assolement dans la variante 3 de ce scénario indique la disparition de la culture de riz en hivernage à cause de l'effet de l'écrêtement des crues et d'un débit d'étiage de 120 m<sup>3</sup>/s retenu à Malanville comme critère. Les quatre tableaux suivants en donnent les détails.

*Variante 1:*

Les ressources en eau de la variante 1 permettent de cultiver une superficie des 157 000 ha en riz pendant l'hivernage en 2015. Cette surface serait même de 175 000 ha en 2015, à cause de l'accroissement de la surface aménagée entre 2015 et 2025. C'est la surface aménagée qui constitue un facteur limitant et non la disponibilité en eau.

Tableau 0-15 Optimisation des superficies cultivées en 2015 (Scénario 2 – variante 1)

	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraich CS	Annuelles	Total
Niger Supérieur	33 605	-	13 187	14 870	3 385	65 047
Delta Intérieur	150 475	-	92 600	57 875	57 875	358 825
Moyen Niger	142 227	-	70 372	18 155	8 795	239 549
Niger Inférieur - Système Niger	74 375	-	43 750	30 625	4 375	153 125
Niger Inférieur - Système Bénoué	51 468	-	14 199	19 678	3 028	88 372
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 020	-	-	6 020	7 525	19 565
Total	458 169	-	234 108	147 223	84 983	924 483

Tableau 0-16 Optimisation des superficies cultivées en 2025 (Scénario 2 – variante 1)

	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraîch CS	Annuelles	Total
Niger Supérieur	44 775	-	7 484	21 855	4 095	78 209
Delta Intérieur	228 475	-	123 025	105 450	87 875	544 825
Moyen Niger	103 926	57 588	120 006	25 385	9 770	316 674
Niger Inférieur - Système Niger	75 608	-	35 580	40 028	4 448	155 663
Niger Inférieur - Système Bénoué	68 085	-	4 735	32 025	4 005	108 850
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 620	-	-	6 620	8 275	21 515
Total	527 488	57 588	290 831	231 362	118 468	1 225 736

La distribution et la consommation d'eau dans le Moyen Niger et dans le Système Niger sont présentées dans la figure suivante. La figure indique une croissance importante dans la consommation d'eau pendant les premiers sept mois de l'année, qui est le résultat de la plus grande surface cultivée en riz de contre saison (descendant de 83 000 ha à l'heure actuelle à 70 000 ha en 2015 et montant ensuite à 120 000 ha en 2025 dans le Moyen Niger).

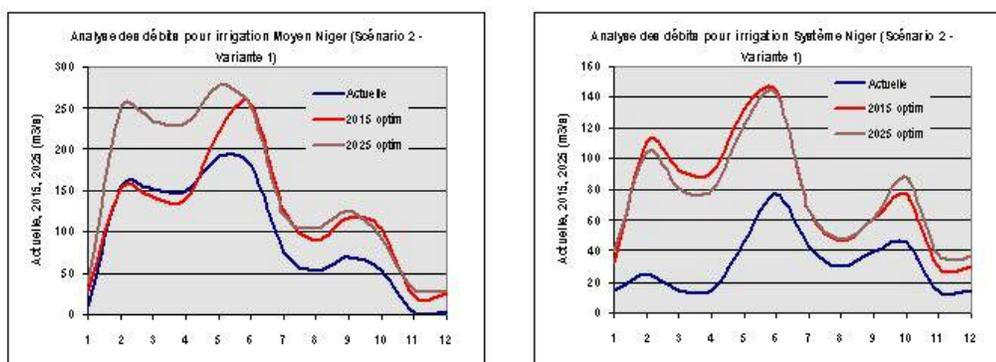


Figure 0-14 Changements de la consommation de l'eau d'irrigation (Scénario 2 – variante 1)

On constate que la consommation de l'eau dans le Moyen Niger augmente légèrement entre 2015 et 2025, tandis que ceci n'est pas le cas dans le système Niger. Dans le premier une extension importante de la surface irriguée de l'ordre de 85 à 100 mille ha reste possible pendant le période 2005 à 2025, mais ceci n'est pas le cas dans le système Niger (une augmentation de la superficie de 33 000 est prévue entre 2005 et 2025). Le tableau suivant présente les superficies aménagées pour les périodes considérées.

Tableau 0-17 Surfaces aménagées du Scénario 2 – variante 1

	Surface aménagée (ha)	Surface aménageable (ha)	
		2015	2025
Niger Supérieur	34 405	41 100	54 300
Delta Intérieur	231 500	231 500	351 500
Moyen Niger	91 672	175 900	195 400
Niger Inférieur - Système Niger	56 250	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	47 400	60 550	80 100
Niger Inférieur - Delta du Niger	14 750	15 050	16 550
Total	475 977	611 600	786 800

La valeur économique additionnelle du développement agricole dans la zone du bassin pour le cas du scénario 2, variante 1 est calculée dans le tableau qui suit.

Tableau 0-18 Valeur économique additionnelle du développement agricole pour le Scénario 2 – variante 1 (milliards de FCFA)

	Investiss barrages	Investiss AHA	Exploitation	Bénéfices	VAN (10%)
Niger Supérieur	-	129.3	22.9	281.4	32.8
Delta Intérieur	-	780.0	85.8	1 435.7	191.1
Moyen Niger	39.2	674.2	181.6	744.2	-202.2
Niger Inférieur - Système Niger	-	212.6	64.0	674.4	70.1
Niger Inférieur - Système Bénoué	-	212.6	40.5	394.1	22.7
Niger Inférieur - Delta du Niger	-	11.7	1.7	23.4	2.4
Total	39.2	2 020.3	396.5	3 553.2	117.0

Il est constaté, au niveau du Moyen Niger, que les bénéfices supplémentaires sont importants et sont en deuxième position après ceux du Delta Intérieur. Aussi les bénéfices supplémentaires dans le système Niger sont importants et viennent en troisième position après le Delta Intérieur et le Moyen Niger. Si on compare la situation avec le développement autonome on voit que la situation dans le Moyen Niger change beaucoup; la contraction du secteur agricole enregistrée dans le scénario de développement autonome (-110 milliards de FCFA) reste négative dans cette variante (-202 milliards de FCFA).

#### Variante 3:

L'analyse de la variante 3 de ce scénario montre qu'en 2015 une surface de 462 000 ha est cultivée en hivernage, ce qui est légèrement supérieur par rapport à la variante 1 (458 000 ha). Même si le barrage de Labezanga n'est pas inclus dans cette variante, il faut reconnaître que sa contribution à la surface aménagée est plus ou moins la différence entre les deux variantes (4 000 ha seulement). Donc, c'est probablement aussi la limite en disponibilité en eaux qui contribue à la diminution de la surface irriguée en hivernage.

Par ailleurs on constate que cet effet est encore plus important en 2025, année où la surface irriguée pendant l'hivernage ne dépasse pas 600 000 ha. Le fait que pendant la contre saison on constate aussi une augmentation de la surface entre 2015 et 2025 indique que c'est la disponibilité en surfaces aménagées qui est limitant.

Tableau 0-19 Optimisation des Superficies cultivées en 2015 (Scénario 2 – variante 3)

Superficie (ha)
-----------------

	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraich CS	Annuelles	Total
Niger Supérieur	33 605	-	13 187	14 870	3 385	65 047
Delta Intérieur	150 475	-	92 600	57 875	57 875	358 825
Moyen Niger	146 285	-	116 976	17 395	8 605	289 261
Niger Inférieur – Système Niger	74 375	-	43 750	30 625	4 375	153 125
Niger Inférieur – Système Bénoué	51 468	-	14 199	19 678	3 028	88 372
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 020	-	-	6 020	7 525	19 565
Total	462 228	-	280 712	146 463	84 793	974 195

Tableau 0-20 Optimisation des Superficies cultivées en 2025 (Scénario 2 – variante 3)

	Superficie (ha)					
	Riz HIV	Autre HIV	Riz CS	Maraich CS	Annuelles	Total
Niger Supérieur	44 775	-0	7 484	21 855	4 095	78 209
Delta Intérieur	228 475	-	123 025	105 450	87 875	544 825
Moyen Niger	179 860	0	135 558	25 635	10 580	351 633
Niger Inférieur – Système Niger	75 608	-	35 580	40 028	4 448	155 663
Niger Inférieur – Système Bénoué	68 085	-0	4 735	32 025	4 005	108 850
Niger Inférieur – Delta du Niger	6 620	0	-	6 620	8 275	21 515
Total	603 423	0	306 383	231 612	119 278	1 260 696

La distribution de la consommation de l'eau dans le Moyen Niger et le système Niger et le système sur l'assolement.

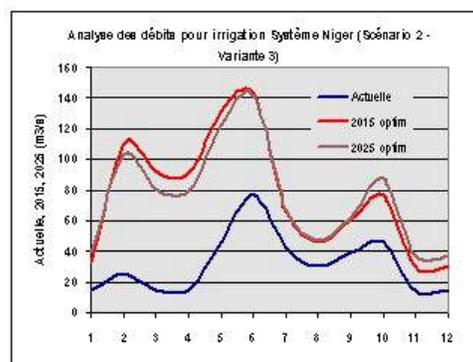
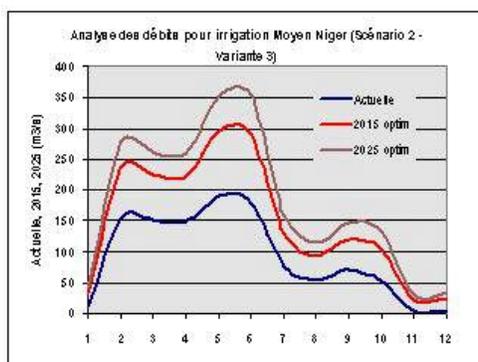


Figure 0-15 Changements de la consommation de l'eau d'irrigation (scénario 2 – variante 3)

Les surfaces aménagées au titre de la variante 3 sont présentés dans le tableau suivant.

Tableau 0-21 Surfaces aménagées du Scénario 2 – variante 3

	Surface aménagée (ha)	Surface aménageable (ha)	
		2015	2025
Niger Supérieur	34 405	41 100	54 300
Delta Intérieur	231 500	231 500	351 500
Moyen Niger	91 672	172 100	211 600
Niger Inférieur - Système Niger	56 250	87 500	88 950
Niger Inférieur - Système Bénoué	47 400	60 550	80 100
Niger Inférieur - Delta du Niger	14 750	15 050	16 550
Total	475 977	607 800	803 000

La valeur économique additionnelle du développement agricole dans la zone du bassin pour le cas du scénario 2, variante 3 est calculée dans le tableau qui suit.

Tableau 0-22 Valeur économique additionnelle du développement agricole pour le Scénario 2 – variante 1 (milliards de FCFA)

	Investiss barrages	Investiss AHA	Exploitation	Bénéfices	VAN (10%)
Niger Supérieur	-	129.3	22.9	281.4	32.8
Delta Intérieur	-	780.0	85.8	1 435.7	191.1
Moyen Niger	39.2	779.5	188.3	899.0	-174.9
Niger Inférieur - Système Niger	-	212.6	64.0	674.4	70.1
Niger Inférieur - Système Bénoué	-	212.6	40.5	394.1	22.7
Niger Inférieur - Delta du Niger	-	11.7	1.7	23.4	2.4
Total	39.2	2 125.6	403.2	3 707.9	144.2

Il est constaté, au niveau du Moyen Niger, que les bénéfices supplémentaires sont importants et sont en deuxième position après ceux du Delta Intérieur. Aussi les bénéfices supplémentaires dans le système Niger sont importants et viennent en troisième position après le Delta Intérieur et le Moyen Niger. Si on compare la situation avec le développement autonome on voit que la situation dans le Moyen Niger change beaucoup; la contraction du secteur agricole enregistrée dans le scénario de développement autonome (-110 milliards de FCFA) reste négative dans cette variante (-175 milliards de FCFA, mais moins que au titre de la variante 1).

- Impact sur l'hydroélectricité

Les variantes étudiées dans ce scénario sont surtout destinées à la production d'hydroélectricité. Les barrages de Labezanga et de Kambou sont des barrages hydroélectriques, tandis que ceux de Taoussa et de Kandadji sont à buts multiples.

Dans l'annexe portant sur ce scénario une description détaillée est donnée sur le choix de la capacité installée et les conditions de la production hydroélectrique. Dans l'optimisation, les résultats de ces simulations ont été repris et inclus dans le calcul de la valeur actualisée nette pour en définir la rentabilité économique. Le tableau suivant présente les détails des variantes.

Tableau 0-23 Données des barrages retenus pour le Scénario 2

Barrage	Côte de la retenue (milliards FCFA)	MW fermes	MW installées	GWh produites en année moyenne	Variante
Taoussa	258.5	6.9	30.0	201.3	1 et 3
Labezanga	237.5	6.0	40.0	287.7	1
Kandadji	232.5	31.7	125.0	809.6	1
	237.5	68.5	210.0	1 237.6	3
Kambou	210.5	5.9	105.0	657.3	1 et 3

La production d'hydroélectricité est définie par les apports et les volumes des barrages. Le turbinage pour la production d'électricité devrait théoriquement être optimisé en fonction des autres demandes de l'eau en aval des barrages. Néanmoins, on constate que parfois le turbinage est fait simplement pour la production d'hydroélectricité sans prendre en compte les besoins en aval. C'est pourquoi le modèle d'optimisation prend les simulations des débits turbinés des études pour estimer la production d'électricité. La figure suivante présente les résultats de ces estimations.

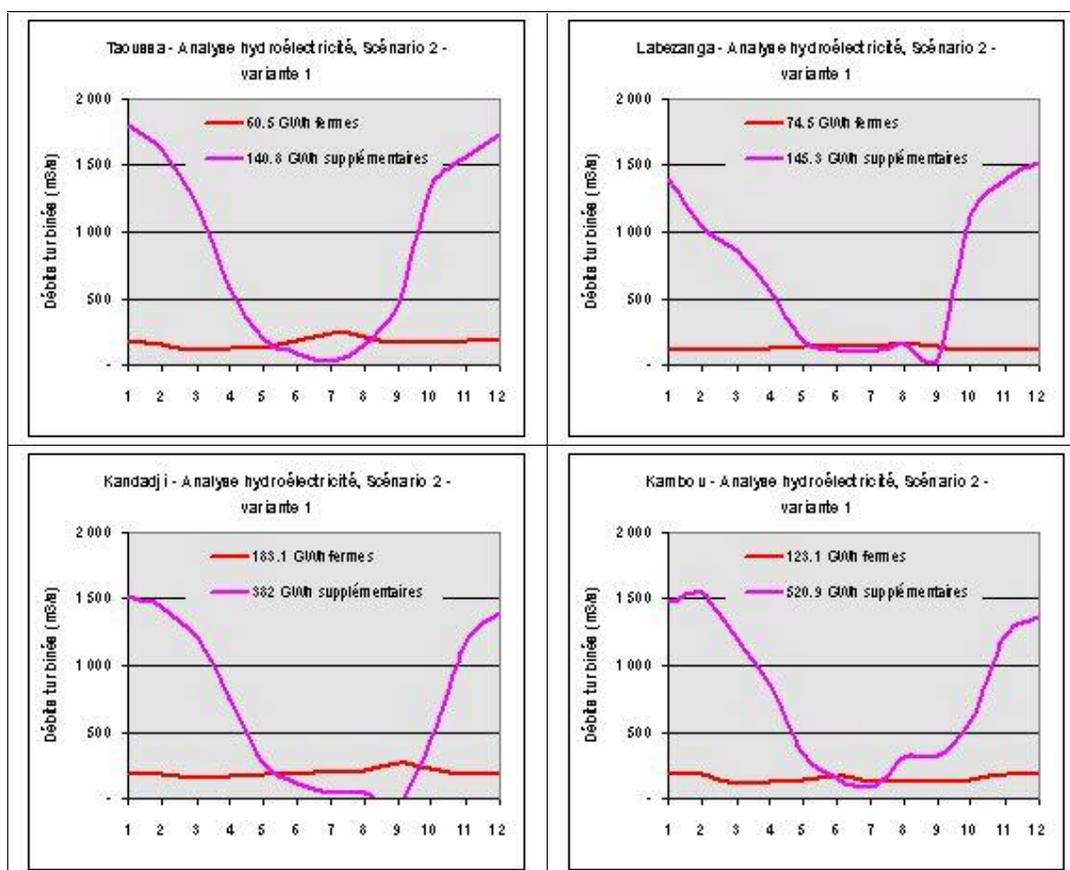


Figure 0-16 Résultats des simulations pour les débits turbinés des barrages (Scénario 2 – variante 1)

Les simulations des débits turbinés de la variante 3 de ce scénario indiquent seulement une différence pour les débits des barrages de Kandadji et de Kambou. La situation

pour le barrage de Taoussa est la même que celle de la variante 1. La figure suivante présente les détails pour Kandadji et Kambou.

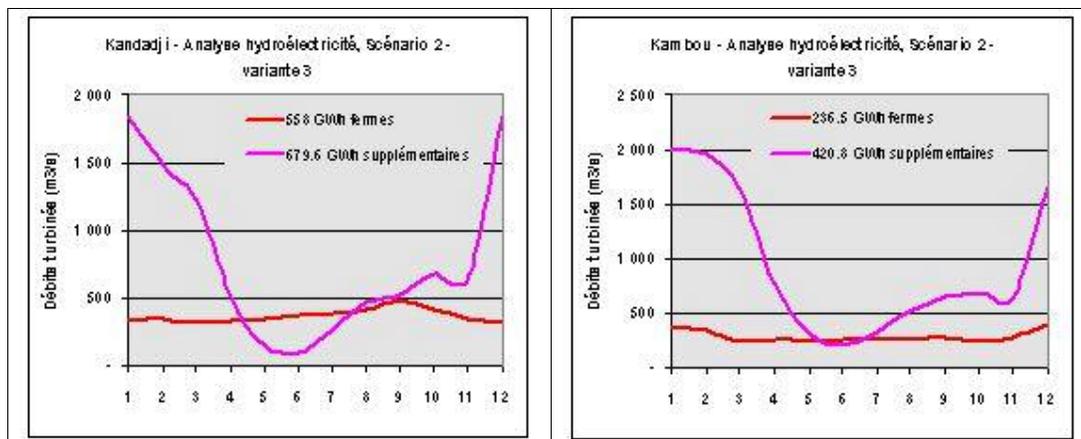


Figure 0-17 Résultats des simulations pour les débits turbinés au niveau de Kandadji et Kambou (Scénario 2 – variante 3)

En se basant sur ces schémas de turbinage et de production d'électricité on peut calculer la valeur actualisée nette de la production d'hydroélectricité pour les deux variantes considérées.

Il est à noter que les investissements des barrages à buts multiples (Taoussa et Kandadji) sont comptabilisés dans les calculs de la valeur actualisée nette de l'hydroélectricité. La figure suivante présente la trésorerie des valeurs actualisées pour la période 2005 à 2025 en tenant compte du rythme de mise en œuvre de barrages considérés.

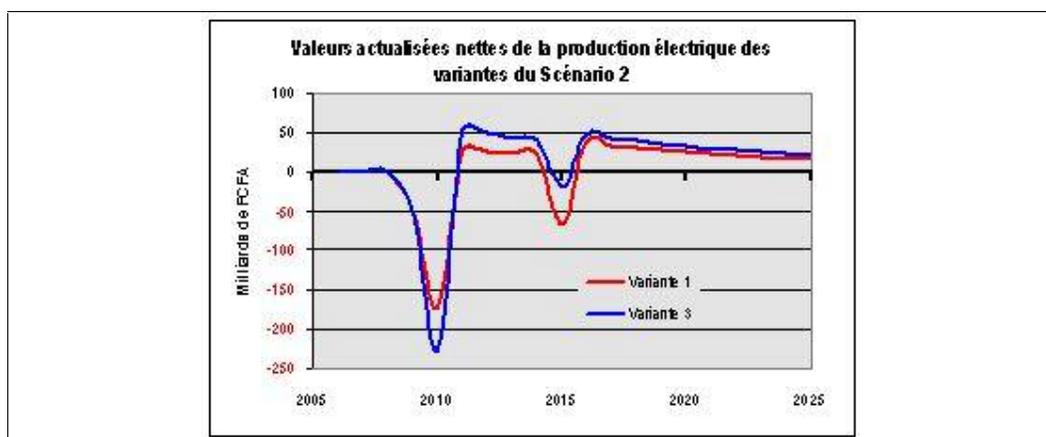


Figure 0-18 Evolution des valeurs actualisées nettes de la production d'hydroélectricité

- Impact sur la pêche

A cause de la création d'un plan d'eau important au niveau des retenues de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou, une intensification de la pêche est envisageable. La surface créée par la variante 1 est de 187 000 ha, ce qui pourrait donner une capture de

poissons de l'ordre de 9 315 tonnes par an (50 kg par ha), pour un bénéfice à réaliser par les pêcheurs de l'ordre de 2,34 milliards de FCFA.

La variante 3 du même scénario comprend seulement les barrages de Taoussa, de Kandadji et de Kambou, dont les retenues couvrent une surface de 209 500 ha, produisant un volume de poisson d'environ 10 500 tonnes avec une valeur économique de 2,62 milliards de FCFA.

- Impact sur le transport fluvial

La gestion de l'eau dans le Moyen Niger, suite à la construction des barrages de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou, pourrait occasionner le développement du transport fluvial dans ce bief du fleuve. Cependant on constate que les débits supplémentaires qui résulteraient de ce scénario ne sont pas nécessairement envisagés pour promouvoir le transport fluvial, pour lequel un débit de 1 000 m<sup>3</sup>/s est estimé être requis. Ce débit ne peut pas être atteint par ce scénario en dehors des mois où il était important avant les aménagements ; on constate même une diminution du nombre de mois qui avec un débit supérieur à 1 000 m<sup>3</sup>/s à Malanville (voir figures 6-12 et 6-13).

- Analyse critique

On constate que de la valeur actualisée nette que la variante 1 de ce modèle produit provient pour la plus grande partie provient du Delta Intérieur au titre de l'irrigation. Cependant, on voit que la valeur actualisée nette du Moyen Niger reste négative : la production d'électricité n'est pas en position de contrebalancer la valeur négative de l'irrigation. Par contre, au titre de la variante 3 c'est l'hygrométrie qui rend la valeur actualisée nette du Moyen Niger positive. Aussi pour cette variante l'agriculture reste le secteur le plus important au niveau du Bassin, mais ne l'est plus pour le Moyen Niger (295 milliards de FCFA au titre de l'agriculture contre 635 milliards pour l'hydroélectricité).

Il est à noter que le débit de garantie à Malanville ne peut atteindre les 120 m<sup>3</sup>/s, définis sans que les modèles d'optimisation des variantes ne produisent plus de solutions.

Les très faibles débits pendant les mois d'avril à juin sont surtout retrouvés dans le système Bénoué pour ce scénario. La variation entre les crues et l'étiage dans cette partie du fleuve reste énorme et pose une contrainte pour le développement d'activités économiques, tel que le transport fluvial. La station de Makurdi connaît même une variation encore plus grande entre la crue et l'étiage, notamment de 10 000 m<sup>3</sup>/s en septembre à virtuellement zéro en mars/avril.

Dans l'ensemble du Bassin la part de la consommation par la population augmente considérablement. Si la consommation domestique à partir du fleuve représente 970 millions de m<sup>3</sup> à l'heure actuelle, elle deviendra 1 570 millions de m<sup>3</sup> en 2015 et même 2 450 millions de m<sup>3</sup> en 2025, plus qu'un doublement en 20 ans.

A cause de la réservation d'un débit sanitaire la disponibilité de l'eau pour des activités économiques est limitée. Une analyse de sensibilité indique qu'avec une réduction de 50% du débit sanitaire réduit la valeur des zones humides pérennisées, mais permet une intensification de l'agriculture irriguée. L'effet de cette

réduction sera un accroissement de la valeur actualisée nette de seulement 21 milliards de FCFA pour l'ensemble du Bassin pour la variante 1. Au titre de la variante 3 l'augmentation est de 14 milliards. Ces valeurs sont plus faibles que l'effet d'une réduction des débits sanitaires chez le scénario 1 (42 milliards de FCFA). A case de faibles débits dans le Moyen Niger et le système Bénoué à l'heure actuelle, l'effet d'une réduction du débit sanitaire se fait plus sentir au niveau de ces sections du fleuve, si aucun changement important (construction de barrages) ne prend place, comme c'est le cas pour le scénario 1. Le scénario 2 prévoit un changement important de l'hydrologie du Moyen Niger qui est destinée à favoriser les secteurs consommateurs d'eau et l'impact d'une réduction du débit sanitaire se sentira moins.

L'analyse des débits de garantie indique qu'il serait même possible de fournir à la station de Malanville un débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s, mais avec des conséquences importantes pour l'économie du Moyen Niger. Un débit de garantie de 60 m<sup>3</sup>/s augmente la valeur actualisée nette du Moyen Niger entre 10 (variante 3) et 38 milliards de FCFA (variante 1), sans qu'il y ait une augmentation de la valeur pour le système Niger. Les tableaux suivants présentent les résultats de ces analyses.

*Tableau 0-24 Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette pour la variante 1 (milliards de FCFA)*

	Valeur actualisée nette (base)	VAN avec 50% du niveau du débit sanitaire	VAN avec un débit de garanti	Débit de garantie utilisé (m <sup>3</sup> /s)
Niger Supérieur	34.8	33.8	34.8	30
Delta Intérieur	191.8	191.4	191.8	-
Moyen Niger	-120.4	-106.5	-82.7	60
Niger Inférieur - S Niger	73.3	71.7	73.3	120
Niger Inférieur - S Bénoué	27.5	41.9	-30.4	20
Delta du Niger	11.5	7.0	11.5	120
Total	218.5	239.3	198.2	30
<i>Effets sur l'irrigation</i>	<i>117.0</i>	<i>148.0</i>	<i>96.7</i>	

*Tableau 0-25 Résultats de l'analyse de sensibilité sur la valeur actualisée nette pour la variante 3 (milliards de FCFA)*

	Valeur actualisée nette (base)	VAN avec 50% du niveau du débit sanitaire	VAN avec un débit de garanti	Débit de garantie utilisé (m <sup>3</sup> /s)
Niger Supérieur	34.8	33.8	34.8	30
Delta Intérieur	191.8	191.4	191.8	-
Moyen Niger	59.1	66.3	69.7	150
Niger Inférieur - S Niger	73.3	71.7	73.3	120
Niger Inférieur - S Bénoué	27.5	41.9	-30.4	20
Delta du Niger	11.5	7.0	11.5	120
Total	398.0	412.1	350.6	30
<i>Effets sur l'irrigation</i>	<i>144.2</i>	<i>168.6</i>	<i>96.9</i>	

A partir du tableau ci-dessus, on pourrait conclure que la définition de débits sanitaires est importante pour la coopération régionale car elle ne permet plus que

les pays en amont monopolisent les ressources d'eau sans tenir compte des demandes en aval. Cependant, il est important de comprendre qu'il y a des limites aux débits de garantie et que ceci pourrait avoir des impacts sur l'économie des pays. L'analyse montre les débits de garantie maxima possibles, sans que le modèle ne devienne instable. Il en ressort que l'impact sur la valeur actualisée nette pour l'ensemble du Bassin serait de l'ordre de 100 (variante 3) à 145 milliards de FCFA (variante 1).

Enfin, reste le partage des coûts et bénéfices de la construction des barrages prévus dans le Moyen Niger. Actuellement ce sont le Mali et le Niger qui portent l'ensemble des investissements des barrages, qui sont estimés à 83 milliards de FCFA pour le Mali et entre 608 (variante 1) et 650 milliards (variante 3) de FCFA pour le Niger. Les bénéfices des barrages 14 milliards de FCFA pour le Mali et entre 83 et 129 milliards de FCFA pour le Niger au titre de l'hydroélectricité. Au titre de l'irrigation les bénéfices se situent entre 64 et 87 milliards de FCFA pour le Mali, entre 23 et 302 milliards de FCFA pour le Niger et sont 91,0 milliards de FCFA pour le Nigeria au titre de l'irrigation. Les Tableaux 7-24 et 7-25 présentent les données détaillées pour la production agricole

*Tableau 0-26 Valeurs de la production agricole dans le Moyen Niger et système Niger pour la variante 1 (milliards de FCFA par an)*

	Actuelle	2015	2015
Guinée	0.6	28.9	36.2
Mali	35.1	45.0	48.5
Nigeria	37.5	76.1	90.1
Total	73.2	150.0	174.9
Accroissements avec situation actuelle		76.7	101.6

*Tableau 0-27 Valeurs de la production agricole dans le Moyen Niger et système Niger pour la variante 3 (milliards de FCFA par an)*

	Actuelle	2015	2015
Guinée	0.6	29.9	33.8
Mali	35.1	49.5	64.7
Nigeria	37.5	76.1	90.1
Total	73.2	155.5	188.6
Accroissements avec situation actuelle		82.2	115.4

Il est normal de constater que les bénéfices de l'hydroélectricité retombent aux pays où se trouve la centrale hydroélectrique pendant toute la période de mise en eau du barrage, jusqu'en 2025. Les bénéfices agricoles supplémentaires bénéficient aux pays où la production prend place.

Par ailleurs, il serait normal que les investissements de la centrale soient financés par les pays qui profitent de l'électricité produite tandis que les investissements pour le barrage pourraient être repartis entre les pays en fonction des bénéfices qu'ils en tirent.

La situation avec le complexe des ouvrages mis en fonction dans le Moyen Niger est comme suit :

- Les investissements du barrage de Taoussa et sa centrale doivent être prises en charge totalement par le Mali, qui en tire les bénéfices agricoles et hydroélectriques,
- Les investissements des autres barrages favorisent la régulation de l'eau et permettent qu'un débit de 120 m<sup>3</sup>/s soit maintenu à la station de Malanville. C'est le Nigeria qui profite de ce supplément d'eau et logiquement il devrait contribuer aux coûts des barrages,
- Les investissements pour les centrales des autres barrages (Labezanga, Kandadji et Kambou) doivent être financés par le Niger, qui tire profit de la production d'hydroélectricité.

Le tableau suivant donne une simulation de la répartition des coûts et bénéfices en fonction de la mise en eau prévue des barrages du Moyen Niger au titre des variantes 1 et 3.

Le résultat montre qu'il serait logique que le Nigeria contribue chez la variante 1 aux investissements des barrages construits au Niger à hauteur de 80% de ses coûts, soit 317 milliards de FCFA. La contribution du Niger est estimée ainsi à 292 milliards de FCFA et celle du Mali à 83 milliards de FCFA

Les contributions pour la variante 3 sont 83 milliards de FCFA pour le Mali, 357 milliards pour le Niger et 268 milliards pour le Nigeria.

Les deux tableaux qui suivent en présentent les détails.

*Tableau 0-28 Analyse de la répartition des investissements pour les barrages du Moyen Niger, variante 1 (milliards de FCFA)*

	Valeur nette (annuelle)			Taux actuel	Valeur actualisée nette / contr		
	Mali	Niger	Nigéria		Mali	Niger	Nigeria
Bénéfices hydroélectricité Toussa	13.7			0.377	87.7		
Bénéfices hydroélectricité Kandadji		38.6		0.356		219.8	
Bénéfices hydroélectricité Kambou / Labezanga		44.0		0.275		178.5	
Total hydroélectricité	13.7	82.5			87.7	398.3	
Bénéfice supp agricoles 2015	28.3	9.9	38.5	0.366	72.7	25.3	98.8
Bénéfice supp agricoles 2025	35.6	13.4	52.6	0.263	93.8	35.3	138.4
Total bénéfices agricoles	64.0	23.3	91.1		166.5	60.6	237.2
Pourcentage						20%	80%
Investiss barrages multiples	58.5	231.5			58.5	47.1	184.4
Investiss barrages hydroélectr		166.4				33.9	132.5
Investiss centrales	24.2	210.6			24.2	210.6	
Total	82.6	608.4			82.6	291.5	316.9

Notes : L'actualisation des valeurs de 2015 est sur 7 années  
L'actualisation des valeurs de 2025 est sur 10 années

*Tableau 0-29 Analyse de la répartition des investissements pour les barrages du Moyen Niger, variante 3 (milliards de FCFA)*

	Valeur nette (annuelle)			Taux actuel	Valeur actualisée nette / contr		
	Mali	Niger	Nigéria		Mali	Niger	Nigeria
Bénéfices hydroélectricité Toussa	13.7			0.377	87.7		
Bénéfices hydroélectricité Kandadji		84.2		0.356		479.7	
Bénéfices hydroélectricité Kambou		44.7		0.275		135.4	
Total hydroélectricité	13.7	128.9			87.7	615.1	
Bénéfice supp agricoles 2015	29.3	14.4	38.5	0.366	75.1	37.0	98.8
Bénéfice supp agricoles 2025	33.2	29.6	52.6	0.263	87.4	77.9	138.4
Total bénéfices agricoles	89.9	301.8	91.1		162.5	115.0	237.2
Pourcentage						33%	67%
Investiss barrages multiples	58.5	312.1			58.5	75.6	155.9
Investiss barrages hydroélectr		110.8				54.3	112.0
Investiss centrales	24.2	227.4			24.2	227.4	
Total	82.6	650.3			82.6	357.3	267.9

Notes : L'actualisation des valeurs de 2015 est sur 7 années  
L'actualisation des valeurs de 2025 est sur 10 années

## CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

### 1.31 Cadre de l'étude

L'étude d'optimisation des opportunités de développement dans le Bassin du Niger a pris place pendant la période janvier à août 2006. Elle se base sur toutes les données disponibles au niveau de l'ABN qui ont été mise à la disposition de l'équipe d'étude. Par ailleurs, l'équipe a pu mettre la main sur d'autres données et études, qui lui ont permis de compléter une base de données qui a servi aux analyses. Toutes les informations utilisées pour l'étude d'optimisation sont présentées dans les annexes au rapport final et portent sur l'hydrologie, l'agriculture, l'élevage, la pêche, hydroélectricité, le transport fluvial et la gestion des ressources en eau. Aussi, les détails des scénarii de développement du Niger Supérieur (barrage de Fomi) et du Moyen Niger (barrages de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou) sont inclus dans les annexes.

Avant tous il importe de signaler que l'abondante littérature, dont les rapports des études multisectorielles nationales et leur synthèse ; qui concerne le Bassin du Fleuve Niger n'offre pas beaucoup d'informations adéquates en rapport avec la mise en valeur des ressources du Bassin, ce qui n'a pas faciliter la production du rapport préliminaire. Ainsi, l'exercice d'optimisation est limité, elle ne couvre que l'optimisation des secteurs de l'hydroélectricité et de l'agriculture irriguée et porte uniquement sur les consommations d'eau de surface. La quasi-inexistence de données sur les ressources sous-terraines n'ont pas permis d'inclure cette ressource dans l'analyse. Aussi, il faut noter que les données sur les ressources en eau de surface étant pas plus que des moyennes multi-annuelles due au fait que le modèle hydraulique n'était pas disponible au moment de l'étude, n'ont pas permis une étude très affinée devant se limité à une optimisation de ce qui se passe en année moyenne.

D'une manière générale les résultats de l'optimisation sont loin d'une analyse approfondis économique des opportunités de développement dans le bassin de Niger, elle ne donne que des conclusions sur les effets à s'attendre sur la production et rentabilité de l'hydroélectricité et de l'agriculture irriguée. A aucun moment l'étude a pu faire un choix balancé optimal entre les secteurs critiques et leurs rentabilités économiques. Il est malheureux à dire que l'étude, par la qualité des données qui lui ont été présentées comme base, n'a pas permis de tirer des conclusions définitifs sur les meilleures opportunités de développement dans le bassin du Niger.

C'est dans le cadre des ces limitations que trois scénarii de développement ont fait l'objet d'une optimisation, à savoir :

1. Le développement autonome, scénario qui ne prend pas en considération les grands aménagements de mobilisation d'eau. Ce scénario permet d'évaluer la rentabilité économique du développement autonome qui ne prend en considération qu'une croissance « naturelle » des consommations en eau pour les populations, l'élevage et l'irrigation.
2. Le développement dans le Niger Supérieur, qui porte essentiellement sur la mise en eau du barrage de Fomi et une gestion conjointe des barrages de Fomi et Selingué. Ce scénario de développement a des impacts important sur

les surfaces irriguées dans le Niger Supérieur et le Delta Intérieur car il permet une intensification de l'irrigation dans les périmètres de l'Office de Niger. Par ailleurs, le scénario préconise la nécessité d'un débit minimal de 120 m<sup>3</sup>/s à Malanville pour garantir les besoins du Niger Inférieur.

3. Le développement dans le Moyen Niger, qui évalue les opportunités pour la mise en eau d'une série de barrages, notamment Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou. Ce scénario prend en considération une régularisation des eaux du Moyen Niger, qui a comme impact le plus important la production d'hydroélectricité.

Au titre de cette optimisation deux variantes ont été optimisées, portant sur les aménagements :

- Une combinaison des barrages de Taoussa, Labezanga, Kandadji et Kambou,
- Une combinaison concernant seulement les barrages de Taoussa, de Kandadji et Kambou,

Les deux variantes prennent en considération un débit minimal de 120 m<sup>3</sup>/s à Malanville pour satisfaire les besoins du Niger Inférieur.

L'optimisation a essentiellement porté sur l'assolement des cultures irriguées, qui sont optimisées en fonction de la disponibilité en eau et des surfaces aménagées. Toutes les valeurs des autres activités économiques (hydroélectricité, pêche, transport fluvial) sont ajoutées au résultat de l'optimisation de l'irrigation pour estimer la valeur totale du scénario.

L'analyse économique des opportunités de développement a porté sur la Valeur Actualisée Nette (VAN) des activités économiques dans le Bassin. Seulement les valeurs économiques additionnelles sont prises en considération en faisant une comparaison des bénéfices économiques du scénario avec ceux de la situation actuelle.

### 1.32 Résultats des optimisations

- Valeur actualisée nette

Dans le Tableau 8-1 se trouve les résultats des calculs économiques des scénarii de développement qui ayant fait l'objet de cette étude. Le tableau montre que la variante 3 (mise en eau des barrages de Taoussa, le grand Kandadji et Kambou) donne la plus grande valeur actualisée nette.

Il est à noter que la différence entre la rentabilité du Moyen Niger pour les différents scénarios est liée au débit de garantie minimal qui est possible à la station de Malanville. Le débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s à Malanville qui devrait être pris en compte dans les scénarii de développement, n'est pas faisable pour le développement autonome et le scénario 1.

Le débit de garantie défini pour la station de Malanville a un impact important sur le Moyen Niger, car il fait chuter la rentabilité. Il peut être calculé qu'une valeur actualisée nette pour le Moyen Niger est possible pour les scénarii du développement autonome et

de développement du Niger Supérieur, si le débit de garantie ne dépasse pas 60 m<sup>3</sup>/s (la VAN s'accroît alors de 40 milliards de FCFA).

On pourrait conclure, à partir des calculs de la rentabilité économique, que la variante 3 du scénario de développement du Moyen Niger est la plus rentable. C'est le seul scénario qui montre une valeur actualisée nette positive pour tous les biefs du bassin du Niger ; tout le monde est gagnant !

Tableau 0-1 *Résumé des valeurs économiques des scénarii (en milliards de FCFA)*

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	34.8	96.9	34.8	34.8
Delta Intérieur	191.8	163.6	191.8	191.8
Moyen Niger	-109.8	-109.8	-120.4	59.1
Système Niger	73.3	74.2	73.3	73.3
Système Bénoué	26.9	27.5	27.5	27.5
Delta du Niger	11.5	11.5	11.5	11.5
Total	228.5	263.9	218.5	398.0
<i>Débit de garantie à Malanville</i>	<i>120 m<sup>3</sup>/s</i>	<i>120 m<sup>3</sup>/s</i>	<i>120 m<sup>3</sup>/s</i>	<i>120 m<sup>3</sup>/s</i>

Il reste possible de faire un double développement, aussi bien dans le Niger Supérieur que dans le Moyen Niger. Cette option est faisable comme le développement dans le Niger Supérieur (barrage de Fomi) ne porte pas sur les ressources en eau du Moyen Niger. En prenant la variante 3 du développement du Moyen Niger, cette combinaison pourrait offrir un bénéfice économique de l'ordre de 432 milliards de FCFA<sup>27</sup>, mais nécessite en revanche des investissements énormes, de l'ordre de 920 milliards FCFA pour la construction des barrages et 4 480 milliards FCFA pour la réalisation des aménagements hydro-agricoles (ceux liées aux barrages aussi bien que le développement autonome pendant la période 2005 - 2025).

On peut se demander s'il est possible de rassembler un tel montant (l'équivalent de 15,4 milliards \$EU) d'ici 2015.

- Ressources en eau

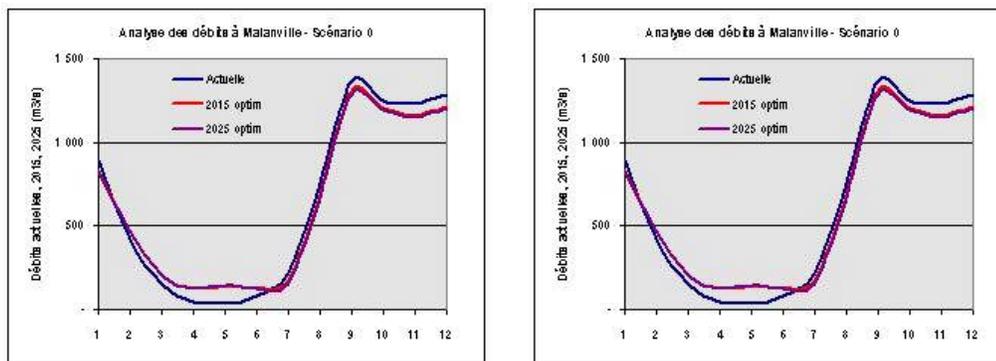
Les changements au niveau des ressources en eau sont les plus apparents dans le Moyen Niger et ce, à cause de l'introduction du débit de garantie de 120 m<sup>3</sup>/s à Malanville qui est destiné à satisfaire les demandes du système Niger en aval. Dans la figure 8-1 sont présentés les débits à Malanville pour les différents scénarii étudiés.

---

Développement autonome (débit de garantie 120 m<sup>3</sup>/s)      Développements du Niger Supérieur (débit de garantie 120 m<sup>3</sup>/s)

---

<sup>27</sup> 96,6 milliards de FCFA au titre du Niger Supérieur, 163,64 milliards pour le Delta Intérieur, 59,1 milliards pour le Moyen Niger, 73,3 milliards pour le système Niger, 27,5 milliards pour le système Bénoué et 11,5 milliards pour le Delta du Niger



Développements du Moyen Niger (variante 1 avec débit de garantie 120 m<sup>3</sup>/s)

Développements du Moyen Niger (variante 3 avec débit de garantie 120 m<sup>3</sup>/s)

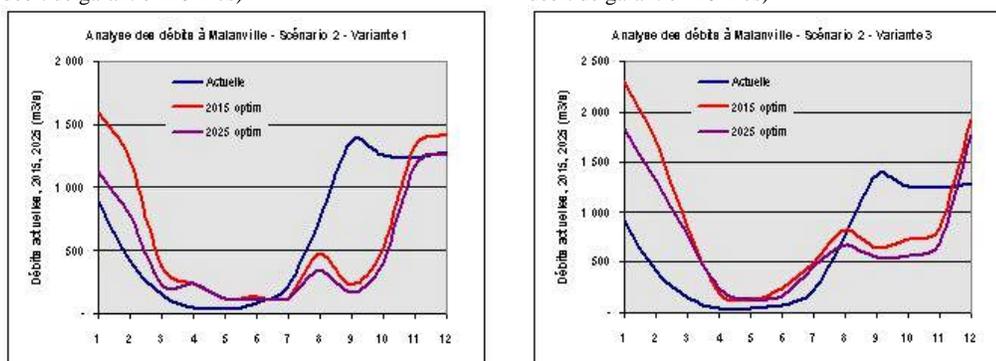


Figure 0-1 Débits à Malanville pour les scénarii étudiés

A partir de ces figures, on remarque que pour le développement autonome (scénario 0) et le développement du Niger Supérieur la situation est plus ou moins égale et ce, à cause du débit de garantie de 80 m<sup>3</sup>/s pour les deux cas. Les figures des scénarii de développement du Moyen Niger montrent une situation différente, mais les deux se caractérisent par un écrêtement de la crue de septembre.

- Protection des zones humides

La protection des zones humides dans le Bassin est réalisée à travers un débit sanitaire dont le niveau est fonction du débit moyen. Le calcul du bénéfice économique des zones humides a été déduit à partir des résultats d'une étude concernant ces zones dans la région du Parc de Wasa au Cameroun. Pour tous les scénarii étudiés le même débit sanitaire a été retenu, dont la valeur actualisée nette est de 20,5 milliards de FCFA.

Aussi une analyse a été faite de l'effet d'une réduction du débit sanitaire, car les développements du passé n'ont pas pris en considération une réservation écologique. Par ailleurs, le principe pris pour définir le débit sanitaire vient des systèmes fluviaux avec faibles débits (moins de 100 m<sup>3</sup>/s), ce qui n'est pas le cas pour le bassin du Niger. Une réduction du débit sanitaire à 50% de son niveau prévu montre chez tous les scénarii une augmentation des valeurs actualisées nettes.

Tableau 0-2 Résumé des valeurs économiques des scénarii avec 50% du débit sanitaire (en milliards de FCFA)

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	33.8	96.9	33.8	33.8
Delta Intérieur	191.4	163.6	191.4	191.4
Moyen Niger	-84.1	-83.8	-106.5	66.3
Système Niger	71.7	74.2	71.7	71.7
Système Bénoué	41.3	44.3	41.9	41.9
Delta du Niger	7.0	11.5	7.0	7.0
Total	261.1	306.7	239.3	412.1
<i>Différence avec situation de base</i>	32.6	42.8	20.8	14.1

On constate donc que les aménagements diminuent l'impact du débit sanitaire sur les rendements économiques du bassin.

- **Agriculture irriguée**

L'agriculture irriguée a fait l'objet d'optimisation ; les assolements des différents biefs ont été optimisés dans les limites de l'eau disponible et des surfaces aménagées. Il s'avère que dans la plupart des biefs c'est la surface aménagée qui limite le développement agricole. Par ailleurs on constate que pendant l'hivernage l'optimisation a tendance à maximaliser la culture de riz qui présente un rendement par m<sup>3</sup> d'eau usée plus élevé que celui des autres cultures d'hivernage. Pendant la contre saison les optimisations maximalisent la culture maraîchère qui a un rendement par m<sup>3</sup> d'eau supérieur à celui du riz de contre saison.

Dans les tableaux 8-3 et 8-4 sont présentées les surfaces totales cultivées pour les scénarii étudiés en 2015 et 2025.

*Tableau 0-3 Résumé des surfaces irriguées des scénarii en 2015*

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	65 047	179 535	65 047	65 047
Delta Intérieur	358 825	544 825	358 825	358 825
Moyen Niger	110 753	110 753	239 549	289 261
Système Niger	153 125	153 125	153 125	153 125
Système Bénoué	88 372	88 372	88 372	88 372
Delta du Niger	19 565	19 565	19 565	19 565
Total	795 687	1 096 174	924 483	974 195

*Tableau 0-4 Résumé des surfaces irriguées des scénarii en 2025*

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	78 209	202 585	78 209	78 209
Delta Intérieur	544 825	1 009 825	544 825	544 825
Moyen Niger	128 476	128 476	316 674	351 633
Système Niger	155 663	155 663	155 663	155 663
Système Bénoué	108 850	108 850	108 850	108 850
Delta du Niger	21 515	21 515	21 515	21 515
Total	1 037 539	1 626 914	1 225 736	1 260 696

Le tableau 8-4 présente, pour les différents biefs, la valeur actualisée nette de l'agriculture irriguée. Il montre que la variante 3 du scénario de développement du Moyen Niger est la plus avantageuse en termes de développement agricole, donnant une VAN agricole de FCFA 144,2 milliards.

**Tableau 0-5** *Résumé des valeurs actualisées nettes de la culture irriguées (en milliards de FCFA)*

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	32.8	-133.9	32.8	32.8
Delta Intérieur	191.1	162.9	191.1	191.1
Moyen Niger	-110.5	-110.5	-202.2	-174.9
Système Niger	70.1	71.0	70.1	70.1
Système Bénoué	22.1	22.7	22.7	22.7
Delta du Niger	2.4	2.4	2.4	2.4
Total	208.1	14.7	117.0	144.2

- **Hydroélectricité**

La production hydroélectrique produite par les barrages conçus par les scénarii est importante. Dans le Tableau 8-5 sont présentées les valeurs actualisées nettes de l'hydroélectricité produite par les barrages pris en considération. Il est à retenir que la valeur totale du barrage, aussi bien la part du barrage même que celle de la centrale sont pris comme coûts dans l'analyse de l'hydroélectricité. Avec cette considération, l'hydroélectricité des barrages à buts multiples (Fomi, Taoussa et Kandadji) est pénalisée car aucun coût du barrage n'est pris en considération dans l'analyse des autres vocations du barrage (irrigation, pêche, transport fluvial).

Le tableau indique que la variante 3 du scénario de développement du Moyen Niger est la plus avantageuse pour l'hydroélectricité.

**Tableau 0-6** *Résumé des valeurs actualisées nettes de l'hydro-électricité (en milliards de FCFA)*

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	-	228.1	-	-
Delta Intérieur	-	-	-	-
Moyen Niger	-	-	78.7	231.0
Système Niger	-	-	-	-
Système Bénoué	-	-	-	-
Delta du Niger	-	-	-	-
Total	-	228.1	78.7	231.0

- **Pêche**

La production de poisson se limite aux surfaces d'eau créées par les retenues des barrages. Leur exploitation commerciale n'est pas prise en compte, il est simplement considéré que le poisson capté de façon artisanale par les pêcheurs est vendu à l'état frais.

Le tableau 8-6 donne la valeur actualisée nette de la pêche pour les scénarii étudiés.

**Tableau 0-7** *Résumé des valeurs actualisées nettes de la pêche (en milliards de FCFA)*

	Développement autonome	Développements du Niger Supérieur	Développements du Moyen Niger	
			Variante 1	Variante 3
Niger Supérieur	-	0.6	-	-
Delta Intérieur	-	-	-	-
Moyen Niger	-	-	2.3	2.3
Système Niger	-	-	-	-
Système Bénoué	-	-	-	-
Delta du Niger	-	-	-	-

Total	-	0.6	2.3	2.3
-------	---	-----	-----	-----

- **Transport fluvial**

Après analyse des débits dans les différents biefs du Bassin pour les scénarii étudiés on peut conclure qu'une croissance du transport fluvial est à prévoir.

- **Développement régional**

La discussion des options régionales ne peut être que qualitative car les données pour faire une étude détaillée des opportunités de développement régionale ne sont pas disponibles. Cependant il est possible d'identifier quelques opportunités pour un développement régional, qui pourrait porter sur les secteurs suivants :

1. La distribution d'hydroélectricité dans le Bassin, afin que le transfert des lieux de production (Selingué, Fomi, Taoussa, Kandadji, Kambou, Kainji, Jebba, Shiroro et Lagdo) vers les centres de consommation soit optimisée. Dans cette optique on pourrait prévoir que l'électricité de Selingué et Fomi soit transférée au Mali, qui connaît un déficit. En plus, il est prévisible que le barrage de Lagdo transfère une partie de sa production électrique vers l'Est du Nigéria et même le Tchad. Ces propositions ne sont pas directement réalisables et nécessitent des investissements importants pour le réseau de transfert.
2. A cet instant chaque pays du Bassin tente de satisfaire ses propres besoins en aliments (surtout le riz et les autres céréales). Néanmoins, il serait possible de concentrer la production du riz dans les zones les plus favorables à cette culture (par exemple le Delta Intérieur, le système Niger et le système Bénoué) et se concentrer dans les zones moins favorables sur d'autres produits (par exemple le sorgho et le maïs dans la zone du Moyen Niger et les plantations dans le Delta du Niger et les zones tropicales du Nigeria).
3. Le transport de produits alimentaires et d'importation dans la zone est principalement fait par camion ; le Niger est presque entièrement alimenté à partir du Nigeria et du Bénin, le Mali reçoit beaucoup de produits par le Bénin (Cotonou), le Burkina Faso par le Togo (Lomé) et Cotonou (depuis que le chemin de fer vers Abidjan en Côte d'Ivoire n'est plus opérationnel). Il conviendra de faire une étude détaillée (du type « nodal split ») afin d'identifier les flux actuels et entreprendre une optimisation des flux futurs et des opportunités qui existent.
4. La protection des zones naturelles dans la zone du bassin permettra le développement d'un circuit d'écotourisme régional. Un tel circuit n'existe pas actuellement, du fait le transport entre les différentes zones touristiques n'est pas facile (le lien Ouagadougou – Mopti par exemple est difficile) et aussi à cause des différentes réglementations nationales pour développer l'écotourisme.
5. la protection et restauration des zones humides dans la zone du Bassin contribuera à la biodiversité, une meilleure qualité de l'eau et offrira aussi des opportunités économiques par ses produits spécifiques. Les qualités d'assainissement des eaux usées, que les zone humides possèdent ne sont pas

encore exploités en Afrique de l’Ouest. En plus les zones humides offrent des sites pour l’écotourisme.

La construction de barrages permet de développer une pêche commerciale dans les retenues. Bien que la plupart des études signale et évaluent cette possibilité, il reste beaucoup plus à faire en termes de réglementation, de suivi et de mise en œuvre (par exemple dans la retenue de Lagdo, beaucoup d’efforts a été faite dans ces domaines à travers plusieurs projets de pêche).

A cause de la construction de barrages dans un pays en amont, il aura des avantages supplémentaires pour les pays qui se trouvent en aval. Le barrage de Fomi aura des bénéfices supplémentaires pour l’alimentation en eau des secteurs économiques au Mali Aussi, les barrages du Moyen Niger (Kandadji et Kambou) donneront des avantages supplémentaires dans le système Niger. Une analyse a été faite des avantages qu’obtiennent les pays en aval et des contributions qu’ils pourraient faire en fonction de ces avantages. Les résultats (voir tableaux 8-8 à 8-10) de cette analyse montre que :

- Au niveau du développement du Niger Supérieur il serait logique que le Mali contribue aux coûts de Fomi (186 milliards de FCFA) à la hauteur de 85 milliards de FCFA,
- La variante 1 du développement du Moyen Niger montre que la contribution du Nigeria devrait être de l’ordre de 317 milliards de FCFA au titre des barrages financés par le Niger (608 milliards de FCFA),
- Pour la variante 3 du même scénario de développement on constate qu’une contribution de 268 milliards de FCFA du Nigeria aux coûts des barrages payés par le Niger (608 milliards de FCFA) serait logique.

**Tableau 0-8 Répartition des contributions des pays dans le développement du Niger Supérieur (milliards de FCFA)**

	Invest au Guinée	Invest au Mali	Contribution Guinée	Contribution Mali
Barrage Fomi	94.8		9.9	84.9
Centrale Fomi	91.5		91.5	
Total	186.3		101.4	84.9

**Tableau 0-9 Répartition des contributions des pays dans le développement du Moyen Niger – variante 1 (milliards de FCFA)**

	Investiss au Mali	Investiss au Niger	Contribution Mali	Contribution Niger	Contribution Nigeria
Investiss barrages multiples	58.5	231.5	58.5	47.1	184.4
Investiss barrages hydroélectr		166.4		33.9	132.5
Investiss centrales	24.2	210.6	24.2	210.6	
Total	82.6	608.4	82.6	291.5	316.9
Pourcentage	12%	88%			

**Tableau 0-10 Répartition des contributions des pays dans le développement du Moyen Niger – variante 3 (milliards de FCFA)**

	Investiss au Mali	Investiss au Niger	Contribution Mali	Contribution Niger	Contribution Nigeria
--	-------------------	--------------------	-------------------	--------------------	----------------------

Investiss barrages multiples	58.5	231.5	58.5	75.6	155.9
Investiss barrages hydroélectr		166.4		54.3	112.0
Investiss centrales	24.2	210.6	24.2	227.4	
Total	82.6	608.4	82.6	357.3	267.9
Pourcentage	11%	89%			

### 1.33 Recommandations

Les recommandations présentées dans cette partie du rapport doivent être vu dans le cadre des limitations signalées dans le déroulement de l'étude, c'est-à-dire une optimisation qui est limitée à deux secteurs seulement : l'hydroélectricité et l'irrigation. Une optimisation plus complète ne pourrait que se faire de concert avec le modèle hydraulique (qui n'était pas disponible pendant l'étude) et avec un supplément de données détaillées sur les secteurs critiques du bassin. Il est recommandé que l'ABN prépare une base de données complète sur les secteurs critiques, mais aussi en prenant en considération les opportunités de développement régionale (hydroélectricité, transport, etc.) afin de les utiliser dans un « vrai » modèle d'optimisation régionale.

Un développement des ressources en eau du Moyen Niger est plus avantageux qu'un développement dans le Niger Supérieur. Les conditions hydrologiques du Moyen Niger ne permettent pas un développement autonome important, sans qu'un certain nombre d'aménagements coûteux soit réalisé.

L'option qui comprend le barrage de Taoussa, le grand Kandadji et le barrage Kambou donne le plus grand bénéfice économique. Par contre, l'option qui comprend les barrages de Taoussa, Labezanga, un Kandadji de taille modeste et Kambou est moins rentable en termes économiques mais peut permettre d'aménager et exploiter une surface agricole plus large.

Il va sans dire que les développements combinés du Niger Supérieur et du Moyen Niger donne un bénéfice économique supérieur à celui des développements isolés, mais nécessite des investissements importants, qui pourraient dépasser les capacités des pays riverains. Une contribution des pays en aval qui profitent des ouvrages en amont serait souhaitable ; le Mali pourrait contribuer 85 milliards aux coûts de Fomi et le Nigeria pourrait participer pour 268 à 317 milliards de FCFA aux barrages construits par le Niger dans le Moyen Niger.

Par manque de données il n'a pas été possible d'optimiser certains secteurs et caractéristiques du Bassin, à savoir

- Un scénario qui favorise le transport fluvial dans le système Bénoué et le Delta du Niger. Il est recommandé que l'ABN entreprenne cette optimisation elle-même une fois que les données sont rendues disponibles.
- Les impacts du débit de garantie à la station de Malanville sur la production d'hydroélectricité au niveau des barrages de Kainji et Jebba,
- La gestion conjointe des barrages de Kainji et Jebba et l'impact possible pour la production d'hydroélectricité. Du même, il serait propice d'évaluer une gestion conjointe des ouvrages le long du système Bénoué, afin d'estimer son effet sur les valeurs économiques.

