

Union Européenne

SDAGE DU FLEUVE SENEGAL

Etude complémentaire :

ELABORATION D'UN MODELE DE GESTION DE LA RESSOURCE

**RAPPORT INTERMEDIAIRE :
Présentation des hypothèses**

OCTOBRE 2010



**SOCIÉTÉ DU CANAL DE PROVENCE
ET D'AMÉNAGEMENT DE LA RÉGION PROVENÇALE**



SOMMAIRE

1	PROPOS INTRODUCTIF	2
2	METHODOLOGIE.....	3
2.1	OBJECTIFS DE LA MODELISATION	3
2.2	CONSTRUCTION DU MODELE.....	3
2.2.1	<i>Introduction.....</i>	3
2.2.2	<i>Découpage du modèle</i>	4
2.3	LES DONNEES D'ENTREE DU MODELE	6
2.3.1	<i>Introduction.....</i>	6
2.3.2	<i>Barrages et centrales hydroélectriques.....</i>	6
2.3.3	<i>Apports hydrologiques</i>	7
2.3.4	<i>Usages consommateurs d'eau.....</i>	11
2.3.5	<i>Production hydroélectrique</i>	11
2.3.6	<i>Enjeux environnementaux et maintien d'une crue artificielle.....</i>	12
2.3.7	<i>Maintien des cultures de décrue</i>	12
2.3.8	<i>Protection contre les crues.....</i>	12
2.3.9	<i>Navigation</i>	12
2.3.10	<i>Récapitulatif des usages dans le bassin.....</i>	12
2.4	HYPOTHESES SUR LES DEMANDES EN EAU	12
2.4.1	<i>Besoins pour l'irrigation</i>	12
2.4.2	<i>Besoins pour l'AEP.....</i>	12
2.4.3	<i>Besoins pour le cheptel.....</i>	12
2.4.4	<i>Besoins pour les mines/industries.....</i>	12
2.5	HYPOTHESES SUR LES BARRAGES.....	12
2.5.1	<i>Caractéristiques géométriques des barrages</i>	12
2.5.2	<i>Pertes par évaporation et apports pluviométriques sur les plans d'eau</i>	12
3	ETUDE DES SCENARIOS DE MODELISATION	12
3.1	LES DONNEES DE SORTIE DU MODELE	12
3.2	SIMULATIONS EXPLORATOIRES	12

1 PROPOS INTRODUCTIF

L'Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Sénégal (OMVS) a confié au groupement de bureaux d'études Société du Canal de Provence (SCP) -Centre de Suivi Ecologique (CSE) -Compagnie d'Aménagement des Coteaux de Gascogne (CACG) -GINGER, dont la Société du Canal de Provence est mandataire, la réalisation du Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) du Fleuve Sénégal. Le contrat a été notifié au groupement le 27 février 2009.

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

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

A partir de cette ambition partagée, l'OMVS souhaite mettre en œuvre un programme de gestion intégrée et concertée des ressources en eau et des écosystèmes, articulé autour de schémas sectoriels.

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

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

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

A la demande de l'OMVS lors de l'atelier de décembre 2009, une étude complémentaire fait l'objet d'un avenant au projet du SDAGE et concerne la mise en œuvre d'un modèle hydraulique de gestion de la ressource pour la planification du SDAGE.

L'objectif de cette étude complémentaire est de mettre en œuvre un outil opérationnel de gestion de la ressource à l'échelle du bassin du fleuve Sénégal dans des délais relativement limités afin de répondre aux besoins immédiats du SDAGE.

Le présent rapport est un rapport d'avancement constituant un document de travail en vue de l'atelier prévu en octobre 2010.

2 METHODOLOGIE

2.1 OBJECTIFS DE LA MODELISATION

Le modèle de gestion de la ressource est un outil d'aide à la décision mis en œuvre dans le cadre du SDAGE, pour alimenter la réflexion sur le schéma directeur prévu en phase 3 sur la base des schémas sectoriels réalisés en phase 2 (étape réalisée). Cet outil a pour vocation de mettre en cohérence l'ensemble des orientations sectorielles afin d'arbitrer entre d'éventuels objectifs concurrents et de s'assurer que leur réalisation conjointe est en adéquation avec la ressource disponible et mobilisable.

Les étapes de la modélisation sont les suivantes :

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

L'objet de ce rapport d'avancement est de présenter les principales hypothèses qui ont servi à l'élaboration du modèle en vue d'une validation en atelier.

2.2 CONSTRUCTION DU MODELE

2.2.1 Introduction

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

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

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

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

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

2.2.2 Découpage du modèle

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

Le bassin du fleuve Sénégal a été découpé en fonction de la localisation de ces ouvrages existants et en projet et des points de confluence des principaux affluents.

Le découpage proposé est illustré sur la figure suivante.



Le bassin entier est donc subdivisé en 28 sous-bassins dont la description est spécifiée dans le tableau ci-après.

Sous-ensembles	Sous-bassin versant (BV)	Tronçon correspondant
Bafing	1	Amont de Balassa
	2	Balassa - Koukoutamba
	3	Koukoutamba - Boureya
	4	Boureya - Bindougou
	5	Bindougou - Manantali
	6	Manantali - Confluence Bakoye
Falémé	7	Amont de Moussala
	8	Moussala - Gourbassi
	9	Gourbassi - Confluence Sénégal
Baoulé	10	Amont de Marela
	11	Marela - Confluence Baoulé/Bakoye
Bakoye	12	Amont de Boudofora
	13	Boudofora - confluence Bakoye/Baoulé
	14	confluence Bakoye/Baoulé - Badoumbé
	15	Badoumbé - confluence Bakoye/Bafing
Sénégal amont	16	confluence Bakoye/Bafing - Gouina
	17	Gouina - Félou
	18	Félou - Kayes
	19	Kayes - confluence Falémé/Sénégal
Sénégal aval	20	confluence Falémé/Sénégal - Bakel
	21	Bakel - Matam
	22	Matam - Podor
	23	Podor - Dagana
	24	Dagana - Richard Toll
	25	Richard Toll - confluence Guiers/Sénégal
	26	confluence Guiers/Sénégal - Diama
	27	Diama - St-Louis
Ferlo / Guiers	28	Bassin du Ferlo/Guiers

Tableau 1. : Découpage du bassin versant pour la modélisation

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

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

2.3 LES DONNEES D'ENTREE DU MODELE

2.3.1 Introduction

Ce chapitre a pour objectif de présenter les différentes données qui servent à alimenter le modèle. De plus amples détails sur les hypothèses prises sont fournis dans les chapitres suivants.

2.3.2 Barrages et centrales hydroélectriques

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

Parmi les barrages, on distingue :

- les barrages-réservoirs ayant un volume de stockage significatif et ayant une vocation double, de régulation du débit et de production hydroélectrique,
- les barrages au fil de l'eau qui ont pour objectif de produire de l'hydroélectricité.

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

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

D'autres projets de barrages sont à l'étude à l'OMVS, mais à des stades moins avancés. Il s'agit des barrages suivants : Badoumbé (sur le Bakoye), Moussala (sur la Falémé), Bindougou (sur le Bafing), Boudofora (sur le Bakoye) et Marela (sur la Baoulé).

Ces barrages ne seront pas étudiés dans les scénarios de la présente étude. Cependant, ils seront intégrés dans le modèle en mode « désactivé » pour pouvoir les étudier si besoin ultérieurement.

NB1 : Le projet de barrage de Galougo n'étant plus d'actualité, il ne sera pas pris en compte dans le modèle.

NB2 : Certains barrages (comme Balassa) ne sont qu'au stade APS et n'ont pas, à ce jour, de description précise, hormis le volume total de stockage et la capacité de production hydroélectrique. La description de la géométrie de ces ouvrages se fera nécessairement à partir d'hypothèses explicitées et qui pourront être affinées par la suite dans le paramétrage du modèle.

NB3 : Les projets de microcentrales en Guinée ont été recensés mais ne seront pas intégrés au modèle car elles sont situées sur des affluents en tête de bassin en dehors des axes régulés par les futurs barrages. Les intégrer au modèle alourdirait le modèle

sans apporter de nouvelles informations, car la production hydroélectrique de ces microcentrales est indépendante des scénarios étudiés.

NB4 : En absence de données concernant le rythme d'envasement des retenues (des études OMVS sont en cours sur ce point), il n'en est pas tenu compte. Cette donnée reste toutefois paramétrable et pourra être renseignée à l'avenir.

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

Le tableau ci-dessous récapitule les barrages insérés dans le modèle.

	Nom barrages	Cours d'eau	Type de barrage
Barrages existants	Manantali	Bafing	Barrage-réservoir
	Diama	Sénégal	Barrage au fil de l'eau
Barrages en projet (inclus dans les scénarios)	Gourbassi	Falémé	Barrage-réservoir
	Koukoutamba	Bafing	Barrage-réservoir
	Boureya	Bafing	Barrage-réservoir
	Balassa	Bafing	Barrage au fil de l'eau
Barrages en projet (exclus des scénarios)	Badoumbé	Bakoye	Barrage-réservoir
	Moussala	Falémé	Barrage-réservoir
	Bindougou	Bafing	Barrage-réservoir
	Boudofora	Bakoye	Barrage-réservoir
	Marela	Baoulé	Barrage-réservoir

Tableau 2. : Liste des barrages insérés dans le modèle

Les détails techniques concernant les barrages sont précisés dans le chapitre correspondant.

2.3.3 Apports hydrologiques

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

2.3.3.1 Reconstitution des apports hydrologiques sur la partie amont Bakel

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

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

Tableau 3. : Liste des stations hydrométriques exploitées à l'amont de Bakel

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

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

Le résultat est donc la génération d'une chronique de débit pour chaque sous-bassin.

Le tableau ci-après détaille les stations qui ont été exploitées pour la reconstitution des apports de chaque sous-bassin et les surfaces de bassins correspondantes. Les données des surfaces sont extraites de la dernière monographie du fleuve Sénégal.

Sous-ensembles	Sous-bassin versant	Surface du sous-bassin (km^2)	Stations exploitées
Bafing	1	1 710	Daka Saidou
	2	8 890	Daka Saidou
	3	4 150	Daka Saidou
	4	1 450	Bafing Makana et Daka Saidou
	5	11 600	Bafing Makana et Daka Saidou
	6	10 600	Manantali, Kayes et Oualia
Falémé	7	7 400	Gourbassi
	8	9 700	Gourbassi
	9	11 800	Kidira et Gourbassi
Baoulé	10	58 800	Oualia

	11	700	Oualia
Bakoye	12	15 600	Oualia
	13	700	Oualia
	14	10 000	Oualia
	15	500	Oualia
Sénégal	16	2 300	Kayes, Oualia et Manantali
	17	4 000	Kayes, Oualia et Manantali
	18	26 400	Kayes, Oualia et Manantali
	19	30 000	Kayes, Oualia et Manantali
	20	1 700	Bakel et Kayes et Kidira

Tableau 4. : *Détail des stations hydrométriques utilisées pour la reconstitution des apports de chaque sous-bassin versant*

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

Lorsque seront étudiés les barrages de Badoumbé, Marela et Boudofora, il sera préférable de décrire plus précisément les apports du Bakoye et de la Baoulé qui sont à ce stade uniquement décrit à partir des débits spécifiques du bassin contrôlé par la station de Oualia.

A noter que l'étude de la Monographie du fleuve Sénégal a été récemment lancée par l'OMVS. Cette étude vise à analyser et à homogénéiser les données hydrologiques (pluviométriques et hydrométriques notamment) sur l'ensemble du bassin. Elle pourra contribuer à affiner la description des apports des sous-bassins si de nouvelles données sont validées.

2.3.3.2 *Apports des sous-bassins mauritaniens à l'aval de Bakel*

En absence de données mesurées de débits sur les affluents en aval de Bakel, nous avons exploité les apports annuels estimés dans le document « Gestion des Ressources en Eau en Mauritanie » (Ministère de l'Hydraulique et de l'Energie - OMVS - UNDP, 1995, 56 p.). Nous avons reconstitué des apports journaliers, puis mensuels en y appliquant un hydrogramme unitaire représentatif de la crue. Cet hydrogramme est basé sur le schéma suivant : début de la crue en juillet, pic de la crue fin août-début septembre et décrue jusqu'en novembre-décembre. Les volumes annuels repris de l'étude sont les suivants :

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

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

2.3.3.3 Choix de la période de référence

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

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

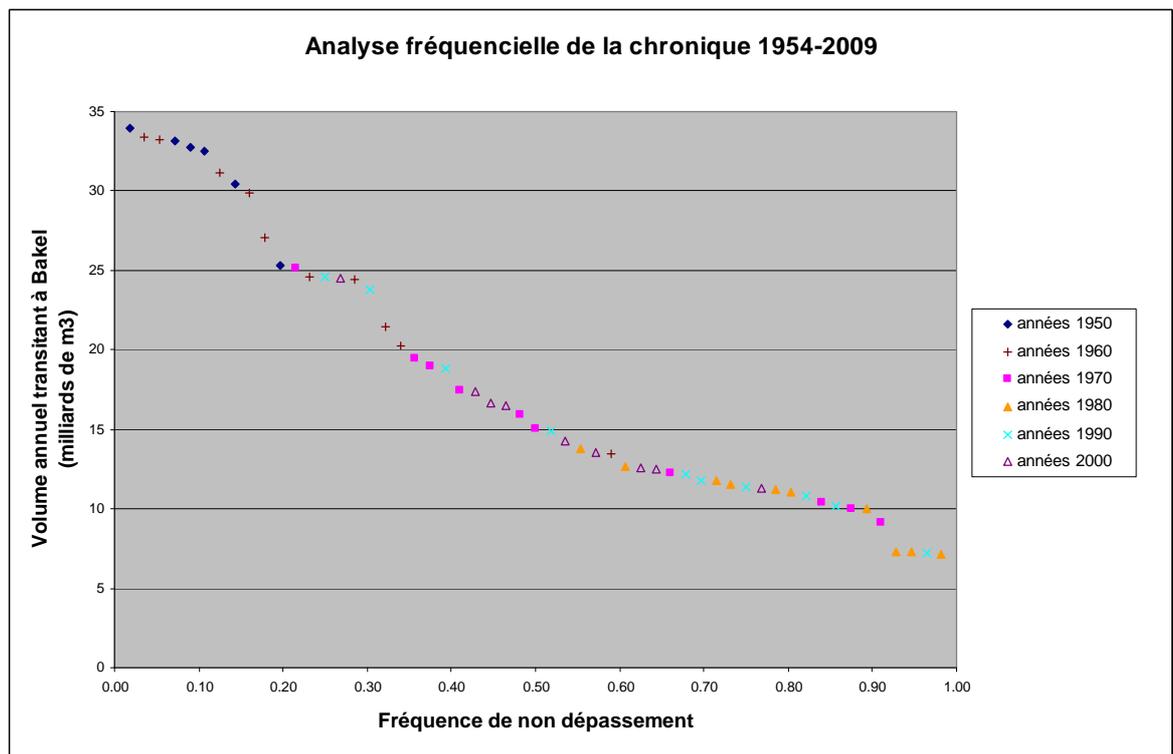


Fig. 5. : Analyse fréquentielle de la chronique de volumes transitant à bakel 1954-2009

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

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

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

Il serait néanmoins possible de restreindre la chronique à la période 1970-2009 pour exclure les années humides des années 1950 et 1960.

Le choix sur la période de référence aura nécessairement un impact sur l'analyse statistique des résultats.

2.3.4 Usages consommateurs d'eau

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

- l'AEP,
- l'irrigation,
- l'abreuvement du cheptel,
- les industries et les mines.

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

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

Il a été considéré 3 horizons pour la demande en eau : situation actuelle, 2015 et 2025. Les détails concernant le calcul de ces besoins sont présentés dans le chapitre suivant.

2.3.5 Production hydroélectrique

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

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

Cours d'eau	Site de barrage	Volume de la retenue (Md m3)	Puissance installée (MW)	Puissance garantie (MW)	Production annuelle moyenne (GWh)
Bafing	Balassa	1,265	180,9		470,3
	Boureya	5,5	160,6	54,2	717,4
	Koukoutamba	3,6	280,9	60,4	858
	Bindougou	2	49,5	35	289
	Manantali	11,3	200		800
Bakoye	Boudofora		30		175
	Badoumbé	10	70	46,5	410
Baoulé	Maréla	3	24	16	140
Fleuve Sénégal	Gouina	Au fil de l'eau	140		500
	Félou	Au fil de l'eau	59		320

Falémé	Gourbassi	2,1	20 à 25	13	104
	Moussala	3	30	20	175

Tableau 6. : Récapitulatif des caractéristiques de production hydroélectrique des barrages actuels et en projet

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

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

Nom de l'ouvrage	Cours d'eau	Superficie bassin versant (km ²)	Energie				Scénario schéma énergétique
			Puissance installée (MW)	Productible annuel moyen (GWh)	Hauteur de chute (m)	débit turbiné moyen (m ³ /s)	
Diaoya	Bafing	12 800	148.6	581	69.8	138.6	
Téné I	Téné	1 600	76.4	198.6	94	26.9	
Téné II	Téné	3 500	30	117.3	46	43.6	
Tolo	Bafing	12	0.04	0.28			sc. pessimiste
Dounkimagna	Maféwol-Dalabawöl	16	0.05	0.35			sc. pessimiste
Dionfo	Dombélé	280	1.4	4.4	31.5	4.83	sc. pessimiste
Gaya	Dombélé	463	2.7	8.2	16.6 - 35.5	4.77	sc. pessimiste
Douréko I aval	Samenta-Kioma	225	0.92	1.84	26.5 - 29.5	3.6	sc. pessimiste
Douréko II (=Gaigui)	Samenta-Kioma	173	0.65	1.3	45	1.97	sc. pessimiste
Poukou	Hérikou	48	2.8	7	137	0.77	sc. moyen
Biwbaw	Téné	175	2.5	7.5	180	-	sc. moyen
Bindy-Bomboli	Oury	26.1	0.67	2.01	130		sc. moyen
Ley-Donghora	Donghora	30.6	1.08	2.9			sc. moyen
Bagata	Kioma	1150	1.1	4.4	80		sc. optimiste
Soula	Kokoun	372	2.5-3	5 - 6	50	6.34	sc. optimiste
Faghan I	Faghan	160	5.2		95	2.9	
Faghan II	Faghan	160	2.5	8.6	50	2.5	sc. optimiste
Ley-Fita	Ditinn	42	0.85 - 1.5	1.7 - 3			sc. optimiste
Niagara	Bafing	2400	9.2		54	10.6	
Dombélé	Dombélé	280	8.4		104.5	2.6	
Thianghouy	Thianghouy	65	15		45	1.36	

Tableau 7. : Récapitulatif des projets de micro-centrales hydroélectriques en Guinée

2.3.6 Enjeux environnementaux et maintien d'une crue artificielle

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

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

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

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

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

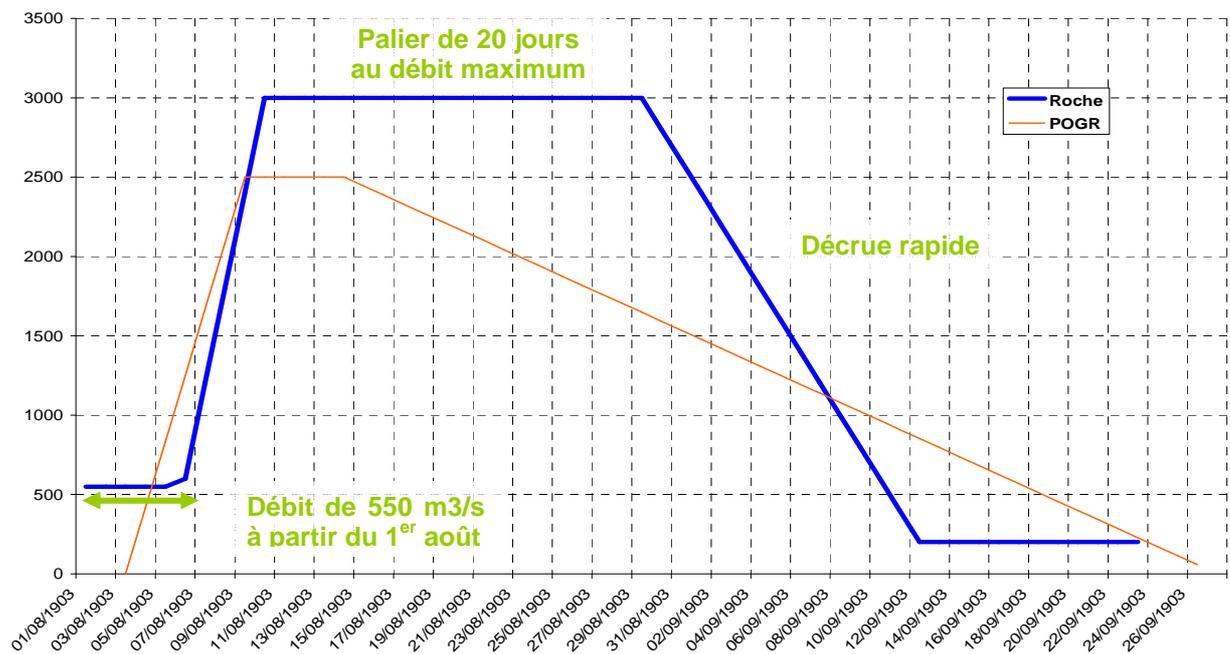


Fig. 8. : Hydrogramme de crue proposé par Roche International, en comparaison avec l'hydrogramme de crue proposée dans le POGR qui répond à un objectif de culture de décrue

2.3.7 Maintien des cultures de décrue

Les cultures de décrues ne sont possibles qu'en générant une crue artificielle suffisante pour pouvoir alimenter les cuvettes de cultures. L'étude POGR avait défini des hydrogrammes de crue selon des objectifs de surfaces irriguées. L'« hydrogramme POGR » retenu par l'OMVS est celui présenté dans la figure précédente et correspond à une surface de culture de décrue de 50.000 ha. Il sera fixé comme un objectif à satisfaire dans le modèle pour permettre le maintien des cultures de décrue.

2.3.8 Protection contre les crues

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

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

2.3.9 Navigation

L'un des objectifs issus du schéma sectoriel des transports et des communications concerne le développement de la navigation fluviale. Les conditions nécessaires à ce développement incluent la garantie d'un tirant d'eau minimum à satisfaire et un débit minimal à Bakel de 200 à 300 m³/s. Ce débit est intégré au modèle comme un débit minimum à satisfaire pour permettre la navigation toute l'année.

2.3.10 Récapitulatif des usages dans le bassin

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

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

Tableau 9. : Récapitulatif des usages du bassin dans le contexte du SDAGE

2.4 HYPOTHESES SUR LES DEMANDES EN EAU

2.4.1 Besoins pour l'irrigation

2.4.1.1 *Besoins actuels*

Pour les besoins actuels, nous nous sommes basés sur les données de la campagne 2004-2005 qui représente une année parmi les plus productives et dont les données sont disponibles dans le Tableau de Bord pour le Sénégal, Mali et Mauritanie.

NB : La campagne 2007-2008 est la meilleure connue, mais nous ne disposons que de données partielles.

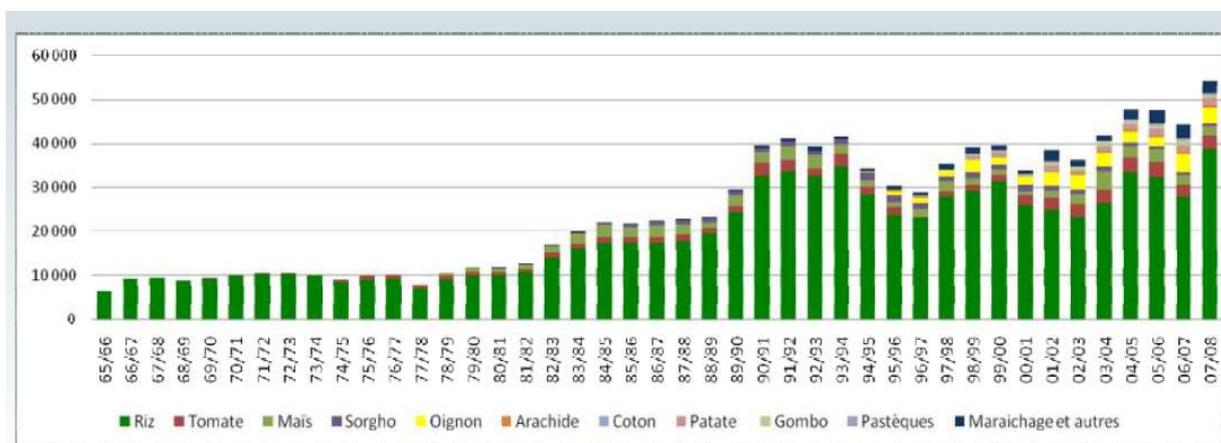


Fig. 10. : Evolution des superficies cultivées (ha) depuis 1965, gérées par la SAED

Le traitement des données de la campagne 2004-2005 issues du Tableau de Bord Besoins/Ressource donne le tableau suivant.

Tronçon	BV	Saison	Type de culture	Superficie (ha)	consommation moyenne (m ³ /ha)	conso totale
Guinée	3	hiv	polyculture	163	15 060	2 454 780
	3	csf	maïs	163	11 139	1 815 657
aval Manantali (Mali)	6	hiv	riz	53	15 060	798 180
	6	hiv	polyculture	604	19 037	11 498 348
	6	csc	riz	53	18 822	997 566
Kayes-Bakel (Mali)	19	hiv	riz	390	15 060	5 873 400
	19	csf	maïs	9630	11 139	107 268 570
	19	csf	maraichage-oignon-tomates	19	19 037	361 703
Kayes-Bakel (Sen-Maur)	20	hiv	maïs	117	9 254	1 082 718
	20	hiv	riz	28	15 060	421 680
	20	csf	maraichage-oignon-tomates	104	19 037	1 979 848
Bakel-Matam	21	hiv	riz	997	15 060	15 014 820
	21	hiv	maïs	723	9 254	6 690 642
	21	csf	maraichage-oignon-tomates	161	19 037	3 064 957
	21	csf	maïs	10	11 139	111 390
	21	csc	riz	173	18 822	3 256 206
Matam-Podor	22	hiv	maïs	1877	9 254	17 369 758
	22	hiv	riz	9362	14 941	139 877 642
	22	csf	maraichage-oignon-tomates	2968	19 037	56 501 816
Podor-Dagana	22	csc	riz	3101	18 848	58 447 648
	23	hiv	riz	2809	17 242	48 432 778
	23	hiv	maïs	297	9 254	2 748 438
	23	hiv	riz	2454	15 990	39 239 460
	23	csf	maraichage-oignon-tomates	1688	19 037	32 134 456
Dagana-Richard-Toll	23	csc	riz	901	21 327	19 215 627
	24	hiv	riz	4350	17 242	75 002 700
	24	hiv	canne à sucre	7600	44 702	339 735 200
	24	hiv	maïs	24	9 254	222 096
	24	csf	maraichage-oignon-tomates	673	19 037	12 811 901
Richard-Toll-Diama	24	csc	riz	175	23 636	4 136 300
	25-26	hiv	riz	16423	17 242	283 165 366
	25-26	hiv	maïs	534	9 254	4 941 636
	25-26	csf	maraichage-oignon-tomates	1891	19 037	35 998 967
aval Diama	25-26	csc	riz	3820	23 636	90 289 520
	27	hiv	maïs	102	9 254	943 908
	27	hiv	riz	793	17 242	13 672 906
	27	csf	maraichage-oignon-tomates	140	19 037	2 665 180
TOTAL				75 440		1 440 172 607

Fig. 11. : Détails des superficies cultivées et des besoins en eau (en m³) pour la campagne 2004-2005 (données TBR essentiellement)

Les hypothèses prises pour la ventilation mensuelle de la consommation nette par type de cultures sont issues de la même source de données (TBR), laquelle se base sur les outils de la SAED.

Saison	Culture	janv	févr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	dec
hiv	riz	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19	0.34	0.22	0.21	0.03	0.00
hiv	maïs	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.24	0.23	0.26	0.24	0.03	0.00
hiv	canne à sucre	0.06	0.05	0.08	0.09	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.09	0.08	0.06
csf	maraichage-oignon-tomates	0.09	0.15	0.22	0.28	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.09
csf	maïs	0.19	0.22	0.24	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.15	0.16
csc	riz	0.00	0.00	0.27	0.25	0.21	0.19	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Fig. 12. Hypothèses sur la ventilation des besoins en eau selon le type de culture et la saison (en %) (source : TBR)

Les besoins en eau pour l'irrigation sont résumés dans le tableau suivant.

Surface irriguée (ha)	BV	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	total
326	BV3	344 975	399 445	435 758	90 783	0	0	589 147	564 599	638 243	589 147	345 992	290 505	4 288 594
710	BV6	0	0	269 343	249 392	209 489	189 538	2 991 063	2 916 001	3 165 170	2 927 221	368 896	0	13 286 112
10 039	BV19	20 413 582	23 653 341	25 824 031	5 464 705	25 319	0	1 115 946	1 996 956	1 292 148	1 233 414	16 302 658	17 195 524	114 517 625
249	BV20	178 186	296 977	435 567	554 357	138 589	0	339 972	392 396	374 276	348 405	243 117	178 186	3 480 029
2 064	BV21	297 010	484 249	1 580 200	1 677 809	898 350	618 679	4 719 066	6 643 886	5 042 827	4 758 866	974 368	293 669	27 988 981
17 308	BV22	5 085 163	8 475 272	28 211 264	30 432 420	16 229 133	11 105 053	35 421 306	51 553 443	35 289 218	33 543 047	10 367 604	5 085 163	270 798 088
8 149	BV23	2 892 101	4 820 168	12 257 800	13 801 554	6 284 694	3 650 969	18 854 601	30 440 702	20 002 486	19 070 795	5 926 066	2 892 101	140 894 037
12 822	BV24	21 537 183	18 908 545	31 114 235	35 197 575	39 136 328	38 156 769	48 608 240	56 128 168	47 134 507	46 380 038	30 716 750	21 537 183	434 555 522
22 668	BV25-26	3 239 907	5 399 845	32 297 943	32 652 091	21 480 727	17 155 009	62 210 574	97 412 801	63 581 206	60 650 720	12 243 107	3 239 907	411 563 835
1 105	BV27	239 866	399 777	1 033 060	1 159 880	534 012	314 359	2 956 752	4 865 887	3 253 455	3 097 848	705 022	239 866	18 799 785
75 440	total	54 227 974	62 837 620	133 459 201	121 280 567	84 936 641	71 190 376	177 806 666	252 914 839	179 773 537	172 599 501	78 193 579	50 952 105	1 440 172 607

Tableau 13. : Récapitulatif de la demande actuelle (m³/s)

Cette demande actuelle représente un volume annuel de l'ordre de 1.5 milliards de m³.

2.4.1.2 Besoins futurs (2025)

Les objectifs de superficies à aménager à l'horizon 2025 sont précisés par la FAO dans le cadre du projet PARACI : Plan d'Action Régional pour l'Amélioration des Cultures Irriguées dans le bassin du fleuve Sénégal (novembre 2009). Ils sont récapitulés dans le tableau ci-dessous.

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

Tableau 14. : Objectif FAO des superficies potentielles irrigables

Pour pouvoir reconstituer les demandes en eau d'irrigation pour 2025 par sous-bassins avec une ventilation mensuelle réaliste, et à défaut d'information précise sur la répartition géographique des surfaces à aménager, nous avons affecté les surfaces en Guinée au BV3, les surfaces au Mali au BV6 (Programme PDIAM de 1562 ha) et BV19 et le reste (surfaces des BV 20 à 27) est ventilé au prorata des répartitions actuelles. La répartition obtenue est donc la suivante.

BV	Surface irriguée (ha)
BV3	19 926
BV6	1 562
BV19	10 948
BV20	862
BV21	7 147
BV22	59 936
BV23	28 219
BV24	44 402
BV25-26	78 498
BV27	3 827
Total	255 327

Tableau 15. : Hypothèse de répartition des superficies aménagées en 2025 par sous-bassins

Règles définies pour la ventilation des besoins mensuels :

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

On suppose que :

- En saison des pluies : 90% des surfaces sont emblavées en riz et 10% en maraichage
- Les consommations moyennes sont de :
 - 15.700 m³/ha pour le riz d'hivernage
 - 20.600 m³/ha pour le riz de contre-saison
 - 10.000 m³/ha/an pour le maraichage
 - 40.000 m³/ha/an pour la canne à sucre

Deux hypothèses sont définies en fonction du mode de culture :

- hypothèse 1 : Intensité culturale de 160%
- hypothèse 2 : Intensité culturale de 130%

Les besoins en eau répartis sur chaque sous-bassin versant sont détaillés dans les tableaux suivants (unité : millions de m³) selon chaque hypothèse.

Hypothèse 1 : Intensité culturale de 160%

BV	Surface irriguée (ha)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	total
BV3	19 926	26	26	26	26	26	26	58	58	58	58	58	26	470
BV6	1 562	2	2	2	2	2	2	5	5	5	5	5	2	39
BV19	10 948	17	17	17	17	17	17	32	32	32	32	32	17	276
BV20	862	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	24
BV21	7 147	13	13	13	13	13	13	21	21	21	21	21	13	197
BV22	59 936	112	112	112	112	112	112	174	174	174	174	174	112	1 655
BV23	28 219	53	53	53	53	53	53	82	82	82	82	82	53	779
BV24	44 402	37	37	37	37	37	37	138	138	138	138	138	37	946
BV25-26	78 498	147	147	147	147	147	147	228	228	228	228	228	147	2 168
BV27	3 827	7	7	7	7	7	7	11	11	11	11	11	7	106
Total	255 327	415	415	415	415	415	415	751	751	751	751	751	415	6 661

Tableau 16. : Besoins en eau pour l'irrigation en 2025 par sous-bassins (en millions de m³) selon l'hypothèse 1

Les besoins en eau pour l'irrigation selon l'hypothèse 1 est d'environ 6.7 milliards de m³/an.

Hypothèse 2 : Intensité culturale de 130%

BV	Surface irriguée (ha)	Janv	Févr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	total
BV3	19 926	13	13	13	13	13	13	58	58	58	58	58	13	384
BV6	1 562	1	1	1	1	1	1	5	5	5	5	5	1	31
BV19	10 948	9	9	9	9	9	9	32	32	32	32	32	9	221
BV20	862	1	1	1	1	1	1	3	3	3	3	3	1	18
BV21	7 147	7	7	7	7	7	7	21	21	21	21	21	7	153
BV22	59 936	59	59	59	59	59	59	174	174	174	174	174	59	1 285
BV23	28 219	28	28	28	28	28	28	82	82	82	82	82	28	605
BV24	44 402	25	25	25	25	25	25	138	138	138	138	138	25	863
BV25-26	78 498	77	77	77	77	77	77	228	228	228	228	228	77	1 684
BV27	3 827	4	4	4	4	4	4	11	11	11	11	11	4	82
Total	255 327	224	224	224	224	224	224	751	751	751	751	751	224	5 327

Tableau 17. : Besoins en eau pour l'irrigation en 2025 par sous-bassins (en millions de m³) selon l'hypothèse 2

Les besoins en eau pour l'irrigation selon l'hypothèse 1 est d'environ 5.3 milliards de m³/an.

2.4.2 Besoins pour l'AEP

Les poids des prélèvements pour l'AEP est faible devant les besoins d'irrigation. Nous prenons en compte dans le modèle les prélèvements AEP des grandes villes qui prélèvent dans le fleuve. Il n'est pas pris en compte les prélèvements sur la ressource souterraine (AEP en milieu rural).

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

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

	MU	BV	Actuel	2015	2025	source
Guinée	Labé, Dalaba, Dabola	2	1 322 000	1 599 620	1 996 220	SEG 2008
	Dinguiraye, Faranah	3	3 321 250	4 018 713	5 015 088	SEG 2008
Mali	Kayes	18	3 473 000	4 202 330	5 244 230	EDM-SA 2007
	Kita	12	840 000	1 016 400	1 268 400	EDM-SA 2007
Sénégal	KMS (vers Dakar)	25	19 484 000	23 575 640	23 725 000	SDE
	Station AEP G'Nit (vers Dakar)	25	18 253 000	22 086 130	23 360 000	SDE
	St-Louis	27	4 753 000	5 751 130	7 177 030	SDE 2008
	Richard-Toll	24	658 000	796 180	993 580	SDE 2008
	Dagana	23	236 000	285 560	356 360	SDE 2008
	Podor	22	182 000	220 220	274 820	SDE 2008
Mauritanie	Rosso	25	579 000	700 590	874 290	SNDE 2007
	alim. Future Nouakchott	26	0	0	62 050 000	
	TOTAL AEP		53 101 250	64 252 513	132 335 018	

Tableau 18. : Estimation des besoins en AEP sur le bassin

2.4.3 Besoins pour le cheptel

L'analyse des besoins actuels et futurs a été réalisée dans le schéma de développement agro-sylvo-pastoral en phase 2 du SDAGE. Les données sont récapitulées dans le tableau suivant.

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

Tableau 19. : Estimation des besoins en eau pour le cheptel sur le bassin

2.4.4 Besoins pour les mines/industries

Les besoins les plus significatifs sont listés dans le tableau suivant. Les données proviennent du schéma « Mines et Industries » du SDAGE. Il s'agit des besoins en 2025. A noter qu'une partie du volume est restitué au fleuve (85%).

Filière	Localisation	Besoins en eau (m ³ /an)	BV
FER	Falémé	182 500 000 (dont 85% sont restitués au fleuve)	8
	Didjan Kéniéba	18 250 000	8
	Balé	18 250 000	8
OR	Sabodala	2 000 000	8
	Massawa	2 000 000	9
	Sadiola	7 500 000	9
	Loulo	5 657 000	8

Tableau 20. : Estimation des besoins pour les mines/industries sur le bassin

2.5 HYPOTHESES SUR LES BARRAGES

2.5.1 Caractéristiques géométriques des barrages

Les données caractérisant le dimensionnement des barrages et des turbines associées sont consignées dans le tableau ci-après. Elles sont tirées des différentes études de faisabilité des barrages (notamment : l'Etude de préinvestissement pour la régularisation des débits dans le bassin du haut Sénégal, SENEGAL-CONSULT, 1970) et des fiches de synthèse réalisées par l'OMVS.

Nom de l'ouvrage	Cours d'eau	Pays	Type barrage	X - long	Y - lat	Année de mise en service	Hauteur du barrage (m)	Hydrologie			Q régul moyen (m3/s)
								Superficie Bassin versant (km²)	Pluie (mm/an)	Evaporation (mm/an)	
Manantali	Bafing	Mali	Réservoir	-10.48	13.24	1988	68	27 800	1250	1675	300
Diama	Sénégal	Sénégal	Réservoir	-16.61	16.25	1986					
Félou	Sénégal	Mali	Fil eau	-11.26	14.32	en projet	2	131 000			420
Gouina	Sénégal	Mali	Fil eau	-11.11	13.91	en projet	19	127 000			430
Gourbassi	Falémé	Mali	Réservoir	-11.9	13.33	en projet	35	17 100	1200	1 530	100
Koukoutamba	Bafing	Guinée	Réservoir	-11.51	11.11	en projet	86.7	10 600	1200		135
Boureya	Bafing	Guinée	Réservoir	-10.77	11.75	en projet	66	14 750	1350	1530	185
Balassa	Bafing	Guinée	Fil d'eau	-11.75	10.61	en projet		1 710			31.3
Badoumbé	Bakoye	Mali	Réservoir	-9.44	13.72	en projet	75	85 800			
Maréla	Baoulé	Mali	Réservoir			en projet		63 500			
Moussala	Falémé	Mali	Réservoir			en projet	35	7 400			
Bindougou	Bafing	Mali	Réservoir	-10.46	12.32	en projet	43	16 200			200
Boudofora	Bakoye	Mali		-9.8	13.35	en projet		15 600			

Nom de l'ouvrage	Retenue							Energie			
	Cote de retenue normale (m IGN)	Cote de retenue maximale (m IGN)	Cote de déversement (m IGN)	Superficie max de la retenue (ha)	Volume total (Md m3)	Volume utile (Md m3)	Volume mort (Md m3)	Puissance installée (MW)	Productible annuel moyen (GWh)	Hauteur de chute (m)	débit turbiné max (m3/s)
Manantali		210.5			11.3	8	(cote : 187m)	200	800	46	491
Diama					0.59		0.25	-	-		
Félou	40	42.7	40	-	-	-	-	59	320 à 350	13.8	500
Gouina	75	79.7		15.7 km²	-	-	-	140	510 à 620	23.5	700
Gourbassi	93.7	95.5	99	250 km²	2.1	1.5		20 à 25	104	17.6 à 28	60
Koukoutamba	546.5			192 ha	3.6	2.9		280.9	858	78	448
Boureya	383	370.5	388	420 km²	5.5	2.85		160.6	717.4	54	370
Balassa					1.27			180.9	470.3	190	31.3
Badoumbé	170	172	175	682 km²	10			70	410	41.5	285
Maréla					3			24	140	30	100
Moussala	160		165		3			30	175	30	180
Bindougou	265		270		2			49.5	289	30	300
Boudofora					?			30	175	40	100

Courbes Hauteur-Volume-Surface :

A partir de ces données, les tableaux Hauteurs/Volumes/Surfaces ont été extrapolés pour les barrages en projet. Les données représentées en gras correspondent aux données récoltées dans les documents fournis. Les autres sont issues d'une extrapolation selon une courbe polynomiale.

Manantali :

H (m)	V (10 ⁶ m ³)	S (km ²)
150.0	0	0
170.0	750	80
175.0	1310	144
180.0	2180	203
185.0	3330	259
190.0	4760	310
195.0	6430	357
200.0	8320	400
205.0	10420	440
208.0	11300	467
210.5	12710	475

Koukoutamba :

H (m)	V (10 ⁶ m ³)	S (km ²)
459.8	0	0
490.0	75	8
500.0	100	10
508.0	298	23
516.0	497	43
524.2	700	70
527.0	934	81
532.0	1403	103
536.0	1875	124
540.0	2443	147
543.0	2937	166
546.0	3492	186
546.5	3600	192
549.5	4222	211

Nb : la courbe HVS de Manantali est issue de l'analyse réalisée par l'IRD en 2002, sur la base d'une cartographie précise de photos aériennes.

Boureya :

H (m)	V (10 ⁶ m ³)	S (km ²)
322.0	0	0
335.0	474	21
340.0	565	20
345.0	661	20
350.0	798	23
355.0	1 016	35
360.0	1 352	57
364.0	1 730	86
368.0	2 228	127
370.5	2 650	159
371.0	2 691	166
374.0	3 239	214
377.0	3 882	271
380.0	4 627	338
383.0	5 500	420

Gourbassi :

H (m)	V (10 ⁶ m ³)	S (km ²)
64.0	0	0
67.5	600	30
78.0	1 195	46
81.0	1 349	67
84.0	1 496	94
86.0	1 595	114
88.0	1 698	137
90.0	1 807	163
91.0	1 865	177
92.0	1 925	192
93.0	1 989	208
93.7	2 022	216
94.0	2 056	225
95.5	2 100	250

A noter que les données disponibles pour caractériser le volume disponible des retenues selon la cote d'eau dans le réservoir sont à ce jour peu détaillées et donc les incertitudes grandes sur les valeurs rentrées dans le modèle. Les études d'Avant Projet en cours sur les barrages apporteront des informations complémentaires grâce aux relevés topographiques prévus. Le modèle devra être actualisé sur ces nouvelles bases.

2.5.2 Pertes par évaporation et apports pluviométriques sur les plans d'eau

Les taux d'évaporation et les taux d'apport pluviométriques (exprimés en mm/jour ou mm/mois) au droit des barrages-réservoirs actuels ou futurs sont à inclure dans le modèle afin de prendre en compte les volumes évaporés et les volumes d'apports de pluie au droit des plans d'eau. L'évaporation nette est l'évaporation à laquelle on soustrait la pluie.

Elles sont consignées dans les tableaux suivants. Ces données sont tirées de l'étude POGR pour Manantali et de la base de données du tableau de bord sur la climatologie en Guinée pour les barrages en projet sur le haut bassin.

	Evaporation nette	
	mm/mois	mm/j
janv	156	5.0
fevr	184	6.6
mars	234	7.5
avr	234	7.8
mai	204	6.6
juin	98	3.3
juil	-92	-3.0
août	-181	-5.8
sept	-60	-2.0
oct	48	1.5
nov	96	3.2
déc	99	3.2

Tableau 21. : Evaporation nette sur le plan d'eau de Manantali (source : POGR)

	Evaporation		Pluie journalière mm/j	Evaporation nette mm/j
	mm/mois	mm/j		
janv	192	6.2	0.1	6.1
fevr	202	7.2	0.1	7.1
mars	198	6.4	0.6	5.8
avr	144	4.8	2.3	2.5
mai	82	2.6	4.8	-2.2
juin	47	1.6	6.8	-5.2
juil	35	1.1	10.3	-9.2
août	31	1.0	12.7	-11.7
sept	40	1.3	10.8	-9.5
oct	60	1.9	6.5	-4.6
nov	93	3.1	1.3	1.8
déc	156	5.0	0.1	4.9

Tableau 22. : Taux d'évaporation et d'apports pluviométriques à la station de Mamou (Guinée) appliqués aux barrages en projet dans le haut bassin [source : base de données OMVS]

3 ETUDE DES SCENARIOS DE MODELISATION

3.1 LES DONNEES DE SORTIE DU MODELE

Les indicateurs sont issus des données de sortie du modèle et sont à définir pour pouvoir comparer les scénarios entre eux.

L'indicateur principal mesurant le degré de satisfaction des besoins est le taux de défaillance sur les usages consommateurs d'eau. Le seuil de ce taux a été discuté en réunion avec l'OMVS : la tolérance usuellement admise pour l'OMVS est une défaillance 1 année sur 10 (soit la satisfaction des objectifs 9 années sur 10).

Les autres indicateurs concernent les points suivants :

- efficacité des barrages régulateurs : volume régularisé, taux de remplissage, etc.
- productible global et pour chaque barrage
- volume de la crue artificielle
- respect des débits minimums (navigation) et maximum (protection contre les crues)
- etc.

La définition des indicateurs sera discutée lors de l'atelier.

3.2 SIMULATIONS EXPLORATOIRES

Les premiers scénarios à tester seront homogènes avec les scénarios du Schéma de développement énergétique du SDAGE :

- o Scénario 1 de référence : barrages actuels (Manantali/Diama) avec Félou et Gouina (barrages au fil de l'eau) en tenant compte des besoins futurs
- o Scénario 2 : scénario 1 avec prise en compte de Koukoutamba
- o Scénario 3 : scénario 2 avec prise en compte de Gourbassi + Boureya

Des simulations dites « exploratoires » seront réalisées pour tester la sensibilité des divers paramètres (usages, contraintes) sur l'utilisation de la ressource.