



**HAUT-COMMISSARIAT**

**PROJET DE GESTION DES  
RESSOURCES EN EAU ET DE  
L'ENVIRONNEMENT DU  
BASSIN DU FLEUVE SENEGAL**

*Composante N° 2 : Gestion des Données et des Connaissances*

**ETUDE SUR LA MODELISATION PLUIES/DEBITS ET LA CONCEPTION D'UN SYSTEME  
D'ALERTE PRECOCE CONTRE LES INONDATIONS DANS LE HAUT BASSIN DU FLEUVE  
SENEGAL**



**Mise à jour des connaissances hydrologiques**

**Rapport**



**Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Sénégal  
(O.M.V.S.)**

## **Haut Commissariat**

**Projet de gestion des ressources en eau et de l'environnement du bassin du fleuve  
Sénégal**

## **Projet GEF/BFS**

**Projet : étude sur la modélisation pluies/débits et la conception d'un système  
d'alerte précoce contre les inondations dans le haut bassin du fleuve Sénégal**

Volet : *Mise à jour des connaissances hydrologiques*

Titre du rapport: *Rapport mise à jours des connaissances hydrologiques*  
Type de document : *Rapport*  
Version : *provisoire*  
N° du document : *1*  
Date d'édition : *août 2007*

Auteur/ Editeur : *Dacosta H. & Coly A. Tropis DHI*  
Contrôlé par : *AC*  
Approuvé par : *AC*

Date d'impression : *26 août 2007*

# Sommaire

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>8</b>
1.1	<i>Contexte général de l'étude... le projet GEF, un cadre environnemental stratégique et participatif pour le développement écologiquement durable du bassin du fleuve Sénégal</i>	8
1.2	<i>Contexte de la mission : l'étude de la modélisation pluies/débits et la conception d'un système d'alerte précoce dans le haut bassin du fleuve Sénégal</i>	9
1.3	<i>La mise à jour des connaissances hydrologiques...</i>	10
1.4	<i>Méthodologie de travail et plan du rapport</i>	10
1.4.1	Collecte de données	10
1.4.2	Traitement des données et rapport sur les connaissances	10
<b>2</b>	<b>Le haut bassin du fleuve Sénégal : contexte et évolution</b>	<b>11</b>
2.1	<i>Généralités</i>	11
2.2	<i>Le réservoir de Manantali : un aménagement récent</i>	13
<b>3</b>	<b>Climatologie du haut bassin du fleuve Sénégal</b>	<b>15</b>
3.1	<i>Zonage et situation du bassin</i>	15
3.2	<i>Données disponibles</i>	16
3.2.1	Climatologie	16
3.2.2	Pluviométrie	17
3.3	<i>Paramètres climatiques</i>	17
3.4	<i>Pluviométrie</i>	22
3.4.1	Variations de la pluviométrie	22
3.4.2	Répartition de la pluviométrie	26
3.4.3	Pluviographie	40
3.4.4	Discussions	44
<b>4</b>	<b>Hydrologie du haut bassin du fleuve Sénégal</b>	<b>46</b>
4.1	<i>Caractéristiques des bassins versants</i>	46
4.1.1	Les limites du bassin : une interrogation nécessaire	46
4.1.2	Les données morphométriques du bassin.	48
4.2	<i>Les écoulements de surface</i>	50
4.2.1	Les données disponibles et leur qualité	50
4.2.2	Statistiques des écoulements	52
4.2.3	Corrélations inter stations.	76
<b>5</b>	<b>Conclusion</b>	<b>77</b>
<b>6</b>	<b>Bibliographie</b>	<b>78</b>
<b>7</b>	<b>Annexes</b>	<b>81</b>
	<i>Annexe 1 : liste des stations pluviométriques</i>	81
	<i>Annexe 2 : caractéristiques statistiques des pluies annuelles (mm).</i>	84
	<i>Annexe 3 : Pluies annuelles fréquentielles (mm) de 1923-2004.</i>	86
	<i>Annexe 4 : Description des stations hydrométriques du Bafing en Guinée (Kane, 2005)</i>	88
	Bafing à Sokotoro : N°2301001	88
	Téné à Bébélé : N° 2301301	89
	Kioma à Téliko N° 2301403	89

<i>Annexe 5 : courbes d'étalonnage des stations hydrométriques du haut bassin (Guinée)</i>	<i>91</i>
<i>Annexe 6 : Graphes des corrélations entre les stations hydrologiques du bassin.</i>	<i>97</i>



## Liste des figures

Figure 1. Le bassin du fleuve Sénégal (Orange, 1992)	12
Figure 2. Barrage de Manantali	13
Figure 3 : Carte du réseau pluviométrique du bassin du fleuve Sénégal.	17
Figure 4 Variation des paramètres climatiques aux stations de Labé, Siguiri et Bakel.	20
Figure 5. Rose des vents de Labé	21
Figure 6 variations des indices des trois vecteurs régionaux de 1923 à 2004.	23
Figure 7 : Moyennes pluviométriques par stations sur la période 1923 – 2004).	23
Figure 8 : Relation latitude (degré) – pluie moyenne (mm).	24
Figure 9 : Variations des pluies annuelles (mm) à Mamou, Siguiri, Kita, Bakel et Kayes.	26
Figure 10 : Variations des moyennes pluviométriques trentenaires aux stations synoptiques.	27
Figure 11 : répartition spatiale des précipitations (moyenne trentenaire) sur le bassin.	28
Figure 12 : Ajustement statistique des pluies annuelles à Mamou, Kéniéba et Kayes (1923-2004).	30
Figure 13 : Variations des moyennes pluviométriques décennales à quelques stations du bassin.	32
Figure 14 : Profils pluviométriques mensuels de Mamou, Siguiri, Kéniéba et Kayes.	35
Figure 15 : Carte de répartition spatiale des pluies journalières fréquentielles sur le bassin du Sénégal.	40
Figure 16 : hyétoigrammes de quelques pluies à la station de Labé.	42
Figure 17 : Courbes Intensité-durée-fréquence de Labé, Mamou, Kédougou et Bakel.	44
Figure 18 : le haut bassin du fleuve Sénégal d'après le MNT (1kmx1km)	46
Figure 19. Superficies des différents sous bassins.	47
Figure 20 : Courbes hypsométriques des sous bassins du fleuve Sénégal (Source : Rochette, 1974).	49
Figure 21 : Variations des modules annuels du Bafing à Sokotoro, Daka-Saidou et Bafing Makana.	53
Figure 22 : Variations des débits moyens mensuels des stations du haut bassin.	57
Figure 23 : distribution statistique des modules annuels de Sokotoro, Daka-Saidou et Bafing Makana.	58
Figure 24 : débits caractéristiques médians des sous bassins du Bafing.	60
Figure 25 : Variations des modules annuels à Toukoto et Oualia sur le Bakoye.	61
Figure 26 : distributions statistique des modules annuels de Toukoto et Oualia sur le Bakoye.	62
Figure 27 : Bakoye – quantiles des débits caractéristiques à la station de Oualia.	63
<b>Figure 28 : distribution statistique des modules annuels (m<sup>3</sup>/s) du Baoulé à Siramakana.</b>	<b>65</b>
Figure 29 : Baoulé à Siramakana – quantiles des débits caractéristiques de crue et d'étéage.	66
Figure 30 : répartition mensuelle des débits à Gourbassi et Kidira.	67
Figure 31 : Distribution statistique des débits moyens annuels de la Falémé à Kidira.	68
Figure 32 : Débits caractéristiques de crue et d'étéage sur la Falémé à Gourbassi et Kidira.	70
<b>Figure 33 : Variations des modules annuels à Bakel et Kayes de 1950 à 2006.</b>	<b>72</b>
<b>Figure 34 : Variations mensuelles des débits à Bakel et à Kayes.</b>	<b>72</b>
<b>Figure 35 : distribution statistique des modules annuels de Bakel et Kayes.</b>	<b>73</b>
<b>Figure 36 : Variations des débits caractéristiques de crue et d'étéage (m<sup>3</sup>/s) à Bakel et Kayes.</b>	<b>75</b>

## Listes des tableaux

<i>Tableau 1. Scénario de gestion de Manantali</i>	13
<i>Tableau 2 : Stations synoptiques du bassin versant du fleuve Sénégal en amont de Bakel.</i>	16
<i>Tableau 3 : Paramètres climatiques des stations du haut bassin</i>	19
<i>Tableau 4 : Limite inférieure des pluies moyenne (mm) sur le bassin du fleuve Sénégal.</i>	24
<i>Tableau 5 : Moyenne trentenaire de la pluviométrie (mm) aux stations synoptique du bassin.</i>	26
<i>Tableau 6 : Pluies annuelles fréquentielles pour les principales stations du bassin (1923-2004).</i>	28
<i>Tableau 7 : Pluies annuelles récurrentielles (mm) de Mamou, Labé, Kéniéba, Kayes et Bakel pour différentes normales pluviométriques.</i>	31
<i>Tableau 8 : Caractéristiques statistiques des mensuelle des pluies à Mamou, Labé, kéniéba, Bakel et Kayes.</i>	34
<i>Tableau 9 : Quantiles des pluies journalières récurrentielles.</i>	37
<i>Tableau 10. Superficies comparées de bassins selon différentes sources</i>	47
<i>Tableau 11 : Paramètres morphométriques des sous bassins du fleuve Sénégal.</i>	48
<i>Tableau 12 : réseau hydrométrique du haut bassin Bafing/Sénégal en Guinée.</i>	50
<i>Tableau 13 : Inventaire des débits dans les principales stations du bassin.</i>	51
<i>Tableau 14 : Nombre d'années de suivi hydrologique des stations du haut bassin.</i>	52
<i>Tableau 15 : Caractéristiques statistiques des débits moyens mensuels des stations du haut bassin.</i>	54
<i>Tableau 16 : Modules fréquentiels (m<sup>3</sup>/s) des stations de Sokotoro, daka-Saidou et Bafing Malana.</i>	57
<i>Tableau 17 : Débits caractéristiques (m<sup>3</sup>/s) aux stations du Bafing.</i>	59
<i>Tableau 18 : quantiles des modules annuels et mensuels des stations de Toukoto et Oualia sur le Bakoye.</i>	60
<i>Tableau 19 : modules annuels fréquentiels (m<sup>3</sup>/s) du Bakoye à Toukoto et Oualia.</i>	62
<i>Tableau 20 : Quantiles débits caractéristiques du Bakoye à Oualia.</i>	63
<i>Tableau 21 : Modules annuels et mensuels (m<sup>3</sup>/s) du Baoulé à Siramakana.</i>	64
<i>Tableau 22 : Modules annuels fréquentiels (m<sup>3</sup>/s) du Baoulé à Siramakana.</i>	65
<i>Tableau 23 : Baoulé à Siramakana – débits caractéristiques de crue (m<sup>3</sup>/s).</i>	66
<i>Tableau 24 : La Falémé à Gourbassi et Kidira - Modules annuels et mensuels.</i>	67
<i>Tableau 25 : Modules récurrentiels de la Falémé à Gourbassi et Kidira.</i>	68
<i>Tableau 26 : quantiles des débits caractéristiques de crue et d'étiage à Gourbassi et Kidira.</i>	69
<b><i>Tableau 27 : quantiles des modules annuels et mensuels à Bakel et Kayes.</i></b>	<b>71</b>
<b><i>Tableau 28 : Modules fréquentiels annuels (m<sup>3</sup>/s) des stations de Bakel et Kayes.</i></b>	<b>73</b>
<b><i>Tableau 29 : Débits de crue et d'étiages à Kayes et Bakel avant et après barrage.</i></b>	<b>74</b>
<b><i>Tableau 30 : Crue médiane et étiage minimum médian à Bakel et Kayes.</i></b>	<b>76</b>
<i>Tableau 31 : Corrélations entres les modules annuels des différentes stations du bassin.</i>	76



# 1 Introduction

L'Organisation pour la mise en valeur du fleuve Sénégal (OMVS) depuis sa création s'emploie à créer un socle de croissance dans les pays partageant le bassin du fleuve.

Le programme de gestion des ressources en eau et de l'environnement du bassin du fleuve Sénégal (GEF/BFS) découle de cette préoccupation et a reçu l'appui du Fonds pour l'Environnement Mondiale (FEM), de la Banque Mondiale (B.M.) et du Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD).

## 1.1 Contexte général de l'étude... le projet GEF, un cadre environnemental stratégique et participatif pour le développement écologiquement durable du bassin du fleuve Sénégal

Selon l'OMVS, « l'objectif principal de ce projet sous régional est d'établir un cadre environnemental stratégique et participatif pour le développement écologiquement durable du bassin du fleuve Sénégal et de lancer dans l'ensemble du bassin un programme coopératif pour la gestion transfrontalière des ressources en eau et en terre

Il comprend cinq composantes qui sont :

- composante 1 : Renforcement des capacités de gestion environnementale ;
- composante 2 : Gestion des données et des connaissances ;
- composante 3 : Analyse Diagnostique Transfrontalière ;
- composante 4 : Micro-subvention, Actions prioritaires ;
- composante 5 : Programme de participation du public ».

L'étude de la modélisation pluies/débits et la conception d'un système d'alerte précoce dans le haut bassin du fleuve Sénégal sera réalisée dans le cadre de l'exécution de la *Composante 2* qui vise « la création des conditions aptes à permettre aux quatre pays riverains du fleuve Sénégal de mettre en place un partenariat solide autour de la gestion des données relatives à l'eau et à l'environnement, contribuant ainsi à une meilleure connaissance du bassin du fleuve Sénégal ».

## **1.2 Contexte de la mission : l'étude de la modélisation pluies/débits et la conception d'un système d'alerte précoce dans le haut bassin du fleuve Sénégal**

L'intégration de la République de Guinée à l'OMVS justifie l'étude de la modélisation pluies/débits et la conception d'un système d'alerte précoce dans le haut bassin du fleuve Sénégal.

En effet, il est apparu nécessaire de prendre en charge les problématiques du haut bassin du fleuve Sénégal et surtout d'harmoniser les procédures et les instruments qui existent pour une gestion opérationnelle réussie de l'ensemble du bassin.

Le haut bassin versant du fleuve Sénégal contribue à près de 70% aux écoulements observés à la station de Bakel à cause des pluies enregistrées dans le massif Fouta Djallon, « château d'eau » de l'Afrique de l'Ouest.

La réalisation du barrage de Manantali au Mali permet la maîtrise d'une partie de cette ressource qui est allouée à la production hydroélectrique, l'agriculture, la navigation et pour les systèmes écologiques. D'autres générations de barrages devront suivre sur les autres affluents du fleuve Sénégal (Falémé, Bakoye...).

L'allocation de la ressource en eau dans le haut bassin du fleuve Sénégal a présenté des faiblesses (gestion inadaptée des écoulements...) qui ont exposé les populations et les systèmes de production à différentes vulnérabilités (manque d'eau, inondation...).

Ce problème de maîtrise dans le haut bassin du fleuve Sénégal est surtout lié à la méconnaissance :

- du fonctionnement des sous bassins du fleuve,
- de la transformation pluie / débit,
- du délai de transfert des écoulements d'un point à un autre,
- de l'intégration en temps réel de la situation hydrologique des sous bassins dans les procédures de gestion opérationnelles des barrages,
- de l'absence d'information sur les eaux de pluies,
- de l'exposition des populations...

Dans la vallée et le delta, où l'OMVS avait déjà pris en charge les questions relatives aux inondations et à la prévision des écoulements, le système d'alerte et de gestion n'était pas encore efficient du fait de l'absence de données sur la partie Guinéenne du bassin.

La présente étude a pour but de concevoir un modèle hydrologique permettant de déterminer les débits des cours d'eau à partir des quantités de pluies enregistrées sur le bassin et de faire la prévision hydrologique sur le cours du fleuve Sénégal et de ses principaux affluents. Elle comprend la modélisation pluie/débits dans le haut bassin du fleuve Sénégal et la conception d'un système d'alerte précoce pour les inondations dans le haut bassin du fleuve Sénégal.

Le but final de l'étude est la sécurisation de la population riveraine contre le risque d'inondation d'une part et la gestion des différents ouvrages situés dans cette partie du bassin. Le modèle devra permettre de mettre en œuvre un système d'alerte dans le haut bassin du fleuve Sénégal.

Les activités poursuivies devront produire les résultats suivants :

- le système d'alerte précoce pour l'annonce des inondations et des crues est conçu et les équipements nécessaires pour sa mise en place sont définis et évalués ;
- le lien entre le plan d'alerte dans l'espace OMVS et le système d'alerte précoce dans le haut bassin du fleuve Sénégal est établi.
- les zones inondables sont identifiées et les cotes repères d'alerte sont déterminées pour chaque zone ;
- des cartes aux échelles appropriées sont disponibles
- le programme de formation du personnel des différentes structures intervenant dans l'utilisation du système est élaboré ;
- le coût total de la mise en place du système est évalué (équipements et formation) ;
- les termes de référence pour la mise en place effective du système et d'un plan de prévention sont élaborés.

### **1.3 La mise à jour des connaissances hydrologiques...**

La mise à jour des connaissances hydrologiques qui constitue une étape fondamentale vers l'élaboration d'un modèle, est une étude hydroclimatologique du haut bassin du fleuve Sénégal. Le rapport attendu fait l'inventaire et l'évaluation des données et informations existantes ainsi que les données complémentaires à collecter.

En effet après les travaux de SOW, 1984, ORANGE, 1992, DIONE, 1995 et les nombreux rapports, il s'est posé une nécessité de mettre en cohérence les connaissances dans cette partie du bassin.

### **1.4 Méthodologie de travail et plan du rapport**

Deux temps ont marqué l'intervention : la collecte de données et la visite de sites d'une part, le traitement et la rédaction du rapport sur les connaissances d'autre part.

#### **1.4.1 Collecte de données**

Cette étape documentation consiste à prendre connaissance des différents documents des projets : rapports, plans et l'analyse de ces documents sur les sites, les actions des projets...

Cette étape a commencé à Dakar, à l'OMVS dans les différents centres et institutions de recherche et les grands centres de production de données.

Des missions de terrain ont été réalisées dans le haut bassin en Guinée, au Mali et au Sénégal.

#### **1.4.2 Traitement des données et rapport sur les connaissances**

L'information d'étude est très diversifiée et provient souvent de structures très différentes. La critique qui a été faite avait pour objet de vérifier la validité et la fiabilité de l'information, de procéder à l'homogénéisation des données et à la structuration de l'information. Le rapport sur la mise à jour des connaissances a ensuite été rédigé. Il présente dans une première partie le bassin du fleuve Sénégal. Dans la seconde et troisième partie, les résultats du traitement sont présentés.

## **2 Le haut bassin du fleuve Sénégal : contexte et évolution**

### **2.1 Généralités**

Le bassin versant du fleuve Sénégal s'étend, en allant du sud au nord, sur les territoires des républiques de Guinée, du Mali, du Sénégal et de la Mauritanie. Il va de 10°20' à 17° N et de 7° à 12°20' W. La délimitation du bassin a été faite par Rochette en 1974 qui avait mis en évidence, dans la zone sahélienne du bassin des zones à écoulement endoréique qu'il avait exclu du bassin actif. La prise en compte de ce bassin physique changerait, dans une large mesure, la surface du bassin sur laquelle tout le monde s'est accordé.

Du point de vue topographie, le bassin est incliné du sud vers le nord, des massifs du Fouta Djallon (1445 m) et étendues dunaires, sableuses du nord, en Mauritanie et au Sénégal. Le point du bassin est 1330 avec une altitude moyenne de 1000 dans les massifs guinéens. C'est à ces altitudes que le Bafing et la Téné prennent leur source pour couler vers le nord en direction du Mali.

Le paysage est fait de reliefs subtabulaires d'altitude moyenne 800 m passant à des plateaux de 600 m. A l'ouest de Kédougou, dans le bassin de la Falémé, et au Mali, l'altitude passe à 200 m en moyenne avec comme seuls changements notables dans le paysage, les sills doléritiques des formations birrimiennes. Deux reliefs notables sont à signaler dans cette topographie:

- Le plateau de Taboura qui fait office de limite entre les bassins du Bafing-Sénégal et Falémé
- Le plateau de l'Assaba qui sépare le bassin du Karakoro de celui du Gorgol.

Le fleuve Sénégal prend sa source à Mamou dans le Massif du Fouta Djallon à 1000 m d'altitude, sous le nom de Bafing. En Guinée, il draine, avec ses affluents Falémé et Bakoye, un bassin versant de superficie de 18.672 km<sup>2</sup> sur une longueur de 450 km et recevant une pluviométrie moyenne de 1.500 mm. Le Bafing (18.672 km<sup>2</sup>) représente environ 60% des apports du fleuve Sénégal.

Il draine toute la partie Est du Fouta Djallon, par son haut bassin lui-même. Il prend sa source dans la Préfecture de Mamou à près de 1000 m d'altitude, puis ses affluents principaux de rive droite successifs : Dombélé (1340 km<sup>2</sup>) Kioma (1895 km<sup>2</sup>), Téné (4.178 km<sup>2</sup>). Le Bakoye et la Falémé (5548 km<sup>2</sup>) sont les principaux affluents du fleuve Sénégal en Guinée. Ils prennent respectivement leurs sources dans la Préfecture de Siguiri et dans le massif du Fouta Djallon.



Le Bafing dans ses 100 premiers kilomètres a une pente qui dépasse 5 m/km. Après 300 kilomètres environ de parcours, il entre en territoire malien servant de frontière entre les deux pays sur une longueur de 60 km. Ses principaux affluents, en Guinée, au nombre de 9, sont de longueur différente :

La Téné	140 km	La Kollé 2	40 km
La Dombélé	85 km	Le Badi	40 km
La Kioma	70 km	Le Bakoun	40 km
La Kollé 1	50 km	Le Ninguira	40 km
Le Kokoun	45 km		

Le bassin du Sénégal est limité par plusieurs bassins d'importance inégale :

- A l'Est par le bassin du fleuve Niger,
- Au sud par le Bassin du Fleuve Kaba,
- A l'Ouest par les Bassins des Fleuves Konkouré et gambie.

Du point de vue relief, la partie du Bassin versant du Bafing, située dans le plateau central du Fouta Djallon, est la plus accidentée. Le reste du Bassin est constitué de monts de moindre envergure, de plateaux, de collines, de cuvettes et par endroit de plaines alluviales. Le relief, la géologie, la géomorphologie du bassin sont assez bien étudiés dans la monographie hydrologique de Rochette (Rochette C. 1974) et par Michel P. 1973).

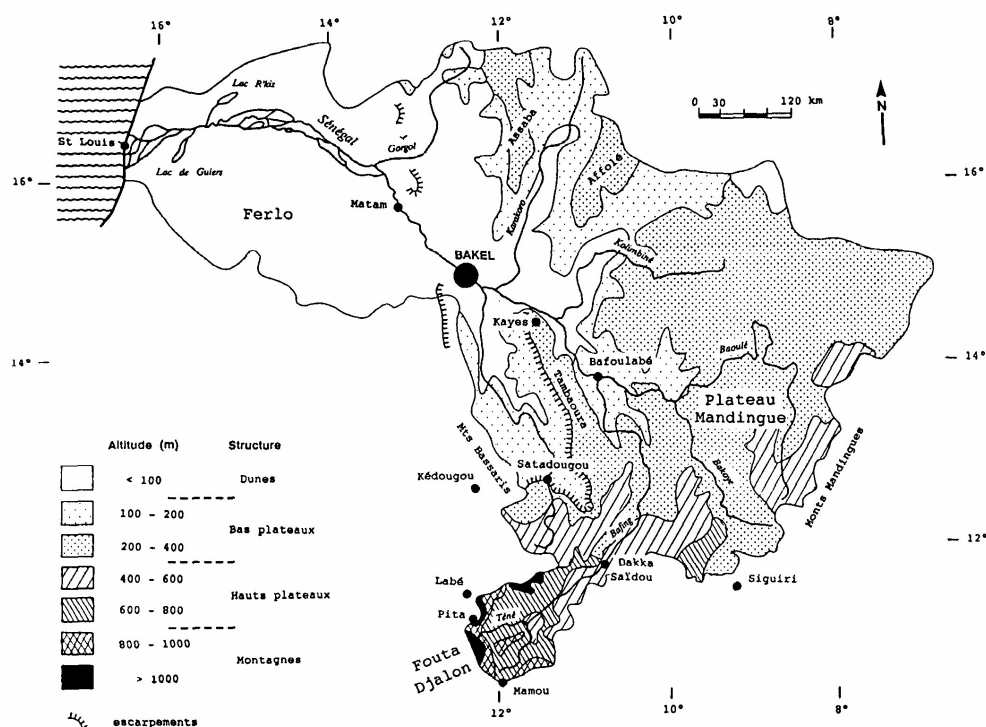


Figure 1. Le bassin du fleuve Sénégal (Orange, 1992)

## 2.2 Le réservoir de Manantali : un aménagement récent

La maîtrise du système s'est faite surtout avec le barrage de Manantali est édifié sur le "Bafing" l'affluent principal du fleuve Sénégal à 90 km de Bafoulabé au Mali. Il soutient les débits de crue et d'étiage et permet l'écêtement des crues au niveau de Bakel.

Le lac de Manantali s'allonge à partir du site du barrage vers le sud en suivant la sinuosité du relief. Il reçoit les apports du Bafing pour une contenance évaluée à 11 milliards de m<sup>3</sup>. Sa superficie est estimée à 475 km<sup>2</sup> à la cote 208 m.I.G.N. pour « une profondeur maximale de 55 m. » (ANNE, 1994).



**Figure 2. Barrage de Manantali**

La gestion de Manantali est à la mesure des écoulements souhaités à Bakel et de la production énergétique. La manoeuvre des vannes est définie selon le débit complémentaire à lâcher pour assurer l'hydrogramme mais aussi en fonction du programme « électricité ».

**Tableau 1. Scénario de gestion de Manantali**

Caractéristiques scénario			Résultats		
Surface aménagée (ha)	type d'irrigation (besoins et intensité)	navigation	garantie besoins saison sèche	garantie besoins saison humide (soutien de crue)	énergie garantie 9 ans / 10 (moyenne annuelle) GWh
375 000	Intense	Phase finale	62%	28%	460 (733)
300 000	Intense	Phase finale	72%	28%	578 (695)
250 000	Modéré	Phase finale	98%	48%	657 (946)
200 000	Modéré	Phase finale	98%	46%	631 (975)
200 000	Intense	Fluvio-maritime	98%	56%	589 (938)
150 000	intense	Fluvio-maritime	94%	64%	450 (874)

Source : Mohamed Salem Ould MERZOU, Lionel REIG, Gérard VACCA



### **3 Climatologie du haut bassin du fleuve Sénégal**

#### **3.1 Zonage et situation du bassin**

Le climat du bassin du fleuve Sénégal est régi par la circulation de l'atmosphère induite les anticyclones des Açores (océan Atlantique) et Libyen en hémisphère boréal et l'anticyclone de Sainte Hélène dans l'Océan Atlantique austral.

Le bassin du Sénégal, par son extension latitudinale, de la Guinée à la Mauritanie, présente une grande diversité climatique. Les facteurs climatiques et le climat résultant s'expliquent par les déplacements du Front Intertropical (FIT) qui sépare les flux d'alizé (maritime et continental), émis par les anticyclones des Açores et la cellule libyenne, et le flux de mousson provenant de l'anticyclone de Sainte Hélène. Ces deux flux se différencient par leur humidité qui permet de diviser l'année en deux saisons bien distinctes :

- la saison sèche : elle est de durée variable du sud du bassin (Guinée) au nord en Mauritanie. Elle va de novembre à mai et se caractérise par l'absence de précipitations. La circulation est dominée par les flux d'alizé maritime continental, le FIT se situant au sud de la latitude 12° N.
- la saison humide : elle dure de juin à octobre avec des pluies dont la hauteur va décroissante du sud et au nord du bassin. Ces pluies sont apportées par le flux de mousson, de secteur sud à sud-ouest, en provenance de l'anticyclone de Sainte Hélène. Son arrivée est due à la remontée du FIT, attiré par la dépression Saharienne, très creuse, vers le nord.

Deux domaines climatiques se partagent le bassin du fleuve Sénégal, du sud au nord : les climats soudanien et sahélien avec leurs variantes et leurs zones de transition. On peut considérer l'isohyète 600 mm comme la limite nord du domaine soudanien.

## 3.2 Données disponibles

Le suivi des paramètres climatiques et la collecte des données résultantes relèvent de la responsabilité des directions météorologiques des différents pays sur lesquels s'étend le bassin versant du Sénégal. Il s'agit des Directions de la Météorologie Nationale (DMN) de la Guinée, du Mali et du Sénégal et de la Société des Aéroports de Mauritanie (SAM) au sein de laquelle est logé le service météorologique.

Les données disponibles sont de qualité et de durée variables selon les pays. Les modes d'archivage des données sont également différents. Si la météorologie nationale de Guinée a mis notre disposition les données, il n'en est pas de même de celle du Mali et du Sénégal dont les données sont toujours attendues.

### 3.2.1 Climatologie

Le réseau climatologique du bassin du fleuve Sénégal compte 20 stations synoptiques et 19 stations climatologiques réparties dans les quatre pays. Les données sont de qualité et de durée variables. Le tableau ci-dessous en donne la liste. La direction de la météorologie nationale de Guinée a mis à notre disposition les données des stations climatiques de Labé, Mamou et Siguiri dont la durée est indiquée dans le tableau 1. Les données maliennes proviennent de l'observatoire de l'OMVS et ne portent que sur trois années. Quant aux données des stations sénégalaises, elles proviennent de la météorologie nationale (tab.1).

Tableau 2 : Stations synoptiques du bassin versant du fleuve Sénégal en amont de Bakel.

Nom	Zone	Latitude	Longitude	Type de station	Données disponibles
LABE	Guinée	11.3167	-12.3000	Synoptique	1931-2004
MAMOU	Guinée	10.3667	-12.0833	Synoptique	1923-2004
SIGUIRI	Guinée	11.4333	-9.1667	Synoptique	2002-2004
BAMA KO - SENOU	Mali	12.5333	-7.9500	Synoptique	1975-2004
KAYES	Mali	14.4333	-11.4333	Synoptique	1895-2004
KENIEBA	Mali	12.8500	-11.2333	Synoptique	1942-2004
KITA	Mali	13.0667	-9.4667	Synoptique	1931-2004
NIO RO DU SAHEL	Mali	15.2333	-9.6000	Synoptique	1919-2004
YELIMANE	Mali	15.1167	-10.5667	Synoptique	1919-2004
BAKEL	Sénégal	14.9000	-12.4667	Synoptique	1918-1999
KEDOU GOU	Sénégal	12.5667	-12.2167	Synoptique	1918-2003

### 3.2.2 Pluviométrie

Les observations pluviométriques dans le bassin du fleuve Sénégal sont assez anciennes. Elles remontent à 1850 à Saint-Louis et au début du 19<sup>ème</sup> siècle pour les principales stations du bassin comme Bakel (1918), Labé (1923), Kayes (1895). Le réseau pluviométrique du bassin compte 262 stations dont la durée d'observation va d'une année à cent dix ans (Kayes). La liste des stations est fournie en annexe. La figure 1 montre la répartition des stations pluviométriques dans le bassin.

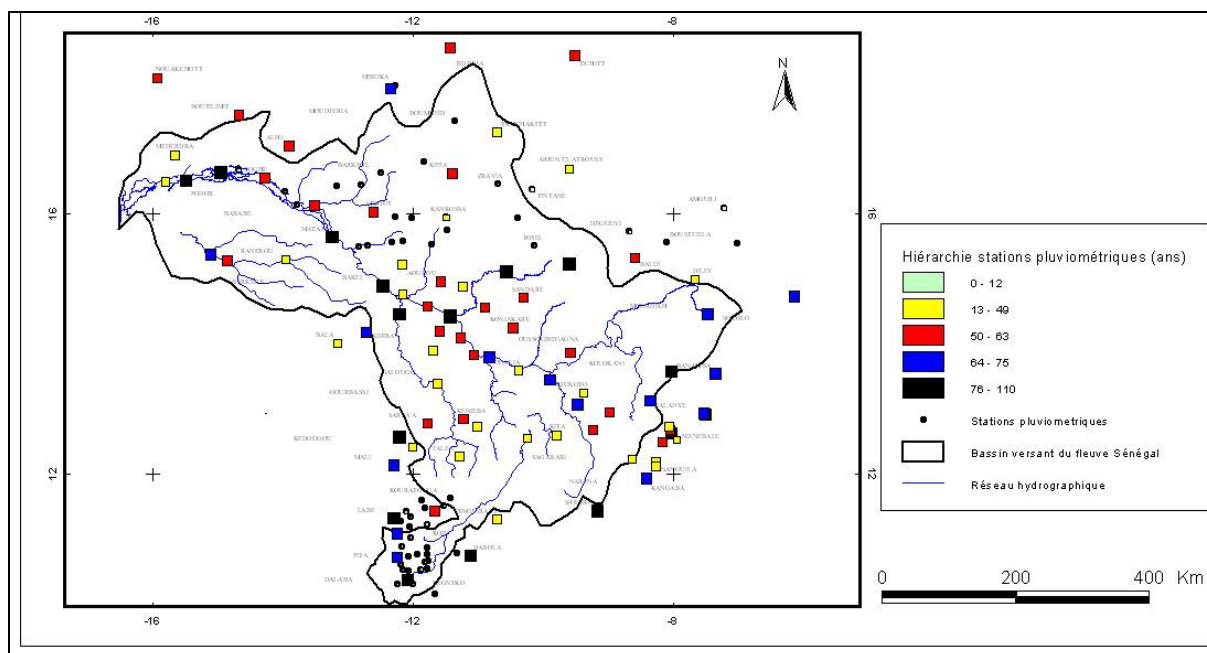


Figure 3 : Carte du réseau pluviométrique du bassin du fleuve Sénégal.

### 3.3 Paramètres climatiques

Les paramètres climatiques sont observés à partir des stations synoptiques et climatologiques implantées dans le bassin. Ces stations sont réparties comme suit dans le bassin :

- en Guinée : stations de Mamou, Labé et Siguiriri
- au Mali : stations de Kita, Kéniéba, Kayes, Yélimané et Nioro du Sahel
- au Sénégal : Kédougou, Bakel (Matam est hors de la zone d'étude)

Pour les stations guinéennes, les données mensuelles de 1971 à 2004 ont été fournies par la DMN. Pour les stations maliennes, les données fournies par l'Observatoire de l'OMVS portent sur la période 2002-2004. Elles sont trop brèves pour être traitées ici. Les données de Kédougou vont de 1968 à 2004 et celle de Bakel de 1981 à 2004.

Sur la figure 2 et le tableau 2 sont représentées les variations des paramètres climatiques aux stations de Labé et de Siguiri. Elle montre la division de l'année en deux parties :

- de novembre à avril : la saison sèche avec l'augmentation de la température moyenne annuelle, l'évapotranspiration potentielle et l'insolation
- de mai à octobre : la saison des pluies avec une chute brutale de l'insolation, de l'évapotranspiration potentielle et une forte augmentation de l'humidité relative consécutive à celle de la couverture nuageuse.

A Labé, les températures moyennes mensuelles ne dépassent pas 26°C (maximum 25.7°C en avril). A Mamou, le maximum est de 27.9 °C en mars alors qu'à Siguiri il atteint 31°C. Le minimum à Labé est de 20°C (décembre) ; 21.8°C à Mamou (décembre) et 25°C à Siguiri (janvier). Les températures croissent des contreforts du Fouta Djallon, au sud, en direction de la zone soudanienne et sahélienne, au nord. Il en est de même de tous les paramètres climatiques surtout de la demande évaporative que se soit l'évaporation Piche ou l'évapotranspiration Penman.



Tableau 3 : Paramètres climatiques des stations du haut bassin

**STATION DE LABE**

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Tm(°C)</b>	20.5	22.2	24.2	25.7	25.2	23.2	22.1	21.9	22.1	22.3	21.2	20.0
<b>Hm(%)</b>	46.7	42.8	44.0	52.6	64.2	74.9	81.3	82.4	80.5	75.9	64.3	54.5
<b>Vm(m/s) 1/10</b>	28.09	28.1	30.6	28.2	24.7	24.3	23.7	23.7	24.5	23.9	26.1	27.8
<b>Ins(h)</b>	265	244.2	258.3	234.6	205.7	185.5	152.0	142.9	161.2	198.0	237.3	254.1
<b>ETP(mm)</b>	143.1	145.8	181.0	171.6	151.0	122.4	106.0	103.0	107.4	120.0	127.0	133.0

**STATION DE MAMOU**

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Tmoy</b>	22.1	24.0	27.9	26.3	25.3	23.5	22.3	22.2	22.4	22.9	22.6	21.8
<b>Hmoy</b>	40.5	43.5	48.6	58.5	70.6	79.4	82.6	83.4	80.9	77.2	64.9	48.5
<b>VMoy</b>	4.3	5.2	4.3	3.6	3.1	3.2	3.1	3.3	3.1	3.3	3.8	4.5

**STATION DE SIGUIRI**

	Janv	Fev	Mars	Avril	Mai	Juin	Juill	Aout	Sep	Oct	Nov	Dec
<b>Tm(°C)</b>	25.0	27.7	29.3	31.0	29.6	26.8	28.3	25.1	25.4	26.7	26.3	25.1
<b>Hm(%)</b>	34.3	30.9	34.4	46.5	58.3	71.1	77.1	79.0	76.6	68.9	52.9	39.5
<b>Vm(m/s) 1/10</b>	29.2	28.8	26.9	26.8	27.5	25.4	25.1	22.8	22.7	19.7	25.1	27.3
<b>Ins(h)</b>	257.0	236.4	241.2	218.3	227.8	219.1	190.6	184.0	208.2	242.1	250.2	233.1
<b>ETP(mm)</b>	180.2	183.4	207.8	197.9	186.7	144.9	138.9	124.7	129.5	146.3	159.6	169.4

**STATION DE KEDOUGOU**

	Jan	Fev	Mars	Av	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
<b>TM</b>	26.2	28.8	31.1	33.1	32.5	29.1	26.8	26.5	26.6	27.3	27	25.5
<b>HM</b>	29.3	29.1	29.5	34.4	46.7	67.1	78	81	79.2	72.9	55.5	39
<b>INS</b>	231	212	247	273	256	229	207	193	209	240	246	251
<b>EV</b>	251.8	250.8	285.6	292	240.9	112.1	60.6	49.4	51.5	76.5	138.8	211.1
<b>ETP</b>	180.1	187.8	230.3	244.2	244.0	172	142.3	134.9	134	142.9	146.1	165
<b>VM</b>	2	2.1	2.2	2.5	2.9	2.4	2	1.8	1.5	1.6	1.6	1.9

**STATION DE BAKEL**

	janv	fevr	mars	avr	mai	juin	juil	août	sept	oct	nov	déc
<b>Tm</b>	25.2	28.7	30.1	33.2	34.6	33.2	30.4	28.6	29.3	30.6	27.8	26.1
<b>Hm</b>	35.6	33.6	32.6	31.6	42.6	54.8	63.0	70	68.6	55.9	46.9	39.8
<b>TV</b>	285.2	252	310	372	527	693	843.2	923.8	888	765.7	450	310
<b>ETPm</b>	821.5	876.4	1076	1008	967.2	750	678.9	579.7	588	607.6	705	734.7
<b>EV</b>	359.6	355.6	427.8	450	455.7	375	241.8	145.7	189	198.4	273	313.1
<b>Ins</b>	242.5	227.2	267.8	268.8	268.98	244.6	247	239.9	229.8	269.9	253.6	241.8

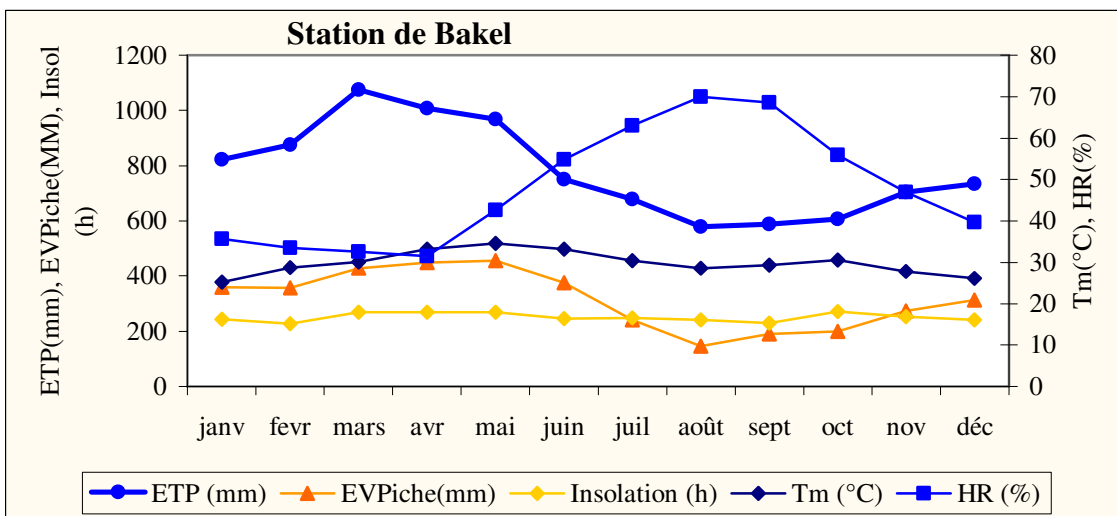
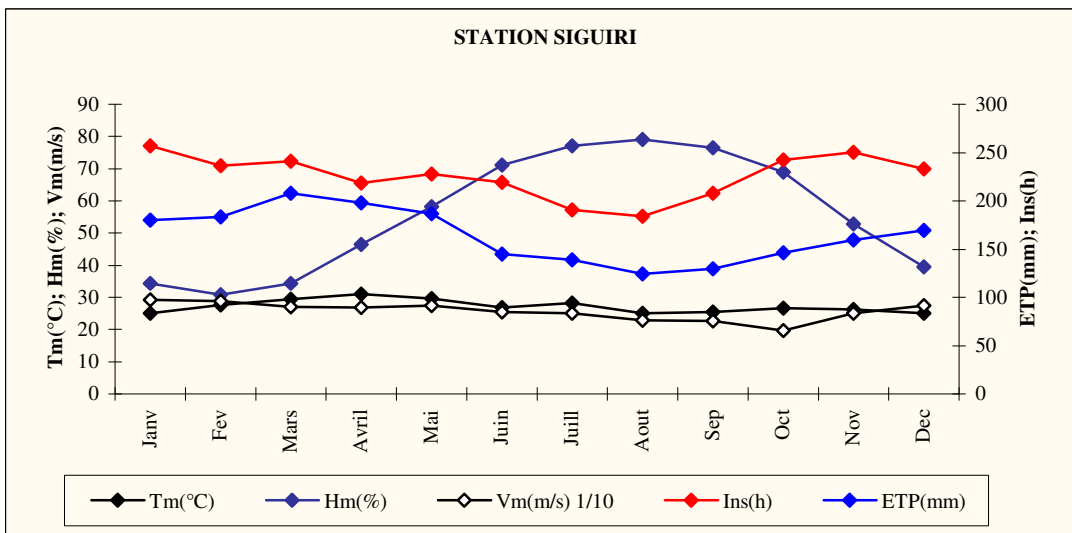
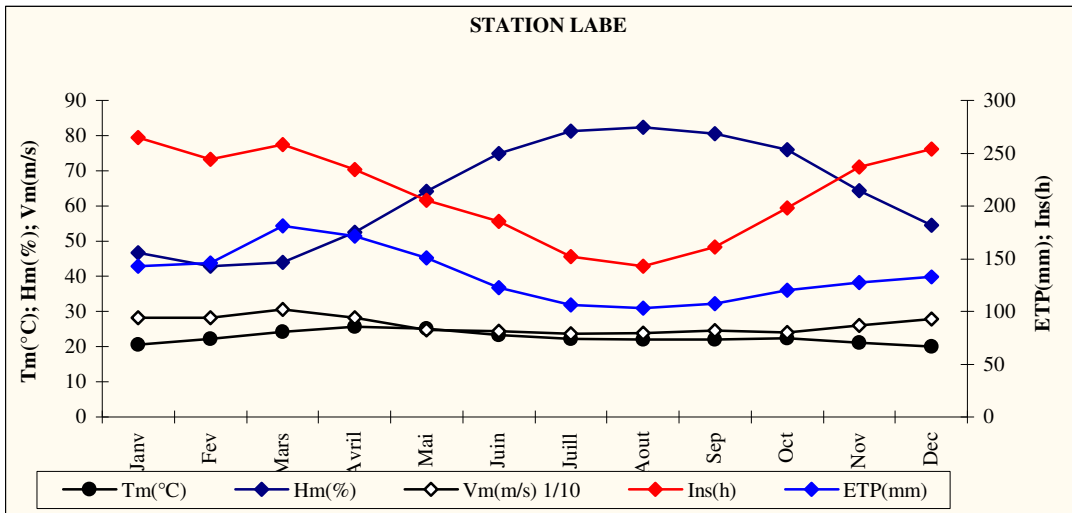


Figure 4 Variation des paramètres climatiques aux stations de Labé, Siguri et Bakel.

En illustration la rose des vents de la station de Labé donne une nette division de l'année en deux saisons : de janvier à avril, la circulation est d'orientation Est, commandée par l'anticyclone libyen. A partir du mois de mai la circulation d'Ouest apparaît et s'affirme de plus en plus durant toute la saison des pluies surtout en juillet et août. Dès septembre, elle s'inverse en revenant à l'Est

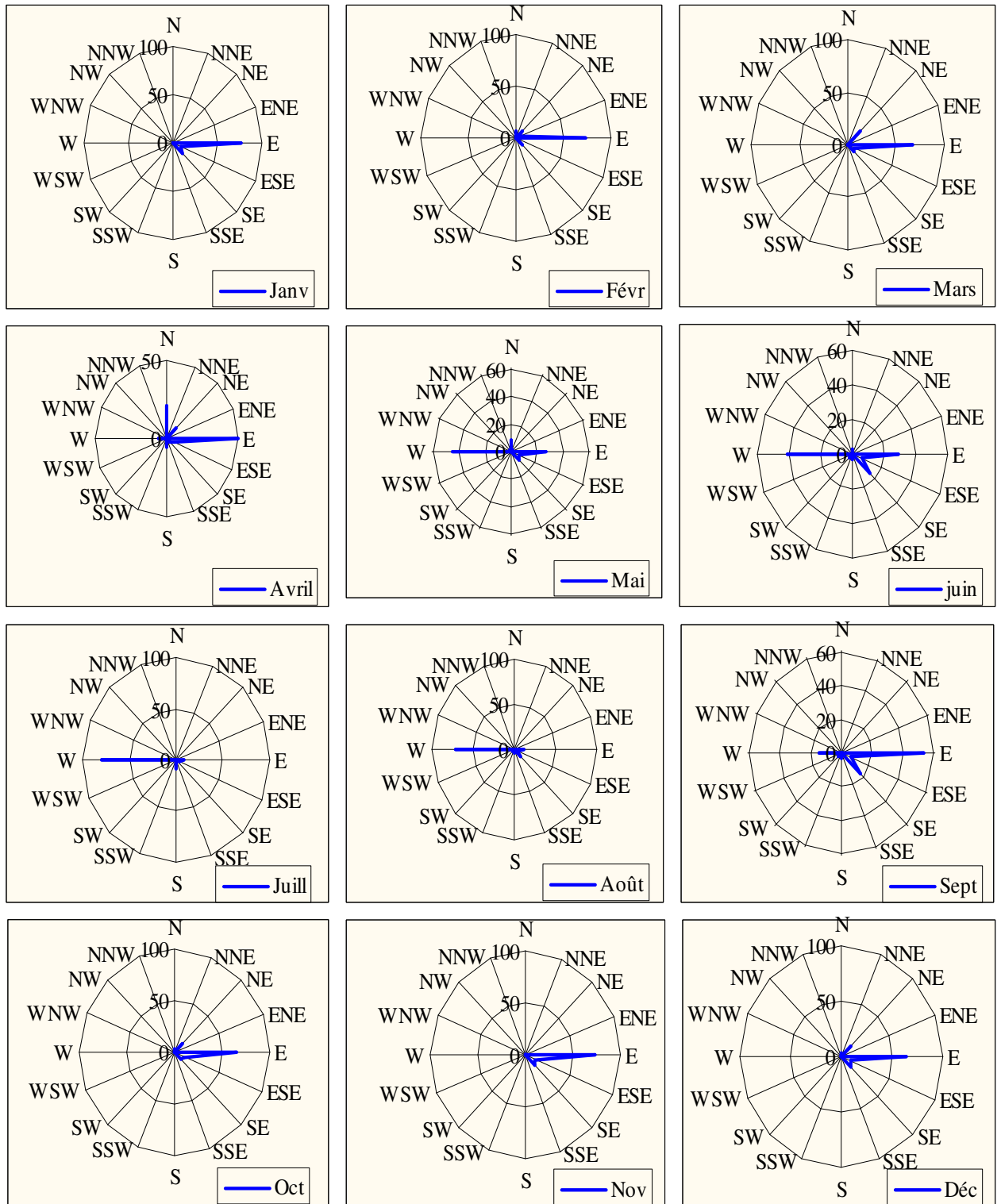


Figure 5. Rose des vents de Labé

### **3.4 Pluviométrie**

Compte tenu de la disparité des périodes d'observation entre stations pluviométriques, l'homogénéité des données a été contrôlée par la méthode du vecteur régional (Brunet-Moret Y. 1971; 1977; Hiez G. 1977; 1986).

Le Vecteur régional se définit comme une série chronologique d'indices pluviométriques, issus de l'extraction de l'information la plus "probable" - au sens de la plus fréquente - contenue dans les données d'un ensemble de stations d'observations groupées en région climatique homogène".

Il s'agit donc une suite chronologique d'indices annuels de précipitations prenant en compte les effets de persistance, de tendance, de pseudo-cycles de la zone climatique, mais homogène dans le temps. Le bassin a été divisé en trois zones :

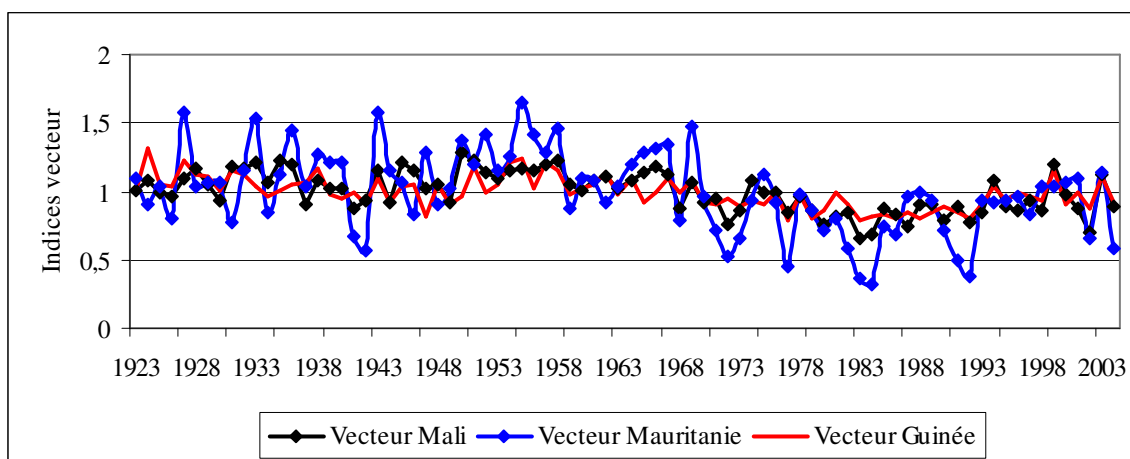
- le haut bassin : il concerne les stations pluviométriques guinéennes
- le bassin intermédiaire : il regroupe les stations maliennes, mauritaniennes et sénégalaises jusqu'à la latitude de Bakel
- la moyenne et basse vallée : les stations mauritaniennes et sénégalaises concernant cette zone

Cette critique a permis de détecter les valeurs « aberrantes » et d'homogénéiser les échantillons de pluies annuelles. D'une manière générale, les données sont de bonne qualité malgré l'importance des lacunes pour certaines stations.

#### **3.4.1 Variations de la pluviométrie**

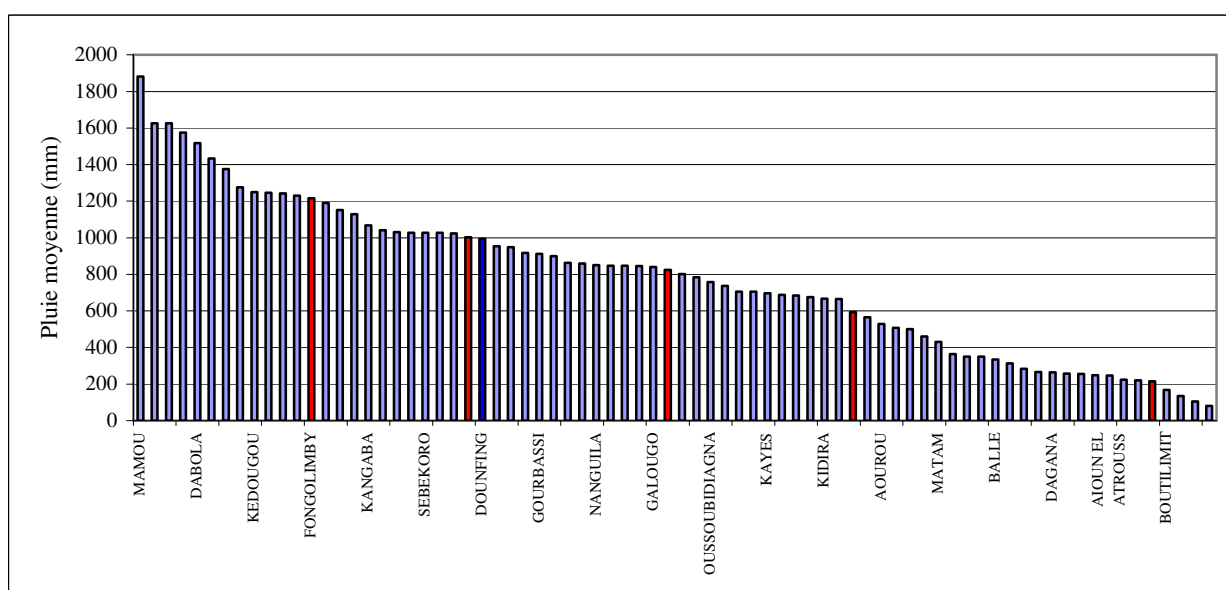
Les variations de la pluviométrie peuvent être appréciées à travers les fluctuations des indices du vecteur régional. La figure 2 montre la variation des indices des trois vecteurs constitués. La valeur 1 du vecteur indique la pluviométrie moyenne régionale dans la zone d'application du vecteur ; les valeurs supérieures à 1, les années excédentaires et les valeurs inférieures à l'unité, les années déficitaires. Le vecteur reproduit bien la tendance générale de la pluviométrie dans le bassin :

- une augmentation des variations annuelles en allant du sud vers le nord, de la Guinée à la Mauritanie
- de 1923 à 1967 : une période à pluviométrie globalement excédentaire malgré les déficits des années 1941-1942. Dans le bassin guinéen, cette période a une pluviométrie moyenne à excédentaire sauf en 1947 avec des fluctuations très faibles. Les contrastes annuels sont plus prononcés en Mauritanie.
- de 1968 à 2004 : la sécheresse affecte l'ensemble du bassin avec de fortes nuances : en Guinée, faibles déficits ne dépassant pas 20% ; plus grandes fluctuations dans le bassin malien pouvant atteindre 35% (1983) ; en Mauritanie, les déficits dépassent les 60% pour certaines années.



**Figure 6 variations des indices des trois vecteurs régionaux de 1923 à 2004.**

En classant les moyennes interannuelles en ordre décroissant, on note une diminution progressive des moyennes annuelles de Mamou à Saint-Louis. Il est possible de diviser le bassin du Sénégal en cinq zones de pluviométrie homogène qui se calquent sur un gradient latitudinal et qui sont matérialisées par des paliers successifs (fig 3) de 200 mm.



**Figure 7 : Moyennes pluviométriques par stations sur la période 1923 – 2004).**

En effet, la baisse des pluies annuelles se fait de manière graduelle avec la latitude. Une corrélation latitude - pluie moyenne montre une relation fonctionnelle entre les deux paramètres. La figure 4 montre l'ajustement et la relation qui en découle avec un coefficient de corrélation de 0.96, soit 92% de la variance expliquée. On pourrait sur la base de la latitude déduire avec une bonne précision la pluie moyenne, sur un point donné défini par sa latitude, sur le bassin. Par exemple, la station de Bakel, de latitude 14.9 degré, a une pluie moyenne de 507 mm.

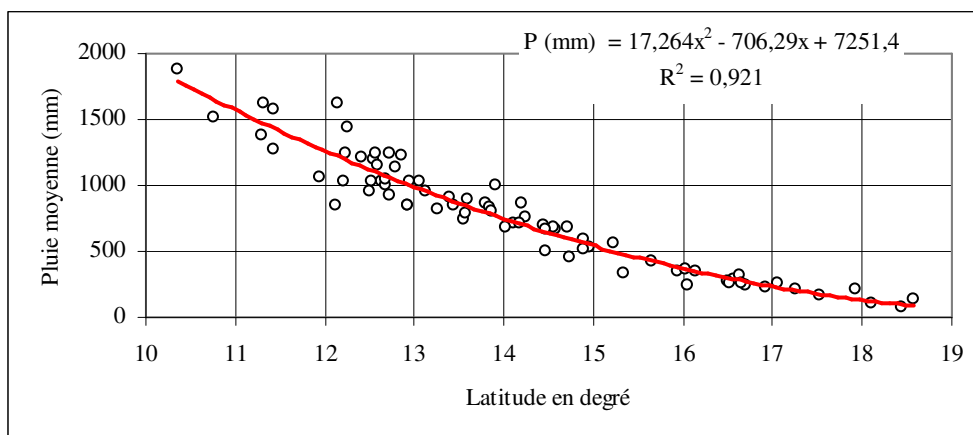


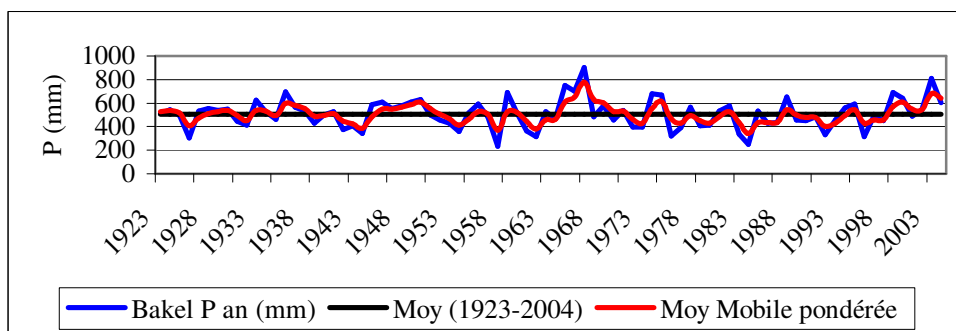
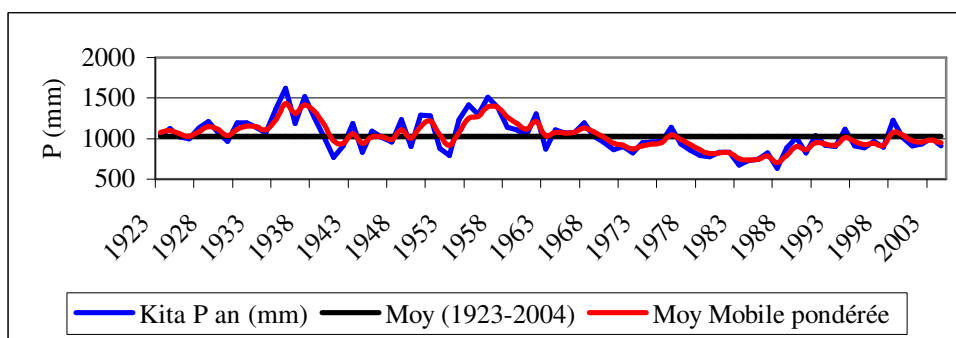
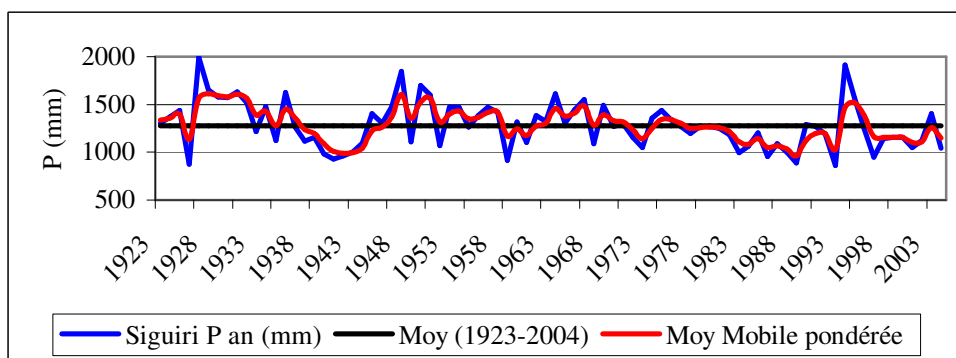
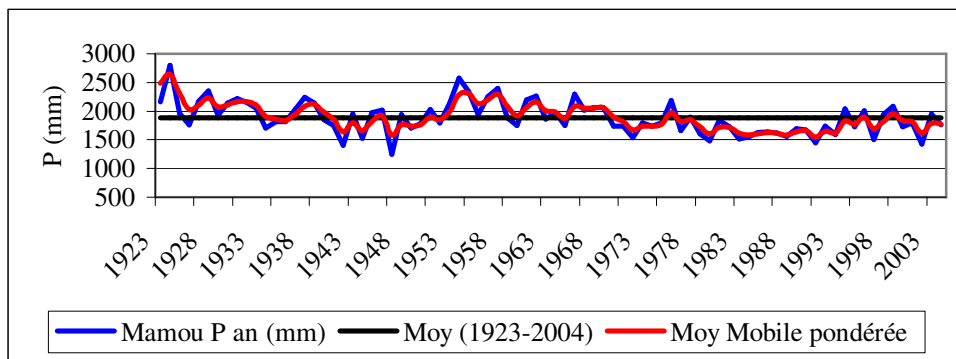
Figure 8 : Relation latitude (degré) – pluie moyenne (mm).

Sur la base de cette relation, on peut déduire les tranches de pluies moyennes en fonction de la latitude comme le montre le tableau ci-dessous (tab. 2). L'analyse des chroniques annuelles et leurs caractéristiques statistiques montre que la variabilité des pluies augmente suivant un gradient sud-nord. Jusqu'à la latitude de Bafoulabé, les coefficients de variation sont inférieurs à 20% (Annexe 2). Ces faibles variations sont mises en évidence par la figure 5.

Tableau 4 : Limite inférieure des pluies moyenne (mm) sur le bassin du fleuve Sénégal.

Latitude (en degré)	Pluie moyenne (mm)
11	1571
12	1262
13	987
14	747
15	541
16	370
17	234
18	132

Si le vecteur régional donne les tendances générales de la pluviométrie, les variations stationnelles montrent les fluctuations locales des pluies annuelles. Dans la figure 5 sont représentées ces variations pour les stations synoptiques de Mamou, Siguiri, Kita, Bakel et Kayes. On note les mêmes séquences déjà mentionnées ci-dessus. Les amplitudes de variation croissent du sud au nord avec la baisse des apports annuels. Il en résulte une plus grande fluctuation des totaux annuels d'amont en aval du bassin.





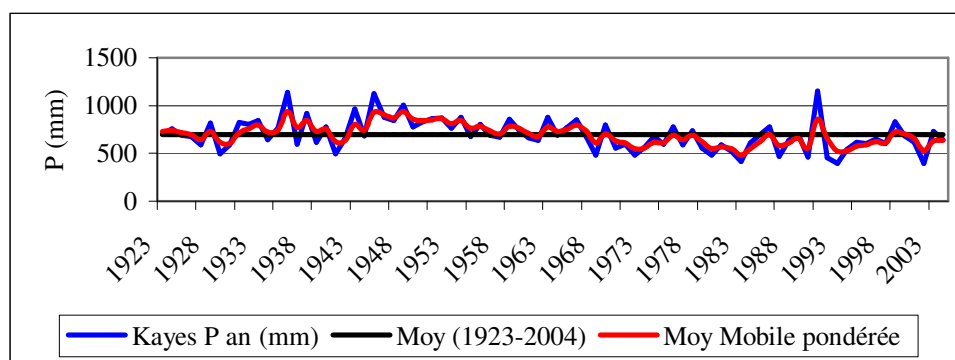


Figure 9 : Variations des pluies annuelles (mm) à Mamou, Siguiri, Kita, Bakel et Kayes.

### 3.4.2 Répartition de la pluviométrie

La répartition des précipitations est faite en privilégiant l'expression cartographique pour la rendre visuelle. Elle se fait suivant un gradient sud-nord en allant du climat guinéen au climat sahélien dans la basse vallée du fleuve Sénégal. Cette répartition sera étudiée aux échelles interannuelle (normale climatique), décennale, mensuelle et journalière.

#### 3.4.2.1 Pluviométrie interannuelle

##### 1.1. Analyse spatiale

Après homogénéisation des pluies annuelles, on a obtenu des chroniques s'étendant de 1923 à 2004. Les normales pluviométriques 1931-1960, 1941-1970, 1951-1980, 1961-1990 et 1971-2000 ont été calculées (tab. 3 et fig. 6). Pour l'ensemble du bassin, il apparaît nettement une baisse des précipitations à l'exception de la station de Bakel où on note une certaine stabilité des pluies malgré la sécheresse. Pour certaines (Mamou, Siguiri et Kédougou) la diminution des pluies est insensible entre 1931-60 et 1941-70.

Pour les stations guinéennes, la diminution des précipitations va de 10% à 13% entre 1931 et 2000 alors que pour les stations sahéliennes (Kayes, Nioro du Sahel, Yélimané) le déficit varie de 23 à 32%.

Tableau 5 : Moyenne trentenaire de la pluviométrie (mm) aux stations synoptique du bassin.

Nom	Pays	1931-1960	1941-1970	1951-1980	1961-1990	1971-2000
LABE	Guinée	1693,0	1677,8	1649,8	1530,1	1475,0
MAMOU	Guinée	1948,3	1954,2	1958,1	1802,3	1721,7
SIGUIRI	Guinée	1299,8	1326,1	1319,2	1230,5	1174,4
BAMAKO - SENOU	Mali	1127,7	1112,2	1062,7	949,9	910,6
KAYES	Mali	799,7	768,5	695,4	630,9	615,5
KENIEBA	Mali	1340,0	1335,4	1291,5	1153,1	1083,6
KITA	Mali	1159,9	1091,3	1055,8	920,3	898,8
NIORO DU SAHEL	Mali	626,1	603,9	563,5	454,7	427,7
YELIMANE	Mali	616,8	604,8	564,2	477,8	445,3
BAKEL	Sénégal	505,9	518,0	503,2	499,1	481,0
KEDOUGOU	Sénégal	1264,0	1266,9	1282,1	1178,8	1153,2

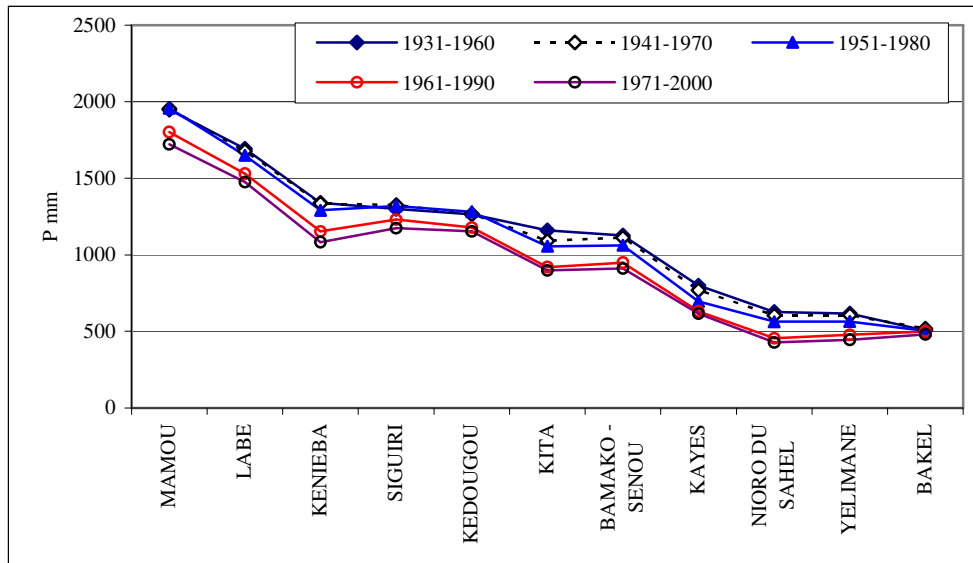
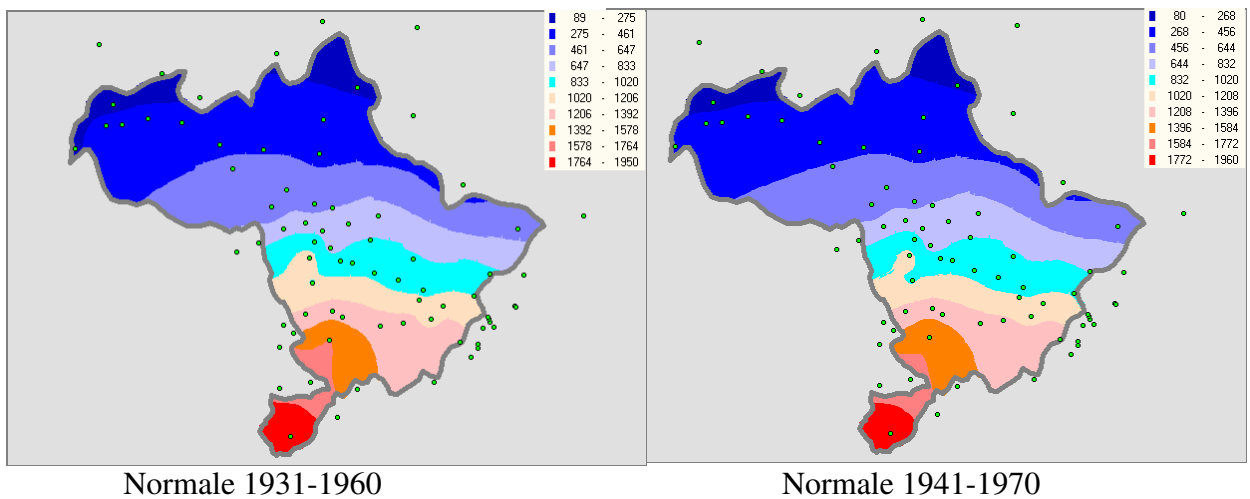


Figure 10 : Variations des moyennes pluviométriques trentenaires aux stations synoptiques.

Pour l'ensemble des stations du bassin, les moyennes trentenaires ont été calculées et restituées sous forme de cartes (carte 1). On note la répartition assez zonale des précipitations conformément au gradient pluviométrique décroissant sud-nord. Au nord du bassin, on passe de 90 mm de pluie moyenne (1931-1960) à 50 mm en 2000 soit une baisse de 45% des apports. En zone à faible pluviométrie, une telle baisse a des conséquences plus sensibles.



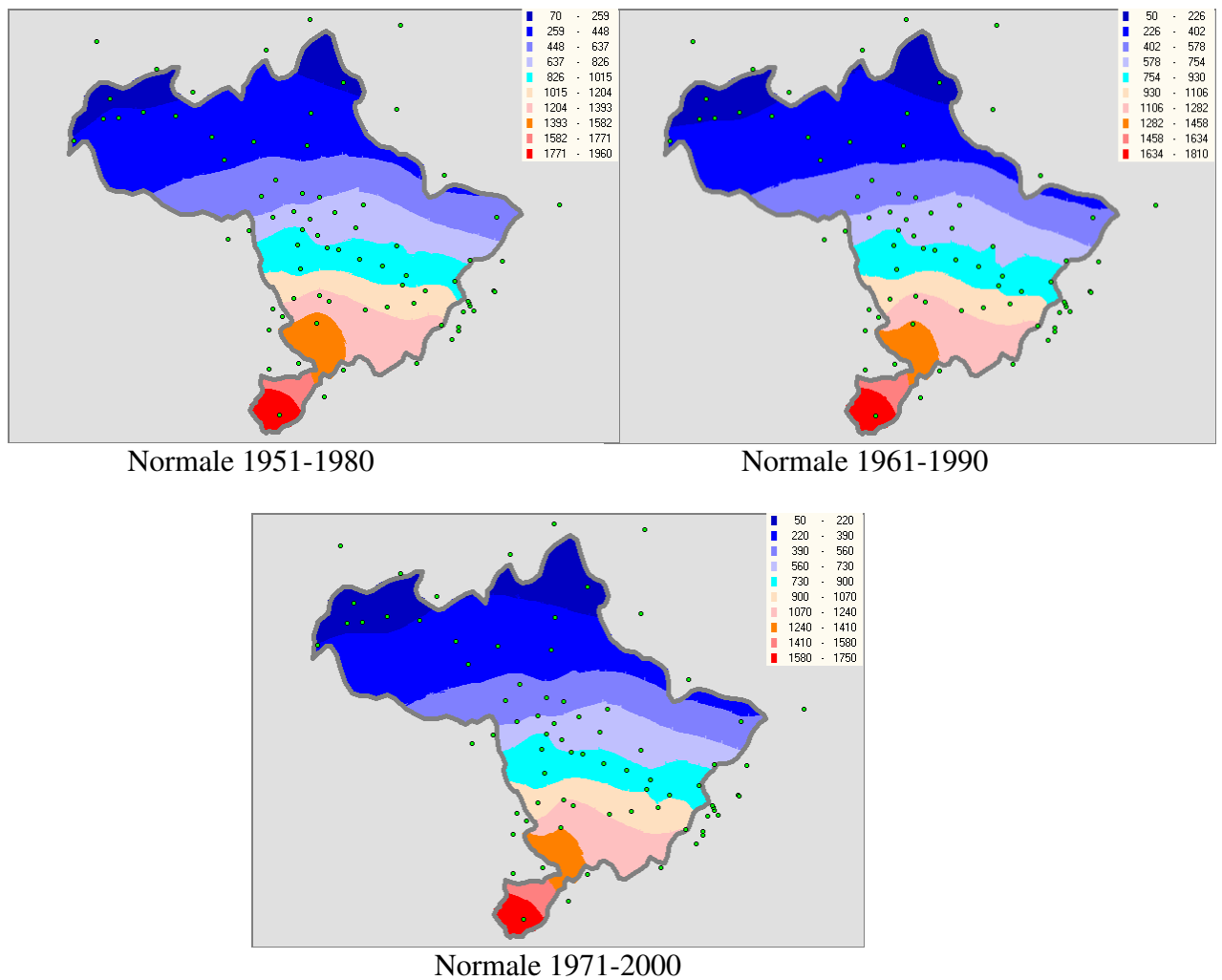


Figure 11 : répartition spatiale des précipitations (moyenne trentenaire) sur le bassin.

### 1.2. **Distribution** statistique des pluies annuelles.

Les chroniques de pluies annuelles homogénéisées ont été soumises à un traitement statistique. Une dizaine de lois statistiques (Brunet-Moret Y. 1969) ont été ajustées à ces échantillons de pluies annuelles. Les résultats sont consignés dans le tableau ci-dessous (tab.4 et Annexe 3). La loi de Goodrich présente le meilleur ajustement pour l'ensemble des stations.

En année médiane, on peut s'attendre à des précipitations supérieures à 1500 mm. A la station de Bakel, la pluie de fréquence médiane est de 500 mm soit le tiers de ce qui est attendu dans le haut bassin. Le rapport de K3 de Rodier (rapport entre décennales humide et sèche) est illustratif de la variation des précipitations récurrentielles. Dans le haut bassin, il est de l'ordre de 1.4 à 1.5 ; dans la zone soudanienne, il à 16 – 1.7 et en zone sahéenne, il dépasse 2 (2.7 à Matam). En récurrences sèches, comme la centennale sèche, si pour le haut bassin les apports pluviométriques sont encore conséquents (supérieures à 1000 mm), elles deviennent très faibles, voire aléatoire, à Bakel et Matam.

Tableau 6 : Pluies annuelles fréquentielles pour les principales stations du bassin (1923-2004).

Fréquence	Récurrences sèches					Médiane	Récurrences humides					K3
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2		0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Mamou	1319,5	1360,6	1435,7	1514,9	1624,0	1860,8	2116,0	2251,8	2364,0	2489,8	2573,3	1,5
Labé	1316,7	1323,6	1341,2	1366,7	1413,8	1564,2	1801,3	1959,6	2107,4	2291,5	2424,3	1,4
Mali	1257,1	1275,1	1312,3	1356,6	1424,7	1595,5	1808,0	1931,3	2037,9	2162,3	2247,5	1,4
Tougué	1082,5	1118,0	1184,2	1255,9	1356,9	1582,6	1833,3	1969,0	2082,3	2210,4	2295,9	1,6
Dinguiraye	1010,0	1033,2	1077,5	1126,4	1196,7	1357,9	1541,3	1642,1	1726,9	1823,5	1888,3	1,5
Siguiri	872,5	892,6	933,8	982,6	1057,4	1243,8	1474,5	1607,9	1723,1	1857,3	1949,0	1,6
Kédougou	808,4	836,6	890,2	949,2	1033,7	1226,2	1444,2	1563,7	1664,0	1778,1	1854,6	1,6
Naréna	758,4	810,2	893,8	971,8	1068,3	1249,7	1418,9	1501,4	1566,6	1636,8	1681,9	1,5
Kéniéba	732,4	774,3	847,6	921,7	1020,1	1223,4	1432,1	1539,9	1627,6	1724,7	1788,3	1,7
Kita	664,0	686,5	729,7	778,0	847,9	1009,9	1196,3	1299,5	1386,6	1486,0	1552,9	1,7
Kayes	402,0	420,5	455,9	495,2	551,9	682,6	832,3	914,8	984,4	1063,7	1117,0	1,8
Yélimané	316,3	325,6	345,7	370,8	411,1	517,7	658,0	742,1	816,2	904,0	964,8	2,0
Nioro du Sahel	261,4	276,3	306,3	341,0	393,0	519,1	671,0	757,3	831,2	916,7	974,8	2,2
Bakel	256,1	275,7	310,8	347,3	396,8	502,2	613,6	672,1	720,2	773,9	809,4	1,9
Matam	165,2	179,2	207,5	240,4	289,9	410,3	556,0	639,1	710,4	792,8	848,9	2,7

L'ajustement des séries trentenaires (normale pluviométrique) montre une diminution importante des hauteurs pluviométriques fréquentielles, notamment en ce qui concerne les deux dernières normales (1961-1990 et 1971-2000). Il est important, par conséquent, dans le cas de dimensionnement d'ouvrage ou d'estimation de volume de bien choisir la normale de référence compte tenu des différences importantes entre quantiles de même récurrence (tab. ).

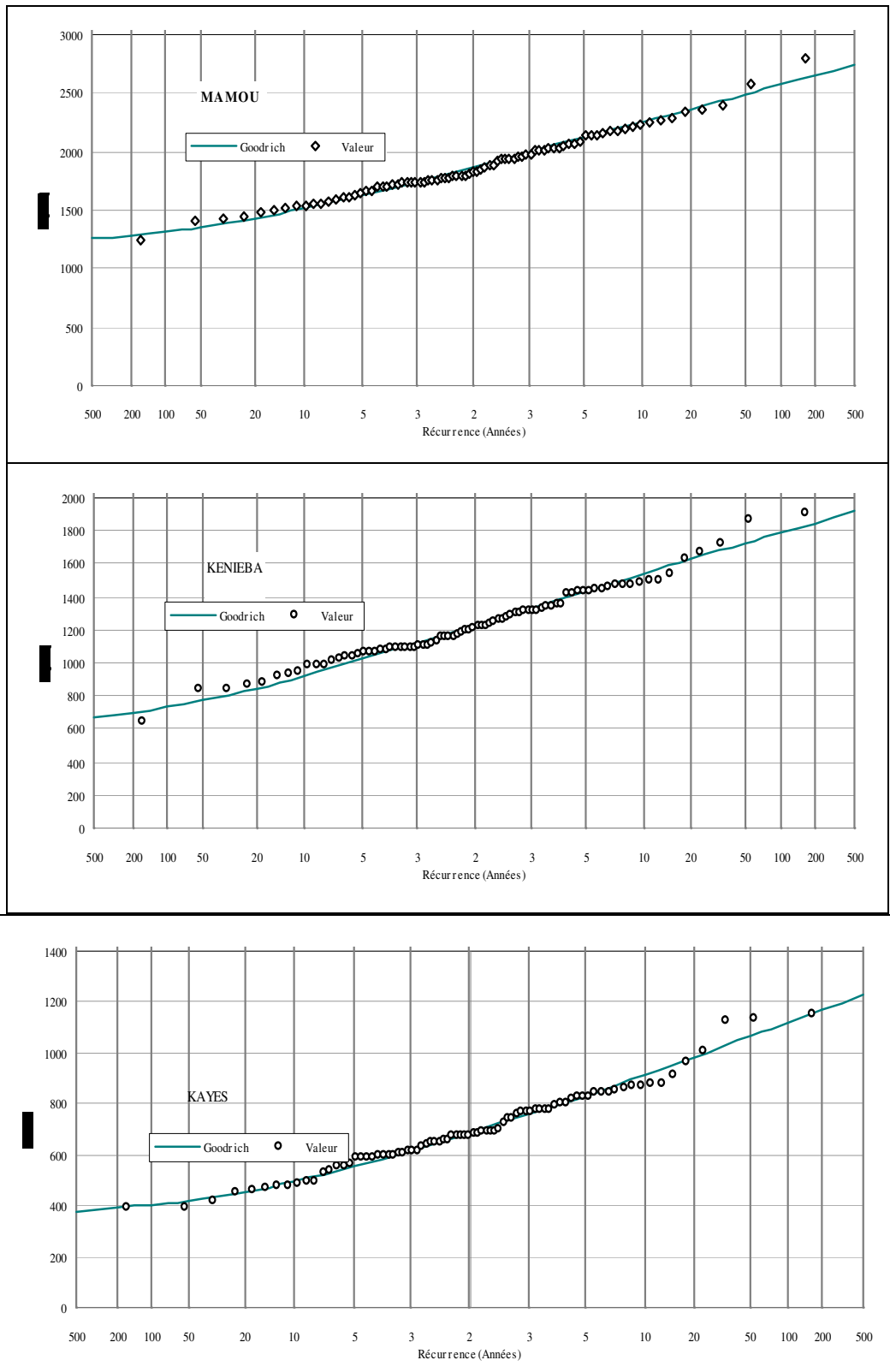


Figure 12 : Ajustement statistique des pluies annuelles à Mamou, Kéniéba et Kayes (1923-2004).

Tableau 7 : Pluies annuelles récurrentielles (mm) de Mamou, Labé, Kéniéba, Kayes et Bakel pour différentes normales pluviométriques.

<b>1931-60</b>											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Réurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1264,9	1335,7	1450,4	1558,3	1692,3	1946,2	2184,8	2301,7	2394,1	2494,0	2558,3
Labé	1322,1	1335,2	1364,7	1402,9	1466,2	1641,5	1882,2	2030,3	2162,5	2320,9	2431,8
Kéniéba	992,3	1005,8	1035,5	1072,9	1133,8	1297,6	1516,5	1648,9	1766,1	1905,5	2002,4
Kayes	506,4	528,7	568,9	610,9	668,4	791,8	923,3	992,9	1050,2	1114,3	1156,6
Bakel	234,5	269,2	321,7	367,9	421,9	516,4	598,3	636,5	665,9	697,1	716,7
<b>1941-70</b>											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Réurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1252,9	1333,1	1459,7	1575,6	1716,3	1974,7	2210,0	2323,2	2411,8	2506,7	2567,3
Labé	1322,9	1333,4	1358,1	1391,9	1450,7	1624,2	1878,0	2039,9	2187,5	2367,5	2495,2
Kéniéba	939,6	958,9	998,9	1046,9	1121,4	1309,8	1546,7	1684,8	1804,8	1945,1	2041,3
Kayes	491,4	515,8	558,2	601,0	657,7	774,5	893,8	955,4	1005,4	1060,7	1096,9
Bakel	243,2	263,0	299,3	338,0	391,6	509,2	637,2	705,7	762,5	826,4	868,9
<b>1951-80</b>											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Réurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1479,8	1507,3	1561,3	1622,7	1713,3	1928,1	2181,1	2323,1	2443,8	2582,5	2676,2
Labé	1333,7	1337,6	1348,9	1367,5	1406,2	1551,1	1817,3	2011,6	2202,3	2450,1	2635,1
Kéniéba	818,1	847,5	903,4	964,8	1052,5	1252,0	1477,5	1600,9	1704,5	1822,2	1901,0
Kayes	441,3	462,9	500,2	537,7	587,2	688,5	791,5	844,4	887,3	934,7	965,7
Bakel	242,7	258,1	288,3	322,3	372,1	489,1	625,7	701,9	766,5	840,5	890,5
<b>1961-90</b>											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Réurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1484,5	1493,3	1514,4	1543,1	1593,1	1741,0	1957,5	2095,8	2221,8	2375,6	2484,6
Labé	1309,2	1311,4	1318,1	1329,7	1355,0	1455,9	1652,7	1801,6	1950,5	2147,4	2296,3
Kéniéba	662,8	699,2	765,3	834,7	930,0	1135,6	1356,1	1473,1	1569,7	1677,7	1749,3
Kayes	416,7	429,2	453,6	481,3	522,0	618,0	730,5	793,4	846,8	908,1	949,5
Bakel	256,6	270,2	297,4	328,7	375,5	487,8	622,2	698,3	763,2	838,2	889,1
<b>1971-2000</b>											
Fréquence	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2	0,5	0,8	0,9	0,95	0,98	0,99
Réurrence	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1452,2	1461,1	1481,7	1508,7	1554,5	1684,4	1867,0	1980,8	2083,3	2207,0	2294,0
Labé	1312,0	1315,5	1324,4	1337,5	1362,1	1441,8	1569,7	1655,9	1736,8	1838,1	1911,4
Kéniéba	673,8	712,2	776,6	838,9	918,5	1074,7	1226,9	1303,2	1364,2	1430,7	1473,8
Kayes	397,1	405,3	423,5	446,8	485,1	590,0	732,4	819,4	896,9	989,4	1054,0
Bakel	251,4	267,9	298,2	330,3	374,9	472,6	578,8	635,6	682,7	735,6	770,8

### 3.4.2.2 Pluviométrie décennale

Les moyennes pluviométriques décennales ont été calculées pour l'ensemble des stations du bassin. La tendance à la baisse, constatée au niveau des normales pluviométriques, se confirme avec deux particularités :

- Au niveau du haut bassin : la diminution des précipitations s'amorce à partir de la fin des années 60. la sécheresse 1940-1943 affecte la moyenne de la décade 1941-50.
- Pour les stations sahéliennes, comme Kayes, la variation des moyennes décennales indique une baisse continue de la pluviométrie depuis les années 60. Le défaut des valeurs moyennes est de lisser les fluctuations des phénomènes étudiés. La station de Bakel constitue une exception de stabilité pluviométrique dans le bassin du Sénégal.
- On peut noter la timide reprise des précipitations durant la décade 1991-2000. En réalité, cette décade comporte des années à pluviométrie excédentaire à très excédentaire comme 1994, 1995 et 1999 qui ont contribué à élever la moyenne décennale.

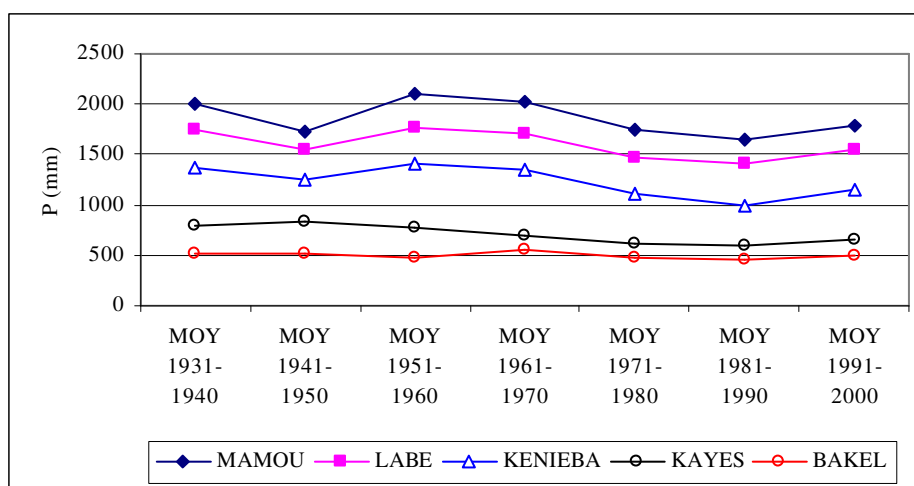


Figure 13 : Variations des moyennes pluviométriques décennales à quelques stations du bassin.



### 3.4.2.3 Pluviométrie mensuelle

L'étude des pluies mensuelles a porté sur les stations synoptiques disposant de longues chroniques. Les années incomplètes ont été supprimées de l'échantillon. Elle servira à caractériser les régimes pluviométriques dans le bassin. Le tableau 6 donne les caractéristiques statistiques des pluies mensuelles aux principales stations du bassin. La longueur de la saison des pluies est variable du sud au nord. En considérant les situations médianes, la saison des pluies dure :

- A Mamou, elle dure 9 mois, de mars à novembre. Les mois de décembre, janvier et février ne sont pas sans précipitations tous les ans ;
- A Labé, elle va d'avril à novembre, soit 8 mois. Les pluies de décembre à mars sont insignifiantes.
- A Kéniéba, la saison des pluies de mai à octobre, soit 6 mois. La saison sèche couvrant le reste de l'année
- Les stations de Kayes et Bakel correspondent au climat sud-sahélien avec une saison des pluies durant 5 mois, de juillet à octobre.

La longueur de la saison des pluies dans le haut bassin permet une alimentation permanente du réseau hydrographique ce qui contribue à la pérennité des écoulements du fleuve et la recharge des nappes phréatiques qui les conditions géologiques défavorables soutiennent les étiages en saison sèche.

De manière générale, le maximum pluviométrique se situe toujours en août (des décalages possibles en juillet ou septembre), les mois de juillet, août et septembre constituant le cœur de la saison. Le maximum d'août varie de 41 mm à Mamou à 175 mm à Bakel. La figure 10 représente les profils pluviométriques mensuels de Mamou, Siguiri, Kéniéba et Kayes. Ils montrent l'intervalle de variation des pluies mensuelles qui peuvent atteindre 600 mm à Mamou et 931 mm à Kéniéba.

Tableau 8 : Caractéristiques statistiques des mensuelle des pluies à Mamou, Labé, kénéiéba, Bakel et Kayes.

<b>Mamou</b>	<b>Janv</b>	<b>Févr</b>	<b>Mars</b>	<b>Avr</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juil</b>	<b>Août</b>	<b>Sept</b>	<b>Oct</b>	<b>Nov</b>	<b>Déc</b>	<b>An</b>
Moyenne	4,22	5,32	29,49	88,2	167	221	314	415,8	356	217	53,1	6,32	1867
Ecart-type	10,5	9,89	38,56	51,6	69,8	76,8	78,2	87,98	101	76,8	45,3	14,6	285,3
Maximum	70,5	54	274	264	425	566	507	668	647	488	215	73	2801
75%	1,8	7	48,1	105	204	270	360	466,2	425	252	75	5	2039
Médiane	0	0	18	78	160	215	315	410,9	344	212	39,7	0	1820
25%	0	0	2,425	56,9	128	167	246	359,2	293	160	22	0	1677
Minimum coeff.	0	0	0	10	29	84	171	226,3	103	79,8	0	0	1248
Variation	2,49	1,86	1,308	0,58	0,42	0,35	0,25	0,212	0,28	0,35	0,85	2,3	0,153
<b>Labé</b>													
Moyenne	2,0	2,8	9,4	42,7	143,2	241,8	324,1	362,3	292,4	161,0	38,7	7,0	1612,2
Ecart-type	5,2	7,0	19,9	38,6	60,9	62,2	86,0	82,1	78,6	76,9	45,8	18,4	261,0
Maximum	29,0	34,6	115,0	177,3	281,0	372,7	591,0	573,0	527,0	430,0	246,0	108,0	2159,0
75%	0,9	1,0	7,1	63,0	182,0	285,4	370,9	423,5	331,6	191,5	55,8	1,0	1792,5
Médiane	0,0	0,0	1,0	31,0	147,0	242,0	312,0	363,0	278,9	151,0	24,2	0,0	1561,5
25%	0,0	0,0	0,0	11,5	104,2	197,5	275,3	307,2	242,5	108,0	4,0	0,0	1445,1
Minimum coeff.	0,0	0,0	0,0	0,0	12,0	93,0	147,0	207,5	125,9	37,5	0,0	0,0	628,5
Variation	2,6	2,5	2,1	0,9	0,4	0,3	0,3	0,2	0,3	0,5	1,2	2,6	0,2
<b>Kénéiéba</b>													
Moyenne	0,2	0,2	0,6	5,6	51,0	165,3	256,4	374,9	264,9	94,8	7,6	0,8	1199,0
Ecart-type	0,9	1,0	2,9	7,4	36,8	57,7	83,2	153,8	93,8	83,3	12,3	3,5	298,0
Maximum	5,0	6,3	19,6	32,6	165,0	300,0	446,0	931,1	500,9	508,5	49,9	22,2	1913,7
75%	0,0	0,0	0,0	9,0	71,7	206,7	294,0	434,7	330,8	128,8	10,3	0,0	1341,0
Médiane	0,0	0,0	0,0	2,9	47,1	155,8	236,0	370,7	241,4	69,6	1,5	0,0	1178,6
25%	0,0	0,0	0,0	0,0	24,3	121,9	192,5	261,5	208,1	47,5	0,0	0,0	1014,4
Minimum coeff.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	54,4	128,1	161,4	94,8	0,0	0,0	0,0	275,5
Variation	4,5	5,0	4,6	1,3	0,7	0,3	0,3	0,4	0,4	0,9	1,6	4,4	0,2
<b>Bakel</b>													
Moyenne	0,7	0,3	0,4	0,2	5,5	46,5	122,0	175,8	124,5	26,4	2,4	1,3	505,6
Ecart-type	3,2	1,7	3,3	0,9	10,0	29,3	58,8	77,1	67,6	28,0	7,3	5,9	123,7
Maximum	24,5	11,0	29,4	7,0	60,4	149,9	349,7	384,8	358,2	131,3	49,9	48,0	902,5
75%	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	61,5	154,3	222,6	169,5	37,8	0,0	0,0	574,4
Médiane	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	40,3	113,6	161,8	114,0	19,9	0,0	0,0	500,5
25%	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	25,4	84,3	129,3	67,1	5,9	0,0	0,0	426,9
Minimum coeff.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	23,5	33,3	5,0	0,0	0,0	0,0	234,6
Variation	4,8	5,3	8,2	5,1	1,8	0,6	0,5	0,4	0,5	1,1	3,0	4,5	0,2
<b>Kayes</b>													
Moyenne	0,26	0,47	0,303	1,17	15,7	84,7	167	223,3	147	39,7	2,13	0,56	670,3
Ecart-type	1,94	2,48	1,54	4,77	21,6	43,6	69,8	94,5	63,1	36,5	10,2	2,55	174,4
Maximum	17	16,6	10,2	30	122	224	344	588,1	370	203	82,9	19,8	1154
75%	0	0	0	0	22,1	112	212	273,4	186	56,3	0,05	0	777,6
Médiane	0	0	0	0	8,5	77,8	154	210,6	135	29,7	0	0	655,3
25%	0	0	0	0	2	51,9	123	161,2	95	11	0	0	544,1
Minimum coeff.	0	0	0	0	0	0	32,2	54,5	57,2	0	0	0	361,2
Variation	7,37	5,27	5,09	4,06	1,38	0,52	0,42	0,423	0,43	0,92	4,78	4,58	0,26

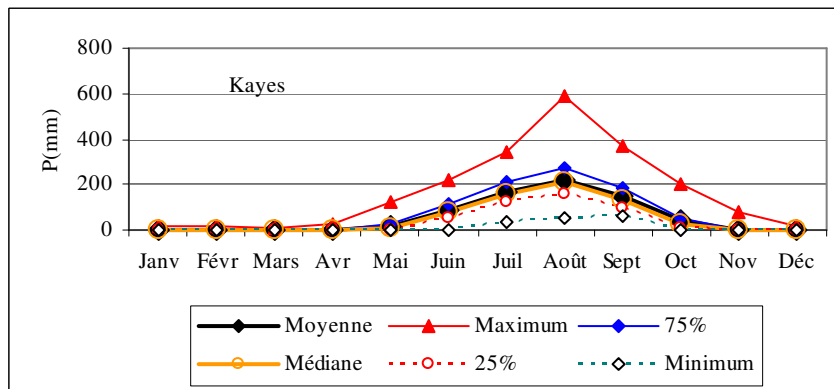
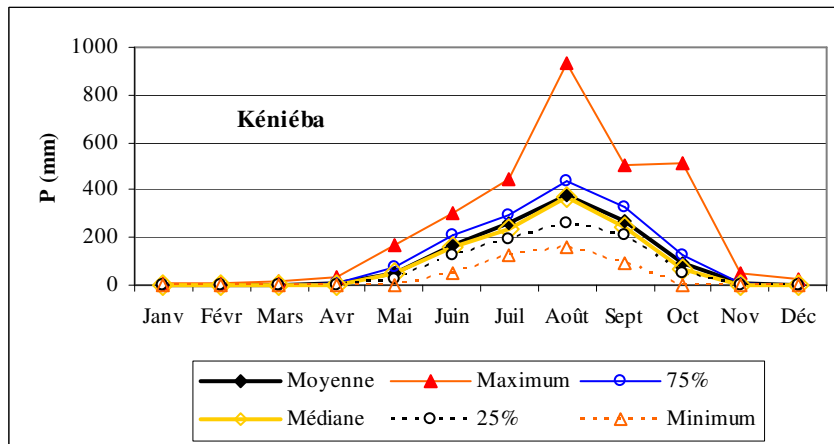
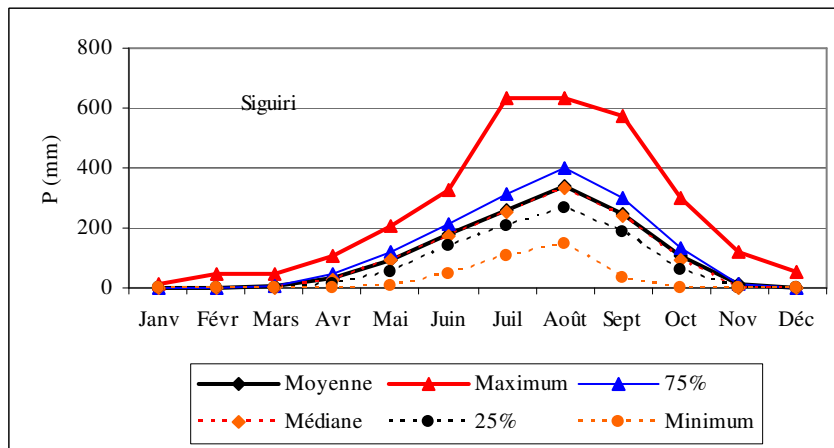
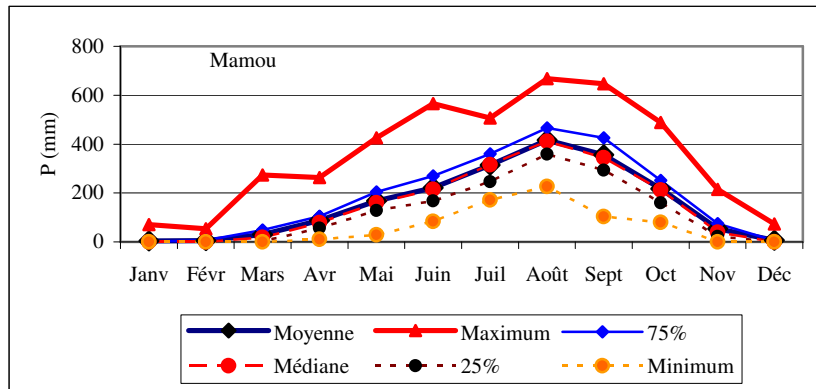


Figure 14 : Profils pluviométriques mensuels de Mamou, Siguiri, Kéniéba et Kayes.

#### 3.4.2.4 Pluviométrie journalière

Les premières études de précipitations journalières réalisées dans le bassin du fleuve Sénégal concerne le Sénégal (Brunet-Moret Y. 1963), le Mali (Brunet-Moret Y. 1963) et la Mauritanie (Brunet-Moret Y. 1964). Cette étude n'a pas concernée la Guinée. Nous reprenons l'analyse en prenant en compte les données nouvelles acquises sur le réseau pluviométrique du bassin. Les données utilisées sont :

- la Direction de la Météorologie de Guinée a mis à notre disposition les données de pluviométrie journalière des stations de Dabola, Mamou, Labé, Mali, Dinguiraye, Siguiri et Tougué sur la période 1971 – 2003. Certaines stations Dinguiraye comporte d'importantes lacunes. Les données de Dabola sont courtes (1996-2001) et sont exclues du traitement. Les données des postes pluviométriques qui nous ont été fournies lors de notre mission sont trop brèves (moins de 5 années complètes) et lacunaires.
- les données des stations maliennes sont antérieures à 1995. les données récentes n'ont été fournies par la DMN du Mali (malgré notre demande) sauf pour les stations synoptiques (2002-2004).
- les données mauritaniennes sont antérieures à 1980. nous n'avons pas eu de données récentes ;
- les données des stations sénégalaises ont été actualisées jusqu'en 2004.

Le pas de temps journalier constitue la base des chroniques pluviométriques disponibles. Les crues du fleuve sont le résultat d'un cumul des précipitations. Mais la pluie reçue en 24 heures (qui peut être la somme d'une ou plusieurs averses tombée au cours d'une journée) est un paramètre déterminant dans l'étude et le calcul de crues sur petits bassins qui réagissent avec un faible de réponse aux impulsions de la pluie. Cette étude a été faite à partir des relevés journaliers de 71 stations pluviométriques à l'intérieur et sur le pourtour du bassin.

Une analyse critique des données journalières conduit à éliminer de l'échantillon des stations les années d'observation pour lesquelles certaines données de base sont incomplètes à l'échelle de la mesure journalière, soit qu'il y ait eu cumul de plusieurs pluies de jours consécutifs, soit que l'on note des lacunes dans les observations. De ce fait, l'échantillon étudié ici est nettement plus court que l'échantillon considéré dans l'étude des précipitations mensuelles ou annuelles.

Par ailleurs, les périodes d'observation sont extrêmement variables d'une station à l'autre ; la signification des résultats obtenus sera d'autant plus grande que la période d'observation portera sur une plus longue durée. Décomptées en fonction de la taille de l'échantillon, les stations se répartissent comme suit :

L'information obtenue à partir d'échantillons portant sur plus de 30 années d'observations est considérée comme bonne. Cela suppose qu'un complément de mesures n'apporterait dans l'analyse statistique que des variations relativement minimales. L'analyse des échantillons courts, portant sur moins de 10 années d'observation, aboutit évidemment à des résultats beaucoup moins fiables, ces échantillons pouvant ne pas être représentatifs du régime général des précipitations locales. Il a cependant paru

intéressant d'en donner les résultats qui, à quelques exceptions près, s'inscrivent dans un contexte cohérent.

L'étude fréquentielle des hauteurs de précipitations journalières a consisté, après classement des averses journalières, à rechercher pour chaque station l'ajustement d'une loi de distribution. Trois lois tronquées, Pearson III (Gamma incomplète), Goodrich (exponentielle généralisée) et Galton (gausso-logarithmique) ont été ajustées aux échantillons de pluies journalières. La loi de Pearson III tronquée s'est le mieux ajustée à l'ensemble des stations. Sa fonction de répartition est la suivante :

$$F_1(x) = F_1(0) \frac{1}{\Gamma \gamma_x} \int_x^{\infty} \left(\frac{x}{s}\right)^{\gamma-1} e^{-x/s} \frac{dx}{s}$$

où  $F_1(x)$  est la probabilité pour que la valeur de la variable soit supérieure ou égale à  $x$ .

$F_1(0)$  est la probabilité pour que la valeur de la variable ne soit pas nulle, paramètre de tronquage.

$\gamma$ , paramètre de forme, positif, sans dimensions.

$S$ , paramètre d'échelle, positif, s'exprimant dans la même unité que  $x$ , ici comme la précipitation en mm.

$\Gamma \gamma$ , est la fonction gamma complète (Eulérienne de seconde espèce).

L'ensemble des précipitations journalières est pris en compte, d'où le traitement  $n$  valeurs  $\mathbf{x}_i$ , ( $x_i n_{xi} = N * M$ ),  $N$  étant le nombre d'années d'observations et  $M$  le nombre moyen annuel de jours de pluies.  $F_1(0)$  est en théorie égal à  $\frac{M}{365.25}$ , rapport du nombre moyen de jours de pluie par an au nombre de jours de l'année, mais on préfère calculer  $F_1(0)$  avec  $M'$  nombre moyen théorique de jours de pluie dans l'année obtenu par la méthode des moments (ce qui exclut l'imprécision du nombre de jours de pluie inférieure à 0,1 mm non comptabilisés).

Les résultats de l'ajustement de la loi de Pearson III tronquée aux pluies journalières sont consignés dans le tableau 7 ci-dessous

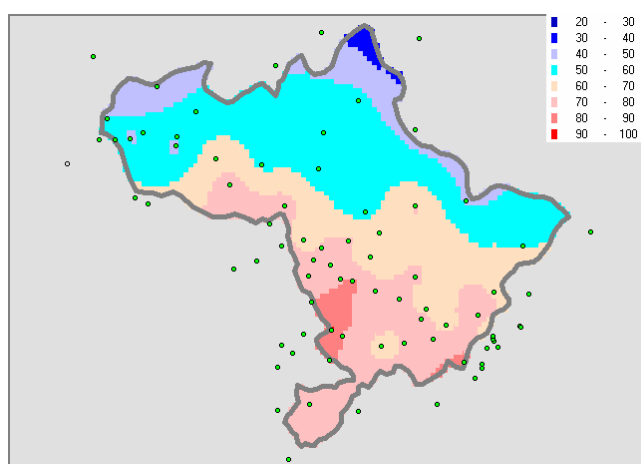
Tableau 9 : Quantiles des pluies journalières récurrentielles.

Fréquence	0,5000	0,2000	0,1000	0,0500	0,0200	0,0100
Récurrance (ans)	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Dinguiraye	74,8	92,6	106,3	120,1	138,7	153,0
Labé	71,8	82,8	91,8	100,9	113,0	122,5
Mali	77,2	92,9	105,2	117,4	134,0	145,7
Mamou	76,3	88,8	98,5	108,3	121,2	130,9
Siguiri	83,3	100,0	112,8	126,4	143,1	156,3
Tougué	75,8	91,8	104,3	117,0	134,1	147,2
Bamako Ancien Aero	80,3	97,6	110,3	123,0	140,1	152,8
Ambidedi	59,0	71,6	81,0	90,3	102,6	111,8
Bafoulabé	81,1	99,7	113,3	127,8	146,5	160,9
Bamako Senou Aero	65,1	77,5	86,5	96,1	108,4	117,4
Faladye	77,9	96,9	111,8	127,4	147,7	164,2

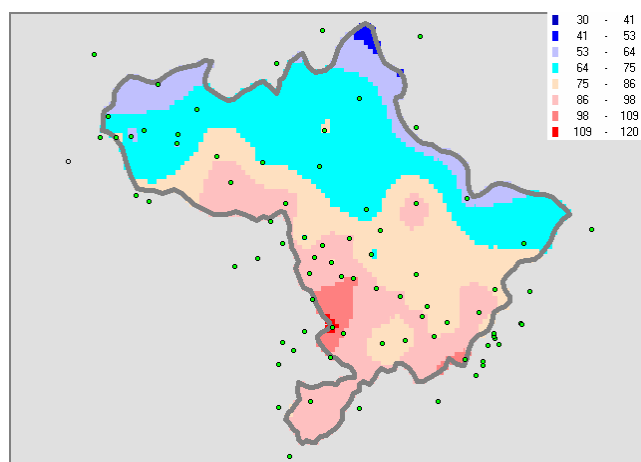
<b>Fréquence</b>	<b>0,5000</b>	<b>0,2000</b>	<b>0,1000</b>	<b>0,0500</b>	<b>0,0200</b>	<b>0,0100</b>
<b>Réurrence (ans)</b>	<b>2,0</b>	<b>5,0</b>	<b>10,0</b>	<b>20,0</b>	<b>50,0</b>	<b>100,0</b>
Faléa	81,7	96,8	108,8	120,6	136,1	147,4
Gourbassi	80,2	100,7	117,7	133,9	156,1	173,4
Kayes	73,9	94,7	111,2	128,4	151,9	170,4
Kéniéba	92,2	113,7	130,5	147,7	171,1	189,1
Kita	75,0	90,1	101,2	112,4	127,3	138,3
Nioro du Sahel	70,9	92,0	109,1	126,9	151,5	170,9
Sadiola	76,3	92,2	104,2	115,5	132,1	143,6
Toukoto	71,9	86,8	97,3	108,8	123,4	134,2
Yelimane	54,8	66,7	76,3	84,7	96,3	105,1
Aleg	55,3	70,8	83,3	95,3	111,6	123,6
Adel Bagrou	35,3	43,6	50,5	56,8	65,0	71,7
Aioun el Atrouss	45,1	55,9	64,7	73,7	84,3	93,5
Nouakchott	36,7	53,9	68,6	84,7	108,1	127,3
Akloujt	31,6	44,6	55,8	66,2	80,4	91,6
Bir Moghreïn	15,1	25,7	35,3	44,6	56,9	66,4
Boutilimit	41,4	53,4	63,3	73,2	86,0	95,7
Kaedi I	66,7	85,2	99,6	114,3	134,3	149,6
Kankossa	54,3	67,0	77,2	86,7	100,7	110,5
Kiffa	58,9	76,1	89,7	103,7	122,9	137,7
Moudjeria	48,4	63,9	75,7	87,9	103,4	116,0
Rosso	51,9	65,3	76,1	86,3	99,5	110,3
Tidjikja	41,1	55,8	67,9	79,9	96,4	109,5
Bala	72,7	90,3	103,8	117,3	134,7	148,3
Bakel	70,3	87,9	101,4	115,3	133,5	147,4
Goudiry	74,6	91,6	104,3	116,7	133,9	146,7
Kédougou	86,5	102,5	115,2	127,2	143,7	155,8
Kidira	81,5	101,0	115,6	130,4	150,5	165,5
Matam	74,2	96,0	113,3	131,2	155,8	175,1
Dagana	60,5	81,7	98,9	116,3	139,5	157,5
Diamou	68,8	84,5	95,8	107,3	122,9	134,5
Faraye dieri	46,3	58,9	68,3	78,3	90,5	100,0
Ferentoumou	67,7	81,9	92,2	103,3	117,1	127,4
Fongolomby	79,9	95,6	107,5	119,5	135,3	147,3
Galougo	78,5	95,8	109,0	122,2	139,8	154,0
Guene-gore	78,3	94,6	106,5	118,8	135,7	147,5
Haere lao	46,5	62,7	74,9	87,4	104,3	116,9
Kangaba	86,4	107,5	123,6	140,2	162,2	179,6
Kati-haut	54,7	66,1	75,3	83,7	95,6	104,3
Kiffa	57,9	74,0	86,5	98,6	116,0	128,6
Kolokani	69,2	84,0	96,3	107,7	123,6	135,3
Koniokary	70,8	87,2	100,2	113,0	130,0	142,8
Kourouninkoto	71,2	86,0	97,8	109,9	125,8	137,1
Linguère	63,7	78,6	90,4	102,5	117,7	129,7
M'bout	56,8	71,5	82,9	94,7	109,5	121,0
Mederdra	50,2	64,0	74,0	85,2	98,8	108,6
Mourdiah	59,9	73,7	83,8	94,6	108,6	118,9
Nanguila	75,2	90,7	102,1	114,0	128,7	140,5
Narena	83,9	104,7	119,5	135,4	156,5	172,6

Fréquence	0,5000	0,2000	0,1000	0,0500	0,0200	0,0100
Réccurrence (ans)	2,0	5,0	10,0	20,0	50,0	100,0
Nienebale	67,7	81,2	92,3	102,7	116,7	127,4
Oualia	72,5	86,7	98,2	109,8	124,7	136,4
Oulouma	74,2	91,8	104,5	118,2	135,5	148,7
Oussoubidiagna	60,4	72,5	81,6	90,8	102,4	110,5
Podor	54,9	70,1	82,2	94,6	110,0	122,4
Ranerou	57,0	74,5	87,2	100,9	118,6	132,4
Sagabari	70,8	84,2	94,9	104,9	118,9	129,7
Sandare	66,0	81,1	91,5	102,7	116,9	127,5
Saraya	86,8	105,3	119,7	134,4	153,9	168,9
Sebekoro	67,1	80,7	90,9	101,0	114,3	124,2
Selibaby	76,3	94,5	109,1	123,1	142,1	157,0
Sirakoro	71,3	85,3	95,8	106,4	120,5	131,1
Sokolo	59,4	72,6	82,5	92,5	106,5	115,8
Tamchackett	53,1	72,8	88,8	105,3	126,8	144,0
Tichitt	23,1	33,6	41,4	49,7	60,8	69,2

Une restitution cartographique a été faite permettant de visualiser la répartition des quantiles de précipitations journalières sur l'ensemble du bassin. La figure 11 montre la répartition spatiale des quantiles de pluies journalières suivant leur récurrence. L'examen du tableau 7 et de la figure 11 montre que la répartition des pluies journalières n'obéit pas à la logique latitudinale. Car, pour un même temps de retour, les quantiles augmentent des stations sahéliennes aux stations du domaine soudanien (zone active des lignes de grain) avant de diminuer au niveau des stations du haut bassin. En effet, dans le haut bassin l'étalement de la saison des pluies s'accompagne d'une diminution de l'intensité des pluies (Rochette C. 1974).



Pluie de fréquence de médiane



Pluie de fréquence quinquennale (1/5 ans)

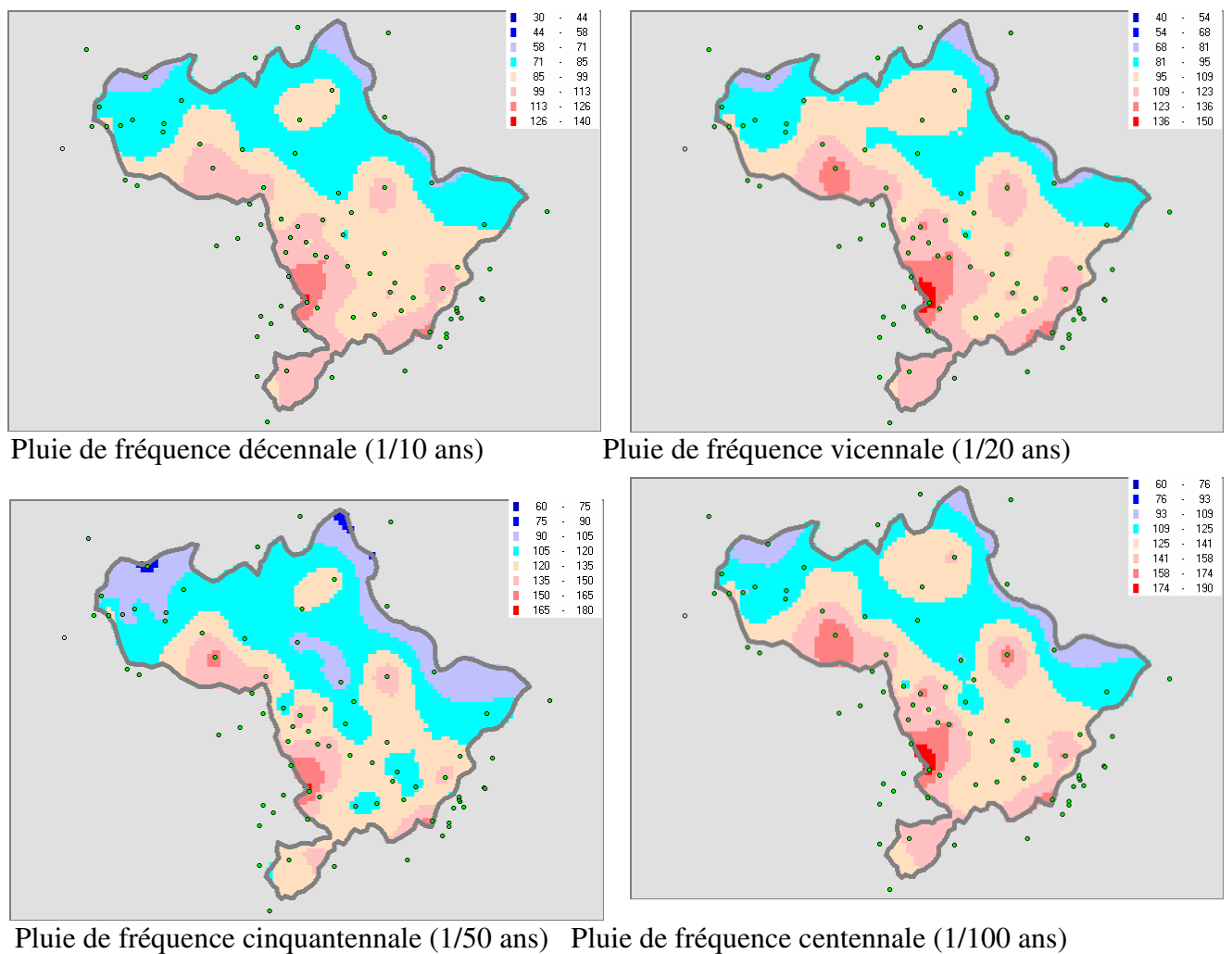


Figure 15 : Carte de répartition spatiale des pluies journalières fréquentielles sur le bassin du Sénégal.

### 3.4.3 Pluviographie

Les études pluviographiques sont rares en Afrique tropicale, non par manque de données mais parce que les enregistrements pluviographiques ne sont pas dépouillés. Dans le cadre de cette étude, l'étude des intensités de pluie a été entreprise. Au Sénégal, ce travail a déjà été entrepris par l'équipe du laboratoire d'hydrologie du Département de Géographie (Université Cheikh Anta Diop).

Lors de la mission de collecte des données en Guinée, les pluviogrammes des stations de Mamou, Labé et Kankan (à défaut de Siguiri) ont été photocopiés et ramenés à Dakar pour dépouillement (travail qui a nécessité beaucoup de temps). Les diagrammes des stations guinéennes couvrent la période 1970-1980 avec cependant des lacunes souvent importantes :

- Labé : 1977, 1979 et 1980 (années très lacunaires)
- Mamou : 6 ans complètes.
- Kankan : données très lacunaires et enregistrements hebdomadaires. Ces données ne seront pas produites dans ce rapport.



Pour gérer le stock disponible de diagrammes, les opérateurs modifient le système de fonctionnement du pluviographe :

- En début et fin de saison des pluies : fonctionnement au pas de temps hebdomadaire
- Au cœur de la saison (juillet à septembre) : fonctionnement au pas de temps journalier.

On se retrouve donc avec des diagrammes de niveau de précision différente lié au pas de temps de l'enregistrement notamment pour les faibles pas de temps.

En ce qui concerne les stations de Kédougou, Matam, les données portent sur 28 et 20 années de mesures continues de bonne qualité. La station de Bakel a des données plus récentes (10 ans de mesures). Pour ces stations, toutes les pluies ont été dépouillées quelle que soit la hauteur de la pluie. En effet, dans l'étude de Brunet-Moret, seules les pluies dont la hauteur était supérieure à 40 mm étaient traitées. Nous n'entrerons pas dans le détail de la chaîne de traitement, depuis la préparation des diagrammes jusqu'à la numérisation, le traitement statistique, le transfert des hauteurs maximales par pas de temps dans le logiciel STORM2000 pour le calcul et le tracé des courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF).

L'analyse des hyétogrammes montre que les pluies sont, en général, de forme simple même dans le haut bassin. Elles sont constituées d'un corps à pointe unique suivie d'une longue traîne qui peut durer des heures. Les pluies complexes sont formées de deux à trois pointes qui peuvent être séparées de plus d'heure d'intervalle.

Les intensités de ces pluies sont généralement fortes. A Mamou, on note des intensités instantanées de 400 à 600 mm/h. Cela est vrai pour les autres stations comme Labé, Kédougou et Bakel. Ramenées à des pas de temps constant (5, 10, 15 minutes) on obtient pour les fortes averses des intensités supérieures à 100 mm/h, voire 200 mm/h (fig. 13).

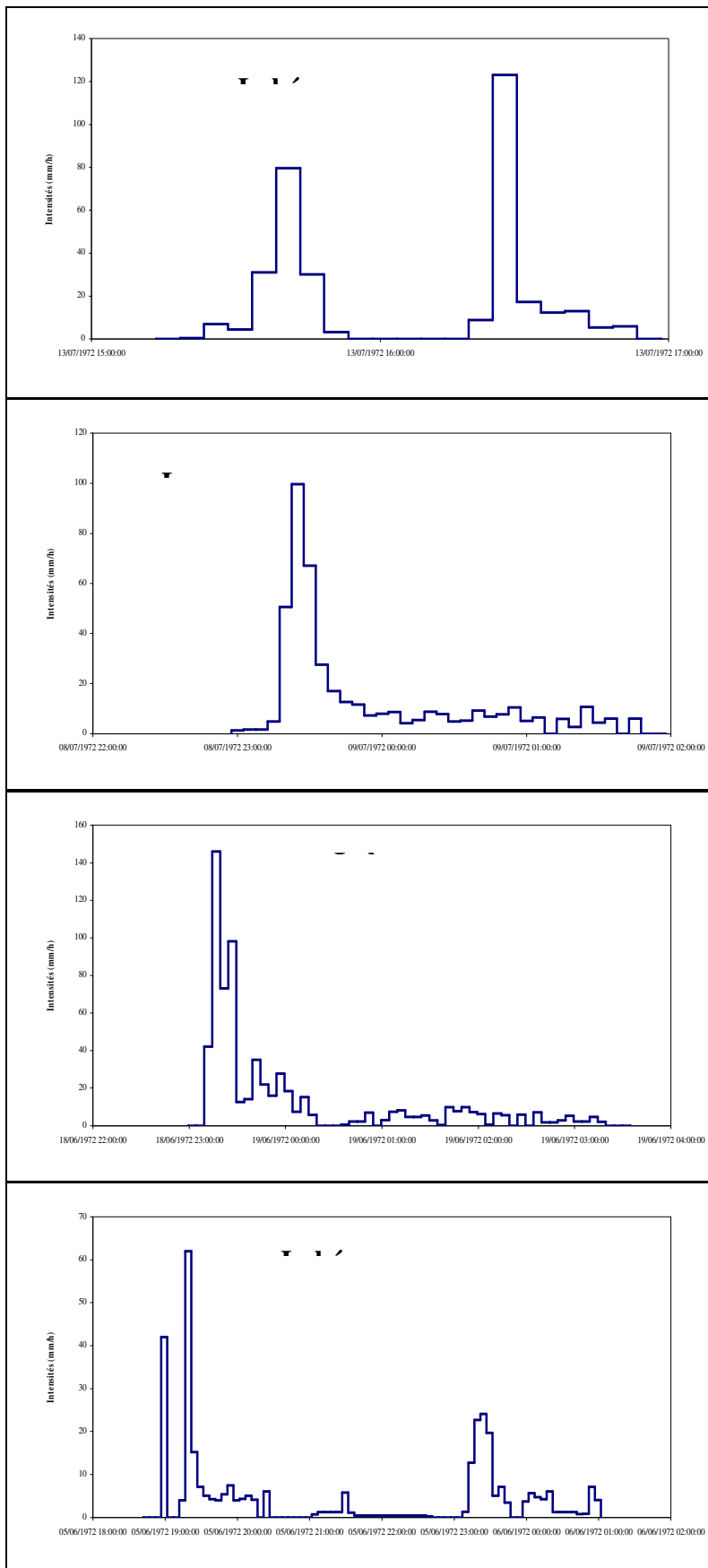
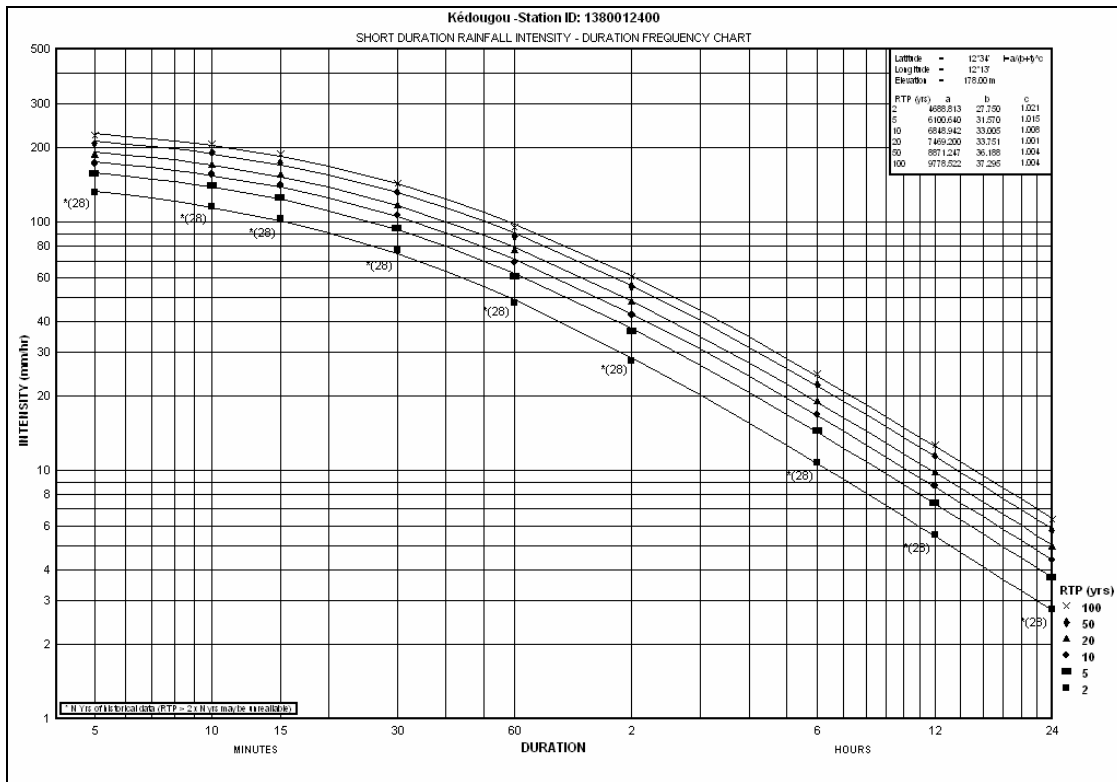
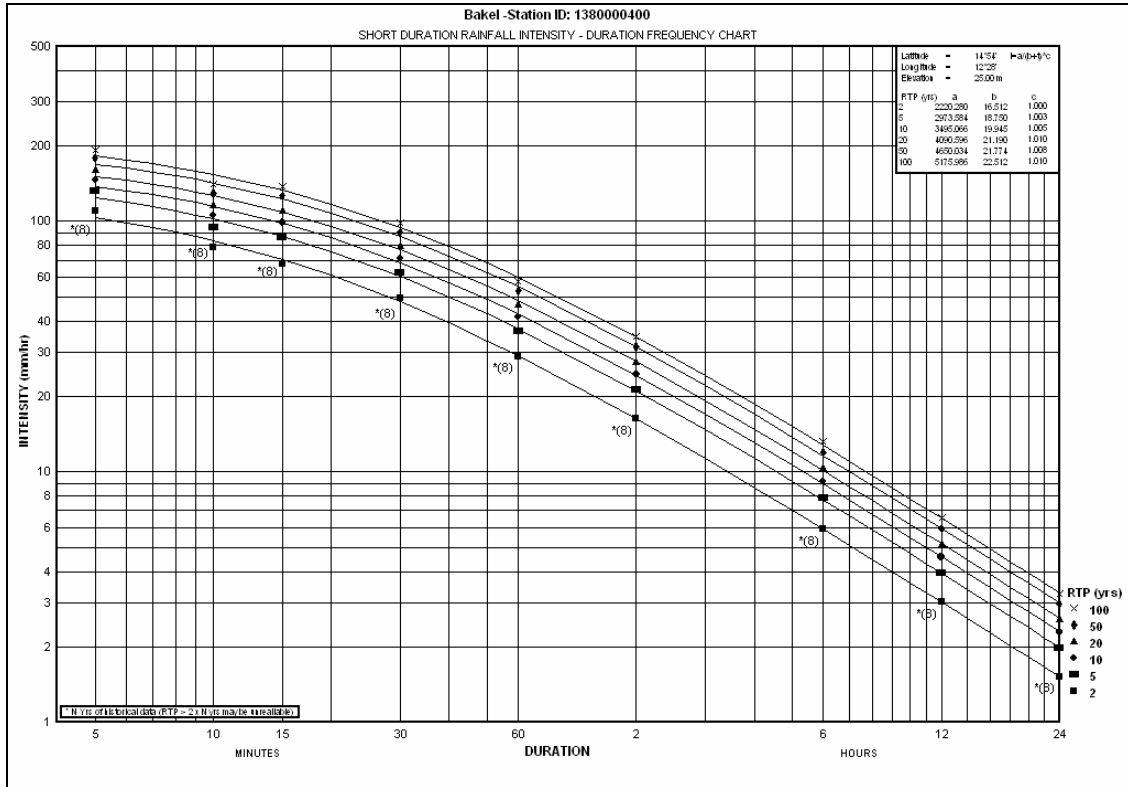


Figure 16 : hyétogrammes de quelques pluies à la station de Labé.

A partir des hauteurs maximales annuelles aux pas de temps de 5, 10, 15, 30, 60, 120, 360, 720 et 1440 minutes, on a élaboré les courbes Intensité-durée-fréquence (IDF) des stations de Labé, Mamou, Kédougou et Bakel (fig. 14)





relief contrasté et qui canalise la circulation des flux. Nous n'avons disposé que des données des stations principales alors qu'il existe des postes pluviométriques dont les données ne sont mises en forme et disponibles dans la banque des données de la direction de la météorologie nationale à Conakry.

Pour les données pluviographiques, si l'information existe et est traitée au Sénégal, en Guinée, le consultant a dû procéder au dépouillement de 10 années d'enregistrements, souvent lacunaires, des stations de Labé et Mamou. Les données de Kankan, mises à sa disposition, étaient des enregistrements hebdomadaires, lacunaires, en remplacement de la station de Siguiri située à l'intérieur du bassin du fleuve Sénégal. Il serait nécessaire de dépouiller les données restantes de Labé et Mamou et Kankan pour disposer de données plus consistantes pour l'élaboration de courbes IDF plus fiables.

Un travail similaire devrait être fait dans les parties malienne et mauritanienne du bassin afin de mieux connaître la structure des pluies (intensités, durée, forme) et de synthétiser l'information sous forme de courbes IDF comme cela est fait en territoire sénégalais et guinéen.

Cela est d'autant plus important que la forme et l'intensité des pluies en domaine soudanien et sahélien sont assez différentes de ce que l'on a en domaine guinéen. Le dépouillement des pluviogrammes permet de disposer de l'énergie cinétique des pluies et partant de connaître leur capacité érosive. Une telle information permet d'évaluer, même de manière approximative, les transports solides en direction des retenues.

## 4 Hydrologie du haut bassin du fleuve Sénégal

L'étude hydrologique porte sur les stations du bassin du Sénégal en amont de Bakel. Une attention particulière sera portée sur le haut bassin guinéen.

### 4.1 Caractéristiques des bassins versants

L'objectif de la mise à jour des connaissances a amené à recueillir différents supports et à consulter différentes sources pour caractériser les bassins versants. Les données topographiques nous ont orienté vers le modèle numérique de terrain de l'US Geological Survey (USGS) (<http://edcdaac.usgs.gov/gtopo30/hydro/index.html> (Hydro1K), <http://www.jpl.nasa.gov/srtm/> (SRTM)) pour délimiter les unités hydrographiques.

#### 4.1.1 Les limites du bassin : une interrogation nécessaire

Le modèle numérique de terrain utilisé est celui qui fait 1kmx1km. Son utilisation résout la question de l'hétérogénéité des sources d'information topographique. Mieux son utilisation dans le cadre de modèle semi distribué est devenue courante même en Afrique notamment par le Centre Agrhymet. Les travaux de Gora Ndiaye, décembre 2005 et Bréhima Coulibaly, 2006 peuvent être cités à ce titre.

Un module de Mike 11 installée sur Arc Gis permet de retracer l'écoulement, de délimiter les bassins versants (voir figure ci-dessous). Les résultats sont intéressants et offre une convivialité pour la cartographie des paramètres hydroclimatologiques.

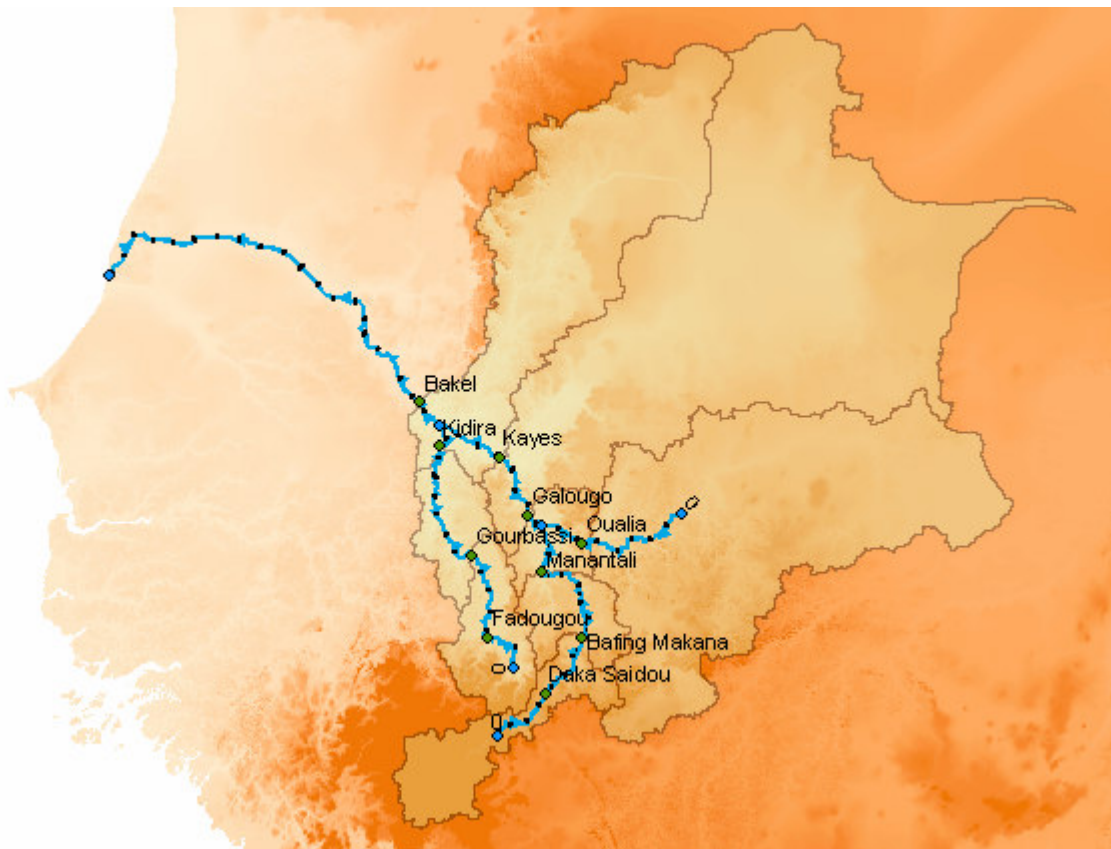


Figure 18 : le haut bassin du fleuve Sénégal d'après le MNT (1kmx1km)

Les résultats de l'extraction des bassins versants du MNT présente une délimitation assez différente dans la partie malienne du bassin ou toutes les aires sont considérée même si visiblement elles ne sont pas contributive (voir les débits spécifiques). Le résultat ci-dessous donne des écarts significatifs en km<sup>2</sup>

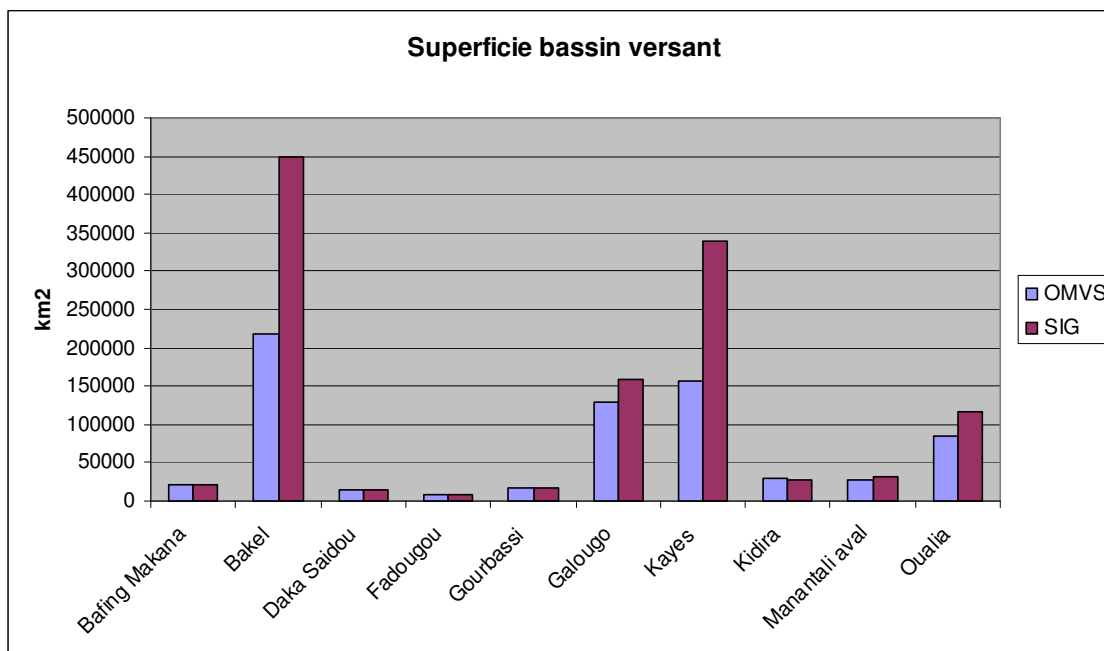
**Tableau 10. Superficies comparées de bassins selon différentes sources**

Name	Mean Q	Area OMVS	Area GIS	l/s/km2 Off	l/s/km2 GIS
Bafing Makana	232	21000	21026	11,0	11,0
Bakel	468	218000	448207	2,1	1,0
Daka Saidou	207	15700	14916	13,2	13,9
Fadougou	53	9350	8013	5,7	6,6
Gourbassi	80	17100	16351	4,7	4,9
Galougo	243	128400	159597	1,9	1,5
Kayes	353	157400	337996	2,2	1,0
Kidira	103	28900	28590	3,6	3,6
Manantali aval	223	27800	32795	8,0	6,8
Oualia	82	84700	117355	1,0	0,7

Débit moyen 1990 - 2005

Débit moyen 1990 - 1995

Les écarts les plus importants s'observent à Kayes et Bakel, Station qui reçoivent des affluents du nord (donc de la région moins pluvieuse). Si elles n'ont pas de sens sur les débits spécifiques, ces superficies passent du simple au double de la version officielle à la version SIG.



**Figure 19. Superficies des différents sous bassins.**

Nous choisissons de garder la version officielle des surfaces de bassins versants en attendant le résultat de la modélisation et les échanges avec différentes équipes d'hydrologie et de géomantique.

#### 4.1.2 Les données morphométriques du bassin.

Cette organisation du paysage, esquissée ci-dessus, détermine dans une large mesure, la configuration des bassins, la distribution des surfaces en fonction des altitudes et les profils en long des cours. Le tableau 9 regroupe l'ensemble des paramètres morphométriques des différents sous bassins du fleuve. Nous n'avons pas pu disposer des cartes adéquates pour déterminer les pentes des petits bassins versants guinéens.

Tableau 11 : Paramètres morphométriques des sous bassins du fleuve Sénégal.

Bassin	Superficie (km <sup>2</sup> )	Périmètre (km)	Kc	L (km)	I (km)	Ip	IG (m/km)	Altitude max. (m)	Altitude min. (m)
Bébélé (Téné)	3470	264.6	1.26	96.2	36.1			1330	
Téliko (Kioma)	360	77.38	1.14	23.1	15.6			1330	
Trokoto (Kioma)	1050	173.9	1.50	72.4	14.5			1330	
<b>BAFING</b>									
Bafing à Sokotoro	1770	208.4	1.39	82.8	21.4			1330	510
Bafing à Balabori	11 600	570	1.48	236	49	0.051	1.78	1 330	490
Bafing à Dakka-Saidou	15 700	777	1.74	343	46	0.047	1.59	1 330	307
Bafing à Bafing Makana	22000	1 144	2.16	531	41	0.04	1.3	1 330	235
Bafing à Dibia	33 500	1 374	2.1	633	53	0.038	1.05	1 330	134
Bafing à Deguerre	37 900	1 483	2.13	685	55	0.037	1.04	1 330	103
Bafing à Mahina	38 400	514	2.16	701	55	0.037	1.01	1 330	89
<b>FALEME</b>									
Falémé à Fadougou	9 300	418	1.21	145	64	0.073	3.72	906	119
Falémé à Gourbassi	17 100	625	1.39	248	64	0.05	2.3	906	79
Falémé à Kidira	28 900	938	1.54	396	73	0.033	1.5	906	19
<b>BAKOYE</b>									
Bakoye à Toukoto	16 500	698	1.52	292	57	0.041	1.03	873	160
Bakoye à Oualia	84 700	1 600	1.54	674	126	0.026	0.38	873	108
Bakoye à Dioubeba	84 900	1 635	1.57	695	122	0.025	0.37	873	105
Bakoye à kalé	85 600	1 645	1.57	697	123	0.025	0.37	873	102
<b>BAOULE</b>									
Baoulé à Siramakana	59 500	1.21	1.39	482	123	0.028	0.52	795	150
<b>SENEGAL</b>									
Sénégal à Bafoulabé	124 700	2 520	2	1.152	108	0.025	0.48	1 330	90
Sénégal à Galougo	128 400	2 53	1.98	1.154	111	0.025	0.48	1 330	75
Sénégal à Gouina	128 600	2 530	1.98	1.154	111	0.025	0.49	1 330	62
Sénégal à Férou	131 500	2 630	2.03	1.206	109	0.025	0.46	1 330	40
Sénégal à Kayes	157 400	2 680	1.89	1.21	130	0.025	0.49	1 330	25
Sénégal à Bakel	218 000	3 144	1.89	1.418	154	0.022	0.43	1 330	15

La figure 15 présente les courbes hypsométriques des différents sous bassins versants. Elles individualisent trois secteurs bien distincts au niveau des bassins :

- la partie amont des bassins dont les surfaces occupent une faible portion des bassins ; elles représentent à 5 à 10% de la surface total
- la partie centrale qui représente près de 50% de la surface des bassins
- la partie aval dont l'importance dépend de la position de l'exutoire du bassin



D'une manière générale, la valeur des pentes décroît de l'amont vers l'aval passant de 4,61‰ à Balabori (km 1570) ; 0,49 ‰ à Daka-Saidou (km 1412) ; 0,15 ‰ à Bafing Makana (km1299) ; à 0,07‰ à Bakel.

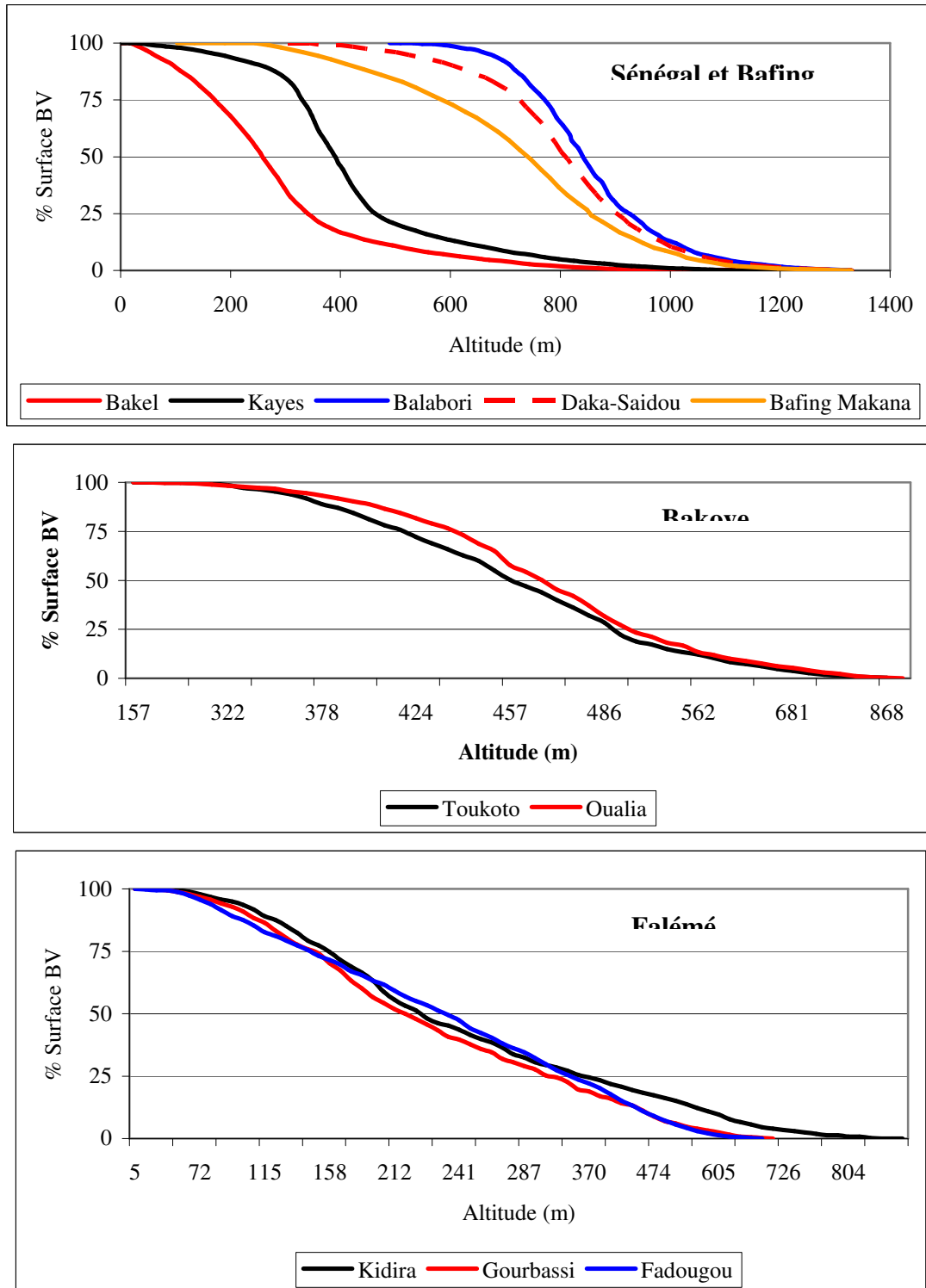


Figure 20 : Courbes hypsométriques des sous bassins du fleuve Sénégal (Source : Rochette, 1974).

## 4.2 Les écoulements de surface

Les écoulements en zone tropicale sont une réponse directe aux impulsions pluviométriques dont le transfert peut être soumis à diverses modalités selon la taille, la configuration, le relief, la géologie et les sols du bassin. Seront considérées dans un premier temps les données disponibles et leur qualité ; les quantiles statistiques des modules annuels, mensuels, les débits caractéristiques et les étiages. Cette analyse sera conduite par sous bassin : le Bafing, le Bakoye, le Baoulé et la Falémé.

### 4.2.1 Les données disponibles et leur qualité

Les données sur le bassin du fleuve Sénégal sont gérées par la division hydrologie de l'OMVS. La réception des données est quotidienne au niveau de l'OMVS par communication radio. Elles proviennent des différentes brigades dans les pays membres :

- Brigade de Saint-Louis pour la DGPRES du Sénégal avec le relais que constitue Bakel
- Brigade Kayes pour la DNH du Mali
- Brigades de Labé et de Mamou pour la DNH de Guinée

Le suivi hydrologique du fleuve remonte à 1903 à Bakel. Ce suivi a concerné les hautes eaux en période de crue jusqu'en 1950. A partir de 1951, les relevés des cotes du plan ont été quotidiens. Les principales stations disposent de données complètes jusqu'en mars 2007. En réalité, la base de données de l'OMVS ne gère que les données des stations hydrométriques jugées importantes pour avoir une vue globale des ressources dans le bassin.

Les chroniques de débits des stations du haut bassin (Guinée) sont assez brèves ; les observations ont débuté en 1969 et se présentent comme suit (tab. 10 & 11) :

Tableau 12 : réseau hydrométrique du haut bassin Bafing/Sénégal en Guinée.

N°	Stations	Cours d'eau	Année mise en service	Année fonctionnement	Equipements ayant existé
1	Balabori	Bafing	1969	1969-75, 78-79, 80, 86-91	Limnimètre
2	Bouréya	Bafing	1969	1969-73, 76	Limnimètre
3	Pont km 17	Bafing	1967	1967-69, 83-84	Limnimètre
4	Sokotoro 2	Bafing	1972	72-87,89,92-94,88-89-04	Limnimètre
5	Ley-Kioma	Kioma	1969	1969-72	Limnimètre
6	Salouma	Kioma	1969	1969-91	Limnimètre
7	Téliko	Kioma	1955	1969-91	Limnimètre
8	Trokoto	Kioma	1969	1969-83, 85-90	Limnimètre
9	Bébélé	Téné	1970	1970-82 ; 1991	Limnimètre
10	Pont Fatako	Dombélé	1986	1986	Limnimètre

- Balabori, station-clé puisque située en aval de tous les affluents du Bafing en Guinée. Suivie depuis 1969, elle dispose de 5 seule de données complètes (58% de lacunes)
- Boureya : 1969 – 1974, aucune année complète ((54% de lacunes)

- Sokotoro : 1969-2007, dispose de 22 années hydrologiques complètes (18% de lacunes).
- Téliko : 1969-1991, 9 années complètes
- Trokoto : 1969-1990, 7 années complètes
- Bébélé : 1970-1991, 2 années complètes

La qualité des données du haut bassin, en particulier la longueur des séries, est de nature à amoindrir la portée de la conclusion qui en peut en être déduite. L'annexe 5 présentes les courbes d'étalonnage des stations du haut bassin. Compte tenu de la géologie de la région de la région qui confère une stabilité au lit des cours, tous les étalonnages sont bi-uniques.

Les autres stations du bassin ont des données beaucoup plus consistantes autorisant une analyse détaillée de la variabilité des apports aux échelles annuelle, mensuelle, journalière ainsi que les débits caractéristiques.

Tableau 13 : Inventaire des débits dans les principales stations du bassin.

Nom	Capteur	Description	Nb Valeurs	Date Début	Date Fin	% lacunes
BALABORI	I1	Débits Principal	3315	10/07/1969	01/08/1989	58.2
BOUREYA	J1	Débits Principal	796	19/04/1969	31/12/1973	54.2
SOKOTORO 2	I1	Débits Principal	12058	01/01/1970	31/01/2007	17.5
TELIKO	I1	Débits Principal	8943	01/11/1969	31/10/1991	14.6
TROKOTO	I1	Débits Principal	7881	01/11/1969	30/06/1990	29.6
BEBELE	J1	Débits Principal	2806	08/07/1970	30/11/1991	64.3
BAFING MAKANA	I1	Débits Principal	24871	01/01/1961	23/02/2007	0.0
BAKEL	I1	Débits Principal	40883	02/01/1904	05/03/2007	22.0
BAKEL	IUniq	Débits Etalonnage Unique JPL	40592	02/01/1904	28/11/2006	22.1
BAKEL	J1	Débits Principal	30449	03/01/1904	04/03/2007	24.8
DAKA SAIDOU	I1	Débits Principal	26777	27/05/1952	05/03/2007	1.1
DIANGOLA	I1	Débits Principal	397	01/12/1999	16/06/2000	0.0
DIBIA	JH	Débits Homogénéisés	33468	16/06/1903	31/01/1995	0.0
FADOUGOU DRAGUE	JH	Débits Homogénéisés	33606	14/06/1903	16/06/1995	0.0
GALOUGO	JH	Débits Homogénéisés	33468	16/06/1903	31/01/1995	0.0
GOURBASSI	I1	Débits Principal	28943	01/01/1954	05/03/2007	0.0
KAYES	I1	Débits Principal	35350	01/07/1903	05/03/2007	27.9
KIDIRA	I1	Cotes Principal	25332	01/06/1930	05/03/2007	33.5
MANANTALI AMONT	IS	Surface	6985	19/07/1987	28/02/2007	0.0
MANANTALI AMONT	IV	Volume	6985	19/07/1987	28/02/2007	0.0
MANANTALI AMONT	JS	Surface	7163	20/07/1987	27/02/2007	0.0
MANANTALI AMONT	JV	Volume	7163	20/07/1987	27/02/2007	0.0
MANANTALI AVAL	JLach	Débits lâchés du barrage	7166	18/07/1987	28/02/2007	0.0
OUALIA	I1	Débits Principal	24270	01/06/1954	05/03/2007	2.2
OUALIA	J1	Débits Principal	18845	01/06/1954	04/03/2007	2.2
OUALIA	JH	Débits Homogénéisés	33605	15/06/1903	16/06/1995	0.0
SIRAMAKANA	JH	Débits Homogénéisés	33605	15/06/1903	16/06/1995	0.0
SOUKOUTALI	JH	Débits Homogénéisés	33470	15/06/1903	01/02/1995	0.0
TOUKOTO	JH	Débits Homogénéisés	33620	15/06/1903	01/07/1995	0.0

## 4.2.2 Statistiques des écoulements

L'analyse des écoulements se fera par sous bassins versants : le Bafing, le Bakoye, le Baoulé et la Falémé pour une meilleure lisibilité du texte. Cette analyse portera sur les modules annuels, les débits moyens mensuels

### 4.2.2.1 Le bassin du Bafing

#### 1.1.1 Analyse des modules annuels et mensuels

Les séries de modules moyens annuels et mensuels dans la bassin du Bafing sont de qualité variable du fait de la longueur des échantillons du aux nombreuses lacunes. Le tableau 12 ci-dessous en donne la synthèse. Seule la station de Sokotoro a des débits mensuels portant sur 36 années hydrologiques dont 21 complètes. Balabori ne compte que 5 complètes et Bébélé 2, les autres stations comme Téliko et Trokoto étant respectivement à 12 et 10 ans. Pour certaines stations c'est quelque fois un seul mois lacunaire durant l'année hydrologique. Les débits moyens mensuels calculés sur la base de tels échantillons ont par conséquent une signification relative.

Les stations de Daka-Saidou et Bafing Makana disposent de données plus longues de près de 50 ans de suivi hydrométrique. Ces données sont peu lacunaires. Dans le cadre du POGR, les débits journaliers de ces deux stations ont été homogénéisés et étendus de 1903 à 1995. seules les débits observés ont été pris en compte dans la présente étude. Étant donné la brièveté des modules des stations guinéennes, la figure présente les variations des modules annuels de Daka-Saidou, Bafing Makana et de Sokotoro. Les données de cette dernière station sont très lacunaires d'où la discontinuité de la courbe. Il est à noter la similitude des fluctuations des débits des deux autres stations.

Tableau 14 : Nombre d'années de suivi hydrologique des stations du haut bassin.

Station	Nb. Années hydrol. suivies	Nb. Années hydrol. complètes
Balabori	13	5
Sokotoro	38	21
Téliko	23	12
Bébélé	13	2
Trokoto	21	10
Daka-Saidou	55	53
Bafing Makana	49	48

La figure 16 montre une nette césure entre les périodes d'avant et après sécheresse :

- De 1954 à 1967 : modules annuels supérieurs à 300 m<sup>3</sup>/s
- De 1968 à 1977 : modules fluctuant entre 300 et 200 m<sup>3</sup>/s
- De 1978 à 1993 : modules inférieurs à 200 m<sup>3</sup>/s
- De 1994 à nos jours : légère augmentation des modules qui sont supérieurs à 200 m<sup>3</sup>/s.

L'augmentation des modules des dernières années est consécutive à l'amélioration de la pluviométrie qui reste cependant très fluctuante d'une année à une autre de telle sorte que

la tendance à une reconstitution des ressources demeure très aléatoire et rend plus difficile la prévision des disponibilités.

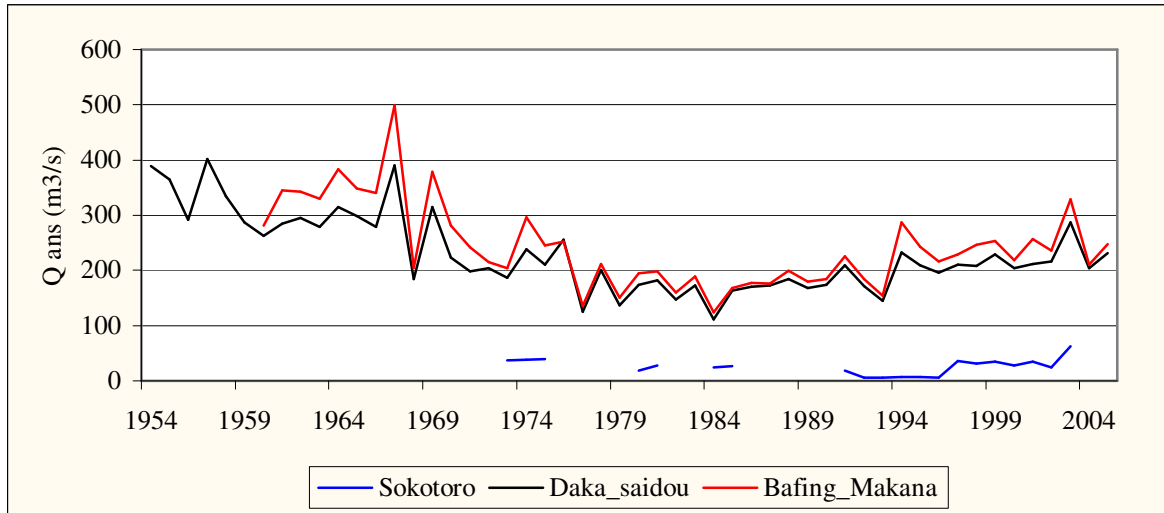


Figure 21 : Variations des modules annuels du Bafing à Sokotoro, Daka-Saidou et Bafing Makana.

Le tableau 13 donne les statistiques des débits moyens mensuels pour les 7 stations du Bafing. Le coefficient de variation montre que pour l'ensemble des stations, la variation des débits est importante. Au cœur de la saison humide, les variations des débits va de 10 à 50%. A la station de Sokotoro ce coefficient est égal ou supérieur à 50% durant toute l'année. Seule la station de Bébélé a des débits assez constants septembre au maximum de la crue.

Les caractéristiques statistiques sont complétées par le coefficient mensuel de débit permettant de déterminer les périodes de hautes eaux et de basses eaux. Pour le Bafing, on peut considérer que les hautes eaux durent 5 mois de juillet à fin novembre à l'exception de Daka-Saidou et Bafing Makana où la période de crue prend fin en octobre. La durée des hautes eaux dans les sous bassins guinéens s'explique par la longueur de la saison des pluies. Les basses eaux s'étendent de décembre à mai.

Tableau 15 : Caractéristiques statistiques des débits moyens mensuels des stations du haut bassin.

<b>Balabori</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	24.866	62.551	178.889	489.244	599.111	306.329	135.544	70.537	43.434	26.939	12.601	5.952	157.480
Ecart-type	18.044	25.263	49.721	115.689	146.351	154.305	49.007	15.931	8.500	5.832	5.211	4.685	13.902
Max	63.420	104.800	276.200	636.300	871.800	643.100	250.000	107.200	65.470	41.310	25.150	14.520	181.100
Q1 (75%)	25.988	80.955	206.700	592.800	674.200	304.550	130.125	73.450	45.313	27.490	12.930	6.947	155.600
Médiane (50%)	20.380	58.095	175.300	520.200	604.100	240.700	122.050	67.200	41.575	25.260	10.990	3.738	154.000
Q3 (25%)	17.465	50.130	148.700	413.900	542.300	224.100	112.175	59.690	38.265	23.620	9.811	2.850	152.400
Min	4.060	21.090	101.000	314.300	337.700	203.200	92.450	53.060	35.930	21.760	7.487	2.600	144.300
Coef. Variation	0.726	0.404	0.278	0.236	0.244	0.504	0.362	0.226	0.196	0.216	0.414	0.787	0.088
<b>CMD</b>	<b>0.158</b>	<b>0.397</b>	<b>1.136</b>	<b>3.107</b>	<b>3.804</b>	<b>1.945</b>	<b>0.861</b>	<b>0.448</b>	<b>0.276</b>	<b>0.171</b>	<b>0.080</b>	<b>0.038</b>	

<b>Sokotro</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	4.245	9.791	29.566	71.403	82.871	54.109	27.089	13.650	8.430	6.329	4.446	3.218	26.104
Ecart-type	6.448	5.455	14.970	37.742	40.671	29.302	19.342	13.596	11.399	10.173	9.024	7.876	14.077
Max	35.600	27.100	54.640	145.200	139.000	108.300	86.860	77.660	69.030	60.810	52.590	44.100	61.970
Q1 (75%)	4.864	12.415	41.440	98.230	108.025	70.065	32.440	13.562	7.274	6.046	4.116	2.220	34.795
Médiane (50%)	3.002	9.318	29.250	81.090	88.440	55.250	25.460	11.060	6.228	3.765	2.294	0.836	27.905
Q3 (25%)	0.532	6.105	21.270	52.870	66.165	37.970	17.740	7.903	5.287	2.984	1.120	0.516	18.300
Min	0.066	1.259	4.411	5.816	5.839	5.863	5.887	5.718	3.540	2.173	0.741	0.146	5.389
Coef. Variation	1.519	0.557	0.506	0.529	0.491	0.542	0.714	0.996	1.352	1.607	2.030	2.447	0.539
<b>CMD</b>	<b>0.163</b>	<b>0.375</b>	<b>1.133</b>	<b>2.736</b>	<b>3.175</b>	<b>2.073</b>	<b>1.038</b>	<b>0.523</b>	<b>0.323</b>	<b>0.242</b>	<b>0.170</b>	<b>0.123</b>	

<b>Téliko</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	0.947	3.646	10.370	22.305	21.776	9.392	4.314	2.330	1.577	1.087	0.749	0.582	6.703
Ecart-type	0.850	2.716	6.005	9.096	7.004	3.067	2.104	0.587	0.341	0.259	0.083	0.113	1.664
Max	4.413	12.290	20.500	38.980	34.110	17.730	11.010	3.506	2.312	1.699	0.936	0.974	8.654
Q1 (75%)	0.881	4.149	14.987	26.748	26.847	10.735	4.606	2.531	1.683	1.298	0.772	0.638	8.190
Médiane (50%)	0.729	2.791	9.306	23.455	21.605	9.030	3.674	2.252	1.513	0.994	0.729	0.551	6.833
Q3 (25%)	0.656	1.830	5.115	14.643	19.510	7.265	3.140	2.043	1.408	0.890	0.692	0.514	5.287
Min	0.278	1.062	2.084	9.199	8.980	5.296	2.632	1.055	1.015	0.788	0.644	0.439	3.666
Coef. Variation	0.898	0.745	0.579	0.408	0.322	0.327	0.488	0.252	0.216	0.238	0.111	0.194	0.248
<b>CMD</b>	<b>0.141</b>	<b>0.544</b>	<b>1.548</b>	<b>3.329</b>	<b>3.250</b>	<b>1.402</b>	<b>0.644</b>	<b>0.348</b>	<b>0.235</b>	<b>0.162</b>	<b>0.112</b>	<b>0.087</b>	

<b>Trokoto</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	1.547	6.658	22.669	52.549	56.522	33.074	15.683	6.035	3.028	1.742	1.141	0.947	16.826
Ecart-type	1.424	4.136	10.835	20.349	19.194	13.496	7.741	2.661	1.387	0.534	0.346	0.329	5.624
Max	6.742	17.350	42.220	89.900	90.530	60.120	33.530	10.220	5.084	2.815	1.664	1.532	25.710
Q1 (75%)	1.383	8.479	27.650	70.720	69.650	40.705	18.155	8.006	4.358	2.068	1.416	1.074	19.918
Médiane (50%)	1.184	5.612	22.915	49.560	55.100	29.875	12.180	6.194	2.808	1.696	1.064	0.896	17.250
Q3 (25%)	1.015	4.367	13.735	38.925	37.880	22.988	10.955	3.638	1.730	1.317	0.874	0.832	11.838
Min	0.702	1.889	8.528	22.880	29.530	18.210	6.471	2.397	1.568	1.026	0.658	0.248	9.770
Coef. Variation	0.921	0.621	0.478	0.387	0.340	0.408	0.494	0.441	0.458	0.306	0.303	0.348	0.334
<b>CMD</b>	<b>0.092</b>	<b>0.396</b>	<b>1.347</b>	<b>3.122</b>	<b>3.358</b>	<b>1.965</b>	<b>0.932</b>	<b>0.359</b>	<b>0.180</b>	<b>0.103</b>	<b>0.068</b>	<b>0.056</b>	

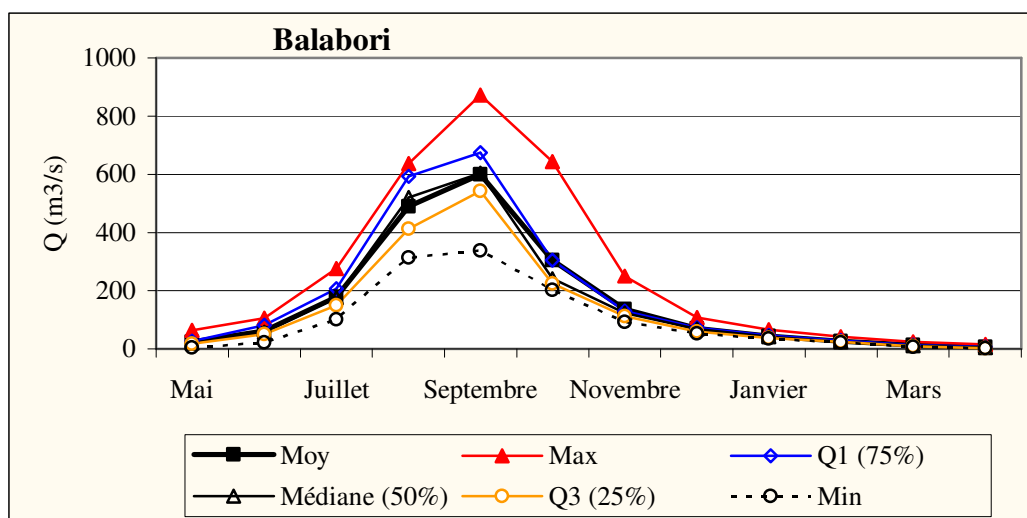
<b>Bébélé</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	7.797	40.632	75.732	181.016	225.775	95.411	38.507	20.722	13.513	9.705	6.175	6.052	42.465
Ecart-type	3.039	50.212	36.412	80.307	22.807	28.417	14.688	5.820	2.810	0.934	0.901	5.924	7.064

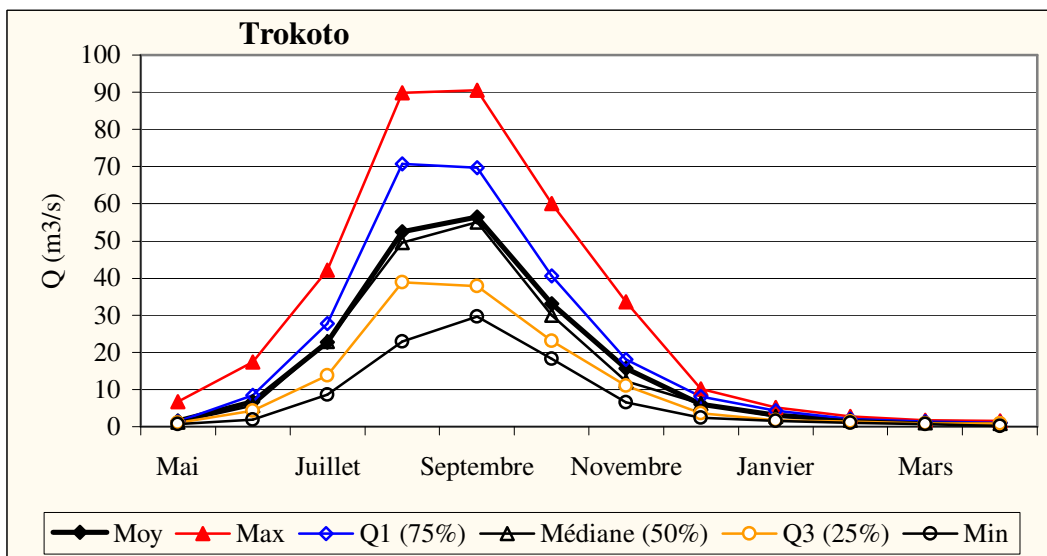
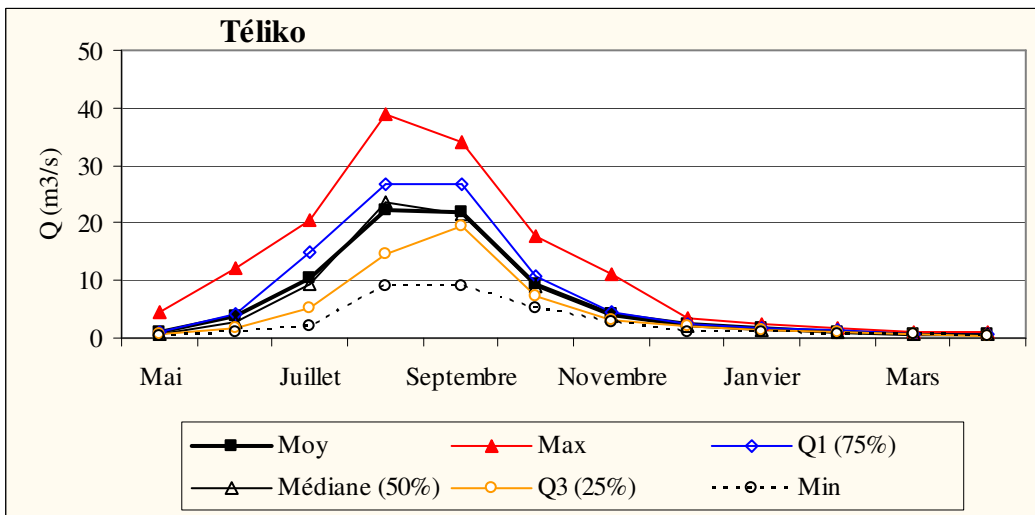
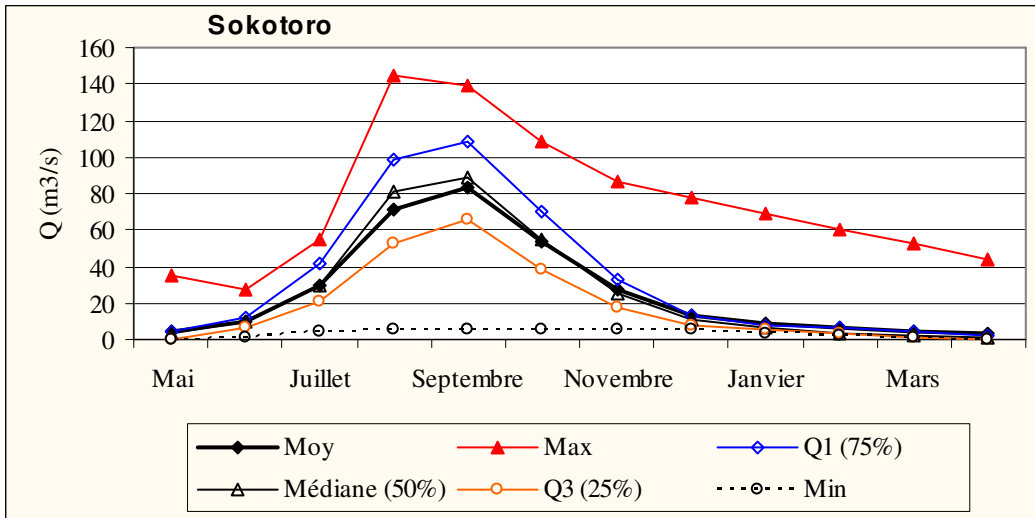
Max	10.700	172.200	137.700	286.900	256.500	133.800	59.010	26.320	16.210	11.220	7.932	19.250	47.460
Q1 (75%)	10.640	30.880	94.138	254.225	243.175	121.025	45.005	24.708	15.265	10.205	6.484	5.018	44.962
Médiane (50%)	7.555	26.350	80.975	181.800	227.350	86.635	39.450	21.300	13.730	9.866	5.922	3.774	42.465
Q3 (25%)	5.757	16.510	51.975	114.300	210.325	80.437	34.675	19.872	13.140	8.854	5.516	3.313	39.968
Min	3.531	11.190	16.120	68.720	189.800	52.450	11.730	10.170	7.840	8.731	5.369	2.675	37.470
Coef. Variation	0.390	1.236	0.481	0.444	0.101	0.298	0.381	0.281	0.208	0.096	0.146	0.979	0.166
CMD	0.184	0.957	1.783	4.262	5.316	2.247	0.907	0.488	0.318	0.229	0.145	0.142	

<b>Daka-Saidou</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	14.13	62.23	273.37	731.20	829.07	495.79	188.29	75.51	40.83	25.68	17.36	12.51	229.67
Ecart-type	8.95	47.33	117.28	226.38	221.05	214.95	95.60	38.62	17.80	9.14	5.80	5.43	69.36
Max	40.70	200.30	591.10	1367.00	1384.00	1181.00	439.20	197.10	90.02	53.64	36.49	34.59	402.30
Q1 (75%)	18.58	78.37	339.80	821.90	969.35	608.85	245.60	96.78	49.08	31.80	21.23	15.39	280.62
Médiane (50%)	12.22	46.39	278.20	719.90	774.50	465.10	149.60	60.93	33.79	22.54	15.91	12.03	210.45
Q3 (25%)	7.80	28.18	185.20	576.70	671.70	331.40	116.00	47.29	27.84	18.90	13.13	8.64	179.55
Min	0.78	3.63	83.50	273.50	295.90	201.90	67.31	28.09	18.41	13.35	8.72	4.59	111.50
Coef. Variation	0.63	0.76	0.43	0.31	0.27	0.43	0.51	0.51	0.44	0.36	0.33	0.43	0.30
CMD	0.06	0.27	1.19	3.18	3.61	2.16	0.82	0.33	0.18	0.11	0.08	0.05	

<b>Bafing Makana</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	7.28	56.33	256.33	759.76	899.37	505.82	204.11	93.00	52.61	30.12	15.05	6.78	242.39
Ecart-type	8.73	37.91	87.33	255.87	315.30	239.36	89.67	34.17	19.37	12.51	8.46	5.48	76.48
Max	32.68	152.30	479.30	1662.00	1902.00	1280.00	461.60	174.00	96.70	65.94	35.19	20.05	499.40
Q1 (75%)	12.06	72.44	301.73	912.00	1045.00	559.50	245.65	109.83	68.62	39.42	21.39	10.52	281.10
Médiane (50%)	3.46	48.11	248.40	716.45	792.65	438.55	173.60	86.48	47.95	28.15	12.10	5.13	226.20
Q3 (25%)	0.77	27.02	202.75	582.55	702.93	344.27	146.13	64.12	36.93	19.36	8.59	2.14	188.60
Min	0.00	6.76	100.60	306.80	322.00	240.50	92.51	43.08	23.44	10.90	3.65	0.45	124.50
Coef. Variation	1.20	0.67	0.34	0.34	0.35	0.47	0.44	0.37	0.37	0.42	0.56	0.81	0.32
CMD	0.03	0.23	1.06	3.13	3.71	2.09	0.84	0.38	0.22	0.12	0.06	0.03	

La figure 17 montre les profils mensuels des stations du bassin du Bafing. En situation médiane, le débit maximum de la crue varierait de 21m<sup>3</sup>/s à Téliko à 600 m<sup>3</sup>/s à Balabori au mois de septembre. Ce débit de Balabori est à relativiser compte tenu de la faiblesse de l'échantillon disponible.







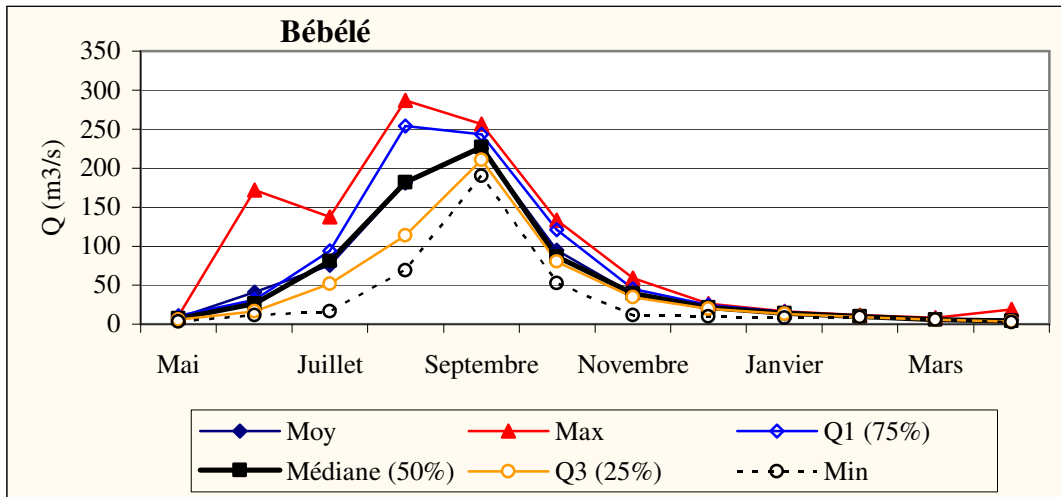


Figure 22 : Variations des débits moyens mensuels des stations du haut bassin.

### 1.1.2 Distribution statistique des modules annuels

Elle a porté uniquement sur les stations de Sokotoro, Daka-Saidou et Bafing Makana dont les échantillons dépassent 21 années. La loi de Goodrich, une exponentielle généralisée, a été ajustée aux trois stations. Le tableau 14 et la figure 18 en présentent les résultats. En année médiane, on a 25 m<sup>3</sup>/s à Sokotoro et respectivement 221 et 228 m<sup>3</sup>/s à aux deux autres stations. C'est un rapport presque de dix entre le module médian de Sokotoro et les stations de Daka-Saidou et Bafing Makana. On notera la valeur du coefficient K3, rapport des décennales sèche et humide qui dénote l'amplitude variation entre ces deux quantiles.

Tableau 16 : Modules fréquentiels (m<sup>3</sup>/s) des stations de Sokotoro, daka-Saidou et Bafing Malana.

Fréquence	Réurrences sèches					Médiane	Réurrences humides					K3
	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2		0.8	0.9	0.95	0.98	0.99	
Réurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Sokotoro	1.92	3.30	6.02	9.12	13.71	24.63	37.54	44.80	50.98	58.09	62.90	4.9
Daka-Saidou	116.9	122.4	133.9	147.6	168.5	220.9	285.8	323.4	355.9	393.8	419.7	2.2
Bafing-Makana	124.5	131.7	147.3	161.0	180.3	227.8	295.0	341.3	387.4	449.7	499.0	2.1

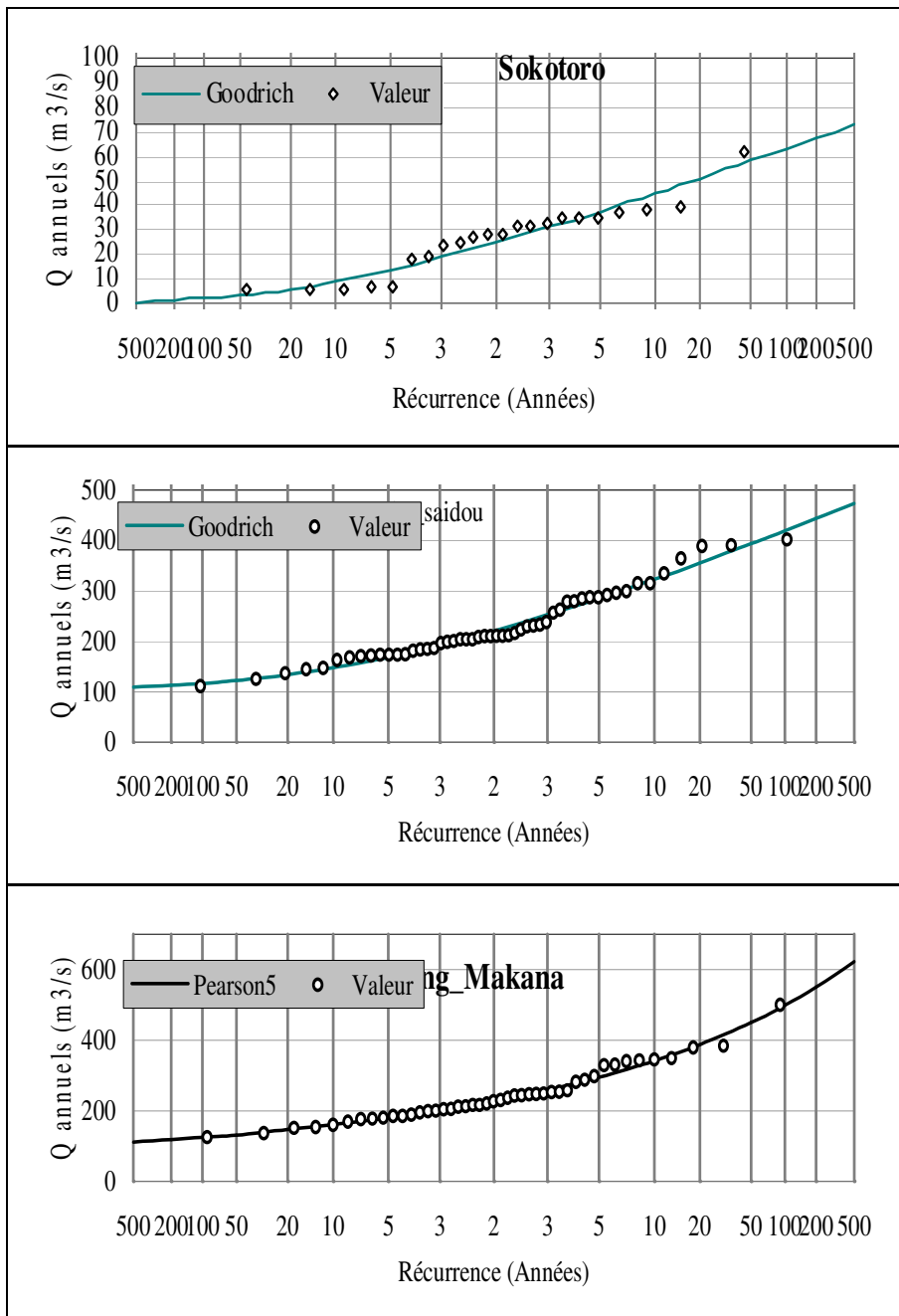


Figure 23 : distribution statistique des modules annuels de Sokotero, Daka-Saidou et Bafing Makana.

### 1.1.3 Les crues et les étiages

Les débits caractéristiques ont été calculés après classement des débits journaliers par ordre décroissant puis détermination des différents débits caractéristiques. La moyenne et les quartiles pour chaque variable a été déterminés (tab. 15). La figure 19 compare les débits médians des différents sous bassins. Le rapport de ce quantiles pour les bassins guinéens et ceux de Bafing Makana et Daka-Saidou est presque égal à 10. pour ces bassins guinéens, on peut noter :

- Les crues maximales ne dépassent pas 100 m<sup>3</sup>/s sur les bassins guinéens. Par contre à Daka-Saidou et Bafing Makana, elles sont supérieures à 1200 m<sup>3</sup>/s
- le DC6 médian (débit dépassé durant 6 mois est inférieur à 10 m<sup>3</sup>/s.
- les DCE10 et DMIN médians sont partout inférieurs à 1 m<sup>3</sup>/s.
- pour les stations de Bafing Makana et Daka-Saidou, les DC6 médians sont plus fournis mais les mêmes constats sont vrais pour les DCE10 et DMIN.

Les étiages sont relativement maigres puisque les débits minimaux sont partout inférieurs à 1 m<sup>3</sup>/s pour les sous bassins guinéens alors les deux bassins aval sont à secs.

Tableau 17 : Débits caractéristiques (m<sup>3</sup>/s) aux stations du Bafing.

Trokoto	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	64.39	58.64	53.18	49.33	35.63	23.75	13.29	8.77	5.72	3.13	2.24	1.60	1.25	1.04	0.96	0.87	0.80
Max	97.91	86.88	81.25	77.38	51.26	38.00	25.66	17.84	8.18	4.51	3.53	2.20	1.49	1.31	1.28	1.20	1.13
Q1 (75%)	74.19	69.73	62.83	55.55	43.43	25.36	15.96	9.42	6.82	3.47	2.39	1.65	1.36	1.16	1.12	1.06	1.00
Médiane (50%)	65.52	60.31	53.69	49.82	33.48	21.40	10.53	8.00	6.07	2.98	2.13	1.57	1.29	1.07	0.97	0.85	0.76
Q3 (25%)	47.74	41.92	38.05	36.68	26.30	21.07	8.56	5.41	4.21	2.60	1.78	1.46	1.10	0.93	0.88	0.81	0.75
Min	38.47	35.72	31.72	29.22	24.94	14.07	7.34	4.33	3.31	2.18	1.52	1.19	0.98	0.71	0.51	0.37	0.33

Téliko	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	43.52	33.09	27.97	23.64	13.45	8.186	5.051	3.3	2.30	1.679	1.16	0.82	0.699	0.559	0.513	0.476	0.4432
Max	57.32	51.37	43.8	40.6	20.29	10.92	7.257	5.116	2.872	2.037	1.42	0.949	0.784	0.679	0.628	0.595	0.563
Q1 (75%)	52.65	42.85	34.49	30.31	13.87	8.88	6.26	3.431	2.676	1.836	1.25	0.856	0.764	0.646	0.604	0.57	0.527
Médiane (50%)	48.01	30.68	24.23	20.06	13.64	7.819	4.807	2.974	2.194	1.691	1.22	0.844	0.731	0.56	0.544	0.51	0.476
Q3 (25%)	36.44	25.94	21.36	17.42	10.8	7.327	4.25	2.765	1.977	1.659	1.21	0.799	0.652	0.51	0.442	0.416	0.4
Min	20.8	12.61	11	9.774	7.713	6.421	3.325	2.418	1.768	1.224	0.78	0.68	0.587	0.324	0.271	0.239	0.221

Sorokoto	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	99.4651	84.30372	76.06995	68.97	53.06	36.54	23.34	15.21	11.54111	8.592	6.82	5.542	4.296	3.127	2.831056	2.575556	2.4146
Max	215.5	183.5	143.7	128.7	95.05	70.88	64.15	57.75	50.64	45.77	39.83	32.67	26.13	15.64	12.69	10.11	8.287
Q1 (75%)	149.05	130.25	119.075	97.06	80.98	55.7	30.11	17.41	12.7125	7.224	6.3	5.922	5.899	5.875	5.86675	5.85875	5.8517
Médiane (50%)	112.95	98.82	89.54	77.62	55.96	37.23	22.98	14.22	9.1635	6.339	5.11	4.217	2.488	1.238	0.9005	0.6685	0.507
Q3 (25%)	19.999	19.29125	18.331	17.67	14.5	9.831	8.189	6.731	6.42225	5.895	4.1	2.179	1.177	0.41	0.34925	0.29925	0.2615
Min	5.922	5.915	5.908	5.899	5.876	5.852	5.828	4.994	3.533	2.843	1.86	0.837	0.338	0.089	0.056	0.034	0.006

Daka-Saidou	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	1255.97	980.8456	872.4352	784.2	571.1	352.1	192.5	105.1	63.28866	40.96	27.6	19.81	14.89	11.33	10.18477	9.018492	7.93556
Max	2568	1747	1423.5	1351	1051	715.8	395.6	300.2	188.24	110.4	68.3	45.1	37.64	33.7	31.586	28.776	19.242
Q1 (75%)	1389.58	1154.15	1043.25	929.1	655.9	415.6	251.2	129.6	77.04625	48.03	31.8	22.14	17.35	14.22	13.87375	12.883	11.5
Médiane (50%)	1166.1	915.63	825.485	743	522	334.6	176.5	85.67	50.3845	34.92	24	18.63	13.95	10.55	9.18625	8.1967	7.3558
Q3 (25%)	1023.9	810.54	745.2625	660.3	462.5	249.4	130.8	66.59	39.04725	28.84	20.1	14.53	10.41	6.982	6.334825	5.29	4.5313
Min	508.88	400.52	383.12	351.6	235.2	150.6	88.49	46.71	29.263	18.7	12.4	7.795	3.572	0	0	0	0

Bafing Makana	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	1479.31	1097.232	955.8162	846.8	590.5	358.7	205.7	121.7	77.85496	51.48	31.9	17.9	9.653	5.085	4.120031	2.928042	2.225
Max	2428.2	2074.4	1934.2	1821	1493	794.3	395.4	243.3	147.6	95.68	71.7	40.1	29.44	19.71	17.78	14.273	11.915
Q1 (75%)	1863.2	1333.9	1148.9	990.7	725	438.7	235.6	145	90.18	61.06	38.5	23.26	12.72	7.527	6.5625	4.5375	3.4771
Médiane (50%)	1454.6	1009.7	867.83	764.3	532	318	197.1	108.6	72.987	46.08	32.1	15.94	8.14	3.16	1.096	0.69775	0.569
Q3 (25%)	1150.1	838.76	747.74	667.2	467.7	271.6	152.9	87.77	56.67	39.58	21.5	10.51	3.872	0.744	0.569	0.4992	0.171
Min	509.89	437.67	419.78	387	260.1	184.1	108.2	63.01	33.572	20.51	8.65	2.511	0.533	0	0	0	0

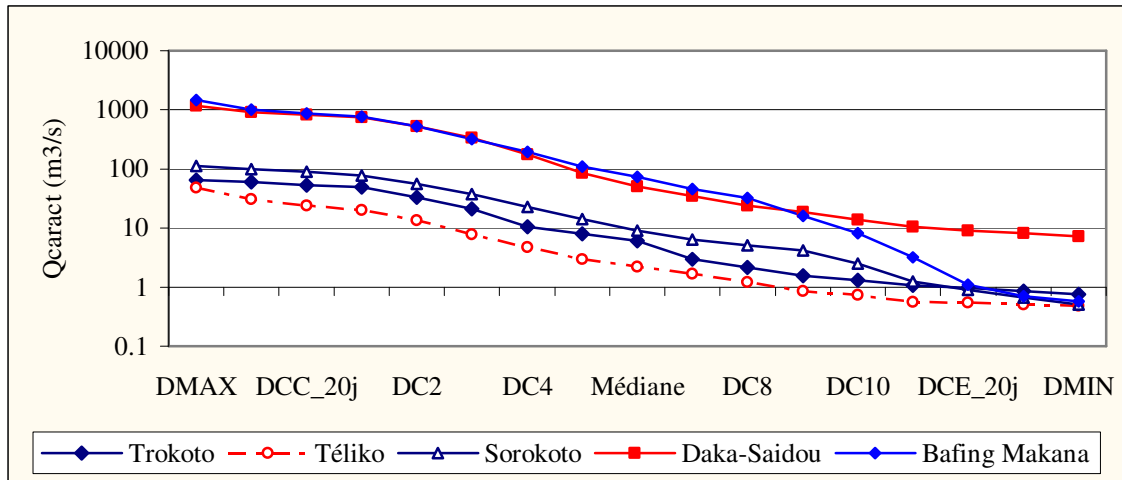


Figure 24 : débits caractéristiques médians des sous bassins du Bafing.

#### 4.2.2.2 Bassin du Bakoye

##### 1.1.4 Modules annuels et mensuels

Pour le bassin du Bakoye, deux stations ont été pris en compte : Toukoto et Oualia. Pour la station de Toukoto, les débits disponibles sont ceux reconstitués par l'IRD dans le cadre du POGR. Ils ont été pris en compte à cause de la différence de superficie entre le bassin contrôlé par Oualia et Toukoto. Le tableau 16 présente les caractéristiques des modules annuels et mensuels des deux stations.

Tableau 18 : quantiles des modules annuels et mensuels des stations de Toukoto et Oualia sur le Bakoye.

Oualia	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	0.38	16.44	116.65	421.71	518.44	205.12	54.65	19.96	10.02	4.76	1.80	0.58	114.47
Ecart-type	1.12	15.05	65.35	276.77	349.78	190.87	55.43	23.67	13.46	7.18	3.01	1.11	72.13
Max	7.24	66.54	291.30	1247.00	1374.00	933.50	199.40	80.92	46.33	25.89	13.66	4.86	262.10
Q1 (75%)	0.15	24.45	151.35	565.57	800.40	305.25	92.46	35.17	18.90	7.54	2.07	0.39	172.33
Médiane (50%)	0.00	12.26	96.28	326.10	410.30	124.90	31.38	6.62	2.40	0.73	0.08	0.00	93.90
Q3 (25%)	0.00	5.47	64.94	212.05	224.42	54.92	10.42	2.21	0.35	0.00	0.00	0.00	53.27
Min	0.00	0.00	15.04	61.50	51.22	21.78	1.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	14.47
Coef. Variation	2.93	0.92	0.56	0.66	0.67	0.93	1.01	1.19	1.34	1.51	1.67	1.90	0.63
CMD	0.003	0.144	1.019	3.684	4.529	1.792	0.477	0.174	0.088	0.042	0.016	0.005	

Toukoto	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	0.591	11.030	56.167	223.201	304.513	155.427	43.752	11.791	5.161	2.484	1.089	0.366	68.321
Ecart-type	3.187	22.157	46.085	129.680	162.901	112.907	40.448	11.409	5.922	3.620	2.396	0.981	34.814
Max	27.960	163.900	265.200	751.300	767.200	500.300	182.000	47.410	36.580	28.080	20.200	7.418	160.700
Q1 (75%)	0.086	12.497	74.712	316.650	396.700	223.000	63.637	16.225	7.110	3.332	1.276	0.254	97.030
Médiane (50%)	0.000	3.571	40.195	206.250	299.050	126.400	34.370	9.741	4.267	1.822	0.367	0.019	66.970
Q3 (25%)	0.000	1.321	24.092	112.625	195.825	70.165	11.225	2.800	0.387	0.001	0.000	0.000	42.260

Min	0.000	0.000	3.775	37.670	24.290	14.040	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	9.579
Coef. Variation	5.396	2.009	0.820	0.581	0.535	0.726	0.924	0.968	1.147	1.457	2.200	2.682	0.510
<b>CMD</b>	<b>0.009</b>	<b>0.161</b>	<b>0.822</b>	<b>3.267</b>	<b>4.457</b>	<b>2.275</b>	<b>0.640</b>	<b>0.173</b>	<b>0.076</b>	<b>0.036</b>	<b>0.016</b>	<b>0.005</b>	

Les débits annuels moyens s'élèvent respectivement à 68 et 114 m<sup>3</sup>/s à Toukoto et Oualia. Les variations des modules (fig. 20) montrent des fluctuations annuelles similaires. Au niveau mensuel, on note une grande fluctuation inter mensuelle et intra mensuelle. Les coefficients mensuels de débits montrent que la crue dure 4 mois à Oualia, de juillet à octobre contrairement à Toukoto, plus en amont où la période de crue se réduirait à 3 mois.

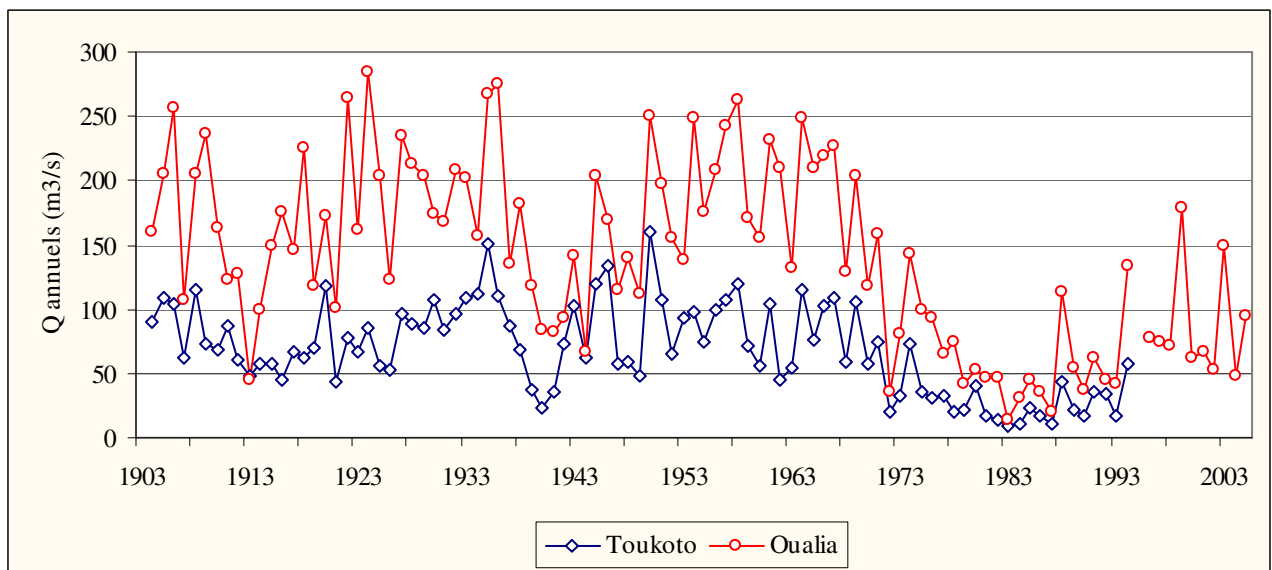


Figure 25 : Variations des modules annuels à Toukoto et Oualia sur le Bakoye.

#### 1.1.5 Distribution statistique des modules annuels

Le tableau ci-dessous 17 et la figure 21 donnent les résultats et la distribution expérimentale des modules annuels de Toukoto et Oualia suivant l'ajustement de la loi de Goodrich (Brunet-Moret Y. 1969). Trois constats se dégagent de ce tableau :

- les modules médians varient du simple au double entre les deux stations
- le coefficient K3 montre une grande irrégularité des débits annuels aux deux stations. Cette irrégularité des modules se reflétera dans la répartition saisonnière et journalière des débits.
- à la centennale sèche les modules sont inférieurs à 20 m<sup>3</sup>/s

Tableau 19 : modules annuels fréquentiels (m<sup>3</sup>/s) du Bakoye à Toukoto et Oualia.

Fréquence	Récurrences sèches					Médiane	récurrences humides					K3
	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2		0.8	0.9	0.95	0.98	0.99	
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Toukoto	8.27	11.6	18.3	25.9	37.3	64.5	97.0	115.4	131.1	149.1	161.4	4.5
Oualia	17.12	24.2	38.1	54.0	77.5	133.2	199.0	235.9	267.4	303.6	328.0	4.4

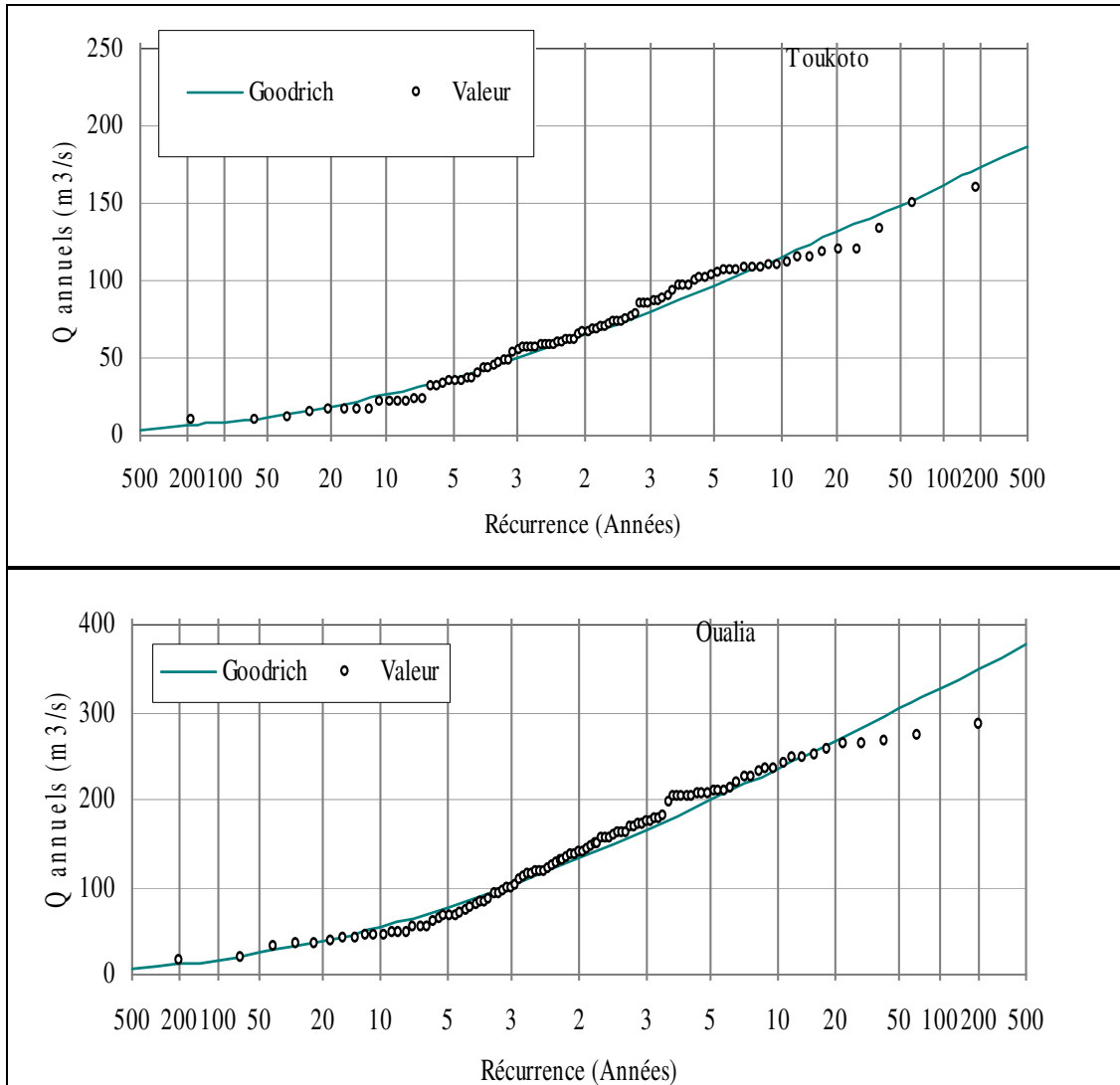


Figure 26 : distributions statistique des modules annuels de Toukoto et Oualia sur le Bakoye.

### 1.1.6 Crues et étiages.

Les débits caractéristiques (tab. 18 et fig. 22) n'ont été calculés que pour la station de Oualia pour laquelle on dispose de débits journaliers observés. Si les débits maximaux paraissent forts, la répartition dans l'année des débits journaliers montre une très grande disparité. Du tableau ci-dessous (tab. 17), il ressort :

- la faiblesse du DC6 dont la moyenne est de 15 m<sup>3</sup>/s,
- le quantile médian 6 m<sup>3</sup>/s.
- mois sur 12 le Bakoye à Oualia serait à sec
- l'assèchement du Bakoye serait un phénomène annuel comme le montre la figure 21 et le tableau 17 où le DC6 minimal est nul.

La crue maximale observée à cette station est de 2468 m<sup>3</sup>/s ; la crue médiane est égale à 934 m<sup>3</sup>/s. On note une variation importante des crues maximales puisque la crue minimale observée vaut 156 m<sup>3</sup>/s.

Tableau 20 : Quantiles débits caractéristiques du Bakoye à Oualia.

Oualia	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	995.2	691.5	558.8	465.9	275.3	129.1	60.7	29.6	15.4	8.6	4.5	1.8	0.715	0.213	0.142	0.079	0.036
Max	2468.4	1641.1	1215.5	1079.0	718.1	320.2	187.1	94.7	61.9	45.7	26.1	15.4	6.455	2.156	1.684	1.100	0.467
Q1 (75%)	1366.4	1037.0	918.6	709.3	405.3	187.1	85.9	47.0	29.8	16.6	7.9	2.71	0.340	0.016	0.000	0.000	0.000
Médiane (50%)	934.2	623.9	406.3	356.3	211.3	104.3	48.3	18.6	6.1	1.9	0.50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Q3 (25%)	534.3	363.3	271.1	202.8	117.2	58.3	27.6	8.0	1.7	0.4	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Min	155.9	77.2	65.1	56.3	35.7	19.3	8.1	1.5	0.0	0.0	0.00	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

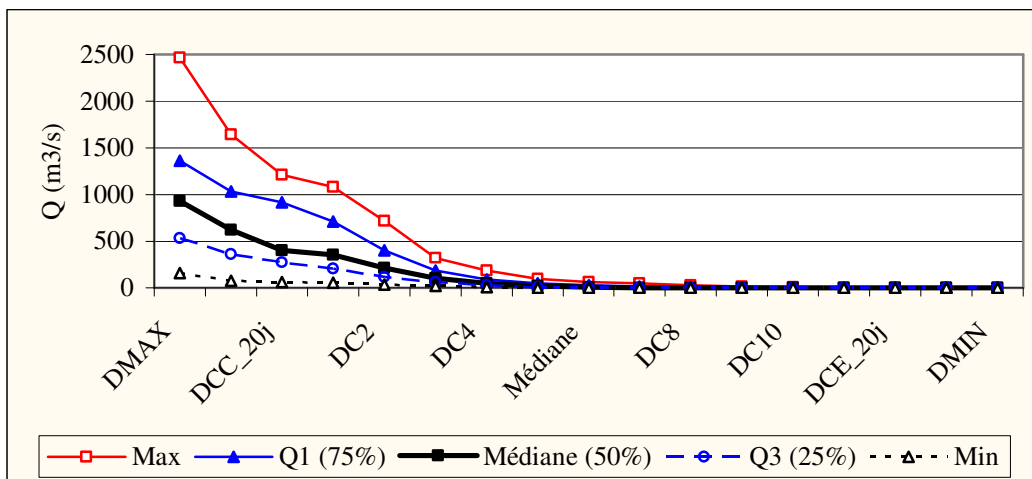


Figure 27 : Bakoye – quantiles des débits caractéristiques à la station de Oualia.

#### 4.2.2.3 Bassin du Baoulé

Les écoulements du Baoulé sont étudiés à la station de Siramakana où on dispose de modules annuels de 1968 à 2001 avec des lacunes importantes. 27 années hydrologiques sont complètes et serviront à l'analyse des modules annuels et mensuels et les débits caractéristiques.

##### 1.1.7 Modules annuels et mensuels

Les modules annuels du Baoulé à Siramakana sont assez faibles puisque le maximum observé sur 27 années hydrologiques complètes est de 55 m<sup>3</sup>/s (1969) et le minimum est de 2.7 m<sup>3</sup>/s (1983). Le module moyen est de 22.5 m<sup>3</sup>/s (médian : 17.6 m<sup>3</sup>/s). Le tableau 19 en donne les quantiles. Les modules annuels sont très variables avec un coefficient de variation de 66%.

A l'échelle mensuelle, les apports se concentrent sur les mois de juin à décembre. Dès janvier le débit moyen mensuel est inférieur à l'unité. La période crue dure 4 mois de juillet à octobre. Août et septembre ont un coefficient mensuel de débit 5 fois supérieur au module annuel.

Tableau 21 : Modules annuels et mensuels (m<sup>3</sup>/s) du Baoulé à Siramakana.

Siramakana	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	0.07	5.08	40.52	123.94	127.04	30.40	6.95	1.64	0.52	0.19	0.07	0.12	22.52
Ecart-type	0.20	6.90	28.04	88.34	107.73	53.18	21.81	4.64	1.41	0.62	0.20	0.42	14.88
Max	0.79	26.49	102.90	348.30	437.60	290.80	129.10	24.39	7.59	3.57	1.08	2.24	54.94
Q1 (75%)	0.00	6.53	57.80	173.75	171.30	28.13	3.62	0.44	0.23	0.14	0.00	0.00	29.83
Médiane (50%)	0.00	1.78	31.96	102.40	82.19	11.98	1.18	0.28	0.12	0.00	0.00	0.00	17.61
Q3 (25%)	0.00	0.51	18.70	57.22	53.05	4.96	0.51	0.19	0.04	0.00	0.00	0.00	12.03
Min	0.00	0.00	2.94	15.67	7.75	2.62	0.22	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	2.68
Coef. Variation	2.96	1.36	0.69	0.71	0.85	1.75	3.14	2.82	2.70	3.28	2.97	3.39	0.66
<b>CMD</b>	<b>0.003</b>	<b>0.226</b>	<b>1.799</b>	<b>5.504</b>	<b>5.641</b>	<b>1.350</b>	<b>0.309</b>	<b>0.073</b>	<b>0.023</b>	<b>0.008</b>	<b>0.003</b>	<b>0.006</b>	

##### 1.1.8 Distribution statistique des modules annuels

La loi de Goodrich a été ajustée aux 27 modules annuels de Siramakana et les résultats sont consignés dans le tableau 20 (fig. 23). Le module médian est de 19 m<sup>3</sup>/s. Les quantiles remarquables suivants sont :

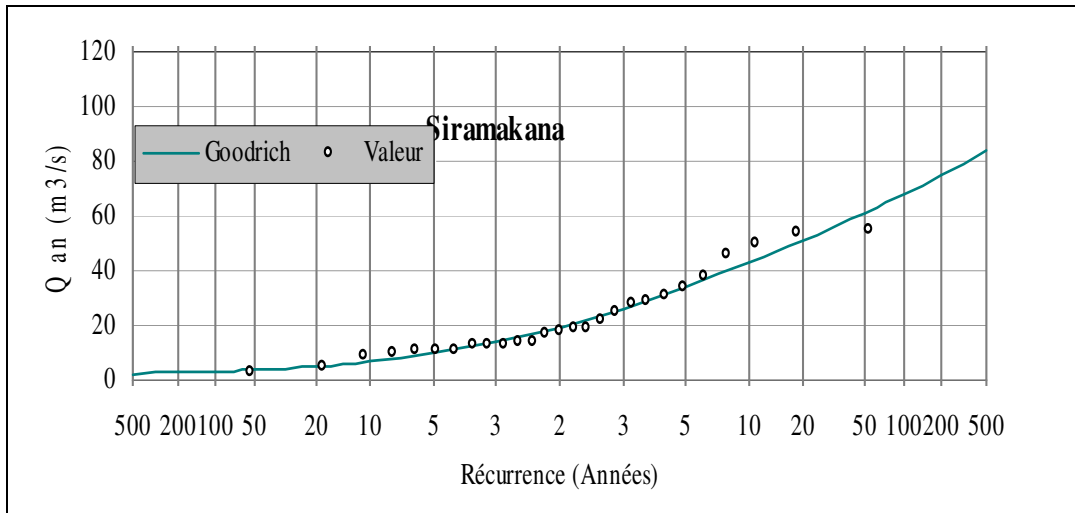
- Décennale sèche : 6.6 m<sup>3</sup>/s
- Décennale humide : 42.6 m<sup>3</sup>/s.
- Le fort module observé aurait une récurrence humide d'environ 50 ans

L'irrégularité interannuelle est très forte comme en témoigne le coefficient d'irrégularité de Rodier (K3 égal à 6.4). Le Baoulé malgré la taille de son bassin a des apports très modestes marqués par une très forte variation inter mensuelle et journalière (tab. 18).



Tableau 22 : Modules annuels fréquentiels ( $m^3/s$ ) du Baoulé à Siramakana.

	Récurrences sèches					Médiane	Récurrences humides					K3
Fréquence	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.95	0.98	0.99	
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
<b>Siramakana</b>	2.97	3.52	4.83	6.63	9.82	19.36	33.52	42.63	50.97	61.19	68.46	6.4



**Figure 28 : distribution statistique des modules annuels ( $m^3/s$ ) du Baoulé à Siramakana.**

#### 1.1.9 Les crues et les étiages.

Les débits caractéristiques montrent à la fois l'amplitude variation des débits journaliers mais leur mauvaise répartition dans l'année. En effet, le débit maximum est de  $640 m^3/s$  alors que le DC6 du débit maximum est de  $6 m^3/s$ . Si l'on considère le débit médian, il est nul en DC8 ce qui suppose 5 mois de débit nul une année sur deux (tab. 21 et fig. 24).

En ce qui concerne les crues maximales, elles sont modérées puisqu'elles ne dépassent pas  $650 m^3/s$  ; en année médiane, elles sont de l'ordre de  $250 m^3/s$ , les crues minimales étant à peine supérieures à  $50 m^3/s$ .

Les étiages minimaux sont précoces à Siramakana car l'écoulement s'arrête à la DC6. Même en année médiane, le Baoulé est à sec à partir de la CD8.

Tableau 23 : Baoulé à Siramakana – débits caractéristiques de crue (m3/s).

Siramakana	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	273.80	173.45	136.21	101.68	50.34	19.11	5.83	1.68	0.77	0.33	0.17	0.10	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03
Max	640.30	462.60	376.30	280.70	111.80	83.09	32.74	13.15	5.76	3.19	1.99	1.04	0.48	0.35	0.31	0.26	0.22
Q1 (75%)	371.20	243.63	177.70	151.40	88.03	21.85	6.24	1.35	0.39	0.23	0.14	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Médiane (50%)	249.70	133.10	103.70	62.74	35.06	15.48	3.62	0.44	0.25	0.15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q3 (25%)	159.12	94.32	55.78	45.88	20.15	9.44	2.32	0.34	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Min	64.49	19.93	12.16	9.25	5.29	2.41	0.40	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

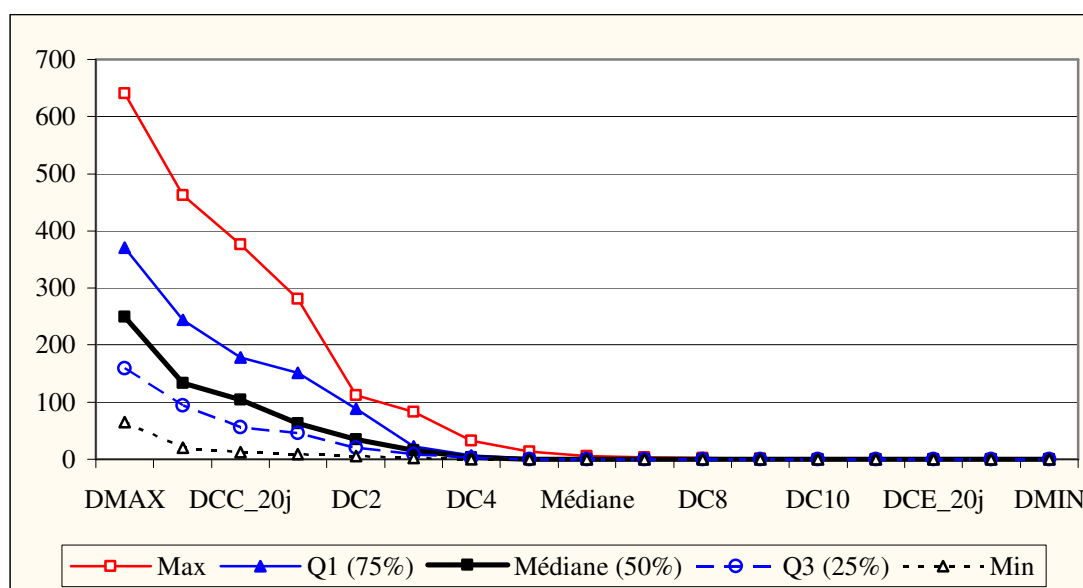


Figure 29 : Baoulé à Siramakana – quantiles des débits caractéristiques de crue et d'étiage.

#### 4.2.2.4 Le bassin de la Falémé

Les écoulements de la Falémé, affluent de rive gauche du Sénégal sont observés à trois stations, d'amont en aval : Fadougou, Gourbassi et Kidira. Les séries de débit sont plus consistantes aux deux dernières stations et seules leurs données seront ici analysées au pas de temps annuel, mensuel.

##### 1.1.10 Modules annuels et mensuels

Le tableau 22 et la figure 25 présentent les quantiles des débits moyens annuels et mensuels des stations hydrométriques de Gourbassi et Kidira sur la Falémé. Les modules interannuels sont respectivement de 146 et 112 m<sup>3</sup>/s. les quantiles médians sont nettement plus faibles. Les hautes eaux ne couvrent que les mois d'août à octobre pour les deux stations. Les coefficients de variation des modules dépassent 60%.

Tableau 24 : La Falémé à Gourbassi et Kidira - Modules annuels et mensuels.

<b>Kidira</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Module</b>
Moy	0.31	11.22	94.40	451.23	652.16	290.82	71.71	23.13	11.37	5.07	2.29	0.92	145.85
Ecart-type	0.50	14.51	58.83	285.15	429.90	308.81	64.89	18.39	9.86	4.32	2.23	1.12	90.46
Max	1.74	60.08	258.00	1224.00	1811.00	1609.00	303.70	80.43	34.41	15.12	7.63	4.27	320.50
75%	0.40	18.52	132.18	597.40	892.45	330.80	97.23	31.00	15.80	7.99	3.82	1.70	218.50
Médiane (50%)	0.00	4.37	79.42	398.60	534.70	193.10	47.19	18.02	8.43	4.05	1.36	0.34	109.00
25%	0.00	1.10	47.14	242.95	361.30	119.40	26.56	8.16	3.68	1.47	0.46	0.00	82.73
Min	0.00	0.00	5.20	57.52	83.64	37.14	6.84	1.90	0.61	0.00	0.00	0.00	32.49
Coef. Variation	1.60	1.29	0.62	0.63	0.66	1.06	0.90	0.79	0.87	0.85	0.97	1.22	0.62
<b>Gourbassi</b>	<b>Mai</b>	<b>Juin</b>	<b>Juillet</b>	<b>Août</b>	<b>Septembre</b>	<b>Octobre</b>	<b>Novembre</b>	<b>Décembre</b>	<b>Janvier</b>	<b>Février</b>	<b>Mars</b>	<b>Avril</b>	<b>Module</b>
Moy	0.19	8.85	80.26	382.51	545.72	255.17	61.23	17.44	8.39	3.73	1.59	0.65	112.07
Ecart-type	0.45	12.83	56.82	260.82	398.93	316.29	65.66	14.43	8.07	3.50	1.76	1.07	73.98
Max	1.74	60.08	258.00	1224.00	1811.00	1609.00	303.70	80.43	34.41	15.12	7.63	4.27	320.50
75%	0.02	14.16	94.27	494.15	656.29	285.78	71.71	22.99	10.00	4.76	2.10	0.92	140.22
Médiane (50%)	0.00	2.95	67.67	359.05	448.35	171.20	41.88	14.78	7.08	2.68	1.02	0.14	90.68
25%	0.00	0.97	44.56	193.55	296.40	109.57	20.79	7.92	3.22	1.34	0.34	0.00	71.45
Min	0.00	0.00	0.62	0.63	0.66	1.06	0.90	0.79	0.61	0.00	0.00	0.00	0.62
Coef. Variation	2.38	1.45	0.71	0.68	0.73	1.24	1.07	0.83	0.96	0.94	1.10	1.63	0.66

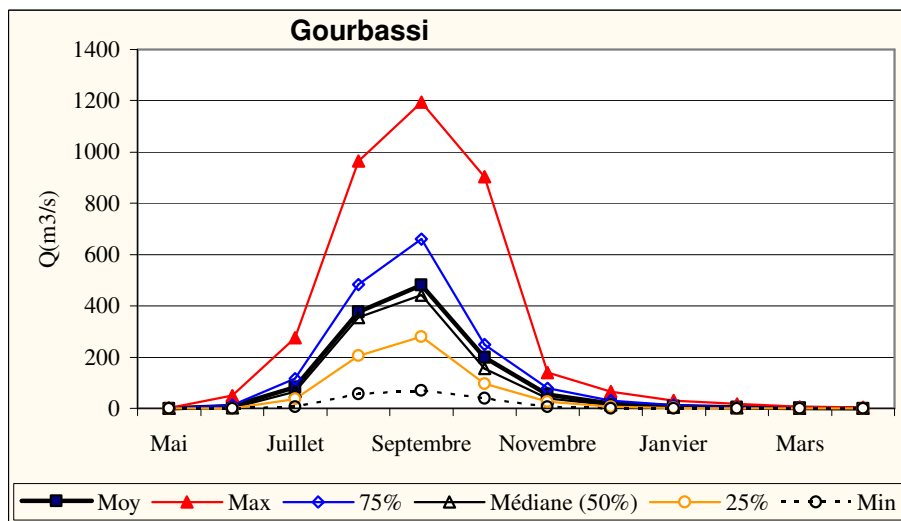
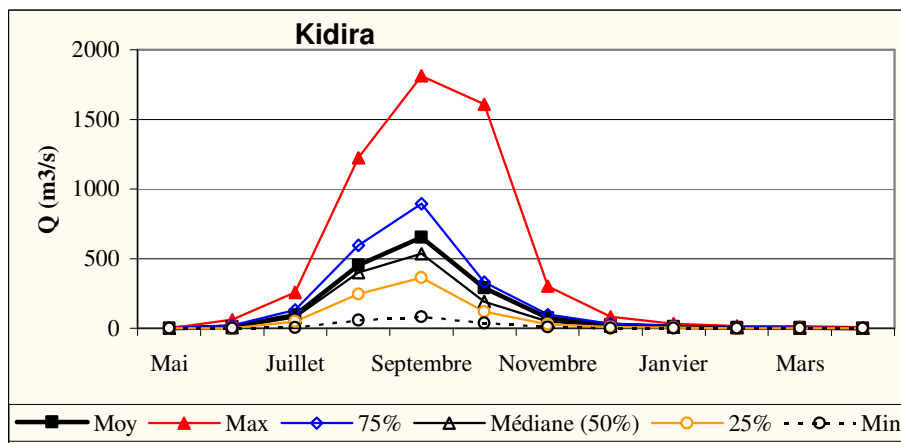


Figure 30 : répartition mensuelle des débits à Gourbassi et Kidira.

### 1.1.11 Distribution statistique des modules annuels

L'ajustement de la loi de Goodrich aux chroniques de modules annuels de Gourbassi et Kidira a donné les résultats du tableau 23 et la figure 26. Pour la récurrence médiane, les modules annuels sont de 118 m<sup>3</sup>/s à Kidira et 94 m<sup>3</sup>/s. Le rapport des débits décennaux (K3) exprime l'importance de l'irrégularité des débits annuels. En effet, ces stations sont situées dans la zone soudanienne même si les apports qu'elles contrôlent proviennent de la zone guinéenne.

Tableau 25 : Modules récurrentiels de la Falémé à Gourbassi et Kidira.

Fréquence	Récurrences sèches					Médiane	Récurrences humides					K3
	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2		0.5	0.8	0.9	0.95	0.98	
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Gourbassi	21.8	24.8	31.5	40.1	54.4	94.0	148.4	181.9	211.8	247.6	272.7	4.5
Kidira	23.7	26.7	33.8	44.0	62.1	118.1	203.1	258.7	310.0	373.3	418.6	5.9

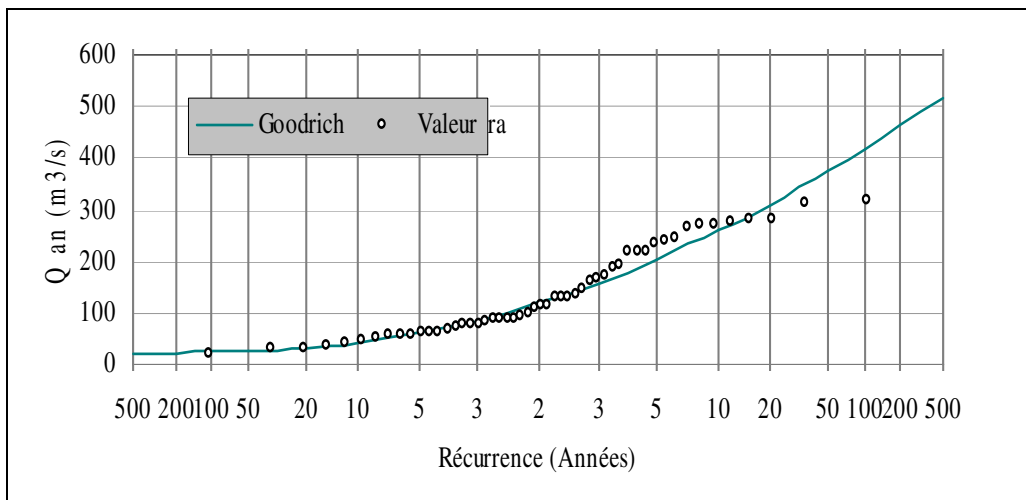
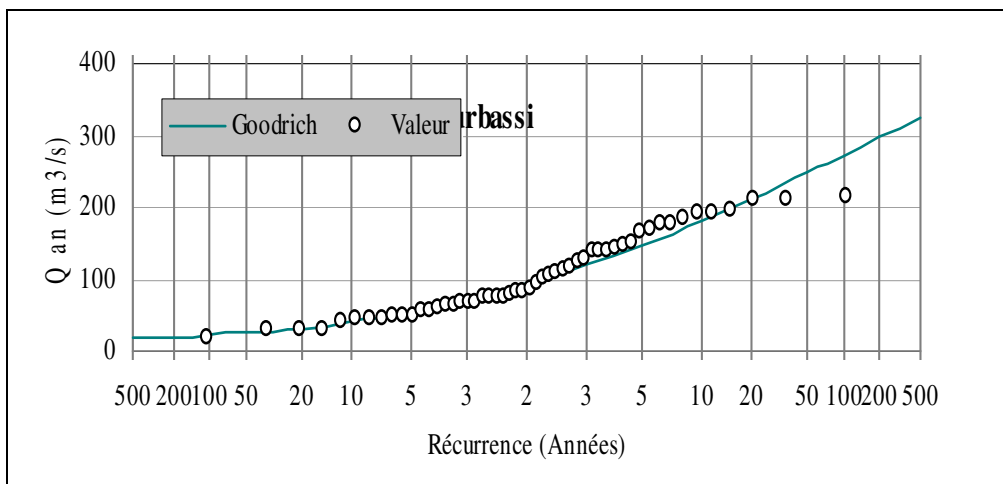


Figure 31 : Distribution statistique des débits moyens annuels de la Falémé à Kidira.

### 1.1.12 Crues et étiages sur la Falémé

Les débits caractéristiques de crue et d'étiage sont présentés dans le tableau 24 et la figure 27. Les différents quantiles calculés confirment les résultats des autres sous bassin du fleuve Sénégal : une forte variabilité des apports et une mauvaise répartition saisonnière. En effet, comme le Baoulé, en situation médiane, à partir de la DC6 les dits deviennent très faibles avec un assèchement probable de la Falémé pour environ trois mois et cela malgré des débits conséquents au maximum des crues.

Pour les crues on a pour Kidira :

- Crue maximale : 3110 m3/s
- Crue médiane : 1170 m3/s
- Crue minimale : 152 m3/s

Pour la station de Gourbassi :

- Crue maximale : 1947 m3/s
- Crue médiane : 795 m3/s
- Crue minimale : 151 m3/s

Les débits minimaux aux deux stations sont assez bas car le minimum maximorum est égal à 0.75 m3/s. en année médiane, la Falémé est à sec à Gourbassi dès la DC10 et la DC11 à Kidira.

Tableau 26 : quantiles des débits caractéristiques de crue et d'étiage à Gourbassi et Kidira.

<b>Gourbassi</b>	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	907.00	669.41	516.45	421.65	241.01	112.84	53.48	26.14	13.89	7.16	3.45	1.34	0.47	0.18	0.12	0.08	0.06
Max	1946.80	1482.90	1035.70	866.50	651.45	278.20	137.27	81.25	46.20	29.28	17.54	8.36	4.36	1.14	1.08	0.96	0.75
Q1 (75%)	1250.33	909.29	724.04	626.80	336.17	175.73	84.72	38.94	23.81	13.01	4.71	1.67	0.63	0.15	0.04	0	0
Médiane (50%)	794.60	578.55	478.72	385.35	199.59	85.72	40.57	18.76	8.74	3.26	0.95	0.39	0	0	0	0	0
Q3 (25%)	621.17	383.19	298.75	227.73	125.90	62.32	23.14	9.96	4.13	1.15	0.45	0.00	0	0	0	0	0
Min	150.86	117.09	103.15	92.09	42.43	25.54	9.75	4.04	0.81	0.25	0.00	0.00	0	0	0	0	0
<b>Kidira</b>	DMAX	DCC_10j	DCC_20j	DC1	DC2	DC3	DC4	DC5	Médiane	DC7	DC8	DC9	DC10	DC11	DCE_20j	DCE_10j	DMIN
Moy	1312.5	1017.532	808.702	662.01	357.34	162.58	76.995	39.8	20.43454	10.154	6.082	2.066	0.94	0.349	0.239321	0.155134	0.0854
Max	3110	2470	1780	1530	907	480	238	105	64	35.25	17.2	10.4	5.9	3.43	2.75	2.08	1.32
Q1 (75%)	1870	1460	1100	867.38	486.25	226.5	110.25	60.41	30.2	13.85	6.232	2.765	1.373	0.465	0.2545	0.09155	0
Médiane (50%)	1170	864.5	722	647.75	329.5	144	74.7	35.3	16.95	8.247	3.505	1.304	0.523	0.013	0	0	0
Q3 (25%)	780.75	599.6	505.25	370.28	176.98	84.423	38.075	16.91	7.8625	3.324	1.373	0.507	0.004	0	0	0	0
Min	152	128	101	86.25	49.3	30.6	11.34	4.595	1.61	0.654	0	0	0	0	0	0	0

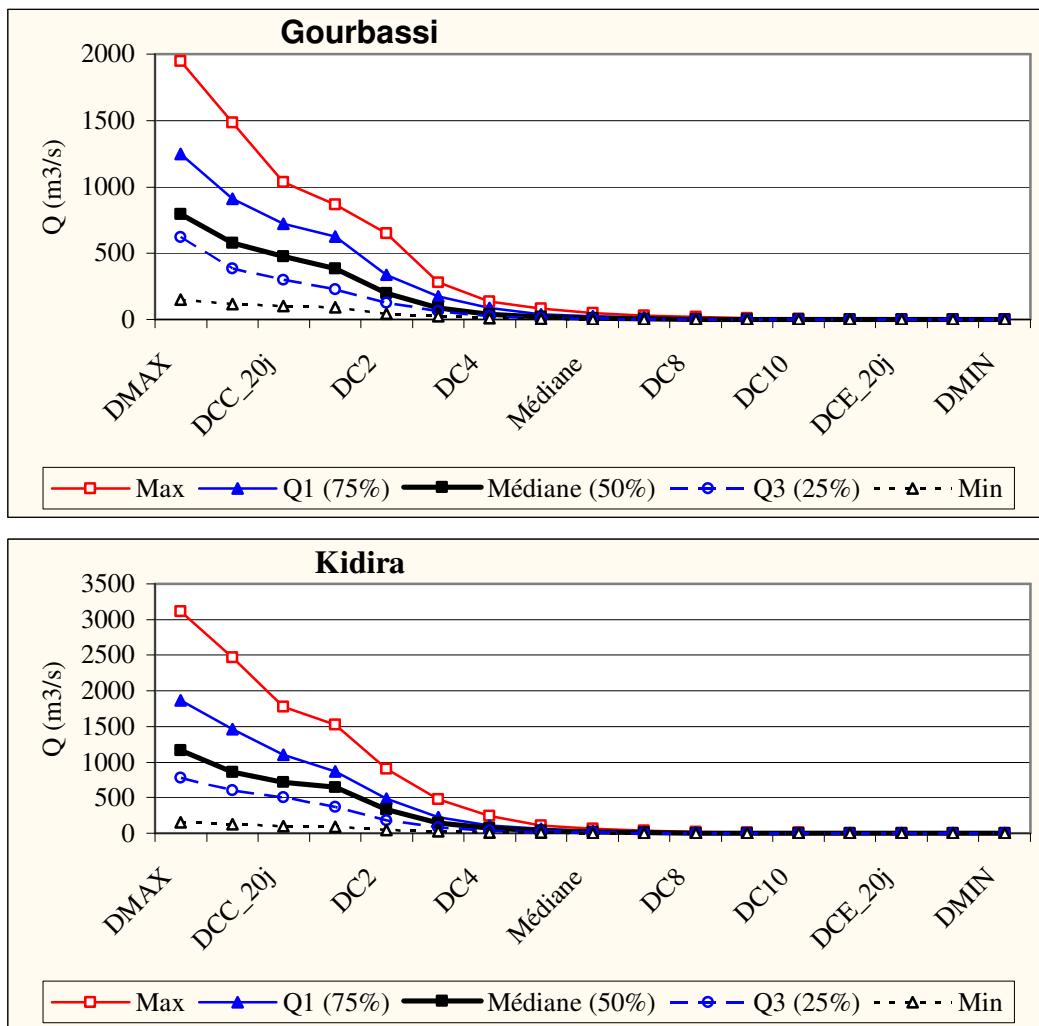


Figure 32 : Débits caractéristiques de crue et d'étiage sur la Falémé à Gourbassi et Kidira.

#### 4.2.2.5 Le bassin du Sénégal en amont de Bakel sous influence de Manantali

Les stations analysées sont Bakel et Kayes dont le régime est influencé par le barrage de Manantali. La Falémé et le Bakoye qui contribuent respectivement aux écoulements du Sénégal à Bakel et à Kayes ont un régime naturel. Le remplissage de la retenue de Manantali influe fortement sur le régime du fleuve au niveau de ces deux stations en terme de module annuel et d'amplitude la crue dont dépend les cultures de décrue dans la vallée.

### 1.1.13 Modules annuels et mensuels

Le tableau 25 et la figure 28 présentent les quantiles des modules annuels et mensuels à Bakel et Kayes. Les régimes du fleuve aux deux stations est assez ressemblant puisqu'il n'y a pas d'apports significatifs du bief intermédiaire, les affluents provenant de la zone sahélienne, écoulement peu d'eau sauf en année de crue exceptionnelle. Les modules annuels et mensuels sont très variables d'une année à une autre. La figure 27 montre les variations des modules en trois phases :

- De 1950 à 1967 : période excédentaire et bonne hydraulité du fleuve
- De 1968 à 1994 : influence de la sécheresse et de la période test du barrage de Manantali
- De 1995 à nos jours : les maxima des modules sont presque constants (600 m<sup>3</sup>/s pour Kayes et 800 m<sup>3</sup>/s pour Bakel) du fait de la gestion de Manantali.

Pour la station de Bakel :

Pour la station de Kayes :

- |   |  |
|---|--|
| - Module maximal : 1361 m <sup>3</sup> /s | - Module maximal : 812 m <sup>3</sup> /s |
| - Module médian : 517 m <sup>3</sup> /s   | - Module médian : 359 m <sup>3</sup> /s  |
| - Module minimal : 226 m <sup>3</sup> /s  | - Module minimal : 151 m <sup>3</sup> /s |

Les débits moyens mensuels varient en fonction des saisons. Les débits maxima de septembre sont respectivement de 5822 m<sup>3</sup>/s à Bakel et 3797 m<sup>3</sup>/s à Kayes (fig. 29).

**Tableau 27 : quantiles des modules annuels et mensuels à Bakel et Kayes.**

<b>Bakel</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	51.9	116.8	490.9	1604.5	2471.2	1245.7	472.1	233.9	148.4	104.2	84.0	60.5	599.8
Ecart-type	71.5	92.5	173.3	876.3	1348.3	868.8	293.5	163.6	94.3	61.3	72.9	74.5	281.2
Max	256.3	326.0	997.6	3902.0	5822.0	3852.0	1487.0	1067.0	568.4	269.7	315.8	274.2	1361.0
75%	86.3	188.6	596.7	2183.0	3029.0	1669.0	661.8	333.3	207.7	141.6	115.7	83.8	786.3
Médiane (50%)	14.4	105.2	455.7	1462.0	2270.0	880.8	363.7	196.2	134.7	108.8	66.8	31.6	517.1
25%	0.8	39.3	381.2	934.8	1493.0	586.5	249.6	113.0	84.1	52.8	26.2	8.6	370.8
Min	0.0	0.0	141.8	374.4	582.9	374.8	115.5	26.6	20.2	6.1	0.8	0.4	226.5
Coef. Variation	1.4	0.8	0.4	0.5	0.5	0.7	0.6	0.7	0.6	0.6	0.9	1.2	0.5
CMD	0.1	0.2	0.8	2.7	4.1	2.1	0.8	0.4	0.2	0.2	0.1	0.1	
<b>Kayes</b>	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Module
Moy	51.8	105.1	382.7	1192.9	1648.5	835.6	348.2	172.3	108.1	81.7	71.1	55.2	423.6
Ecart-type	78.2	89.8	159.0	733.9	846.0	568.1	232.4	150.6	79.5	61.6	77.2	79.4	195.1
Max	300.6	333.5	896.2	3497.0	3797.0	2386.0	1117.0	1042.0	486.8	224.6	285.5	290.5	811.9
75%	76.0	167.0	462.4	1544.3	2028.5	1219.5	475.2	230.4	162.3	109.4	128.3	76.7	563.0
Médiane (50%)	6.2	76.9	357.3	997.5	1576.0	619.1	286.1	154.8	95.8	69.0	36.7	13.2	358.6
25%	2.3	30.2	265.8	591.6	984.9	408.3	172.2	70.7	56.3	30.3	13.3	4.2	263.2
Min	0.6	0.1	93.5	282.8	392.9	262.5	42.6	8.2	4.1	8.4	4.2	2.8	151.2
Coef. Variation	1.5	0.9	0.4	0.6	0.5	0.7	0.7	0.9	0.7	0.8	1.1	1.4	0.5
CMD	0.1	0.2	0.9	2.8	3.9	2.0	0.8	0.4	0.3	0.2	0.2	0.1	

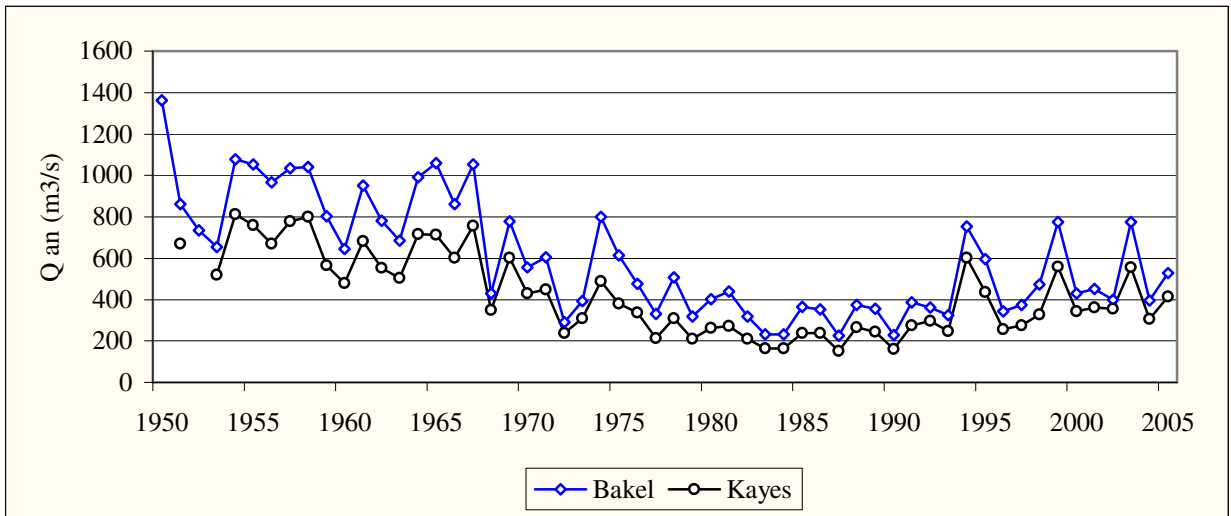


Figure 33 : Variations des modules annuels à Bakel et Kayes de 1950 à 2006.

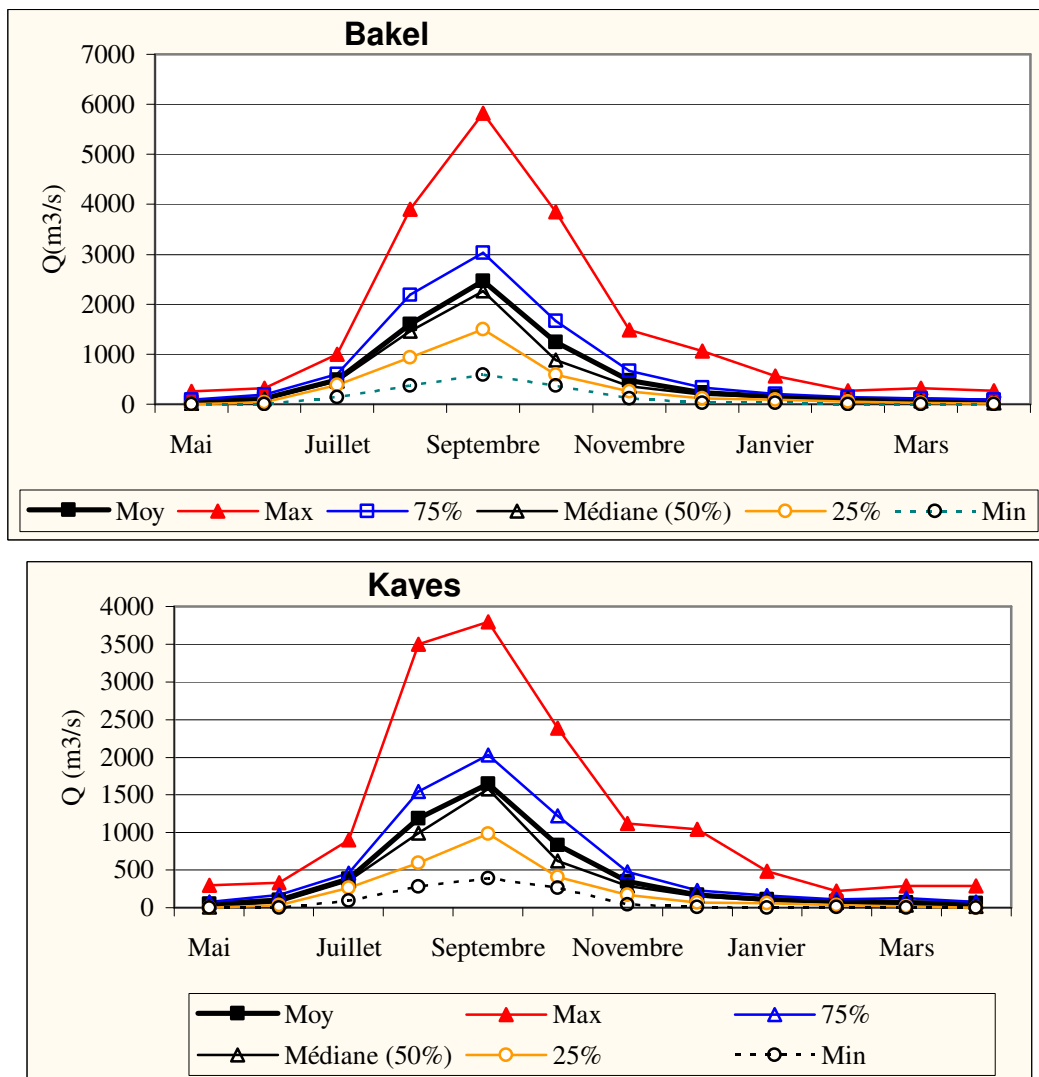


Figure 34 : Variations mensuelles des débits à Bakel et à Kayes.



### 1.1.14 Distribution statistique des modules annuels

L'ajustement de la loi de Goodrich aux échantillons de modules annuels donne les résultats consignés dans le tableau 26 et représentés dans la figure 30 on peut retenir les valeurs récurrentielles suivantes pour les deux stations :

Pour la station de Bakel :

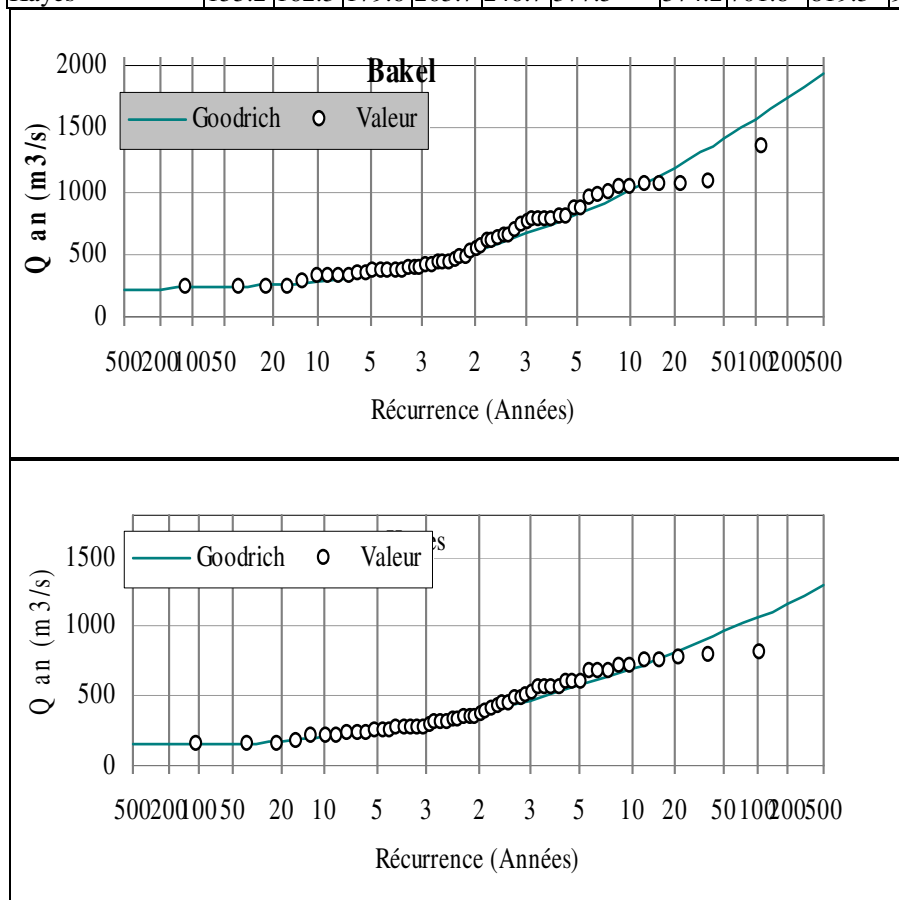
- Module médian : 525 m<sup>3</sup>/s
- Décennale sèche : 288 m<sup>3</sup>/s
- Décennale humide : 1006 m<sup>3</sup>/s

Pour la station de Kayes :

- Module médian : 377 m<sup>3</sup>/s
- Décennale sèche : 204 m<sup>3</sup>/s
- Décennale humide : 702 m<sup>3</sup>/s

**Tableau 28 : Modules fréquentiels annuels (m<sup>3</sup>/s) des stations de Bakel et Kayes.**

	Récurrences sèches					Médiane	récurrences humides					K3
Fréquence	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	0.8	0.9	0.95	0.98	0.99	
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100	
Bakel	229.3	237.4	258.0	288.1	344.2	525.1	813.0	1006.3	1187.3	1413.4	1576.8	3.5
Kayes	155.2	162.3	179.6	203.7	246.7	377.5	574.2	701.8	819.3	963.7	1066.7	3.4



**Figure 35 : distribution statistique des modules annuels de Bakel et Kayes.**

### 1.1.15 Crues et étiages

Les débits caractéristiques sont calculés sur deux périodes : avant et après barrage pour mettre en évidence l'influence de Manantali sur le régime des hautes eaux et des débits d'étiages dans la vallée aval. Le tableau 27 et la figure 31 en donnent le résultats.

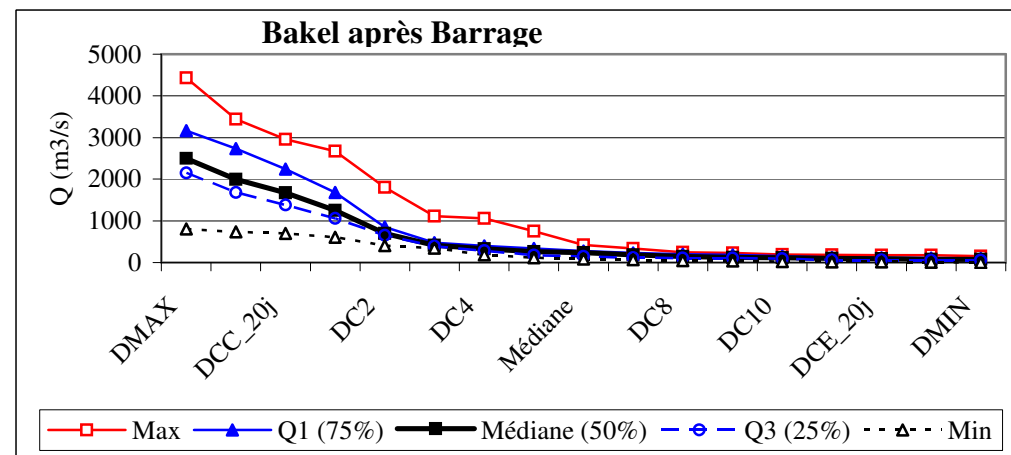
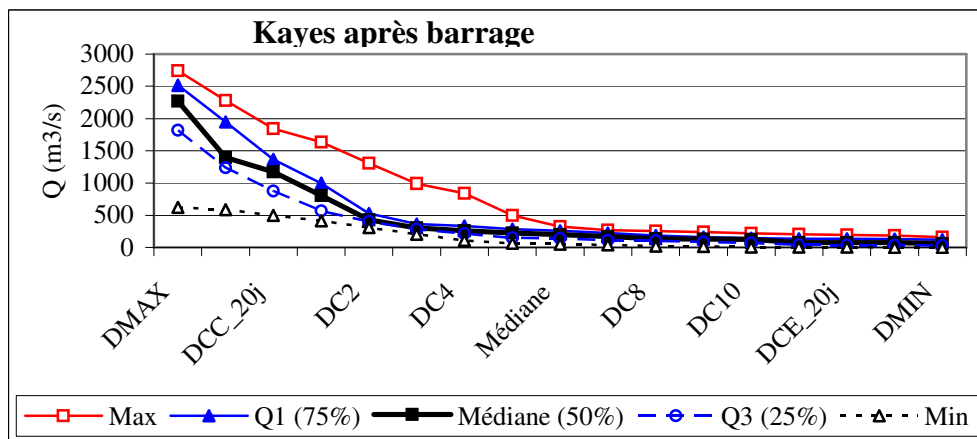
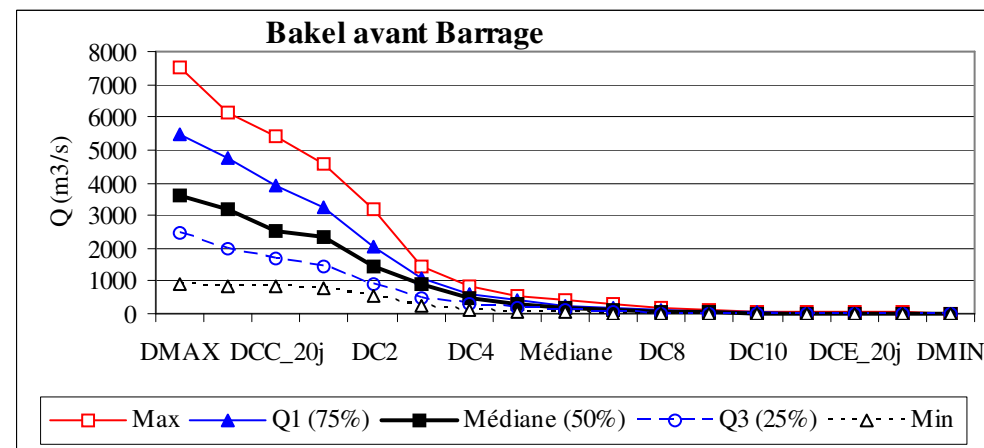
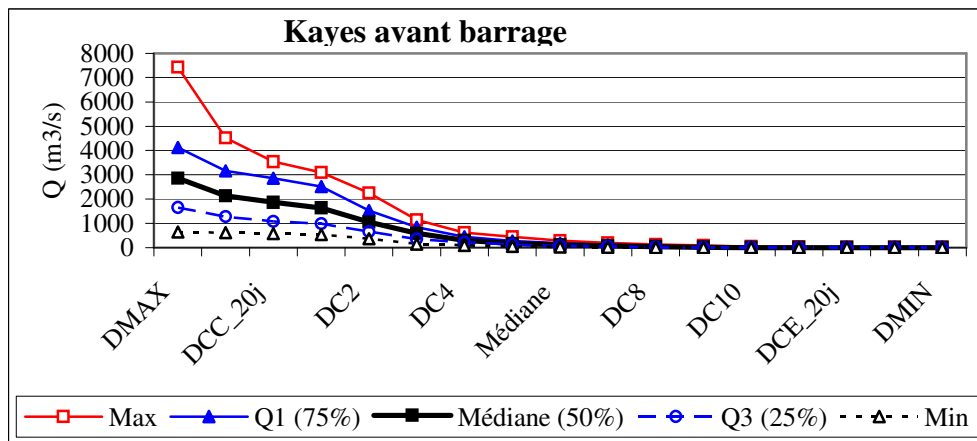
**Tableau 29 : Débits de crue et d'étiages à Kayes et Bakel avant et après barrage.**

#### KAYES

<b>Avant barrage</b>	<b>DMAX</b>	<b>DCC_10j</b>	<b>DCC_20j</b>	<b>DC1</b>	<b>DC2</b>	<b>DC3</b>	<b>DC4</b>	<b>DC5</b>	<b>Médiane</b>	<b>DC7</b>	<b>DC8</b>	<b>DC9</b>	<b>DC10</b>	<b>DC11</b>	<b>DCE_20j</b>	<b>DCE_10j</b>	<b>DMIN</b>
Moy	2972.9	2274.9	1908.3	1680.4	1128.8	607.3	332.4	195.8	123.4	75.5	44.5	22.5	10.2	4.7	3.4	2.7	1.9
Max	7435.0	4512.3	3539.5	3091.0	2251.6	1146.0	608.6	439.2	273.6	185.6	115.8	73.9	42.1	27.2	17.186	12.19	7.97
Q1 (75%)	4117.1	3163.7	2858.7	2517.8	1534.3	838.3	436.4	266.4	172.8	109.4	66.9	32.6	13.2	5.2	4.516	2.74	2.35
Médiane (50%)	2862.8	2121.4	1864.6	1637.0	1048.5	588.1	297.7	159.8	109.3	61.5	36.1	14.3	5.3	2.4	2.052	1.75	1.24
Q3 (25%)	1644.5	1278.9	1081.9	981.4	647.9	346.8	207.5	115.1	60.6	37.9	16.3	6.6	3.1	1.7	0.87	0.67	0.44
Min	636.7	612.7	577.5	533.4	352.8	140.1	96.3	49.9	22.3	11.2	6.0	3.7	2.0	0.1	0	0	0
<b>Après barrage</b>	<b>DMAX</b>	<b>DCC_10j</b>	<b>DCC_20j</b>	<b>DC1</b>	<b>DC2</b>	<b>DC3</b>	<b>DC4</b>	<b>DC5</b>	<b>Médiane</b>	<b>DC7</b>	<b>DC8</b>	<b>DC9</b>	<b>DC10</b>	<b>DC11</b>	<b>DCE_20j</b>	<b>DCE_10j</b>	<b>DMIN</b>
Moy	2076.7	1510.3	1179.3	865.7	563.8	400.9	310.0	223.6	191.2	163.7	142.8	129.4	116.6	92.1	87.4	82.7	72.8
Max	2742.8	2280	1845.2	1634	1307.4	993.2	840.2	496	322.0	269.6	253.5	238.3	219.4	205.4	195.5	185.4	160.7
Q1 (75%)	2518.1	1947.5	1363.1	999.0	530.5	364.5	334.8	282.2	257.1	224.2	185.7	160.7	143.6	135.8	132.3	129.8	117.2
Médiane (50%)	2270.2	1397.2	1169.6	805.9	430.3	306.2	257.7	225.5	199.67	169.9	134.1	129.6	125.5	77.05	73.5	72.6	59.0
Q3 (25%)	1821	1238.3	879.37	570.1	403.2	284.1	212.7	150.3	141.89	110.7	105.4	82.31	70.35	41.02	34.6	32.722	30.0
Min	622.4	589.7	498.9	416.1	308.9	203.8	108.6	65.4	51.6	41.6	18.5	13.0	5.1	3.7	2.7	2.3	0.6

#### BAKEL

<b>Avant barrage</b>	<b>DMAX</b>	<b>DCC_10j</b>	<b>DCC_20j</b>	<b>DC1</b>	<b>DC2</b>	<b>DC3</b>	<b>DC4</b>	<b>DC5</b>	<b>Médiane</b>	<b>DC7</b>	<b>DC8</b>	<b>DC9</b>	<b>DC10</b>	<b>DC11</b>	<b>DCE_20j</b>	<b>DCE_10j</b>	<b>DMIN</b>
Moy	4008.8	3400.2	2794.9	2373.9	1536.7	831.7	458.7	288.7	191.3	124.9	76.3	40.5	20.1	9.6	6.9	5.5	4.5
Max	7496.7	6154.4	5427.0	4545.0	3197.8	1473.0	816.7	524.9	395.1	274.1	188.5	127.2	71.2	47.4	38.4	34.9	28.8
Q1 (75%)	5496.6	4777.7	3914.9	3243.0	2030.3	1101.0	594.9	391.8	266.8	188.2	118.5	69.8	32.5	13.1	8.6	7.6	6.3
Médiane (50%)	3584.9	3201.9	2545.9	2368.0	1455.0	915.0	491.0	298.1	182.9	112.5	71.3	32.7	15.8	7.2	4.8	3.6	2.7
Q3 (25%)	2443.2	1960.2	1664.9	1441.0	920.7	497.9	290.9	187.3	108.6	65.9	23.5	6.3	0.7	0.2	0.1	0.0	0.0
Min	914.0	853.8	814.9	769.4	557.9	228.2	132.3	87.3	39.0	11.6	5.3	0.6	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>Après barrage</b>	<b>DMAX</b>	<b>DCC_10j</b>	<b>DCC_20j</b>	<b>DC1</b>	<b>DC2</b>	<b>DC3</b>	<b>DC4</b>	<b>DC5</b>	<b>Médiane</b>	<b>DC7</b>	<b>DC8</b>	<b>DC9</b>	<b>DC10</b>	<b>DC11</b>	<b>DCE_20j</b>	<b>DCE_10j</b>	<b>DMIN</b>
Moy	2641.7	2162.9	1783.8	1396.5	829.0	522.1	389.0	276.3	214.5	180.7	151.3	136.2	121.1	94.4	87.2	81.4	73.9
Max	4432.9	3440.6	2957.7	2674.0	1805.8	1110.0	1055.9	752.7	424.7	337.6	247.3	230.7	192.7	182.1	177.9	173.2	151.3
Q1 (75%)	3168.5	2738.8	2240.4	1682.0	849.3	475.3	396.1	333.7	272.6	227.0	200.9	186.9	150.7	124.1	113.7	106.0	100.6
Médiane (50%)	2503.6	1993.2	1669.8	1248.5	699.3	417.2	332.6	260.4	236.3	180.8	142.0	124.9	113.2	98.7	89.2	78.6	74.4
Q3 (25%)	2148.5	1682.7	1377.6	1060.8	651.5	389.7	284.6	173.0	143.7	118.5	111.2	107.1	94.6	60.8	59.0	56.5	52.6
Min	804.3	738.6	699.9	602.7	408.0	347.0	186.7	116.3	87.6	72.8	49.5	35.6	24.3	16.5	14.1	5.0	2.7



**Figure 36 : Variations des débits caractéristiques de crue et d'étiage (m<sup>3</sup>/s) à Bakel et Kayes.**

Pour les crues et étiages médians, le tableau 28 montre la nette influence du barrage de Manantali qui se traduit par une diminution de l'amplitude la crue par effet de laminage de la crue du Bafing. Pour la station de Bakel, c'est une diminution du débit médian de 1100 m<sup>3</sup>/s et pour Kayes de 600 m<sup>3</sup>/s. La diminution de l'amplitude la crue s'accompagne de celles des surfaces ennoyées par la crue et autorisant les cultures de décrues dans la vallée. Par contre les étiages sont nettement améliorés.

**Tableau 30 : Crue médiane et étiage minimum médian à Bakel et Kayes.**

Station	CRUE MEDIANE		ETIAGE MINIMUM MEDIAN	
	Avant barrage	Après barrage	Avant barrage	Après barrage
Bakel	3585	2504	2.7	74.4
Kayes	2863	2270	1.24	59

#### 4.2.3 Corrélations inter stations.

Les relations entre modules des stations d'un bassin versant donnent la possibilité d'une extension des chroniques de débits de courte durée pour une meilleure appréciation des écoulements et leur variabilité. Dans ce but une corrélation inter stations a été tentée entre les principales stations du bassin. Le tableau 29 en donne la synthèse. Les corrélations ont été entre :

- la station de Bakel et les stations du cours principal du Sénégal ;
- entre les stations d'un même affluent,
- et enfin entre les stations principales des affluents

Les relations sont assez bonnes comme le montre la valeur des coefficients de détermination ( $R^2$ ) dont la valeur la plus faible est entre les stations du Bakoye (69% seulement de la variance expliquée). Pour les autres stations la variance expliquée est supérieure à 82%. Nous donnons en annexe les graphes des différentes relations.

Tableau 31 : Corrélations entre les modules annuels des différentes stations du bassin.

Équations de régression	Coefficient de détermination ( $R^2$ )
$Q_{Kayes} (m^3/s) = 0.7247 * Q_{Bakel} + 1.0034$	0.9737
$Q_{Bafing Makana} (m^3/s) = 0.2983 * Q_{Bakel} + 87.61$	0.825
$Q_{Daka-Saidou} (m^3/s) = 0.2367 * Q_{Bakel} + 93.222$	0.8335
$Q_{Kidira} (m^3/s) = 0.3048 * Q_{Bakel} - 41.281$	0.9005
$Q_{Gourbassi} (m^3/s) = 0.2033 * Q_{bakel} - 12.936$	0.9416
$Q_{Oualia} (m^3/s) = 0.248 * Q_{Bakel} - 29.152$	0.8974
$Q_{Gourbassi} (m^3/s) = 0.6749 * Q_{kidira} + 14.263$	0.9687
$Q_{Daka-Saidou} = 0.7289 * Q_{Bafing Makana} + 36.898$	0.969
$Q_{Toukoto} (m^3/s) = 0.4057 * Q_{Oualia} + 9.0417$	0.6895

## 5 Conclusion

L'étude confirme l'hétérogénéité des données et des formats, la difficulté de les collecter mais aussi l'apparition de nouvelles données en relation avec la géomatique.

Le résultat du traitement montre au plan climatique que les températures croissent des contreforts du Fouta Djalou, au sud, en direction de la zone soudanienne et sahélienne, au nord. Il en est de même de tous les paramètres climatiques surtout de la demande évaporative que se soit l'évaporation Piche ou l'évapotranspiration Penman

De manière générale, le maximum pluviométrique se situe toujours en août (des décalages possibles en juillet ou septembre), les mois de juillet, août et septembre constituant le cœur de la saison

L'étude de normale pluviométrique montre une diminution importante des hauteurs pluviométriques fréquentielles, notamment en ce qui concerne les deux dernières normales (1961-1990 et 1971-2000)

Les averses sont de forme simple et les intensités sont généralement fortes.

Pour l'ensemble des stations du bassin, les moyennes trentenaires on note une répartition assez zonale des précipitations conformément au gradient pluviométrique décroissant sud-nord. La pluie au pas de temps journalier n'obéit pas à la logique latitudinale

Une persistance des caractéristiques de l'écoulement observée depuis la mise en service de barrage de Manantali (renforcement de l'étiage et réductions des caractères médians)

Les courbes hypsométriques individualisent trois secteurs bien distincts au niveau des bassins :

- la partie amont des bassins dont les surfaces occupent une faible portion des bassins ; elles représentent à 5 à 10% de la surface total
- la partie centrale qui représente près de 50% de la surface des bassins
- la partie aval dont l'importance dépend de la position de l'exutoire du bassin

D'une manière générale, la valeur des pentes décroît de l'amont vers l'aval passant de 4,61‰ à Balabori (km 1570) ; 0,49 ‰ à Daka-Saidou (km 1412) ; 0,15 ‰ Bafing Makana (km1299) ; à 0,07‰ à Bakel

Cette mise à jour permet donc une maîtrise des données et une meilleure compréhension des processus hydro climatologiques ; ce qui aidera à la réalisation du modèle.

## 6 Bibliographie

- Brunet-Moret Y. (1963). "Etudes générales des averses exceptionnelles en Afrique Occidentale. Rép. du Mali. Paris, CIEH-ORSTOM."
- Brunet-Moret Y. (1963). Etudes générales des averses exceptionnelles en Afrique Occidentale. Rép. du Sénégal. Paris, CIEH-ORSTOM.
- Brunet-Moret Y. (1964). "Etudes générales des averses exceptionnelles en Afrique Occidentale. Rép. de Mauritanie. Paris, CIEH-ORSTOM."
- Brunet-Moret Y. (1969). "Etude de quelques lois statistiques utilisées en "hydrologie". "Cah. ORSTOM, série Hydrologie Vol. VI, n° 3: 99.
- Brunet-Moret Y. (1971). "Etude de l'homogénéité des séries chronologiques de précipitations annuelles par la méthode des doubles masses." Cah. ORSTOM, série Hydrologie VIII, n° 4.
- Brunet-Moret Y. (1977). "Test d'homogénéité." Cah. ORSTOM, série Hydrologie XIV, n° 2: 119-129.
- Hiez G. (1977). "Homogénéisation des données pluviométriques." Cah. ORSTOM, sér. Hydrol. XIV N° 2.
- Hiez G. (1986). Bases théoriques du "vecteur régional". Les premières applications et leur mise en oeuvre informatique. "Propos recueillis par B. Pouyaud". Deuxièmes journées hydrologiques de l'ORSTOM à Montpellier : 1-35.
- Michel P. (1973). Les bassins des fleuves Sénégal et gambie. Etude géomorphologique. mémoire ORSTOM N° 63. Paris, Strasbourg: 810.
- Rochette C. (1974). Le bassin du fleuve Sénégal. Monographie hydrologique ORSTOM N°1. Paris: 450 pages.
- MERZOUG M. S. O., REIG L., VACCA G., 2003- La charte des eaux du fleuve Sénégal: une approche juridique et économique de résolution des compétitions entre usages de l'eau
- OMVS, 1998. - rapport de mission de recensement des ouvrages de prise d'eau sur le fleuve Sénégal
- OMVS, 1999. - Programme d'optimisation de la gestion des réservoirs de Diama et de Manantali (POGR). 6 composantes / IRD-FAC / ROCHE – ACDI / IDA
- Anne (I.), 1994. – « La retenue du barrage de Manantali. Contribution à l'atelier régional de l'I.U.C.N. sur les zones humides ». I.U.C.N/O.M.V.S., Bamako, avril 1994, 14 p.,
- Coly (A.), 1996.— Le système fluvio-lacustre du Guiers : études hydrologique et gestion quantitative intégrée. Thèse de doctorat 3 ème cycle, Dép. Géographie, Fac. Lettres et Sciences Humaines, Ucad, Dakar (Sénégal). 350 p., doc. multigr

Orange Didier. Hydroclimatologie du Fouta Djalon et dynamique actuelle d'un vieux paysage latéritique (Afrique de l'Ouest). Strasbourg : Institut de Géologie, 1992, 198 p. (Sciences Géologiques.Mémoires ; 93). Th. : Géol. - Géochim., ULP : Strasbourg, 1990/12/20

Dione Ousmane. Evolution climatique récente et dynamique fluviale dans les hauts bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Paris : ORSTOM, 1997, 427 p. (Thèses et Documents Microfichés ; 163). Th., Lyon 3, 1996/02

Bréhima COULIBALY, MODELISATION HYDROLOGIQUE DES BASSINS VERSANTS DU MALI A L'AIDE DU LOGICIEL GeoSFM Rapport de stage au Centre Régional AGRHYMET du 12 juin au 11 août 2006, 74 pages, CENTRE REGIONAL AGRHYMET (CRA) DIRECTION NATIONALE DE L'HYDRAULIQUE (DNH

Ndiaye Gora, 2005. -





## 7 Annexes

### Annexe 1 : liste des stations pluviométriques

	Code Station	Nom	Pays	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Debut_Activite
1	1170317000	DABOLA	Guinée	10.7500	-11.1167		1923
2	1170320000	DALABA	Guinée	10.7167	-12.2500		1933
3	1170335000	DINGUIRAYE	Guinée	11.3000	-10.7167		1922
4	1170524000	KANKAN	Guinée	10.3833	-9.3000		
5	1170587000	LABE	Guinée	11.3167	-12.3000		1923
6	1170617000	MALI	Guinée	12.1333	-12.3000		1931
7	1170618000	MAMOU	Guinée	10.3667	-12.0833		1922
8	1170720000	PITA	Guinée	11.0833	-12.2500		1925
9	1170768000	SIGUIRI	Guinée	11.4333	-9.1667		1922
10	1170842000	TOUGUE	Guinée	11.4333	-11.6667		1923
11	1170971700	BODIE	Guinée	11.0226	-12.0379		
12	1170971800	BOULIVEL	Guinée	10.6077	-12.1846		
13	1170971900	DIONFO	Guinée	11.3401	-12.0424		
14	1170972000	DITINN	Guinée	10.8851	-12.1697		
15	1170972100	KOURATONGA	Guinée	11.6220	-11.4292		
16	1170972200	DOUNE	Guinée	10.5298	-11.8762		
17	1170972300	GONGORE	Guinée	10.7624	-11.9416		
18	1170972400	KEGNEKO	Guinée	10.5412	-11.7742		
19	1170972500	KOIN	Guinée	11.2255	-11.7891		
20	1170972600	KOLLE	Guinée	11.5074	-11.5209		
21	1170972700	KONA	Guinée	11.4765	-11.8201		
22	1170972800	KONKOURE	Guinée	10.3051	-12.2419		
23	1170972900	KOUBIA	Guinée	11.5922	-11.8613		
24	1170973000	ARFANMOUSSAYA	Guinée	10.7762	-11.3284		
25	1170973100	NIAGARA	Guinée	10.7590	-11.7845		
26	1170973200	NOUSSY	Guinée	11.2702	-12.1972		
27	1170973300	OURE KABA	Guinée	10.1470	-11.6631		
28	1170973400	POREDAKA	Guinée	10.7235	-12.0642		
29	1170973500	SANNOU	Guinée	11.4192	-12.1066		
30	1170973600	SOKOTORO	Guinée	10.6593	-11.7570		
31	1170973700	SOUMBALAKO	Guinée	10.5069	-12.0699		
32	1170973800	SOYAH	Guinée	10.2960	-11.9966		
33	1170973900	TEGUEREYA	Guinée	10.8587	-11.7868		
34	1170974000	TIMBO	Guinée	10.6398	-11.8201		
35	1170974100	TOLO	Guinée	10.5321	-12.1502		
36	11709742000	MOMBEYA	Guinée	11.1876	-12.0608		
37	1270000100	BAMAKO – (ancien aéro)	Mali	12.6333	-8.0333	331	1919
38	1270000400	AMBIDEDI	Mali	14.5833	-11.7833	30	1951
39	1270001000	AOUROU	Mali	14.9667	-11.5833	65	1951

40	1270001600	BAFING MAKANA	Mali	12.5500	-10.2500	239	1963
41	1270001900	BAFOULABE	Mali	13.8000	-10.8333	104	1931
42	1270002500	BALLE	Mali	15.3333	-8.5833	285	1954
43	1270003000	BAMAKO - SENOU (Aéro)	Mali	12.5333	-7.9500	377	1975
44	1270003700	BANAMBA	Mali	13.5500	-7.3500	379	1933
45	1270004900	BANKOUMANA	Mali	12.2000	-8.2667	336	1960
46	1270005500	BATIMAKANA	Mali	13.2500	-9.3833	319	1962
47	1270008800	DIAMOU	Mali	14.1000	-11.2667	60	1951
48	1270009400	DILLY	Mali	15.0000	-7.6667	256	1963
49	1270011800	DOUNFING	Mali	12.6833	-8.0500	389	1953
50	1270012400	FALADYE	Mali	13.1333	-8.3500	337	1931
51	1270012700	FALEA	Mali	12.2667	-11.2833	455	1956
52	1270013300	FERENTOU MOU	Mali	12.5000	-8.1667	365	1954
53	1270014200	GALOUGO	Mali	13.8333	-11.0667	91	1951
54	1270015700	GOURBASSI	Mali	13.4000	-11.6333	79	1956
55	1270016300	GUENE - GORE	Mali	12.7333	-11.0167	240	1956
56	1270019300	KANGABA	Mali	11.9333	-8.4167	370	1939
57	1270020200	KATIBOUGOU	Mali	12.9333	-7.5333	326	1937
58	1270020500	KATI - HAUT	Mali	12.7333	-8.0667	430	1960
59	1270020800	KAYES	Mali	14.4333	-11.4333	46	1895
60	1270021700	KENIEBA	Mali	12.8500	-11.2333	136	1942
61	1270022900	KITA	Mali	13.0667	-9.4667	328	1931
62	1270023800	KOLOKANI	Mali	13.5833	-8.0333	399	1923
63	1270024700	KONIAKARY	Mali	14.5667	-10.9000	81	1955
64	1270026800	KOTERA	Mali	14.7667	-12.1667	27	1959
65	1270027700	KOUROUNINKOTO	Mali	13.8667	-9.5833	267	1951
66	1270028000	KOUSSANE	Mali	14.8833	-11.2333	96	1959
67	1270032200	MOURDIAH	Mali	14.4667	-7.4667	314	1930
68	1270033100	NARENA	Mali	12.2333	-8.6333	380	1965
69	1270033400	NANGUILA	Mali	12.1167	-8.2667	350	1960
70	1270034900	NIENEBALE	Mali	12.9167	-7.5000	290	1923
71	1270035800	NIORO DU SAHEL	Mali	15.2333	-9.6000	235	1919
72	1270036700	OUALIA	Mali	13.6000	-10.3833	130	1959
73	1270037600	OULOUMA	Mali	14.2000	-11.6000	173	1951
74	1270037900	OUSSOUBIDIAGNA	Mali	14.2500	-10.4667	259	1951
75	1270038800	SADIOLA	Mali	13.9000	-11.7000	120	1959
76	1270039100	SAGABARI	Mali	12.6000	-9.8000	332	1959
77	1270040300	SANDARE	Mali	14.7167	-10.3000	281	1954
78	1270041200	SEBEKORO	Mali	12.9500	-8.9833	360	1951
79	1270042400	SIRAKORO	Mali	12.6833	-9.2333	369	1951
80	1270043000	SOKOLO	Mali	14.7333	-6.1333	273	1936
81	1270046300	TOUKOTO	Mali	13.4500	-9.9000	177	1932
82	1270047200	YELIMANE	Mali	15.1167	-10.5667	97	1919
83	1300000100	NOUAKCHOTT	Mauritanie	18.1000	-15.9500	1	1930
84	1300000200	ADEL BAGROU	Mauritanie	15.5500	-7.0167	200	1978
85	1300000300	AGOUEINIT	Mauritanie	15.5667	-12.3333	0	1980
86	1300000400	AOUN EL ATROUSS	Mauritanie	16.7000	-9.6000	223	1946
87	1300000500	AGUEILAT	Mauritanie	16.4500	-12.8000	0	1977
88	1300000600	AIN-FARBA	Mauritanie	15.9333	-10.3833	226	1978
89	1300001000	ALEG	Mauritanie	17.0500	-13.9167	45	1921
90	1300001100	AMOURJ	Mauritanie	16.1000	-7.2167	280	1968
91	1300001400	BABABE	Mauritanie	16.3500	-13.9667	82	1978
92	1300001600	BOGHE	Mauritanie	16.5667	-14.2833	11	1919
93	1300001700	BARKEOL	Mauritanie	16.6333	-12.5000	200	1978

94	1300001900	BOUTILIMIT	Mauritanie	17.5333	-14.6833	77	1921
95	1300002100	BOUMDEID	Mauritanie	17.4333	-11.3500	200	1980
96	1300002300	DAR EL BARKA	Mauritanie	16.6833	-14.6833	8	1971
97	1300002400	DJIGUENI	Mauritanie	15.7333	-8.6667	222	1971
98	1300002700	DJADJIBINE	Mauritanie	15.7500	-11.4833	0	?
99	1300003000	GHORFA (AVAL)	Mauritanie	15.5167	-12.7000	0	1979
100	1300003100	KAEDI 1	Mauritanie	16.1333	-13.5167	33	1919
101	1300003400	KANKOSSA	Mauritanie	15.9500	-11.5000	70	1953
102	1300003700	KIFFA	Mauritanie	16.6333	-11.4000	115	1922
103	1300004000	M'BOUT	Mauritanie	16.0333	-12.6167	44	1921
104	1300004100	MAGHAMA	Mauritanie	15.5000	-12.8333	21	1978
105	1300004300	MEDERDRA	Mauritanie	16.9167	-15.6667	25	1931
106	1300004500	MONGUEL	Mauritanie	16.4333	-13.1667	43	1978
107	1300004600	MOUDJERIA	Mauritanie	17.9333	-12.3500	0	1910
108	1300005800	ROSSO	Mauritanie	16.5000	-15.8167	5	1934
109	1300006100	SELIBABY	Mauritanie	15.2333	-12.1667	60	1933
110	1300006200	SOUFFA	Mauritanie	15.9333	-12.0167	73	1980
111	1300006400	TAMCHAKETT	Mauritanie	17.2667	-10.7167	190	1931
112	1300006700	TICHITT	Mauritanie	18.4500	-9.5167	161	1921
113	1300007000	TIDJIKJA	Mauritanie	18.5667	-11.4333	396	1921
114	1300007200	TINTANE	Mauritanie	16.3833	-10.1667	183	1971
115	1300007400	TOUIL	Mauritanie	15.5167	-10.1333	274	1978
116	1300010000	ZRAVIA	Mauritanie	16.4667	-10.7000	396	1978
117	1300285500	BOUSTEILLA	Mauritanie	15.5667	-8.1000	274	1980
118	1300344000	DAFORT	Mauritanie	15.5833	-12.1500	68	1980
119	1300456500	GUERROU	Mauritanie	16.8000	-11.8333	200	1978
120	1300463000	HASSI-CHEMS	Mauritanie	15.9500	-12.2667	0	1980
121	1300595000	M'BAGNE	Mauritanie	16.1500	-13.7833	15	1978
122	1300596000	M'BEIKA	Mauritanie	17.9833	-12.2667	0	1979
123	1300740000	OULD YENGE	Mauritanie	15.5333	-11.7167	57	1980
124	1380000400	BAKEL	Sénégal	14.9000	-12.4667	25	1918
125	1380000700	BALA	Sénégal	14.0167	-13.1667	61	1962
126	1380001300	BARKEDJI	Sénégal	15.2833	-14.8667	15	1947
127	1380003100	DAGANA	Sénégal	16.5167	-15.5000	5	1918
128	1380007300	FANAYE DIERI	Sénégal	16.5333	-15.2167	10	1961
129	1380007900	FONGOLIMBY	Sénégal	12.4167	-12.0167	396	1963
130	1380009400	GOUDIRY	Sénégal	14.1833	-12.7167	59	1940
131	1380010000	HAERE LAO	Sénégal	16.4000	-14.3167	11	1961
132	1380012400	KEDOUGOU	Sénégal	12.5667	-12.2167	178	1918
133	1380013000	KIDIRA	Sénégal	14.4667	-12.2167	35	1918
134	1380015100	LINGUERE	Sénégal	15.3833	-15.1167	20	1933
135	1380016300	MATAM	Sénégal	15.6500	-13.2500	15	1918
136	1380021400	PODOR	Sénégal	16.6500	-14.9667	6	1904
137	1380021700	RANEROU	Sénégal	15.3000	-13.9667	33	1963
138	1380023800	SARAYA	Sénégal	12.7833	-11.7833	186	1948

## Annexe 2 : caractéristiques statistiques des pluies annuelles (mm).

Nom	MOYENNE	ECART-TYPE	MAXIMUM	75%	MEDIANE (50%)	25%	MINIMUM	COEF. VARIATION
MAMOU	1884,4	281,4	2801,0	2057,3	1841,9	1713,3	1248,0	0,15
LABE	1625,1	234,6	2159,0	1795,5	1546,7	1437,5	1309,8	0,14
MALI	1624,4	225,0	2198,0	1730,5	1614,0	1473,4	1237,0	0,14
TOUGUE	1574,5	271,8	2340,0	1734,4	1559,0	1362,2	1056,0	0,17
DABOLA	1521,2	220,0	2007,0	1696,6	1490,8	1337,3	1138,9	0,14
FALEA	1433,4	245,9	2162,6	1592,3	1442,2	1258,2	871,1	0,17
DINGUIRAYE	1376,2	198,8	2030,0	1498,0	1371,6	1253,4	999,5	0,14
SIGUIRI	1275,4	245,3	1994,0	1440,0	1267,3	1096,0	862,2	0,19
KEDOUGOU	1250,8	233,6	2160,1	1358,1	1230,6	1111,0	771,6	0,19
GUENE - GORE	1246,4	194,7	1598,5	1416,3	1267,3	1094,7	810,1	0,16
NARENA	1243,2	202,3	1806,2	1393,9	1247,3	1098,1	673,1	0,16
FONGOLIMBY	1240,5	217,3	1787,9	1420,2	1261,0	1085,7	748,7	0,18
KENIEBA	1230,3	230,3	1913,7	1355,0	1213,2	1083,3	647,3	0,19
BAFING MAKANA	1190,0	174,7	1523,1	1331,1	1191,7	1048,7	776,4	0,15
SAGABARI	1151,6	185,9	1484,3	1317,4	1159,0	1011,0	754,6	0,16
SARAYA	1129,0	296,9	2620,2	1276,2	1108,6	998,6	378,0	0,26
KANGABA	1066,9	185,3	1674,6	1184,1	1060,8	956,4	594,2	0,17
SIRAKORO	1040,3	203,7	1474,1	1179,1	1057,0	926,1	177,5	0,20
KITA	1031,7	198,5	1619,8	1142,2	1010,8	893,8	635,0	0,19
SEBEKORO	1027,3	200,2	1750,5	1148,5	1029,5	889,5	671,2	0,19
BAMA KO - SENOU	1026,2	154,2	1312,9	1158,2	1043,4	907,3	629,5	0,15
BANKOUMANA	1023,8	166,7	1321,2	1154,6	1026,2	910,9	493,1	0,16
SADIOLA	1002,9	186,5	1475,4	1151,0	1016,2	886,0	568,4	0,19
DOUNFING	993,9	162,7	1402,0	1129,1	988,0	870,8	648,2	0,16
FERENTOU MOU	953,0	153,0	1377,4	1074,8	943,8	839,2	621,3	0,16
FALADYE	947,6	175,9	1396,7	1065,4	943,3	829,7	555,9	0,19
KATI - HAUT	917,7	173,9	1287,3	1064,5	925,1	805,7	419,3	0,19
GOURBASSI	912,8	161,4	1325,9	1026,1	919,0	795,6	542,3	0,18
OUALIA	899,8	152,5	1238,7	1022,5	910,4	793,0	524,8	0,17
OULOUMA	862,3	181,3	1761,9	957,7	852,8	752,0	483,1	0,21
BAFOULABE	859,1	176,8	1503,8	950,4	843,9	750,7	508,1	0,21
NANGUILA	851,1	125,1	1077,9	959,7	856,6	754,2	549,5	0,15
TOUKOTO	846,2	157,0	1183,5	987,5	842,3	749,0	418,9	0,19
KATIBOUGOU	846,0	153,0	1360,0	939,3	840,5	751,6	521,8	0,18
NIENEBALE	844,3	154,4	1240,1	952,4	838,2	735,8	550,1	0,18
GALOUGO	839,1	139,4	1240,6	932,4	852,6	743,9	532,5	0,17
BATIMAKANA	824,3	120,9	1045,3	935,0	830,7	722,7	532,9	0,15
KOUROUNINKOTO	800,5	124,8	1018,9	902,7	818,8	701,5	484,9	0,16
KOLOKANI	784,2	154,9	1225,9	862,3	782,9	669,8	475,1	0,20
OUSSOUBIDIAGNA	757,0	135,7	1274,4	850,0	746,4	662,9	491,3	0,18
BANAMBA	735,7	160,5	1173,2	850,8	733,4	613,9	411,7	0,22
DIAMOU	703,4	126,6	1121,0	800,2	692,5	610,2	455,3	0,18
KAYES	696,9	160,8	1153,8	799,8	679,2	595,5	393,4	0,23
SANDARE	687,7	128,3	1041,0	782,0	690,6	605,0	304,3	0,19
KONIAKARY	683,4	129,4	1247,7	768,9	692,8	599,8	309,0	0,19
KIDIRA	667,0	190,4	1273,0	767,7	646,7	515,9	318,5	0,29
AMBIDEDI	664,3	125,5	1018,0	752,7	656,1	575,0	359,9	0,19
KOUSSANE	592,6	108,3	956,8	675,1	592,3	513,9	354,7	0,18
SELIBABY	565,0	170,3	1099,2	650,7	565,8	444,9	185,3	0,30
BAKEL	507,7	122,9	902,5	574,5	513,6	427,6	234,6	0,24
MOURDIAH	499,6	127,1	814,1	579,4	509,0	423,6	172,1	0,25
SOKOLO	459,6	114,3	864,7	528,1	456,4	395,9	168,9	0,25
MATAM	429,6	153,7	1101,0	520,1	430,5	331,3	151,0	0,36
M'BOUT	364,2	117,0	652,1	438,7	357,3	276,7	118,8	0,32
KAEDI I	350,3	115,9	762,0	408,1	341,3	283,2	112,6	0,33
KANKOSSA	349,3	104,1	563,1	412,7	361,2	282,2	112,3	0,30
BALLE	334,0	79,4	625,1	369,0	329,0	279,2	148,1	0,24

KIFFA	312,8	117,9	662,5	390,0	311,4	218,7	104,6	0,38
BOGHE	283,8	89,0	585,9	336,1	278,7	232,9	91,4	0,31
ROSSO	265,3	95,6	611,8	323,8	263,9	210,9	52,9	0,36
DAGANA	263,7	110,8	795,0	320,3	254,0	195,0	53,0	0,42
ALEG	257,3	99,2	616,8	307,9	250,7	189,8	86,1	0,39
PODOR	254,3	115,9	770,0	316,8	247,5	177,0	61,0	0,46
SAINT LOUIS AERO	248,3	95,9	515,0	315,5	236,0	182,0	49,0	0,39
MEDERDRA	224,2	84,1	470,5	272,1	219,0	162,3	73,7	0,38
MOUDJERIA	219,3	90,7	535,0	254,2	215,2	159,4	55,1	0,41
BOUTILIMIT	167,3	74,1	405,8	205,5	162,1	121,6	38,7	0,44
TIDJIKJA	134,8	66,1	427,5	167,3	129,1	94,2	33,8	0,49

### Annexe 3 : Pluies annuelles fréquentielles (mm) de 1923-2004.

Fréquence	Récurrences sèches					Médiane	récurrences humides				
	0,01	0,02	0,05	0,1	0,2		0,5	0,8	0,9	0,95	0,98
Récurrence (ans)	100	50	20	10	5	2	5	10	20	50	100
Mamou	1319,5	1360,6	1435,7	1514,9	1624,0	1860,8	2116,0	2251,8	2364,0	2489,8	2573,3
Labé	1316,7	1323,6	1341,2	1366,7	1413,8	1564,2	1801,3	1959,6	2107,4	2291,5	2424,3
Mali	1257,1	1275,1	1312,3	1356,6	1424,7	1595,5	1808,0	1931,3	2037,9	2162,3	2247,5
Dabola	1146,5	1165,6	1204,5	1250,2	1319,5	1490,2	1699,2	1819,2	1922,5	2042,4	2124,2
Tougué	1082,5	1118,0	1184,2	1255,9	1356,9	1582,6	1833,3	1969,0	2082,3	2210,4	2295,9
Dinguiraye	1010,0	1033,2	1077,5	1126,4	1196,7	1357,9	1541,3	1642,1	1726,9	1823,5	1888,3
Falea	929,0	969,0	1040,4	1114,0	1213,5	1423,9	1644,9	1760,6	1855,5	1961,2	2030,9
Siguiri	872,5	892,6	933,8	982,6	1057,4	1243,8	1474,5	1607,9	1723,1	1857,3	1949,0
Kedougou	808,4	836,6	890,2	949,2	1033,7	1226,2	1444,2	1563,7	1664,0	1778,1	1854,6
Bafing Makana	783,0	826,9	897,6	963,5	1044,9	1197,5	1339,6	1408,9	1463,5	1522,3	1560,1
Narena	758,4	810,2	893,8	971,8	1068,3	1249,7	1418,9	1501,4	1566,6	1636,8	1681,9
Guene-Gore	755,4	816,7	910,3	993,1	1090,6	1262,5	1412,8	1483,2	1537,7	1595,4	1632,0
Sagabari	740,6	781,4	849,0	914,0	996,2	1155,9	1309,8	1386,3	1447,3	1513,7	1556,7
Kéniéba	732,4	774,3	847,6	921,7	1020,1	1223,4	1432,1	1539,9	1627,6	1724,7	1788,3
Bamako ancien aero	708,9	728,4	766,4	808,9	870,7	1014,8	1181,5	1274,2	1352,5	1442,0	1502,3
Sebekoro	682,5	701,0	738,1	781,2	845,9	1003,2	1193,1	1301,3	1394,0	1501,2	1574,1
Dounfing	664,3	690,9	738,1	786,6	851,9	989,1	1132,4	1207,2	1268,4	1336,5	1381,3
Kita	664,0	686,5	729,7	778,0	847,9	1009,9	1196,3	1299,5	1386,6	1486,0	1552,9
Kangaba	661,2	695,5	755,3	815,7	895,8	1060,9	1229,9	1317,1	1387,9	1466,3	1517,7
Bamako Senou(aero)	645,0	691,2	762,5	826,2	902,0	1037,6	1157,6	1214,4	1258,4	1305,3	1335,1
Ferentoumou	643,2	667,7	711,5	756,8	818,0	947,5	1083,7	1155,0	1213,6	1278,8	1321,8
Faladye	578,3	610,2	665,6	721,2	794,6	944,8	1097,6	1176,2	1239,9	1310,2	1356,3
Gourbassi	565,2	595,9	648,7	701,2	770,1	909,7	1050,3	1122,1	1180,2	1244,2	1285,9
Sadiola	555,1	604,8	683,9	756,9	846,0	1011,1	1162,7	1236,0	1293,5	1355,3	1394,9
Niènebale	554,9	574,4	611,0	650,7	707,0	833,6	974,9	1051,8	1116,0	1188,7	1237,3
Bankoumana	546,0	616,8	717,7	801,1	893,5	1044,3	1165,8	1220,1	1261,0	1303,4	1329,7
Nanguila	545,0	581,1	637,4	688,2	749,2	859,5	958,4	1005,5	1042,2	1081,3	1106,3
Katibougou	538,0	561,3	603,6	647,8	708,3	838,3	977,1	1050,6	1111,1	1178,8	1223,6
Oualia	537,3	577,2	640,9	699,8	772,1	906,6	1030,7	1090,8	1138,1	1189,0	1221,5
Bafoulabé	530,6	551,2	590,7	634,6	697,7	843,0	1009,1	1100,6	1177,7	1265,5	1324,5
Galougo	525,5	556,4	607,6	656,9	719,4	841,1	958,6	1017,2	1063,9	1114,7	1147,7
Oulouma	519,6	541,1	582,3	627,9	693,6	844,8	1017,4	1112,6	1192,7	1284,0	1345,3
Batimakana	517,0	555,7	614,5	666,5	727,4	834,6	927,9	971,5	1005,3	1041,0	1063,5
Oussoubidiagna	503,1	519,5	550,6	584,8	633,8	745,5	872,0	941,4	999,6	1065,8	1110,2
Kolokani	488,9	509,4	547,5	588,5	646,1	774,1	915,4	991,6	1055,2	1126,9	1174,7
Saraya	485,2	532,5	618,7	709,5	834,6	1105,5	1397,2	1552,3	1680,4	1824,0	1919,2
Fongolimby	484,4	589,2	740,8	867,6	1009,8	1245,2	1437,9	1524,7	1590,5	1659,0	1701,7
Toukoto	477,4	516,2	579,2	638,4	711,9	851,2	982,1	1046,2	1096,9	1151,7	1187,0
Kati-haut	465,8	523,0	609,8	686,0	775,2	931,5	1067,1	1130,3	1179,1	1230,7	1263,3
Diamou	464,2	480,6	511,4	544,7	591,6	696,5	813,0	876,1	928,7	988,2	1028,0
Kourouninkoto	454,9	504,4	576,0	636,1	703,5	815,3	907,1	948,5	979,8	1012,5	1032,9
Sirakoro	449,6	535,7	659,1	761,5	875,3	1061,8	1212,9	1280,6	1331,7	1384,7	1417,7
Banamba	428,8	450,3	490,3	533,1	593,1	725,7	871,4	949,9	1015,1	1088,7	1137,7
Goudiry	414,1	441,1	486,9	531,9	590,0	705,8	820,4	878,3	924,9	975,9	1009,1
Kayes	402,0	420,5	455,9	495,2	551,9	682,6	832,3	914,8	984,4	1063,7	1117,0
Ambidedi	398,5	420,6	459,3	498,6	551,2	660,5	773,4	831,9	879,6	932,5	967,3

Koniakary	377,3	404,7	451,5	497,8	558,1	679,3	800,3	861,8	911,4	965,9	1001,5
Koussane	374,1	390,9	421,0	452,5	495,5	587,5	685,5	737,2	779,8	827,4	858,9
Sandare	372,4	407,0	462,2	513,2	575,8	692,3	799,7	851,8	892,7	936,7	964,9
Kidira	337,0	355,2	391,5	433,3	495,6	645,6	824,8	926,3	1013,0	1113,0	1180,9
Balla	334,9	384,0	454,7	513,8	579,9	689,0	778,0	818,1	848,4	879,9	899,6
Yélimané	316,3	325,6	345,7	370,8	411,1	517,7	658,0	742,1	816,2	904,0	964,8
Nioro du Sahel	261,4	276,3	306,3	341,0	393,0	519,1	671,0	757,3	831,2	916,7	974,8
Bakel	256,1	275,7	310,8	347,3	396,8	502,2	613,6	672,1	720,2	773,9	809,4
Selibaby	211,7	239,6	289,3	340,6	410,0	556,8	711,1	792,0	858,3	932,2	980,9
Sokolo	208,1	229,8	267,5	305,2	354,9	456,5	559,7	612,7	655,6	703,0	734,0
Mourdiah	196,2	228,9	281,5	330,5	390,8	504,0	609,1	660,3	700,7	744,2	772,1
Balle	172,2	184,0	205,5	228,3	259,9	329,0	403,9	444,0	477,1	514,4	539,2
Matam	165,2	179,2	207,5	240,4	289,9	410,3	556,0	639,1	710,4	792,8	848,9
M'bout	129,2	147,4	180,0	214,0	260,3	359,1	463,9	519,2	564,6	615,3	648,9
Kaedi1	125,4	141,4	170,7	201,9	245,2	340,1	443,4	498,6	544,4	595,9	630,2
Kankossa	115,5	138,4	176,4	213,1	259,6	350,4	438,3	482,1	517,1	555,2	579,8
Kiffa	110,3	121,1	142,9	168,1	205,9	297,9	408,8	471,9	526,0	588,6	631,1
Boghe	98,7	113,8	140,6	167,9	204,6	281,3	361,1	402,6	436,5	474,2	499,0
Aleg	90,3	98,7	116,0	136,4	167,4	244,1	338,5	392,8	439,6	494,1	531,2
Aioun el atrouss	83,6	94,0	113,8	135,7	167,1	239,2	321,3	366,4	404,4	447,6	476,6
Mederdra	78,9	86,8	102,7	120,9	148,3	214,3	293,5	338,4	376,9	421,3	451,4
Rosso	71,5	86,1	112,7	140,4	178,4	260,0	347,1	393,2	431,2	473,7	501,8
Podor	67,9	76,8	95,2	117,3	151,7	239,0	349,1	413,5	469,4	534,8	579,7
Dagana	67,7	78,7	100,6	125,7	162,9	251,7	357,1	416,6	467,2	525,6	565,1
Moudjeria	63,0	71,4	88,4	108,0	137,4	208,6	294,4	343,1	384,8	433,0	465,8
Saint Louis Aero	61,1	74,9	99,9	126,5	163,1	243,0	329,5	375,6	413,8	456,6	485,0
Tamchakett	60,2	69,5	87,5	107,8	137,5	206,9	287,7	332,7	370,8	414,4	443,9
Boutilimit	41,7	48,2	61,3	76,7	100,1	157,7	228,1	268,6	303,4	343,8	371,3
Tidjikja	36,0	39,7	48,0	58,5	75,7	122,5	185,8	224,3	258,5	299,3	327,8
Tichitt	11,0	15,5	24,1	33,5	46,8	76,9	110,8	129,2	144,7	162,2	173,9
Nouakchott	10,9	16,2	26,7	38,7	56,6	99,3	150,2	178,8	203,3	231,5	250,6

## **Annexe 4 : Description des stations hydrométriques du Bafing en Guinée (Kane, 2005)**

### **1- Bassin du Bafing**

Le réseau hydrologique du Bafing est à ce jour notoirement sous-équipé. Seule la station de Sokotoro est fonctionnelle. Les affluents comme la Téné et la Kioma ne sont plus suivis. Il faut donc réhabiliter les anciennes stations et les moderniser.

Initialement, ce réseau hydrologique se présentait comme suit :

#### **➤ Bafing au PK 17 :**

Cette station a été installée pour la première fois en 1954 par le Service des Eaux et Forêts. Elle a fonctionné de façon épisodique de 1967 à 1984.

#### **➤ Bafing à Bouréya : N° 2301004**

La station est créée le 18 avril 1969 par le Service de l'Hydraulique (S.H) dans le cadre du projet OERS à environ 100m en aval du passage à gué de la piste Bouréya Horé-Maouba sur la rive droite du Bafing. Il représente la station qui ferme le réseau en territoire guinéen Elle est constituée de 5 échelles d'une hauteur totale de 7m (0-1 ; 1-2 ; 2-4 ; 4-6 ; 6-7).

En 1971 les niveaux envoyés à la Direction Générale de l'Hydraulique par l'observateur sont erronés et n'ont pas été publiés.

Il en est de même pour ceux de 1972.

Le problème d'observateur est difficile à résoudre à cause de l'éloignement et de l'inaccessibilité de la station.

La station a été étalonnée par 31 jaugeages effectués du 25 Mai 1970 au 12 Octobre 1970.

#### **➤ Kioma à Trokoto : N° 2301402**

La station fut installée en aval de la confluence Kolloun-Kioma le 19 Mai 1955 par la Compagnie des Travaux Hydro Agricoles (COTHA), une Société française qui évolué dans les années 50 dans le bassin de la Kioma. Cette dernière l'exploita jusqu'en Décembre 1955. Elle comptait un limnimètre de 8m en 4 échelles et un limnigraphe à pression.

Elle fut rééquipée en 1969 par Energoprojekt qui y installa un limnigraphe à flotteur Hydrométéorologique et un limnimètre. Depuis Novembre 1969 le service Hydraulique exploite le limnimètre.

#### **➤ Kioma à Ley-Kioma : N° 2301404**

La station a été créée et exploitée en 1955 par la COTHA.

En 1969, elle fut rééquipé par Energoprojekt. Et depuis novembre 1969, elle est administrée par le S.H.

#### **Bafing à Sokotoro : N°2301001**

Le premier limnimètre fut installé le 13 juin 1967 par Motor-Columbus sur la culée rive droite du pont de la route Mamou-Dabola sur le Bafing.



Il était constitué d'une échelle muette de type "Suisse". Le 29 Mai 1971, ce limnimètre fut remplacé par un autre installé à 400m en aval du pont à l'emplacement de l'ancien bac.

Il se compose de 4 échelles (0-1 ; 1-2 ; 2-1 ; 4-6).

Les 2 limnimètres ont été étalonnés au cours d'une campagne de jaugeages du 10 Juin au 28 Septembre 1971. Il en résulte deux courbes différentes, Sokotoro I pour l'ancienne échelle et Sokotoro II pour la nouvelle.

### **Téné à Bébélé : N° 2301301**

La station a été installée le 20 Avril 1970 dans le cadre du projet OERS au pied des chutes de la Téné à Bébélé. Elle comporte un limnimètre de 9m en 6 échelles (0-1 ; 1-3 ; 3-5 ; 5-6 ; 6-7 ; 7-9) et un limnigraphe à pression Neyrpic. Les observations sont très régulières et le limnigraphe à déroulement électrique n'a pas toujours fonctionné.

#### ➤ **Bafing à Balabori : N° 2301003**

La station a été installée le 19 Mars 1969 par le Service de l'Hydraulique dans le cadre du projet OERS à une douzaine de mètres en amont du bac de la route Tougué-Dinguiraye, sur la rive gauche de Bafing.

Elle est constituée de 8 échelles d'une hauteur totale de 11m (0-1 ; 1-3 ; 3-5 ; 5-6 ; 6-7 ; 7-8 ; 8-9 ; 9-11m).

La station comporte en outre un limnigraphe à pression de type Neyrpic à déroulement électrique qui n'a pas toujours fonctionné.

### **Kioma à Téliko N° 2301403**

Une première station a été installée le 13 Mai 1955 au pont sur la Kioma de la route de Labé-Tougué par la COTHA. Elle se composait de 4 échelles (0-2 ; 2-4 ; 4-4 ; 6-6 ; 6-8) et d'un limnigraphe à pression Neyrpic. Elle fut observée de Mai à Décembre 1955 puis abandonnée jusqu'en Novembre 1969. Le Service de l'Hydraulique assure l'exploitation du limnimètre depuis cette date. Elle fut rééquipée en 1969 par Energoprojekt qui y installa un limnigraphe à flotteur hydrométéorologique et un limnimètre.

Depuis Novembre 1969, le Service Hydraulique exploite le limnimètre.

#### ➤ **Kioma à Salouma : N° 2301401**

La station fut installée le 19 Février 1955 par la COTHA et comptait un limnigraphe à pression et un limnimètre de 8m en 4 échelles (0-2 ; 2-4 ; 4-6 ; 6-8). Elle fut exploitée en 1969 par l'Energoprojekt.

Un limnimètre de 8m et un limnigraphe à flotteur du type hydrométéorologique furent exploités par Energoprojekt jusqu'en novembre 1969. Depuis cette date, le limnimètre est exploité par le Service de l'Hydraulique.

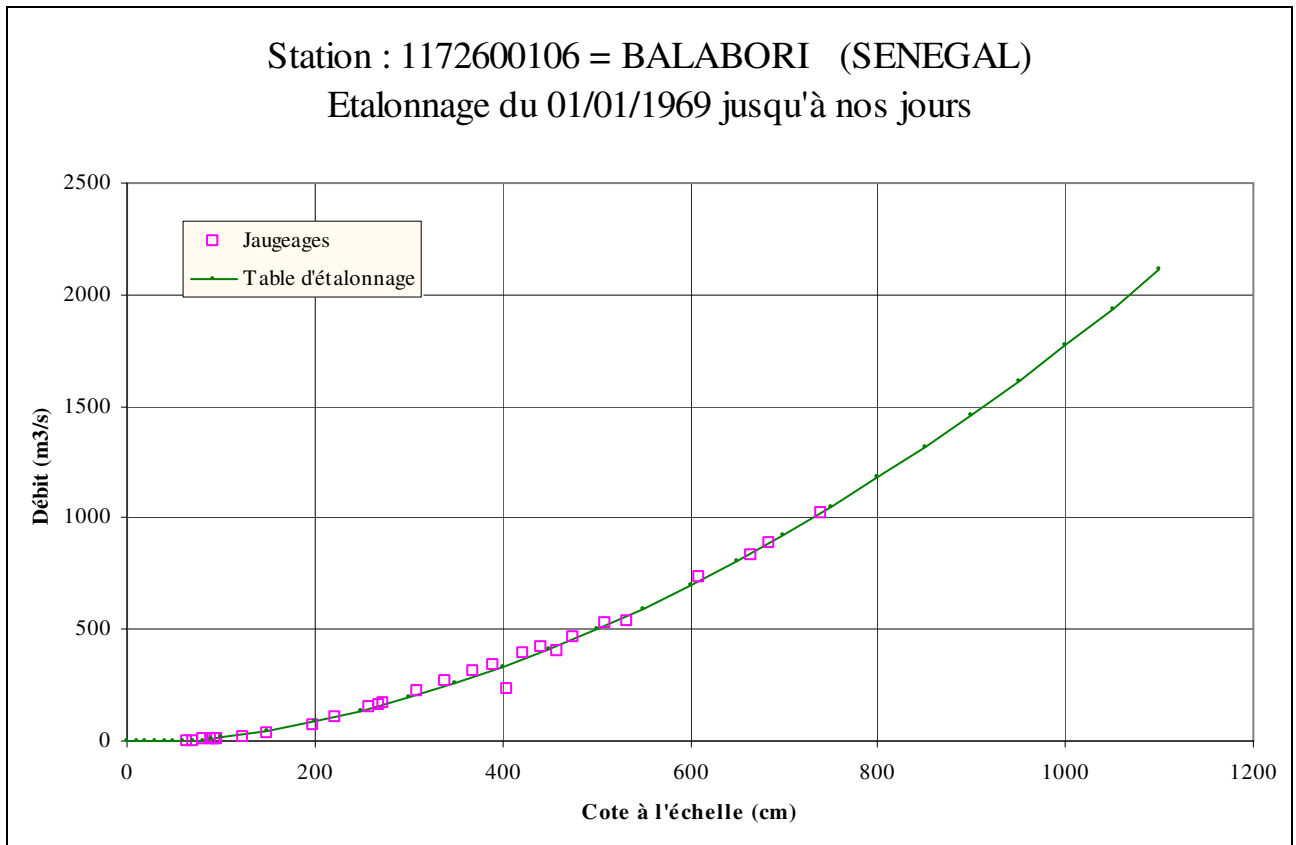
#### ➤ **Dombélé à Fatako**

La station a été créée par le Service hydrologique en 1986 et n'a cependant pas été exploitée

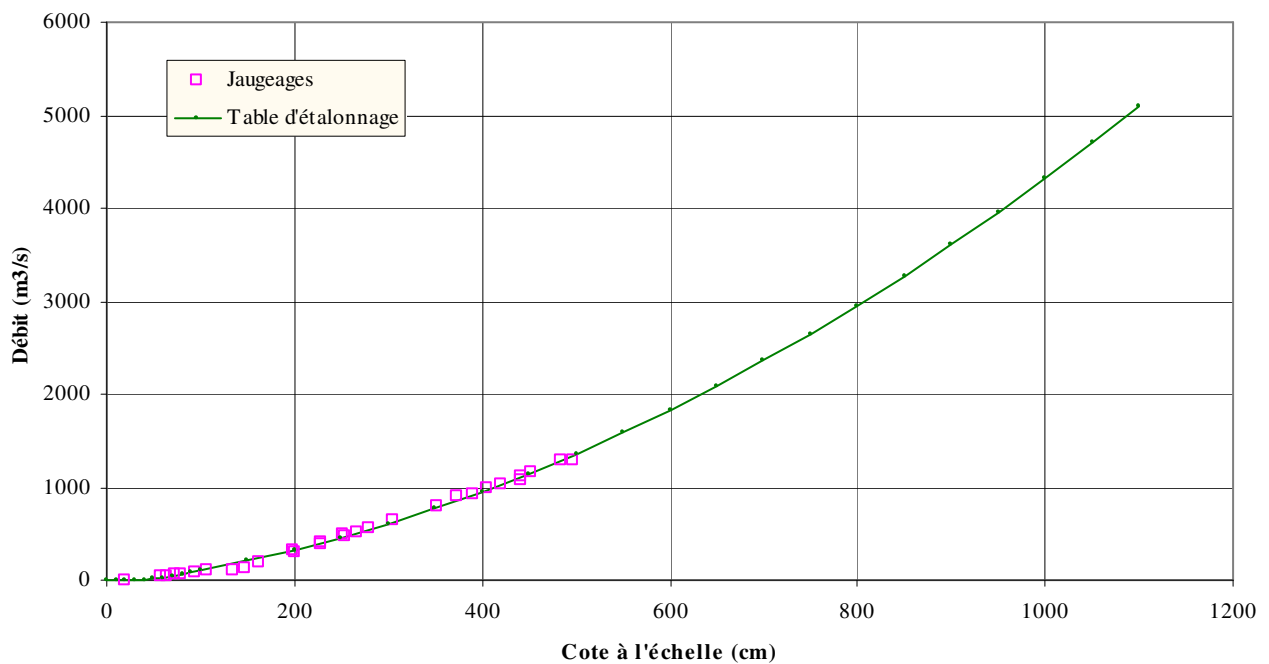
## **2- Bassin de la Falémé et du Bakoye**

Il n'a jamais existé de stations hydrométriques dans ces sous bassins en territoire guinéen. L'étude de réhabilitation du réseau en cours a, entre autre pour objectif, d'en proposer un pour ces deux branches du Fleuve Sénégal.

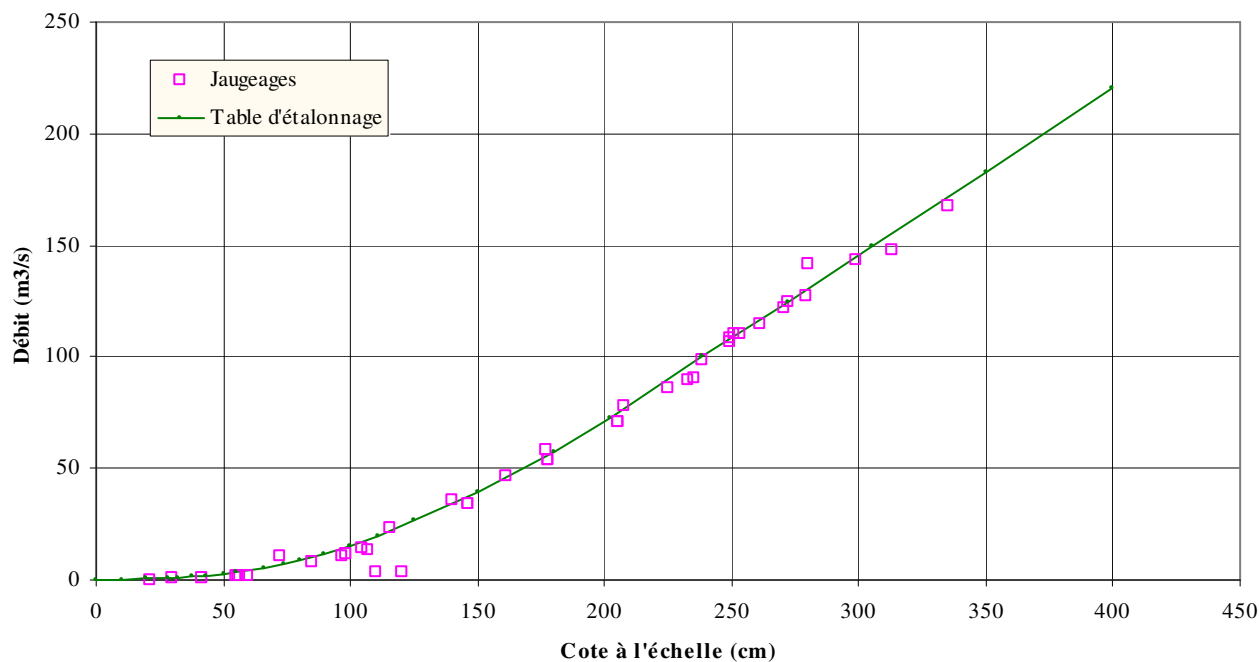
**Annexe 5 : courbes d'étalonnage des stations hydrométriques du haut bassin (Guinée)**



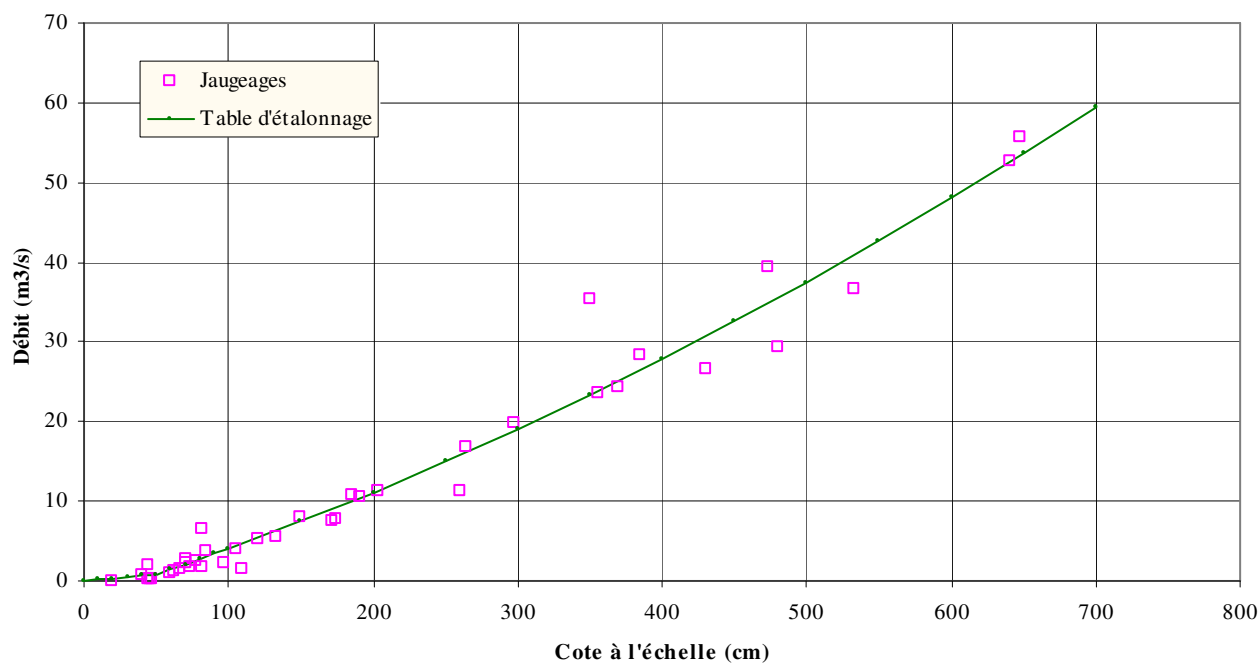
Station : 1172600108 = BOUREYA (SENEGAL)  
Etalonnage du 01/01/1969 jusqu'à nos jours



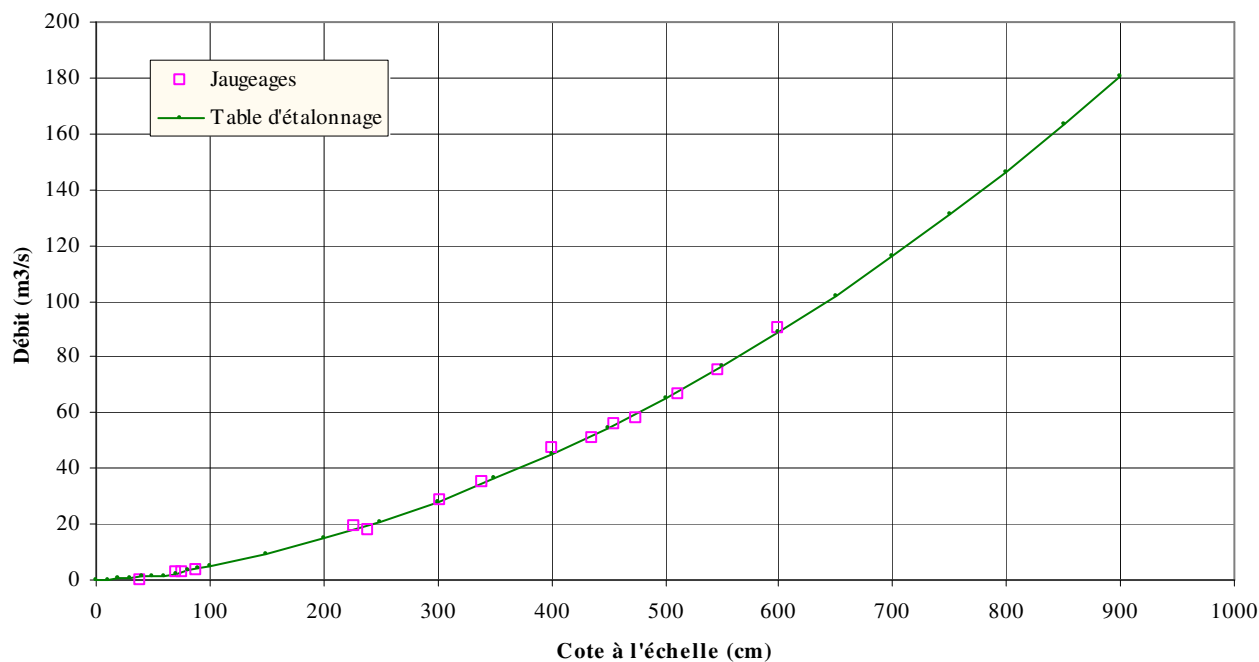
Station : 1172600125 = SOKOTORO 2 (SENEGAL)  
Etalonnage du 01/01/1970 jusqu'à nos jours



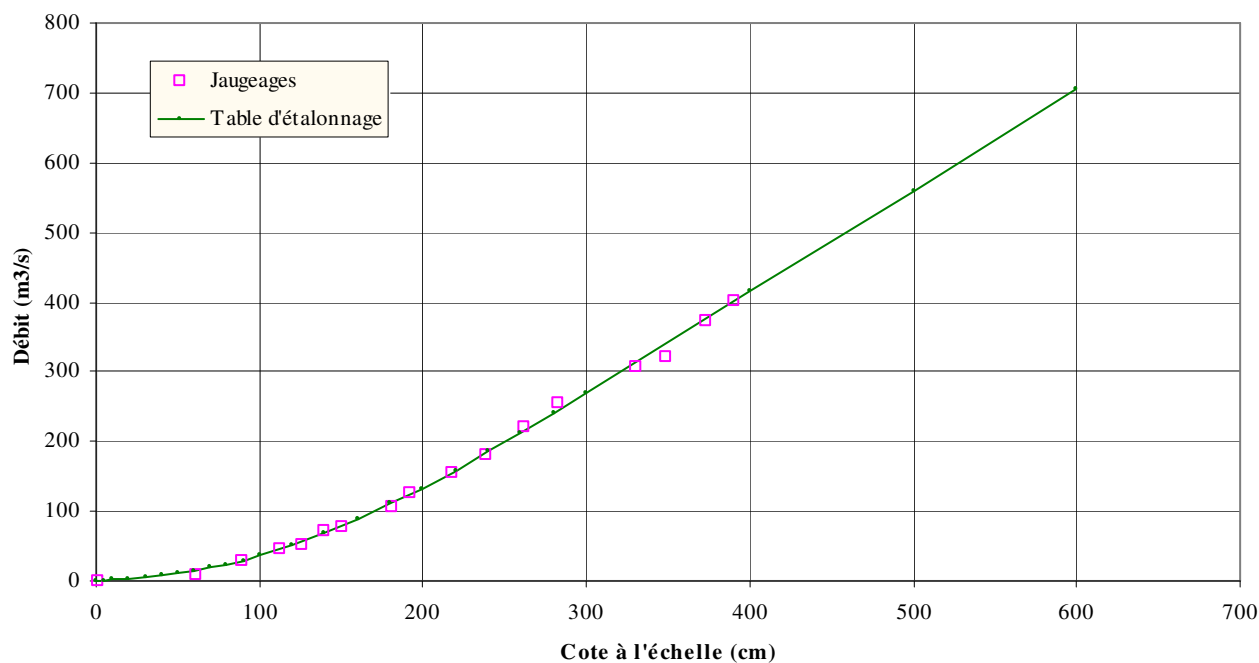
Station : 1172601519 = TELIKO (SENEGAL BAFING)  
Etalonnage du 01/01/1969 jusqu'à nos jours



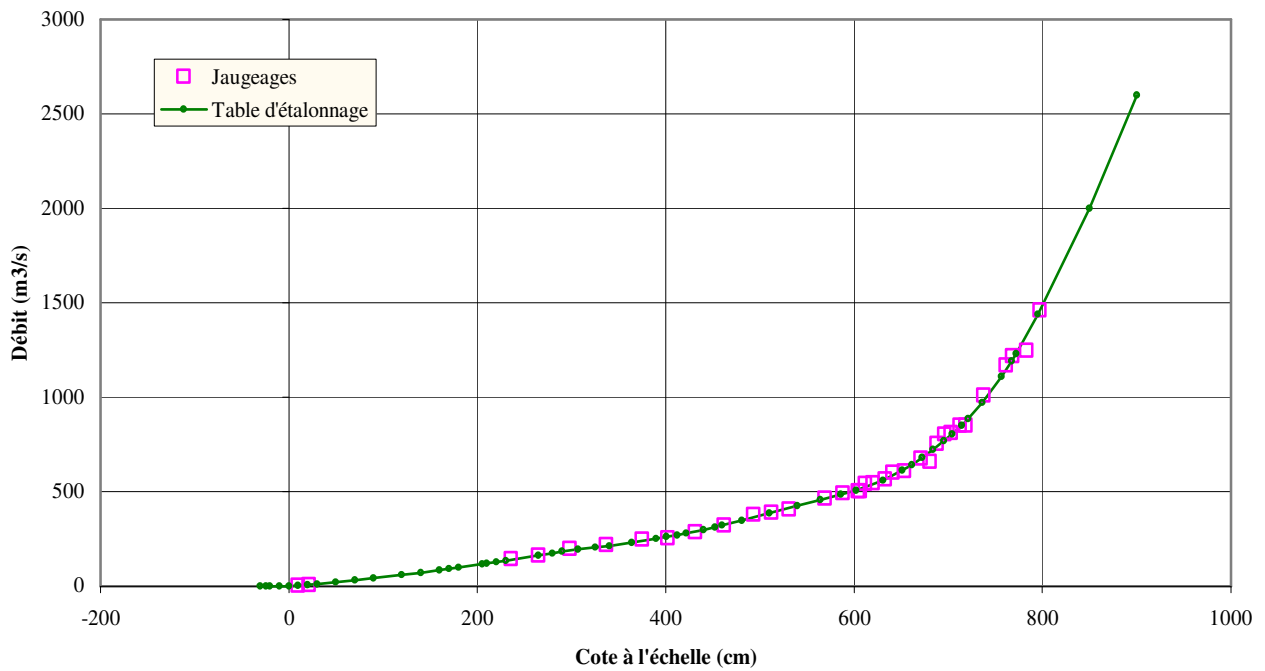
Station : 1172601522 = TROKOTO (SENEGAL)  
Etalonnage du 01/01/1969 jusqu'à nos jours



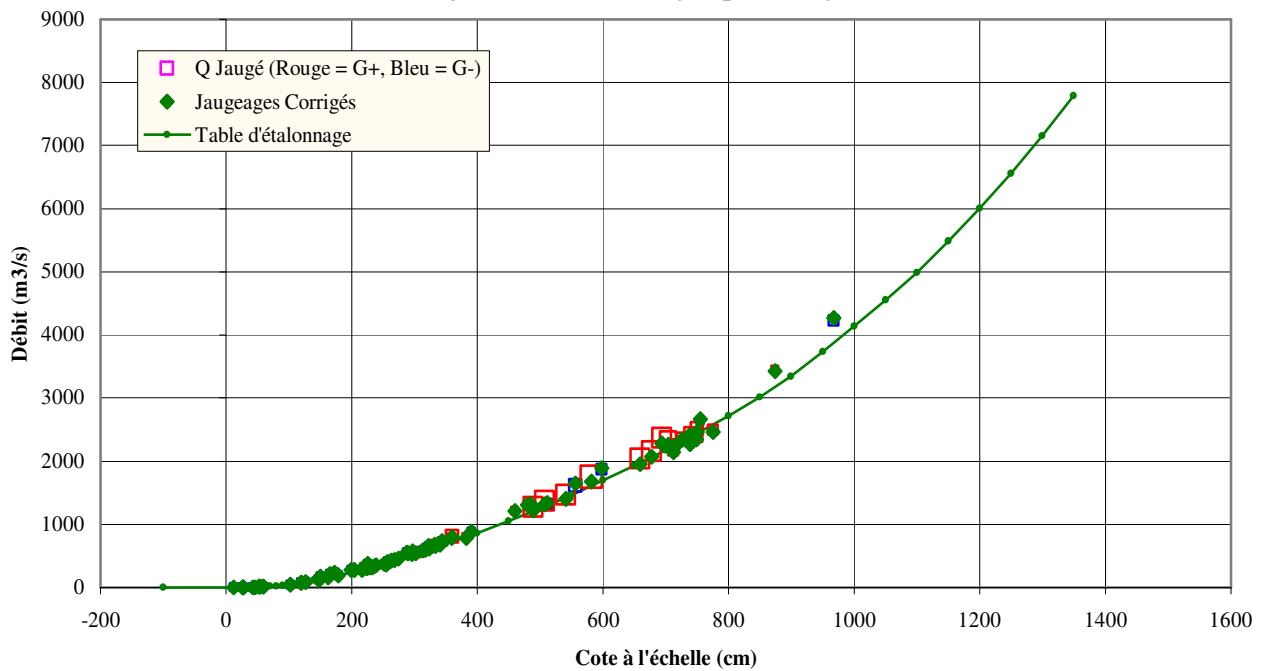
Station : 1172602006 = BEBELE (SENEGAL)  
Etalonnage du 01/01/1970 jusqu'à nos jours



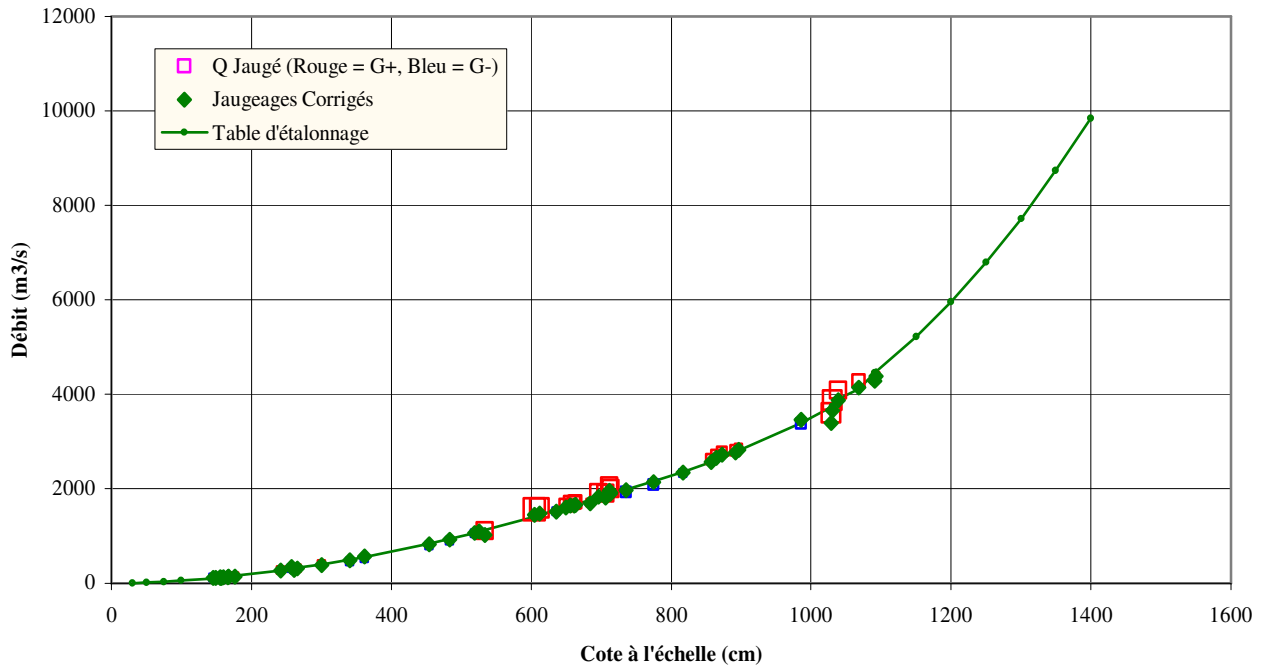
Station : BafingMakana = BAFING MAKANA  
Etalonnage du 01/01/1961 jusqu'à nos jours



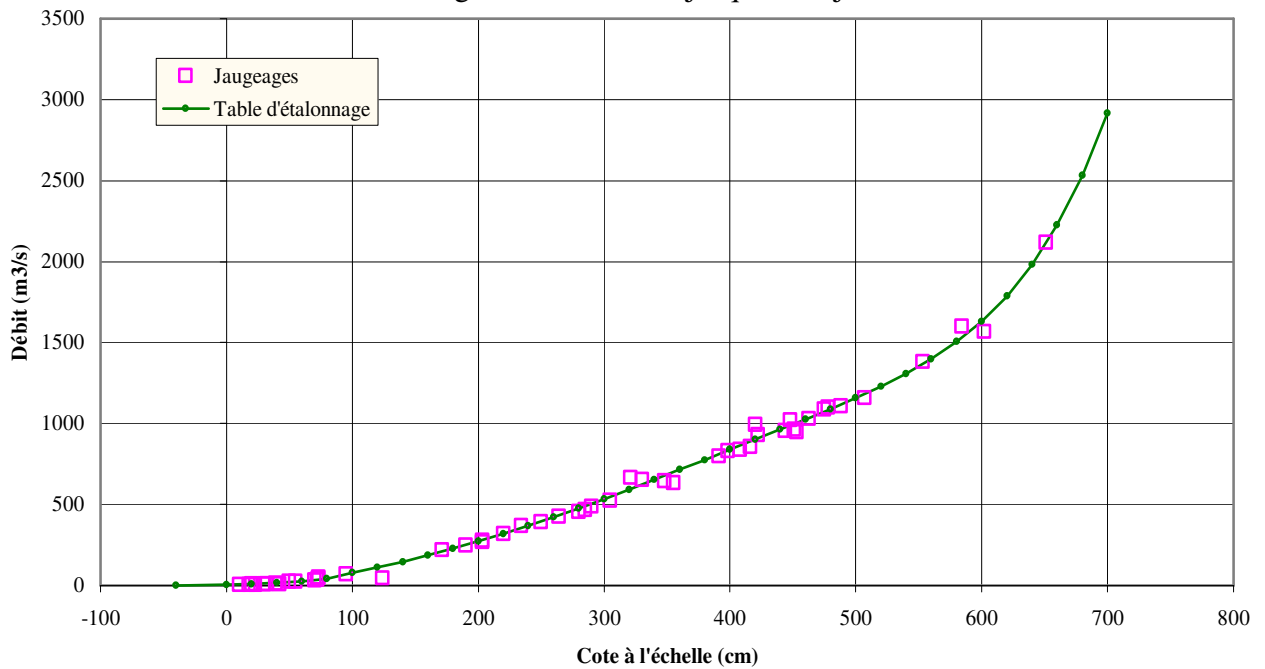
Station : Kayes = KAYES  
Etalonnage du 01/01/1904 jusqu'à nos jours



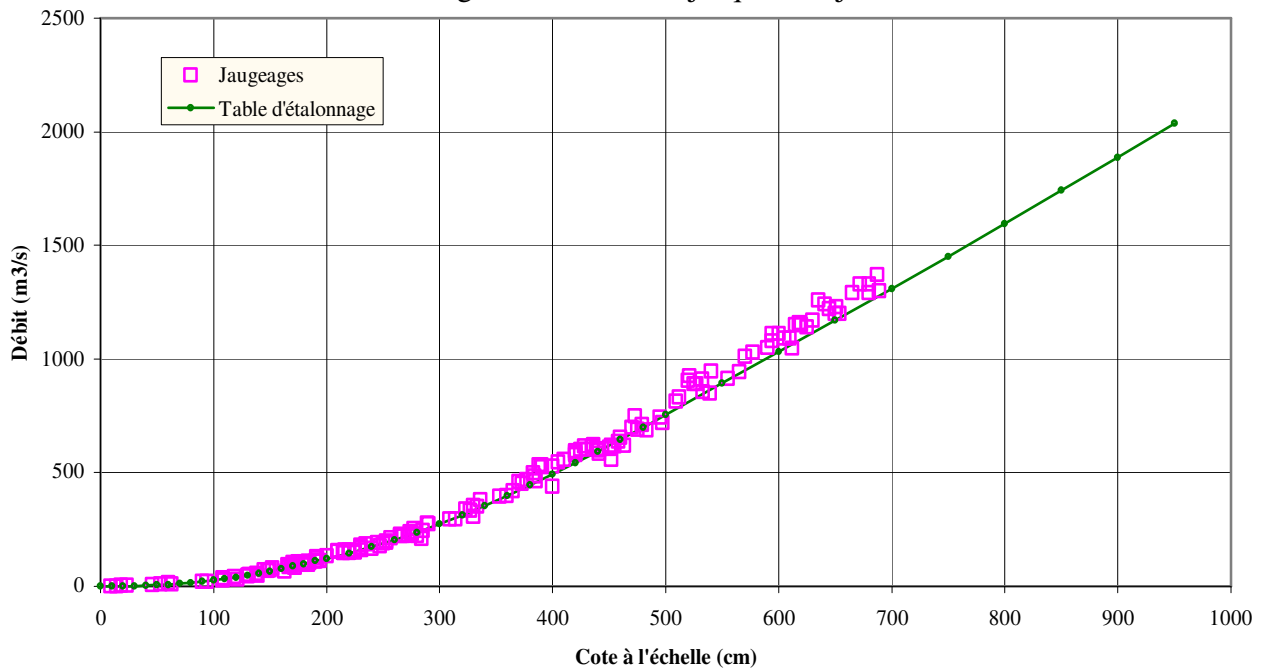
Station : Bakel = BAKEL  
Etalonnage du 01/05/1988 jusqu'à nos jours



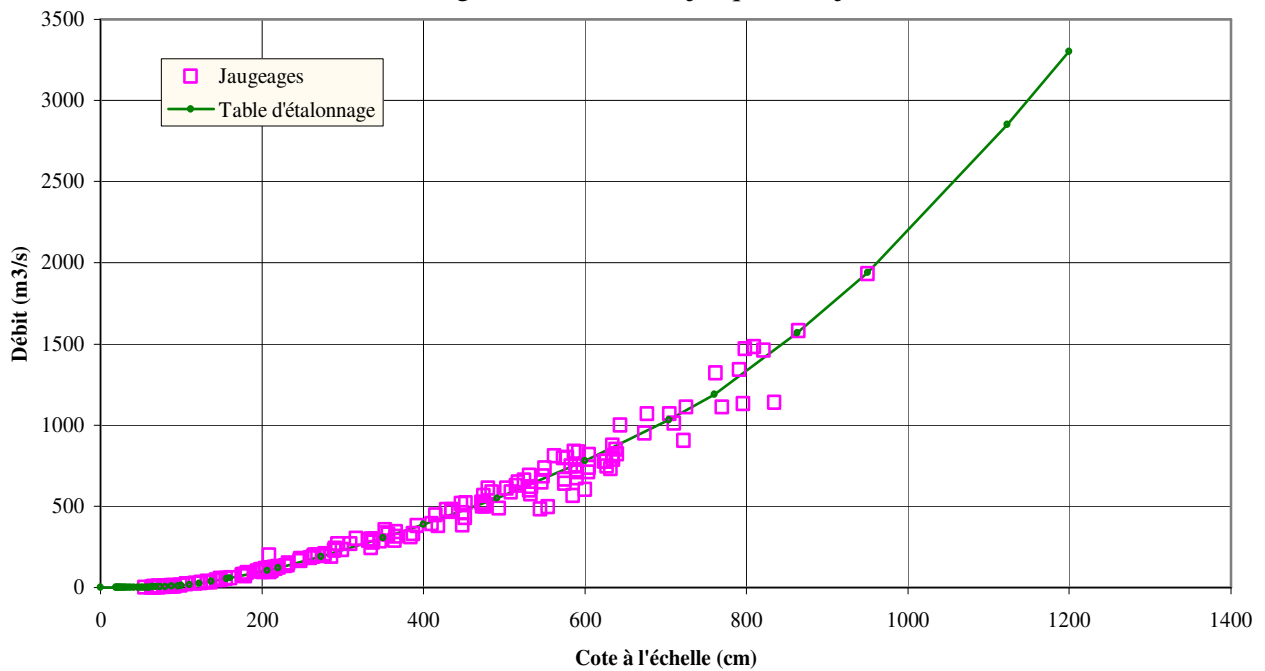
Station : DakaSaidou = DAKA SAIDOU  
Etalonnage du 01/01/1952 jusqu'à nos jours



Station : Gourbassi = GOURBASSI  
Etalonnage du 01/01/1950 jusqu'à nos jours



Station : Kidira = KIDIRA  
Etalonnage du 01/01/1951 jusqu'à nos jours





**Annexe 6 : Graphes des corrélations entre les stations hydrologiques du bassin.**

