

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR
FACULTE DES LETTRES, DEPARTEMENT DE GEOGRAPHIE

**ETUDE STATISTIQUE DES PARAMETRES
CARACTERISANT LE REGIME HYDROLOGIQUE
DE LA GAMBIE A SIMENTI**

**RAPPORT DE STAGE DE DEA
EFFECTUE DU 15/4 AU 31/7/93**

**PRESENTE PAR :
LAMINE KONATE**

**SOUS LA DIRECTION
SCIENTIFIQUE DE MRS:
JEAN-CLAUDE BADER
JEAN ALBERGEL**

JUILLET 1993

PREAMBULE

Ce travail consiste à mettre en pratique une chaîne d'opérations d'hydrologie portant sur un cas concret: le bassin versant de la Gambie entre Kédougou et Simenti.

Notre stage comportait trois parties:

-La cartographie du bassin versant de la Gambie jusqu'à Simenti avec la description des facteurs conditionnels de l'écoulement.

-L'homogénéisation des données hydrologiques sur une période de référence.

-L'analyse statistique de l'écoulement et l'étude du tarissement.

La direction scientifique de ce travail a été assurée par:

Mr. JEAN CLAUDE BADER et Mr. JEAN ALBERGEL respectivement:

CHARGE DE RECHERCHE ET DIRECTEUR DE RECHERCHE AU LABORATOIRE
D'HYDROLOGIE DE L'O.R.S.T.O.M. DE DAKAR HANN

Nous leur témoignons nos sincères remerciements et notre profonde gratitude pour l'accueil et la qualité de l'encadrement au sein du laboratoire.

Nos sincères remerciements à Messieurs:

YANNICK PEPIN	TECHNICIEN DE RECHERCHE
LUC SEGUIS	CHARGE DE RECHERCHE
HONORE DACOSTA	CHERCHEUR ASSOCIE
CISSE	CARTOGRAPHE

pour l'aide et l'assistance qu'ils nous ont apportées durant le stage

A tous nos camarades stagiaires:

NDEYE DIOP, IBOU SADIO, LAMINE SARR, MAMADOU SOW et MOUSSA THIANDOUM.
persévérance dans le travail et restons unis.

ORGANIGRAMME DU LABORATOIRE D'ACCUEIL :

-Responsable:	-Mr JEAN ALBERGEL :	Directeur de recherche
-Chercheurs	-Mr JEAN CLAUDE BADER :	Chargé de recherche
	-Mr LUC SEGUIS :	Chargé de recherche
	-Mr JAUDAT TOUMA :	Chargé de recherche
	-Mr JEAN LUC SAOS :	Chargé de recherche
-Chercheurs ^{et} Associés	-Mr HONORE DACOSTA :	U.C.A.D.
	-Mr ROGER MALOU :	U.C.A.D.
	-Mr MODOU SENE :	I.S.R.A.
- Ingénieurs d'étude	-Mr GASTON DUBEE -Mr ALAIN BERNARD	
- Techniciens de recherche	-Mr YANNICK PEPIN -Mr JEAN-PIERRE THIEBAULT	
-Cartographe	-Mr AMADOU CISSE	
- Adjoints Techniques	-Mr BAKARY DANFA -Mr GASPARD DIATTA -Mr MASSAER MAIGA	

PROGRAMMES EN COURS

- Valorisation des bas-fonds en collaboration avec L'I.S.R.A.
- Gestion des ouvrages communs de L'O.M.V.S. en collaboration avec L'O.M.V.S.
- Economie , gestion des ressources naturelles dans le sine-saloum en collaboration avec L'I.S.R.A. et L'U.C.A.D.
- Gestion des ouvrages hydro-agricoles de la région de PODOR en collaboration avec L'I.S.R.A.
- Informatisation des banques de données hydrologiques en collaboration avec la D.G.R.H.

I - PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE

Le bassin versant de la Gambie à Simenti, partie intégrante du bassin continental de la Gambie, couvre une superficie de 20480 Km².

Il se situe entre 11°22 et 13°02 de latitude nord et 11°13 et 13°30 de longitude ouest (carte 1). Le bassin s'étire de la région de Labé en République de Guinée à Simenti au Sénégal passant :

-D'une région de montagnes et de hauts plateaux à fortes pluviosités où le couvert végétal est dense et le réseau hydrographique bien hiérarchisé (carte 2), c'est le domaine climatique guinéen.

-A une région de plaine moins pluvieuse dominée par la savane arborée, il s'agit du domaine climatique Sud-Soudanien.

1 - Géomorphologie - Géologie et Sols

Le bassin s'étend dans des formations du socle et de sa couverture paléozoïque (carte 4): le modelé se compose essentiellement de montagnes et de plaines.

Les paysages sont calqués sur la trame géologique, il y a alternance de régions de montagne et de régions de plaine.

1.1. Les régions montagneuses

Elles sont représentées au sud par le rebord nord du Massif de Fouta-Jallon qui jalonne la frontière Sénégal-guinéenne. Les formations géologiques sont très variées: c'est le socle, le paléozoïque et les intrusions. Cependant le modelé, typique des hauts plateaux latéritiques et appelé bowé, est beaucoup moins varié. Ces plateaux sont recouverts d'un manteau d'altération qui est épais, on a une cuirasse ferrugineuse ou bauxitique (P. Michel 1973).

-A l'intérieur il y a tout un drainage bien organisé. Le réseau hydrographique est bien hiérarchisé surtout au sud où la lithologie des roches présente des formations dures, ce qui fait que les vallées sont étroites, les versants raides et bordés par la forêt galerie.

-A l'ouest du bassin, dominant les hauts plateaux latéritiques du massif de Mali qui culmine à 1538 m. Ce massif correspond à des roches plus résistantes (souvent des dolérites), son sommet est recouvert de cuirasse ferrugineuse ou bauxitique.

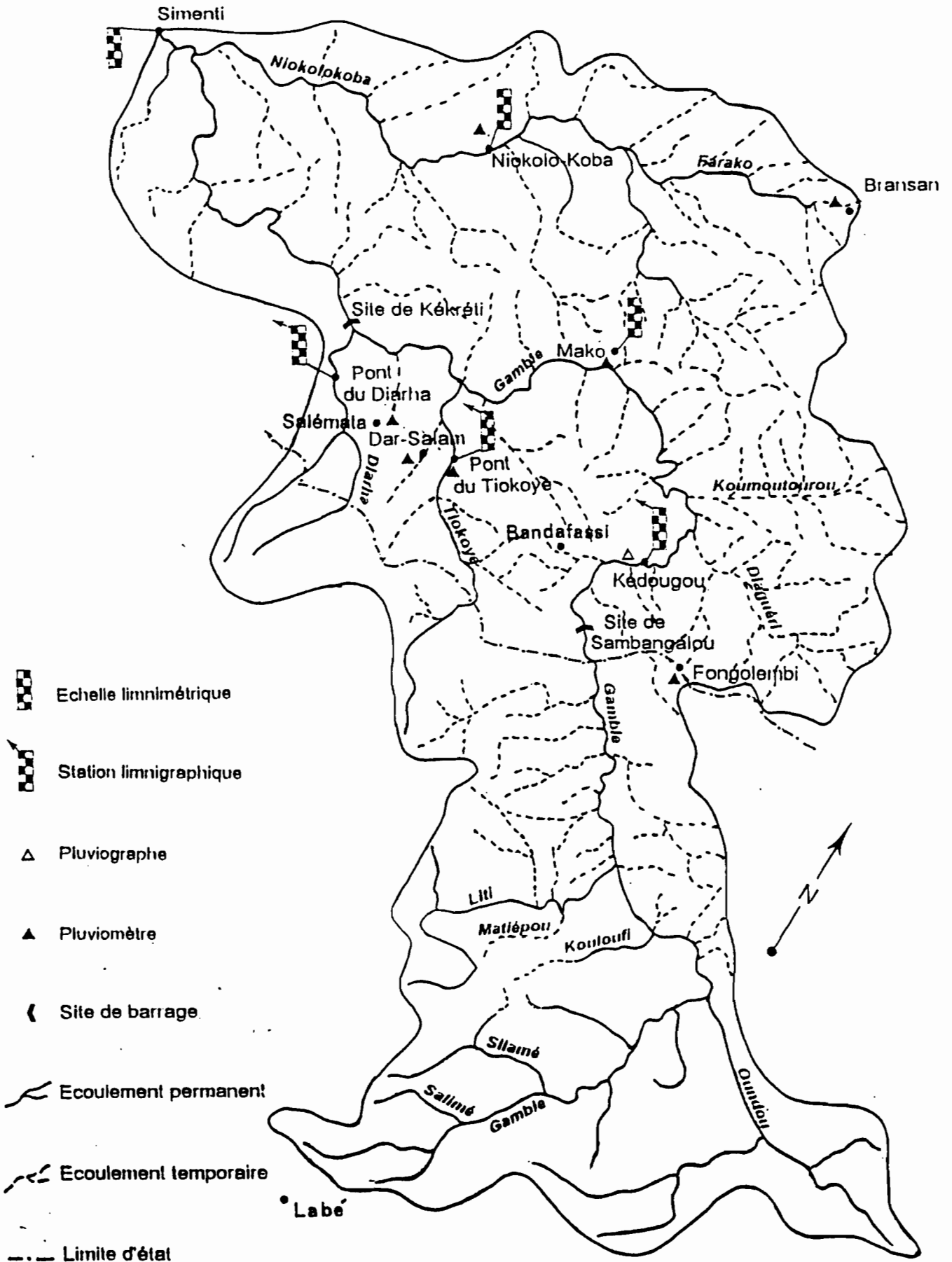
-Au sud, dans la région de Ndongon Sigon Tougué, s'est développée la deuxième surface d'aplanissement. D'après P. Michel le socle et sa couverture paléozoïque ont été nivelés par cette deuxième surface d'aplanissement. En contre-bas de la deuxième surface d'aplanissement il y a le moyen glacis qui est cuirassé et profondément altéré. Il se raccorde en direction des cours d'eau à la moyenne terrasse qui accompagne le cours de la Gambie jusqu'à Kédougou. La moyenne terrasse se présente sous forme de poudingues et de galets cimentés.

Les sols ferrallitiques gravillonnaires peu profonds et les sols squelettiques d'affleurement de cuirasse dominant sur les plateaux ondulés drainés par la Liti; alors que les sols hydromorphes sont localisés dans les plaines alluviales.

Entre la frontière Sénégal-guinéenne et Kédougou : la topographie s'abaisse, le relief s'adoucit, on a des bas plateaux. L'altitude évolue maintenant entre 550 et 600 m (carte 3); la région est entaillée par des vallées plus larges et on passe à des inselbergs et à des plaines sableuses.

CARTE N°2 : RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Echelle 1/1 000 000



1.2. Les régions de plaine

C'est la portion du bassin comprise entre Kédougou et Simenti. C'est une partie des pays de la moyenne Gambie qui est une région déprimée où l'altitude varie entre 100 et 200 m; voire entre 10 et 100 m dans les axes de drainage (carte 3).

Dans cette région de plaine, les formations géologiques sont masquées par la couverture latéritique cuirassée ou remaniée. Les seuls reliefs importants sont constitués par les chaînes des collines bassari, les massifs de roches vertes de Mako et Branson et les pointements doléritiques de Baraboye et Ndébou. L'étude géologique du bassin est faite à partir des travaux de P. Michel (1973). Les formations géologiques rencontrées sont celles du socle et de sa couverture paléozoïque. Certaines de ces formations sont tendres comme les pélites et les schistes. La formation géologique la plus répandue est représentée par les pélites du cambrien à l'intérieur desquelles, on trouve des sills, intrusions de roches dures. Les formations tendres seront déblayées et les roches dures restent en relief, ce qui explique la disposition des reliefs en chapelets.

Parmi les reliefs les plus importants il y a les monts Bassari à Salémata qui constituent les hauteurs de la boucle de Kédougou. Ces reliefs sont considérés comme résiduels et, se présentent sous la forme d'inselbergs avec des versants bien redressés.

L'esquisse pédologique de la région présente une association de sols squelettiques sur cuirasse, et de sols peu évolués gravillonnaires à hydromorphie plus ou moins prononcée dans les axes de drainage (MONOGRAPHIE HYDROLOGIQUE DU BASSIN-VERSANT DE LA GAMBIE).

Le réseau hydrographique est dense car nous sommes dans un milieu peu perméable où la concentration d'écoulement se fait facilement.

2- Climat et Végétation du Bassin

Le climat du bassin continental de la Gambie varie graduellement, du sud au nord, entre les climats guinéen et sud-soudanien.

Une diminution sud-nord de la pluviométrie est notée (carte 4), accompagnée d'un changement d'aspect du couvert végétal.

2.1. Le Régime Climatique

Au nord de la ligne Kédougou-Simenti, le climat est de type sud-soudanien, caractérisé par:

- Une saison pluvieuse qui s'étale de Mai à Octobre,
- Un maximum pluviométrique qui intervient en Août,
- Une concentration de l'essentiel des pluies sur trois mois (Juillet-Août-Septembre).

Durant la saison pluvieuse, l'ensemble du bassin est balayé par la mousson génératrice de pluie dans la région (fig.1). La pluviosité est de l'ordre de 1200 mm (fig.n°2); les pluies sont des averses orageuses (tornades), violentes et de faible durée, mais de forte intensité.

Les valeurs de température, de l'évaporation et de l'évapo-transpiration diminuent, tandis que celles de l'humidité relative augmentent (fig5).

Au sud, le climat est de type guinéen et intéresse toute la partie guinéenne du bassin où il pleut beaucoup, avec plus de 1700 mm de précipitation annuelle (fig n°2). Les pluies durent de 7 à 8 mois, parfois 10 (J.Y. GAC et J.M. BOUCHEZ Mai 1987), le maximum étant toujours situé en août (fig3).

La température suit à peu près les mêmes variations dans les deux zones climatiques, avec des maxima plus élevés pour le type sud-soudanien. De même l'évaporation et l'évapo-transpiration croissent du sud vers le nord (fig5) et l'on assiste à un tarissement plus précoce des réserves de surface dans la province sud-soudanienne (J.Y. GAC, J.M. BOUCHEZ, Mai 1987) où les cours d'eau sont à sec en janvier et février.

Fig. 1 Les déplacements du Front Intertropical pendant l'année (MICHEL, 1973).

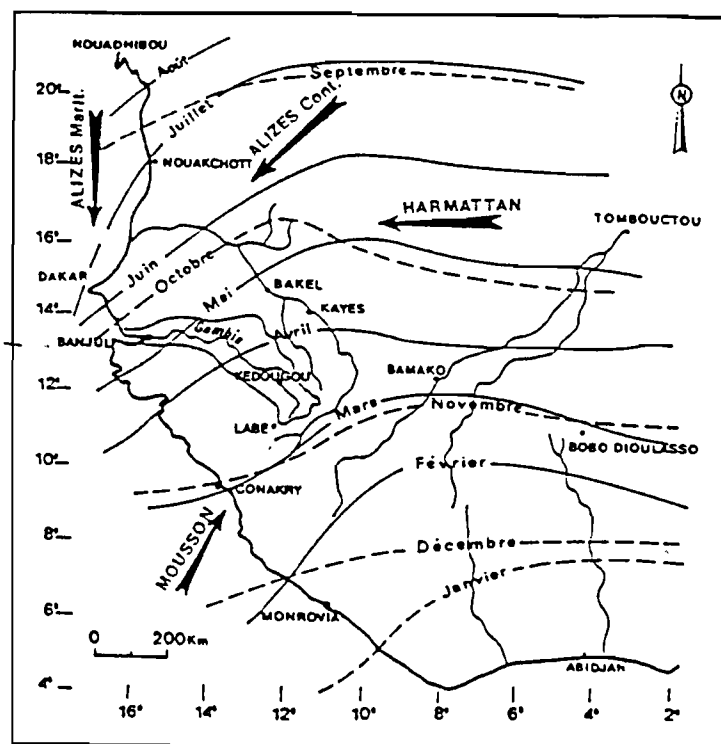
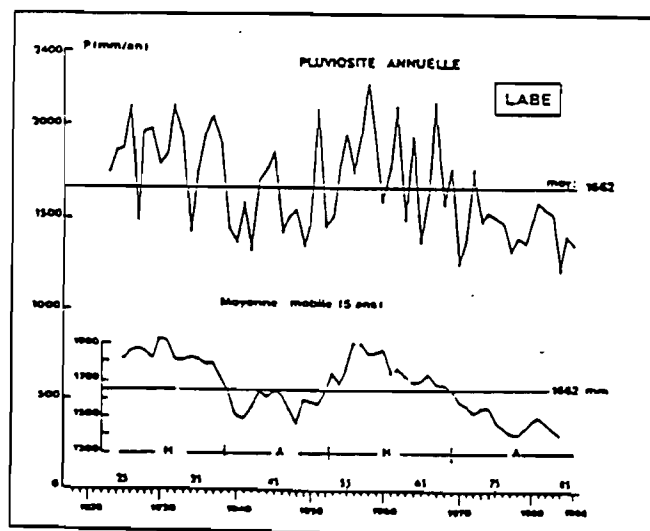
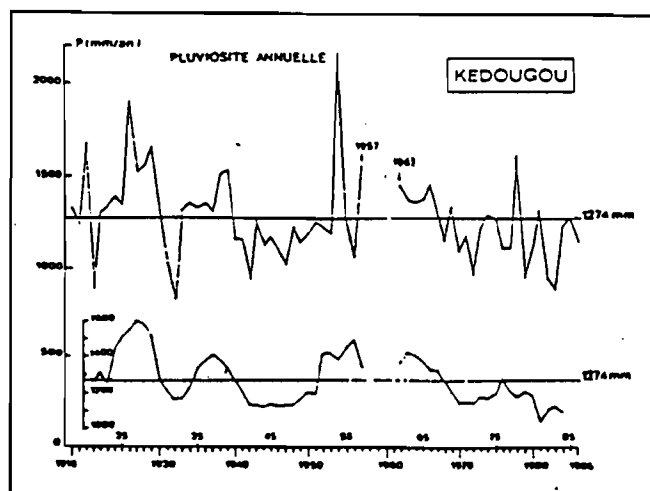


FIGURE N°2: Pluviosité Annuelle à Labé et à Kédougou



Les séquences humides et sèches

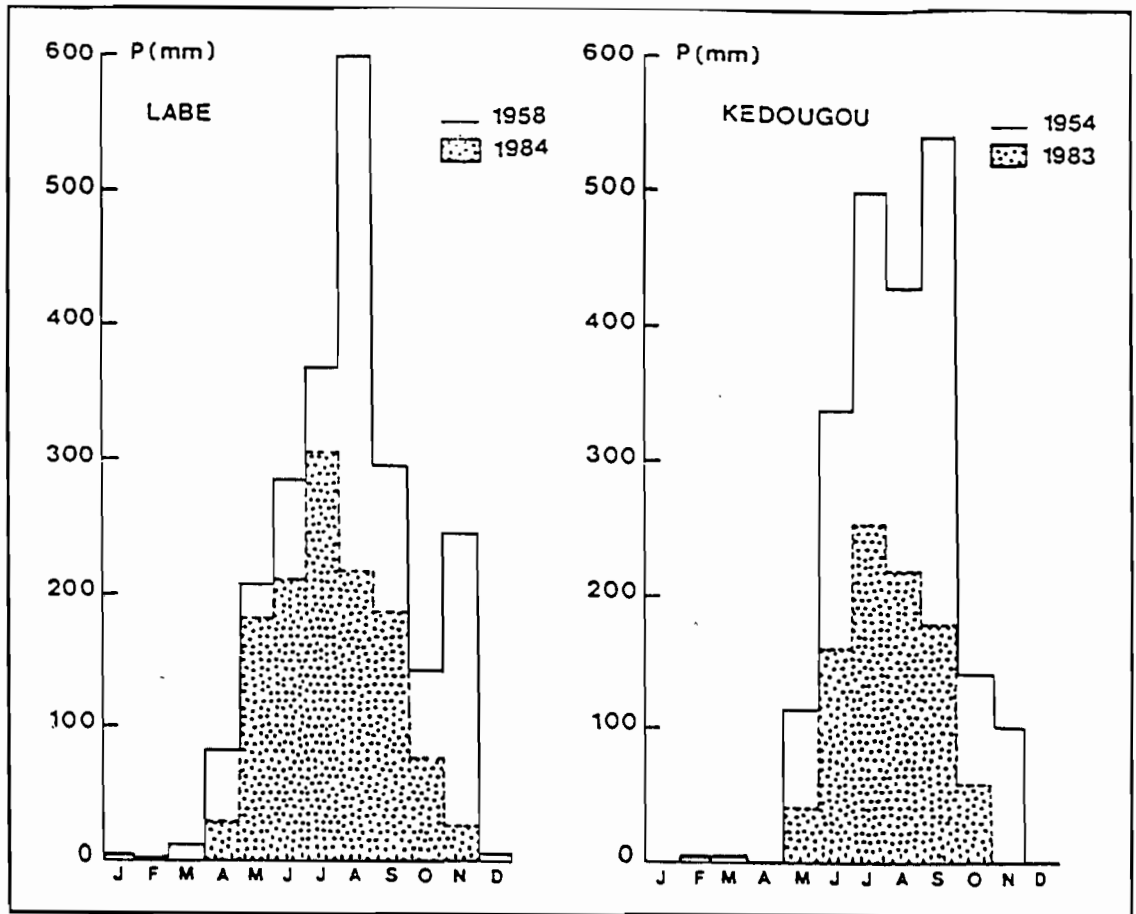


Fig.4 Pluviosités mensuelles au cours d'années excédentaires (-) et déficitaires (—).

Les régimes saisonniers

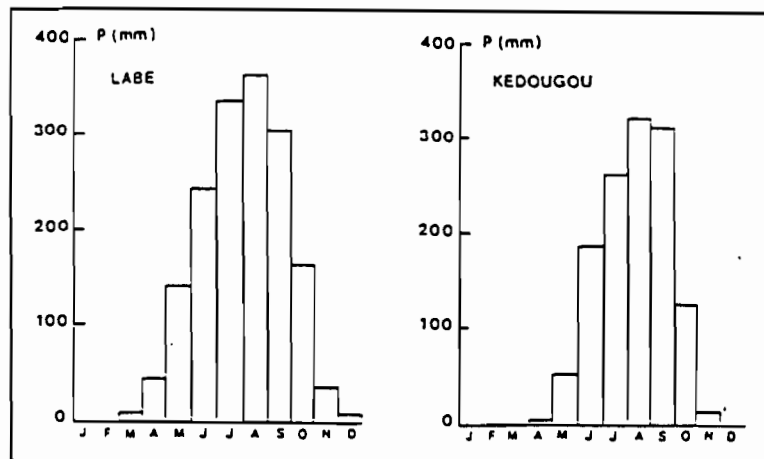


Fig.3 Distribution mensuelle moyenne des précipitations.

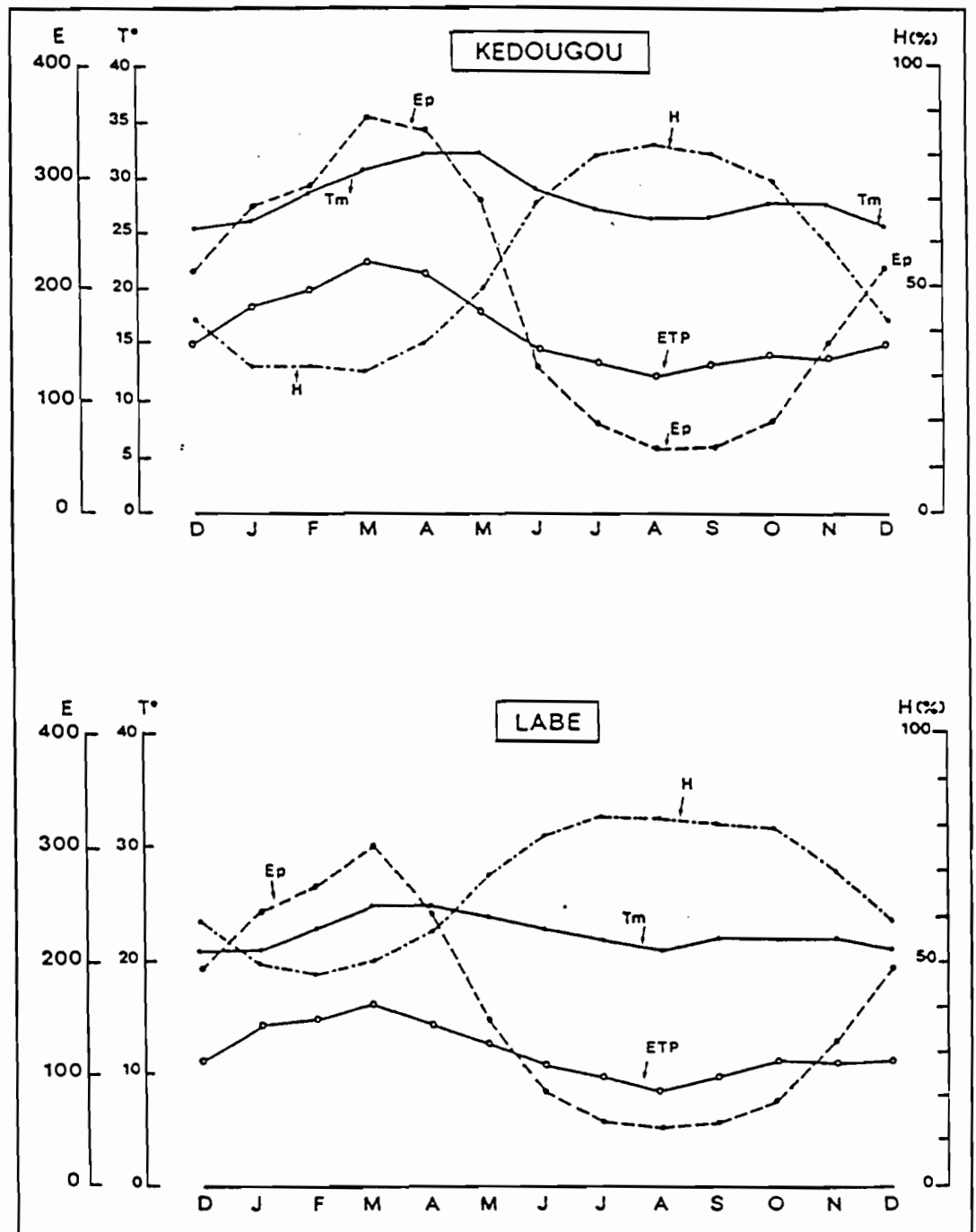


Fig.5 Evolution mensuelle de la température (Tm), de l'évaporation (Ep), de l'évapotranspiration (ETP) et de l'humidité relative moyenne (H) aux deux stations.

Dans ces deux provinces climatiques la pluviométrie se caractérise par:

- sa grande variabilité inter-mensuelle et inter-annuelle, mise en évidence par les profils pluviométriques à Kédougou et à Labé (fig4);
- sa grande variabilité spatiale traduite par une diminution sud-nord de la pluie (carte 4).

Cette décroissance de la pluie du sud au nord, illustrée sur la figure 2 donnant la pluviosité annuelle à Labé et à Kédougou, va modifier le couvert végétal d'une province climatique à l'autre.

2.2. Le Couvert Végétal

La végétation naturelle est représentée par des essences arborées, arbustives et herbacées. D'une manière générale la forêt sèche et la savane boisée recouvrent les collines, tandis que les bourrelets de berge sont envahis par la forêt galerie.

Dans les vallées alluviales apparaît le plus souvent la savane herbacée avec, par endroit, des peuplements de rôniers (*Borassus flabellifer*) et parfois de bambous (*Oxythenanthera abyssinica*).

La forêt galerie borde le cours de la Gambie jusqu'à Simenti. Dans le domaine guinéen, elle est partout présente et constitue un ruban de verdure constitué d'espèces de la forêt pluviale. Elle protège les berges et les interfluves fournissent donc au fleuve des éléments fins, des argiles, des limons. On note une série de cascades et de chutes dans ce domaine mais pas de creusement.

La présence de la forêt galerie réduit les sapements latéraux des berges dans le domaine guinéen où les profils en travers du talus de raccordement du versant au lit sont de type convexe.

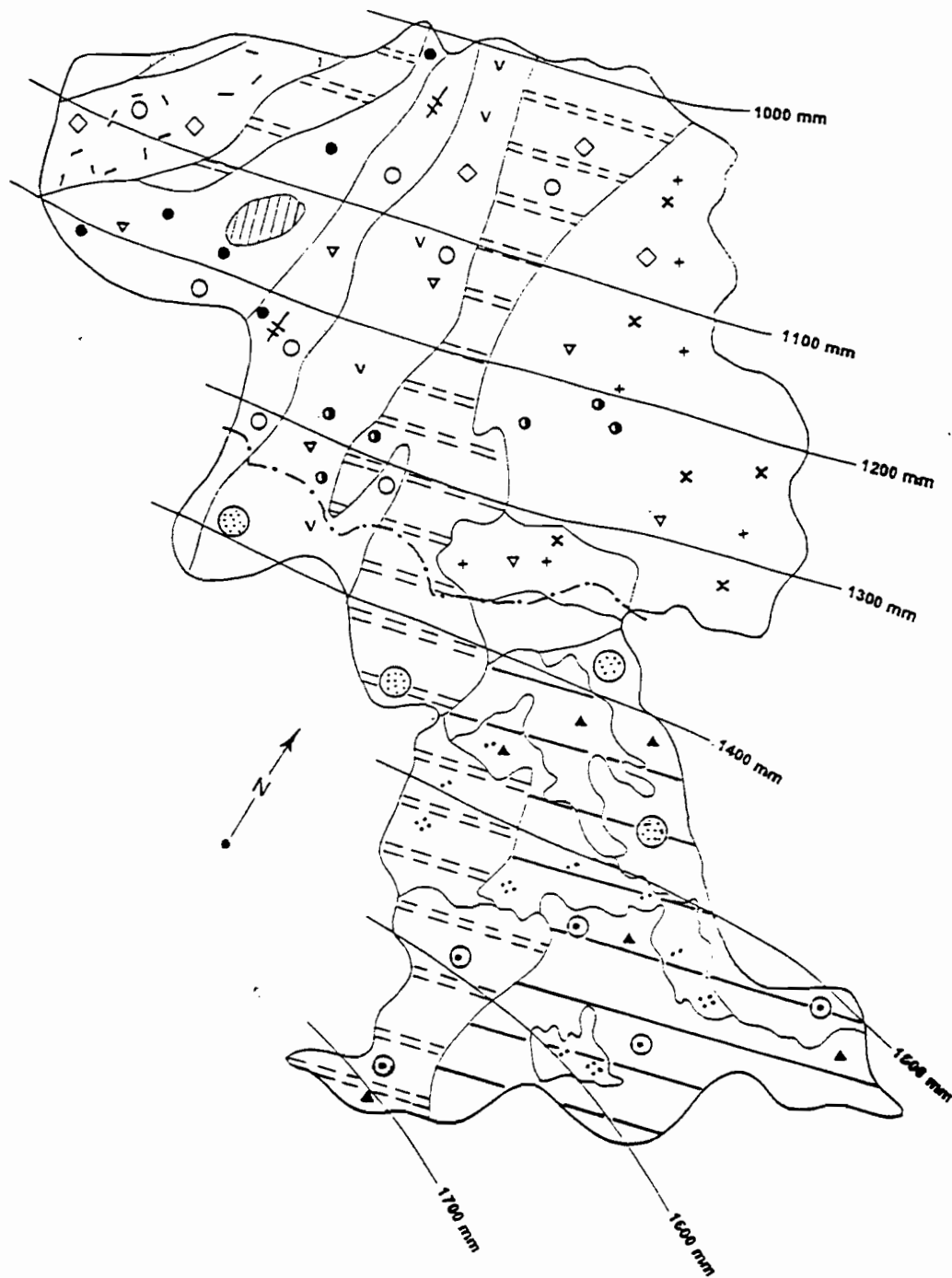
En domaine sud-soudanien, ces profils en travers sont de type concave. La forêt galerie n'est pas permanente.

En définitive l'irrégularité de la répartition annuelle et mensuelle des précipitations, et l'hétérogénéité de leur répartition spatiale constituent les caractéristiques essentielles du climat qui règne en haute Gambie.

Les conditions physiques, lithologiques, géomorphologiques et climatiques prédisposent la surface du bassin à un ruissellement important et, en corollaire, une évacuation rapide des lames d'eau précipitées. Les seuls facteurs défavorables à l'écoulement sont la végétation et les processus d'évapo-transpiration. (J.Y.GAC et J.M.BOUCHEZ Mai 1987)

CARTE N°4 : SYNTHÈSE DE FACTEURS DE L'ÉCOULEMENT

Echelle 1/1 000 000



VEGETATION

- ▲ Savane Guinéenne
- ▼ Savane arborée
- ◇ Savane arbustive

SOLS

- ⋯ Soils ferrallitiques
- ⊙ Soils ferrugineux tropicaux
- × Soils squelettiques et Soils tropicaux lessivés à carapace
- Soils squelettiques, Soils bruns eutrophes et vertisols
- ⊙ Soils squelettiques dominants
- ⊙ Soils ferrallitiques, Soils squelettiques et sols peu évolués

GEOLOGIE

- Groupe de Youkounkoun
- ▨ Paléozoïque
- ▨ Groupe de Mali
- ▨ Unité C
- ▨ Unité A et B
- ▨ Groupe de Médina-Kouta et de Ségou
- ▨ Socle birmanien

CLIMAT

- Isohyète

Source ORSTOM 1990 L. KONATE : 993

II- LA METHODOLOGIE

Ce travail comprend deux volets: étude bibliographique et cartographique: traitement de données.

1- Premier volet: étude bibliographique et cartographique.

1.1. Etude bibliographique:

Cette partie du stage a permis d'évaluer l'état des connaissances sur la zone d'étude et d'en tirer les résultats présentés plus haut.

1.2. Etude cartographique:

Nous avons tracé les cartes suivantes:

- le tracé des limites du bassin versant de la Gambie à Simenti à partir de la carte du bassin du fleuve Gambie au 1/1000000 réalisée par L'O.R.S.T.O.M. en 1990.
- la carte de localisation du bassin versant de la Gambie à Simenti dans l'espace hydrologique drainé par le fleuve Gambie,
- la carte du réseau hydrographique,
- la carte hypsométrique,
- la carte de synthèse relative à la géologie, la végétation, le climat et les sols.

Ce premier volet se termine par le calcul des paramètres physiographiques. Cette étape a été l'occasion d'apprendre l'utilisation du planimètre et du curvimètre, pour déterminer la surface et le périmètre de notre bassin. C'est également l'étape d'application de certaines formules mathématiques utilisées en géographie et déjà apprises à l'université. Ces formules sont utilisées pour calculer des indices comme l'indice de compacité K_c , l'indice de pente I_p et déterminer les dimensions du rectangle équivalent.

- la surface du bassin:

Elle est déterminée à l'aide d'un appareil appelé planimètre et sa valeur est présentée dans le tableau n°1.

Le principe est le suivant:

- repérer un point sur le contour de la carte à planimétrer et relever la valeur indiquée par le planimètre sur un papier.
- la pointe du planimètre doit suivre rigoureusement le contour de la carte à planimétrer jusqu'au point de départ où une nouvelle lecture est effectuée. La différence entre les deux lectures multipliée par 100 (parce que la carte est à l'échelle 1/1000000), donne la surface du bassin en Km^2 .

- Le périmètre du bassin:

Il est mesuré à l'aide d'un curvimètre: l'appareil porte plusieurs échelles de graduation. Nous avons utilisé l'échelle 1/100000 car l'appareil ne dispose pas de la graduation au 1/1000000.

Le principe d'utilisation:

Choisir sur le contour de la carte un point de repère et positionner l'aiguille du curvimètre sur le zéro de l'échelle. Il suffit de suivre avec précision, le tracé de la carte jusqu'au point de départ. La lecture effectuée sur le curvimètre multipliée par 10 donne le périmètre en Km du bassin versant de la Gambie à Simenti présenté dans le tableau n°1

TABLEAU N°1 : MESURES MORPHOMETRIQUES DU B. V. DE LA GAMBIE A SIMENTI

cours d'eau	station	surf.B.V.(km^2)	périmètre(km)	KC	longueur(km)	largeur(km)	I_p
GAMBIE	SIMENTI	20480	825	1.6	350.5	58.4	0.052

- L'indice de compacité Kc: nous l'avons calculé à partir de la formule mathématique suivante, qui est le rapport entre la surface du bassin et celle d'un cercle de même surface.

$$Kc = 0.28 \frac{P}{\sqrt{A}} \quad \text{où}$$

P est le périmètre mesuré avec le curvimètre
A la surface du bassin obtenue par planimétrage.

- L'hypsométrie du bassin : pour faire ce travail nous ne disposions que d'une carte routière de la Guinée au 1/1000000e et, de la feuille topographique de Tambacounda au 1/500000. Il fallait donc ramener les deux cartes à la même échelle (1/1000000) pour cela, nous avons procédé à une réduction à la photocopieuse de 50 % de la feuille de Tambacounda.

A partir de ces deux cartes, nous avons tracé les courbes de niveau et déterminé les superficies particulières, c'est à dire la surface comprise entre deux courbes de niveau successives.

Connaissant la superficie totale du bassin, par une règle de trois nous avons calculé les superficies partielles et, le pourcentage de superficie totale entre les différentes tranches d'altitudes.

A l'issue de ce travail nous avons présenté tous les résultats dans le tableau n°2 et dressé la carte hypsométrique du bassin.

TABLEAU N°2: HYPSONOMETRIE DU B.V. DE LA GAMBIE A SIMENTI

tranche d'alt.	Sup.Part.(km2)	% surf. totale	Surf. cum.(km2)	%Sup. tot. cu
1000-1500	360	1,77	360	1,77
500-1000	4030	19,85	4390	21,62
200-500	3840	18,90	8230	40,52
100-200	6180	30,40	14410	70,92
10-100	5890	29,01	20300	99,93

- Le Rectangle Equivalent

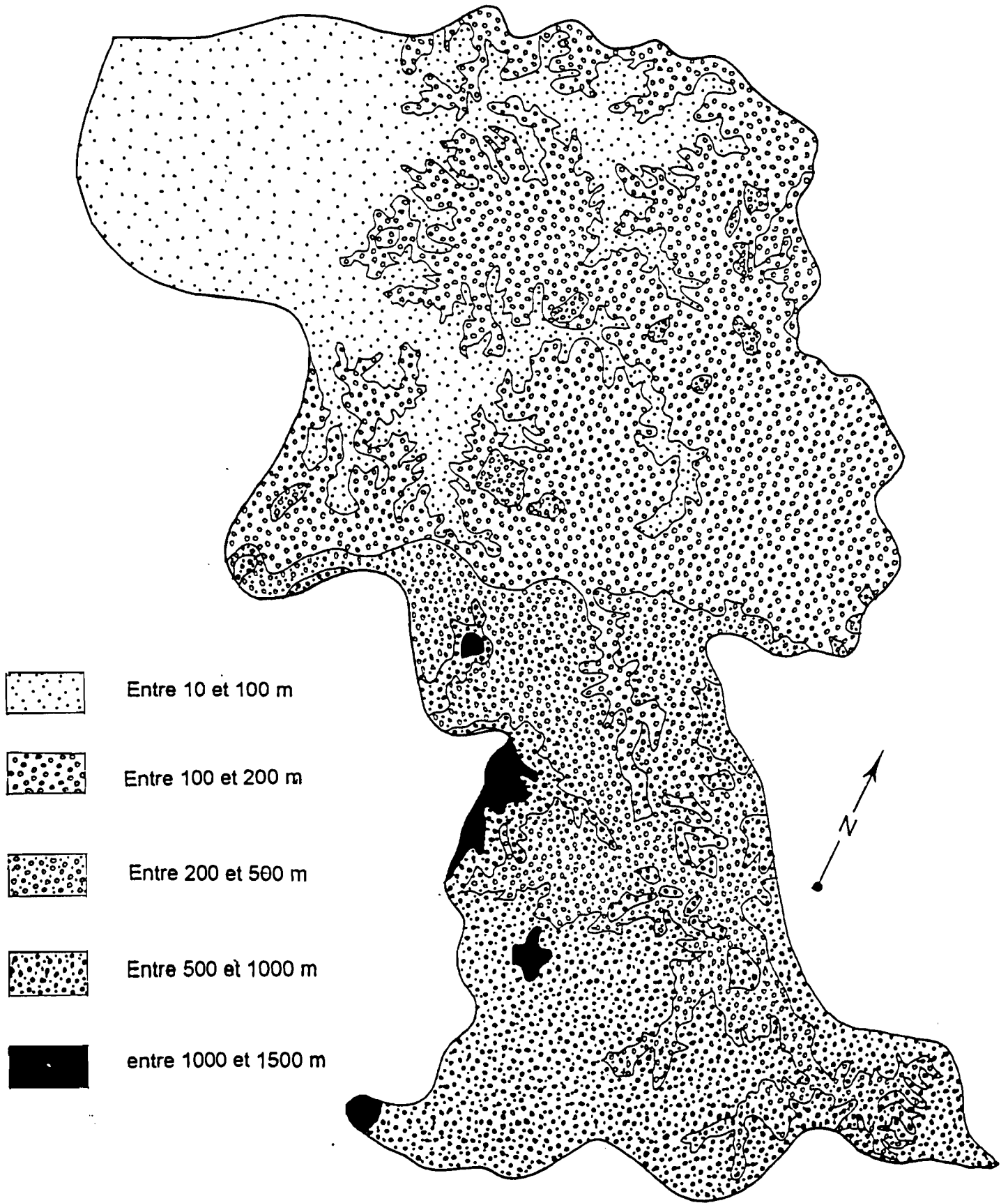
La longueur et la largeur d'un rectangle de même surface et de même périmètre que le bassin versant de la Gambie à Simenti sont calculées selon les formules respectives:

$$L = \frac{K_c \sqrt{A}}{1.12} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right]$$

$$l = \frac{K_c \sqrt{A}}{1.12} \left[1 - \sqrt{1 - \left(\frac{1.12}{K_c} \right)^2} \right]$$

CARTE N° 3 HYPOMETRIE DU BASSIN VERSANT DE LA GAMBIE A SIMENTI

Echelle 1/1 000 000



Source L. KONATE 1993

-L'indice de Pente I_p : il est obtenu en appliquant la formule de Roche.

$$I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{\beta_i (a_i - a_{i-1})}$$

avec a_i = l'aire d'une bande entourant la courbe de niveau ,

β_i = la fraction de la surface totale du bassin comprise entre les cotes a_i et a_{i-1}

2 - Deuxième volet: Traitement des données hydrométriques.

Les stations d'étude retenues sont:

Kédougou.

Simenti.

Wassadou amont,

Wassadou aval.

Nous avons travaillé sur une série de 22 ans de 1970 à 1992. Ce travail, entièrement réalisé avec l'outil informatique, a nécessité l'utilisation de plusieurs logiciels.

2.1. Elaboration des données de Base.

-HYDROM: ce logiciel de gestion de banque de données hydrométriques a été utilisé pour élaborer les données de base à partir des fichiers suivants:

* Le fichier des cotes instantanées, sur lequel nous avons effectué les tâches suivantes:

-la saisie de cotes instantanées, pour mettre à jour la banque de données.

-la traduction des cotes en débits.

* Le fichier des débits instantanés avec lequel nous avons fait:

-le tracé graphique des débits instantanés,

-le calcul des débits journaliers.

* Le fichier des débits journaliers utilisé pour:

- le tracé graphique des débits journaliers.

Les tracés graphiques des données permettent de vérifier si toutes les valeurs ont été calculées.

Les débits moyens journaliers calculés dans cette première étape présentaient beaucoup de lacunes et comportaient des valeurs aberrantes. Préalablement aux calculs statistiques, il a donc été nécessaire dans un premier temps d'éliminer les valeurs aberrantes puis de reconstituer l'ensemble des valeurs manquantes.

Le principe de reconstitution est le suivant: la station pour laquelle on veut reconstituer les données sera nommée la station prévisande et les stations voisines utilisées pour cette reconstitution seront les stations préviseurs.

Les opérations de reconstitution ont été effectuées hors d'HYDROM. Le fichier utilitaire nous a permis d'extraire les débits moyens journaliers d'HYDROM et de les transférer dans de petits programmes tels que:

-PREPARFI: qui donne la liste des débits moyens (journaliers, mensuels ou annuels) dans trois fichiers nommés: nom de station.jou

-GRAFREC: pour faire une visualisation graphique des débits calculés. Ce programme permet de tracer de 1 à 3 hydrogrammes superposés et, facilite la détection d'éventuelles valeurs aberrantes ou douteuses.

-CORREC: nous a permis d'effectuer des corrections sur le fichier des débits, en saisissant la date de début et la date de fin de la plage de données journalières à corriger. Avec ce programme nous avons éliminé toutes les anomalies décelées avec le programme GRAFREC.

-TROUS: il a été utilisé pour afficher à l'écran les dates de lacunes et leur nombre dans le fichier de la station prévisande. Ce programme nous a donné une idée sur l'importance du travail de reconstitution à effectuer.

-REG 1: seules les régressions simples ont été utilisées au cours de ce travail. Nous avons effectué deux types de régressions:

* des régressions entre deux stations (tableau n°3 en annexes),

* des régressions au sein de la même station: l'auto-régression (tableau n°4 en annexes).

Ce programme REG 1 nous a permis de déceler à l'écran des points anormaux qui peuvent correspondre à des erreurs isolées, passées inaperçues lors de l'examen avec GRAFREC. Ces points anormaux ont été supprimés à l'aide du programme CORREC.

2.2 Méthode Utilisée pour le calcul des coefficients de tarissement.

Les résultats obtenus par les différentes auto-régressions sont utilisés dans le calcul des coefficients de tarissement moyens.

La formule généralement adoptée pour le tarissement d'une rivière, qui correspond à un débit provenant uniquement de la vidange des nappes et du lit, est la suivante:

$$Q(j+n) = Q(j) * e^{(-k*n)} \quad (I)$$

Avec Q : débit (m³.s⁻¹)

J : jour

k: coefficient de tarissement (jour⁻¹)

n : décalage de temps (jour)

A partir de l'équation (I), le coefficient de tarissement k a été déterminé par un calcul d'auto-régression simple dans lequel nous avons forcé la constante additive à être nulle.

La régression est effectuée avec le programme REG 1 en prenant « Nom de Station.jou » comme station prévisande et « Nom de Station x.jou » comme station préviseur pour différentes valeurs de décalages n.

Avec le programme GRAFREC et CORREC nous avons repéré et éliminé les points situés en dehors de la période de tarissement.

Chaque calcul donne les coefficients:

$A_n, B_n, S_{x_n}, S_{y_n}, M_{x_n}, M_{y_n}$ et R_n tels que:

$$Y = A_n * X + B_n \quad (II)$$

Avec

$Y = Q(j+n)$: débit journalier du jour $j+n$

$X = Q(j)$: débit journalier du jour j

A_n et B_n = coefficients de régression entre X et Y

M_{x_n} et M_{y_n} = moyennes de X et Y respectivement

S_{x_n} et S_{y_n} = écart-types de X et Y respectivement

R_n : coefficient de corrélation entre X et Y

Le coefficient K_n de régression avec contrainte de constante nulle est alors donné par:

$$K_n = \frac{(R_n * S_{x_n} * S_{y_n} + M_{x_n} * M_{y_n})}{((S_{x_n})^2 + (M_{x_n})^2)}$$

$$Q(j+n) = K_n * Q(j) \quad (III)$$

$$(I) \text{ et } (III) \Rightarrow k = -\frac{\text{Log}(K_n)}{n}$$

Nous avons calculé le coefficient de tarissement k pour les quatre stations pour les valeurs suivantes de n : 30, 20, 15, 10, 5, 2 et 1 (tableaux n°5, 6, 7, 8). Dans chacun des cas, le mode de tarissement varie sensiblement entre basses eaux et très basses eaux, ce qui nous a conduit à calculer deux coefficients de tarissement, k_1 et k_2 .

TABLEAU N°5: COEFFICIENTS DE TARISSEMENT A SIMENTI.

STATION	JOURS	SEUILS	D'ETUDE
		entre 0et35' k1	>35 M3/S k2
SIMENTI	30	0.02782	0.05606
	20	0.02706	0.05025
	15	0.02649	0.05488
	10	0.02626	0.06088
	5	0.02556	0.06486
	2	0.02512	0.06108
	1	0.02634	0.05975
valeurs de l'asymptote		0.0255	0.052

TABLEAU N°6: COEFFICIENTS DE TARISSEMENT A KEDOUGOU

STATION	JOURS	SEUILS		D'ETUDE >20 M3/S
		entre 0 et 20 k1	k2	
KEDOUGOU	30	0,0146	0,0543	
	20	0,0148	0,0576	
	15	0,0147	0,0576	
	10	0,015	0,0525	
	5	0,0154	0,0486	
	2	0,0165	0,0445	
	1	0,0171	0,0429	
valeurs de l'asymptote		0,0155	0,058	

TABLEAU N°7: COEFFICIENTS DE TARISSEMENT A WASSADOU AMONT

STATION	JOURS	SEUILS		D'ETUDE > 25 M3/S
		entre 0 et 25 k1	k2	
WASS. AM	30	0,0203	0,0682	
	20	0,0209	0,0741	
	15	0,0209	0,0682	
	10	0,0208	0,0437	
	5	0,021	0,0588	
	2	0,0209	0,0575	
	1	0,0212	0,0565	
valeurs de l'asymptote		0,0208	0,074	

TABLEAU N°8: COEFFICIENTS DE TARISSEMENT A WASSADOU AVAL

STATION	JOURS	SEUILS		D'ETUDE >20 M3/S
		entre 0 et 20 k1	k2	
WASS. AVAL	30	0,0286	0,065	
	20	0,0288	0,0693	
	15	0,0285	0,0631	
	10	0,0286	0,0586	
	5	0,0283	0,0512	
	2	0,0282	0,0493	
	1	0,0283	0,0491	
valeurs de l'asymptote		0,0285	0,0685	

Ces différentes valeurs de k ont été représentées graphiquement (fig.n°13a à 13c en annexes). et on a retenu la valeur de l'asymptote comme valeur moyenne de k, à utiliser dans les opérations de reconstitution de données.

Les objectifs dans cette étude du tarissement se résument à trois: il s'agit:

- * de faire des prévisions dans chacune des stations à partir des différents tableaux de tarissement.
- * de faire une étude comparative de la vitesse de tarissement dans les quatre stations.
- * et enfin de faire une corrélation entre le tarissement et certains facteurs conditionnels de l'écoulement (géologie et climat).

2.3. Reconstitution des données Manquantes.

On a utilisé le programme RECONSTI, qui crée à partir d'un fichier de valeurs journalières, un fichier complété. L'intégralité des données existantes dans le premier fichier se retrouve dans le fichier complété. Celui-ci contient par ailleurs des données reconstituées correspondant soit à des lacunes, soit à des dates n'existant pas dans le premier fichier.

Au cours de ce travail nous avons appliqué deux méthodes de reconstitution. Dans chaque station les lacunes situées entre le 15 novembre et le 15 mai ont été reconstituées par la méthode de tarissement (tableau n°9 en annexes) et, la régression simple a été appliquée pour celles comprises entre le 15 mai et le 15 novembre (tableau n°10 en annexes).

Après une dernière vérification graphique des valeurs reconstituées avec le programme GRAFREC pour détecter d'éventuelles anomalies à supprimer, le fichier des débits moyens journaliers complété est réimporté dans HYDROM dans le but de procéder aux calculs statistiques en utilisant les procédures suivantes:

impression

- des débits moyens mensuels et annuels (tableaux n°11 à 14 en annexes)
- des débits extrêmes et caractéristiques (tableaux 15 à 18 en annexes).

Pour l'exploitation de ces résultats statistiques, nous avons utilisé:

- le programme EXCELL pour élaborer les tableaux
- le logiciel DIXLOIS pour l'ajustement des lois statistiques et leur sortie graphique.

III- PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS HYDROMETRIQUES

TABLEAU N°22: PRESENTATION DE LA STATION HYDROMETRIQUE DE LA GAMBIE A SIMENTI

STATION	numéro côte	capteur	longitude	latitude	altitude	aire bassin	date créat°	pér. d'obser.
Simenti	1381200117	1	13.18.00	13.02.00	10m	20480 Km2	12/06.1970	1970-1991

L'échelle est constituée de 15 éléments en tôle émaillée sur UPN de 80 mm en quatre tronçons:

- 00 à 3 m
- 03 à 8 m
- 08 à 12 m
- 12 à 15 m

Etude du Régime

Le bassin versant de la Gambie à Simenti s'étend sur 20480 Km². Il est situé dans les domaines climatiques guinéen au sud et sud-soudanien au nord.

Le régime du cours d'eau subit l'influence de ces deux domaines climatiques. Il combine une période de montée des eaux de mai à septembre, qui est centrée sur la période pluvieuse et une période de descente des eaux de septembre à mai, centrée sur la période non pluvieuse.

Par conséquent l'évolution du régime hydrologique est calquée sur celle du régime pluviométrique, définissant un régime pluvial et tropical du fait de l'existence d'un maximum en septembre et d'un minimum en mai.

Par sa situation géographique, le cours d'eau passe d'un régime tropical de transition (4 mois de hautes eaux) dans le domaine climatique guinéen, à un régime tropical pur (trois mois de hautes eaux) à Simenti situé dans le domaine sud-soudanien.

1- Les Données Hydrométriques.

Elles concernent les hauteurs d'eau et les débits.

1.1. Etat des données

Le tableau n°19 présente les débits moyens mensuels et annuels de la station hydrométrique de Simenti. Il s'agit des données brutes qui présentent beaucoup de lacunes au niveau des valeurs mensuelles et annuelles. Elles comportent également quelques valeurs erronées qui doivent être détectées et éliminées.

1.2. Les hauteurs d'eau

Les lectures des niveaux à l'échelle sont assurées depuis le 13-06-1970.

Les hauteurs journalières sont issues des moyennes établies à partir des relevés bi-quotidiens effectués par le lecteur (7H et 18H).

1.3. La courbe d'étalonnage

Elle est représentée par la fig. 14.

1.4. Les débits

Dans un premier temps nous avons travaillé sur des débits du tableau n°19 sans tenir compte des lacunes et des valeurs fantaisistes qu'ils renferment. C'est par la suite que ces débits ont été vérifiés, homogénéisés puis, les valeurs manquantes reconstituées par différents procédés expliqués dans la méthodologie.

Les tableaux (n°11 à 14) présentent les débits moyens mensuels et annuels reconstitués, les valeurs reconstituées portent la mention (D). La reconstitution porte sur une série de 22 ans dans les quatre stations. Toutes les valeurs manquantes ont été reconstituées et, les valeurs aberrantes corrigées. Aucune incohérence n'est constatée au niveau des débits moyens mensuels et annuels reconstitués.

1.5. Les débits caractéristiques

On étudie les débits caractéristiques suivants:

- débit minimum journalier,
- débit caractéristique d'étiage (DCE): c'est le débit pas atteint pendant 10 jours dans l'année, consécutifs ou non,
- DCn (avec n=3, 6, 9, 11) : débit dépassé pendant n mois de l'année, c'est à dire n fois 30 ou 31 jours consécutifs ou non.
- DCC : débit dépassé pendant 10 jours dans l'année, consécutifs ou non.
- débit maximum journalier.

Le calcul des débits caractéristiques a été fait à partir des valeurs complétées de débits pour les quatre stations étudiées. Les résultats obtenus sont présentés dans les tableaux n°15 à 18.

Les débits caractéristiques calculés avec des valeurs de débits reconstitués portent le code (D1) et ceux calculés avec la mesure journalière de débits sont suivis du code (1).

Il semble qu'il y ait un léger problème dans les tableaux 15 à 18. Exemple Simenti en 1985, août et septembre sont incomplets, pourtant tous les débits caractéristiques apparaissent sans code D1 pour cette année.

Ces anomalies sont dues au fait que les débits caractéristiques sont calculés directement par HYDROM. Probablement ce logiciel ne fait intervenir que l'origine des valeurs extrêmes pour la détermination du code d'origine des débits caractéristiques. Dans ce cas, si la valeur reconstituée est calée entre 2 valeurs normales, la machine lui donne les mêmes caractéristiques que les valeurs extrêmes.

Les débits journaliers les plus faibles de l'année hydrologique apparaissent en Avril- Mai, avant la reprise effective de la saison des pluies de l'année suivante.

Durant la période étudiée :

A Kédougou, l'écoulement s'est arrêté tous les ans sauf en 1971, 1977 et 1979.

A Simenti, il y a arrêt de l'écoulement tous les ans sauf en 1989 et en 1992.

A Wassadou-Amont et Aval, il n'y a pas eu d'arrêt de l'écoulement (tableaux n°17 et 18).

La pérennité de l'écoulement aux stations de Wassadou alors que celui-ci s'arrête à Simenti pourtant proche de 35 Km peut s'expliquer par un soutien local des nappes. Cependant on pourrait se poser la question de la réalité de cet écoulement lorsque Simenti est à sec. Ne s'agirait-il pas de cotes, dans une mare, traduites abusivement en débits ? Il serait intéressant de mesurer plus précisément les débits de tarissement, dans toutes les stations.

2. Etude Statistique des données Hydrométriques

Deux types de calculs sont effectués dans chacune des quatre stations:

- Statistiques sur les Modules Annuels
- Statistiques sur les Débits Maximaux Journaliers

2.1. Statistiques sur les modules

Le module annuel augmente de Kédougou à Simenti, tableaux n°11 à 14. Il passe de 68.8m³/s à Kédougou à 109m³/s à Simenti, Wassadou Amont et Aval. Cet accroissement des débits est lié à l'accroissement du bassin.

Le débit spécifique (rapport du module sur la surface) de la Gambie à Kédougou est de 9.11 l/s/km², il est de 5.32 l/s/km² à Simenti. Cette décroissance est due au fait que la rivière coule d'une région très arrosée et élevée au substratum imperméable à une région de plaine plus vaste et plus perméable.

2.1.1. Etude fréquentielle des modules

Les résultats sont présentés dans le tableau n°20.

Dans notre série la période sèche concerne :

- * le début des années 1970 c'est à dire de 71 à 72.
- * le début des années 80(81, 82, 83, 84, 85, 86, 87)
- * le début des années 90 (91, 92).

Et, la période humide concerne:

- * une longue période de 1973 à 1978,
- * une courte période de 1988 à 1989.

La taille réduite de l'échantillon utilisé (22 années), ne permet pas de déterminer des valeurs très fiables pour les modules de grands temps de retour. Les valeurs obtenues pour les fréquences 0.01 et 0.001 ne sont donc données dans le tableau 20, qu'à titre indicatif.

2.1.2. Ajustement sur les modules

Les figures n°6 à 9 présentent les courbes d'ajustement sur les modules dans les différentes stations. La loi de GOODRICH a été appliquée à Kédougou tandis que PEARSON V a été retenue pour Simenti, Wassadou Amont et Aval (tableau n°20).

REGROUPEMENT AJUSTEMENT SUR LES MODULES

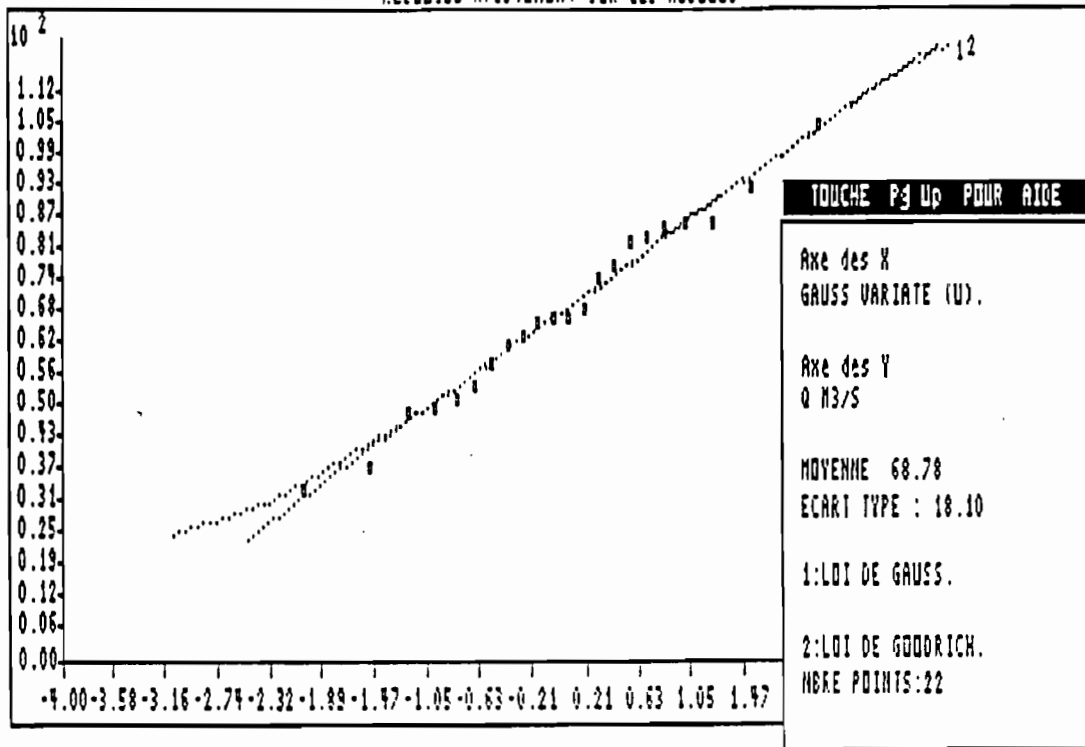


Fig.7

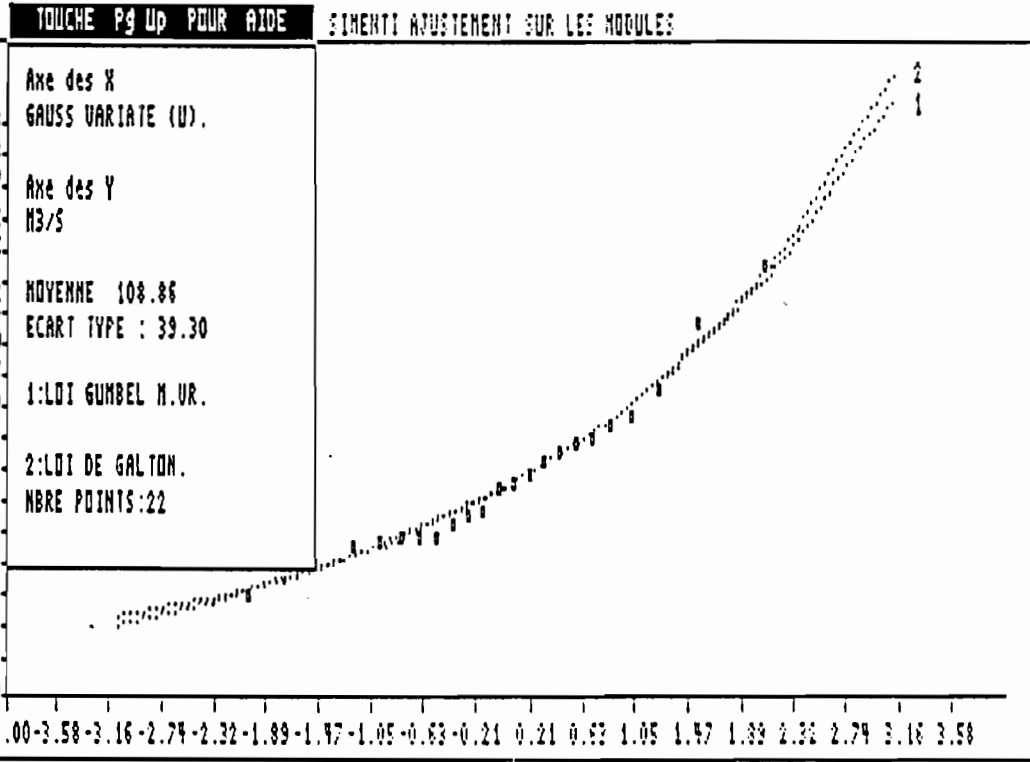
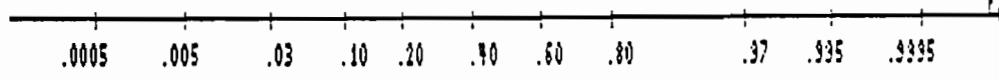
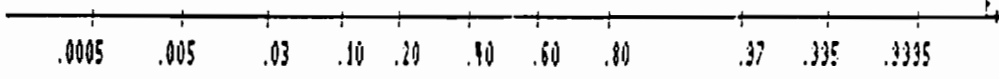


Fig.6



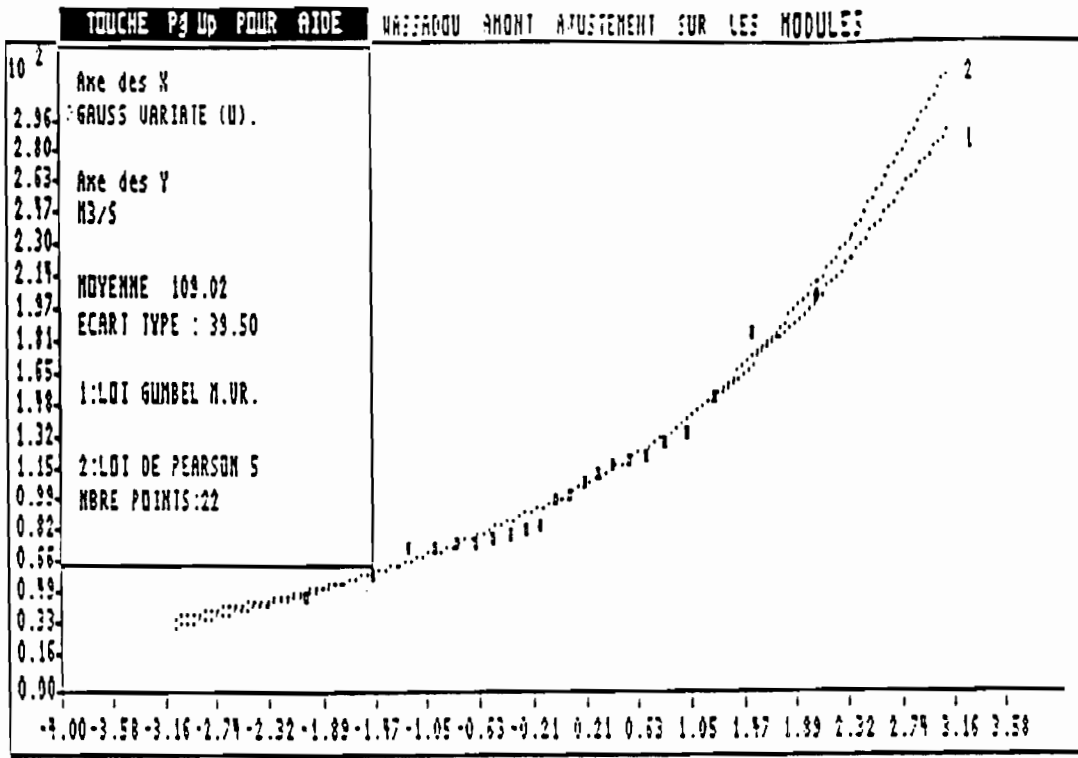


Fig.8

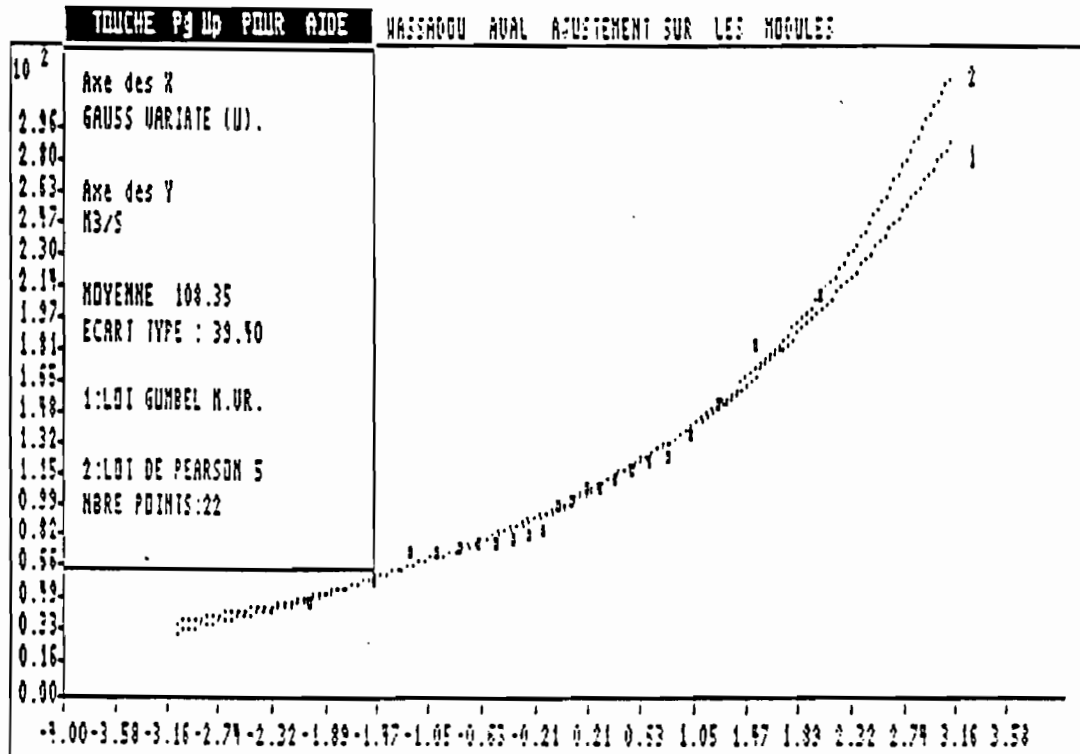


Fig.9

TABLEAU N°20: ETUDE FREQUENTIELLE DES MODULES

	LOIS ans	fréquence	GOODRICH	PEARSON 5		
			kédougou	simenti	wass. amont	wass. aval
période sèche	2	0,5	69	102	101	101
	5	0,2	53	77	77	77
	10	0,1	46	67	67	67
	25	0,04	39	57	58	58
	50	0,02	35	52	52	53
	100	0,01	32	48	48	49
	1000	0,001	25	37	38	39
	\bar{X}		69	109	109	108
	C. V.		0,254	0,239	0,24	0,238
	C. I. R.		2	2,373	2,388	2,373
	MEDIANE		69	102	101	101
	MODE		68	90	89	89
	val. de test		1,109	1,389	1,981	1,915
	fréq. au dép.		0,945	0,891	0,744	0,761
période humide	2	0,5	69	102	101	101
	5	0,8	84	136	136	135
	10	0,9	92	159	160	159
	25	0,96	100	189	191	190
	50	0,98	105	212	214	213
	100	0,99	110	236	239	238
	1000	0,999	122	322	329	329

\bar{X} : la moyenne,

C. V.: le coefficient de variation,

C.I.R.: le coefficient d'irrégularité $K_3 = \frac{\text{Débit}_{0.90}}{\text{Débit}_{0.10}}$

val. de test: valeur du test de BRUNET-MORET

fréq. au dép.: fréquence au dépassement.

2.2. Statistiques sur les Débits Caractéristiques

A Kédougou, Simenti et Wassadou-Amont, les ajustements sont faits selon la loi de GOODRICH (fig n°10 à 12).

A Simenti et Wassadou-Amont les ajustements statistiques sur les débits maximaux journaliers sont très bons vers les basses fréquences, mais divergent légèrement vers les plus fortes fréquences, les points observés s'écartent de plus en plus de la courbe d'ajustement. En période de crue les eaux débordent du lit principal et s'étalent dans des plaines d'inondation aux caractéristiques hydrauliques différentes. Dans ces conditions les débits les plus forts n'appartiennent plus à la même population. Dans ce cas, il faudrait distinguer deux échantillons: les débits n'ayant pas quitté le lit de la rivière et celui où les débits sortent des berges, la vitesse de l'eau étant ralentie par la végétation. Il faut chercher une loi pour ajuster les débits du lit et une autre loi pour ajuster les débits des berges. Nous n'avons pu faire cette étude parce que nécessitant au préalable un travail de terrain, sortant du cadre de ce stage.

A Kédougou, l'ajustement est très bon car la rivière coule dans des vallées étroites et les versants sont raides, donc le phénomène d'étalement est très peu probable. Une seule loi suffit à obtenir un bon ajustement.

Le tableau n°21 sur l'étude fréquentielle des débits maximaux journaliers montre que la crue millénale humide atteinte est de 1850 m³/s à Simenti et de 1703 m³/s à Wassadou Amont.

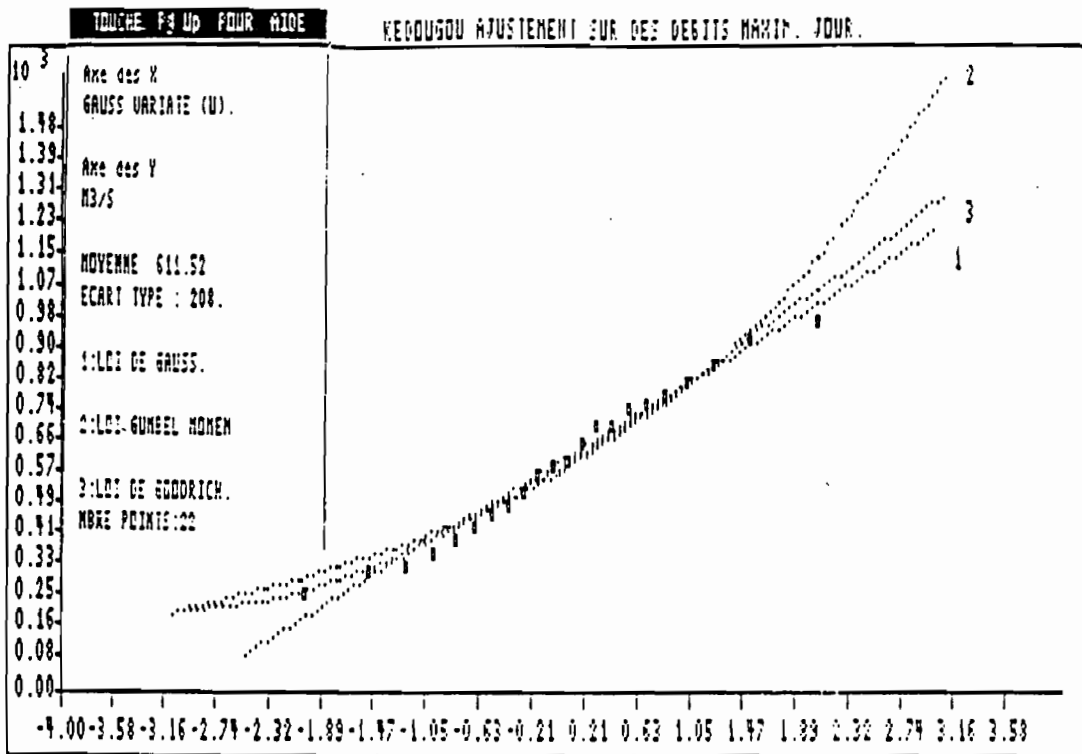


Fig.10 .0005 .005 .03 .10 .20 .40 .60 .80 .97 .995 .9995

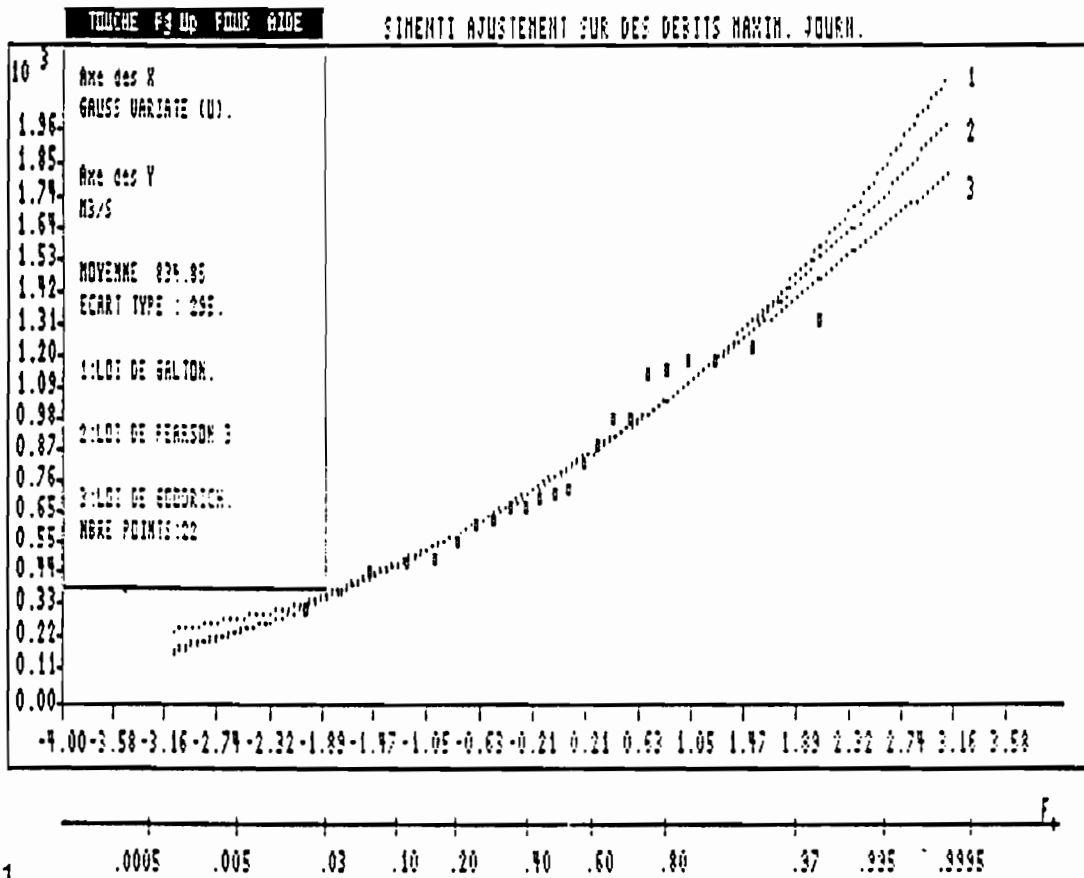


Fig.11 .0005 .005 .03 .10 .20 .40 .60 .80 .97 .995 .9995

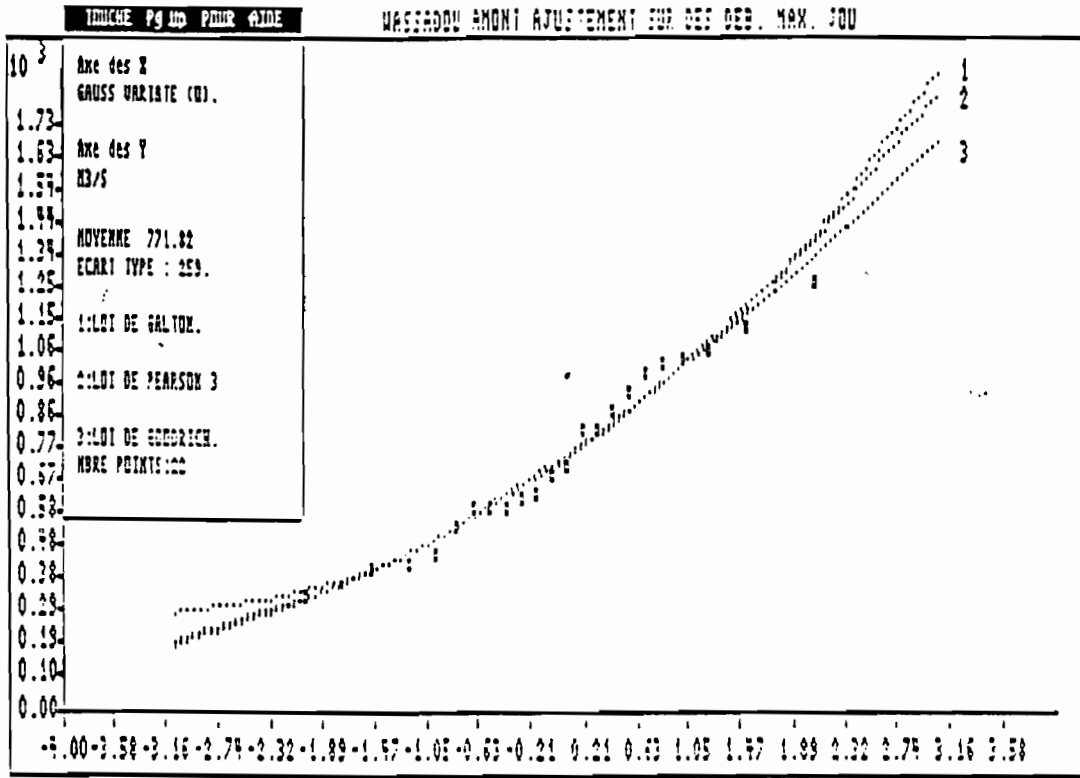


Fig.12

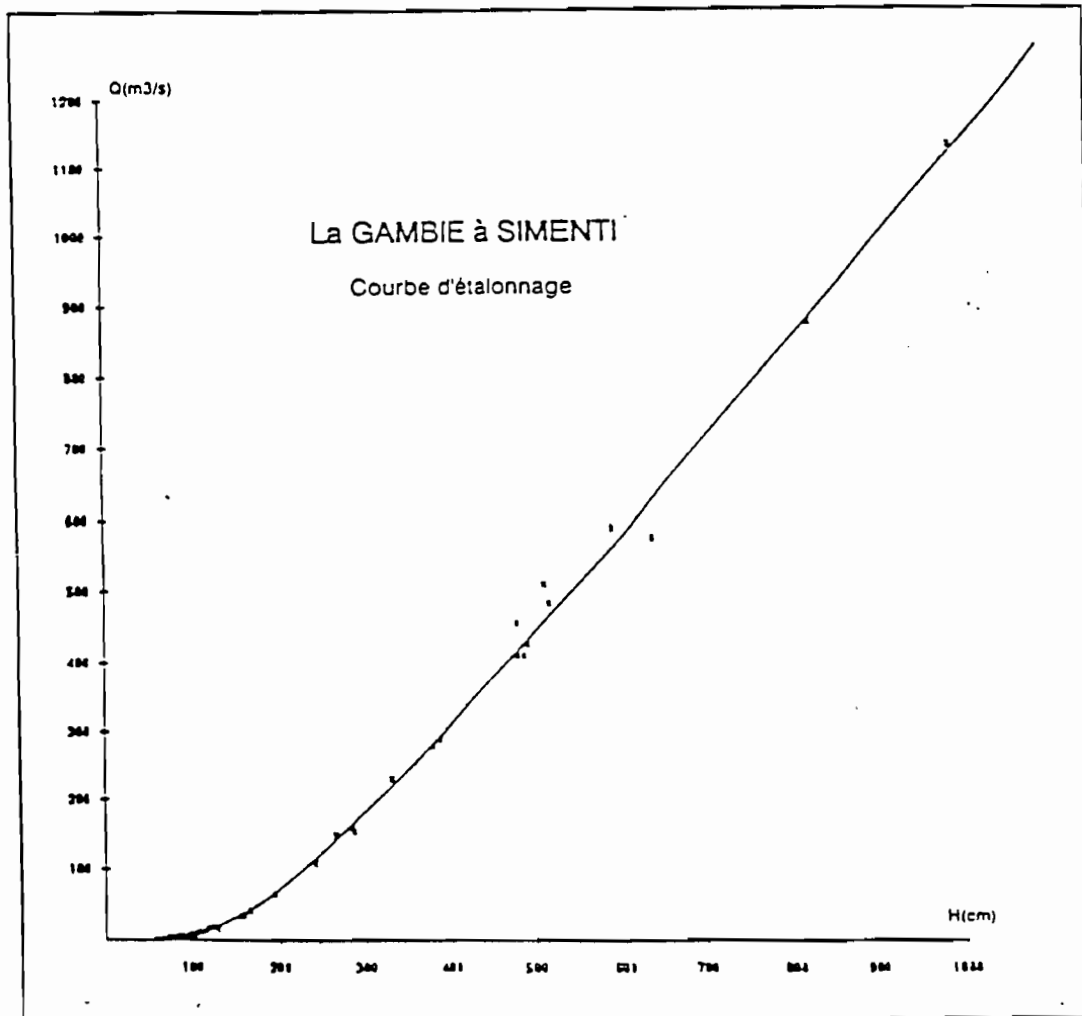
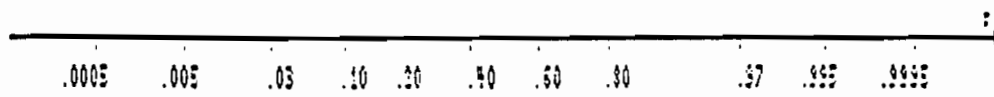


Fig.14

En faible crue (millénaire sèche) le débit est de 261 m³/s à Simenti et 292 m³/s à Wassadou Amont.

Ces deux stations sont géographiquement proches, les valeurs trouvées sont du même ordre de grandeur et statistiquement pas différentes. On remarque cependant que systématiquement pour les plus fortes crues (supérieures à la fréquence 0.025) la crue est supérieure pour la station amont. Elle devient inférieure pour les fréquences plus faibles. Cet amortissement de pointe des fortes crues entre les deux stations peut s'expliquer par la topographie plane de la région, qui permet un stockage d'eau à la fois dans le lit majeur de la rivière, et éventuellement dans le lit de certains affluents, qui fonctionnent alors en défluent. Cette eau est restituée en partie à l'écoulement, après le passage de la pointe de crue.

Par contre en faible crue, la conjonction de la crue de la Gambie et du faible apport de ses affluents, aboutit à la création de la crue, les débits des affluents sont non négligeables dans le module annuel.

TABLEAU N°21: ETUDE FREQUENTIELLE DES DEBITS MAXIMUM JOURNALIERS

	ans	LOIS	GOODRICH		
		fréquence	kédougou	simenti	wass. amont
période	2	0,5	596	810	744
	5	0,2	433	579	545
	10	0,1	362	480	462
	25	0,04	300	394	392
sèche	50	0,02	268	350	358
	100	0,01	245	318	333
	1000	0,001	203	261	292
		\bar{X}	612	835	771
		C. V.	0,328	0,342	0,328
		C. I. R.	2,441	2,543	2,411
		MEDIANE	596	810	744
		MODE	559	754	689
		val. de test	1,2	2,36	1,494
		fréq. au dép.	0,929	0,643	0,149
période	2	0,5	596	810	744
	5	0,8	782	1075	980
	10	0,9	884	1221	1114
	25	0,96	996	1381	1262
humide	50	0,98	1069	1486	1360
	100	0,99	1135	1581	1449
	1000	0,999	1321	1850	1703

\bar{X} : la moyenne,

C.V.: le coefficient de variation,

C.I.R.: le coefficient d'irrégularité $K_3 = \frac{\text{Débit}_{0.90}}{\text{Débit}_{0.10}}$

val. de test: valeur du test de BRUNET-MORET

fréq. au dép.: fréquence au dépassement.

3- Etude Du Tarissement

La formule généralement adoptée pour le tarissement d'une rivière, qui correspond à un débit provenant uniquement de la vidange des nappes et du lit, est la suivante:

$$Q_{j\min} = Q_0 * e^{-kt} \quad \text{où}$$

$Q_{j\min}$: est le débit moyen journalier.

Q_0 : est le débit journalier «charnière» correspondant au débit de base du début de la vidange des réservoirs du bassin.

t : est la durée en jour séparant l'observation des débits journaliers Q_0 et $Q_{j\min}$.

k : est le coefficient caractéristique de la loi de vidange du bassin.

Dans cette étude nous avons observé deux lois de tarissement pour chaque station. Les coefficients de tarissement moyens k_1 et k_2 sont obtenus en prenant l'asymptote des courbes décrivant la variation de k_1 et k_2 avec n (fig n°13a à 13c en annexes). Les résultats sont enregistrés dans le tableau n°23.

k_1 correspond à la vidange progressive du (ou des) réservoir(s) du bassin en position haute de la nappe ainsi qu'au ressuyage des sols et petits réservoirs naturels de surface.

k_2 plus faible correspond au véritable tarissement c'est à dire la vidange du lit alluvial.

En valeur absolue la décroissance du débit est beaucoup plus rapide pour les fortes valeurs de k et plus lente pour les faibles valeurs de k .

Ainsi dans toutes les quatre stations la vidange des nappes liées à la rivière est beaucoup plus rapide que celles du lit alluvial.

D'autre part la vidange des nappes liées à la rivière (k_1) se fait sensiblement à la même vitesse dans les quatre stations, les valeurs de k_1 sont proches (voir tableau n°23).

Par contre la vidange du lit alluvial est beaucoup plus rapide à Wassadou-Amont, Wassadou Aval et Simenti. Ces stations qui présentent les plus fortes valeurs de k_2 (tableau n°23) se trouvent dans les mêmes formations géologiques constituées de rhyolites, grauwackes, tufs et roches basaltiques des roches cristallines ou cristallophyliennes susceptibles de renfermer des niveaux aquifères.

La vidange du lit alluvial est très faible à Kédougou avec un coefficient $k_2 = 0.0155$ liée à la nature géologique des terrains. La rivière traverse des formations totalement imperméables (grès, argilites, sills de dolérites, pélites). La présence de ces roches limite l'infiltration et empêche la constitution de puissantes nappes à Kédougou, qui est pourtant une région très arrosée.

TABLEAU N°23: ETUDE COMPARATIVE DES COEFFICIENTS DE TARISSEMENT DANS LES STATIONS D'ETUDE

STATIONS	coefficients de tarissement	
	k1	k2
kédougou	0,058	0,0155
simenti	0,052	0,0255
wass. amont	0,074	0,0208
wass. aval	0,0685	0,0285

CONCLUSION

Au cours de ce stage nous avons:

- cartographié le bassin versant de la Gambie à Simenti en vue de le situer dans l'espace hydrologique drainé par la Gambie,
- calculé les paramètres physiographiques du bassin pour caractériser sa forme. L'indice de compacité $K_c = 1.6$ proche de 1 lui confère une forme compacte, prompt à évacuer l'eau,
- étudié les facteurs conditionnels de l'écoulement pour caractériser les modalités de l'écoulement dans le bassin.
- procédé à la critique des données hydrométriques,
- effectué des opérations de suppressions et de reconstitutions de données.
- au terme de cette chaîne d'opérations nous avons fait les calculs statistiques sur les modules, les débits caractéristiques et, l'étude du tarissement dans le bassin.

Ce stage nous a permis de nous familiariser avec l'outil informatique, notamment le logiciel HYDROM et ses programmes associés ainsi que les logiciels d'Excel et d'Excel. A cet effet nous avons pu apprécier l'efficacité et la précision de l'outil informatique dans le traitement des données hydrométriques.

Aussi avons-nous constaté l'informatisation systématique du LABORATOIRE D'HYDROLOGIE DE L'O.R.S.T.O.M. de DAKAR HANN: où l'ordinateur est utilisé dans tous les thèmes de recherche. Cependant loin de se substituer aux spécialistes, l'ordinateur demeure aujourd'hui un outil incontournable pour le chercheur. Ce dernier doit maîtriser l'outil informatique pour évoluer rapidement et avec précision dans ses différents travaux de recherches.

BIBLIOGRAPHIE

J.C.BADER: Chaîne de Programmes pour la vérification l'homogénéisation et le comblement des données hydrométriques. Etude des Tendances, à partir des fichiers complétés, aux stations de Bakel sur le Sénégal et Simenti sur la Gambie. O.R.S.T.O.M. DAKAR 1992 17 p.

J.Y.GAC, J.M.BOUCHEZ: Géochimie des Eaux du Fouta-jallon Flux dissous et particuliers en haute Gambie (Kédougou et Gouloumbou) Mai 1987 143 p. 31 tabl. 50 fig.

J.P.LAMAGAT, J.ALBERGEL, J.M.BOUCHEZ L.DESCROIX: Monographie hydrologique du fleuve Gambie O.R.S.T.O.M. DAKAR 1990. 247 p.

M. ROCHE: Hydrologie de Surface O.R.S.T.O.M. Paris 1963 430 p.

PIERRE MICHEL: Les Bassins des Fleuves Sénégal et Gambie: Etude Géomorphologique Tome 1, Tome 2, Tome 3, 752 pages, 91 photos. 9 planches, 6 cartes. O.R.S.T.O.M. DAKAR, 1973.

PIERRE CHAPERON, JOEL DANLOUX, LUC FERRY: Fleuves et Rivières de Madagascar O.R.S.T.O.M. ; D.M.H. ; C.N.R.E. Paris Mars 1993. 874 pages.

L. KONATE: Le bassin versant du DIAHRA au pont-routier. Etude hydrologique U.C.A.D Dakar 1992.

E. H. DIOUF: Le DIAGUERY au pont-routier. U.C.A.D. Dakar 1991.

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

- TABLEAU N°1: Mesures Morphométriques du B.V. de la Gambie à Simenti
- TABLEAU N°2: Hypsométrie du B.V. de la Gambie à Simenti
- TABLEAU N°3: Régressions Inter-Stations
- TABLEAU N°4: Auto-Régression à Simenti
- TABLEAU N°5: Coefficients de tarissement à Simenti
- TABLEAU N°6: Coefficients de tarissement à Kédougou
- TABLEAU N°7: Coefficients de tarissement à Wassadou Amont
- TABLEAU N°8: Coefficients de tarissement à Wassadou Aval
- TABLEAU N°9 : Méthode de Calcul utilisé: Le Tarissement
- TABLEAU N°10 : Méthode de Calcul utilisé: La Régression Simple
- TABLEAU N°11 : Débits Moyens Mensuels et Annuels à Kédougou
- TABLEAU N°12 : Débits Moyens Mensuels et Annuels à Simenti
- TABLEAU N°13 : Débits Moyens Mensuels et Annuels à Wassadou Amont
- TABLEAU N°14 : Débits Moyens Mensuels et Annuels à Wassadou Aval
- TABLEAU N°15 : Débits Extrêmes et Caractéristiques à Kédougou
- TABLEAU N°16 : Débits Extrêmes et Caractéristiques à Simenti
- TABLEAU N°17 : Débits Extrêmes et Caractéristiques à Wassadou Amont
- TABLEAU N°18 : Débits Extrêmes et Caractéristiques à Wassadou Aval
- TABLEAU N°19 : Débits Moyens Mensuels et Annuels non Reconstitués à Simenti
- TABLEAU N°20 : Etude Fréquentielle des Modules
- TABLEAU N°21 : Etude Fréquentielle des Débits Maximaux Journaliers
- TABLEAU N°22 : Présentation de la Station Hydrométrique de Simenti
- TABLEAU N°23 : Etude Comparative des Coefficients de Tarissement dans les quatre Stations

TABLEAU N°3: REGRESSION INTER - STATIONS

Y - Stat° P1	X - Stat° P2	période d'étude	Décalage	seuils sur le préviseur		coeff. de rég. entre P1 et P2		coeff. de corr.	Moyenne		Ecart		Type
				seuil inf.	seuil sup.	A	B		P1	P2	P1	P2	
kédougou	simenti	1970-1991	- 2 jours	0	997999	0,577	7,594	0,9531	76,251	118,922	128,419	212,006	
kédougou	wass. amont	1970-1992	-3 jours	0	997999	0,587	4,04	0,9679	38,973	59,538	82,668	136,374	
wass. aval	simenti	1970-1991	-1 jour	0	997999	0,961	-4,656	0,9657	119,81	119,842	212,384	213,454	
wass. aval	wass. amont	1970-1992	0jour	0	997999	1,005	-1,064	0,9975	114,51	115,012	207,324	205,81	
simenti	kédougou	1970-1991	2 jours	0	997999	1,573	-1,057	0,9531	118,922	76,251	212,006	128,419	
wass. amont	wass. aval	1970-1992	0 jour	0	997999	0,99	1,618	0,9975	115,012	114,51	214,383	210,631	
simenti	wass. amont	1970-1991	-1jour	0	997999	1,011	-1,264	0,9933	119,185	119,142	214,383	210,631	
simenti	wass. aval	1970-1991	-1 jour	0	997999	0,999	0,222	0,9933	119,94	119,865	213,5	212,342	
wass. amont	simenti	1970-1991	1 jour	0	997999	0,976	2,83	0,9933	119,142	119,185	210,631	214,383	
kédougou	wass. aval	1970-1992	-3 jours	0	997999	0,563	5,831	0,9661	-44,328	68,401	94,038	161,423	
wass. amont	kédougou	1970-1992	3 jours	0	997999	1,518	-2,086	0,9536	29,444	20,766	69,992	43,961	
wass. aval	kédougou	1970-1992	3 jours	0	997999	1,581	-4,699	0,9538	36,066	25,79	84,692	51,105	

Les valeurs sont en m³/s

P1 = station prévisande

P2 = station préviseur

TABLEAU N°4: AUTO-REGRESSION A SIMENTI

Y - Stat° P1	X - Stat° P2	période d'étude	décalage du P2	Seuils sur le Préviseur		Coefficient entre P1 et P2 Régression		Coeff. Correlat°	Moyenne		Ecart - Type	
				inférieur	supérieur	A	B		P1	P2	P1	P2
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	30 jours	0	35	0,434	-0,245	0,9551	4,526	10,982	4,309	9,473
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	30 jours	35	997999	0,186	13,238	0,8989	29,257	85,943	11,171	53,871
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	20 jours	0	35	0,582	-0,225	0,978	5,329	9,543	5,666	9,521
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	20 jours	35	997999	0,366	9,749	0,9273	32,82	63,046	10,524	26,667
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	15 jours	0	35	0,672	-0,204	0,9861	5,824	8,968	6,479	9,503
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	15 jours	35	997999	0,439	10,178	0,9319	35,448	57,608	10,484	22,272
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	10 jours	0	35	0,769	-0,146	0,9918	6,365	8,467	7,329	9,452
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	10 jours	35	997999	0,544	9,603	0,9634	39,873	55,647	12,917	22,877
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	5 jours	0	35	0,88	-0,088	0,9966	6,931	7,976	8,225	9,315
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	5 jours	35	997999	0,723	6,291	0,9789	43,952	52,066	14,051	19,017
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	2 jours	0	35	0,951	-0,037	0,9988	7,276	7,693	8,773	9,218
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	2 jours	35	997999	0,885	2,482	0,9915	46,395	49,633	14,119	15,823
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	1 jour	0	35	0,974	-0,012	0,9991	7,393	7,604	8,955	9,188
siment1.jou	sim.jou	1970-1991	1 jour	35	997999	0,942	1,272	0,9975	47,367	48,958	14,079	14,916

TABLEAU N°9: METHODE DE CALCUL UTILISE: LE TARISSEMENT

nom du fichier à compléter	nom du fichier complété	début décrue	fin décrue	limite côte	modèle de calcul de décrue utilisé	lacunes	périodes	nb. val. reconstituées
siment1.jou	siment2.jou	jr 15 mois 11	jr 15 mois 05	0.00-35.000	$Q = Q \cdot e^{-0.025500 \cdot (t-t_1)}$	683	1970-1991	440
kédougou1.jou	kédougou2.jou	jr 15 mois 11	jr 15 mois 05	0.00-20.000	$Q = Q_1 e^{-0.015500 \cdot (t-t_1)}$	151	1970-1992	68
kédougou2.jou	kédougou3.jou	jr 15 mois 11	jr 15 mois 05	20.0-997999	$Q = Q_1 \cdot e^{-0.058000 \cdot (t-t_1)}$	149	1970-1992	2
wassamo1.jou	wassamo2.jou	jr 15 mois 11	jr 15 mois 05	0.00-25.000	$Q = Q_1 \cdot e^{-0.020800 \cdot (t-t_1)}$	556	1970-1992	50
wassada1.jou	wassada2.jou	jr 15 mois 11	jr 15 mois 05	0.00-20.000	$Q = Q_1 \cdot e^{-0.028500 \cdot (t-t_1)}$	1355	1970-1992	178

TABLEAU N°10: METHODE DE CALCUL UTILISE : LA REGRESSION SIMPLE

fichier à compléter	fichier complété	fichier prévisseur	période	bo r n e		équation de régression	nb. de valeurs calculées	fichier original	fichier reconstitué	nb. de valeurs reconstituées
				inf.	sup.					
siment3.jou	siment4.jou	wass. amont	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 1.011 \cdot X (J + 1) + (-1.3)$	7795	683 lacunes	256 lacunes	793
siment4.jou	siment5.jou	wass. aval	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 0.999 \cdot X(J+1) + 0.2$	6868	256 lacunes	233lacunes	23
siment5.jou	siment6.jou	kédougou	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 1.573 \cdot X (J - 2) + (-1.1)$	8182	233 lacunes	82 lacunes	151
kédougo3.jou	kédougo4.jou	simenti	1970-1991	0	997999	$Y(J) = 0.577 \cdot X (J + 2) + 7.6$	6912	149 lacunes	85 lacunes	64
kédougo4.jou	kédougo5.jou	wass. amont	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 0.587 \cdot X (J + 3) + 4.0$	7795	85 lacunes	80 lacunes	5
wassamo3.jou	wassamo4.jou	wass. aval	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 0.990 \cdot X (J) + 1.6$	6868	556 lacunes	311 lacunes	245
wassamo4.jou	wassamo5.jou	simenti	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 0.976 \cdot X (J - 1) + 2.8$	6912	311 lacunes	275 lacunes	36
wassamo5.jou	wassamo6.jou	kédougou	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 1.518 \cdot X (J - 3) + (- 2)$	8182	275 lacunes	83 lacunes	192
wassada3.jou	wassada4.jou	wass. amont	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 1.005 \cdot X (J) + (- 1.1)$	7795	1355 lacunes	247 lacunes	1108
wassada4.jou	wassada5.jou	simenti	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 0.961 \cdot X (J + 1) + 4.7$	6912	247 lacunes	232 lacunes	15
wassada5.jou	wassada6.jou	kédougou	1970-1992	0	997999	$Y(J) = 1.581 \cdot X (J - 3) + (- 4.7)$	8182	232 lacunes	83 lacunes	149

Les débits sont exprimés en m³/s

Tableau n° 11: DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS à KEDOUGOU

ORSTOM

*** HYDROMETRIE ***

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

Edition du 27/07/1993 à 12H07

Station : 1381200108 KEDOUGOU

Latitude 12.33.00

Rivière : GAMBIE

Longitude -12.11.00

Pays : SENEGAL

Altitude 102M

Bassin : GAMBIE

Aire b.v. 7550.00 Km2

DEBITS EN M3/S

année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annuel
1970	-	-	-	1.76	.546	14.1	124.	566. D	424.	114.	45.1	21.5	-
1971	13.1	7.04	3.03	1.69	1.79	5.90	51.5 D	274. D	305.	92.2	30.7	14.8	66.7 D
1972	7.92	3.61	1.18	.149	.000	33.4	86.0	275. D	235.	106.	40.5	21.3	67.5 D
1973	11.8	5.67	2.09	.189	.616	8.72	68.5	354.	313.	91.9	33.7	15.6	75.5
1974	8.98	4.33	1.54	.164	.000	8.54	135.	428.	410.	196.	51.4	21.4	106.
1975	12.6	6.88	2.84	.822	.083	8.12	89.2	176.	525.	156.	41.9	18.2	86.5
1976	10.8	5.69	2.14	.551	.017	10.2	129.	265.	214.	184.	91.5	28.0	78.4
1977	14.9	8.08	3.70	1.80	.836	11.8	21.7	110.	332.	108.	31.1	14.2	54.8
1978	7.83	3.62	.846	.039	.000	7.76	44.1	305.	401.	260.	68.3	25.5	93.7
1979	13.3	6.57	3.18	.519	.101	10.3	51.5	140.	162.	157.	44.4	16.1	50.4
1980	9.11 D	4.03	1.29	.068	.000	15.5	114.	423.	318.	74.5	29.2	14.4	83.6 D
1981	7.54	3.67	.948	.135	4.39	6.01	55.4	293.	309.	86.4	32.5	14.8	67.8
1982	7.54	4.01	1.14	.044	.000	3.81	59.9	169.	312.	139.	37.6	16.1	62.5
1983	9.05	4.17	1.25	.096	.000 D	4.74	34.5	118.	182.	82.6	20.0	10.7	38.9 D
1984	5.62	2.26	.457	.007	.025	22.3	98.9	82.4	79.6	98.0	16.5	8.09	34.5
1985	3.66	1.47	.276	.001	.000	.619	102. D	364.	393.	116.	32.6	14.3	85.7 D
1986	8.41	4.48	1.45	.116	.414	9.42	47.5	119.	220.	127.	34.3	15.2	48.9
1987	8.83	4.21	1.19	.049	.000	8.19	25.2	121.	281.	200.	43.1	15.5 D	59.0 D
1988	7.24	4.13	1.05	.144 D	.000	.225	73.5	455.	327. D	111. D	37.8	15.2	86.0 D
1989	8.30	3.91	.890	.044	.000	4.98	58.3	316.	400.	140. D	41.6	17.2	82.6 D
1990	9.89	4.69	1.25	.041	.000	4.99 D	73.8	259.	239.	125.	34.1 D	14.9 D	63.9 D
1991	7.24	2.65	.516	.000	.000	.000	78.9	325.	244.	121.	37.3	15.4	69.3
1992	8.94	4.10	.745	.007	.000	2.63	98.2 D	168.	220. D	82.4	26.1	12.5	52.0 D
Moy.	9.21 D	4.51	1.50	.367 D	.383 D	8.79 D	74.8 D	266. D	298. D	129. D	39.2 D	16.6 D	68.8 D

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE

Tableau n°12:DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS à SIMENTI

ORSTOM

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

Station : 1381200117 SIMENTI
 Rivière : GAMBIE
 Pays : SENEGAL
 Bassin : GAMBIE

Latitude 13.02.00
 Longitude -13.18.00
 Altitude 10M
 Aire b.v. 20480. Km2

DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS

DEBITS EN													
année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annual
1970	-	-	-	1.25 D	.000 D	10.3 D	135.	836.	651.	172.	61.0 D	28.1	-
1971	13.7	5.67	2.54	.531	.043	10.3	77.6	503.	547.	167.	44.9	18.8	116.
1972	7.46	3.50	.977	.105	.439 D	26.1 D	119.	376.	339.	141.	49.9	25.9	90.8 D
1973	11.3	5.04	1.44	.224	.230	13.0	83.6	669. D	633. D	133.	43.8	18.6	134. D
1974	7.68	3.61 D	1.40 D	.644 D	.195 D	13.6 D	246.	803.	893.	466.	80.5	30.8	212. D
1975	13.9	6.22	2.17	.362	.035	2.03	123.	210.	990.	372.	67.1	26.0	151.
1976	11.0	4.78	1.40	.215	.055 D	4.91 D	157.	323.	319.	264.	129.	35.2	104. D
1977	17.2	6.80	2.55	.565	.044	5.76	24.0	119.	481.	208.	45.0	16.9	77.2
1978	6.83	2.78	.681	.060	.398	9.51	115.	568.	760.	578. D	136.	43.8	185. D
1979	19.0 D	8.75 D	3.44 D	.516	.037	.766	66.7	244.	302.	272.	68.5	23.5	84.1 D
1980	9.15	2.53	.453	.000	.000	12.9	128.	571.	557.	121.	35.6	13.4	121.
1981	4.94	2.05	.296	.001	.476	2.83	54.2	412.	562.	140.	44.1	17.6	103.
1982	7.01	3.44	.698	.041	.000	1.14	68.0	227.	489.	201.	53.5	21.2	89.3
1983	7.96	3.35	.875	.041	.000	6.35	53.5 D	131.	242.	107.	27.1	9.91	49.1 D
1984	4.34	1.47	.178	.000	.130	41.6	171.	158.	160.	193.	31.8	8.18	64.1
1985	3.59	1.06	.418	.283	.148	.260	118.	535. D	745. D	180.	47.0	21.5	138. D
1986	7.34	2.71	.599	.151	.047	.116	51.2	147.	406.	204.	44.6	17.0	73.4
1987	4.60	2.42	1.74 D	.842 D	.264 D	.339	57.6	134.	345.	316.	59.8	22.0	78.7 D
1988	7.21	3.68	.623	.043	1.12 D	1.19	80.2	447.	564.	153.	41.5 D	16.0 D	110. D
1989	7.20	3.65 D	1.74 D	.799 D	14.7 D	14.4 D	70.9	409.	684.	209.	58.2	21.8 D	125. D
1990	9.91 D	4.65 D	2.20 D	1.01 D	.756 D	1.08 D	31.6 D	336.	325.	166. D	43.5	23.1	78.7 D
1991	12.2	7.53	5.44	3.56	1.10 D	.000 D	79.7 D	457. D	405. D	475. D	56.6 D	19.6 D	127. D
1992	9.84 D	6.85 D	.580 D	.037 D	.037 D	.037 D	110. D	269. D	385. D	118. D	37.0 D	16.9 D	79.4 D
Moy.	9.24 D	4.21 D	1.48 D	.490 D	.881 D	7.76 D	96.6 D	386. D	512. D	233. D	56.8 D	21.6 D	109. D

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE

Tableau n° 13: DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS à WASSADOU AMONT

ORSTOM		*** HYDROMETRIE ***											LABORATOIRE D'HYDROLOGIE	
		DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS											Edition du 27/07/1993 à 12H09	
Station : 1381200118 WASSADOU-AMONT													Latitude 13.21.00	
Rivière : GAMBIE													Longitude -13.22.00	
Pays : SENEGAL													Altitude 5M	
Bassin : GAMBIE													Aire b.v. 212000. Km2	
DEBITS EN M3/S														
année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annuel	
1970	-	-	-	.732 D	.000 D	9.22 D	116. D	808.	652.	170.	59.6	28.9	-	
1971	16.6	10.4	5.67	2.99	2.17	11.1	78.7	492.	543.	179.	45.2	20.4	117.	
1972	11.2	6.66	3.44	2.34	2.59	20.1	112.	324.	347.	136.	49.6	26.0	86.7	
1973	14.8	8.49	4.41	2.49	1.96	14.0	71.5	649.	611.	135.	45.3	21.6	132.	
1974	12.2	6.52	.000	.000	1.59	14.9	234.	746.	893.	479.	84.6	31.6	209.	
1975	16.7	9.81	4.20	1.85	1.36	1.82	111.	199.	953.	487.	72.1	27.4	157.	
1976	14.6	7.92	3.13	1.57	1.20	3.99	149.	312.	307.	268.	129.	34.6	103.	
1977	18.9	10.3	4.37	1.80	1.16	6.92	27.2	118.	458.	217.	45.9	18.4	77.3	
1978	9.81	4.58	1.99	1.11	.987	8.78	113.	540.	756.	633.	155.	44.8	189.	
1979	20.2	9.21	3.67	1.63	1.18	3.18	63.6	228.	305.	264.	71.2	22.9	82.8	
1980	11.5	4.37	1.73	1.07	.862	13.0	115.	528.	606.	131.	38.0	18.7	122.	
1981	8.85	3.86	1.53	.830	1.14	3.48	51.1	412.	566.	143.	43.6	17.8	104.	
1982	8.56	3.69	1.30	.712	.582	1.81	62.3	209.	497.	198.	52.1	20.2	87.9	
1983	9.51	3.64	1.45	.680	.002	6.93	56.7	120.	252. D	110. D	25.5	10.6	49.8 D	
1984	4.49	1.82	.066	.000	.008	34.6	166. D	160.	152.	197.	28.0	9.82	62.8 D	
1985	3.40	.787	.000	.000	.000	.643	112.	531.	749.	195.	29.9	18.6	137.	
1986	8.17 D	3.67 D	1.40	.000	.000	.017	56.1	144. D	426.	211. D	40.1 D	15.0 D	75.5 D	
1987	8.82 D	3.81 D	2.44 D	.643 D	.000	.013	56.0	131.	332.	348.	66.5	20.9	80.8 D	
1988	8.84	3.41	.461	2.86	.955	2.05	71.8 D	450.	573.	157.	49.5	18.7	112. D	
1989	7.15	3.22	.698	.000	.000	.000	64.8 D	410.	665. D	263.	62.9	25.6 D	125. D	
1990	11.5	4.18	.808	.000	.000	.015	54.4 D	318. D	333.	174. D	45.5	17.6	79.9 D	
1991	7.75	2.88	.007	.000 D	.000 D	.000 D	68.4 D	448. D	406.	479.	59.7 D	21.1	124. D	
1992	11.0	8.14	1.27	.000	.000	.000	101. D	262.	389. D	123.	39.3	18.2 D	79.4 D	
Moy.	11.1 D	5.52 D	2.00 D	1.01 D	.772 D	6.81 D	91.8 D	371. D	512. D	248. D	58.2 D	22.2 D	109. D	

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUÉE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE
 rdonnées traitées par le logiciel HYDRONT

Tableau n° 14: DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS à WASSADOU AVAL

ORSTOM		*** HYDROMETRIE ***											LABORATOIRE D'HYDROLOGIE	
		DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS											Edition du 27/07/1993 à 12H15	
Station : 1381200119 WASSADOU-AVAL													Latitude 13.21.00	
Rivière : GAMBIE													Longitude -13.23.00	
Pays : SENEGAL													Altitude 4M	
Bassin : GAMBIE													Aire b.v. 33500.0 Km2	
DEBITS EN M3/S														
année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annuel	
1970	-	-	-	.005 D	.000 D	8.43 D	115. D	811. D	654. D	169. D	58.8 D	28.0 D	-	
1971	15.6 D	9.34 D	4.62 D	1.93 D	1.11 D	10.0 D	78.0 D	493. D	545. D	179. D	44.3 D	19.4 D	117. D	
1972	10.2 D	5.62 D	2.38 D	1.27 D	1.52 D	19.1 D	111. D	325. D	347. D	136. D	48.7 D	25.0 D	86.1 D	
1973	13.7 D	7.38 D	3.21 D	.921 D	.000 D	2.29	42.3	599.	559.	87.2	16.3	4.01	111. D	
1974	.497 D	.014 D	.000 D	.000 D	.697 D	14.1	240.	761.	920.	493.	84.2	33.1	212. D	
1975	13.8	6.41	3.24	1.43	.620	1.03	111.	199.	943.	487.	72.4	27.2	156.	
1976	12.1	6.25	2.28	.679	.526	2.20	139.	316.	310.	281.	132.	35.5	103.	
1977	17.2	8.25	3.39	1.01	.505	5.38	24.2	122.	465.	214.	47.8	16.5	77.1	
1978	7.56	3.43	1.12	.414	.308	7.38	106.	548.	735.	642.	153.	44.4	187.	
1979	17.7	7.19	2.82	.754	.463	2.27	63.8	235.	308.	267.	74.8	22.1	83.5	
1980	9.62	3.32	.895 D	.282 D	.838 D	5.37	119.	540. D	600.	133.	39.9	16.7	122. D	
1981	6.95	2.95	.672	.260	.463	3.10	49.6	420.	575.	144.	44.6	15.5	105.	
1982	6.81	2.78	.490	.234	.265	1.21	63.5	213.	502.	201.	52.6	18.4	88.5	
1983	7.85	3.23	.960	.302	.194	6.18	57.4	126.	254.	110.	25.2	8.29	50.0	
1984	3.41	1.01	.260	.176	.000	34.1	164.	157.	153.	197.	26.9	7.70	62.1	
1985	2.52	.458	.187	.077	.425 D	.228 D	101. D	536. D	755.	215.	46.5	16.0	140. D	
1986	4.99	2.58	1.72	.979	.049	.085	55.5	138.	432.	223.	46.5	15.3 D	76.7 D	
1987	8.10	2.81	.628 D	.263 D	.038	.147	43.5	132.	347.	358.	67.8	20.3	81.7 D	
1988	7.97	2.87	.163	.118	.046	2.75 D	74.6 D	450.	592.	155.	48.1	15.7	112. D	
1989	.088	.000	.000	.000	.001	1.76	67.4 D	422.	699.	266.	61.4	25.4 D	129. D	
1990	9.88	3.27	.522	.098	.008	.000	26.0	331. D	341.	174.	46.9	16.0	79.1 D	
1991	4.88	.840	.263	.070	.000 D	.000 D	72.8 D	448.	411.	493.	59.7	19.6	126. D	
1992	8.17	5.86	.954	.082	.000	.028	103. D	270.	404.	124.	40.7	17.5 D	81.2 D	
Moy.	8.62 D	3.90 D	1.40 D	.494 D	.351 D	5.53 D	88.2 D	374. D	515. D	250. D	58.2 D	20.3 D	109. D	

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUÉ; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE
 données traitées par le logiciel HYDROMT

Tableau n° 15: DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES à KEDOUGOU

ORSTOM

*** HYDROMETRIE ***
DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
Edition du 27/07/1993 à 12H02
Latitude 12.33.00
Longitude -12.11.00
Altitude 102M
Aire b.v. 7550.00 Km2

Station : 1381200108 KEDOUGOU
Rivière : GAMBIE
Pays : SENEGAL
Bassin : GAMBIE
DEBITS EN M3/s

ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	.417 1	.675 1	1.48 1	3.68 1	14.0 1	71.6 1	253. 1	432. 1	607. 1	-
1972	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.70 1	24.7 1	98.4 1	255. 1	323. 1	585. 1	-
1973	-	.000 1	.017 1	.063 1	3.15 1	15.0 1	71.9 1	350. 1	453. 1	659. 1	-
1974	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.89 1	16.3 1	158. 1	425. 1	547. 1	790. 1	-
1975	-	.000 1	.000 1	.048 1	2.56 1	15.3 1	103. 1	360. 1	587. 1	993. 1	-
1976	-	.000 1	.000 1	.057 1	2.50 1	19.9 1	134. 1	257. 1	339. 1	714. 1	-
1977	-	.224 1	.417 1	1.26 1	5.18 1	14.3 1	41.8 1	217. 1	428. 1	502. 1	-
1978	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.07 1	17.0 1	130. 1	371. 1	505. 1	750. 1	-
1979	-	.004 1	.034 1	.099 1	3.07 1	15.0 1	85.4 1	157. 1	243. 1	365. 1	-
1980	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.89 1	15.0 1	80.1 1	349. 1	539. 1	938. 1	-
1981	-	.000 1	.000 1	.194 1	2.56 1	12.5 1	64.6 1	291. 1	411. 1	615. 1	-
1982	-	.000 1	.000 1	.000 1	.529 1	13.7 1	75.1 1	244. 1	371. 1	474. 1	-
1983	-	.000 1	.000 1	.000 D1	1.09 1	10.5 1	43.6 1	157. 1	203. 1	267. 1	-
1984	-	.000 1	.000 1	.000 1	.339 1	7.76 1	69.6 1	106. 1	143. 1	320. 1	-
1985	-	.000 1	.000 1	.000 1	.273 1	5.53 1	101. 1	347. 1	492. 1	772. 1	-
1986	-	.000 1	.000 1	.034 1	2.53 1	12.6 1	70.5 1	180. 1	242. 1	337. 1	-
1987	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.35 1	12.8 D1	74.7 1	224. 1	349. 1	531. 1	-
1988	-	.000 1	.000 1	.000 1	.325 1	9.13 1	96.5 1	333. 1	704. 1	822. 1	-
1989	-	.000 1	.000 1	.000 1	.321 1	14.8 1	82.3 1	323. 1	537. 1	869. 1	-
1990	-	.000 1	.000 1	.000 1	.617 1	13.0 D1	94.9 1	237. 1	326. 1	408. 1	-
1991	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 1	9.61 1	92.8 1	264. 1	360. 1	706. 1	-
1992	-	.000 1	.000 1	.000 1	.328 1	10.4 1	77.3 1	176. 1	304. 1	442. 1	-
ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUÉ; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE

DC: débit caractéristique-DCE: d'étiage-DCC: de crue-DCn: dépassé durant n mois

rdonnées traitées par le logiciel HYDROMT

Tableau n° 16: DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES à SIMENTI

ORSTOM

*** HYDROMETRIE ***
DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
Edition du 27/07/1993 à 09H36
Latitude 13.02.00
Longitude -13.18.00
Altitude 10M
Aire b.v. 20480. Km2

Station : 1381200117 SIMENTI
Rivière : GAMBIE
Pays : SENEGAL
Bassin : GAMBIE
DEBITS EN M3/S

ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.79 1	17.4 1	105. 1	522. 1	731. 1	1010. 1	-
1972	-	.000 1	.000 1	.030 1	1.81 1	25.1 1	140. 1	354. 1	466. 1	699. 1	-
1973	-	.000 1	.000 1	.086 1	1.80 1	16.8 1	86.0 1	687. D1	835. D1	1200. 1	-
1974	-	.000 D1	.000 D1	.345 D1	1.59 D1	22.4 1	319. 1	905. 1	1090. 1	1250. 1	-
1975	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.20 1	19.2 1	158. 1	733. 1	1140. 1	1350. 1	-
1976	-	.000 D1	.007 D1	.050 D1	.960 1	24.4 1	178. 1	375. 1	509. 1	690. 1	-
1977	-	.000 1	.000 1	.121 1	2.72 1	15.1 1	56.1 1	349. 1	604. 1	742. 1	-
1978	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.57 1	27.7 1	291. 1	751. 1	976. 1	1160. 1	-
1979	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.80 1	18.7 1	146. 1	289. 1	436. 1	488. 1	-
1980	-	.000 1	.000 1	.000 1	.306 1	12.8 1	98.0 1	531. 1	831. 1	1000. 1	-
1981	-	.000 1	.000 1	.000 1	.970 1	7.18 1	86.9 1	482. 1	680. 1	757. 1	-
1982	-	.000 1	.000 1	.000 1	.290 1	9.36 1	104. 1	370. 1	560. 1	631. 1	-
1983	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.27 1	9.12 1	60.3 1	204. 1	284. 1	328. 1	-
1984	-	.000 1	.000 1	.000 1	.483 1	6.40 1	125. 1	214. 1	276. 1	511. 1	-
1985	-	.000 1	.024 1	.117 1	.374 1	9.51 1	140. 1	635. 1	944. 1	1200. 1	-
1986	-	.000 1	.000 1	.000 1	.298 1	9.30 1	80.1 1	299. 1	438. 1	730. 1	-
1987	-	.000 1	.000 1	.361 1	1.16 D1	6.62 1	106. 1	302. 1	510. 1	649. 1	-
1988	-	.000 1	.000 1	.002 1	1.12 1	7.00 1	120. 1	509. 1	677. 1	912. 1	-
1989	-	.123 1	.418 D1	.696 D1	2.25 D1	20.8 D1	109. 1	511. 1	889. 1	1170. 1	-
1990	-	.000 D1	.555 D1	.744 1	1.39 D1	11.2 D1	75.7 D1	346. 1	403. 1	456. 1	-
1991	-	.000 D1	.000 D1	.000 D1	4.06 1	12.0 1	157. D1	511. D1	688. D1	856. D1	-
1992	-	.037 D1	.037 D1	.037 D1	.037 D1	10.1 D1	99.9 D1	318. D1	460. D1	567. D1	-
ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE
DC: débit caractéristique-DCE: d'étiage-DCC: de crue-DCn: dépassé durant n mois

Tableau n° 17: DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES à WASSADOU AMONT

ORSTOM

*** HYDROMETRIE ***

LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES

Edition du 27/07/1993 à 12H10

Station : 1381200118 WASSADOU-AMONT
 Rivière : GAMBIE
 Pays : SENEGAL
 Bassin : GAMBIE
 DEBITS EN M3/S

Latitude 13.21.00
 Longitude -13.22.00
 Altitude 5M
 Aire b.v. 212000. Km2

ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	2.05 1	2.07 1	2.20 1	4.64 1	19.2 1	105. 1	523. 1	724. 1	892. 1	-
1972	-	1.95 1	2.05 1	2.05 1	4.28 1	23.7 1	133. 1	319. 1	454. 1	610. 1	-
1973	-	1.84 1	1.87 1	2.05 1	5.02 1	19.3 1	84.3 1	647. 1	815. 1	1010. 1	-
1974	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.74 1	22.8 1	334. 1	885. 1	1010. 1	1150. 1	-
1975	-	1.16 1	1.22 1	1.35 1	2.76 1	20.5 1	153. 1	790. 1	1160. 1	1280. 1	-
1976	-	1.16 1	1.16 1	1.22 1	2.34 1	23.3 1	175. 1	394. 1	479. 1	641. 1	-
1977	-	1.16 1	1.16 1	1.20 1	4.26 1	17.6 1	58.9 1	326. 1	597. 1	712. 1	-
1978	-	.880 1	.928 1	.990 1	2.36 1	21.8 1	289. 1	734. 1	953. 1	1070. 1	-
1979	-	1.16 1	1.16 1	1.16 1	3.09 1	19.9 1	141. 1	296. 1	422. 1	449. 1	-
1980	-	.770 1	.825 1	.928 1	1.74 1	17.4 1	103. 1	560. 1	827. 1	947. 1	-
1981	-	.667 1	.715 1	.873 1	1.94 1	11.7 1	90.2 1	490. 1	665. 1	737. 1	-
1982	-	.502 1	.557 1	.605 1	1.15 1	10.9 1	104. 1	379. 1	567. 1	612. 1	-
1983	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.54 1	10.3 1	62.6 1	205. 1	283. 1	344. D1	-
1984	-	.000 1	.000 1	.000 1	.414 1	8.32 1	122. 1	215. 1	279. 1	468. 1	-
1985	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 1	11.2 1	125. 1	679. 1	912. 1	1050. 1	-
1986	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 1	10.3 D1	84.5 D1	349. 1	450. 1	653. 1	-
1987	-	.000 1	.000 1	.000 1	1.35 D1	9.37 D1	112. 1	332. 1	519. 1	615. 1	-
1988	-	.000 1	.000 1	.710 1	2.05 1	9.42 1	123. 1	509. 1	652. 1	843. 1	-
1989	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 1	9.18 1	113. 1	530. D1	847. D1	1040. D1	-
1990	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 1	12.2 1	109. 1	332. 1	403. 1	427. 1	-
1991	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 D1	7.95 1	156. 1	507. 1	682. 1	848. 1	-
1992	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 1	11.2 1	100. 1	316. 1	456. 1	562. 1	-

ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.
-------	--------------	------------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	------------	--------------

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE

DC: débit caractéristique-DCE: d'étiage-DCC: de crue-DCn: dépassé durant n mois

rdonnées traitées par le logiciel HYDROMT

Tableau n° 18: DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES à WASSADOU AVAL

ORSTOM		*** HYDROMETRIE ***	LABORATOIRE D'HYDROLOGIE
		DEBITS EXTREMES ET CARACTERISTIQUES	Edition du 27/07/1993 à 12H16
Station :	1381200119 WASSADOU-AVAL		Latitude 13.21.00
Rivière :	GAMBIE		Longitude -13.23.00
Pays :	SENEGAL		Altitude 4M
Bassin :	GAMBIE		Aire b.v. 33500.0 Km2
DEBITS EN	M3/S		

ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.
1970	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971	-	.990 D1	1.01 D1	1.14 D1	3.59 D1	18.2 D1	104. D1	525. D1	727. D1	895. D1	-
1972	-	.881 D1	.982 D1	.983 D1	3.23 D1	22.7 D1	133. D1	320. D1	455. D1	612. D1	-
1973	-	.000 1	.000 1	.000 1	2.11 D1	8.78 D1	44.7 1	600. 1	765. 1	954. 1	-
1974	-	.000 1	.000 1	.000 D1	.103 1	22.8 1	342. 1	913. 1	1040. 1	1140. 1	-
1975	-	.550 1	.556 1	.619 1	2.26 1	18.0 1	154. 1	795. 1	1130. 1	1210. 1	-
1976	-	.500 1	.500 1	.550 1	1.54 1	20.9 1	175. 1	376. 1	491. 1	629. 1	-
1977	-	.500 1	.500 1	.544 1	3.32 1	14.7 1	58.7 1	340. 1	600. 1	719. 1	-
1978	-	.270 1	.279 1	.290 1	1.78 1	19.3 1	299. 1	736. 1	894. 1	1080. 1	-
1979	-	.400 1	.450 1	.450 1	2.26 1	17.5 1	142. 1	288. 1	431. 1	466. 1	-
1980	-	.176 D1	.227 D1	.400 1	1.08 1	13.0 1	100. 1	559. 1	827. 1	943. 1	-
1981	-	.221 1	.230 1	.270 1	.940 1	9.06 1	89.8 1	510. 1	670. 1	736. 1	-
1982	-	.201 1	.210 1	.229 1	.388 1	9.02 1	102. 1	369. 1	560. 1	615. 1	-
1983	-	.180 1	.180 1	.200 1	.980 1	8.44 1	64.4 1	203. 1	296. 1	340. 1	-
1984	-	.000 1	.000 1	.000 1	.254 1	6.08 1	121. 1	204. 1	283. 1	492. 1	-
1985	-	.045 1	.060 1	.109 1	.288 1	9.51 1	142. 1	669. 1	931. 1	1050. 1	-
1986	-	.020 1	.020 1	.040 1	1.12 1	6.74 1	83.5 1	361. 1	457. 1	667. 1	-
1987	-	.000 1	.017 1	.060 1	.363 1	8.57 1	110. 1	345. 1	538. 1	638. 1	-
1988	-	.000 1	.000 1	.055 1	.304 1	9.24 D1	118. 1	520. 1	669. 1	871. 1	-
1989	-	.000 1	.000 1	.000 1	.000 1	3.51 1	113. 1	559. 1	871. 1	1080. 1	-
1990	-	.000 1	.000 1	.000 1	.158 1	9.17 1	81.4 1	343. D1	416. 1	440. 1	-
1991	-	.000 1	.000 D1	.000 D1	.123 1	6.26 D1	158. 1	512. 1	704. 1	871. 1	-
1992	-	.000 1	.000 1	.000 1	.120 1	8.32 1	99.0 1	326. 1	483. 1	584. 1	-

ANNEE	Min.Instant.	Min.Journ.	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	Max.Journ.	Max.Instant.
-------	--------------	------------	-----	------	-----	-----	-----	-----	-----	------------	--------------

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUÉ; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE

DC: débit caractéristique-DCE: d'étiage-DCC: de crue-DCn: dépassé durant n mois

données traitées par le logiciel HYDROMT

Tableau n° 19: DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS NON RECONSTITUES à SIMENTI

ORSTOM		*** HYDROMETRIE ***										LABORATOIRE D'HYDROLOGIE	
		DEBITS MOYENS MENSUELS ET ANNUELS										Edition du 27/07/1993 à 10H48	
Station :	1381200117	SIMENTI										Latitude	13.02.00
Rivière :	GAMBIE										Longitude	-13.18.00	
Pays :	SENEGAL										Altitude	10M	
Bassin :	GAMBIE										Aire b.v.	20480. Km2	
DEBITS EN	M3/s												
année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annuel
1970	-	-	-	-	-	-	135.	836.	651.	172.	-	28.1	-
1971	13.7	5.67	2.54	.531	.043	10.3	77.6	503.	547.	167.	44.9	18.8	116.
1972	7.46	3.50	.977	.105	-	-	119.	376.	339.	141.	49.9	25.9	-
1973	11.3	5.04	1.44	.224	.230	13.0	83.6	-	-	133.	43.8	18.6	-
1974	7.67	3.59	.000	.000	.000	13.6	246.	802.	893.	466.	80.5	30.8	212.
1975	13.9	6.21	2.17	.363	.035	2.03	123.	210.	991.	372.	67.2	26.0	151.
1976	11.0	4.78	1.40	.215	-	-	156.	324.	319.	264.	129.	35.2	-
1977	17.2	6.80	2.55	.565	.044	5.76	24.0	119.	481.	208.	45.0	16.9	77.2
1978	6.83	2.78	.681	.060	.398	9.51	115.	568.	759.	547.	136.	43.8	182.
1979	17.8	6.05	2.53	.516	.037	.766	66.7	244.	302.	272.	68.5	23.5	83.7
1980	9.14	2.53	.453	.000	.000	12.9	128.	571.	557.	121.	35.6	13.4	121.
1981	4.94	2.05	.296	.001	.476	2.83	54.2	412.	562.	140.	44.1	17.6	103.
1982	7.02	3.43	.698	.041	.000	1.14	68.0	227.	489.	201.	53.5	21.2	89.3
1983	7.96	3.35	.875	.041	.000	6.35	50.3	130.	242.	107.	27.1	9.90	48.7
1984	4.34	1.47	.178	.000	.130	41.6	171.	158.	160.	193.	31.8	8.18	64.1
1985	3.59	1.06	.418	.283	.148	.260	118.	520.	741.	180.	47.0	21.5	136.
1986	7.34	2.70	.599	.151	.047	.116	51.2	146.	405.	203.	44.6	17.0	73.2
1987	4.60 0	2.43 0	-	-	-	.339 0	57.6 0	134. 0	345. 0	316. 0	59.8 0	22.0 0	-
1988	7.21 0	3.67 0	.623 0	.043 0	-	1.19 0	80.2 0	447. 0	564. 0	153. 0	-	-	-
1989	7.20	-	-	-	-	-	70.9 0	409. 0	684. 0	209. 0	58.3 0	-	-
1990	-	-	-	-	-	-	3.91 0	336.	325.	172.	43.5	23.1	-
1991	12.1	7.53	5.44	3.56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moy.	9.12 0	3.93 0	1.33 0	.372 0	.113	7.61 0	95.2 0	374. 0	518. 0	226. 0	58.4 0	22.2 0	112.

CODE : A=RHE; B=COTE DE CONTROLE; C=RELEVÉ INDIRECT AVEC HEURE; D=RECONSTITUE; E=RELEVÉ INDIRECT SANS HEURE; I=INTERPOLE

LISTE DES FIGURES

- FIGURE N°1: Les Déplacements du F.I.T. pendant l'année
- FIGURE N°2: Pluviosité Annuelle à Labé et à Kédougou
- FIGURE N°3: Distribution mensuelle Moyenne des Précipitations
- FIGURE N°4: Pluviosités Mensuelles au cours d'années Excédentaires et Déficitaires
- FIGURE N°5: Evolution Mensuelle de la Température (Tm), de l'Evaporation (Ep) de l'Evapotranspiration (ETp) et de l'Humidité Relative moyenne (H) à Labé et à Kédougou
- FIGURE N°6: Ajustement sur les Modules à Simenti
- FIGURE N°7: Ajustement sur les Modules à Kédougou
- FIGURE N°8: Ajustement sur les Modules à Wassadou Amont
- FIGURE N°9: Ajustement sur les Modules à Wassadou Aval
- FIGURE N°10: Ajustement sur les Débits Maximaux Journaliers à Kédougou
- FIGURE N°11: Ajustement sur les Débits Maximaux Journaliers à Simenti
- FIGURE N°12: Ajustement sur les Débits Maximaux Journaliers à Wassadou Amont
- FIGURE N°13: Détermination des coefficients de Tarissement à Kédougou, Simenti, Wassadou Amont et Aval
- FIGURE N°14: Courbe d'étalonnage de la Gambie à Simenti.

FIGURE N°13: Détermination des coefficients de Tarissement à Kédougou, Simenti, Wassadou Amont et Aval

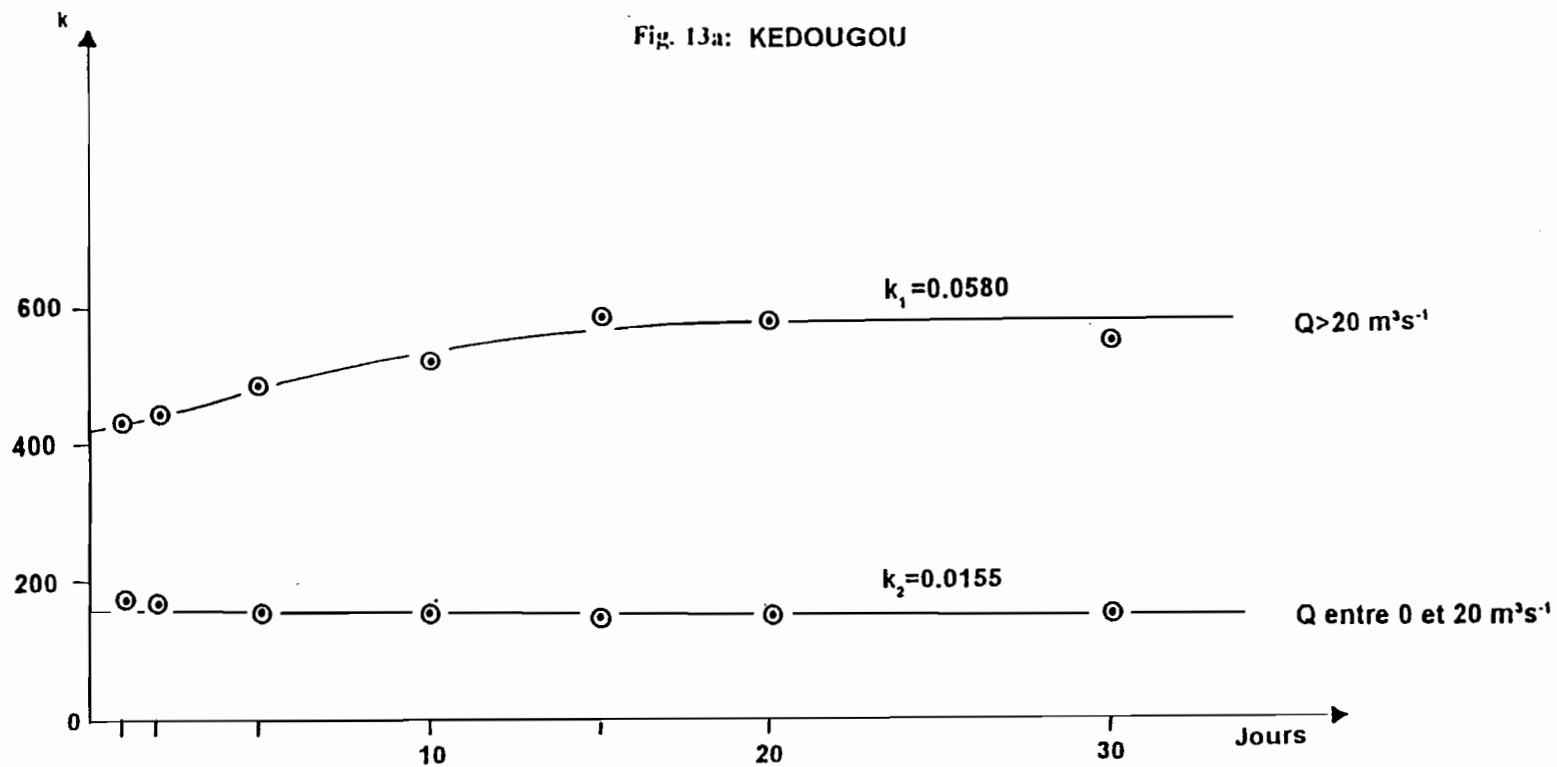


Fig. 13b: SIMENTI

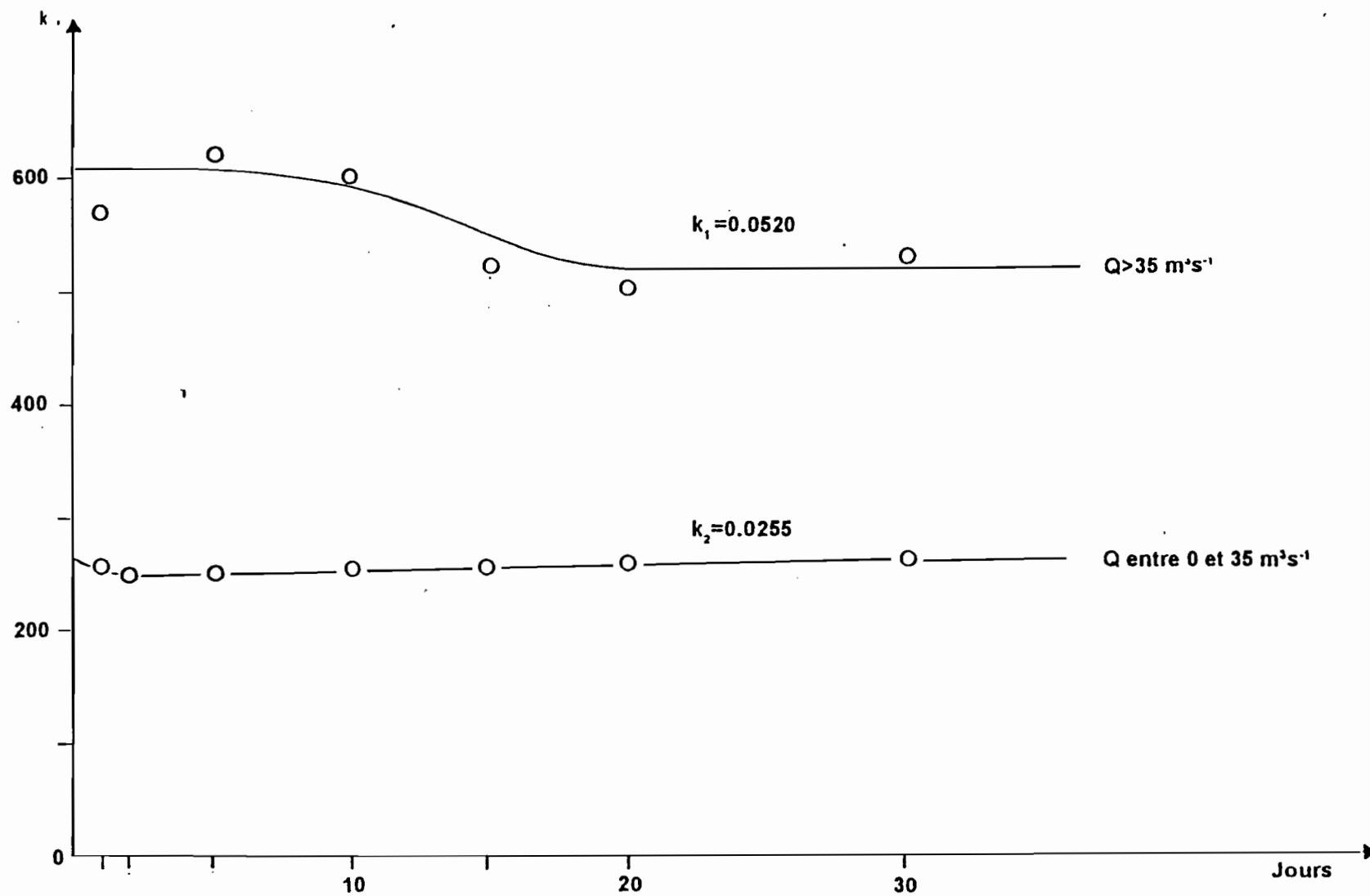


Fig.13c: WASSADOU AVAL - WASSADOU AMONT

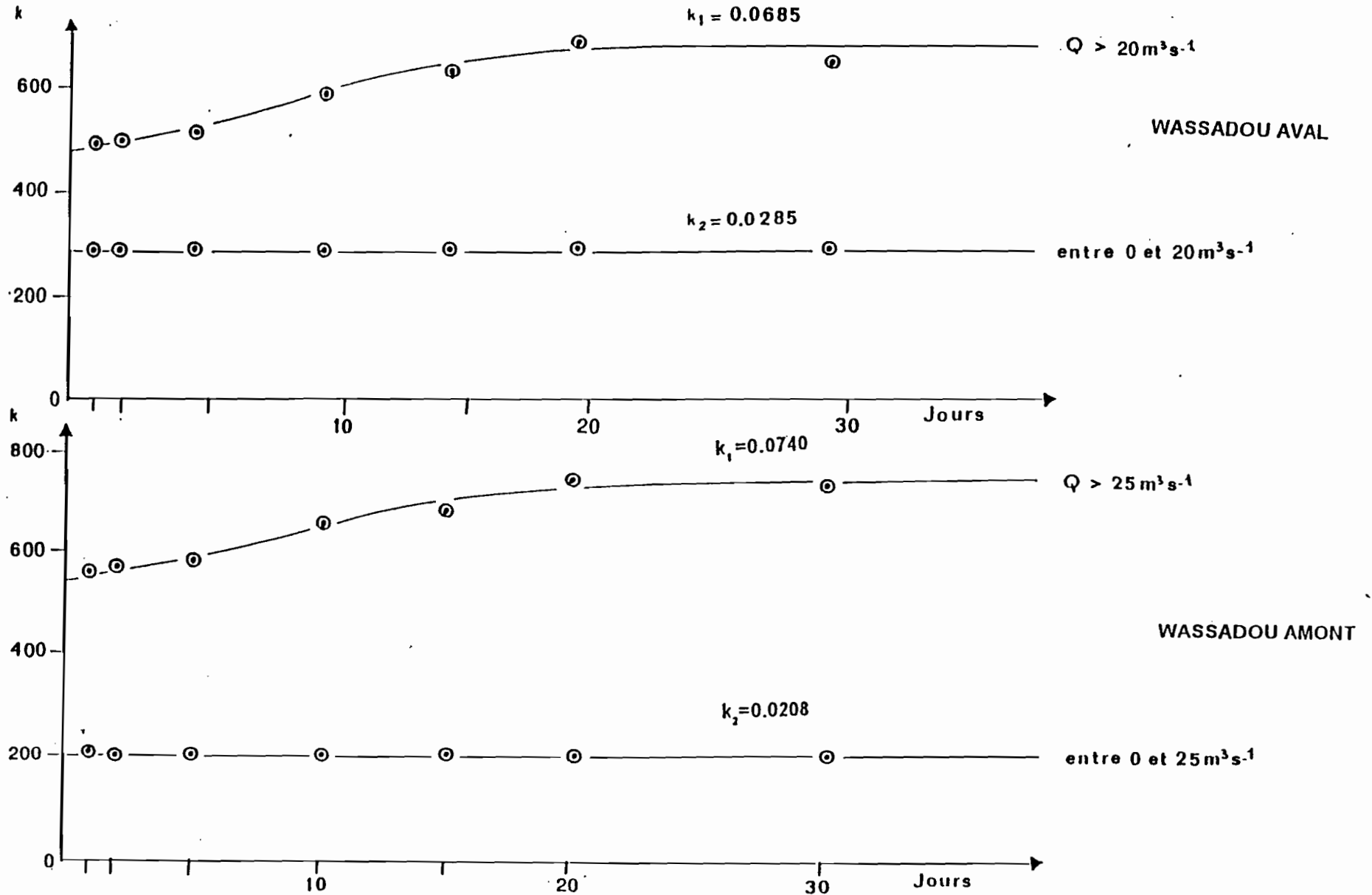


TABLE DES MATIERES

PREAMBULE	page 1
I PRESENTATION DU CADRE PHYSIQUE	page 3
1- Géomorphologie - Géologie et Sols	
1.1. Les régions montagneuses	
1.2. Les régions de plaine	
2- Climat et Végétation	
2.1. Le régime climatique	
2.2. Le couvert végétal	
II METHODOLOGIE	page 6
1- Premier Volet: Etude bibliographique et cartographique	
1.1. Etude bibliographique	
1.2. Etude cartographique et le calcul des paramètres physiographiques du bassin.	
2- Deuxième volet: Traitement des Données Hydrométriques	
2.1. Elaboration des données de base	
2.2. Méthode utilisée pour le calcul des coefficients de tarissement	
2.3. Reconstitution des données manquantes	
III PRESENTATION ET ANALYSE DES RESULTATS HYDROMETRIQUES	page 13
1- Les Données Hydrométriques	
1.1. Etat des données	
1.2. Les hauteurs d'eau	
1.3. La courbe d'étalonnage	
1.4. Les débits	
1.5. Les débits caractéristiques	
2. Etude Statistique des Données Hydrométriques	
2.1. Statistiques sur les modules	
2.1.1. Etude fréquentielle des modules	
2.1.2. Ajustement sur les modules	
2.2. Statistiques sur les débits caractéristiques	
3- Etude du Tarissement	
CONCLUSION	page 19
ANNEXES	page 20