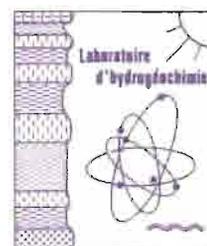


CONTRIBUTION A LA MONOGRAPHIE DE LA GAMBIE



GEOCHIMIE DES EAUX DU FOUTA-DJALON
FLUX DISSOUS ET PARTICULAIRES EN HAUTE GAMBIE
(KEDOUGOU ET GOULOUMBOU)

J.Y. GAC
J.M. BOUCHEZ
B.S. BAMBA
M. CARN
D. ORANGE
P. DUVERT

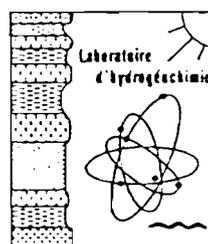


MAI 1987

CONTRIBUTION A LA MONOGRAPHIE DE LA GAMBIE

GEOCHIMIE DES EAUX DU FOUTA-DJALON
FLUX DISSOUS ET PARTICULAIRES EN HAUTE GAMBIE
(KEDOUGOU ET GOULOUMBOU)

J.Y. GAC
J.M. BOUCHEZ
B.S. BAMBA
M. CARN
D. ORANGE
P. DUVERT



MAI 1987

AVANT-PROPOS

En programmant dès 1983, une synthèse de l'ensemble des travaux et mesures se rapportant au domaine de l'eau sur le bassin du Fleuve Gambie, je prévoyais, en complément des études hydroclimatologiques de fond, une valorisation et une poursuite des études effectuées par l'ORSTOM dans le domaine des transports solides, de l'érosion et de la qualité des eaux. Cet aspect des recherches a été retenu au cours des réunions techniques que j'ai eues avec les représentants de l'Organisation de Mise en Valeur du Fleuve Gambie (O.M.V.G.) : il apparaît dans un volet "Erosion, qualité des eaux" de la convention "Monographie hydrologique du bassin du Fleuve Gambie".

Cette convention, passée entre le Ministère de la Coopération et l'ORSTOM, sur financement du Fonds d'Aide et de Coopération (FAC) à la requête de l'OMVG, avait inscrit au programme des travaux de terrain des "prélèvements d'échantillons aux fins d'analyses chimiques et de mesures des suspensions". Ces travaux auraient complété les mesures déjà anciennes effectuées par J. LERIQUE (1975) et surtout celles plus récentes effectuées par J.Y. GAC et son équipe de 1980 jusqu'à ce jour et, accessoirement, par moi-même de 1980 à 1984. Malheureusement, les nécessités d'une campagne hydrologique supplémentaire étant très vite apparues, avec ses implications budgétaires correspondantes, le financement du volet "Erosion et qualité des eaux" a dû être négligé au niveau de la convention d'études.

Comme responsable de l'Unité de Recherches "Géodynamique de l'Hydrosphère Continentale" (UR 107), ayant en charge la réalisation de la Monographie hydrologique du Fleuve Gambie, j'étais, avec Jean-Yves GAC, d'autant plus attaché à ces travaux que ceux-ci s'inscrivent dans un contexte plus large de recherches sur les flux particuliers et dissous de grands ensembles fluviaux des zones intertropicales et que le haut bassin de la Gambie est faiblement anthropisé. Ce travail a donc été réalisé sur budget propre de l'ORSTOM mais avec des moyens limités. Une étude de cette envergure ne pouvait dès lors se concevoir que dans la mesure où une dynamique d'efficacité animait l'équipe de recherche. Un hommage particulier doit lui être rendue et il convient de féliciter ici les auteurs de cet ouvrage.

Oeuvre collective, cet ouvrage sur la "Géochimie des eaux du Fouta-Djalou" est le fruit du travail des auteurs cités (chercheurs, techniciens et étudiants en formation) au premier rang desquels J.Y. GAC a assuré la direction scientifique de l'entreprise, mais aussi d'autres collaborateurs (H.M. Lô, H. DACOSTA, L. DESCROIX et moi-même) dont les apports ont contribué à son aboutissement.

Ce travail doit beaucoup aussi à tous ceux qui par leur disponibilité, leurs conseils et leurs encouragements ont contribué à la conception, à la mise en forme et à l'achèvement de cette étude. Que tous mes collègues et collaborateurs trouvent ici l'expression de ma gratitude et de mes vifs remerciements.

Comment aussi ne pas mentionner les missions difficiles effectuées sur les bassins de la Haute Gambie et de la Haute Koulountou, zones d'accès malaisé, pistes incertaines ou coupées ? Les prélèvements d'échantillons, comme les mesures hydrométriques y auraient constitué alors autant d'exploits si les équipes scientifiques n'avaient pu compter sur la sollicitude et l'accueil chaleureux des autorités du Sénégal Oriental et de la République de Guinée. Nous remercions en particulier le Ministre Résident de Moyenne Guinée, les Préfets des villes de Gaoual, Koundara, Labé, Mali, Pita, Mamou, les responsables des services hydrologiques et des Mines.

Missions et déplacements ont été facilités sur le plan des formalités administratives par nos contacts à Dakar avec le Haut Commissaire de l'OMVG et ses collaborateurs, les autorités du Sénégal, le Consul de Guinée au Sénégal et la Mission Française de Coopération. Qu'ils en soient tous remerciés.

Pour être une contribution à la Monographie de la Gambie, cet ouvrage n'en constitue pas moins une unité homogène indépendante. Les auteurs ont situé avec précision leur problématique dans le contexte physique et climatique du bassin. Ils ne pouvaient ignorer non plus les flux hydriques vecteurs des flux de matières dissoute et particulaire ; de ce fait, la production de données de bases hydrologiques et l'indication de l'évolution des séries climatiques replacent les bilans d'érosion mécanique et chimique dans le contexte de l'étude. Mais ces données hydroclimatologiques, provenant soit de travaux antérieurs, soit de mises au point par J.P. LAMAGAT et J.M. BOUCHEZ, ne constituent qu'une information préliminaire aux développements attendus dans la Monographie hydrologique du Fleuve Gambie.

Sur les plans de la géochimie et des flux de matières, la présentation ne se limite pas aux seules données acquises dans l'étude mais situe les résultats par rapport aux observations faites sur d'autres fleuves des zones intertropicales. La compréhension des phénomènes en est facilitée.

Outre qu'à travers cette étude de la Gambie les auteurs ont réussi à caractériser les phénomènes d'altération chimique et d'érosion mécanique du Fouta-Djalon, je pense que leur ouvrage constitue aussi, de par la nouveauté du domaine de recherche abordé sur une région géographique jusqu'alors peu fréquentée (hauts bassins des fleuves Sénégal et Gambie, Guinée), une référence de base dans la perspective des grands projets pour l'aménagement hydroagricole du "château d'eau" de l'Afrique de l'Ouest.

Jean-Claude OLIVRY

SOMMAIRE

Pages

INTRODUCTION	1
--------------------	---

Première partie

PRESENTATION GENERALE DU BASSIN VERSANT CONTINENTAL DE LA GAMBIE

I - LE CADRE PHYSIQUE.....	3
II - LE PAYSAGE VEGETAL ET L'ENVIRONNEMENT HUMAIN.....	18
III - LES FACTEURS CLIMATIQUES.....	21
IV - PREMIERES CONCLUSIONS	32

Deuxième partie

LES MODALITES DE L'ECOULEMENT DES EAUX SUR LE BASSIN DE LA HAUTE GAMBIE ET LE BILAN HYDROLOGIQUE A KEDOUGOU

I - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE	35
II - LES OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES.....	37
III - LES MODALITES DE L'ECOULEMENT A KEDOUGOU.....	39
IV - CONCLUSIONS.....	46

Troisième partie

GEOCHIMIE DES EAUX DRAINANT LE MASSIF DU FOUTA DJALON

I - LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE PLUIE.....	48
II - LES EAUX D'ALTERATION.....	49
III - CARACTERISATION DES GRANDS TYPES D'ALTERATION A PARTIR DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX QUI DRAINENT LES VERSANTS.....	57
IV - CONCLUSIONS.....	67

Quatrième partie

FLUX DE MATIERES DISSOUTES ET PARTICULAIRES DANS LE BASSIN CONTINENTAL DE LA GAMBIE, BILAN DE L'ALTERATION CHIMIQUE ET DE L'EROSION MECANIQUE

I - LE CYCLE HYDROLOGIQUE 1986/1987 ET SON ORIGINALITE DANS LA SERIE DES OBSERVATIONS DEPUIS 1970.....	69
II- LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX ET LES FLUX DE MATIERES DISSOUTES A GOULOUMBOU ET KEDOUGOU.....	71
III - LES FLUX DE MATIERES EN SUSPENSION DANS LA GAMBIE.....	79
IV - LE BILAN DE L'ALTERATION CHIMIQUE ET DE L'EROSION MECANIQUE	96

CONCLUSIONS GENERALES.....	98
----------------------------	----

Bibliographie

Annexes

Liste des tableaux

Liste des figures

Table des matières

INTRODUCTION

Dans la zone de balancement du front intertropical, le bassin amont de la Gambie, avec une superficie de 7525 km², ne représente qu'une petite entité géographique de l'Afrique de l'Ouest. Il constitue, cependant, un lieu privilégié pour l'étude des processus concurrentiels d'érosion mécanique et d'altération chimique d'un vieux paysage latéritique : le FOUTA DJALON.

Ce vieux massif africain, partie septentrionale de la dorsale guinéenne, est aujourd'hui entièrement cuirassé. Il se présente comme une succession de paysages emboîtés dont les couvertures latéritiques dissimulent les archives des climats anciens qui s'y sont succédés depuis l'ouverture de l'Atlantique à l'ère secondaire.

Les grands traits de l'évolution actuelle du milieu ont été sommairement brossés par LO (1984) dans le secteur aval de la partie continentale du bassin. Ses travaux ont montré la difficulté d'y quantifier les flux détritiques dissous et particulaires. Ils font ressortir la nécessité de remonter toujours plus à l'amont des fleuves. C'est l'objectif de cette étude.

On s'est attaché à actualiser les données acquises sur le bilan de l'eau et de la matière dans le haut bassin guinéen de la Gambie. Parallèlement à nos recherches sur la Gambie, des études similaires sont en cours sur le haut Sénégal pour tenter de saisir la dynamique actuelle des vieux paysages latéritiques du massif du Fouta Djalon. Ce travail s'inscrit donc dans un objectif multidisciplinaire qui, à partir de la connaissance du fonctionnement hydrogéochimique actuel des bassins versants, tente une reconstitution des climats anciens qui ont façonné les reliefs de l'Afrique de l'Ouest.

Ce rapport se subdivise en quatre parties :

- présentation du milieu,
- contexte hydrologique,
- dynamique de l'érosion et de l'altération,
- bilans chiffrés sur l'eau et la matière.

La description du bassin de la haute Gambie aborde ses caractéristiques géographiques, géomorphologiques et géologiques. De manière plus succincte, on note les grandes formations pédologiques, et, on insiste sur l'importance de l'environnement végétal et humain dans l'évolution des paysages. Ensuite, les mécanismes généraux du climat sont décrits sommairement, avant de développer toute l'information disponible sur les régimes pluviométriques qui engendrent la variabilité des écoulements du fleuve Gambie.

La deuxième partie est consacrée au bilan de l'eau et aux régimes des écoulements enregistrés à la station-clef de Kédougou. Il ne s'agit ici que d'une première reconnaissance hydrologique des eaux de surface, avant la publication prochaine de la *Monographie de la Gambie* effectuée dans le cadre d'une convention O.M.V.G.-ORSTOM sur subventions du Fonds d'Aide et de

Coopération (F.A.C.).

La troisième partie traite de la géochimie des eaux qui drainent les vieux profils d'altération du massif du Fouta Djallon. Après les quelques rares études pédologiques entreprises par l'ORSTOM il y a plus de trente ans, les récentes campagnes de prélèvements des eaux de sources, de ruisseaux, de rivières et de fleuves foutaniens ont permis de préciser, pour la première fois, le déterminisme qui, de l'amont vers l'aval, règle la succession ordonnée et systématique des différents types de sols, et, qui concourt au caractère monosiallitique dominant des altérations.

La quatrième partie présente le bilan des flux de matières dissoutes et particulaires en s'appuyant sur les mesures réalisées à Kédougou au cours du cycle 1986/1987 et sur les observations antérieures au site aval de Gouloumbou. Leur étude minéralogique et chimique permet une reconnaissance du type d'altération, et, confirme les premiers résultats de la troisième partie. En dernier lieu, une première quantification des processus concurrentiels de l'altération chimique et de l'érosion mécanique est proposée.



PREMIERE PARTIE

**PRESENTATION GENERALE
DU BASSIN VERSANT CONTINENTAL DE LA GAMBIE**

I - LE CADRE PHYSIQUE

A - LA SITUATION GEOGRAPHIQUE

Le bassin du fleuve Gambie se situe sur la façade atlantique de l'Afrique Occidentale (fig.1). Il s'inscrit entre 11°22' et 14°40' de latitude Nord, et s'étend de 11°13' à 16°42' de longitude Ouest. Il est limité, au Sud, par le massif du Fouta Djallon et le bassin de la Casamance, au Nord, par les régions du Sine Saloum et du Ferlo sud-oriental, à l'Est, par le bassin versant du Sénégal et, à l'Ouest, par l'océan Atlantique.

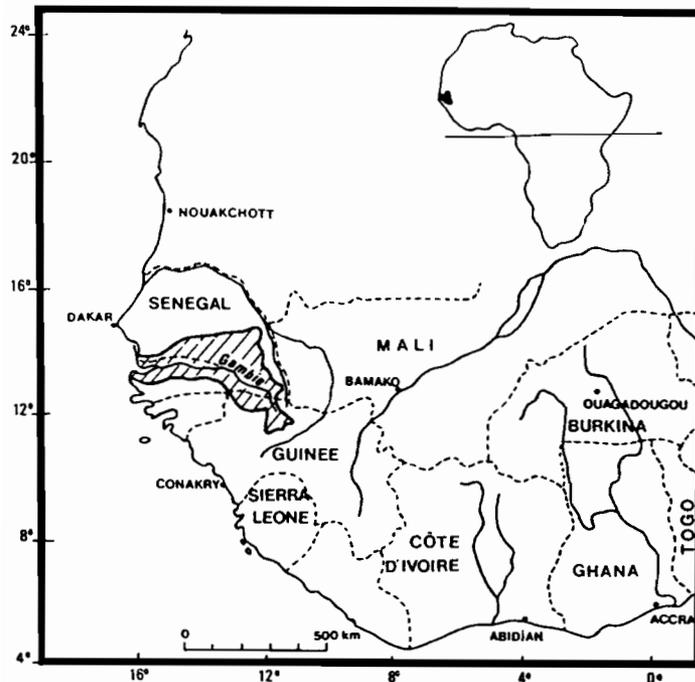


Fig.1. Situation géographique du bassin versant de la Gambie en Afrique de l'Ouest.

La Gambie se déploie sur une longueur totale de 1180 km et draine une superficie de 77000 km², soit environ le 1/4 de son voisin, le fleuve Sénégal. Elle prend naissance en Guinée, sous l'appellation de Dima, à 1150 m d'altitude au pied de l'éperon rocheux du Limboko, situé à une dizaine de kilomètres au Nord de Labé.

Le bassin de la Gambie a déjà fait l'objet de plusieurs études géomorphologiques, pédologiques, géologiques, et hydrologiques (MICHEL, 1973 ; CHAPERON et GUIGEN, 1974 ; HOWARDS et al., 1974 ; LESACK et al., 1984 ; LO, 1984 ; MEYBECK et al., 1985 ; VILLENEUVE, 1984 ; DESCROIX, 1986).

Ces auteurs ont proposé une subdivision du bassin en deux parties d'étendue sensiblement égale (fig.2) :

-le bassin continental d'orientation générale SE-NW qui couvre 41000 km². Il comprend le cours supérieur, limité à l'exutoire de Kédougou, et le cours moyen qui englobe l'ensemble de la zone située entre Kédougou et la station de Gouloumbou, proche de la frontière sénégal-gambienne ;

-le bassin estuarien d'orientation générale E-W qui s'étend sur près de 36000 km². Cette partie aval du bassin est assujettie aux flux et aux reflux de l'intrusion saline dont les effets (ondes de marée) sont perceptibles, en période de basses eaux (de mai à juin), jusqu'au droit de la section de Gouloumbou.

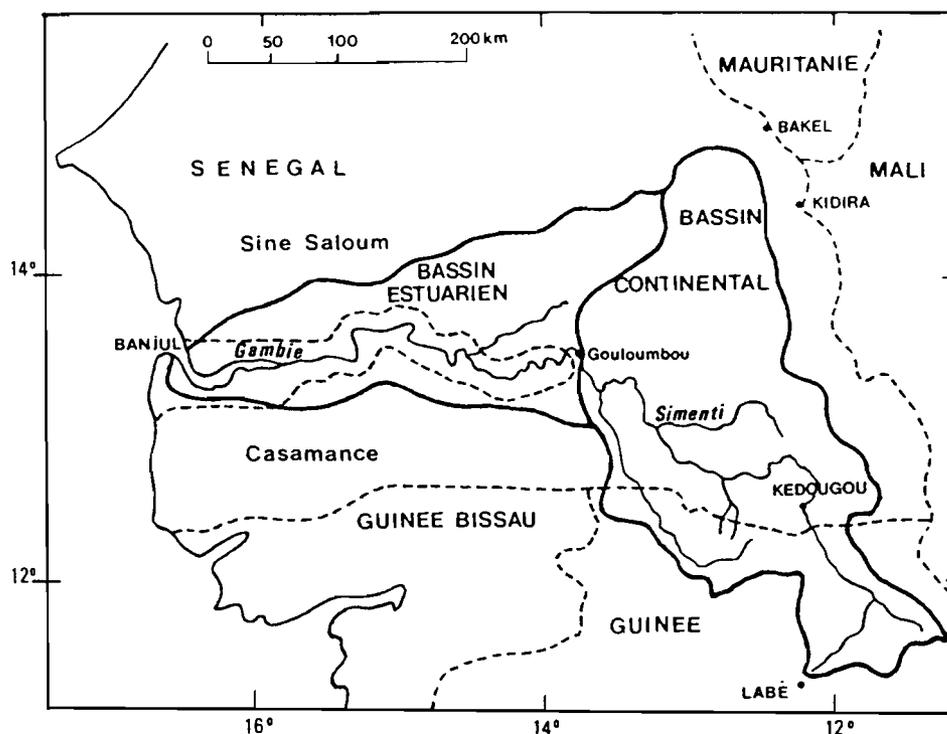


Fig.2. Le bassin continental et le bassin estuarien de la Gambie.

B - CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES DU HAUT BASSIN

1. UNE PETITE SURFACE DE FORME TRIANGULAIRE

Le cours supérieur de la Gambie s'étire entre 11°22' et 12°35' de latitude Nord et couvre une superficie de 7525 km², ce qui représente approximativement le dixième de l'ensemble du bassin du fleuve. Les principaux sous-bassins sont ceux de l'Oundou, de la Liti et de la Dima. Le tableau 1, emprunté à DESCROIX (1986), en donne les caractéristiques morphométriques. Tous les bassins secondaires ont un coefficient de compacité Kc compris entre 1,2 et 1,6, valeurs typiques de bassins étirés dans une seule direction.

Tableau 1 : Caractéristiques morphométriques des sous-bassins de la haute Gambie selon DESCROIX (1986)

Cours d'eau	Station	S (km ²)	P (km)	Kc	Re	
					L	l
Gambie	Kédougou	7525	490	1,58	208	36
Gambie	Frontière	6920	430	1,44	175	39
Oundou	Confluence	1650	225	1,54	95	17
Liti	"	1090	145	1,21	49	22

S (surface), P (périmètre), Kc (coefficient de compacité de Gravelius), Re (rectangle équivalent : L longueur et l largeur)

2. UN HAUT RELIEF

La dorsale guinéenne, originalité du relief de l'Afrique Occidentale, constitue un important bourrelet de hautes terres à plus de 1000 m d'altitude. Elle est morcelée en deux vastes ensembles bien distincts, situés de part et d'autre d'un très large ensellement dont l'altitude moyenne ne dépasse pas 500 m et qui prolonge le cours supérieur du fleuve Niger (fig.3).

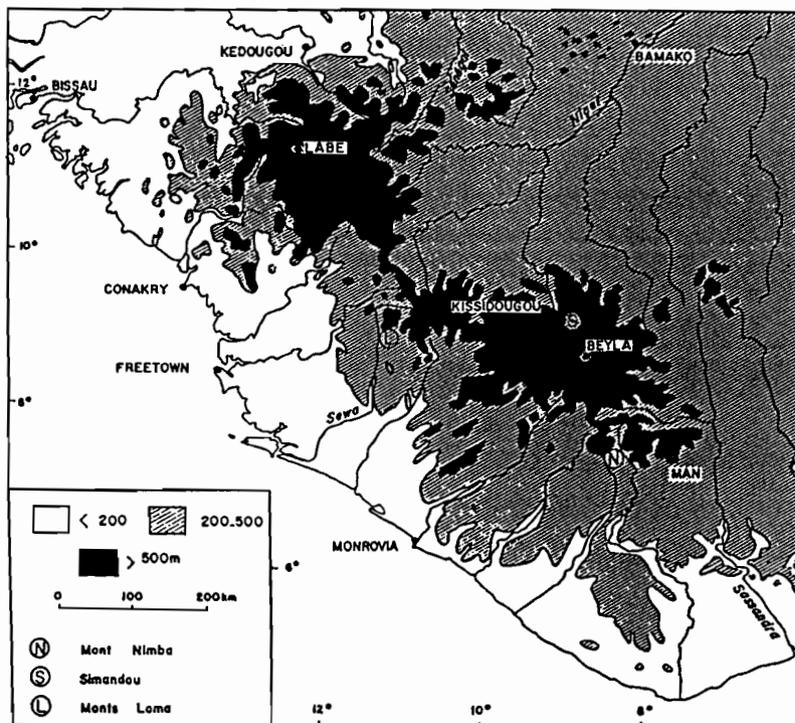


Fig.3. La dorsale guinéenne.

La partie Sud, sous 9° de latitude Nord, est constituée par le socle cristallin lardé de racines de plis aux directions variées. Elle est dominée par les Monts Loma (1945 m), point culminant de l'Ouest africain, et par quelques pointements remarquables tels que les Tingi-Hills à 1853 m, le Mont Nimba à 1752 m et le Fon à 1656 m.

La partie Nord correspond aux hauts plateaux gréseux et doléritiques du massif du Fouta Djallon, dont les niveaux étagés se terminent le plus souvent par

d'imposants escarpements, et sont entaillés localement par des gorges profondes. C'est dans ce monde complexe d'ensembles hétérogènes de collines, de plateaux couverts de cuirasses et d'abrupts que prennent naissance la Gambie et le Sénégal.

Tableau 2 : Hypsométrie du haut bassin de la Gambie à Kédougou

Tranches d'altitude (m)	Superficie (km ²)	% de la superficie totale	Superficie cumulée (km ²)	% cumulé
> 1400	19	0,25	19	0,25
1200-1400	79	1,05	98	1,30
1000-1200	152	2,02	250	3,32
800-1000	1010	13,42	1260	16,74
600- 800	1590	21,13	2850	37,87
400- 600	2520	33,49	5370	71,36
200- 400	1688	22,43	7058	93,79
120- 200	467	6,21	7525	100,00

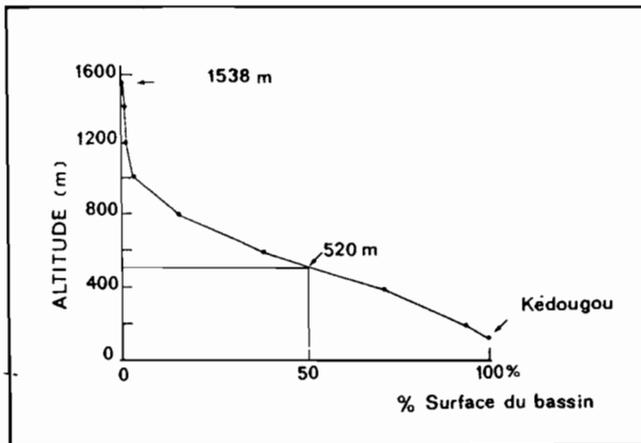


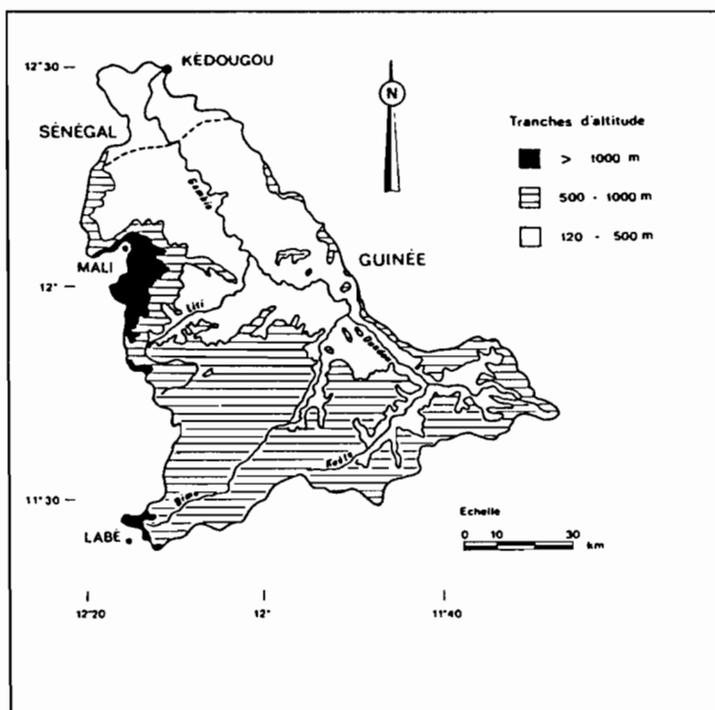
Fig. 4. Courbe hypsométrique de la haute Gambie.

L'analyse hypsométrique du haut bassin de la Gambie, d'une altitude moyenne de 520 m (fig. 4, tableau 2), fait apparaître trois grands ensembles (fig. 5) correspondant aux trois tranches d'altitude suivantes :

- 3,3 % de la superficie du bassin est à plus de 1000 m d'altitude. Cette partie est constituée de hauts plateaux cuirassés aux pentes abruptes (de 30 à 40 %) donnant naissance à des vallées très encaissées. Elle correspond au massif de Mali, véritable bastion culminant à 1538 m au Mont Loura, et aux zones montagneuses de la région de Labé (massif de Limboko) à l'extrémité sud-ouest du bassin et à proximité des sources de la Dima-Gambie ;

- entre 1000 et 500 m, on trouve la majeure partie des terres (48,7 % de la superficie totale) correspondant à des plateaux cuirassés dont la pente des versants varie de 10 à 15 %. Cet ensemble couvre toute la partie occidentale et méridionale du bassin ;

- enfin, les points bas du paysage représentent 48 % de la superficie et correspondent aux vallées alluviales qui s'étagent sous formes de glacis entre 500 et 120 m d'altitude. Elles se situent dans la partie nord-est et centrale du bassin en remontant profondément vers l'amont des cours supérieurs de la Liti, de l'Oundou, de la Koéla et de la Dima.



Remarque :

Une carte topographique plus détaillée figure en annexe de cet ouvrage. Elle a été établie à partir des cartes IGN au 1/200 000 dressées en 1937 sans l'aide, à l'époque, de la couverture photographique aérienne.

Fig. 5. Les principales zones de relief du haut bassin versant de la Gambie.

C - LES GRANDS ASPECTS DU MODELE

MAIGNIEN (1958) et MICHEL (1973) ont identifié : trois grandes surfaces d'aplanissement cuirassées et disposées en gradins successifs, un relief intermédiaire de moyenne altitude cuirassé sur les versants, et trois glacis d'extension très variables (fig.6).

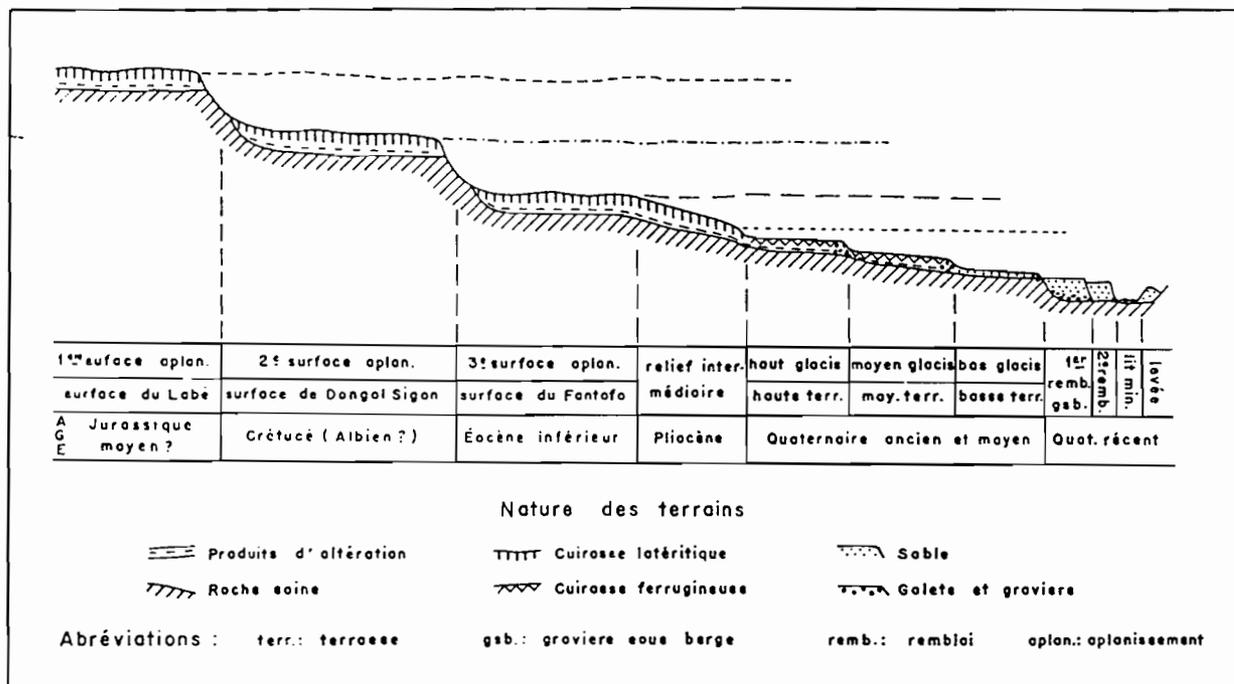


Fig.6. Schéma du modelé et de l'évolution géomorphologique des hauts bassins du Sénégal et de la Gambie (MICHEL, 1973).

1. LES SURFACES D'APLANISSEMENT DU SECONDAIRE ET DE L'EOCENE

Leur topographie plane contraste fortement avec leurs rebords escarpés. Cette morphologie s'explique par la présence en surface, d'une cuirasse latéritique d'une dizaine de mètres d'épaisseur qui a moulé chaque aplanissement, préservant ainsi au cours des âges ces témoignages du modelé général (MICHEL, 1973).

a) La première surface d'âge Jurassique, dite de Labé

Il n'en subsiste plus que quelques lambeaux, perchés entre 1150 m et 1200 m sur les hauts reliefs du Fouta Djallon. Certaines de ces surfaces, à la faveur de soulèvements régionaux, ont été portées à des altitudes plus élevées : c'est le cas du revêtement latéritique situé à quelques kilomètres au Sud de la ville de Mali et qui coiffe, à près de 1382 m, un important sill de dolérites.

b) La deuxième surface d'âge Crétacé, dite de Dongol Sigon

Elle couvre une vaste superficie dans la partie orientale du Fouta Djallon, et est bien représentée sur les bordures occidentales et méridionales du bassin de la Gambie où elle se situe entre 850 et 1000 m d'altitude. Les bowé de cette surface

se rencontrent surtout dans les cours supérieurs de la Liti (région de Dongol Sigon) et de la Koléa (région de Tougué).

c) La troisième surface d'âge Eocène, dite de Fantofa

Ce niveau, situé en contrebas des témoins de la seconde surface d'aplanissement, a été bien conservé sur les contreforts du Fouta Djalon et sur les hauteurs du plateau Mandingue. Il s'étage entre 550 m et 650 m le long des têtes de ruisseaux. Son extension en haute Gambie est réduite, les principaux bowé de cette troisième pénéplaine apparaissant surtout dans la région de Fantofa (bassin de la Falémé).

2. LE RELIEF INTERMEDIAIRE

Une nouvelle surface, mixte, s'est développée au cours du Pliocène : surface de remblaiement lorsqu'elle se confond avec le sommet des dépôts du Continental Terminal, surface d'érosion quand elle tranche les formations antérieures. Les formes de ce relief sont très variées : versants en pente douce à revêtement latéritique, croupes arrondies ou, encore, ensemble confus de collines. Sa position au raccord des anciennes surfaces du Secondaire, de l'Eocène et des glacis façonnés au cours du Quaternaire lui a valu ce qualificatif de *relief intermédiaire* (VOGT, 1957 ; MICHEL, 1973).

3. LES GLACIS

Durant le Quaternaire ancien, la surface d'érosion du Pliocène supérieur a été rajeunie et détruite sur de vastes étendues par le réseau hydrographique qui a entaillé les cuirasses latéritiques et permis la mise en place d'importantes nappes détritiques, constituées de matériaux fins, de galets et de graviers de cuirasses ; le haut glacis s'est alors formé par accumulation et migration des sesquioxides. Au cours d'une seconde phase de creusement, le haut glacis a lui-même été entaillé, et les éléments de cette érosion ont contribué, en contrebas, à la formation du moyen glacis, avec également addition de sesquioxides par migration latérale. Une deuxième entaille a entraîné la formation du bas glacis selon le même processus (fig.7).

a) Le haut glacis et la haute terrasse

Le Haut glacis borde, par endroit, l'entaille de la haute Gambie et s'insinue surtout le long des principaux affluents de la rive gauche (la Silamé et la Liti). Ce niveau cuirassé se situe dans les contreforts du Fouta Djalon entre 350 et 500 m ; disséqué par l'érosion, il se réduit en moyenne Gambie à quelques lambeaux perchés entre 130 et 250 m.

b) Le moyen glacis et les témoins de la moyenne terrasse

Ce nouveau glacis, développé par érosion différentielle dans les formations tendres, occupe encore de vastes étendues dans les pays de la moyenne Gambie. Sa cuirasse est généralement épaisse : elle a été nourrie par le lessivage oblique des hydroxydes de fer du haut glacis. Dans la région du Sud-Est de

Kédougou, cette moyenne terrasse s'infléchit en pente douce vers la vallée de la Gambie de 200 à 120 m.

c) Le bas glacis

Il se distingue des glacis plus anciens par l'absence de cuirasse ferrugineuse continue et par la faible épaisseur des formations meubles masquant le substratum rocheux. Ce dernier niveau n'est jamais perché, mais occupe les parties déprimées du paysage. Son extension est faible dans le cours moyen de la Gambie, où il apparaît surtout en bordure des vallées, dominant de quelques mètres le niveau atteint par les plus fortes crues.

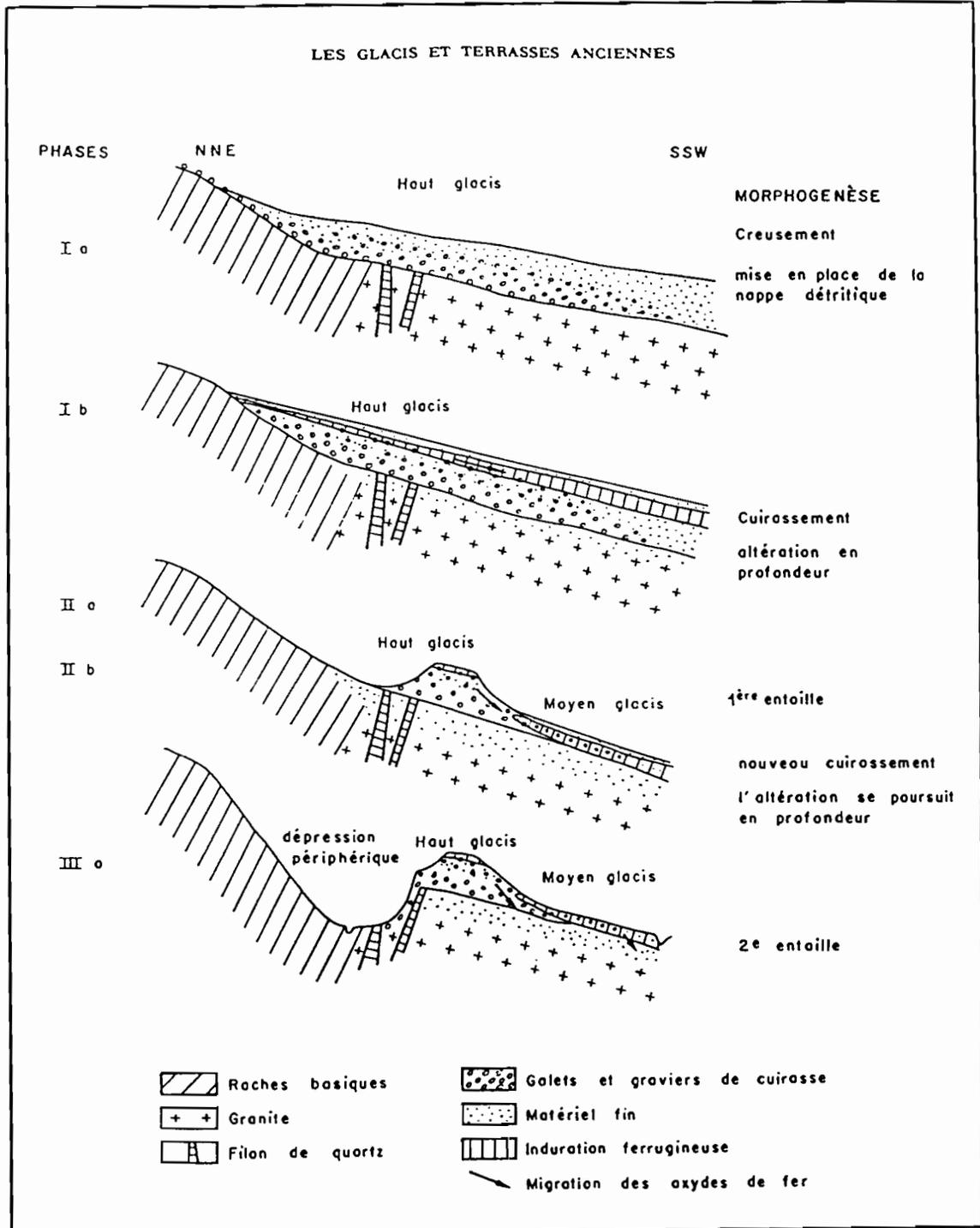


Fig.7. Schéma de la formation des glacis (MICHEL, 1973).

D - LES GRANDS ENSEMBLES GEOLOGIQUES

L'histoire géologique de la région reflète celle de tout le continent ouest-africain, "pays de vieilles plateformes" (MICHEL, 1973).

Les formations sédimentaires très anciennes, traversées de roches volcaniques, ont été fortement plissées, métamorphisées et injectées de roches granitiques. Le socle antécambrien a été fossilisé sous des couches sédimentaires du Protérozoïque et n'apparaît qu'en quelques fenêtres taillées dans la couverture. Pendant l'Infracambrien et le Cambrien, se sont déposées d'épaisses séries sédimentaires, principalement gréseuses ; elles sont affectées par des plissements, métamorphisées à l'Ouest et traversées de venues doléritiques. *Ces grès et ces dolérites forment les principaux reliefs du haut bassin de la Gambie.*

Le bassin versant continental de la Gambie se situe sur la bordure Sud-Ouest du craton ouest-africain. VILLENEUVE (1984) y différencie sept grands ensembles structuraux (fig.8) :

- le socle birrimien (boutonnière de Kéniéba),
- le bassin protérozoïque de Madina Kouta,
- la chaîne panafricaine I des Bassarides ,
- les bassins molassiques du Protérozoïque terminal au Paléozoïque inférieur (groupes de Mali et de Youkounkoun),
- le bassin de Bové (cambro-dévonien),
- les venues doléritiques du Lias et du Trias,
- le bassin méso-cénozoïque sénégal-mauritanien.

1. LES ROCHES DU SOCLE

Les formations du soubassement antécambrien affleurent dans la boutonnière de Kéniéba qui s'étend, dans la région de Kédougou, entre les cours d'eau de la Gambie et de la Falémé. BASSOT (1966, 1969) y a distingué trois séries principales (séries de Mako, du Dialé et du Daléma) d'origine sédimentaire ou volcano-sédimentaire, ayant subies un léger métamorphisme et traversées de granites syntectoniques et post-tectoniques pendant l'orogénèse éburnéenne.

Les séries métamorphiques sont constituées d'une part, d'un ensemble de schistes verts et de grauwackes, et d'autre part, de roches volcaniques basiques faiblement métamorphisées (métaandésites, metabasites associées à des tufs, grauwackes, jaspes et argilites).

Les granites occupent une part importante de la boutonnière, et sont situés, en général, entre deux séries volcano-détritiques. La granitisation se situerait pendant l'orogénèse terminale.

2. LA COUVERTURE SEDIMENTAIRE DU BASSIN DE MADINA KOUTA

En bordure du socle, des couches sédimentaires, souvent très épaisses, reposent en discordance sur les séries métamorphiques et leurs intrusions granitiques.

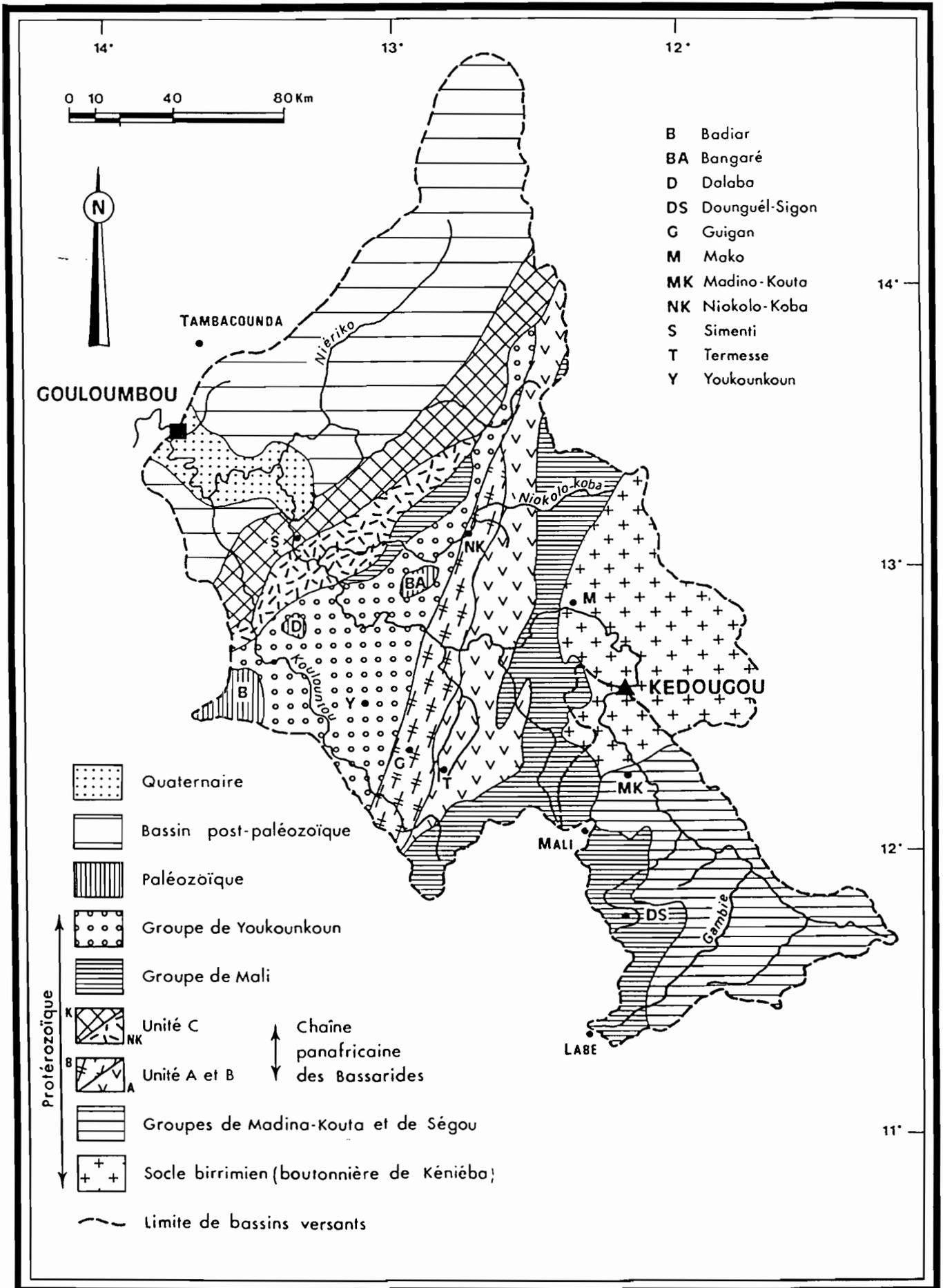


Fig.8. Géologie du bassin continental de la Gambie (VILLENEUVE 1984, simplifié).

Ces dépôts correspondent à la couverture sédimentaire du bassin de *Madina Kouta* qui occupe la majeure partie du haut bassin de la Gambie ; il est bordé, au Nord, par le socle birrimien de la *boutonnière de Kéniéba* et, au Sud, par l'extrémité nord-occidentale du bouclier ancien de la dorsale ivoirienne (*dorsale de Leo*). Vers l'Ouest, il est masqué par les dépôts discordants de la couverture du Protérozoïque terminal, constituée des formations molassiques du *groupe de Mali* ; il passe à l'Est aux dépôts du bassin de *Taoudéni*. Son individualisation résulte de mouvements distensifs débutant par des épanchements rhyolitiques ; la dépression se comble ensuite, sous faible tranche d'eau, par des sédiments, d'abord continentaux, puis épicontinentaux à marins, indiquant l'ouverture d'une dépression orientée Est-Ouest.

VILLENEUVE (1984), en s'appuyant sur les travaux de BASSOT (1966) et de TORCHINE (1976), propose une subdivision lithostratigraphique en deux groupes :

a) le groupe de Ségou

A la base, la *formation de Pellèle* est hétérogène : elle est composée de séquences carbonatées, argileuses, volcano-détritiques ou volcaniques. La présence d'un volcanisme acide entre le socle et les premiers dépôts de cette formation a été confirmée par des sondages au coeur du bassin.

La formation supérieure constitue la falaise de *Dindefello*. Il s'agit essentiellement de grès, reposant en concordance sur les argilites sommitales de la série de Pellèle.

Les dépôts de ces deux formations indiquent un milieu marin peu profond soumis au régime de la houle, et avec des émergences fréquentes. Elles correspondent à la mise en place d'appareils deltaïques.

b) le groupe de Madina Kouta

A la base, la *formation de Fongolambi* est transgressive et se dépose en discordance sur le groupe de Ségou, ou directement sur le socle. Elle est caractérisée par une alternance argilo-carbonatée avec des niveaux à stromatolites, localement interrompue par des venues doléritiques. L'environnement est un milieu aquatique calme.

Au dessus, la *formation de la Kanta* est gréseuse, avec des caractères similaires à celle de *Dindefello* mais plus étendue. Il pourrait s'agir de barres sableuses progradantes marquant une période de reprise d'érosion à la suite de mouvements tectoniques ascendants du bassin.

Au sommet, la *formation de Dira* présente, exception faite des niveaux à stromatolites, beaucoup d'analogies avec la formation de *Fongolambi* avec ses alternances d'argilites, de grès et de carbonates en petits bancs décimétriques.

3. LA CHAÎNE PANAFRICAINNE I DES BASSARIDES

Elle prend en écharpe le flanc ouest du bassin versant

continental de la Gambie, et englobe toutes les formations plissées de la bordure occidentale du craton ouest-africain. Ces formations sont recouvertes en discordance par les dépôts détritiques de la couverture protérozoïque supérieur à paléozoïque inférieur (groupe de Mali et de Youkounkoun). VILLENEUVE (1984) a retenu et proposé pour sa mise en place le modèle d'une chaîne issue de la collision de deux masses continentales, consécutive à un phénomène de subduction vers l'Ouest, d'une plaque océanique entre 1000 et 650 Ma.

Trois grandes unités lithostructurales, étirées en bandes de direction Nord-Sud, représenteraient d'Est en Ouest :

-l'unité A, la bordure de la paléomarge passive orientale (groupe de Termesse),

-l'unité B, la province océanique occidentale devenue active lors de la subduction (groupe de Guingan),

-l'unité C, la paléomarge continentale ouest, active lors de la subduction (groupe de Forécariah absent du bassin de la Gambie, groupes du Niokolo-Koba et de la Koulountou).

Le groupe de Termesse correspond à la série de la Falémé, identifiée au Sénégal par BASSOT (1966). Il constitue une bande étroite d'une vingtaine de kilomètres, s'étalant de Gaoual (Guinée) à Bakel (Sénégal). Il se présente sous des faciès différents d'Est en Ouest. A l'Est, il est formé de pélites, d'arkoses et d'argilites subhorizontales avec, à la base, des conglomérats infracambrien d'origine glaciaire. A l'Ouest, la série est constituée de jaspes rouges, de cinérites, de basaltes et de spilites intercalés dans des argilites et des grauwackes, avec des conglomérats d'origine glaciaire.

Le groupe de Guingan, ou série des Bassaris, se situe dans un étroit couloir orienté N-NE limité par des failles, entre l'unité A à l'Est et la couverture molassique de Youkounkoun à l'Ouest. Il est constitué de matériaux volcaniques basiques, de tufs volcaniques et de sédiments détritiques, association peu différente de celle rencontrée dans l'unité A. Selon VILLENEUVE (1984), cette unité B serait, soit la réplique en plus métamorphique de l'unité A qu'elle chevauche, soit la marge symétrique de cette dernière.

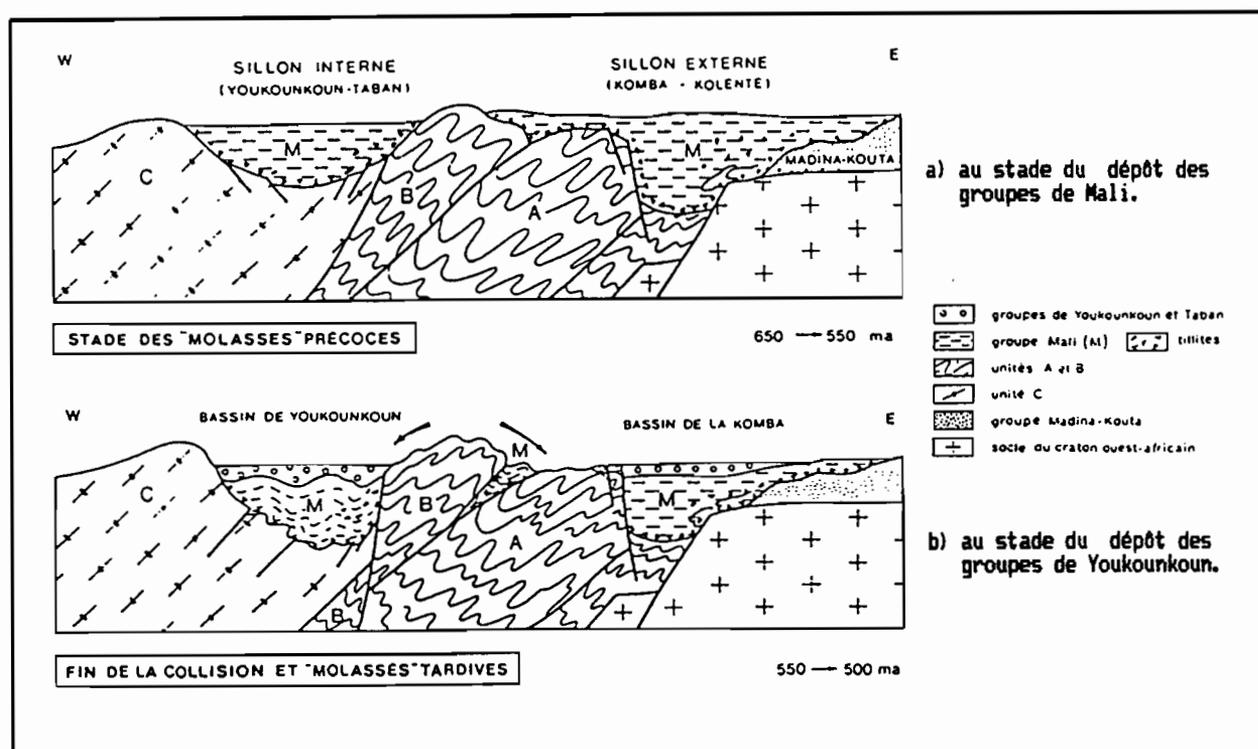
L'unité C comprend plusieurs groupes aux faciès pétrographiques variés et ayant subi des degrés divers de métamorphisme. Elle est représentée, dans la bassin continental de la Gambie, par le groupe du Niokolo-Koba et le groupe de la Koulountou à dominantes volcanique et volcano-détritique recouvrant quelques fenêtres du socle. Limitée, à l'Est, par les dépôts détritiques du groupe de Youkounkoun et, à l'Ouest, par les formations mésozoïques et cénozoïques du bassin sédimentaire sénégal-mauritanien, elle affleure dans la région de la confluence de la Gambie avec le Niokolo-Koba. Le groupe du Niokolo-Koba est, essentiellement, constitué d'un complexe éruptif acide, enveloppant des massifs granitiques ou granodioritiques et contenant eux-mêmes des enclaves basiques. Le groupe de la Koulountou comprend les trois formations de Pantié (rhyolites et dacites), de Simenti (tufs rhyolitiques,

rhyodacites) et de Damantan (tufs schistosés, cinérites et orthogneiss).

Parmi les trois unités lithostructurales de la chaîne, les deux orientales (A et B) sont caractérisées par un magmatisme tholéitique et une sédimentation volcano-sédimentaire de type "prisme d'accrétion" de marges continentales, et l'unité occidentale (C) par un magmatisme calco-alcalin et une accumulation de matériaux volcaniques et volcano-détritiques en milieu mixte (terrestre et aquatique) supposée de marge continentale active (VILLENEUVE, 1984).

4. LES SILLONS MOLASSIQUES PANAFRICAINS

La couverture molassique, du Protérozoïque supérieur au Paléozoïque, représente la phase d'érosion de la chaîne panafricaine des Bassarides et le comblement des dépressions disposées en sillons parallèles à la chaîne. La particularité de cet ensemble de couverture est de débiter par des dépôts de tillites et mixtites, liés à l'épisode glaciaire du Précambrien terminal ouest-africain (fig.9).



Dans le bassin continental de la Gambie, on distingue les ensembles de Mali et de Youkounkoun.

L'ensemble inférieur (*groupe de Mali*) est essentiellement argileux et argilo-gréseux, de type flysch, débutant par un conglomérat d'origine glaciaire. Cet ensemble à teinte dominante verte est plissé dans les zones de faiblesse de la chaîne, aux abords des failles. Il repose en discordance sur le socle birrimien, sur le groupe horizontal de Madina Kouta et sur les unités A et C de la chaîne des Bassarides. Les caractères

principaux des formations de ce groupe (dépôts homogènes, présence de dépôts d'origine glaciaire à la base, absence de matériaux volcaniques, plissement relativement faible et absence de métamorphisme) permettent de les différencier de celles de la chaîne panafricaine. VILLENEUVE (1984) a interprété les dépôts de ce groupe comme les premiers faciès molassiques mis en place dans un environnement en partie glaciaire et structurés par des phases panafricaines tardives. Les autres dépôts molassiques du groupe de Youkounkoun seraient plus récents.

L'ensemble supérieur (*groupe de Youkounkoun*), situé entre les unités B et C de la chaîne panafricaine, est drainé par trois cours d'eau : le Niokolo-Koba au Nord, la Gambie au centre, et la Koulountou au Sud. Les matériaux, essentiellement des grès et des conglomérats, sont à teinte dominante rouge ou brun-rouge. Le caractère peu évolué de ces sédiments indique un faible transport et un mauvais étalement dans des bassins bien circonscrits, profonds, probablement tectoniquement actifs et à subsidence rapide. Le métamorphisme de ces formations est très faible.

La collision panafricaine, d'une durée exceptionnellement longue (avec une phase paroxysmale vers 650 Ma et un rejeu moins important vers 550 Ma), aurait abouti à la formation d'un supercontinent africain : la Proto-Pangée. Après sa stabilisation, cette Proto-Pangée va être le théâtre d'une sédimentation pratiquement ininterrompue jusqu'à la fin du Dévonien, aboutissant, entre autre, à la formation du bassin de Bové. Dans ce bassin, les premiers dépôts sont représentés par le *groupe de Pita* qui affleure en trois endroits dans la formation de Youkounkoun du bassin continental de la Gambie.

5. LE BASSIN SEDIMENTAIRE DE BOVE (GROUPE DE PITA)

Les terrains sédimentaires paléozoïques, essentiellement gréseux, constituent l'important bassin de Bové qui dessine une vaste structure synclinale de plus de 50000 km², entre Forécariah (Guinée) et Sonaco (Guinée-Bissau). Son extension originelle devait cependant être plus importante : en effet, on lui attribue également le chapelet de "buttes-témoins" qui se relayent depuis la Guinée-Bissau jusqu'au Sud-Est du Sénégal. Trois de ces "buttes-témoins" se situent dans le bassin continental de la Gambie (massifs de Badiar *pro-parte*, de Dalaba et de Bangaré) où elles affleurent au-dessus des grès rouges du groupe de Youkounkoun.

Les grandes subdivisions lithostratigraphiques du bassin de Bové sont, de bas en haut, les *groupes de Pita, de Télimélé et de Bafata*. Les trois massifs précités du bassin de la Gambie sont représentatifs de la base de la série (groupe de Pita). Ce dernier se subdivise en trois formations qui correspondent à trois types de dépôts différents :

- à la base, la *formation de Guéméta*, constituée de grès feldspathiques et de conglomérats souvent rouges. Il s'agit, probablement, de dépôts fluviatiles comblant des paléodépansions locales importantes, sur une chaîne panafricaine à relief encore marqué (puisque non aplani par les molasses antérieures du groupe de Youkounkoun) ;

- au centre, la *formation de Kindia*, constituée de grès blancs à passées conglomératiques et à stratifications obliques provenant d'un épandage fluvial en "tresse" ;

- au sommet, la *formation du mont Gangan*, constituée de grès blancs massifs et de conglomérats rouges ; ces matériaux sont supposés d'origine glaciaire continentale.

Les grès des massifs de Badiar et de Bangaré sont semblables à ceux de la formation de Kindia, auxquels VILLENEUVE (1984) a attribué un âge Ordovicien moyen.

A la fin du Dévonien supérieur et du Carbonifère, les formations du bassin de Bové ont été affectées par les phases tectoniques compressives hercyniennes des Mauritanides. A cette structuration hercynienne, induite, semble-t-il, par la formation des Appalaches, succède une structuration post-hercynienne en marche d'escalier, en relation avec l'ouverture de l'Atlantique et la formation, au Mésozoïque, du bassin côtier sénégalo-mauritanien. Au stade précoce de l'ouverture, les phénomènes distensifs se sont accompagnés, le long de nombreuses cassures, de remontées du magma basique et d'injection uniforme de dolérites dans tous les terrains encaissants (socle et formations sédimentaires).

6. LES VENUES DOLERITIQUES

Les dolérites du Lias et du Trias forment, avec les grès, les principaux reliefs des hauts bassins du Sénégal et de la Gambie. La répartition des venues doléritiques et leurs modes de gisement dépendent des roches traversées : elles sont moins développées au sein des roches granitiques et métamorphiques qu'à l'intérieur des séries sédimentaires qui opposent une moindre résistance à la progression du magma.

A l'intérieur des formations sédimentaires, les dolérites constituent surtout des sills, parfois des dykes. L'hypothèse d'épanchements en coulées est aujourd'hui abandonnée. Le métamorphisme de contact, développé par les dolérites dans les roches encaissantes, est de faible intensité puisqu'il se traduit essentiellement par la transformation locale des pélites et des grès calcaires ou argileux en cornéennes.

7. LE BASSIN MESO-CENOZOIQUE SENEGALO-MAURITANIEN

Au stade initial du rift médio-atlantique marqué par la fissuration des marges et un volcanisme doléritique important, va succéder une longue période d'émersion et d'érosion : les plis et les bombements hercyniens sont arasés. La mer envahit les régions côtières du bassin de la Gambie et atteindra son extension maximale au Lutétien (45 Ma). Du Jurassique au Crétacé supérieur, les paysages se façonnent avec la mise en place des différentes surfaces d'aplanissement. A la fin de l'Eocène, la mer se retire et le haut bassin est soulevé par un nouveau mouvement épirogénique. L'érosion entaille les reliefs et le matériel gréseux du Continental Terminal s'empile au-dessus des séries marines éocènes.

Au Pliocène, la mer s'est retirée du continent actuel : une nouvelle surface, dite intermédiaire, s'est développée et étendue dans les séries tendres des pays de la moyenne Gambie.

Du Tertiaire au Quaternaire, l'évènement majeur dans la région est la surrection du Fouta Djallon, consécutif à un bombement du socle dû à des remontées mantelliques. Ce soulèvement qui a engendré la topographie actuelle (et donc l'occupation des paysages par le réseau hydrographique actuel), est à l'origine de la séismicité de la région et des manifestations locales d'hydrothermalisme.

Au cours du Quaternaire ancien et moyen, de vastes glacis étagés en trois niveaux se sont formés, s'ordonnant en fonction du réseau hydrographique. Le climat a ensuite évolué vers la sécheresse pendant le Würm récent ; la Gambie a alors creusé son lit dans les grès du Continental Terminal et dans les séries marines sous-jacentes d'âge Eocène. Elle a repris les galets des terrasses anciennes pour former les "graviers sous berge" (VOGT, 1959) localisés le long de sa plaine alluviale.

E - LA NATURE DES SOLS : ESQUISSE PEDOLOGIQUE

Dans le bassin amont de la Gambie, la topographie est le facteur dominant de la pédogénèse. Son rôle est primordial dans les processus d'érosion des sols. Ensuite, les facteurs climatiques, édaphiques et géologiques interviennent pour différencier les types de sols, leur évolution et leur répartition géographique.

La cartographie systématique des sols de la haute Gambie reste à réaliser. L'esquisse pédologique, que nous présentons en figure 10, est tirée des quelques rares travaux prospectifs de PEREIRA BARRETO (1963) dans la région de Labé, de CHAUVEL (1967) dans la zone du bassin située au Sénégal, et des levés pédologiques sommaires plus récentes (1980-1981) du Service National des Sols du Ministère de l'Agriculture de Guinée. Dans l'ensemble, il s'agit de lithosols sur cuirasses ou sur roches basiques diverses, de sols hydromorphes peu évolués d'érosion et d'apport sur matériau gravillonnaire, de sols peu évolués à faciès ferrugineux tropical à hydromorphie d'ensemble, et de sols ferrugineux tropicaux lessivés. La présence de quelques sols à caractères vertiques a été signalée aux environs de Kédougou. Enfin, de nombreux placages de limons éoliens ont été reconnus sur les plateaux latéritiques du Fouta Djallon central et oriental ; ces "terres jaunes" résulteraient d'un saupoudrage ancien de poussières éoliennes.

Schématiquement, on différencie cinq grandes associations de sols :

- *une association de sols squelettiques sur cuirasse et de sols peu évolués gravillonnaires à hydromorphie plus ou moins prononcée dans les axes de drainage. Ces sols se rencontrent à l'extrémité septentrionale du bassin et couvrent 3,5 % de la superficie du bassin ;*

- *une association dominante de sols indurés gravillonnaires peu profonds, de sols squelettiques*

d'affleurement de cuirasse (ou de dolérite) et d'éboulis de cuirasse, et, de sols peu profonds peu évolués, d'érosion ou alluviaux organiques. Ils se sont développés sur les plateaux et versants à relief très accidenté (pente de 10 à 16 %, parfois de 30 %) de la bordure orientale du bassin, dans le Nord de Labé et de Mali. Ils occupent près de 29,2 % du bassin ;

- une association de sols hydromorphes minéraux profonds à hydromorphie temporaire, de sols très profonds peu évolués alluviaux organiques, dominants, et de sols hydromorphes organiques tourbeux. Il en résulte en surface une accumulation abondante de matière organique. Ces formations se localisent dans les plaines alluviales de la partie centrale et représentent 8,2 % de la superficie du haut bassin ;

- une association de sols ferrallitiques gravillonnaires peu profonds, de sols squelettiques d'affleurement de cuirasses, dominants, et de sols remaniés gravillonnaires de faible épaisseur. Ils sont surtout représentés sur les plateaux ondulés drainés par la Liti, et ils occupent 24,3 % de la superficie du bassin ;

- enfin, une association de sols squelettiques d'affleurement de cuirasse.

Ces sols sont lithiques sur grés ou d'éboulis sur dolérites. Ce sont les sols dominants du bassin (38,3 %). On les trouve le long des réseaux hydrographiques de la Dima et de son affluent la Koéla.

En conclusion, cette esquisse pédologique sommaire fait ressortir une dominance des sols squelettiques et ferrallitiques.

La pédogénèse est, essentiellement, à couverture kaolinique et à sesquioxides de fer, avec quelques hauts secteurs à accumulation bauxitique et de rares dépressions à tendance vertique.

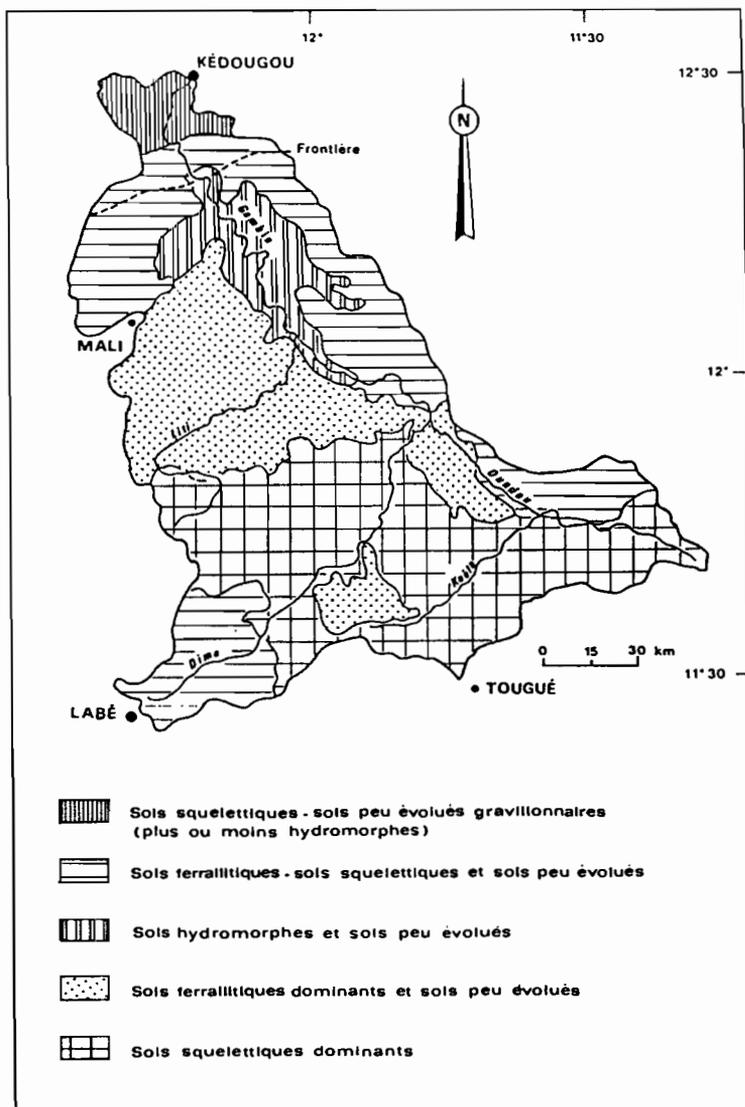


Fig.10. Esquisse pédologique.

II - LE PAYSAGE VEGETAL ET L'ENVIRONNEMENT HUMAIN

A - UNE VEGETATION PALEOTROPICALE

Le bassin supérieur de la Gambie appartient, du point de vue phytogéographique, à l'empire paléotropical (MICHEL, 1973).

La végétation se distribue en grandes zones, à l'intérieur desquelles des changements d'importance locale peuvent apparaître (facteurs édaphiques, anthropiques,...). On distingue deux grands ensembles : la savane soudanaise et la forêt dégradée guinéenne. En effet, le tapis végétal se modifie en allant du Sud au Nord : la forêt s'éclaircit et passe progressivement à la savane arborée et arbustive.

D'autre part, il faut insister sur l'importance de la nature et de la densité du peuplement végétal sur la morphogénèse. Les racines interviennent dans le processus de fragmentation mécanique en pénétrant dans les diaclases des grès et des dolérites, et, dans les fissures et alvéoles des cuirasses. L'abondance du feuillage intervient également dans la protection des sols, en jouant un rôle déterminant d'écran sur l'importance de la déflation éolienne et du ruissellement diffus au cours des grosses averses.

1. LA SAVANE SOUDANAISE

La végétation est constituée de hautes herbes qui comprennent des strates arborées et arbustives. Ces formations se rencontrent dans la partie septentrionale du bassin. Souvent touffue, la végétation est constituée de nombreuses essences, dont les plus abondantes sont : *Gardena erubescens*, *Lanchocarpus laxiflorus*, *Sterculia setigera*. Celles-ci sont recouvertes par des espèces plus grandes dont les plus importantes sont : le Néré (*Parkia biglobosa*), le Kapokier (*Bombax costatum*), le Tamarinier (*Tamarindus indica*), et quelques bambous (*Oxytenanthera abyssinica*) poussant sur les versants des collines. Le tapis herbacé de base est surtout formé de graminées (fig.11).

Sur les plateaux cuirassés, l'état du sol n'autorise que le développement d'espèces réduites, telles les *Combretacées*. Sur les versants, l'amalgame de produits d'érosion permet la croissance de grands arbres, tels que *Daniela oliveri*. Dans les bas-fonds humides, le couvert végétal est surtout composé de bambous, de roniers, de palmiers à huile et de raphias.

Sur les terrains gréseux de la partie orientale du haut bassin se développe une flore pérenne et héliophile (*Euphorbia sudanica*, *Adenium obesum*, *Sarcostemma viminale*, etc...). Ces formations, à la faveur d'une pluviosité plus grande, deviennent denses vers le Sud et marquent la transition avec la sylve qui domine sur les hauts reliefs.

2. LA FORET ET LA SAVANE GUINEENNE

Les hauteurs du Fouta Djallon, jadis recouvertes par une

forêt dense, ont été fortement sollicitées par l'extension des zones de cultures. De plus, le maintien des traditionnels feux de brousse ou cultures sur brûlis n'a laissé persister que quelques rares forêts à *Parinari excelsa*, au-dessus de 900 m d'altitude dans la région de Dalaba. Le tapis herbacé s'est développé, formant de grandes savanes et prairies. De nombreuses collines sont aujourd'hui peuplées par des conifères.

Sur les hauts plateaux de Labé, la déforestation est presque totale. Les formations herbacées occupent de vastes étendues : les associations les plus fréquentes étant les savanes à *Parinari excelsa*, les savanes à *Parkia biglobosa* et les prairies. La monotonie de ce tapis herbacé n'est interrompue que par les "tapades", où les populations font prospérer des plantations de manguiers, d'orangers et de bananiers.

La région de Mali, qui est relativement moins arrosée, a un couvert végétal constitué de forêts reliques à *Parinari excelsa* et *Carapa procera*, avec un sous-bois arbustif. Les savanes se sont étendues à la plupart des versants et des cuvettes intérieures du massif par suite de la déforestation.

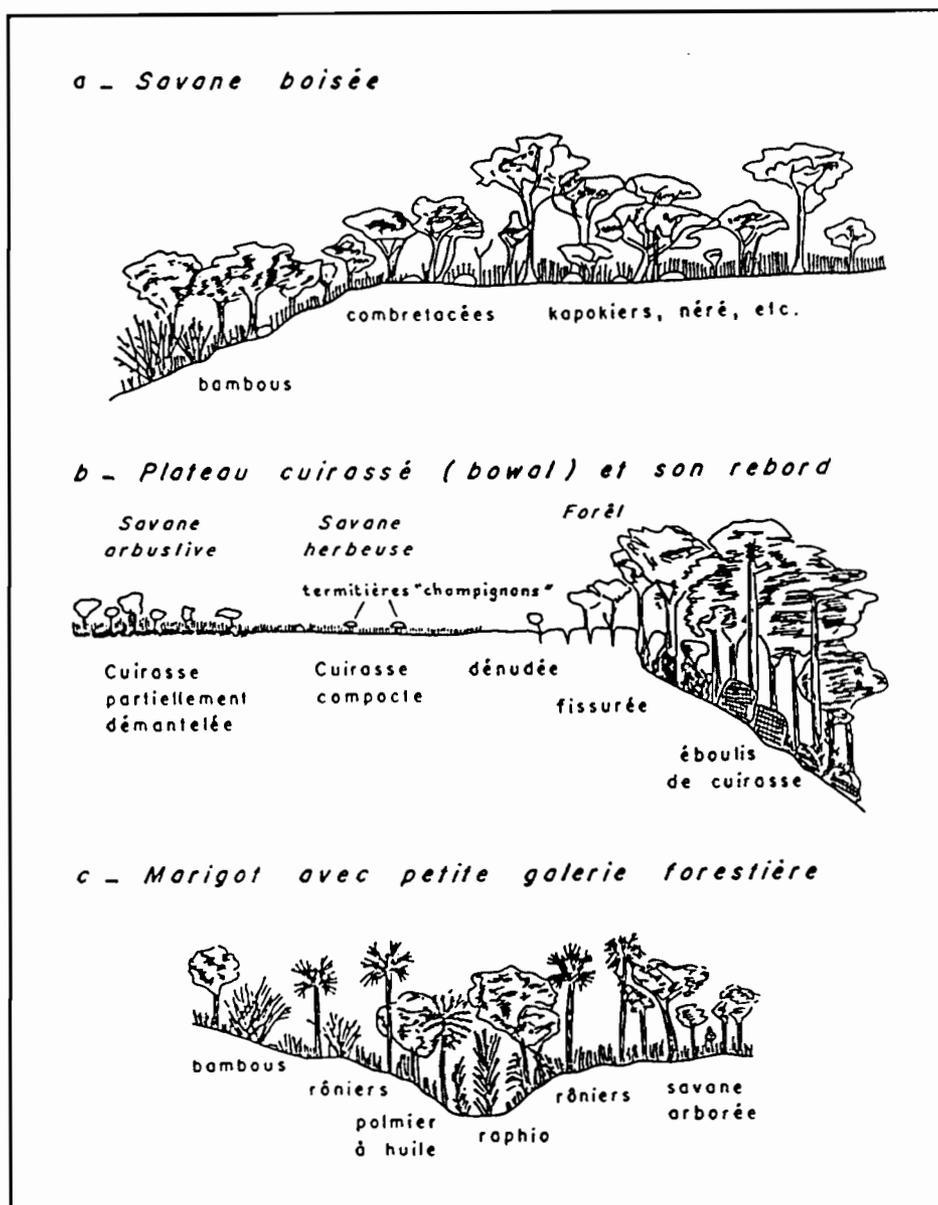


Fig. 11. Paysages végétaux du Niokolo-Koba selon les coupes de J. ADAM (In ROURE, 1956).

B - UNE POPULATION ESSENTIELLEMENT RURALE

La partie guinéenne du bassin est occupée essentiellement par des Peuhls et des Mandingues. Les minorités sont les Bassaris, les Soninkés, les Kogniaguys et les Sarakolés. Les prairies et les versants verdoyants des collines favorisent la pratique de l'élevage et le développement de l'agriculture (riz, fonio, arbres fruitiers...). Au Sénégal, dans la région de Kédougou, les Bassaris représentent l'ethnie dominante devant les minorités de Peuhls et de Wolofs. Ils vivent de l'agriculture (maïs, mil, riz, arachide,...) et de la chasse.

Ces populations sont en majorité rurales (de 85 à 90 %). En territoire sénégalais, la densité est de 6 hab/km² ; elle est un peu plus importante dans la partie guinéenne du bassin où elle serait de l'ordre de 10 à 15 hab/km². L'agglomération de Labé compterait près de 100000 habitants et celle de Kédougou regrouperait environ 10000 habitants (selon DESCROIX, 1986).

Malgré cette faible densité de population, il faut noter l'importance capitale du facteur anthropique sur la localisation et l'évolution de la végétation et, par voie de conséquence, sur la morphogénèse.

III - LES FACTEURS CLIMATIQUES

A - LES MECANISMES GENERAUX

Le haut bassin de la Gambie est situé en domaine tropical de l'hémisphère boréal. Dans cette zone intertropicale de convergence (ZITC), le régime des précipitations est assujétié aux interactions de deux types de circulation aérienne : l'*Harmattan*, chaud et sec en provenance de l'Anticyclone saharien, et la *Mousson*, chaude et humide issue de l'Atlantique sud. L'interface de ces deux masses d'air est le Front Intertropical que l'on désigne classiquement sous l'appellation de FIT ; c'est sa trace au sol qui constitue l'équateur météorologique.

Les déplacements du FIT (fig.12) sont déterminés, au cours de l'année, par les positions respectives des centres de hautes pressions.

En hiver, les anticyclones, centrés sur le Sahara et les îles Açores, sont puissants : l'équateur météorologique se situe vers 4° de latitude Nord ; cette position méridionale extrême est généralement atteinte en décembre-janvier. L'anticyclone saharien dirige vers les basses latitudes tropicales un flux fort et régulier d'*Harmattan*, localement perturbé par des discontinuités d'alizés maritimes engendrés par l'anticyclone des Açores. Les seules précipitations éventuelles durant cette période, le "*Heug*", ont une origine extratropicale. En février, le FIT amorce sa migration vers le Nord ; il atteint le Sud du bassin de la Gambie en mars et franchit le 12^{ème} parallèle (limite septentrionale du cours supérieur du fleuve) en avril-mai. Les premières pluies à caractère orageux sont alors provoquées par l'arrivée des lignes de grains.

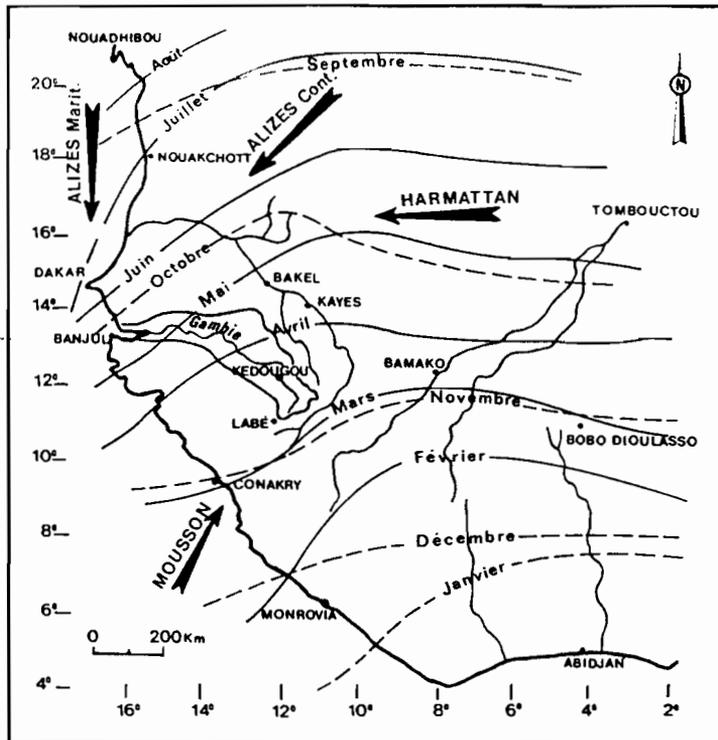


Fig.12. Les déplacements du Front Intertropical pendant l'année (MICHEL, 1973).

et des cumulus bourgeonnants qui donnent d'abondantes chutes de pluies. La mousson frappe alors de plein fouet les reliefs du massif du Fouta Djallon. Dès le mois de septembre, le mouvement de translation du FIT s'inverse, et ce balancement du Nord vers le Sud détermine la durée effective de la saison des pluies qui s'achève en octobre-novembre.

Dans le haut bassin de la Gambie, on distingue deux grands domaines climatiques : le domaine guinéen, au sud de 12° de latitude Nord, et le domaine soudanien, entre 12° et 14°40' de latitude Nord.

B - L'INFORMATION DISPONIBLE SUR LES PARAMETRES CLIMATIQUES

Les stations météorologiques sont inégalement réparties et se situent à la périphérie du bassin. Les périodes d'observation ne sont pas communes et comportent de nombreuses lacunes. Les informations les plus complètes proviennent des stations de Kédougou (1918-1987) et de Labé (1923-1987), situées aux deux extrémités du bassin. Les autres stations sont d'implantations plus récentes : Youkounkoun à l'Ouest (1950-1976), Fongolimbi à l'Est (1963-1987), Koubia aux sources de la Koléa (1972-1987). Les stations de Mali, au sommet du Fouta Djallon, et de Tougué, sur la bordure méridionale, comportent trop d'imprécisions. Toutes les données relatives à ces stations seront présentées en détail dans la monographie hydrologique de la Gambie. Dans cette étude, nous nous contenterons de présenter les deux stations-clés de Labé et de Kédougou.

En été, l'anticyclone de Sainte Hélène se renforce : les masses d'air équatoriales, tièdes et humides, couvrent la quasi-totalité du bassin provoquant les averses de la saison des pluies, appelée "hivernage". En août, le FIT atteint sa position la plus septentrionale vers 20° de latitude Nord. L'ensemble de la région reçoit des pluies non orageuses à caractère continu : la Mousson prédomine. A l'arrière du front, la masse d'air humide atteint fréquemment une épaisseur de 2000 mètres. De puissants mouvements de convection font naître des cumulonimbus à grand développement vertical

C - LES TEMPERATURES DE L'AIR

Elles varient peu d'une année sur l'autre. A Labé, en domaine guinéen, la température moyenne annuelle est de 22,6 °C ; à Kédougou, en domaine soudanien, elle s'élève à 28,1 °C (tableau 3). Le gradient thermique, croissant du Sud vers le Nord, est accentué par la topographie du bassin (la différence d'altitude entre les deux stations est de 900 m).

Tableau 3 : Températures (en °C) aux deux stations de Kédougou et de Labé

Stations	Domaine guinéen Labé (1939/1957)				Domaine sud soudanien Kédougou (1962/1981)			
	Tm	Tx	Tn	δm	Tm	Tx	Tn	δm
Janvier	21,0	30,0	13,0	17,0	26,0	34,4	17,6	16,8
Février	23,0	31,0	15,0	16,0	28,5	36,7	20,0	16,7
Mars	25,0	33,0	16,0	17,0	30,6	38,5	22,6	15,9
Avril	25,0	32,0	18,0	14,0	31,9	38,9	24,8	14,1
Mai	24,0	31,0	18,0	13,0	32,0	38,5	25,6	12,9
Juin	23,0	28,0	18,0	10,0	28,7	34,1	23,2	10,9
Juillet	22,0	26,0	18,0	8,0	27,0	31,3	22,5	8,8
Août	21,0	25,0	18,0	7,0	26,4	30,7	22,0	8,7
Septembre	22,0	26,0	17,0	9,0	26,5	31,4	21,6	9,8
Octobre	22,0	27,0	17,0	10,0	27,4	33,0	21,7	11,3
Novembre	22,0	28,0	15,0	13,0	27,1	34,1	19,4	14,7
Décembre	21,0	28,0	14,0	14,0	25,1	32,1	16,5	15,6
Moyenne	22,6	28,7	16,4	12,3	28,1	34,5	21,5	13,0

Tm, température moyenne mensuelle ; Tx, moyenne mensuelle des températures maximales ; Tn, moyenne mensuelle des températures minimales ; δm, écarts diurnes moyens

L'écart moyen au niveau de toutes les températures mesurées aux deux stations (moyennes, maximales et minimales) se singularise, quelle que soit la période de l'année, par une remarquable stabilité (de 5 à 6 °C). Cette différence, constante en toutes saisons, se traduit par des écarts diurnes moyens de même amplitude aux deux stations : 12°C à Labé et 13°C à Kédougou.

Les régimes thermiques saisonniers ont donc des évolutions analogues (fig.13). Ils sont de type bimodal, avec une amplitude plus importante au Nord du bassin. La précocité des maxima principaux sur les hauteurs du bassin (en mars) par rapport à ceux des régions basses (en avril-mai) découle de l'évolution progressive de la Mousson du Sud vers le Nord : les précipitations relativement abondantes atteignant le Sud du bassin dès avril, alors que la véritable saison des pluies ne s'installe sur la totalité du bassin qu'au cours des mois de mai-juin.

Si les variations du couvert végétal, de l'humidité

relative et des précipitations contrôlent saisonnièrement les régimes thermiques, ceux-ci conditionnent à leur tour l'évolution des phénomènes d'évaporation et d'évapotranspiration.

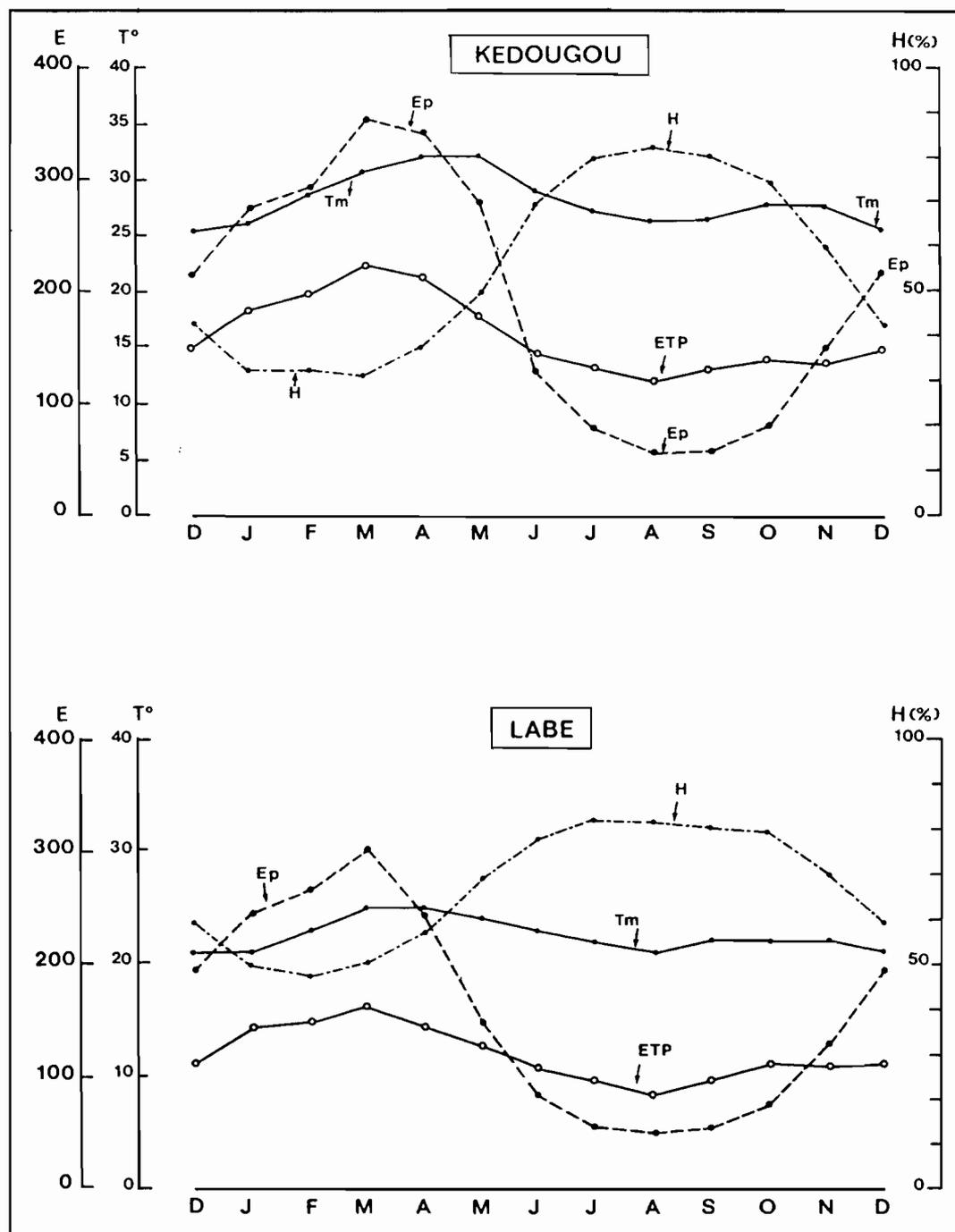


Fig.13. Evolution mensuelle de la température (Tm), de l'évaporation (Ep), de l'évapotranspiration (ETP) et de l'humidité relative moyenne (H) aux deux stations.

D - L'EVAPOTRANSPIRATION

La figure 13 montre que l'évolution saisonnière de l'évaporation Piche (Ep), mesurée, et de l'évapotranspiration potentielle (ETP), calculée selon la formule de TURC, sont similaires. Les fortes valeurs d'Ep, enregistrées en saison sèche, tiennent au type d'appareillage utilisé (elles peuvent dépassées de 50 à 100 % la réalité).

L'ETP moyenne annuelle est de 1436 mm à Labé et de 1922 mm à Kédougou (tableau 4). Pour fixer les idées, et avec toutes les réserves qu'impose le choix de deux stations uniquement, l'ETP moyenne sur le haut bassin de la Gambie serait de l'ordre de 1700 mm/an.

Tableau 4 : Evaporation Piche (Ep) et évapotranspiration potentielle (ETP) en mm

Station		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Labé	Ep	246	266	<u>302</u>	243	147	83	57	<u>50</u>	53	75	128	195
	ETP	141	148	<u>160</u>	142	128	108	97	<u>82</u>	98	112	109	111
1940/1980 : Ep (1845 mm/an), ETP (1436 mm/an)													
Kédougou	Ep	274	288	<u>353</u>	342	278	129	75	<u>55</u>	55	79	149	215
	ETP	183	194	<u>222</u>	212	178	143	130	<u>117</u>	128	136	132	147
1953/1985 : Ep (2292 mm/an), ETP (1922 mm/an)													

Les plus forts taux d'évapotranspiration potentielle se situent aux mois de mars, et, les plus faibles au mois d'août. L'évolution est constante dans l'année entre ces deux extrêmes. On note également le gradient positif Sud-Nord de l'ETP en toutes saisons.

E - L'HUMIDITE RELATIVE

Elle est intimement liée à la progression de la Mousson vers le Nord. La valeur moyenne annuelle est de 67 % à Labé et de 55 % à Kédougou (tableau 5).

Aux deux stations, l'humidité relative passe par des valeurs maximales en saison des pluies (de juillet à octobre) et des valeurs minimales en période sèche (de décembre à avril). Plus l'humidité relative est importante, moins l'évaporation intervient dans le bilan hydrologique du bassin (fig.13).

F - L'INSOLATION MOYENNE ET LES VENTS

Le tableau 5 rassemble les quelques informations disponibles sur l'ensoleillement, la vitesse et l'orientation des vents dominants.

A Labé comme à Kédougou, les périodes d'ensoleillement maximum se situent de décembre à avril, et, l'insolation est minimum pendant la saison des pluies (de mai à octobre).

Sur l'ensemble de l'année, on observe une alternance de vents réguliers de secteur Est à Nord-Est en saison sèche (Harmattan), et de secteur Sud à Sud-Ouest en saison humide (Mousson). Les vitesses moyennes sont de l'ordre de 2,6 m/s à Labé et de 1,4 m/s à Kédougou (ROCHETTE, 1974).

Tableau 5 : Humidité moyenne relative (en %), insolation moyenne (en heures/mois), vitesse (en m/s) et direction des vents aux stations de Labé et de Kédougou

Mois	Humidité relative (%)						Insolation		Vitesse et direction des vents (Kédougou)	
	LABE (51/57)			KEDO (67/81)			L	K		
	Mo	Mx	Mn	Mo	Mx	Mn	53/80	67/81		
Janv	49	21	76	32	16	48	275	274	1,2	NE
Févr	47	20	73	32	16	48	259	265	1,6	NE
Mars	50	20	79	31	14	48	275	286	1,7	NNE
Avril	57	27	87	37	20	53	242	275	2,1	NE
Mai	69	42	95	49	29	68	208	272	2,3	WSW
Juin	78	58	98	69	49	88	175	242	1,9	WSW
Juil	82	65	98	79	62	95	145	212	1,5	WSW
Aout	83	68	98	82	66	98	122	192	1,1	WSW
Sept	81	64	98	80	62	98	151	211	0,9	WSW
Oct	79	59	98	74	51	97	191	241	0,9	NS
Nov	70	43	96	59	31	86	227	242	0,8	N
Déc	59	30	87	42	19	65	255	260	0,9	NE
Année	67	43	90	55	36	72	210	248	1,4	-

Le tableau 6 rassemble, d'une manière synthétique, les données essentielles sur la température de l'air, l'insolation, l'évaporation et l'humidité relative aux deux extrémités du bassin.

Tableau 6 : Paramètres climatiques (moyennes, minima et maxima)

Paramètres climatiques	LABE <i>altitude : 1025 m</i>	KEDOUGOU <i>altitude : 122 m</i>
Température moyenne : annuelle : (°C)	<u>Période 1939/1957</u> 22,6 mini:21,0 (août) maxi:25,0 (mars/avril)	<u>Période 1953/1985</u> 28,1 mini:25,1 (décembre) maxi:32,0 (mai)
Insolation moyenne : annuelle : (Heures/mois)	<u>Période 1939/1957</u> 210 mini:122 (août) maxi:275 (janv/mars)	<u>Période 1967/1985</u> 248 mini:192 (août) maxi:286 (mars)
E T P moyenne : annuelle : (mm)	<u>Période 1949/1980</u> 1436 mini: 82 (août) maxi:160 (mars)	<u>Période 1953/1985</u> 1922 mini:117 (août/sep.) maxi:222 (mars)
Humidité moyenne : annuelle : (%)	<u>Période 1951/1957</u> 67 mini: 47 (février) maxi: 83 (août)	<u>Période 1967/1981</u> 55 mini: 31 (mars) maxi: 82 (août)

G - LA PLUVIOSITE ET SA VARIABILITE

L'étude des précipitations a été entreprise à partir des observations faites à Labé et Kédougou. Ces deux stations principales se situent à la même longitude, sont distantes de 1° en latitude, et, ont une différence d'altitude de 900 mètres.

Station	Origine des mesures	Lat. Nord	Long. Ouest	Altitude (m)	Distance à l'océan (km)
Labé	1923	11°20	12°19	1025	265
Kédougou	1918	12°34	12°13	122	380

En annexe I, on trouvera la pluviométrie mensuelle enregistrée à Labé et Kédougou depuis l'origine des stations.

1. LA PLUVIOSITE ANNUELLE ET INTERANNUELLE

a) Les domaines climatiques

La zonalité climatique, sur la base des critères définis par LEROUX (1980), permet de différencier, en haute Gambie, deux domaines :

- le *domaine guinéen* où les précipitations sont supérieures à 1500 mm/an, et durent de 7 à 8 mois (parfois 10). Ce domaine se retrouve parfois dans la littérature sous l'appellation de climat "Foutanien", pour faire allusion à l'obstacle vigoureux du massif du Fouta Djallon qui s'oppose à la progression de la Mousson et provoque des pluies abondantes (OLIVRY, 1983) ;

- le *domaine soudanien* avec une saison humide de 5 à 6 mois et une hauteur de pluies de l'ordre de 1200 mm/an. Il correspond au climat "tropical de transition", tel qu'il peut être observé dans la région de Kédougou.

b) Les précipitations annuelles et leur variabilité

Les pluviosités annuelles aux deux stations sont données dans le tableau 7. A Labé, la hauteur moyenne annuelle pour la période 1923-1986 s'élève à 1662 mm ; à Kédougou, elle est de 1274 mm pour la période 1918-1986 (en faisant abstraction du manque d'information sur la période 1958-1961). L'écart annuel moyen entre les deux stations serait donc de l'ordre de 400 mm.

Cependant, dans le détail, la répartition annuelle des pluies présente une très grande hétérogénéité. Certaines années, comme par exemple 1927, 1939, 1954 et 1978, les précipitations ont été plus abondantes à Kédougou qu'à Labé. Cette grande hétérogénéité transparaît aussi dans la comparaison faites ci-après des 10 années à plus faible ou à plus forte pluviosité.

Années sèches (classées par ordre croissant) :

Labé : 1984, 42, 77, 70, 79, 49, 86, 85, 78, 34.
 Kédougou : 1932, 83, 21, 42, 82, 79, 72, 31, 47, 56.

Deux années seulement (1942 et 1979) sont communes aux deux stations. Six années récentes figurent dans la série de Labé, et quatre dans celle de Kédougou.

Années humides (classées par ordre décroissant) :

Labé : 1958, 67, 32, 62, 51, 37, 26, 29, 28, 33.
 Kédougou : 1954, 26, 29, 78, 57, 28, 27, 39, 51, 38.

En tenant compte de 1958, bien qu'il n'y ait pas eu d'observations à Kédougou cette année là, la moitié des années les plus pluvieuses sont communes aux deux stations.

Ces divergences entre les deux stations permettent d'établir le premier constat suivant : en règle générale, *lorsque la pluviosité est très excédentaire à l'amont, elle l'est aussi à l'aval du bassin ; en revanche, lorsque la pluviosité est faible sur les bordures méridionales, il n'est pas exclu d'avoir des précipitations normales, voire abondantes, au Nord du bassin.*

Tableau 7 : Pluviosité annuelle à Labé (L) et Kédougou (K)

Ans	L	K	Ans	L	K	Ans	L	K
1918		(1327)	1942	1323	953	1966	1606	1454
1919		(1208)	1943	1703	1272	1967	2118	1125
1920		(1664)	1944	1726	1125	1968	1579	1147
1921		(894)	1945	1836	1175	1969	1792	1336
1922		1304	1946	1433	1102	1970	1345	1088
1923	1741	1327	1947	(1507)	1028	1971	1476	1179
1924	1854	1396	1948	1557	1227	1972	1770	971
1925	(1760)	1351	1949	(1354)	1141	1973	1487	1211
1926	2048	1898	1950	1442	1186	1974	1537	1296
1927	1472	1533	1951	2076	1527	1975	1443	1272
1928	1964	1553	1952	1462	(1231)	1976	1488	1122
1929	1967	1649	1953	1472	1196	1977	1332	1109
1930	1904	1303	1954	1785	2160	1978	1405	1595
1931	1805	1027	1955	1932	1257	1979	1361	959
1932	2094	839	1956	1764	1060	1980	1493	1117
1933	1947	1320	1957	1902	1553	1981	1592	1295
1934	1407	1351	1958	2159	-	1982	1550	957
1935	1751	1339	1959	1771	-	1983	(1513)	883
1936	1939	1344	1960	1484	-	1984	1228	1225
1937	2066	1309	1961	1746	-	1985	(1433)	1272
1938	1796	1513	1962	2090	1444	1986	1342	1178
1939	1464	1528	1963	1491	1375			
1940	1413	1168	1964	1911	1362			
1941	1581	1165	1965	1533	1372			

données en mm ; les valeurs entre () sont partielles

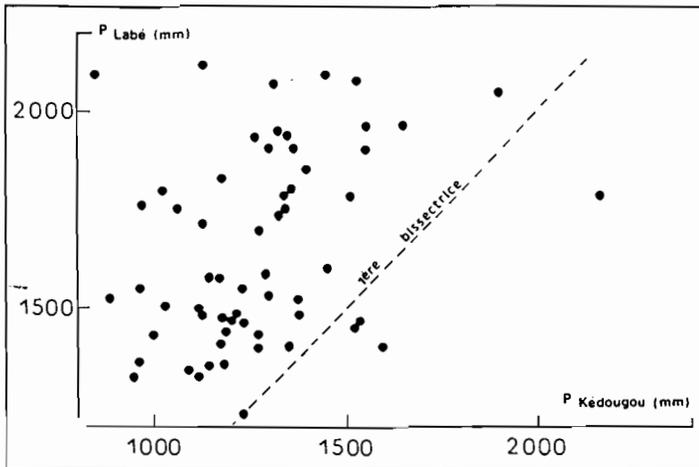
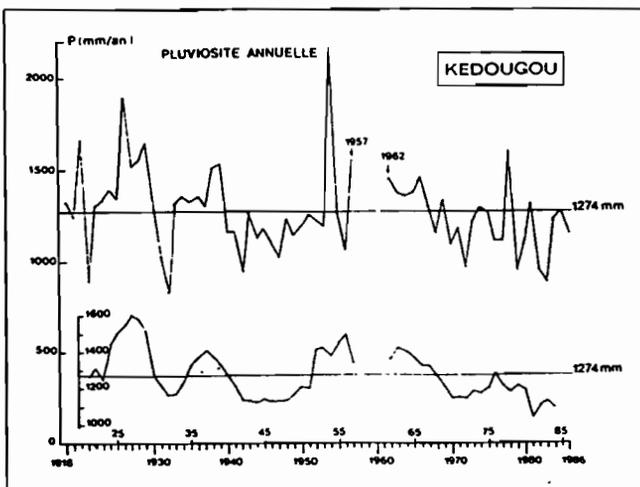
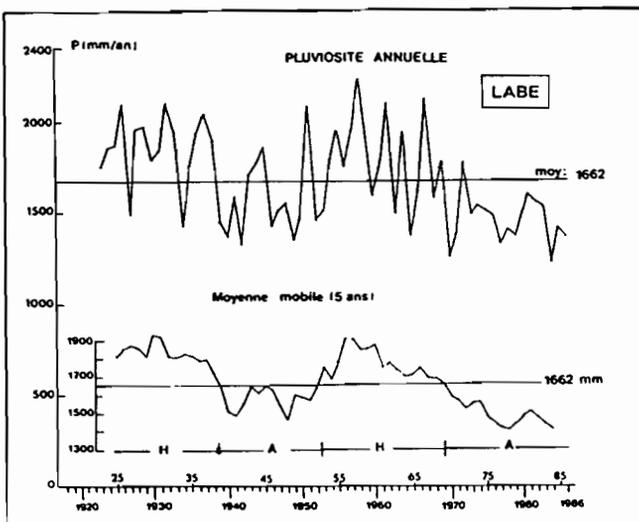


Fig.14. Relation entre les précipitations annuelles à Labé et à Kédougou (période de référence : 1923/1986).

c) Les séquences humides et sèches



Cette grande hétérogénéité dans la répartition spatiale des pluies se confirme en comparant les précipitations annuelles des deux stations (fig.14). La dispersion importante des points représentatifs se traduit par un coefficient de corrélation de 0,32, qui permet d'affirmer qu'il n'existe pas de relation simple entre l'abondance des pluies aux deux stations.

Les figures 15 et 16 illustrent l'évolution de la pluviosité annuelle depuis le début des observations aux deux stations. Les différents modes d'expression de l'abondance des précipitations (valeurs absolues, moyennes mobiles sur 5 ans et écarts relatifs à la normale) permettent de distinguer quatre grandes séquences climatiques, analogues à celles définies par FAURE & GAC (1981) et GAC & FAURE (1987) dans le bassin du Sénégal :

- deux périodes humides : de 1920 à 1939 et de 1952 à 1968 ;

- deux périodes arides : de 1939 à 1952 et depuis 1970.

Fig.15. Evolution de la pluviosité à LABE et KEDOUGOU (moyenne annuelle et moyenne mobile de 5 ans).

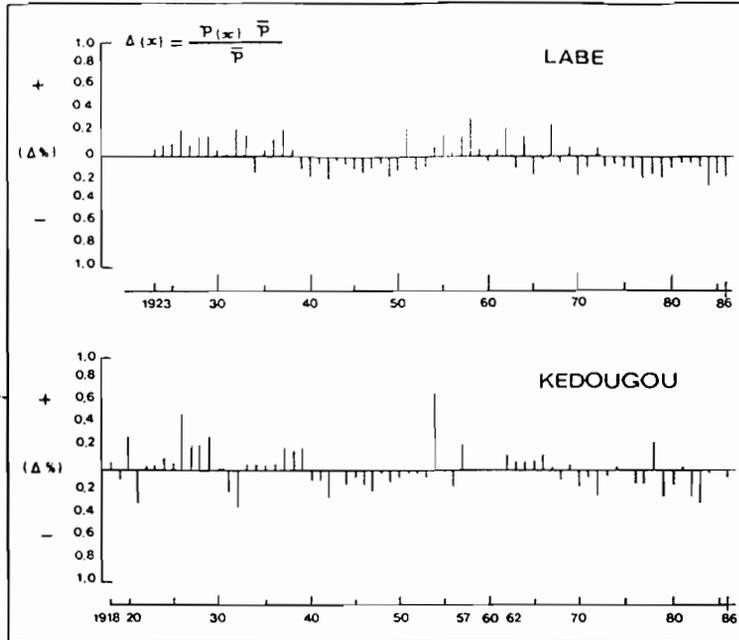


Fig.16. Evolution des écarts à la moyenne pluviométrique aux deux stations de LABÉ et KEDOUGOU.

Le caractère exceptionnel de la sécheresse actuelle apparaît nettement en comparant les mesures récentes à celles de la série complète des observations (tableau 8). A l'exception de l'année 1972 à Labé et des années 1974, 1978 et 1981 à Kédougou, le déficit pluviométrique est de règle depuis 1970.

Tableau 8 : Pluviosité (P en mm) et écarts à la moyenne (en %) aux deux stations de Labé et de Kédougou

Ans	LABÉ		KEDOUGOU		Ans	LABÉ		KEDOUGOU	
	P	%	P	%		P	%	P	%
1953	1472	-11,4	1196	- 6,1	1970	1345	-19,1	1088	-14,6
1954	1785	+ 7,4	2160	+69,5	1971	1476	-11,2	1179	- 7,5
1955	1932	+16,2	1257	- 1,3	1972	1770	+ 6,5	971	-23,8
1956	1764	+ 6,1	1060	-16,8	1973	1487	-10,5	1211	- 4,9
1957	1902	+14,4	1553	+21,9	1974	1537	- 7,5	1296	+ 1,7
1958	2159	+29,9	-	-	1975	1443	-13,2	1272	- 0,2
1959	1771	+ 6,6	-	-	1976	1488	-10,5	1122	-11,9
1960	1484	-10,7	-	-	1977	1332	-19,9	1109	-13,0
1961	1746	+ 5,1	-	-	1978	1405	-15,5	1595	+25,2
1962	2090	+25,8	1444	+13,3	1979	1361	-18,1	959	-24,7
1963	1491	-10,3	1375	+ 7,9	1980	1493	-10,2	1117	-12,3
1964	1911	+15,0	1362	+ 6,9	1981	1592	- 4,2	1295	+ 1,6
1965	1533	- 7,8	1372	+ 7,7	1982	1550	- 6,7	957	-24,8
1966	1606	- 3,4	1454	+14,1	1983	1513	- 9,0	883	-30,7
1967	2118	+27,4	1125	-11,7	1984	1228	-26,1	1225	- 3,8
1968	1579	- 5,0	1147	-10,0	1985	1433	-13,8	1272	- 0,2
1969	1792	+ 7,8	1336	+ 4,9	1986	1342	-19,3	1178	- 7,5

2. LES REGIMES PLUVIOMETRIQUES SAISONNIERS ET LEUR VARIABILITE

Les deux domaines climatiques guinéen et soudanien ont des régimes pluviométriques saisonniers similaires, caractérisés par l'alternance d'une saison pluvieuse et d'une saison sèche.

a) Les régimes saisonniers

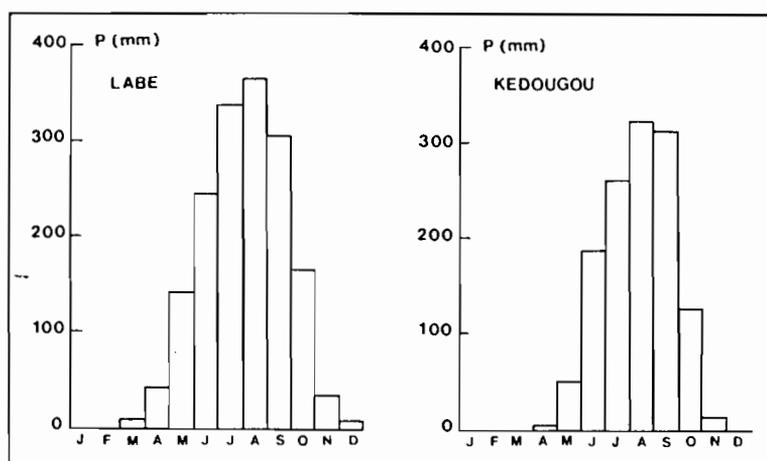


Fig.17. Distribution mensuelle moyenne des précipitations.

En domaine guinéen, la saison des pluies est très étendue puisqu'elle s'étale pratiquement tous les ans, de mars à décembre. Par contre, en domaine soudanien, on ne dénombre que 5 à 6 mois de pluie : les précipitations d'une importance notable débutent en mai-juin et s'achèvent en octobre (tableau 9 et figure 17).

L'ensemble du haut bassin de la Gambie est essentiellement arrosé au mois d'août. De juin à octobre, il reçoit de 75 à 85 % des précipitations annuelles.

Tableau 9 : Distributions moyennes mensuelles des précipitations (en mm et en % de la pluviosité annuelle)

Mois	Labé			Kédougou		
	P	%		P	%	
Janvier	2	0,1		0	0	
Février	3	0,2		0	0	
Mars	10	0,6		0	0	
Avril	43	2,6		4	0,3	
Mai	142	8,5		49	3,9	
Juin	244	14,7	↑	187	14,7	
Juillet	337	20,3		259	20,4	
Août	364	21,9	75,3 %	322	25,2	84,8 %
Septembre	306	18,4	↓	313	24,5	
Octobre	167	10,0		126	9,9	
Novembre	35	2,1		13	1,0	
Décembre	9	0,6		1	0,1	

b) La variabilité saisonnière

L'irrégularité interannuelle des régimes saisonniers est très apparente sur la figure 18, qui illustre l'évolution des précipitations mensuelles au cours des années les plus excédentaires (1958 à Labé et 1954 à Kédougou) et les plus déficitaires (1984 pour Labé et 1983 pour Kédougou). On remarque qu'en année sèche, les précipitations les plus importantes se situent en juillet, alors qu'en année humide, le maximum est plus tardif et se produit en août-septembre. Enfin, il n'y a pas

de relation satisfaisante entre le bilan d'une année et la distribution des pluies au fil des saisons.

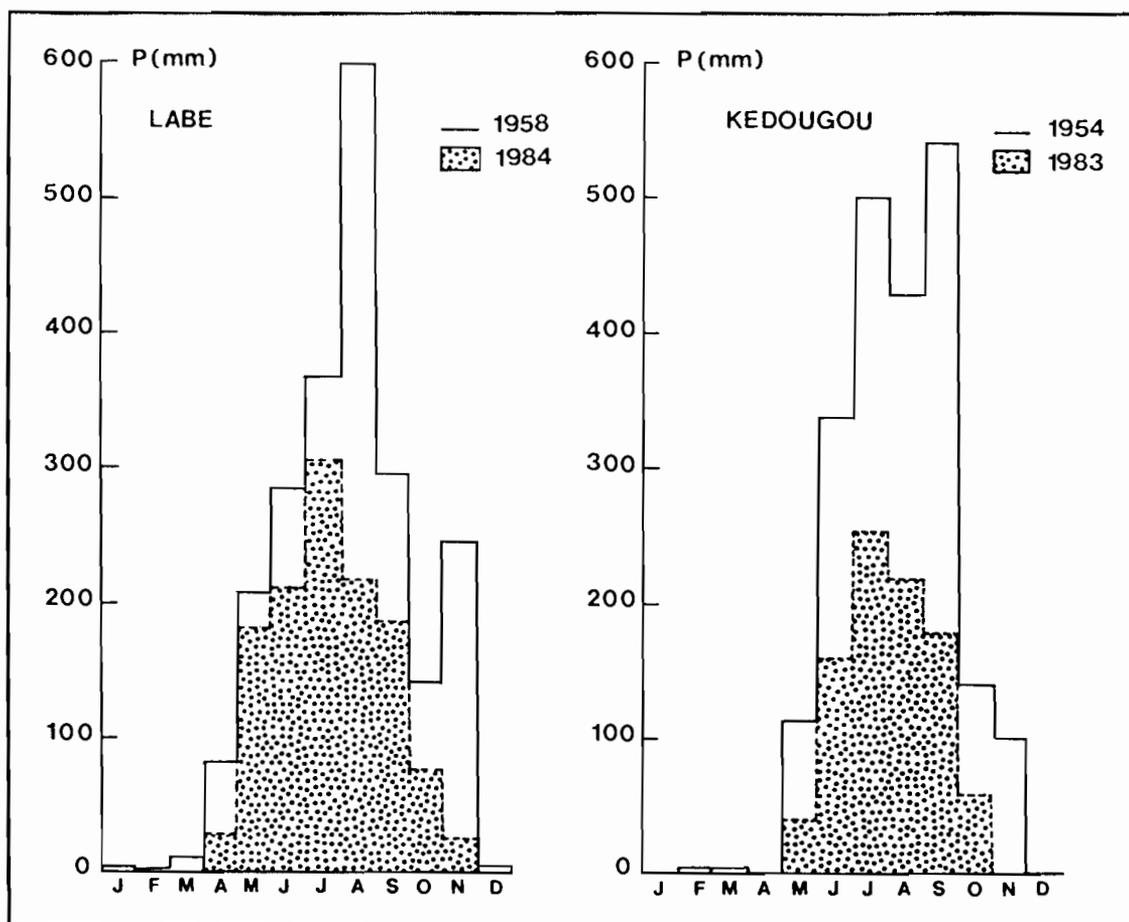


Fig.18. Pluviosités mensuelles au cours d'années excédentaires (-) et déficitaires (---).

IV - PREMIERES CONCLUSIONS

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 corrolaire, à une évacuation rapide des lames d'eau précipitées. Les seuls facteurs défavorables à l'écoulement sont la végétation et les processus d'évapotranspiration.

DEUXIEME PARTIE

**LES MODALITES DE L'ECOULEMENT DES EAUX
SUR LE BASSIN DE LA HAUTE GAMBIE
ET
LE BILAN HYDROLOGIQUE A KEDOUGOU**

I - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

A - UN RESEAU HYDROGRAPHIQUE DENSE

Le réseau hydrographique de la haute Gambie est bien hiérarchisé, et, son chevelu est dense dans la partie montagneuse bien arrosée (fig.19).



Fig.19. Réseau hydrographique de la haute Gambie

Le fleuve Gambie prend naissance sous le nom de Dima à proximité de Labé, sur le versant nord de la partie orientale du Fouta Djalon. De la source jusqu'à l'exutoire de Kédougou, il décrit un parcours sinueux d'environ 250 km, passant de 1125 m à 120 m d'altitude.

Il s'oriente d'abord vers le Nord-Est, recevant au km 69 les modestes apports de la Silamé puis, en rive droite au km 111, ceux plus importants de l'Oundou et de la Koéla. De nombreuses chutes jalonnent le cheminement du cours supérieur à travers un paysage essentiellement cuirassé installé sur un substratum gréseux.

A la confluence avec l'Oundou, la Gambie ne se situe plus qu'à 250 m d'altitude. Elle entreprend alors un long périple en direction du Nord-Ouest, marqué par de nombreux méandres, jusqu'à l'exutoire de Kédougou. Au cours de cet itinéraire, elle se grossit en rive gauche, peu avant Kounicy (km 162), des eaux de la Liti et, au km 213, des eaux de la Kannta issue des hauteurs du massif de Mali. Elle franchit la frontière sénégaloguinéenne à 30 km en amont de Kédougou.

La partie supérieure et méridionale du bassin (en amont de la confluence avec la Liti) est la plus arrosée et fournit un écoulement quasi-permanent. La bordure orientale et les régions septentrionales ne sont fonctionnelles qu'en saison pluvieuse.

B - LE PROFIL EN LONG

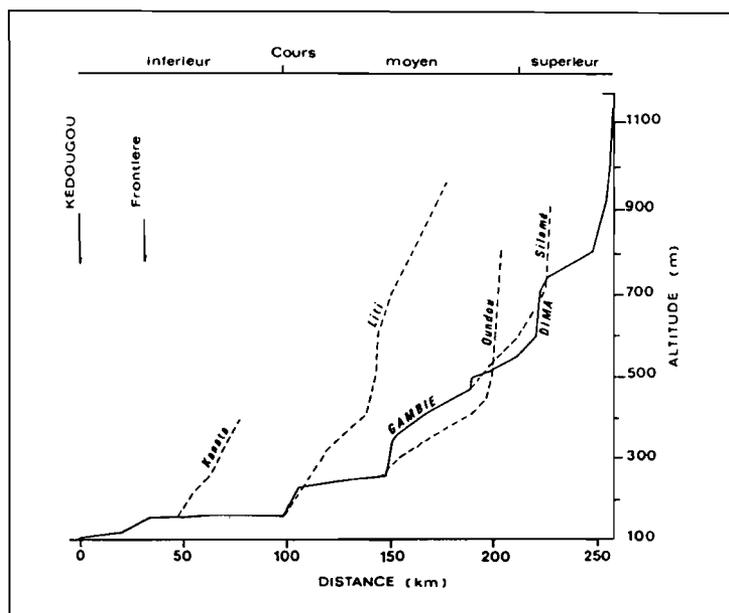


Fig.20. Profil en long du cours supérieur.

La Gambie présente un profil en long très irrégulier et accidenté (fig.20). En de nombreux endroits, le cours d'eau franchit et dévale en chutes d'importants seuils rocheux. En aval de Nianou, peu avant la confluence avec la Silamé, il descend brusquement de 40 mètres (de 520 à 480 m). En amont de la confluence avec l'Oundou, deux séries successives d'escarpements lui font perdre une altitude de 50 mètres (de 350 à 300 m). L'Oundou lui-même, à 8 kilomètres en amont

de sa jonction avec la Gambie, présente une chute de 16 mètres (de 320 à 304 m). De son côté, la Liti dévale en moins de 20 km des rapides qui la mènent de la cote 750 m à moins de 400 m.

Les caractéristiques topographiques du profil en long amènent, de façon classique, à subdiviser le cours de la haute Gambie en trois parties bien distinctes :

- *le cours supérieur*, d'une longueur de 69 km, se limite à la Dima, en amont de la confluence avec la Silamé. La pente est forte (12 m/km) et le régime de type torrentiel ;

- *le cours moyen*, long de 91 km, se déroule jusqu'à

la confluence avec la Liti. La pente moyenne est de 3,6 m/km ;

- *le cours inférieur*, qui s'achève à la station de Kédougou, est long de 98 km. La pente moyenne dans ce bief est faible (de l'ordre de 0,5 m/km).

Sur l'ensemble de son parcours, la pente moyenne de la haute Gambie est de 4 m/km. DESCROIX (1986) a évalué les dénivelées sur les principaux affluents de la Gambie et estimé les pentes moyennes de la Liti à 13,5 m/km, de la Silamé à 11,5 m/km et de l'Oundou à 9,6 m/km.

II - LES OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES

A - UN RESEAU EMBRYONNAIRE

Les réseaux hydrométriques implantés sur les bassins versants sont d'une importance capitale pour définir les modalités des écoulements, pour établir les bilans hydrologiques et déterminer les flux de matières dissoutes et particulières qui permettent à leur tour de quantifier les processus d'érosion mécanique et d'altération chimique.

L'équipement hydrométrique sur le haut bassin de la Gambie (fig.21) est très embryonnaire puisqu'il se résume à 5 stations dont 4, situées en Guinée, sont d'implantation récente (tableau 10). Seule la station de Kédougou paraît fiable avec l'établissement de bonnes courbes d'éta-lonnage à partir de près de 200 jaugeages (fig.22).

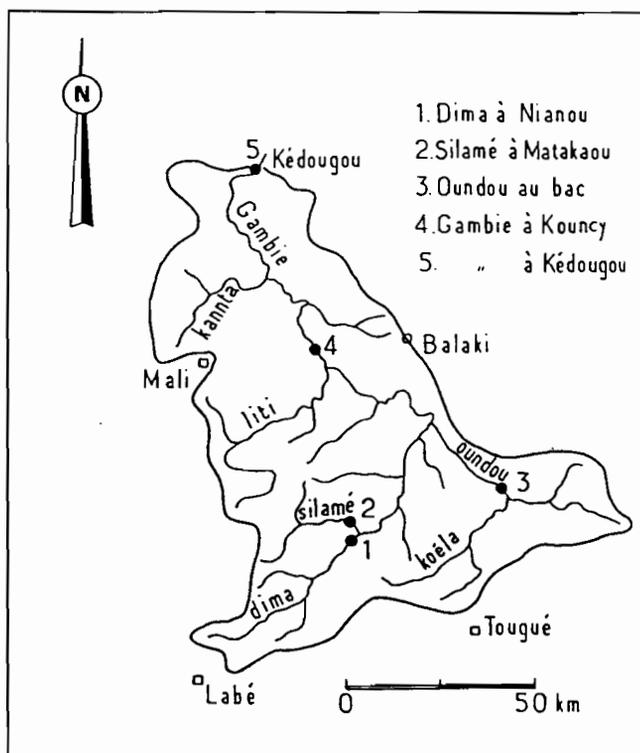
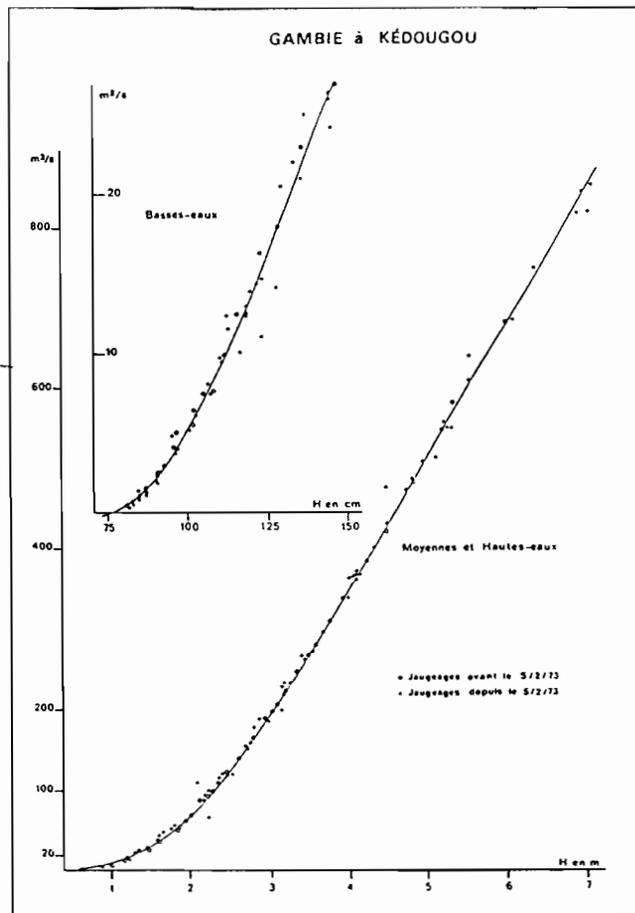


Fig.21. Stations hydrométriques en Guinée.

L'adhésion de la Guinée à l'O.M.V.G. (Organisation de Mise en Valeur de la Gambie), regroupant les pays riverains (Mali, Sénégal et Guinée), a relancé l'intérêt pour le contrôle des écoulements sur le haut bassin. A l'heure actuelle, les données acquises sont trop limitées aux périodes de basses eaux pour que l'on puisse envisager le tarage des stations. Elles seront présentées de manière plus exhaustive dans l'ouvrage consacré à la *Monographie de la Gambie*. Pour l'instant, il serait souhaitable d'élargir les investigations



au niveau de la Koéla et de la Liti et, surtout, de prévoir l'équipement des stations en système de télétransmission qui permettrait d'obtenir à tout moment des informations sur la position des plans d'eau.

Les débits maxima observés sont les suivants:

- la Dima : 56,3 m³/s le 1/09/80 ;
- la Silamé : 38,3 m³/s le 14/09/82 ;
- l'Oundou : 15,8 m³/s le 8/11/83 ;
- la Gambie à Kédougou : 733 m³/s le 18/9/78.

Fig.22. Courbes d'étalonnage de la Gambie à Kédougou.

Tableau 10 : Caractéristiques des stations hydrométriques

Station	Exutoire	lat.N	long.W	Superficie	Créée en
1. Dima	Nianou	11°40	11°57	775 km ²	1975
<i>observations : Réfection de l'échelle en 1980, limnigraphe en 1982, réalisation de 32 jaugeages.</i>					
2. Silamé	Matakaou	11°42	11°57	380 km ²	1975
<i>observations : Limnigraphe en 1982 (fonctionnement épisodique), réalisation de 47 jaugeages.</i>					
3. Oundou	Borokomé	11°46	11°34	1415 km ²	1975
<i>observations : Limnigraphe défectueux, réalisation de 16 jaugeages.</i>					
4. Gambie	Kouncy	12°06	12°00	5015 km ²	1976
<i>observations : Limnigraphe et centrale Chloé depuis 1986, réalisation de 30 jaugeages.</i>					
5. Gambie	Kédougou	12°33	12°11	7525 km ²	1970
<i>observations : Limnigraphe et 184 jaugeages entre 1970 et 1982, altitude IGN du zéro de la station à 102,26 m.</i>					

B - ANALYSE DES DONNEES ET EVALUATION DES MODULES SPECIFIQUES

Dans l'attente des résultats de travaux plus récents (à paraître dans la *Monographie de la Gambie*), on a reproduit dans le tableau 11, les valeurs des modules calculés en différents points du bassin par POLYTECHNA (1981) à partir des débits spécifiques mesurés à Kédougou (de 1970 à 1977) et de corrélations hydropluviométriques. La démarche est cependant hasardeuse ; on note que les modules à Kouny et à Kédougou sont identiques, bien que le bassin versant se soit agrandi de plus de 2600 km² (OLIVRY, 1983).

Tableau 11 : Evaluation des modules spécifiques en différents sites du bassin de la haute Gambie

Fleuve	Exutoire	Superficie du bassin (km ²)	Débit spécifique (l/s/km ²)	Module annuel (m ³ /s)
Liti	confluent Gambie	1080	16,0	17,3
Oundou	confluent Gambie	1650	17,3	28,5
Dima	confluent Oundou	1905	18,4	35,1
Gambie	en aval Oundou	3550	17,9	63,6
Gambie	en amont Liti	3870	16,8	65,0
Gambie	Kouny	4950	16,6	82,3
Gambie	frontière Sénégal	7330	11,4	83,6
Gambie	Kédougou	7525	10,9	82,4

A titre indicatif, les contributions respectives des différents collecteurs seraient les suivantes :

- confluence Gambie-Oundou : Gambie (55%), Oundou (45%),
- confluence Gambie-Liti : Gambie (79%), Liti (21%).

III - LES MODALITES DE L'ECOULEMENT A KEDOUGOU

A - L'ABONDANCE ANNUELLE ET SA VARIABILITE

1. L'ANNEE HYDROLOGIQUE DE REFERENCE

On admet communément qu'un cycle hydrologique se déroule entre deux périodes de basses eaux. Sa durée est cependant variable puisqu'elle est liée au régime annuel des précipitations. Lorsque la saison des pluies commence

tardivement et que les pluies sont peu abondantes, le cycle hydrologique peut, par suite d'un tarissement précoce, s'achever en 11, voire en 10 mois. Inversement, l'arrivée précoce des pluies et une importante réalimentation des réserves souterraines peuvent se traduire par un cycle hydrologique plus long qu'une année civile.

Dans notre étude, et pour plus de commodité, l'extension du cycle hydrologique a été fixée à la période allant du 1^{er} mai au 30 avril de l'année suivante. Les annexes II, III, IV et V rassemblent toutes les données collectées sur les hauteurs d'eau et les débits aux stations clés de Gouloumbou et Kédougou.

2. L'ABONDANCE MOYENNE ANNUELLE

Les résultats présentés dans le tableau 12 proviennent des observations limnimétriques effectuées entre 1970 et 1986, et de deux tentatives de reconstitution des débits de la période 1903-1969 : d'une part, à partir des mesures réalisées sur le parcours aval de la Gambie ou des réseaux hydrographiques voisins, et, d'autre part, par un essai de corrélation entre la pluviosité moyenne sur le bassin et les écoulements observés à l'exutoire.

Tableau 12 : Débits moyens annuels de la Gambie à Kédougou (en m³/s)

Cycles	Q	Cycles	Q	Cycles	Q	Cycles	Q
1903/04	101 ⁽⁴⁾	24/25	166 ⁽³⁾	45/46	133 ⁽³⁾	66/67	155 ⁽²⁾
1904/05	113 "	25/26	140 "	46/47	86 "	67/68	140 "
1905/06	129 "	26/27	175 "	47/48	82 "	68/69	86 "
1906/07	171 "	27/28	141 "	48/49	93 "	69/70	126 "
1907/08	88 "	28/29	165 "	49/50	67 "	70/71	114 "
1908/09	117 "	29/30	172 "	50/51	118 "	71/72	68 ⁽¹⁾
1909/10	133 "	30/31	131 "	51/52	149 "	72/73	69 "
1910/11	106 "	31/32	110 "	52/53	96 "	73/74	77 "
1911/12	90 "	32/33	115 "	53/54	128 ⁽²⁾	74/75	110 "
1912/13	93 "	33/34	143 "	54/55	149 "	75/76	88 "
1913/14	60 "	34/35	101 "	55/56	193 "	76/77	82 "
1914/15	80 "	35/36	150 "	56/57	147 "	77/78	54 "
1915/16	97 "	36/37	168 "	57/58	139 "	78/79	98 "
1916/17	108 "	37/38	138 "	58/59	153 "	79/80	50 "
1917/18	103 "	38/39	145 "	59/60	130 "	80/81	86 "
1918/19	161 "	39/40	107 "	60/61	95 "	81/82	70 "
1919/20	89 "	40/41	68 "	61/62	144 "	82/83	64 "
1920/21	125 "	41/42	82 "	62/63	135 "	83/84	39 "
1921/22	78 "	42/43	50 "	63/64	115 "	84/85	34 "
1922/23	169 "	43/44	118 "	64/65	162 "	85/86	89 "
1923/24	124 ⁽³⁾	44/45	87 "	65/66	135 "	86/87	50 "

⁽¹⁾ valeurs observées de 1971 à 1987 ; ⁽²⁾ valeurs fiables de 1953 à 1970 (LERIQUE, 1975) ; ⁽³⁾ valeurs résultant d'une double extrapolation ; ⁽⁴⁾ valeurs très douteuses

Pour la période 1953-1969, la reconstitution des débits à Kédougou a été menée à partir des stations de Gouloumbou sur la

Gambie, de Kidira et de Fadougou sur la Falémé. Le calcul a été effectué à l'échelle mensuelle à partir de diverses équations de régression qui prennent en compte l'une ou l'autre des stations de référence précitées (DA COSTA, 1985).

L'extension à la période 1903-1952 est plus aléatoire. En effet, cette évaluation des écoulements pendant la première moitié du XX^{ème} siècle résulte de deux extrapolations qui s'appuie :

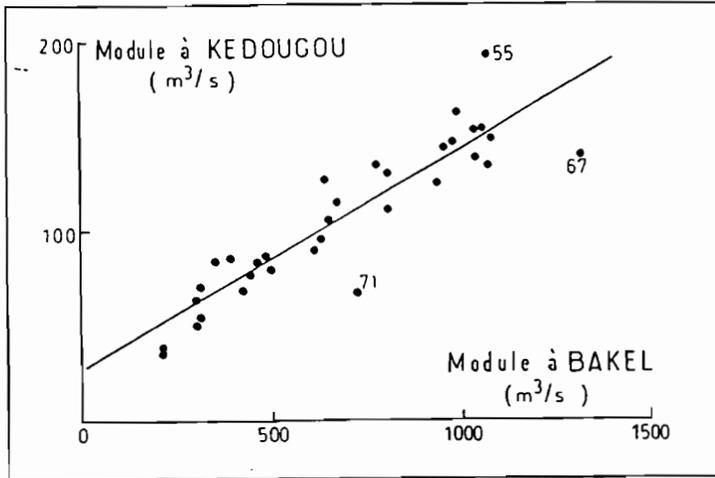


Fig.23. Relation entre les modules de la Gambie à Kédougou et du Sénégal à Bakel.

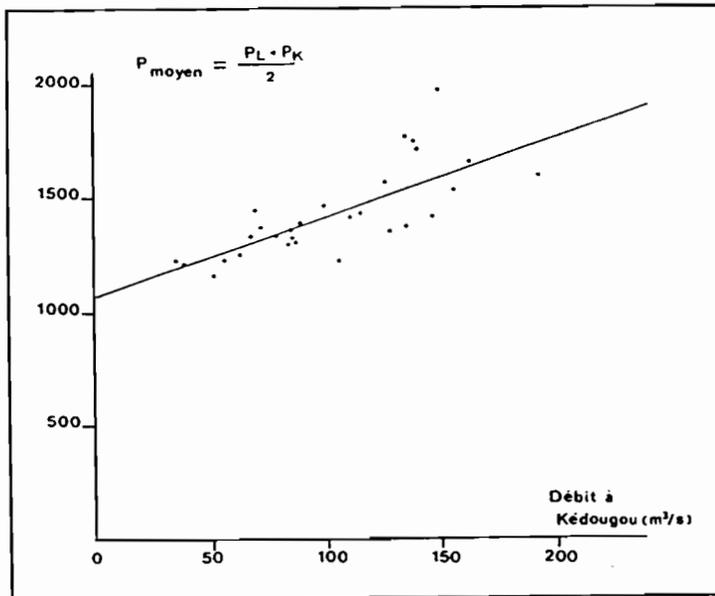


Fig.24. Relation pluviosité moyenne/module de la Gambie.

- d'une part, sur la relation entre les modules du Sénégal à Bakel et ceux de la Gambie à Kédougou pour la période 1953-1986 (fig.23) ;

- et d'autre part, sur la recherche d'un éventuel degré d'interdépendance entre la pluviosité moyenne sur le bassin (en accordant une couverture spatiale analogue aux deux stations de Labé et de Kédougou) et les écoulements à l'exutoire du bassin pour la même période, de 1953 à 1986 (fig.24).

La crédibilité et la fiabilité de ce type d'extrapolation sont naturellement contestables ; sa seule ambition n'est que de fixer les ordres de grandeur avant l'étude plus fine et plus exhaustive, qui sera publiée dans la *Mono-graphie de la Gambie*.

Les équations de régression obtenues sont les suivantes :

$$(1) Q_K = 0,116 \cdot Q_B + 28$$

avec $r = 0,90$

$$(2) Q_K = 0,283 \cdot P_m - 301$$

avec $r = 0,70$

où Q_K représente le débit moyen annuel à Kédougou en m^3/s , et Q_B celui à Bakel ; P_m est la pluviosité moyenne annuelle de Labé et de Kédougou en mm ; r est le coefficient de corrélation.

Les résultats obtenus par les deux méthodes sont convergents, à l'exception de quelques années très pluvieuses. Rappelons, cependant, leur valeur indicative du fait de la double extrapolation (valeurs indicées ⁽³⁾ et ⁽⁴⁾ dans le tableau 12).

Les modules moyens interannuels, au cours des différentes périodes du XX^{ème} siècle, peuvent donc être évalués à :

- de 1903 à 1922 : 111 m³/s (valeur très douteuse),
- de 1923 à 1953 : 117 m³/s (valeur très douteuse),
- de 1953 à 1969 : 137 m³/s (valeur douteuse),
- de 1970 à 1986 : 73 m³/s (valeur mesurée),
- de 1953 à 1986 : 105 m³/s (valeur fiable).

En conclusion, depuis le début du siècle, les écoulements moyens annuels de la Gambie auraient été de l'ordre de 100 à 105 m³/s, ce qui représente un volume d'eau d'environ 3,20 milliards de m³, soit approximativement le 1/7 de celui enregistré à Bakel sur le fleuve Sénégal. Au cours de la période récente (1970-1986), le module de 73 m³/s traduit un déficit moyen de près de 30 %.

3. L'IRREGULARITE INTERANNUELLE

La variabilité des écoulements traduit de manière fidèle l'abondance ou la carence des précipitations sur l'ensemble du bassin versant.

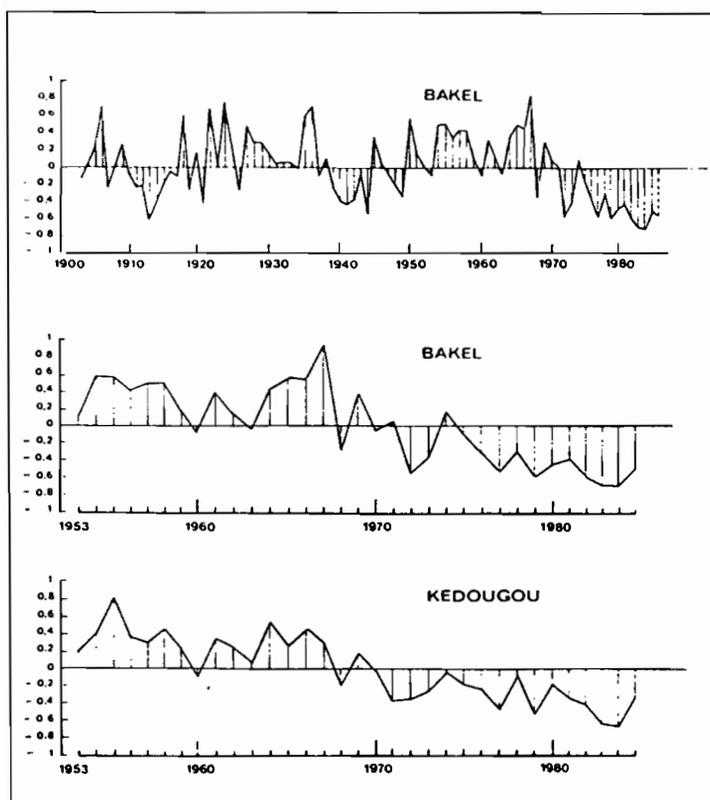


Fig.25. Variabilités interannuelles des modules de la Gambie à Kédougou et du Sénégal à Bakel.

La figure 25 permet de visualiser, pour la période 1953-1986, les concordances d'évolution dans les deux bassins voisins du Sénégal et de la Gambie, tous deux intéressés par les mêmes masses nuageuses. On distingue nettement les deux périodes climatiques suivantes :

- un épisode humide de 1953 à 1968,

- un épisode sec de 1968 à nos jours.

Les valeurs extrêmes correspondent aux cycles 1955/1956 (module de 193 m³/s) et 1984/1985 (34,0 m³/s). L'analogie avec le fleuve Sénégal se retrouve : le cycle 1955/1956 figure dans

la série des cycles les plus excédentaires, et, les écoulements les plus faibles ont également été enregistrés en 1984/1985. Ces coïncidences ne sont pas fortuites, les deux bassins disposant, comme nous l'avons déjà précisé plus haut, des mêmes sources d'alimentation en eau dans leur secteur amont.

B - UN REGIME DE TYPE TROPICAL DE TRANSITION

Le régime du fleuve peut être caractérisé à partir des *coefficients mensuels de débit* (CMD), qui correspondent aux rapports entre les écoulements mensuels et le module de l'année, et des *coefficients de variation mensuels* (CVM), qui soulignent les plus ou moins importantes fluctuations autour du débit moyen mensuel interannuel.

$$\text{CMD} = Q(i) / Q \quad \text{et} \quad \text{CVM} = Q_{\text{max}}(i) / Q_{\text{min}}(i)$$

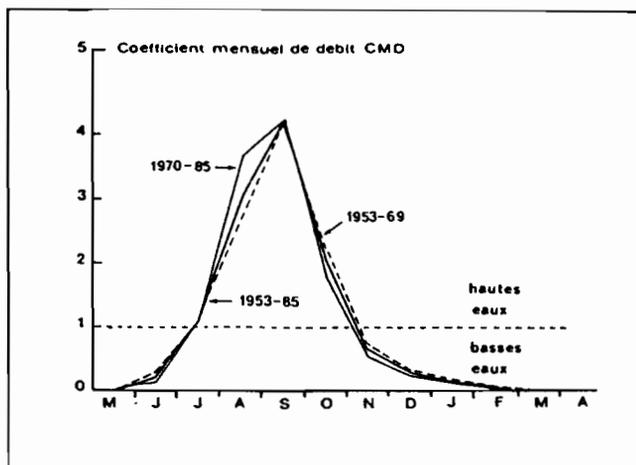
avec Q , le débit moyen annuel,
 $Q(i)$, le débit moyen mensuel du mois i ,
 $Q_{\text{max}}(i)$, le débit moyen mensuel maximum du mois i ,
 $Q_{\text{min}}(i)$, le débit moyen mensuel minimum du mois i .

1. LA REPARTITION MENSUELLE DES ECOULEMENTS

D'une manière générale, on considère qu'un fleuve enregistre ses hautes eaux quand le coefficient mensuel de débit (CMD) est supérieur à 1.

Tableau 13 : Les coefficients mensuels de débits (CMD)

Périodes	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F-M-A
1953/86	< 0,1	0,2	<u>1,1</u>	<u>3,0</u>	<u>4,3</u>	<u>2,1</u>	0,7	0,3	0,2	< 0,1
1953/69	< 0,1	0,3	<u>1,1</u>	<u>2,7</u>	<u>4,2</u>	<u>2,2</u>	0,7	0,4	0,2	< 0,1
1970/86	< 0,1	0,1	<u>1,1</u>	<u>3,7</u>	<u>4,4</u>	<u>1,8</u>	0,6	0,2	0,1	< 0,1
1986/87	< 0,1	0,2	<u>1,0</u>	<u>2,4</u>	<u>4,5</u>	<u>2,6</u>	0,7	0,3	0,2	< 0,1



Pour les quatre périodes de référence choisies, le tableau 13 indique que les hautes eaux se limitent à 4 mois (de juillet à octobre), le maximum se situant toujours en septembre (fig.26). On note également que, de février à mai, le CMD est inférieur à 0,1, ce qui traduit la sévérité des étiages de la Gambie.

Fig.26. Evolution des CMD à Kédougou.

A l'échelle de la crue annuelle (tableau 14), on constate que la période des hautes eaux peut être décalée d'un mois, toujours d'août à novembre mais jamais dans le sens inverse. D'autre part, une seule fois, lors du cycle 1976/1977, elle s'est étendue de juillet à novembre. Enfin, le débit mensuel maximum se situe parfois en août et, exceptionnellement, en octobre. Ces diverses variantes n'ont pu être mises en rapport avec le module annuel d'écoulement.

Tableau 14 : Débits moyens mensuels de la Gambie à Kédougou de 1953 à 1987 (en m³/s)

Cycles	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	An
53/54	1,1	29	218	238	<u>585</u>	183	72	50	30	11	5,7	2,6	128
54/55	0,8	60	165	372	<u>687</u>	240	116	70	38	17	9,3	4,8	149
55/56	2,0	50	215	589	<u>808</u>	400	115	60	39	18	9,7	5,0	193
56/57	2,1	29	173	401	<u>661</u>	301	93	48	29	12	6,6	3,1	147
57/58	1,0	53	99	406	<u>512</u>	360	117	52	31	14	7,2	3,5	139
58/59	1,3	43	182	429	<u>631</u>	275	129	66	39	16	9,9	5,8	153
59/60	2,5	31	170	350	<u>638</u>	205	73	42	27	11	6,2	2,8	130
60/61	0,8	27	153	229	<u>361</u>	210	72	40	27	11	6,0	2,6	95
61/62	0,7	44	139	448	<u>785</u>	179	65	30	16	8	4,6	2,0	144
62/63	0,6	37	197	408	<u>539</u>	267	83	40	22	10	6,3	2,7	135
63/64	0,9	23	128	350	<u>409</u>	321	82	31	17	9	4,8	2,0	115
64/65	0,6	50	241	472	<u>710</u>	271	90	53	21	12	7,2	3,5	162
65/66	1,2	34	81	373	<u>557</u>	325	122	68	30	13	7,3	3,5	135
66/67	1,2	39	69	290	<u>445</u>	<u>750</u>	172	49	19	8	4,5	1,9	155
67/68	0,4	35	93	319	<u>553</u>	<u>450</u>	131	57	35	15	9,0	4,7	140
68/69	1,9	26	69	250	<u>429</u>	146	57	23	14	7	3,5	1,3	86
69/70	0,3	31	115	329	<u>469</u>	325	144	48	24	12	7,7	3,6	126
70/71	0,3	13	127	<u>587</u>	<u>436</u>	115	44	23	13	6	1,2	0,8	114
71/72	0,8	5	53	<u>287</u>	<u>316</u>	92	31	15	8	1	0,6	0,1	68
72/73	0,0	33	86	<u>279</u>	<u>244</u>	107	40	22	12	4	0,9	0,1	69
73/74	0,2	8	71	<u>368</u>	325	92	33	16	9	2	0,7	0,1	77
74/75	0,0	9	139	<u>440</u>	425	201	50	22	12	6	1,1	0,5	110
75/76	0,1	8	91	<u>181</u>	<u>537</u>	160	41	19	11	4	0,9	0,3	88
76/77	0,0	10	134	<u>272</u>	<u>221</u>	190	92	28	15	8	1,3	0,8	82
77/78	0,5	11	22	<u>113</u>	<u>344</u>	109	31	14	7	1	0,5	0,0	54
78/79	0,0	7	44	316	<u>415</u>	270	68	26	13	5	1,2	0,3	98
79/80	0,0	10	52	143	<u>166</u>	160	44	17	9	1	0,7	0,0	50
80/81	0,0	16	117	<u>435</u>	<u>329</u>	74	29	15	7	1	0,5	0,1	86
81/82	3,7	5	57	<u>305</u>	<u>321</u>	86	33	15	7	1	0,6	0,0	70
82/83	0,0	4	60	173	<u>325</u>	142	37	17	9	1	0,6	0,1	64
83/84	0,0	4	35	119	<u>189</u>	82	21	10	4	1	0,3	0,0	39
84/85	0,0	22	99	82	<u>78</u>	<u>100</u>	17	8	1	1	0,2	0,0	34
85/86	0,0	0	103	378	<u>407</u>	<u>117</u>	33	14	9	2	0,7	0,0	89
86/87	0,1	8	47	120	<u>229</u>	129	34	16	9	2	0,6	0,0	50
87/88	0,0	8	25	123	<u>293</u>	206							
53/86	0,7	24	113	319	<u>447</u>	218	71	33	18	7	3,8	1,8	105
53/69	1,1	38	147	368	<u>575</u>	306	102	49	27	12	6,8	3,3	137
70/86	0,3	10	79	270	<u>319</u>	130	40	17	9	3	0,7	0,2	73

2. L'IRREGULARITE INTERANNUELLE AU COURS DES SAISONS

L'irrégularité mensuelle interannuelle est importante et existe en toutes saisons. Elle est mise en évidence par les coefficients de variation mensuels (CVM) reportés dans le tableau 15 pour les trois périodes déjà étudiées ci-dessus.

Tableau 15 : Coefficients de variation mensuels

Pér.	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A
53/86	>50	>50	>10	7,2	>10	>10	>10	8,8	>10	>10	>10	>50
53/69	8,3	2,3	3,5	2,5	2,2	5,1	3,0	3,0	2,8	2,3	2,8	4,5
70/86	>50	>50	6,3	6,5	6,9	3,6	5,4	3,5	>10	8	>10	>50

Pendant la saison pluvieuse, de juillet à novembre, les écoulements moyens mensuels au cours de la période 1953-1986 ont varié dans un rapport de 7,2 (en août) à 11 (en juillet). En saison sèche, les valeurs des coefficients de variation montrent que les basses eaux sont plus irrégulières que les hautes eaux ; ils traduisent le caractère d'immodération typique du régime des écoulements dans les bassins des régions tropicales.

3. LA VARIABILITE JOURNALIERE ET LES ALLURES EXTREMES DES HYDROGRAMMES

Pour donner une idée plus précise de l'irrégularité qui marque les débits journaliers, nous présentons les deux cycles extrêmes de la période d'observation 1970-1985 : le cycle 74/75 est le plus humide avec un module de $111 \text{ m}^3/\text{s}$, et le plus sec avec un débit moyen de $34 \text{ m}^3/\text{s}$ est le cycle 84/85.

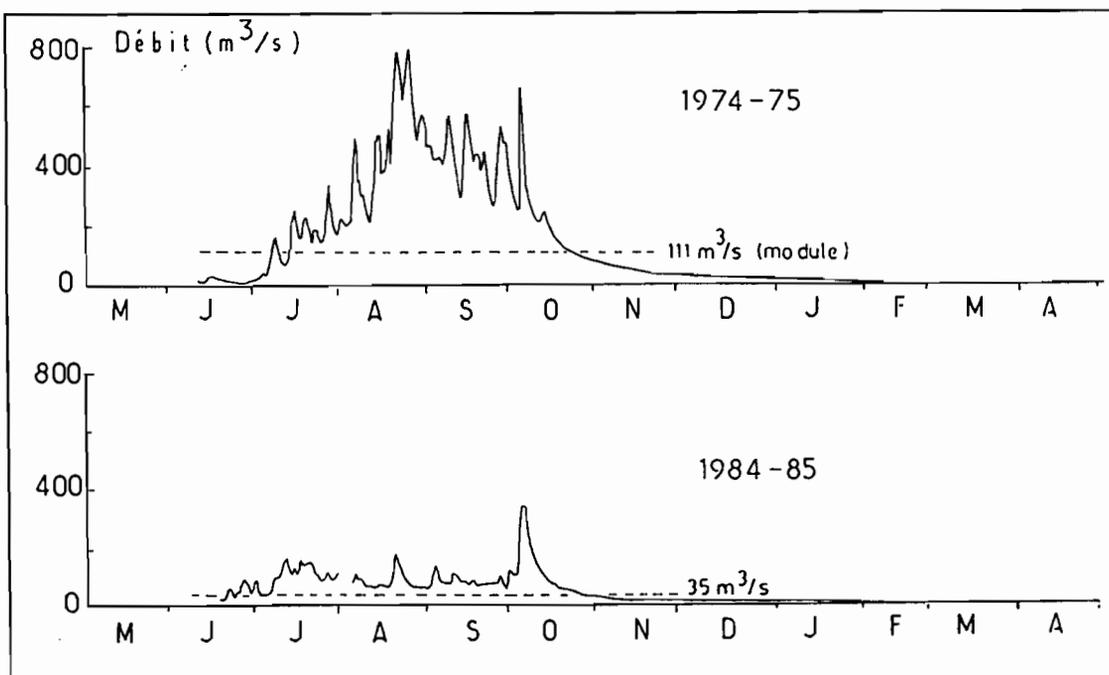


Fig.27. Deux aspects extrêmes de l'allure des hydrogrammes.

Les deux hydrogrammes (fig.27) présentent la même configuration avec de très fortes variations journalières. *Ces impulsions successives sont la résultante d'un régime de ruissellement qui procède par saccades au rythme des précipitations.* Lors des épisodes secs, l'hydrogramme prend une allure plus affaissée tout en conservant une amplitude relative de variations du même ordre de grandeur qu'en épisodes humides.

La variabilité journalière joue surtout un rôle important au moment de l'arrivée de l'onde de crue en contrôlant l'évacuation des matières particulaires. Nous verrons plus loin, dans le chapitre consacré aux phénomènes d'érosion des sols, la complexité des variations de la charge solide engendrées par les impulsions quotidiennes des écoulements.

IV - CONCLUSIONS

L'irrégularité des écoulements est de règle dans le bassin de la Gambie. Elle est perceptible à toutes les échelles de temps : annuelle, mensuelle et journalière. Elle est la résultante de l'irrégularité des précipitations et d'un réseau hydrographique dense et à forte pente, incapable de filtrer et de "linéariser" les entrées.

La répartition mensuelle des écoulements caractérise un régime tropical de transition (FRECAUT, 1982). La saison des hautes eaux dure de quatre à cinq mois avec un maximum qui se situe généralement en septembre. Les basses eaux s'étendent de novembre à juin avec des étiages absolus en mai. Quelle que soit l'importance de la crue, les débits deviennent inférieurs à 20 m³/s dès le début janvier et jusqu'à l'arrivée de l'onde de crue suivante.

Enfin, il faut souligner la faiblesse des écoulements de la période 1970-1986 dont le module interannuel de 73 m³/s traduit un déficit moyen de 30 %.



TROISIEME PARTIE

**GEOCHIMIE DES EAUX DRAINANT LE MASSIF
DU FOUTA DJALON**

INTRODUCTION

La composition chimique des eaux qui drainent un bassin versant et qui parviennent ensuite à son exutoire, est essentiellement acquise au cours de l'itinéraire des eaux météoriques à travers les profils de sols. Elle reflète les grandes voies géochimiques qui caractérisent le type d'altération, dont nous allons tenter d'esquisser un premier bilan par le biais, d'une part, de la dynamique de la silice et des cations en solution, et d'autre part, des calculs thermodynamiques qui précisent les équilibres entre minéraux et solutions.

Trois aspects sont abordés dans ce chapitre :

- tout d'abord, un inventaire aussi exhaustif que possible des eaux prélevées (eaux de pluies, de sources, de ruisseaux, de rivières et de fleuves),

- ensuite, les résultats des analyses chimiques sont interprétés pour tenter de discerner dans les variations de composition les grandes voies d'altération des silicates,

- enfin, ces données sont confrontées à celles de la thermodynamique pour définir la pédogénèse dominante dans les différents paysages rencontrés.

I - LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE PLUIE

Les déterminations proviennent des sites d'études de l'ORSTOM sur le comportement des grands bassins versants sahéliens. Les premiers résultats de cette reconnaissance chimique et isotopique sur les eaux de pluies du Sénégal ont été récemment présentés par TRAVI et *al.* (1986).

A Kédougou, des entonnoirs à col étroit, surmontant des flacons teintés, ont fait office de pluvio-récepteurs pendant l'hivernage de 1981. Les échantillons de chaque averse ont été temporairement entreposés dans de volumineux récipients où une fine couche de paraffine interdisait l'évaporation. Les collecteurs ont été rincés à l'eau distillée après chaque averse et les prélèvements filtrés avant stockage. A la fin de la saison des pluies, des fractions aliquotes des eaux ont été transmises pour analyse au *Centre de Sédimentologie et de Géochimie de la Surface de Strasbourg*. Le tableau 16 indique peu de différences dans les teneurs ioniques des mois de juillet et d'août.

La minéralisation globale est faible, de l'ordre de 15 mg/l. Dans cette station continentale, les bicarbonates et les chlorures sont les formes anioniques dominantes, et les cations prédominants sont les ions calcium et sodium. Les valeurs du pH (6,3 - 6,4) témoignent du caractère légèrement acide des pluies ; cependant, elles ne présentent pas de grandes significations dans la mesure où l'analyse n'a pas été effectuée

in-situ et que les eaux analysées correspondent à des cumuls mensuels.

Tableau 16 : Composition chimique des eaux de pluie collectées à Kédougou (TRAVI et al., 1986)

	Juillet			Août		
pH	6,4			6,2		
Cond.	23,6 $\mu\text{S/cm}$			20,5 $\mu\text{S/cm}$		
Eléments	meq/l	mmole/l	mg/l	meq/l	mmole/l	mg/l
Anions						
HCO ₃ ⁻	0,153	0,153	9,333	0,127	0,127	7,747
Cl ⁻	0,052	0,052	1,843	0,038	0,038	1,347
SO ₄ ²⁻	0,008	0,004	0,384	0,016	0,008	0,768
<i>Somme</i>	<i>0,213</i>	<i>0,209</i>	<i>11,560</i>	<i>0,181</i>	<i>0,173</i>	<i>9,862</i>
Cations						
Na ⁺	0,038	0,038	0,874	0,018	0,018	0,414
K ⁺	0,015	0,015	0,585	0,010	0,010	0,390
Ca ²⁺	0,146	0,073	2,920	0,134	0,067	2,680
Mg ²⁺	0,016	0,008	0,195	0,012	0,006	0,146
<i>Somme</i>	<i>0,215</i>	<i>0,134</i>	<i>4,574</i>	<i>0,174</i>	<i>0,101</i>	<i>3,630</i>
H ₄ SiO ₄	-	0,080	0,769	-	0,005	0,481
Minéralisation :		0,423	16,903	-	0,279	13,973

II - LES EAUX D'ALTERATION

A - LES CAMPAGNES DE PRELEVEMENTS

Elles ont été réalisées dans des conditions difficiles par les chercheurs et les techniciens de l'ORSTOM lors de leur mission en Guinée, essentiellement en saison sèche. En dépit des difficultés d'accès, le lot d'échantillons a été diversifié aux sources, aux ruisseaux, aux rivières et aux fleuves. Si, en grande partie, l'échantillonnage a été effectué dans le bassin de la Gambie, quelques prélèvements proviennent aussi du haut bassin de la Falémé, du haut bassin du Bafing, branche-mère principale du fleuve Sénégal, et des bassins côtiers dont les secteurs amont sont adossés aux flancs occidentaux du Fouta Djalon.

La série d'analyses disponibles à la suite de quatre campagnes de prélèvements se répartit de la façon suivante :

- avril 1986 : 9 échantillons (3 sur la haute Gambie, 1 sur la Gambie aval et 5 sur les fleuves côtiers) ;

- juin 1986 : 16 prélèvements (11 sur le réseau de la haute Gambie, 2 sur le bassin du haut Sénégal et 1 sur les bassins côtiers) ;

- novembre 1986 : 29 échantillons (22 sur la Gambie amont, 1 sur la zone aval, 3 sur la Falémé, 2 sur le Sénégal et 1 sur les fleuves côtiers) ;

- décembre 1986 : 38 échantillons (4 sur la Gambie amont, 1 sur son parcours aval, 13 sur les têtes de bassin des fleuves côtiers et 20 sur les régions amont du Sénégal).

Au total, nous disposons donc de 92 échantillons distribués entre la Gambie (43 dont 3 pour la partie aval), les fleuves côtiers issus du Fouta Djallon (25), les sources du Sénégal (21) et la haute Falémé (3). Etant donné l'intérêt et la nouveauté que représente la connaissance de la nature chimique des eaux qui drainent les hauteurs du Fouta Djallon, nous avons répertorié ci-dessous par secteur géographique toutes les eaux analysées ; en annexe VI, on trouvera les coordonnées géographiques de chaque site et le jour du prélèvement.

1. LES EAUX DU BASSIN DE LA GAMBIE

En excluant les différents échantillonnages réalisés à Kédougou pendant l'hivernage 1986, 3 prises d'eau concernent le secteur en aval de Kédougou et 40, le bassin de la haute Gambie en Guinée.

Les classements ont été effectués par sous-bassins, préférentiellement à un ordre chronologique (tableau VI.1 en annexe). La figure 28 permet de visualiser la localisation géographique des différents prélèvements.

a) Secteur aval

- 2 échantillons de l'Ousson, affluent de la Koulountou, à Sambailo (G₁ et G₂),

- 1 prélèvement de la Gambie à Samekouta, en aval de Kédougou (G₃).

b) Secteur amont

- L'Oundou et son affluent en rive gauche, la Koéla (de G₄ à G₁₃),

- la Dima et son affluent en rive gauche, la Salimé (de G₁₄ à G₂₈),

- les affluents de la Gambie tels que le Siguiton (G₂₉ et G₃₀), la Silamé (G₃₁ à G₃₃), la Salambandé et son affluent la Kinia (G₃₄ à G₃₆), le Sougué (G₃₇), le Garama (G₃₈) et le Niéguélé (G₄₂),

- la Gambie au pont de la route de Balaki (G₃₉) et à la station hydrométrique de Kounicy (G₄₀),

- et deux prélèvements réalisés au pied des monts Loura (G_{41}) et sur une tête de bassin de la *Liti* près de Toulel Sigon (G_{43}).

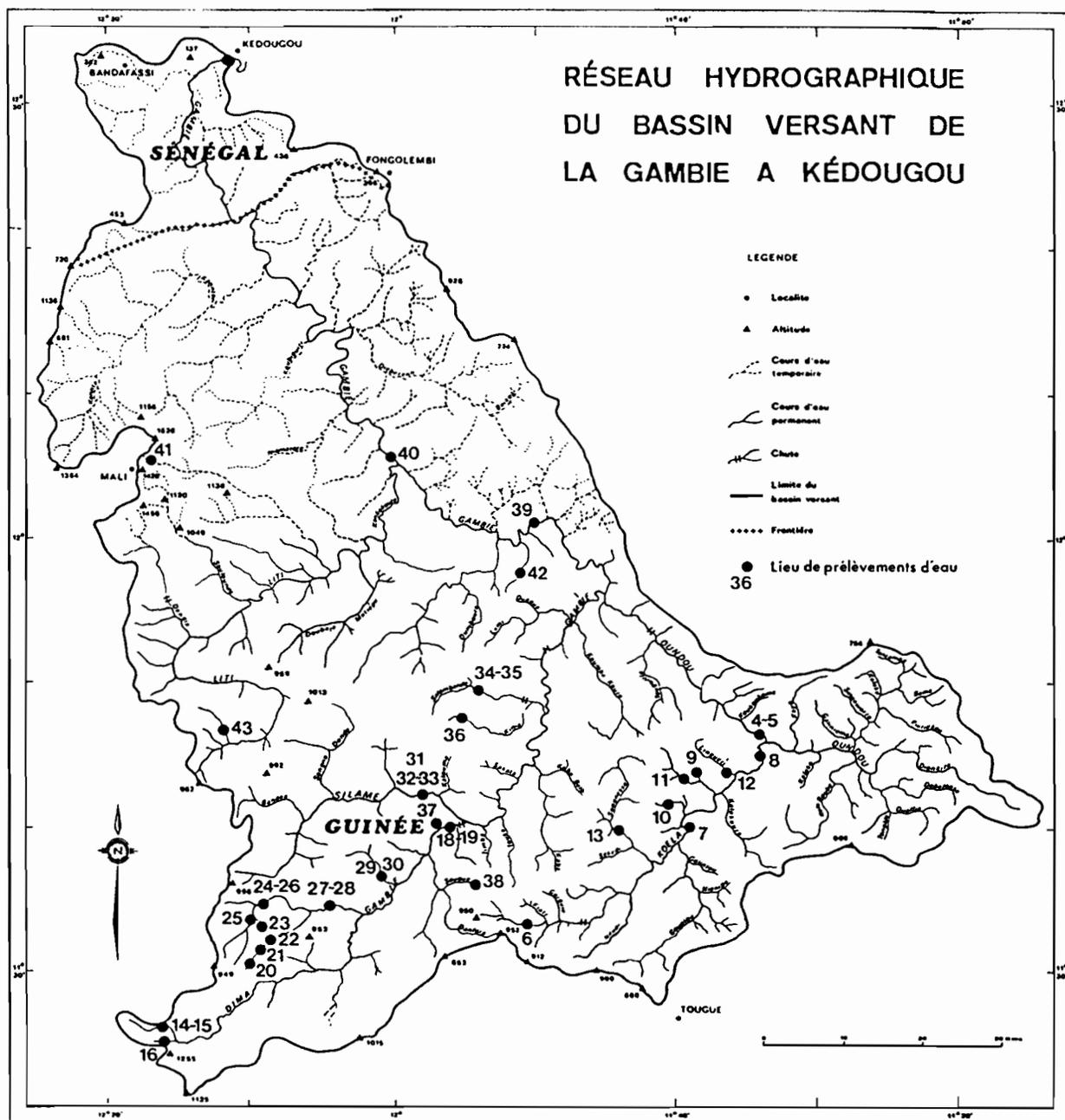


Fig.28. Position géographique des prélèvements d'eau en haute Gambie.

2. LES EAUX DES FLEUVES COTIERS GUINEENS

Les prélèvements sont issus des deux grands réseaux hydrographiques de la partie occidentale de la Guinée. Le premier, au Nord, est celui de la *Tominé*, réunion de la *Koliba* et de la *Koumba*, et qui achève son parcours en Guinée Bissau sous le nom de *Rio Corubal*. Le second, au Sud, est celui du *Konkouré* et de son affluent la *Kakrima*, dont le haut bassin s'étale à l'Ouest de Labé. Les schémas de la figure 29 permettent de visualiser approximativement la position des différents sites. Le tableau VI.2 en annexe donne les coordonnées précises des prélèvements.

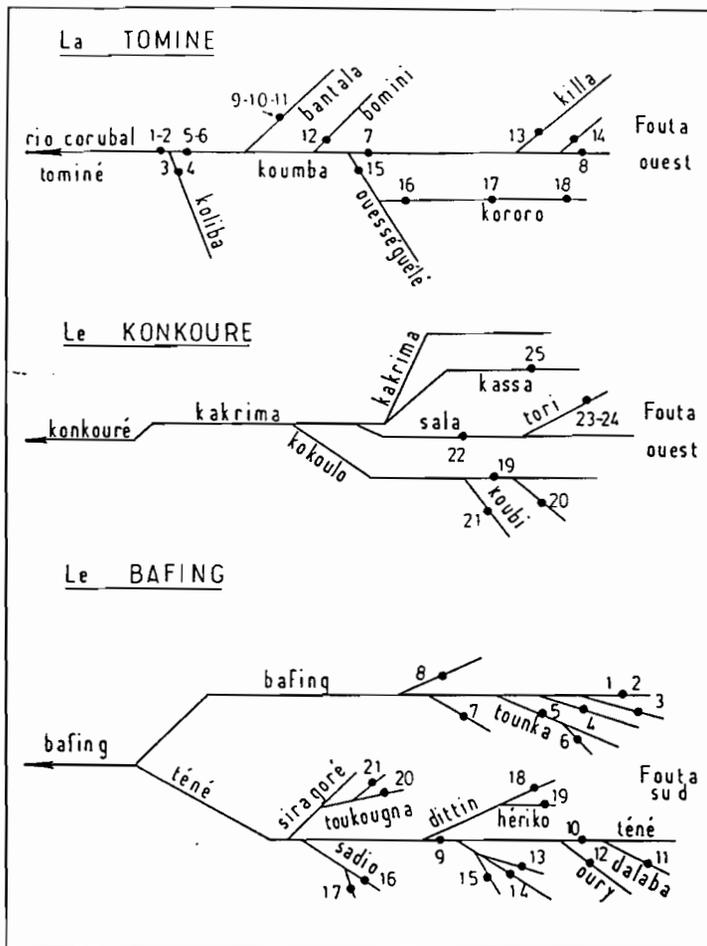


Fig.29. Schéma de localisation des prélèvements d'eau dans les bassins de la Tominé, du Konkouré et du Bafing.

a) Le bassin de la Tominé

Il comprend la Tominé (C_1 et C_2), son affluent la Koliba (C_3 et C_4) et, en rive droite, tout le réseau de la Koumba (de C_5 à C_{18}) :

- la Koumba elle-même (de C_5 à C_8),

- la Bantala (de C_9 à C_{11}), la Bomini (C_{12}), la Killa (C_{13}) et, en rive droite, un petit affluent (C_{14}),

- l'Ouéséguélé (C_{15}) et, en rive gauche, son affluent le Kororo (de C_{16} à C_{18}).

b) Le bassin de la Kakrime

- le Kokoulo, en rive gauche (C_{19}), son affluent à Bantignel (C_{20}) et la Koubi (C_{21}),

- plus en amont, la Sala (C_{22}) et son petit affluent la Tori (C_{23} et C_{24}) au Nord de Labé,

- enfin, de nouveau en rive gauche, les sources de la Kassa (C_{25}).

3. LES EAUX DE LA FALEME

Les trois échantillons correspondent au haut bassin de la *Koïla Kobé*, affluent en rive gauche de la *Falémé* :

- F_1 : les sources de la *Mangata Komé* à Bagata,
- F_2 : les sources de la *Daliada* à Bouria,
- F_3 : le petit ruisseau de la *Bitari* à Kankaméré.

Ces trois prélèvements se situent sur la bordure Nord occidentale du bassin (voir tableau VI.3 en annexe).

4. LES EAUX DU SENEGAL

Les eaux appartiennent au *haut Bafing* et à la *Téné*, son affluent en rive gauche, et, à tous leurs petits affluents

respectifs (fig.28 et tableau VI.3 en annexe) :

- le *Bafing* (S_1 , S_2 et S_3), le *Bereko* en rive gauche (S_4 , S_5), et la *Tounka* en rive droite (S_6 , S_7 et S_8),
- la *Téné* (S_9 , S_{10}) et cinq de ses affluents : en rive droite, la *Dalaba* (S_{11}), l'*Oury* (S_{12}), le *Hériko* (de S_{13} à S_{15}) et le *Sadio* (S_{16} , S_{17}) ; en rive gauche, la *Ditinn* (S_{18}) avec son affluent (S_{19}), la *Toukougna* (S_{20} et S_{21}), affluent du *Siragoré*.

B - LES GRANDS TRAITES DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX LIVREES PAR LE MASSIF DU FOUTA DJALON

1. L'EAU "MOYENNE" DU FOUTA

a) La minéralisation et la conductivité

La caractéristique essentielle des eaux qui drainent le massif du Fouta Djalon réside dans leur très faible minéralisation. Les valeurs moyennes qui figurent dans les tableaux 17a et 17b indiquent en effet que, à l'exception des trois échantillons issus de la haute Falémé, *la concentration des eaux est inférieure à 40 mg/l*. Le regroupement arbitraire de tous les prélèvements dont les analyses nous apparaissent fiables (77), donne pour les eaux du Fouta Djalon une minéralisation moyenne de 33 mg/l. *Il n'y a pas de variations significatives entre les versants Nord et Ouest du Fouta* (34 mg/l pour l'ensemble Falémé-Bafing-Gambie et 29 mg/l pour les fleuves côtiers Kakrima-Tominé).

Le classement des eaux en fonction de l'importance du bassin drainé fournit une sorte de "profil en long" chimique, et met en évidence la *faible variabilité de la minéralisation depuis les sources jusqu'aux fleuves* en passant par les ruisseaux et les rivières (de 31 à 34 mg/l). *Ce résultat n'est pas sans liaison avec la nature essentiellement gréseuse du substratum et l'importance des niveaux cuirassés "stériles"*.

Cette forte dilution des eaux se traduit, bien sûr, par de faibles valeurs de la conductivité. Exprimée en microSiemens/cm à 25°C, elle est du même ordre de grandeur que la charge totale en solution exprimée en mg/l.

Enfin, *la comparaison avec les quelques eaux météoriques prélevées à Kédougou montre que les solutions, collectées au niveau du réseau hydrographique, sont globalement deux fois plus concentrées que les eaux de pluie*. *Ce facteur de concentration est cependant variable pour les différents constituants cationiques et anioniques des solutions*.

b) L'acidité des solutions

Dans l'ensemble, les eaux du Fouta Djalon sont très proches de la neutralité avec un pH de 6,8. Elles ne sont légèrement basiques (pH = 7,3) qu'au niveau des têtes de bassin de la Falémé.

Tableau 17a : Composition chimique moyenne des eaux des bassins amont du Sénégal, des fleuves côtiers et de la Gambie

Bassin versant	n	ANIONS (méq/l)		CATIONS (méq/l)				(mg/l) SiO ₂	pH	EC(25°) (mS/cm)	TDS (mg/l)	Re	Rf
		Cl	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na						
HT-SENEGAL	22	0,019	0,328	0,152	0,125	0,018	0,056	12,7	6,9	0,034	40,0	1,4	2,5
Falémé	3	0,010	0,590	0,315	0,211	0,020	0,052	23,2	7,3	0,061	70,4	0,7	1,5
Bafing	7	0,022	0,228	0,083	0,085	0,019	0,069	7,7	6,7	0,023	27,4	2,6	3,7
Téré	12	0,026	0,166	0,058	0,078	0,017	0,046	7,2	6,7	0,019	22,1	2,1	3,2
QUEST FOUTA	20	0,021	0,249	0,091	0,098	0,018	0,056	7,9	6,8	0,026	28,6	2,2	3,5
Tomine	13	0,016	0,311	0,114	0,130	0,017	0,057	8,4	7,0	0,030	33,6	2,1	3,5
Kakrma	7	0,030	0,134	0,048	0,039	0,019	0,055	6,9	6,4	0,017	19,5	2,5	3,3
GAMBIE	37	0,016	0,286	0,136	0,096	0,015	0,043	13,4	6,9	0,031	37,0	0,9	1,6
QUEST GAMBIE	24	0,024	0,240	0,099	0,092	0,017	0,042	11,9	6,7	0,026	32,1	1,0	1,8
Dima	18	0,021	0,242	0,099	0,087	0,018	0,046	11,8	6,6	0,026	32,1	1,2	2,0
Autres	6	0,034	0,236	0,096	0,104	0,014	0,031	12,2	6,9	0,026	32,2	0,4	1,2
EST GAMBIE	13	0,008	0,333	0,174	0,104	0,013	0,045	15,0	7,1	0,035	41,9	0,8	1,5
Dundou	8	0,003	0,368	0,201	0,105	0,011	0,047	16,7	7,2	0,038	46,1	0,8	1,3
Autres	5	0,016	0,277	0,131	0,102	0,015	0,042	12,2	6,8	0,030	35,1	1,1	1,9

Tableau 17b : Composition chimique moyenne des eaux de sources, de ruisseaux, de rivières et de fleuves

Bassin versant	n	ANIONS (méq/l)		CATIONS (méq/l)				(mg/l) SiO ₂	pH	EC(25°) (mS/cm)	TDS (mg/l)	Re	Rf
		Cl	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na						
NORD FOUTA	57	0,019	0,270	0,122	0,098	0,016	0,047	11,9	6,8	0,029	34,4	1,2	2,1
Falémé	3	0,010	0,590	0,315	0,211	0,020	0,052	23,2	7,3	0,061	70,4	0,7	1,5
Bafing	19	0,024	0,189	0,067	0,081	0,017	0,054	7,4	6,7	0,021	24,0	2,3	3,4
Gambie	35	0,016	0,286	0,136	0,098	0,015	0,043	13,4	6,9	0,031	37,0	0,9	1,6
QUEST FOUTA	20	0,021	0,249	0,091	0,098	0,018	0,056	7,9	6,6	0,026	28,6	2,2	3,5
Tomine	13	0,016	0,311	0,114	0,130	0,017	0,057	8,4	7,0	0,030	33,6	2,1	3,5
Kakrma	7	0,030	0,134	0,048	0,039	0,019	0,055	6,9	6,4	0,017	19,5	2,5	3,3
EAUX DU FOUTA	77	0,019	0,259	0,110	0,098	0,018	0,049	10,9	6,8	0,028	32,6	1,5	2,5
Sources	23	0,024	0,256	0,109	0,090	0,020	0,054	12,4	6,6	0,028	34,2	1,4	2,2
Ruisseaux	31	0,017	0,250	0,110	0,094	0,017	0,048	10,3	6,8	0,027	31,3	1,5	2,5
Rivières	12	0,016	0,252	0,111	0,104	0,015	0,038	10,4	6,9	0,027	31,3	1,2	2,2
Fleuves	11	0,018	0,299	0,110	0,119	0,019	0,052	9,8	7,1	0,031	34,3	1,8	3,0

Le caractère acide est plus prononcé au niveau des pluies (6,4) que des sources (6,6), des ruisseaux (6,8), des rivières (6,9) et des fleuves (7,1). Autrement dit, plus le temps de parcours des eaux météoriques est long, ou encore, plus leur cheminement se fait sur de grandes distances, et plus leur acidité diminue.

c) L'homogénéité des faciès chimiques

Les eaux du Fouta Djallon sont bicarbonatées calciques et magnésiennes ou bicarbonatées magnésiennes et calciques. Une seule exception apparaît pour les eaux à caractère plus sodique et chloruré du bassin de la Kakrima : cette particularité est vraisemblablement à mettre en relation avec leur proximité de l'océan sur le versant Sud-Ouest du Fouta où aucun relief majeur ne s'oppose à la pénétration du flux de la mousson. Ces eaux sont bicarbonatées sodiques et calciques.

Parmi les teneurs constantes, que ce soit au niveau du regroupement par versant ou par taille des bassins, on note celles des chlorures, du calcium et surtout du potassium.

La progression des eaux entre l'amont et l'aval des fleuves se traduit par une diminution des teneurs en silice et une augmentation des concentrations en bicarbonates et en magnésium. En revanche, celles en sodium évoluent de manière désordonnée et ne semblent obéir à aucun déterminisme géographique ou temporel.

L'ensemble de ces comportements est difficilement explicable sans l'appui d'une connaissance plus approfondie des types de sols et des roches-mères sur lesquelles ils se sont développés.

En résumé, les hauteurs du Fouta Djallon livrent actuellement aux provinces de l'aval des eaux proches de la neutralité et faiblement minéralisées, où prédominent les bicarbonates et les ions calcium et magnésium.

2. LES RIVIERES DE LA HAUTE GAMBIE

Leurs caractéristiques physico-chimiques figurent dans les tableaux 18a et 18b.

a) Le pH

Les eaux de la Dima et celles de l'ensemble Oundou-Koéla sont très différentes. Les écoulements de la Gambie Ouest ont un caractère acide relativement prononcé (pH moyen de 6,7) alors que pour ceux de la Gambie Est, les valeurs du pH oscillent entre 6,7 et 7,8 (pH moyen de 7,2). De nouveau, la longueur de l'itinéraire des solutions se traduit par une élévation de leur pH.

Tableau 18a : Composition chimique des eaux de la Gambie Ouest

REF	ANIONS (meq/l)		CATIONS (meq/l)				(mg/l) SiO ₂	Balance ionique	pH	EC(25°) (mS/cm)	TDS (mg/l)	Re	Rf
	Cl	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na							
DIMA													
S 614	0,008	0,103	0,048	0,040	0,005	0,016	7,00	0,002	6,9	0,011	15,6	-0,2	0,1
S 615	0,014	0,097	0,027	0,043	0,006	0,033	5,30	0,002	6,6	0,011	13,8	1,7	2,6
S 616	0,023	0,116	0,030	0,036	0,022	0,060	10,40	-0,009	6,4	0,014	21,6	1,8	2,3
Ri 618	0,030	0,290	0,110	0,100	0,030	0,060	11,00	0,020	6,7	0,031	35,7	2,0	2,9
Ri 619	0,000	0,202	0,094	0,085	0,007	0,023	11,90	-0,007	7,0	0,022	27,9	-0,2	0,2
S 620	0,040	0,100	0,030	0,030	0,010	0,040	11,00	0,030	6,2	0,014	20,6	-0,1	0,1
S 621	0,090	0,220	0,070	0,060	0,060	0,080	11,50	0,040	6,0	0,025	34,4	2,8	3,5
S 622	0,010	0,180	0,050	0,060	0,010	0,060	13,30	0,010	6,5	0,020	28,1	0,6	1,2
Ru 623	0,010	0,180	0,050	0,060	0,020	0,060	11,60	0,000	6,4	0,020	27,0	1,4	2,1
Ru 624	0,016	0,121	0,050	0,044	0,006	0,026	10,40	0,011	6,5	0,015	20,7	-0,7	-0,6
Ru 625	0,030	0,160	0,040	0,050	0,030	0,060	11,00	0,010	5,8	0,020	25,8	2,0	2,5
Ri 626	0,020	0,180	0,070	0,060	0,020	0,050	11,60	0,000	6,4	0,020	27,6	1,2	1,8
Ri 627	0,008	0,208	0,090	0,086	0,012	0,030	14,50	-0,002	6,9	0,023	31,5	-0,4	-0,1
S 628*	0,040	0,400	0,140	0,140	0,050	0,090	28,30	0,020	5,1	0,041	62,7	0,6	1,1
Ru 629	0,020	0,680	0,220	0,320	0,030	0,080	18,60	0,050	6,8	0,063	72,3	1,4	3,1
Ru 630	0,011	0,898	0,525	0,290	0,018	0,037	20,60	0,039	7,3	0,062	91,6	1,2	2,2
Ru 638	0,001	0,133	0,077	0,033	0,006	0,020	8,60	-0,002	6,5	0,015	15,4	0,2	0,3
MoyD	0,021	0,242	0,099	0,087	0,018	0,046	11,82	0,012	6,6	0,026	32,1	1,2	1,9
Autres													
Ri 632	0,090	0,220	0,060	0,090	0,020	0,030	9,30	0,090	6,5	0,023	30,1	1,2	2,1
Ri 633	0,037	0,176	0,078	0,066	0,012	0,033	9,70	0,024	7,1	0,023	25,3	0,8	1,5
Ru 634	0,010	0,200	0,080	0,080	0,020	0,030	8,30	0,000	6,4	0,023	24,9	1,4	2,4
Ru 635	0,000	0,139	0,060	0,062	0,005	0,016	9,00	-0,004	6,9	0,016	20,0	-0,7	-0,4
S 636	0,025	0,448	0,190	0,240	0,007	0,033	25,00	0,003	7,3	0,045	61,0	-0,9	-0,4
Ru 637	0,042	0,231	0,102	0,086	0,019	0,042	11,70	0,024	7,2	0,028	32,1	1,1	1,8
Moy	0,034	0,236	0,098	0,104	0,014	0,031	12,17	0,023	6,9	0,026	32,2	0,4	1,2
Moyenne	0,024	0,240	0,099	0,092	0,017	0,042	11,91	0,015	6,7	0,026	32,1	1,0	1,7

* : valeur incertaine non comptée dans la moyenne.

Fl: fleuve Ri: rivière Ru: ruisseau S: source

Tableau 18b : Composition chimique des eaux de la Gambie Est

REF	ANIONS (meq/l)		CATIONS (meq/l)				(mg/l) SiO ₂	Balance ionique	pH	EC(25°) (mS/cm)	TDS (mg/l)	Re	Rf
	Cl	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na							
OUNDOU													
F1 65	0,000	0,299	0,140	0,113	0,012	0,043	14,8	-0,009	7,2	0,034	38,7	0,6	1,3
S 66	0,000	0,641	0,475	0,073	0,010	0,068	12,2	0,015	7,2	0,064	63,7	1,6	2,7
Ri 67	0,000	0,302	0,162	0,106	0,010	0,038	15,3	-0,014	6,9	0,034	39,5	0,5	1,0
F1 68	0,020	0,332	0,160	0,116	0,018	0,046	15,7	0,012	7,3	0,037	43,0	0,8	1,5
S 69	0,000	0,217	0,086	0,082	0,005	0,033	16,8	0,011	6,7	0,022	33,7	-1,3	-1,4
Ru 610*	0,000	1,782	1,010	0,620	0,022	0,131	38,0	-0,001	7,8	0,157	178,4	1,4	2,7
Ru 611	0,000	0,406	0,184	0,123	0,013	0,071	24,0	0,015	7,7	0,041	56,1	0,3	0,6
Ru 612	0,000	0,411	0,210	0,130	0,015	0,049	21,8	0,007	7,6	0,041	54,4	0,3	0,6
Ri 613	0,000	0,336	0,192	0,100	0,008	0,029	13,2	0,007	7,3	0,034	39,7	0,7	1,3
MoyD	0,003	0,368	0,201	0,105	0,011	0,047	16,7	0,006	7,2	0,038	46,1	0,8	1,3
Autres													
F1 639	0,023	0,285	0,135	0,119	0,014	0,041	12,8	-0,001	7,3	0,034	36,6	0,9	1,8
F1 640	0,006	0,301	0,140	0,118	0,013	0,031	12,6	0,005	7,3	0,032	36,6	0,7	1,5
S 641	0,014	0,099	0,040	0,041	0,006	0,026	5,0	0,000	6,1	0,012	13,7	1,5	2,4
S 642	0,000	0,620	0,310	0,208	0,037	0,057	26,3	0,008	6,7	0,061	75,6	0,8	1,5
Ru 643	0,039	0,078	0,028	0,023	0,006	0,054	4,3	0,006	6,7	0,012	12,6	3,1	3,8
Moy	0,016	0,277	0,131	0,102	0,015	0,042	12,2	0,004	6,8	0,030	35,1	1,1	1,9
Moyenne	0,008	0,333	0,174	0,104	0,013	0,045	15,0	0,005	7,1	0,035	41,9	0,8	1,5

* : valeur incertaine non comptée dans la moyenne.

Fl: fleuve Ri: rivière Ru: ruisseau S: source

b) La conductivité et la minéralisation

Les eaux de la haute Gambie ont une conductivité faible de l'ordre de 30 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Les plus fortes valeurs de la minéralisation (178 mg/l) ont été observées dans le bassin de l'Oundou, les plus faibles dans les sous-bassins de la Dima (21 mg/l) et de la Liti (12,8 mg/l). Bien que faible, la charge dissoute augmente entre l'amont et l'aval des bassins versants, et au fur et à mesure du cheminement des eaux dans les profils d'altération.

3. LES FLEUVES DU VERSANT OUEST

Ils ont été dissociés afin de distinguer le réseau hydrographique de la Tominé au Nord et celui du Konkouré au Sud (tableau VII.1 en annexe).

Les différences essentielles entre les deux bassins se situent au niveau du pH (6,4 pour la Kakrima/Konkouré et 7,0 pour la Tominé) et des teneurs en bicarbonates et alcalino-terreux relativement plus importantes dans la région Nord.

4. LE HAUT BAFING ET LE COURS SUPERIEUR DE LA FALEME

La particularité de la Falémé et du cours supérieur de la Koïla Kobé a déjà été évoquée. Les eaux qui en sont issues se singularisent par leurs fortes teneurs en bicarbonates, en calcium et en silice (tableau VII.2 en annexe). Il faut cependant rappeler qu'il s'agit d'analyses très ponctuelles et peu nombreuses.

Les eaux du Bafing et de son affluent principal, la Téné, ont des caractéristiques physico-chimiques assez semblables : des pH analogues (6,7) et des teneurs en substances dissoutes du même ordre de grandeur (27 et 22 mg/l). L'anion dominant est le bicarbonate et ses fortes teneurs sont associées à celles du magnésium.

III - CARACTERISATION DES GRANDS TYPES D'ALTERATION A PARTIR DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX QUI DRAINENT LES VERSANTS

C'est l'hydrolyse qui constitue la base de ce que l'on appelle communément l'altération "normale" et qui représente "la référence" par rapport à tous les autres mécanismes lorsqu'on évoque les modalités et les processus de développement des sols (MILLOT, 1964).

L'analyse géochimique des phénomènes peut-être abordée de deux manières : soit par l'inventaire des couvertures d'altération et des principaux minéraux secondaires qui constituent la phase résiduelle résultant de l'évolution superficielle, soit en s'intéressant à la phase soluble qui migre avec les eaux de lessivage et qui contient essentiellement de la silice et des cations basiques (K, Ca, Na et Mg).

Cette seconde démarche s'appuie sur les hypothèses de PEDRO (1966, 1968) et de TARDY (1969) qui ont considéré qu'à tout instant de l'altération, les proportions des éléments en solution traduisaient d'une manière assez fidèle le déroulement du phénomène hydrolytique avec les trois grandes possibilités minéralogiques définies par HARRASSOWITZ (1926) : *l'allitisation, la monosiallitisation et la bisiallitisation*. On dispose ainsi d'une méthode géochimique qui, en s'appuyant sur la composition chimique des eaux de lessivage, permet d'avoir une idée du type d'altération qui se développe dans les sols. L'approche est d'autant plus qualitative en zone intertropicale : les hydrolyses y sont puissantes et les minéraux secondaires les plus fréquents, la gibbsite ($\text{Al}(\text{OH})_3$) et la kaolinite ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$), ont une composition constante et déterminée en alumine et en silice.

TARDY (1968) a proposé une méthode d'estimation du rapport moléculaire $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ de l'ensemble des minéraux secondaires présents dans le résidu d'altération surmontant les substratums à caractère granito-gneissique (rapport R_E) ou à caractère plus basique (rapport R_F). Elle permet de décrire les grandes voies géochimiques de l'altération :

- *l'allitisation* : la gibbsite et les différents hydrates d'alumine persistent seuls dans les profils, témoignant du lessivage complet de la silice et des cations basiques dans des proportions relatives identiques à celles des roches-mères ;

- *la monosiallitisation* : le lessivage des bases est total alors que seule une partie de la silice se retrouve dans la phase soluble. L'aluminium et la silice résiduels s'organisent dans les profils en néoformant des phyllites 1/1 du type kaolinite ;

- *la bisiallitisation* : les bases et la silice ne sont que partiellement lessivées. D'autre part, la quantité de silice qui demeure dans les profils est plus importante que n'en nécessite la formation de la kaolinite. Tout ceci conduit à la naissance de minéraux argileux 2/1 du type smectite ou vermiculite.

A - LES GRANDES VOIES GEOCHIMIQUES DE L'ALTERATION

La silice résiduelle ou conservée dans les profils s'obtient en faisant la différence entre la silice mesurée dans les solutions et les quantités de cations basiques libérés par l'hydrolyse des feldspaths dans les proportions moléculaires qui sont celles des cristaux (orthose : $\text{K}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6 \text{SiO}_2$), (albite : $\text{Na}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3, 6 \text{SiO}_2$), (anorthite : $\text{CaO}, \text{Al}_2\text{O}_3, 2 \text{SiO}_2$). L'alumine libérée par le même procédé est considérée comme étant fixée dans les paysages (en effet, les teneurs en alumine dans les eaux sont très faibles et de l'ordre de quelques ppb).

Dans le cas des roches granito-gneissiques, dont les constituants essentiels sont le quartz, les feldspaths et les micas, on considère, en première approximation, que le quartz et la muscovite sont inaltérables, et que les proportions moléculaires en $\text{K}_2\text{O}, \text{Al}_2\text{O}_3$ et SiO_2 dans la biotite et le feldspath potassique sont identiques. Ceci revient à négliger la

contribution du magnésium dans la phase soluble. Le rapport $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ dans les sols et les arènes peut alors être calculé à partir de la seule connaissance de la composition chimique moléculaire des eaux de sources et de rivières par :

$$R_E = \frac{\text{SiO}_2 \text{ fix.}}{\text{Al}_2\text{O}_3 \text{ fix.}} = \frac{6.\text{K}_2\text{O ev.} + 6.\text{Na}_2\text{O ev.} + 2.\text{CaO ev.} - \text{SiO}_2 \text{ ev.}}{\text{K}_2\text{O ev.} + \text{Na}_2\text{O ev.} + \text{CaO ev.}}$$

(dans les sols) (dans les eaux)

Pour les roches plus basiques, avec la présence de minéraux tels qu'amphiboles, pyroxènes ou péridots, il est indispensable de tenir compte du magnésium et de la composition chimique des roches-mères du substratum. Cette possibilité n'étant pas envisageable au niveau du Fouta Djallon, nous avons adopté les normes admises par TARDY (1968) pour définir un nouveau rapport R_F dont il souligne lui-même le caractère très approximatif :

$$R_F = \frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} = \frac{6.\text{K}_2\text{O} + 6.\text{Na}_2\text{O} + 1,53.\text{CaO} + \text{MgO} - \text{SiO}_2}{\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} + 0,52.\text{CaO}}$$

(dans les sols) (dans les eaux)

Les types d'altérations dominants sont les suivants :

- pour R_E ou $R_F = 0$, seuls l'aluminium et le fer sont fixés sous formes d'hydroxydes insolubles : c'est le domaine de l'*allitisation* (gibbsite) ;

- pour R_E ou $R_F = 2$, la *monosiallitis* (kaolinite) est de règle, mais des argiles du type 2/1 et la gibbsite peuvent coexister avec la kaolinite ;

- pour R_E ou $R_F > 2$, les eaux reflètent le règne de la *bisiallitis* ; la kaolinite peut cependant être présente et être associée dans les profils à des minéraux 2/1 tant que le rapport n'est pas trop élevé.

1 - VUE D'ENSEMBLE SUR LA PEDOGENESE DOMINANTE

La pédogénèse dominante dans les sols du Fouta Djallon peut-être perçue *soit par grandes régions géographiques* qui correspondent aux principaux bassins versants (Falémé, Bafing, Gambie, Tominé et Kakrima), *soit à l'échelle du réseau hydrographique* qui, de l'amont vers l'aval, prend successivement en compte les sources, les ruisseaux, les rivières et, enfin, les fleuves. La figure 30 illustre les variations importantes du rapport R_E d'un bassin à l'autre et l'évolution cyclique de ce rapport des sources aux fleuves (voir aussi les tableaux 17 et 18 déjà cités).

Pour l'ensemble du Fouta Djallon, la valeur du rapport R_E (1,5) indique que la tendance est à l'allitisation et à la monosiallitis : la gibbsite et la kaolinite sont les

minéraux dominants dans les sols. Cependant, l'évolution est différente suivant les sous-bassins régionaux :

- les eaux de la Falémé et de la Gambie avec des valeurs respectives du rapport R_E de 0,75 et 0,90 témoignent d'une altération à caractère allitique dominant et monosiallitique ménagé ;

- en revanche, pour le Bafing ($R_E = 2,27$) et les deux bassins côtiers, la Tominé ($R_E = 2,09$) et la Kakrima ($R_E = 2,56$), les eaux indiquent une monosiallitisée avancée avec une légère tendance vers la bisiallitisée, ce qui se traduit dans les sols par une prédominance de la kaolinite en présence localement de montmorillonite.

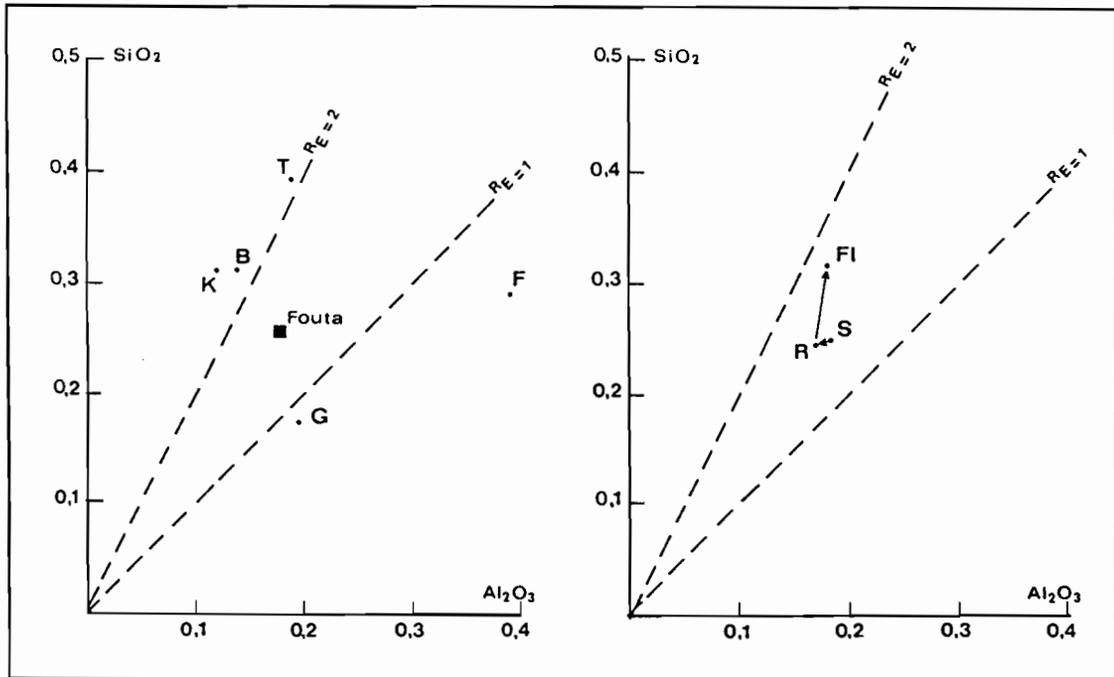


Fig.30. Relation entre les quantités de silice et d'alumine fixées dans les profils (G gambie, F falémé, K kakrima, T tominé, B bafing ; S sources, R ruisseaux et rivières, F fleuves). (→ : évolution vers le pôle bisiallitique).

La distinction entre sources, ruisseaux-rivières et fleuves permet de définir un gradient amont-aval de la nature chimique des solutions, et, met en évidence une très nette évolution du type d'altération entre les points hauts et les points bas du paysage.

La valeur du rapport R_E croît avec l'importance du cheminement des eaux de drainage dans le bassin : sources (1,37), ruisseaux-rivières (1,44), fleuves (1,77). Les sols des hauteurs sont à dominante gibbsitique et bauxitique alors que, le long des pentes, la dynamique de la silice et des cations traduisent l'apparition de la kaolinite. On retrouve le schéma classique des agencements ordonnés des minéraux secondaires, et des successions systématiques des différents types de sols entre l'amont et l'aval : gibbsite, gibbsite-kaolinite, kaolinite et, ici de façon très fugace, l'association kaolinite-montmorillonite dans les bas fonds.

2. LA DYNAMIQUE DE LA SILICE ET DES CATIONS BASIQUES DANS LES BASSINS REGIONAUX

Nous ne prétendons donner ci-dessous que des indications de tendance de l'évolution des sols d'altération. En effet, notre étude se limite à une simple reconstitution de l'évolution géochimique des sols à partir de collectes d'eaux, avec toutes les incertitudes que peuvent engendrer les modes successifs de prélèvement, de stockage et d'analyse.

a) La haute Gambie

Nous avons différencié les réseaux hydrographiques de la partie Ouest et de la partie Est de la haute Gambie. Le réseau occidental regroupe la Dima, la Silamé, la Salambandé et leurs affluents ; la partie orientale comprend l'Oundou, la Koéla et leurs affluents (tableaux 18a et 18b).

Pour les deux régions, les valeurs du rapport R_E sont similaires (0,8 pour l'Oundou et 1,2 pour la Dima) et mettent en évidence une altération à caractère allitique très prononcé. Dans le détail, des tendances apparaissent (fig.31) et permettent de fixer les prédominances ou les carences des minéraux secondaires dans les profils des bassins versants :

- dans les régions drainées par l'Oundou et surtout la Koéla, la bauxitisation des profils est de règle, la gibbsite est le minéral dominant dans tous les sols. Les conditions extrêmes s'observent au niveau de la Mégnakouré, affluent en rive gauche de la Koéla, avec des valeurs négatives de R_E (-1,3 en G_9) ;

- les zones drainées par la Dima et son affluent, la Silamé, présentent une plus grande diversité d'évolution : l'allitisation est le type d'altération prédominant mais certains cours d'eau témoignent d'une accumulation de la

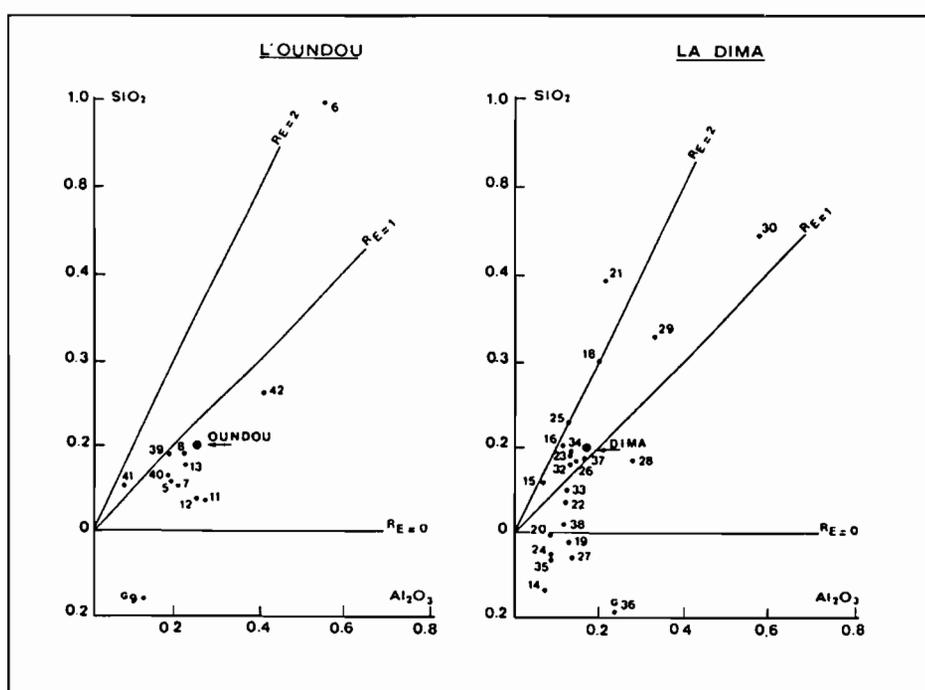


Fig.31.

Relation entre les quantités de silice et d'alumine fixées dans les profils du versant ouest du Fouta. (.) points représentatifs des eaux du Bafing et de la Tominé, (x) eaux de la Téné et de la Kakrima.

kaolinite, voire localement d'une tendance à la bisiallitisisation (G_{18} , G_{25} , G_{21}). Les profils bauxitiques sont fréquents aux sources de la Silamé (G_{20} , G_{24} , G_{27}), de la Salambandé et de la Sougué (G_{35} , G_{36} , G_{38}).

b) La Koïla Kobé, affluent de la Falémé

Trois échantillons d'eau proviennent du haut bassin de la Koïla Kobé se situant en bordure Nord orientale de celui de la Gambie. Les valeurs de R_E sont inférieures à 1 : la gibbsite et l'association gibbsite/kaolinite dominant dans les sols.

c) Le haut Bafing

La majeure partie des points représentatifs se situent à proximité de la droite correspondant au rapport $R_E = 2$ (fig.32). La tendance à la monosiallitisisation est ici très marquée, la kaolinite est partout le minéral secondaire dominant dans les sols.

Les plus fortes valeurs se rencontrent près des sources du Bafing et de la Téné, à l'exutoire de zones déprimées, ce qui peut paraître assez singulier. Ces bas-fonds, hauts dans la topographie, constituent en fait de véritables petits environnements confinés où la bisiallitisisation peut se généraliser.

d) Les bassins côtiers de la Kakrïma et de la Tominé

Le caractère bisiallitique de l'altération est très prononcé sur les deux bassins avec des valeurs de R_E fréquemment supérieures à 2 (fig.32). La montmorillonite et l'association montmorillonite/kaolinite sont dominantes dans les sols.

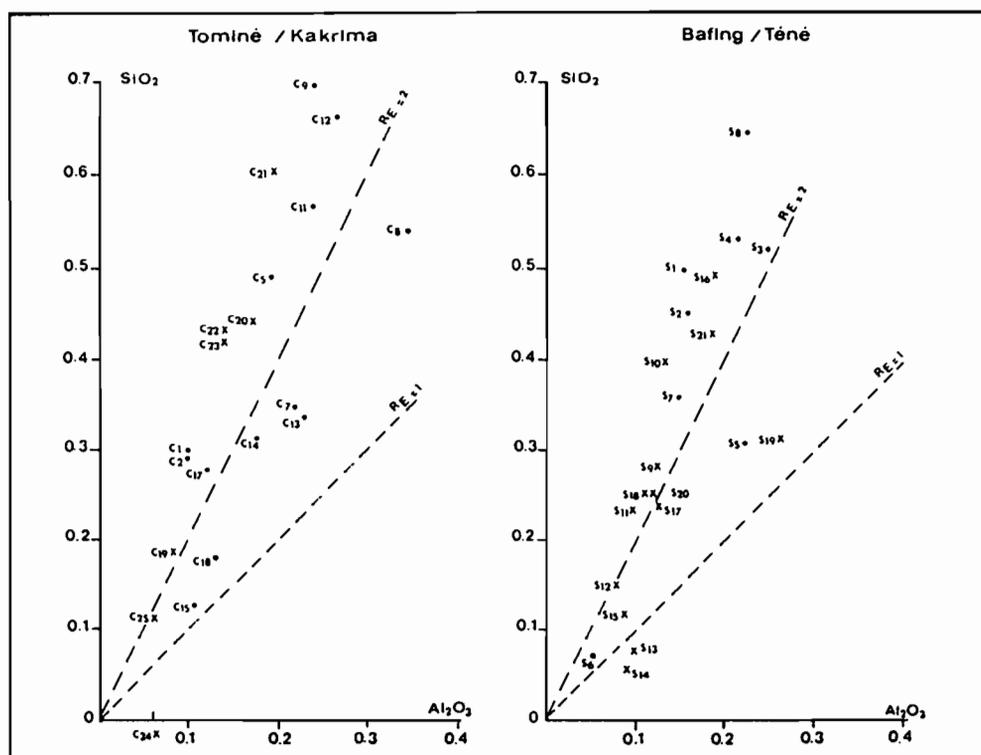


Fig. 32.

Relation entre les quantités de silice et d'alumine fixées les sols de la haute Gambie (Doundou et Dima).

3. LE CARACTERE MONOSIALLITIQUE DOMINANT DE L'ALTERATION

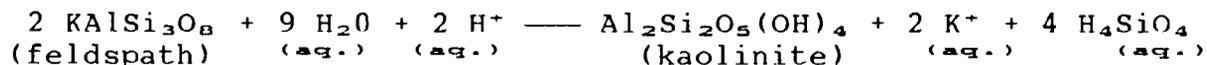
Ces premières investigations sur les eaux du Fouta Djallon apportent un éclairage assez nouveau sur la pédogénèse et les grandes voies suivies par l'altération dans les sols développés sur ce massif. *Les hauteurs de la Gambie sont à gibbsite et kaolinite, celles du Bafing à kaolinite et gibbsite, et l'association kaolinite-montmorillonite semble prédominer dans les sols des contreforts occidentaux du Fouta Djallon. Dans l'ensemble, la monosiallitisaiton est le type d'altération le plus fréquent.*

B - LES DIAGRAMMES D'EQUILIBRE ET LES MODELES THERMODYNAMIQUES

Le bilan de l'altération peut également être précisé par une approche thermodynamique qui repose, essentiellement, sur l'hypothèse que les eaux qui transitent dans les profils, sont en équilibre avec les minéraux qui s'y trouvent. Dans le cas des eaux de sources, des ruisseaux, des rivières et des fleuves, les témoignages de ces équilibres passés entre solutions et silicates se sont "dissipés" mais on admet en première approximation qu'elles en sont encore le reflet pas trop lointain.

Les réactions de dissolution des minéraux silicatés sont nombreuses. A titre d'exemple, on trouvera ci-dessous celles qui concernent les transformations du feldspath potassique en kaolinite, de l'albite et de l'anorthite en gibbsite, et, de la kaolinite en gibbsite :

- Microcline-Kaolinite

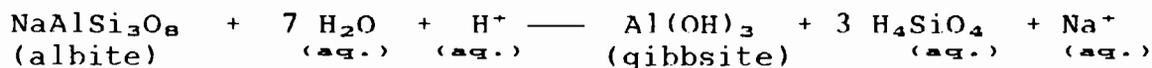


La constante d'équilibre K est donnée par :

$$\log K = \log (\text{K}^+)/(\text{H}^+) + 2.\log (\text{H}_4\text{SiO}_4) = - 2,42$$

() : activités des espèces aqueuses

- Albite-Gibbsite



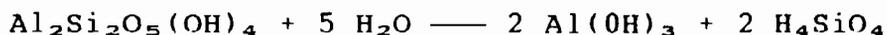
avec : $\log K = \log (\text{Na}^+)/(\text{H}^+) + 3.\log (\text{H}_4\text{SiO}_4) = - 4,29$

- Anorthite-Gibbsite



avec : $\log K = \log (\text{Ca}^{2+})/(\text{H}^+)^2 + 2.\log (\text{H}_4\text{SiO}_4) = 8,23$

- Kaolinite-Gibbsite



avec: $\log K = \log (H_4SiO_4) = - 4,52$

Les constantes d'équilibre (à 25 °C et 1 atm) et les réactions d'hydrolyses utilisées pour bâtir les différents diagrammes d'équilibre sont répertoriées dans le tableau 19.

Tableau 19 : Constantes d'équilibre

(1) Microcline-Kaolinite	$\log [K^+]/[H^+] + 2 \log [H_4SiO_4] = - 2,42$
(2) Microcline-muscovite	$\log [K^+]/[H^+] + 3 \log [H_4SiO_4] = - 6,59$
(3) Microcline-montmo. K	$1,33 \log [K^+]/[H^+] + 1,05 \log [H_4SiO_4] - 0,26 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 = - 1,45$
(4) Kaolinite-gibbsite	$\log [H_4SiO_4] = - 4,62$
(5) Kaolinite-muscovite	$\log [K^+]/[H^+] = 5,94$
(6) Kaolinite-montmo K	$0,27 \log [K^+]/[H^+] + 2,14 \log [H_4SiO_4] + 0,26 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 = - 2,40$
(7) Albite-gibbsite	$\log [Na^+]/[H^+] + 3 \log [H_4SiO_4] = - 4,29$
(8) Albite-kaolinite	$\log [Na^+]/[H^+] + 2 \log [H_4SiO_4] = 0,235$
(9) Albite-montmo Na	$1,33 \log [Na^+]/[H^+] + 1,05 \log [H_4SiO_4] - 0,26 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 = 2,56$
(10) Kaolinite-montmo Na	$0,27 \log [Na^+]/[H^+] + 2,14 \log [H_4SiO_4] + 0,26 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 = - 2,19$
(11) Anorthite-gibbsite	$\log [Ca^{2+}]/[H^+]^2 + 2 \log [H_4SiO_4] = 8,23$
(12) Anorthite-kaolinite	$\log [Ca^{2+}]/[H^+]^2 = 17,28$
(13) Anorthite-montmo Ca	$-0,66 \log [Ca^{2+}]/[H^+]^2 + 2,14 \log [H_4SiO_4] + 0,26 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 = - 15,98$
(14) Montmo Ca-Kaolinite	$0,13 \log [Ca^{2+}]/[H^+]^2 + 2,14 \log [H_4SiO_4] + 0,26 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 = - 2,21$
(15) Montmo Mg-Gibbsite	$0,39 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 + 3,73 \log [H_4SiO_4] = - 9,42$
(16) Montmo Mg-Kaolinite	$0,39 \log [Mg^{2+}]/[H^+]^2 + 2,14 \log [H_4SiO_4] = - 2,21$
(17) Quartz	$\log [H_4SiO_4] = - 4,00$
(18) Silice amorphe	$\log [H_4SiO_4] = - 2,70$
- Montmorillonite - K	(Si _{3,733} Al _{0,267}) (Al _{1,327} Fe _{0,50} Mg _{0,26}) O ₁₀ (OH) ₂ K _{0,266}
- Montmorillonite - Na	(Si _{3,733} Al _{0,267}) (Al _{1,327} Fe _{0,50} Mg _{0,26}) O ₁₀ (OH) ₂ Na _{0,266}
- Montmorillonite - Ca	(Si _{3,733} Al _{0,267}) (Al _{1,327} Fe _{0,50} Mg _{0,26}) O ₁₀ (OH) ₂ Ca _{0,133}
- Montmorillonite - Mg	(Si _{3,733} Al _{0,267}) (Al _{1,327} Fe _{0,50} Mg _{0,26}) O ₁₀ (OH) ₂ Mg _{0,133}

Les diagrammes d'équilibre permettent de délimiter les domaines de stabilité des minéraux primaires et des minéraux secondaires néoformés en fonction des teneurs en cations, des valeurs du pH et des concentrations en silice. Les droites de solubilité du quartz et de la silice amorphe correspondent respectivement à des teneurs en silice de 6 et de 120 ppm. Les positions des droites d'équilibre, déterminant les domaines de stabilité entre les montmorillonites sodiques, potassiques et calciques et les associations minérales albite/microcline/anorthite-goethite ou kaolinite-goethite, ont été fixées en admettant pour les concentrations en Mg²⁺ et H⁺ celles des eaux moyennes issues du socle et du bassin amont du lac Tchad, données par GAC (1980) : $\log (Mg^{2+})/(H^+)^2 = 9,33$.

En annexe VIII, pour l'intégralité des eaux recueillies dans le Fouta Djallon, les teneurs cationiques et la concentration en silice sont exprimées en log molalités et non en log activités (assimilation qui ne porte pas à conséquence du fait de la faible minéralisation des eaux).

1. LES EAUX "MOYENNES" DU FOUTA DJALON

Les eaux moyennes du Fouta Djalon se situent dans le domaine de stabilité de la kaolinite (fig.33). Elles sont sursaturées par rapport au quartz et sous-saturées par rapport à la silice amorphe. Par ailleurs, ces eaux apparaissent moins éloignées du domaine de stabilité des montmorillonites magnésiennes que de celui des autres montmorillonites. Ainsi, lorsque la néoformation de montmorillonite a lieu, elle favorise le minéral qui admet le magnésium en position échangeable. Ce caractère est mis en évidence par le tracé du cercle de confiance établi à l'aide du test de Student pour un intervalle de confiance de 95 % à partir des données logarithmiques jointes en annexe VIII.

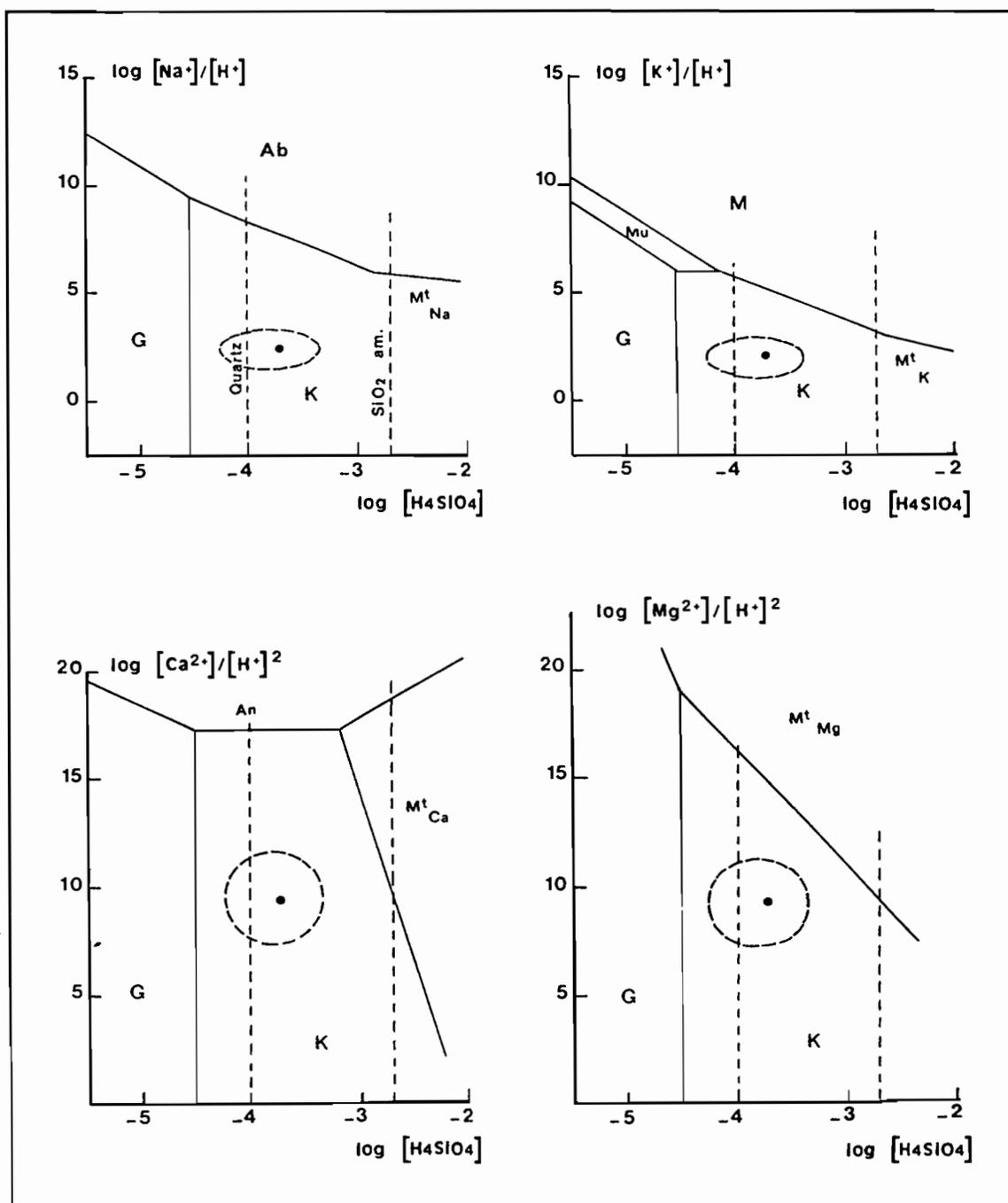


Fig.33. Position des eaux "moyennes" du Fouta Djalon dans les diagrammes de stabilité.
 Ab = albite; An = anorthite; G = gibbsite; K = kaolinite; M = microcline;
 Mt (Na/K/Ca/Mg) = montmorillonite; Mu = muscovite.

2. LA DYNAMIQUE ACTUELLE DES EAUX DU FOUTA DJALON

Les eaux de sources, de ruisseaux, de rivières et de fleuves sont toutes sursaturées par rapport au quartz, et les points représentatifs de ces eaux se trouvent tous dans le domaine de stabilité de la kaolinite (fig.34). *Cette cohérence dans les résultats confirme que la dynamique actuelle des eaux du Fouta Djallon illustre le caractère monosiallitique dominant de l'altération.*

On note toujours, de la source au fleuve, une évolution vers les domaines de stabilité de la goéthite, des divers feldspaths et de la montmorillonite magnésienne (le nombre réduit d'échantillons rend cependant peu significative cette tendance).

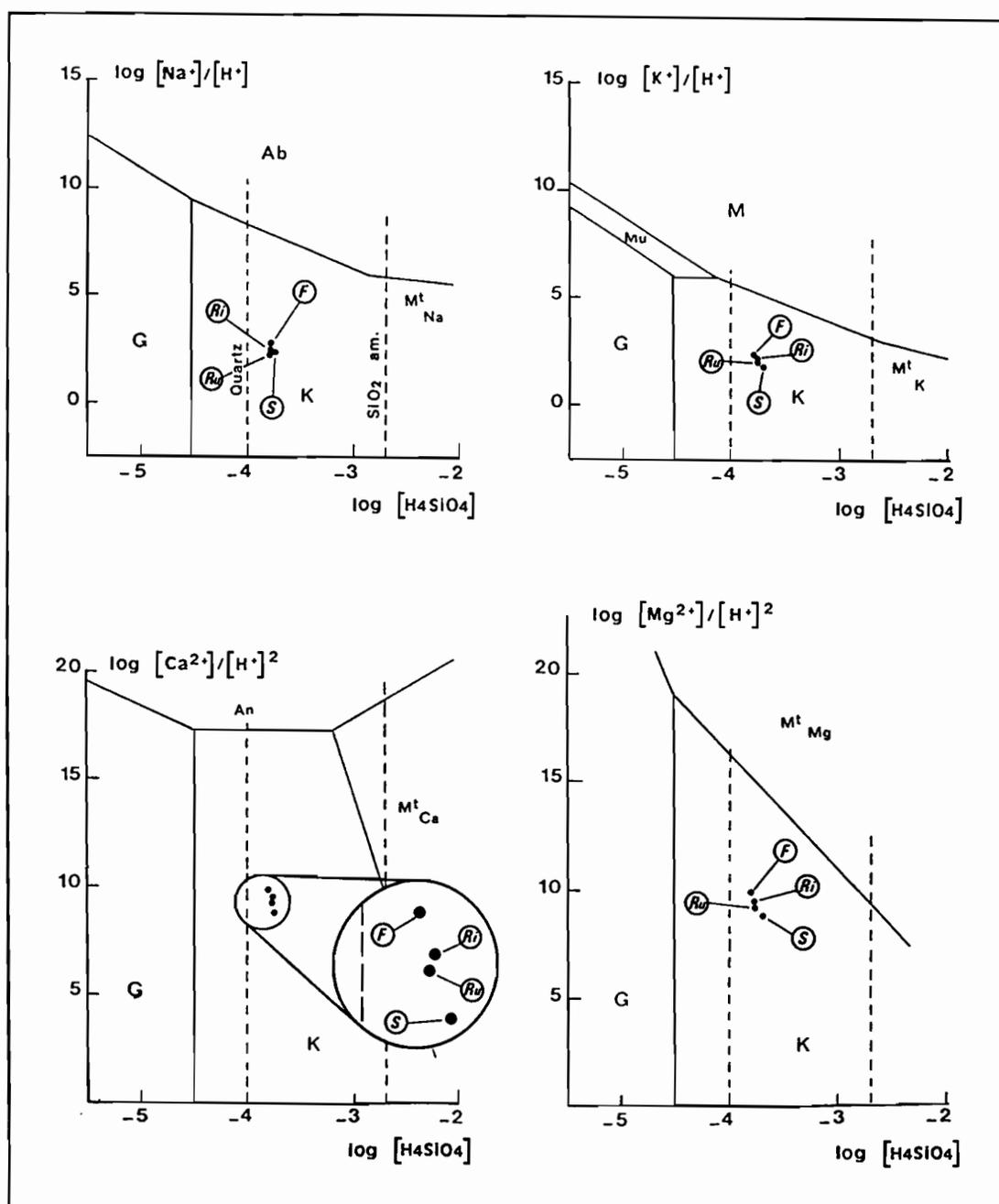


Fig.34. Position des eaux "moyennes" de sources (S), de ruisseaux (Ru), de rivières (Ri) et de fleuves (F) du Fouta Djallon dans les diagrammes de stabilité.
 Ab = albite; An = anorthite; G = gibbsite; K = kaolinite; M = microcline;
 Mt (Na/K/Ca/Mg) = montmorillonite; Mu = muscovite.

IV - CONCLUSIONS

Deux enseignements majeurs ressortent de cette première reconnaissance géochimique des eaux d'altération drainant principalement les versants Ouest, Nord et Nord-Est du Fouta Djallon :

- les eaux de drainage de toutes les parties du bassin sont très faiblement minéralisées avec un chimisme homogène à dominantes bicarbonatées et calco-magnésiennes,

- dans les profils de sols, l'évolution dominante est de type monosiallitique avec une prédominance très marquée de la kaolinite. L'allitisation, avec l'individualisation de gibbsite et la formation de bauxite, est fréquente sur les hauts reliefs. Enfin, l'évolution bisiallitique vers la néoformation d'argiles gonflantes magnésiennes semble fugace et localisée à quelques bas-fonds.

Les eaux de l'amont vont maintenant poursuivre leur cheminement vers les points bas des paysages et transiter par différents biefs où les flux de sels et de matières particulières qu'elles véhiculent vont pouvoir être évalués. On accède alors au double bilan quantitatif et qualitatif des processus d'érosion mécanique et d'altération chimique qui éclairent sur la géodynamique globale des grandes étendues.



QUATRIEME PARTIE

**FLUX DE MATIERES DISSOUTES ET PARTICULAIRES
DANS LE BASSIN CONTINENTAL DE LA GAMBIE**

BILAN DE L'ALTERATION CHIMIQUE ET DE L'EROSION MECANIQUE

INTRODUCTION

Depuis quelques années, les études sur l'érosion des sols et la conservation du patrimoine forestier connaissent un regain d'intérêt dans les régions tropicales, dites "humides". Situées sur la bordure méridionale du Sahel, elles sont aujourd'hui concernées par la menace que représente l'avancée progressive du front de désertification vers les basses latitudes tropicales.

La reconnaissance quantitative et qualitative des flux de matières livrés à l'exutoire de Kédougou par le cours supérieur de la Gambie a été entreprise lors de la crue du cycle hydrologique 1986/1987. Elle complète les récents travaux de LERIQUE (1975), LESAK et *al.* (1984), LO (1984) et MEYBECK (1984) effectués à la station de Gouloumbou, exutoire du bassin continental, située à 400 km en aval de Kédougou.

La détermination des flux de particules qui transitent à l'exutoire d'un bassin versant nécessite, au préalable, d'avoir une connaissance précise sur le bilan de l'eau. Aussi, nous aborderons, dans un premier temps, les conditions particulières du cycle hydrologique 1986/1987 en le replaçant dans le contexte de la série des observations faites depuis 1970.

I - LE CYCLE HYDROLOGIQUE 1986/1987 ET SON ORIGINALITE DANS LA SERIE DES OBSERVATIONS DEPUIS 1970

A - L'ALLURE GENERALE DE LA CRUE 1986/87 A KEDOUGOU

Les basses eaux du cycle hydrologique 85/86 ont été caractérisées par une interruption totale des écoulements de la Gambie entre le 12 avril et le 28 mai 1986. L'assèchement du lit mineur s'est achevé en juin avec l'apport des premières averses de la nouvelle saison des pluies. Les débits sont cependant restés très modestes jusqu'à l'amorce de l'onde de crue dans les premiers jours de juillet.

L'hydrogramme de crue présente son aspect habituel en dents-de-scie avec de nombreuses intumescences jusqu'en octobre (fig.35). La cote maximum a été observée le 4 septembre avec 4,13 m à l'échelle limnimétrique : **le cycle hydrologique 86/87 est au troisième rang des plus faibles pointes de crue enregistrées depuis 1970.** Après la mi-octobre, les phases de tarissement et d'épuisement se relaient pour aboutir de nouveau à l'assèchement du lit mineur le 2 avril 1987.

B - LES HAUTES ET LES BASSES EAUX

Le débit maximum de 374 m³/s a été enregistré le 4 septembre 1986 : il est 4 fois moins important que celui de la plus forte pointe de crue observée depuis 1970 (1400 m³/s), déjà très faible comparativement à la valeur extrême de 2160 m³/s du 2 septembre 1961.

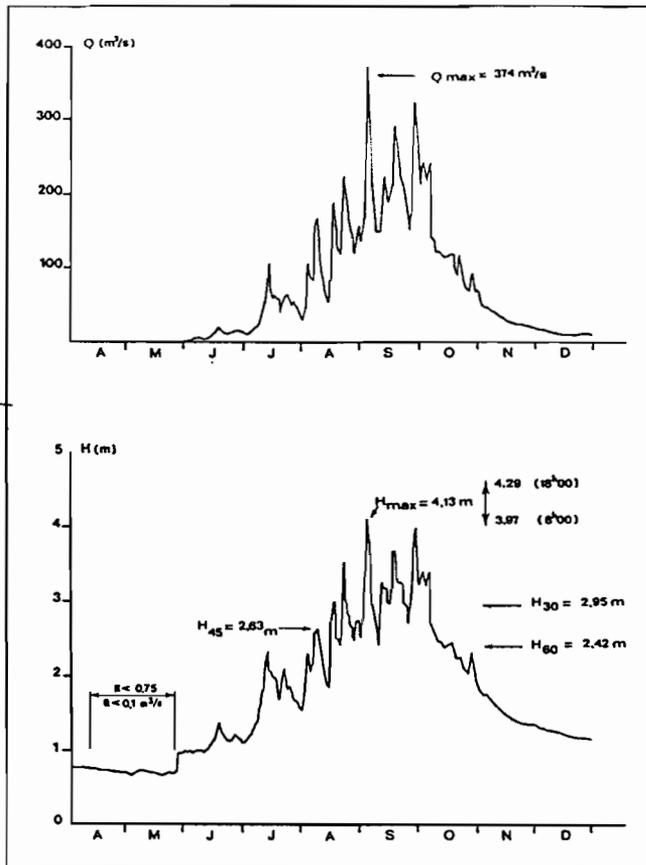


Fig.35. Hydrogramme et limnogramme de la crue 86/87 de la Gambie à Kédougou.

C - UN CYCLE HYDROLOGIQUE DEFICITAIRE

En relation avec les faibles précipitations tombées sur le bassin versant (1364 mm à Labé et 1148 mm à Kédougou, soit respectivement 18 et 10 % de déficit), la crue 1986/87 a été l'une des plus faibles que la Gambie ait connue depuis le début des relevés hydrologiques.

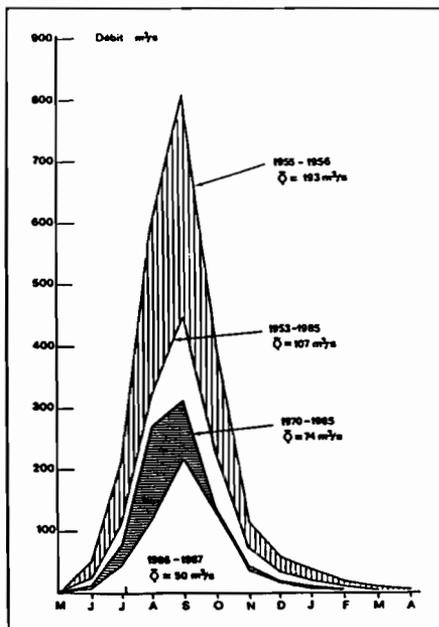


Fig.36. Variations des débits moyens mensuels à Kédougou au cours de différentes périodes.

Les hauteurs caractéristiques H_{30} , H_{45} et H_{60} au cours de ce cycle ont été respectivement de : 2,96 m ; 2,64 m et de 2,45 m. Les débits correspondants de 189, 145 et de 121 m^3/s témoignent, de manière très significative, de la faible importance des écoulements au cours de ce cycle. Les basses eaux conduisent, comme nous l'avons vu précédemment, à l'arrêt des écoulements pendant près de deux mois.

La comparaison avec le cycle le plus abondant (1955/56) et les deux périodes 1953-85 et 1970-85, illustrée par la figure 36, met en évidence la grande péjoration hydroclimatique de l'année 1986.

Le module du cycle 1986/87 s'établit à 50 m^3/s et le volume annuel ayant transité à Kédougou à $1,58 \cdot 10^9 m^3/s$. Ce bilan de l'eau place ce cycle au 3^{ème} rang des crues les plus faibles, après celles de 1983 et 1984 (tableau 12). Le déficit par rapport aux deux périodes de référence, 1953-85 et 1970-85, s'élève respectivement à 53 et 32 %. Cette faiblesse des écoulements va naturellement avoir des répercussions sur l'abondance des flux de matières dissoutes et particulières qui vont transiter à la station de Kédougou.

**II- LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX ET LES FLUX DE MATIERES
DISSOUTES A GOULOUMBOU ET KEDOUGOU**

Les prélèvements des eaux de la Gambie à Kédougou ont été réalisés quotidiennement du 27/07 au 1/10/86. Les échantillons proviennent de la partie centrale de la section du fleuve, à l'endroit où s'observent les courants les plus forts.

Tout au long de la campagne, les échantillons ont été stockés à l'abri de la lumière puis acheminés le plus rapidement possible vers le laboratoire du département de Géochimie de l'ORSTOM à Dakar. Après filtration (sur filtres de 0,45 micron), des fractions aliquotes ont été transmises pour analyse au laboratoire de chimie. Les déterminations de la composition chimique ont porté sur les éléments majeurs qui représentent près de 99 % de la matière minérale en solution : silice, calcium, magnésium, potassium, sodium, et les anions principaux (bicarbonate, chlorure et sulfate).

La brièveté de la campagne réalisée à Kédougou nous a amené à présenter également dans cette étude les résultats des analyses effectuées sur les eaux du même cours d'eau à la station aval de Gouloumbou. Le lecteur trouvera une information détaillée des premières reconnaissances chimiques sur ce site dans les travaux de LESACK & al. (1984), de LO (1984) et de MEYBECK (1985).

A - COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE LA GAMBIE A GOULOUMBOU

On dispose, comme le montre le tableau 20, de 164 prélèvements des eaux de la Gambie à Gouloumbou. De 1979 à 1985, les principales collections concernent les différents épisodes de crue (de juillet à septembre) et les phases de décrue (d'octobre à mars) ; quelques prises d'eaux ont été effectuées en fin d'étiage dans les mares résiduelles qui subsistent temporairement dans le lit mineur après l'interruption des écoulements.

Tableau 20 : Inventaire des eaux échantillonnées à Gouloumbou

Mois	1979	1980	1981	1982	1983	1985	Total
J	0	3 (19-21)	3 (45-47)	2 (85-86)	2 (119-120)	0	10
F	1 (1)	2 (22-23)	2 (48-49)	4 (87-90)	2 (121-122)	0	11
M	0	2 (24-25)	3 (50-52)	3 (91-93)	2 (123-124)	0	10
A	0	0	4 (53-56)	2 (94-95)	0	0	6
M	0	1 (26)	4 (57-60)	2 (96-97)	0	0	7
J	1 (2)	1 (27)	1 (61)	3 (98-100)	3 (125-127)	0	9
Jt	0	0	4 (62-65)	3 (101-103)	10 (128-137)	3 (158-160)	20
A	2 (3-4)	5 (28-32)	4 (66-69)	3 (103-106)	11 (138-148)	2 (161-162)	27
S	4 (5-8)	5 (33-37)	4 (70-73)	3 (107-109)	9 (149-157)	2 (163-164)	27
O	5 (9-13)	2 (38-39)	4 (74-77)	3 (110-112)	0	0	14
N	2 (14-15)	3 (40-42)	4 (78-81)	3 (113-115)	0	0	12
D	3 (16-18)	2 (43-44)	3 (82-84)	3 (116-118)	0	0	11
Total	18	26	40	34	39	7	164

La numérotation indiquée entre parenthèse permet de se reporter aux tableaux analytiques récapitulatifs placés en annexe IX

1. COMPOSITIONS MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES

Les eaux de la Gambie à Gouloubou sont caractérisées par leur très faible minéralisation (tableau 21). La concentration moyenne annuelle des solutions à l'exutoire du bassin continental s'élève à 45 mg/l.

Tableau 21 : Evolution mensuelle de la composition chimique des eaux de la Gambie à Gouloubou

Eléments Mois	n	pH	Cond.	Anions		Cations				SiO ₂	Charge totale mg/l	% du volume
				HCO ₃ ⁻	Cl ⁻	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺			
Janvier	10	7,45	61	0,579	0,020	0,304	0,185	0,018	0,096	12,7	60,4	1,0
Février	11	7,45	60	0,586	0,024	0,315	0,193	0,033	0,103	12,4	61,3	0,4
Mars	10	7,3	65	0,590	0,065	0,324	0,194	0,044	0,124	13,4	67,3	0,1
Avril	6	7,6	71	0,722	0,028	0,428	0,230	0,025	0,102	13,5	73,2	ε
Mai	7	7,6	78	0,763	0,040	0,459	0,251	0,036	0,109	13,4	77,5	0,1
Juin	9	7,6	79	0,684	0,027	0,418	0,226	0,043	0,107	10,3	68,2	0,9
Juillet	20	7,4	57	0,533	0,037	0,323	0,150	0,053	0,068	7,0	52,8	9,0
Août	27	7,4	45	0,362	0,059	0,182	0,128	0,034	0,081	8,7	41,3	32,8
Septembre	27	7,4	44	0,384	0,015	0,195	0,120	0,023	0,069	10,6	42,7	35,5
Octobre	14	7,4	52	0,477	0,014	0,263	0,129	0,027	0,081	10,0	49,2	14,2
Novembre	12	7,2	52	0,423	0,026	0,234	0,128	0,021	0,093	10,9	46,8	4,1
Décembre	11	7,3	52	0,484	0,020	0,243	0,163	0,027	0,101	12,1	52,6	1,9
Année	164	7,4	48	0,413	0,032	0,218	0,130	0,030	0,077	9,6	44,8	-
				← 0,445 →		← 0,455 →						

Anions et cations en meq/l et silice en mg/l

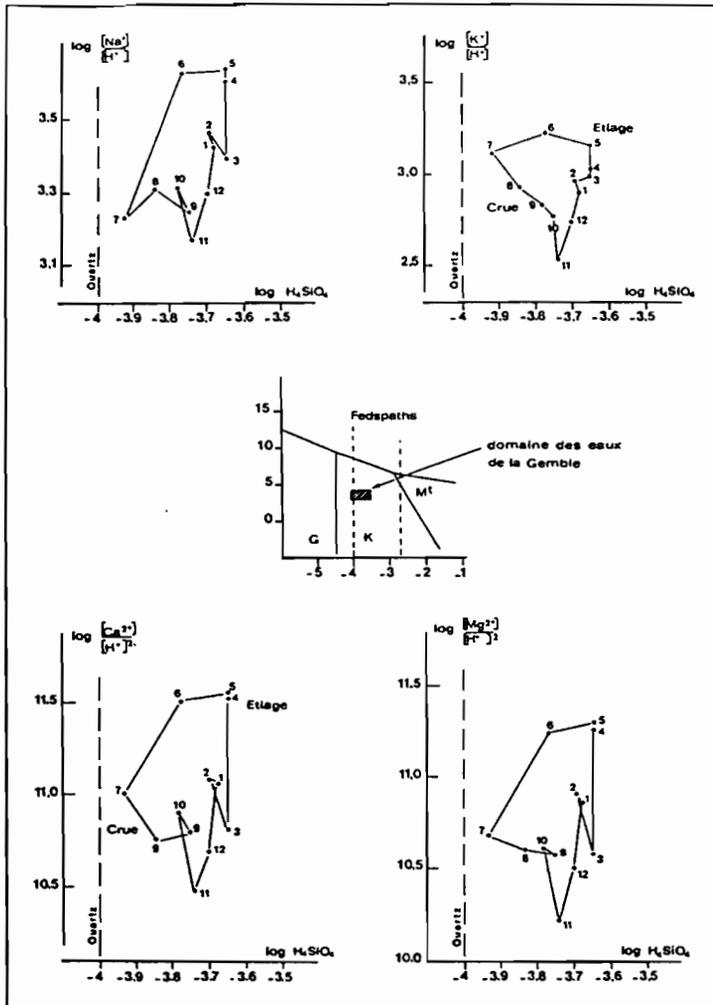
Au fil des saisons, l'évolution de la charge totale et de la concentration des différents éléments dissous suit le schéma classique observé dans les fleuves de la zone tropicale : *les teneurs les plus élevées caractérisent la fin de saison sèche, et les concentrations les plus faibles, le coeur de la saison des pluies.* Dans le cas de la Gambie, les valeurs extrêmes s'établissent à 78 mg/l en mai et à 41 mg/l en août.

Les faibles variations enregistrées d'un mois à l'autre permettent de formuler la remarque importante suivante concernant le suivi méthodologique de la composition chimique des eaux de la Gambie : *une bonne estimation de la minéralisation moyenne annuelle des apports dissous peut être obtenue en effectuant simplement un ou deux prélèvements de contrôle dans les semaines qui suivent le passage de la pointe de crue.*

Les eaux de la Gambie sont, à toutes les époques de l'année, légèrement alcalines (pH moyen de 7,4). Les teneurs anioniques indiquent une prédominance des bicarbonates, de faibles teneurs en chlorures et l'absence de sulfates. Les cations sont essentiellement représentés par les ions calcium et magnésium, à noter les très faibles concentrations en potassium.

2. CONFIRMATION DU CARACTERE MONOSIALLITIQUE DES ALTERATIONS DANS LE BASSIN CONTINENTAL DE LA GAMBIE

Le type d'altération régnant sur le bassin continental de la Gambie est précisée à partir de l'outil thermodynamique décrit dans la troisième partie. Les valeurs logarithmiques des molalités, ayant servies à l'établissement des diagrammes d'équilibre (fig.37), sont reportées dans le tableau 22.



Tous les points représentatifs des eaux s'installent dans le domaine de stabilité de la kaolinite. D'autre part, si les variations saisonnières sont peu importantes, on peut noter tout de même l'existence d'un pseudo-cycle annuel :

- en période d'étiage (d'avril à juin), les eaux évoluent vers le pôle kaolinite/montmorillonite,

- en période de crue (de juil. à sept.), les eaux évoluent, au contraire, vers le pôle kaolinite/gibbsite.

Fig.37. Position des eaux de la Gambie à Gouloumbou dans les diagrammes d'équilibre (numérotation mensuelle).

Finalemment, l'altération régnant sur le bassin continental de la Gambie est de type monosiallitique. Son évolution annuelle suit le schéma classique des altérations kaoliniques en climat tropical : elles s'orientent vers la montmorillonite en saison sèche et vers la gibbsite en saison humide (GAC, 1980).

Tableau 22 : Log molalités caractéristiques des eaux de la Gambie à Kédougou

Mois	log (Na)/(H)	log (K)/(H)	log (Ca)/(H) ²	log (Mg)/(H) ²	log (H ₄ SiO ₄)
Janvier	3,43	2,90	11,08	10,87	- 3,68
Février	3,46	2,97	11,10	10,89	- 3,69
Mars	3,39	3,03	10,81	10,59	- 3,65
Avril	3,61	3,00	11,53	11,27	- 3,65
Mai	3,64	3,16	11,56	11,30	- 3,65
Juin	3,63	3,23	11,52	11,25	- 3,77
Juillet	3,23	3,12	11,01	10,68	- 3,93
Août	3,31	2,93	10,76	10,61	- 3,84
Septembre	3,24	2,76	10,79	10,58	- 3,75
Octobre	3,31	2,83	10,92	10,61	- 3,78
Novembre	3,17	2,52	10,47	10,21	- 3,74
Décembre	3,30	2,73	10,69	10,51	- 3,70

B - COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE LA GAMBIE A KEDOUGOU

1. LA MINERALISATION DES EAUX DE LA CRUE 1986/1987

Pour la période étudiée (du 25/07/1986 au 1/10/1986), la minéralisation moyenne des eaux de la Gambie à Kédougou a été de 37,4 mg/l. La plus forte concentration (46,8 mg/l) a été observée le 7 août et la plus faible (32 mg/l) le 29 septembre. Il est vraisemblable que cette valeur minimum de 32 mg/l situe l'ordre de grandeur de la charge dissoute des eaux les plus diluées qui transitent à Kédougou. En revanche, la concentration maximum de 47 mg/l déterminée pendant la crue est certainement très inférieure à celle qui caractérise les périodes d'étiage. Ceci s'est vérifié à Gouloumbou où les charges dissoutes sont passées de 41-42 mg/l, en août-septembre, à 73-77 mg/l, en avril-mai. Ce type d'évolution est souvent mis en évidence dans les eaux des fleuves de la zone tropicale sèche.

Pour évaluer la composition chimique moyenne des eaux de la Gambie à Kédougou, nous avons recherché le degré de représentativité des seuls mois d'août et de septembre dans la minéralisation annuelle en nous basant sur les résultats obtenus à Gouloumbou (tableau 21 ci-dessus). Pour les constituants principaux (à l'exception de la silice), les concentrations mesurées en période de crue reflètent à 92 % les teneurs moyennes annuelles. *Le "poids" de la crue dans le bilan annuel des flux dissous prend ici toute sa signification. La minéralisation moyenne des eaux de la Gambie à Kédougou est estimée à 41 mg/l.*

2. VARIATIONS JOURNALIERES DES CONCENTRATIONS IONIQUES

Les compositions chimiques journalières des eaux de la Gambie à Kédougou en période de crue figurent en annexe X.

Les eaux de la Gambie à Kédougou sont légèrement basiques

avec des valeurs de pH qui oscillent autour d'un pH "moyen" de 7,4 (le pH de 9,9 pour l'échantillon du 4/08 résulte vraisemblablement d'une contamination au moment du prélèvement).

Les concentrations en silice varient très peu autour d'une teneur moyenne de 10,7 mg/l. L'évolution de la concentration en silice mime celle de la somme cations+silice puisqu'elle y contribue pour près de 62 %.

L'ion calcium évolue parallèlement aux bicarbonates. C'est le cation prédominant dans les eaux de la Gambie (48 %) ; son importance s'explique par sa grande solubilité et son abondance relative dans les roches et les sols.

Les teneurs en magnésium et sodium varient peu autour de leurs concentrations moyennes respectives de 1,32 mg/l et de 1,15 mg/l ; comme à Gouloumbou, le potassium est le cation le moins abondant.

Les ions bicarbonates sont, en toutes saisons, les formes anioniques dominantes en contribuant pour près de 50 % à la minéralisation totale des solutions. La faible variabilité des teneurs en chlorures indique que les eaux du bassin sont très peu affectées par l'influence océanique.

C - EVOLUTION AMONT-AVAL DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE LA GAMBIE. COMPARAISON AVEC D'AUTRES RIVIERES DU CONTINENT AFRICAIN ET LA MOYENNE MONDIALE

1. EVOLUTION AMONT-AVAL DES EAUX DE LA GAMBIE

Au cours de leur cheminement entre le massif du Fouta Djallon et la station de Gouloumbou, les eaux de la Gambie se concentrent légèrement : leur minéralisation passe de 37 mg/l sur les têtes de bassin à 45 mg/l à l'exutoire aval (tableau 23). Le facteur moyen de concentration de 1,2 diffère d'un constituant à l'autre ; il est, par ordre décroissant, de 2 pour les chlorures et le potassium, de 1,8 pour le sodium, de 1,6 pour le calcium, de 1,4 pour les bicarbonates et de 1,3 pour le magnésium. En revanche, la teneur en silice diminue d'environ 30 %.

Enfin, de légèrement acides dans le cours supérieur, les eaux de la Gambie deviennent faiblement basiques au cours de leur itinéraire vers l'aval.

2. EVOLUTION AMONT-AVAL DES EAUX ISSUES DU FOUTA DJALON

Pour les eaux du fleuve Sénégal, entre le bassin amont guinéen et la station de Bakel, exutoire du bassin continental, l'évolution amont-aval de leur composition chimique moyenne est identique à celle de la Gambie (tableau 23). Ce caractère semble donc être une constante des eaux issues du Fouta Djallon.

Afin de comparer avec les résultats obtenus dans la troisième partie et pour généraliser aux eaux issues du Fouta Djallon, nous avons calculé la composition chimique moyenne des eaux du Nord Fouta, (2) du tableau 23 correspondant à la partie

drainée par la Gambie et le Sénégal. Ce calcul a été mené à partir de la composition chimique des eaux déterminée aux exutoires respectifs de Gouloumbou et de Bakel en pondérant les différentes concentrations ioniques par l'importance relative des écoulements des deux fleuves.

Tableau 23 : Evolution amont-aval de la composition chimique moyenne des eaux de la Gambie et du Sénégal

Bassin	GAMBIE			SENEGAL		NORD FOUTA	
	Haut bassin	Kédou-gou	Gouloum-bou	Haut bassin	Bakel	(1)	(2)
pH	6,9	7,4	7,4	6,9;	7,5	6,8	7,5
Cond.	0,031	0,037	0,048	0,034	0,065	0,029	0,060
HCO ₃ ⁻	0,286	0,351	0,413	0,328	0,380	0,270	0,388
Cl ⁻	0,016	0,016	0,032	0,019	0,059	0,010	0,051
SO ₄ ²⁻	-	-	-	-	0,005	-	0,004
Ca ²⁺	0,068	0,087	0,109	0,076	0,090	0,061	0,095
Mg ²⁺	0,049	0,059	0,065	0,062	0,074	0,049	0,071
K ⁺	0,015	0,024	0,030	0,018	0,046	0,016	0,041
Na ⁺	0,043	0,054	0,077	0,056	0,083	0,047	0,081
SiO ₂	0,224	0,179	0,160	0,212	0,139	0,199	0,144
Charge	37,0	40,9	44,8	40,0	43,2	34,4	43,5

Conductivité en mS/cm à 25 °C, concentrations en mmole/l et charge en mg/l

(1) composition chimique moyenne des eaux guinéennes du Nord Fouta

(2) composition chimique moyenne des eaux de la Gambie à Gouloumbou et du Sénégal à Bakel

Il apparaît clairement (tableau 23) que *le chimisme des eaux issues du Fouta Djallon, entre leur sortie du massif (1) et leur passage aux exutoires des bassins amont (2), évolue de manière constante, à savoir : augmentation des teneurs ioniques, perte de silice dissoute et légère hausse du pH.*

3. COMPARAISON AVEC D'AUTRES RIVIERES AFRICAINES ET MONDIALES

Les compositions chimiques des eaux de la Gambie et du Sénégal sont semblables. Ces deux fleuves véhiculent des eaux peu minéralisées comparativement à celles des autres rivières de l'Ouest Africain, ou encore, à celles de la moyenne africaine ou de la moyenne mondiale (tableau 24).

La figure 38 représente l'évolution des concentrations des constituants majeurs des eaux de quelques rivières en fonction de la charge totale en solution. Plusieurs points importants méritent d'être soulignés :

- l'évolution de la concentration des solutions est essentiellement due à l'augmentation des teneurs en bicarbonates, en calcium et, à un degré moindre, en magnésium et sodium ;

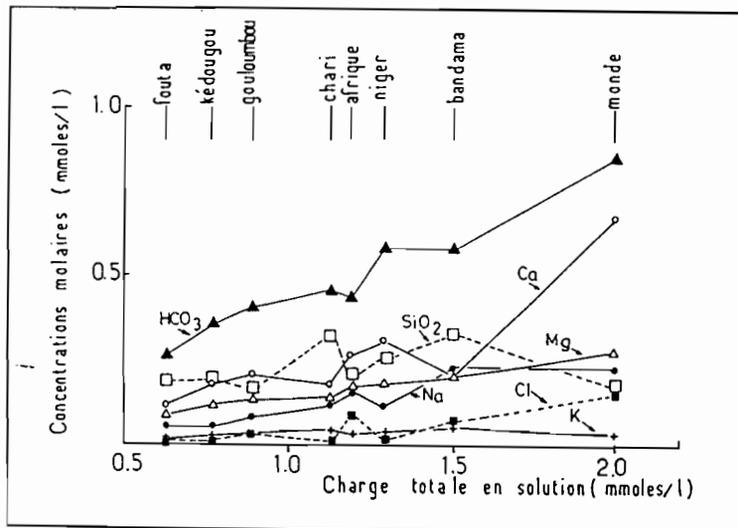


Fig.38. Evolution de la concentration des éléments en solution en fonction de la minéralisation totale.

celles du chlore et, peut-être, du magnésium, mais leur évolution dans le temps ne semble obéir à aucun déterminisme particulier ;

- le potassium est l'élément le plus constant au niveau africain et, apparemment, mondial ; cette caractéristique de stabilité sur les valeurs moyennées a déjà été soulignée par MEYBECK (1984) sur les eaux des pays tempérés.

- le calcium et la silice évoluent en sens inverse ; cette constatation met en évidence leur dualité lithologique : le calcium résulte essentiellement de la dissolution des roches calcaires et la silice de l'hydrolyse des minéraux silicatés des roches granitiques, granito-gneissiques et gréseuses...;

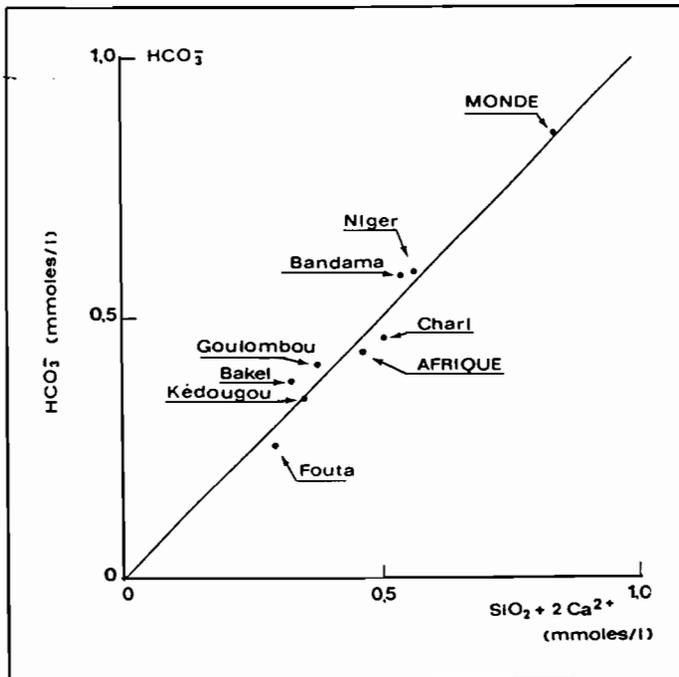
- les teneurs en sodium semblent être corrélées à

Tableau 24 : Compositions chimiques des eaux de la Gambie et du Sénégal (ORANGE, 1986 ; BAMBA, 1987), du Niger (IMEVBORE, 1970), du Bandama (MONNET, 1972), du Chari (GAC, 1980), du Nil (COCHE et BALON, 1974), de l'Afrique et du Monde (MEYBECK, 1979)

Fleuve	Gambie amont	Sénégal amont	Niger	Bandama	Chari	Nil	Afrique	Monde
pH	7,4	7,5	-	-	7,0	-	-	-
Cond.	0,048	0,065	-	-	-	-	-	-
HCO ₃ ⁻	0,413	0,380	0,590	0,582	0,461	2,197	0,438	0,852
Cl ⁻	0,032	0,059	0,023	0,071	0,014	0,217	0,094	0,162
SO ₄ ²⁻	-	-	0,024	0,022	0,004	0,094	0,037	0,086
Ca ²⁺	0,109	0,090	0,153	0,103	0,088	0,625	0,131	0,335
Mg ²⁺	0,065	0,074	0,090	0,103	0,073	0,288	0,088	0,138
K ⁺	0,030	0,046	0,038	0,056	0,045	0,103	0,036	0,033
Na ⁺	0,077	0,083	0,117	0,230	0,120	0,739	0,165	0,224
SiO ₂	0,161	0,139	0,258	0,331	0,331	0,351	0,201	0,174
Charge mm/l	0,887	0,876	1,293	1,498	1,136	4,614	1,190	2,004
mg/l	44,8	43,2	67,0	74,0	57,8	224,7	57,8	99,6

Conductivité en mS/cm à 25 °C, concentrations en mmole/l

La concentration en bicarbonates dans les eaux drainant des aires continentales constitue un véritable marqueur de la quantité de CO_2 neutralisée ou consommée par les processus d'altération des roches. En effet, leur origine est double : ils résultent d'une part, de l'action combinée du CO_2 de l'atmosphère, des sols et des eaux météoriques sur les minéraux silicatés, et, d'autre part, de la dissolution des minéraux carbonatés.



Cette altération différentielle des roches mères suivant leur nature siliceuse ou carbonatée a été mise en évidence à l'échelle mondiale par MEYBECK (1984). Elle apparaît de façon significative sur la figure 39 où les teneurs en bicarbonates sont étroitement liées à la somme des teneurs respectives en silice et en calcium.

Fig.39. Relation entre les teneurs en bicarbonates et la somme molaire silice/2 calcium.

D - ESTIMATION DES FLUX DISSOUS ANNUELS A KEDOUGOU ET IMPORTANCE DE L'ALTERATION CHIMIQUE EN HAUTE GAMBIE

La seule démarche envisageable pour évaluer, de manière très approximative, les exportations en éléments dissous à Kédougou, est d'admettre qu'à l'échelle mensuelle l'évolution des concentrations présente une grande similitude avec celle observée à la station de Goulombou. Notre approche a donc consisté à prendre en compte, dans un premier temps, les valeurs analytiques d'août et de septembre enregistrées à Kédougou (période réelle de mesures) et d'extrapoler ensuite au cycle tout entier à partir des résultats obtenues à Goulombou par LO en 1984.

Pour le cycle hydrologique 1986/1987 qui a donné lieu à un écoulement de $1,58 \cdot 10^9 \text{ m}^3$, on aboutit à une estimation des flux dissous de l'ordre de 64 500 tonnes, ce qui correspond à une concentration moyenne en solution de 41 mg/l.

Le bassin de la haute Gambie à Kédougou couvre une superficie de 7500 km^2 , le taux d'érosion chimique serait donc d'environ $8,6 \text{ T/km}^2/\text{an}$. Il serait bien plus élevé que les taux respectifs calculés pour la Gambie à Goulombou ($1,0 \text{ T/km}^2/\text{an}$) par LO (1984), pour le Sénégal à son embouchure ($1,85 \text{ T/km}^2/\text{an}$) par GAC & KANE (1986) et pour le Sénégal à Bakel ($0,87 \text{ T/km}^2/\text{an}$) par ORANGE (1986).

En conclusion, la charge dissoute de la Gambie serait essentiellement acquise dans le cours supérieur. Les provinces de l'aval situées entre Kédougou et Gouloumbou ne constitueraient que des sites privilégiés de piégeage et de relargage en substances dissoutes, apports et pertes s'équilibrant annuellement.

III - LES FLUX DE MATIERES EN SUSPENSION DANS LA GAMBIE

Les premières mesures sur les transports solides à Gouloumbou et à Kédougou ont été réalisées par LERIQUE (1975) dans le cadre du projet de mise en valeur du fleuve Gambie. Les observations ont ensuite été reprises en 1979 avec la mise en place par l'ORSTOM d'un vaste programme sur le couple érosion-sédimentation avec comme champ d'investigation les hauts bassins du Sénégal et de la Gambie.

A Gouloumbou, le suivi des apports de matières particulaires a, dans un premier temps, été hebdomadaire (de 1979 à 1981) puis quotidien lors des crues de 1982 et 1983, et, enfin, des contrôles réguliers ont été assurés tous les trois jours pendant les hivernages de 1985 et de 1986.

A Kédougou, les mesures de turbidité des eaux de la Gambie ont été limitées aux deux crues de 1974 et de 1986.

A - LE PROTOCOLE DE PRELEVEMENT ET DE TRAITEMENT DES MATIERES EN SUSPENSION

Il existe de nombreuses techniques de mesures des flux détritiques d'origine continentale. Les plus sophistiquées associent, sur toute la section du fleuve, l'échantillonnage des particules et les mesures de la vitesse du courant ; les plus rudimentaires se résument à une prise calibrée d'un volume d'eau à proximité de la rive du fleuve. Les conditions idéales sont onéreuses et difficiles à réaliser lorsque le programme s'étend à tout un fleuve ; en revanche, les prélèvements proches des berges sont peu représentatifs. La nécessité de contrôler de manière satisfaisante plusieurs sites, parfois très éloignés les uns des autres, a déterminé le choix d'un protocole de mesures particulier.

Chaque prélèvement quotidien a consisté en une prise d'eau de 50 litres à l'aide d'une bouteille à renversement de un litre munie d'un messenger. En fonction de la position du plan d'eau, les échantillons ont été collectés à différentes profondeurs sur cinq ou sept profils transversaux. Quelques déterminations de la turbidité ont cependant été réalisées selon la méthode préconisée par BILLON (1968) : elle consiste, lorsque jaugeages et prélèvements sont effectués simultanément, à fixer entre le moulinet et le saumon un tuyau couplé à une pompe Japy.

Le traitement *in-situ* consiste à ramener rapidement à un litre, le volume représentatif à acheminer vers le laboratoire. On procède d'abord, à partir des 50 litres recueillis, à une

première décantation par addition de 5 cc d'acide chlorhydrique puis, le lendemain, au siphonnage de l'eau claire surnageante à l'aide d'un tube recourbé. Le volume résiduel (environ 10 litres) est transvasé dans une dame-jeanne transparente qui permet, 24 heures plus tard, de visualiser le niveau de décantation et de procéder à la dernière opération de siphonnage. Les flacons de un litre sont ensuite transférés au laboratoire : les matières en suspension sont recueillies par centrifugation (en moyenne, quatre lavages successifs à l'eau distillée) puis séchées à 60 °C et pesées.

B - EVOLUTION DE LA TURBIDITE DES EAUX DE LA GAMBIE A GOULOUMBOU ESTIMATION DES FLUX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION

1. VARIATIONS DE LA CHARGE SOLIDE

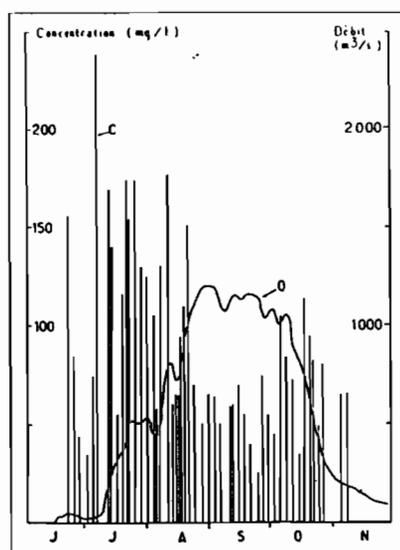
La liste exhaustive de toutes les mesures de la charge solide des eaux de la Gambie à Gouloumbou figure en annexe XI.

Les observations, d'une densité inégale chaque année, portent sur 9 crues (1974 et de 1979 à 1986). Avant de décrire d'une manière détaillée l'évolution de la turbidité au cours de chaque crue, il nous a paru utile pour fixer les idées, de préciser les concentrations maximales observées :

<u>1974</u> : 240 mg/l	<u>1981</u> : 191 mg/l	<u>1984</u> : 163 mg/l
<u>1979</u> : 258 mg/l	<u>1982</u> : 370 mg/l	<u>1985</u> : 195 mg/l
<u>1980</u> : 186 mg/l	<u>1983</u> : 266 mg/l	<u>1986</u> : 250 mg/l

A titre purement indicatif, la concentration maximale moyenne serait de l'ordre de 235 mg/l.

a) Cycle hydrologique 1974/1975



Les observations ont été réalisées par LERIQUE (1975). Les variations de la turbidité et des débits sont illustrés par la figure 40.

Les plus fortes turbidités accompagnent les premières impulsions de la crue. C'est la phase d'érosion précoce : elle correspond au lessivage des versants par les premières averses et aux apports prépondérants du ruissellement superficiel. Pendant le mois de juillet et la première quinzaine d'août, presque toutes les concentrations sont supérieures à 100 mg/l ; la charge solide maximale de 240 mg/l a été observée le 8/07/74.

Fig.40. Evolution de la charge solide (en mg/l) et des débits (en m³/s) à Gouloumbou en 1974 (LERIQUE, 1975).

Les concentrations se stabilisent ensuite entre 50 et 80 mg/l jusqu'à la mi-octobre. Une reprise tardive des écoulements peut venir momentanément renforcer, sur de courtes périodes, la

turbidité qui va ensuite décroître régulièrement pendant toute la durée de l'étiage.

b) Cycle hydrologique 1979/1980

L'échantillonnage hebdomadaire a été très insuffisant surtout en période de crue (aucune information n'est disponible sur la charge solide des premiers écoulements de juillet).

La valeur maximale de 258 mg/l mesurée le 27/08/79 est vraisemblablement inférieure à la réalité. La turbidité des eaux diminue dès le mois de novembre lorsque le fleuve amorce sa décrue. De janvier à juin, les concentrations varient très peu autour d'une valeur moyenne de 15 à 20 mg/l.

c) Cycle hydrologique 1980/1981

Le programme de prélèvements a été plus complet (tous les 3-4 jours pendant la crue et, ensuite, hebdomadaire jusqu'à l'arrivée du cycle suivant). Le mois d'août a enregistré des concentrations supérieures à 100 mg/l avec une turbidité maximale de 186 mg/l le 15 août (fig.41). Comme pour le cycle précédent, les eaux de la première onde de crue, en juillet, n'ont pas été échantillonnées.

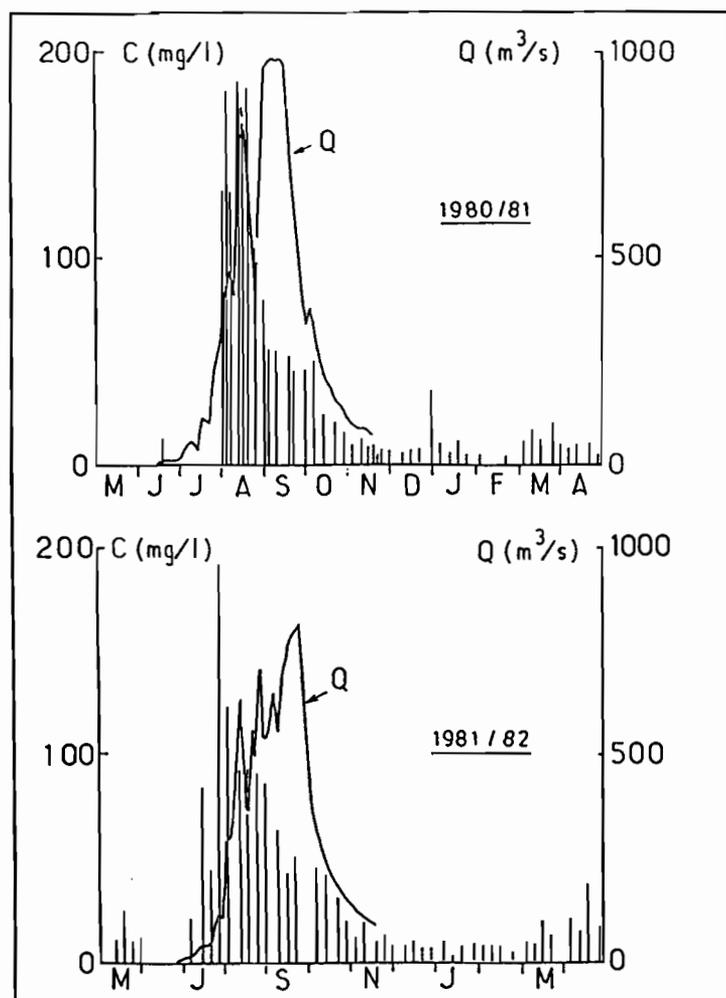


Fig.41. Evolution de la charge solide (C) et des débits (Q) de la Gambie à Gouloumbou (cycle 1980/81 et 1981/82).

En fin de cycle, les turbidités oscillent entre 10 et 20 mg/l.

d) Cycle hydrologique 1981/1982

Les mesures ont été de nouveau effectuées à un rythme hebdomadaire pendant la quasi-totalité du déroulement du cycle. La première onde de crue en juillet a déterminée les plus fortes concentrations de matières en suspension : le maximum de 191 mg/l a été observé le 28/07/81 (fig.41). On retrouve pendant la période d'étiage les concentrations habituelles de 10 à 20 mg/l.

e) Cycle hydrologique 1982/1983

Les premiers écoulements engendrant les plus fortes charges de

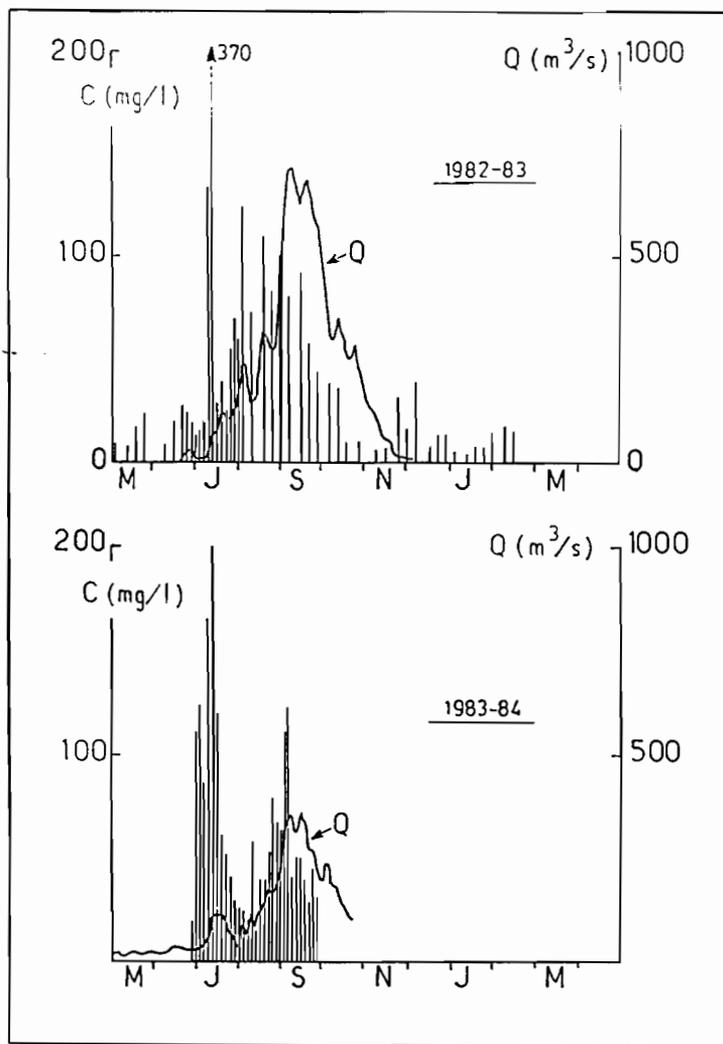


Fig.42. Evolution de la turbidité (C) et des débits (Q) de la Gambie à Goulombou (cycles 1982/83 et 1983/84).

classique des événements : le maximum de la charge solide précédant toujours le maximum des écoulements (fig.42). La concentration maximale de 266 mg/l a été mesurée le 10/07/83. Des charges solides relativement fortes ont été observées dans les jours précédents : 110 mg/l (le 30/06), 123 mg/l (le 1/07), 124 mg/l (le 3/07) et 165 mg/l (le 4/07). Les turbidités ont diminué en août pour augmenter de nouveau avec le passage de la pointe de crue en septembre mais les concentrations atteintes sont restées très nettement inférieures à celles obtenues pendant la première montée des eaux en juillet.

g) Cycles hydrologiques 1984/1985, 1985/1986, 1986/1987

Au cours de ces trois cycles successifs, les observations ont été limitées à la période de crue avec un programme de prélèvements tous les trois jours (fig.43).

Les turbidités maximales relevées ont été respectivement de 163 mg/l le 10/08/84, de 195 mg/l le 10/07/85 et de 250 mg/l le 7/09/86.

matières en suspension, le programme de prélèvements a été modifié pendant ce cycle. La station de contrôle a été mise en place le 22 juin avec comme objectif principal le suivi journalier dès l'apparition de la nouvelle onde de crue (fig.42).

La plus forte charge solide (370 mg/l) observée a eu lieu au cours de ce cycle le 11/07/82. Elle confirme la capacité érosive des premiers écoulements.

f) Cycle hydrologique 1983/1984

Il a fait l'objet des travaux de LO (1984) qui a maintenu permanente la station de Goulombou et journalier le programme de prélèvements.

Cet auteur a une nouvelle fois mis en évidence la chronologie

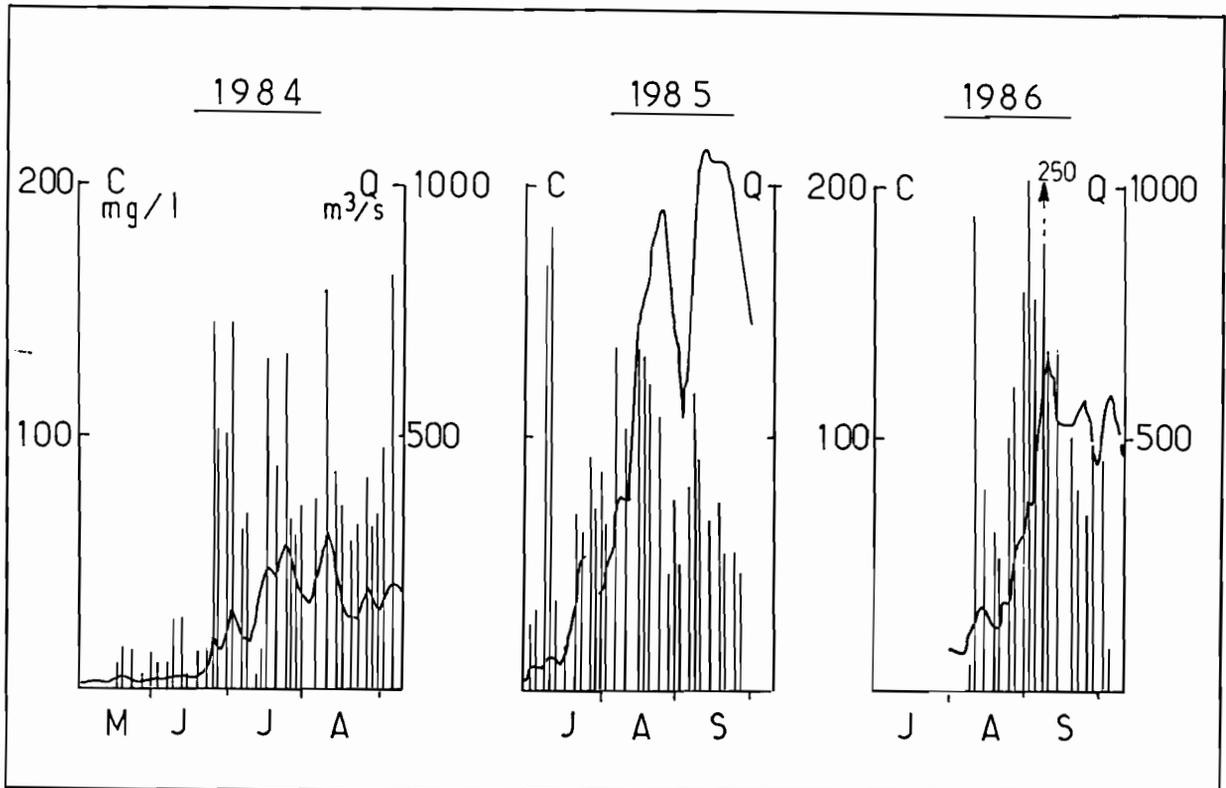


Fig.43. Evolution de la turbidité et des débits de la Gambie à Gouloumbou (cycles 1984/85, 1985/86, 1986/87).

h) Conclusion

L'étude de l'évolution de la turbidité des eaux de la Gambie, à l'exutoire de son bassin continental, au cours de neuf cycles hydrologiques permet de tirer les enseignements suivants :

- *la première onde de crue est la plus érosive.* Les sols après une longue saison sèche sont sans végétation et sont exposés à la battance des premières averses ;

- *au cours d'un cycle hydrologique, trois grands évènements se succèdent dans un ordre chronologique immuable : maximum de la charge solide, maximum des écoulements et maximum de la charge soluble. Il n'existe donc pas de relation simple entre la concentration de matières en suspension et l'abondance des écoulements, comme c'est le cas pour la charge dissoute ;*

- la troisième remarque concerne la *grande variabilité des turbidités au début des écoulements* et le temps nécessaire pour qu'elles deviennent significatives. C'est là que se situe la difficulté majeure pour appréhender les mécanismes qui déterminent l'acquisition de la charge solide par les fleuves des régions tropicales.

2. APPROCHE DES MECANISMES D'ACQUISITION DE LA CHARGE SOLIDE, EVALUATION DE L'IMPORTANCE DU RUISSELLEMENT SUPERFICIEL

Pour tous les cycles étudiés, l'évolution de la charge solide présente la même physionomie : *une phase d'érosion précoce* qui, en règle générale, s'étend sur 1/12 de l'année, *une phase d'érosion tardive* qui correspond au passage de la crue

pendant 2/12 de l'année, et enfin, *une longue période d'alluvionnement* (9/12 de l'année) pendant laquelle le fleuve perd de sa compétence et ne véhicule plus que des eaux faiblement turbides.

Au cours de la première phase, les variations de la charge solide sont importantes et rapides. Elles dépendent de la force érosive des averses, de la reprise des laissés de crue, et donc, de l'état du bassin à la suite de la saison des pluies précédente. Par conséquent, la réponse d'un bassin au cours de la phase d'érosion précoce ne dépend pas seulement de la crue annuelle : elle est aussi fonction de l'empreinte de l'année antérieure. Les relations entre concentrations et débits sont complexes.

La seconde période est plus "calme", l'amplitude des variations s'atténue. Elle traduit, selon GAC & KANE (1986), les possibilités réelles de la crue qui se déroule. Ces deux auteurs ont suggéré de schématiser les impulsions observées dans les turbidités sous la forme d'un empilement de courbes-enveloppes sur un diagramme concentration-débit (fig.44). Ils ont ensuite

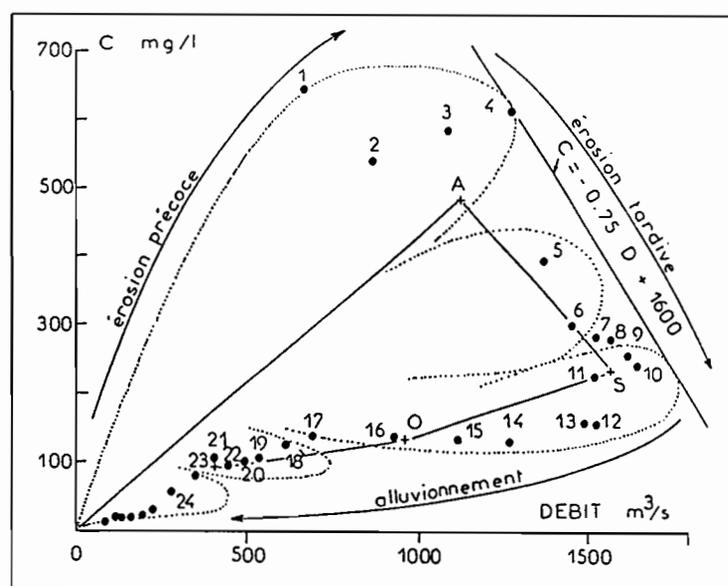


Fig.44. Relation schématique entre charge solide et débit.

fait l'hypothèse que la tangente à ces courbes-enveloppes (différentes pour chaque crue) pouvait avoir une signification précise liée à l'érosion des sols et aux formes d'écoulement du ruissellement superficiel : le tracé de cette tangente permettrait de fixer l'ordre de grandeur de la charge solide initiale des tous premiers ruissellements sur les têtes de bassins, et celui du débit maximum de la pointe de crue pour lequel la concentration en suspension serait nulle.

Cette charge solide initiale et maximale des toutes premières étapes du ruissellement a été évaluée à 1 g/l pour le bassin du Chari (GAC, 1980), et à 1,6 g/l pour l'ensemble du Sénégal (GAC & KANE, 1986). Pour le haut Sénégal, limité à Bakel, ORANGE (1986) a proposé les valeurs de 1,4 g/l pour la crue de 1984 et de 3,2 g/l pour celle de 1985. Ce type d'approche, appliqué aux crues de la Gambie, fixe cette concentration à 0,5 g/l.

Cette valeur très approximative de la charge solide acquise au moment où l'érosion des versants s'amorce, permet d'évaluer la contribution du ruissellement dans l'écoulement total du bassin. En effet, le bilan des flux de matières particulières à l'exutoire d'un bassin est donné par

l'équation :

$$V_{ex} \cdot C_{ex} = V_{ruiss} \cdot C_{ruiss} + V_{sout} \cdot C_{sout}$$

où : V_{ex} correspond au volume total des écoulements enregistrés à l'exutoire, V_{ruiss} et V_{sout} sont les volumes d'eau des contributions respectives du ruissellement et de l'apport souterrain.

C_{ex} est la turbidité mesurée à l'exutoire, C_{ruiss} la charge solide maximale du ruissellement, et C_{sout} la concentration de matières en suspension dans les eaux en provenance de l'écoulement hypodermique ou des aquifères.

On admet que la charge solide des aquifères C_{sout} est nulle, et, que, dans le cas de la Gambie, C_{ruiss} est égal à 500 mg/l (valeur fixée ci-dessus). L'équation devient alors :

$$V_{ruiss} = V_{ex} \cdot C_{ex} / 500$$

Les volumes d'eau journaliers à l'exutoire V_{ex} sont connus, et, les valeurs de C_{ex} correspondent aux différentes mesures de la charge solide réalisée à la station.

L'importance mensuelle des volumes ruisselés, calculée pour le cycle hydrologique 1982/1983, est la suivante (en millions de m³) :

Mois	Volume total	Volume ruisselé	V_{ruiss}/V_{ex}
Juillet	185	25	13,5 %
Août	653	101	15,5 %
Septembre	1649	242	14,7 %
Octobre	765	42	5,5 %
Novembre	224	5	2,2 %

Pour l'ensemble de ce cycle hydrologique qui a donné lieu à un écoulement de 3,36 milliards de m³, le volume ruisselé serait de l'ordre de 0,42 milliards de m³, soit environ 10,8 % du volume total ; les mois d'août et de septembre totalisent à eux seuls près de 82 % de l'écoulement superficiel.

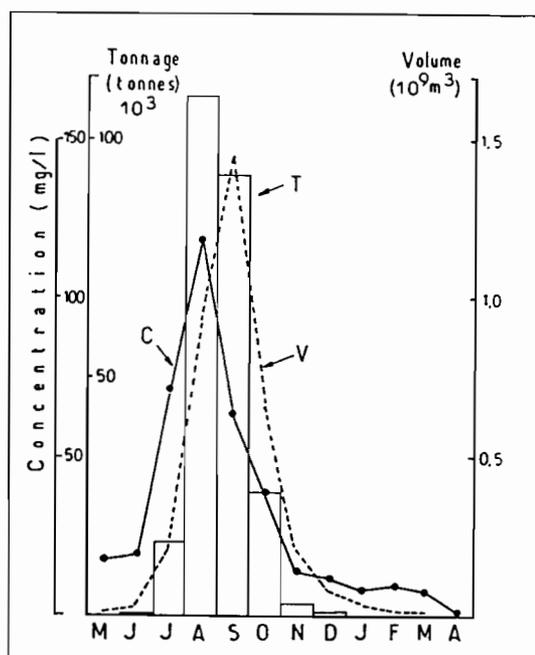
3. FLUX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION A GOULOUMBOU. BILAN DE L'EROSION MECANIQUE SUR LE BASSIN CONTINENTAL DE LA GAMBIE

Les flux détritiques particuliers s'obtiennent de manière classique par la formule $M = C \cdot V$ avec M le flux journalier en tonnes, C la charge solide quotidienne et V le volume d'eau.

De 1979 à 1984, le tonnage moyen de matières en suspension transportées annuellement par les eaux de la Gambie s'est élevé à 250 000 tonnes (tableau 25). Les quatre mois de la saison des pluies (de juillet à octobre) totalisent près de 95 % du flux détritique annuel. A eux seuls, les mois d'août et de septembre voient transiter à la station plus de 80 % des matériaux particuliers (fig.45).

Tableau 25 : Flux mensuels et annuels (en tonnes) de matières en suspension à Gouloumbou

Cycle	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	Moyenne	%
Mai	-	40	720	560	30	340	0,1
Juin	70	140	800	1260	1040	660	0,3
Juil.	-	-	15800	12500	17300	15200	6,1
Août	111200	236100	120100	64700	16400	109700	43,9
Sept.	95000	110000	98700	118000	43000	92900	37,2
Octo.	58400	19600	23800	20900	8040	26100	10,5
Nov.	7100	1900	2640	2570	1040	3100	1,2
Dec.	1200	630	770	2060	280	990	0,4
Janv.	720	260	340	330	90	350	0,1
Fev.	340	30	190	510	70	230	0,1
Mars	130	110	360	-	40	160	<0,1
Avril	-	30	750	-	30	30	<0,1
Année	(274600)	(368840)	264970	(223390)	87360	249760	100



La turbidité moyenne des eaux de la Gambie à Gouloumbou est de 67 mg/l et l'ablation mécanique de 6,7 T/km²/an.

Fig.45. Bilan mensuel (de 1979 à 1984) de l'érosion mécanique de la Gambie à Gouloumbou (V volume, C concentration, T flux détritique).

4. L'IMPORTANCE ACTUELLE DE L'EROSION DANS LE FOUTA DJALON

Les fleuves Sénégal et Gambie drainent toute la partie nord orientale du massif du Fouta Djallon, considéré comme le "château d'eau" de l'Afrique de l'Ouest. L'ampleur des phénomènes d'érosion qui l'affectent à l'heure actuelle, est évalué à partir des flux de particules mesurés aux deux stations de Bakel et de Gouloumbou.

Pour la période 1979-1984, le volume d'eau moyen annuel déversé par les deux fleuves a été de 14,1 milliards de m³. Le Sénégal contribue pour 74 % à cet apport global, et, ses eaux sont plus turbides (179 mg/l) que celles de la Gambie (67 mg/l).

Les deux fleuves réunis drainent donc, du Fouta Djallon, des eaux ayant une concentration moyenne en suspension de 150 mg/l. Les flux moyens de matériaux s'élèvent à 2,1 millions de tonnes dont 88 % franchissent le seuil de Bakel et 12 % celui de Goulombou (tableau 26).

Tableau 26 : Caractéristiques de l'érosion mécanique moyenne sur les hauts bassins du Sénégal et de la Gambie entre 1979 et 1984

Mois	GAMBIE (Goulombou)			SENEGAL (Bakel)			Apports du Fouta-Djallon(NE)		
	Volume	Turbidité	Tonnage	Volume	Turbidité	Tonnage	Volume	Turbidité	Tonnage
Mai	0,019	17,5	0,34	0,001	22,5	0,02	0,020	18,0	0,36
Juin	0,034	19,5	0,66	0,091	332,9	30,26	0,125	247,4	30,92
Juillet	0,213	71,3	15,20	6,910	336,5	306,10	1,123	286,1	321,30
Août	0,926	118,5	109,70	3,321	227,7	756,00	4,247	203,8	865,70
Septembre	1,462	63,6	92,90	3,692	169,7	626,60	5,154	139,6	719,50
Octobre	0,664	39,4	26,10	1,449	77,4	112,16	2,113	65,4	138,26
Novembre	0,220	13,9	3,10	0,550	36,1	19,85	0,770	29,8	22,95
Décembre	0,079	12,5	0,99	0,224	32,7	7,33	0,303	27,5	8,32
Janvier	0,039	8,9	0,35	0,100	30,6	3,05	0,139	24,5	3,40
Février	0,023	9,9	0,23	0,035	31,8	1,13	0,058	23,4	1,36
Mars	0,019	8,2	0,16	0,009	21,9	0,20	0,028	12,9	0,36
Avril	0,017	1,6	0,03	0,004	25,3	0,09	0,021	5,7	0,12
Année	3,715	67,2	249,76	10,386	179,4	1862,79	14,10	149,8	2112,55

(volumes en milliards de m³, turbidité en mg/l et flux détritiques en milliers de tonnes)

Le taux d'érosion des horizons supérieurs des sols des deux bassins sont identiques : de 6 à 6,5 T/km²/an. En admettant une densité moyenne de 2,0 pour les sols et une homogénéité de réponse de toutes les régions des bassins, les processus d'érosion se traduisent à l'heure actuelle par une ablation de 0,003 mm/an ou de 3mm par millénaire.

C - EVOLUTION DE LA TURBIDITE DES EAUX DE LA GAMBIE A KEDOUGOU, ESTIMATION DES FLUX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION

1. VARIATIONS DE LA CHARGE SOLIDE

Les turbidités des eaux de la Gambie à Kédougou n'ont été mesurées qu'au cours de deux crues : en 1974 par LERIQUE (1975) et en 1986 par BAMBA (1987). Les résultats de ces observations sont rassemblés en annexe XI.

L'évolution des concentrations au cours des deux crues est tout à fait dissemblable.

a) Cycle hydrologique 1974/1975

Les premiers écoulements ont eut lieu au cours de la première semaine de juillet. Les charges solides, qui oscillaient fin juin entre 20 et 30 mg/l, se sont rapidement élevées en juillet pour atteindre la valeur maximale

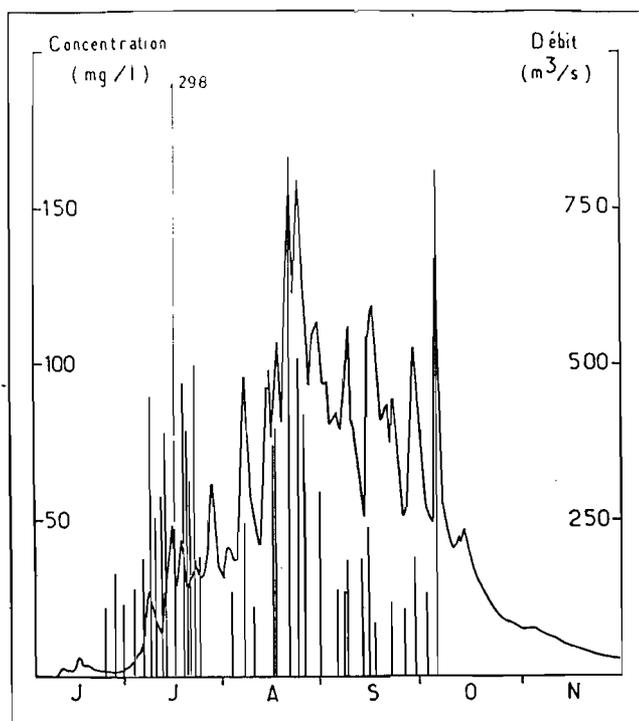


Fig. 46. Evolution de la turbidité et des débits des eaux de la Gambie à Kédougou en 1974 (LERIQUE, 1975).

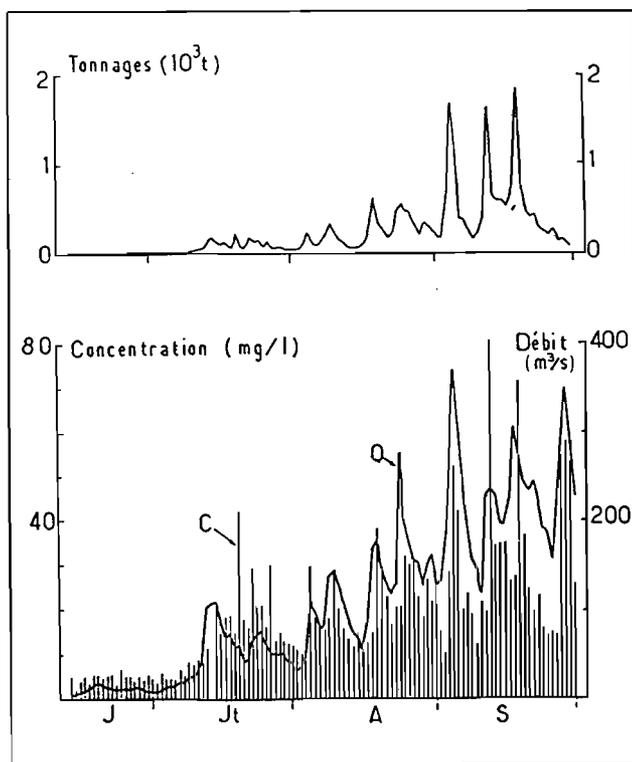


Fig. 47. Evolution de la turbidité et des débits de la Gambie à Kédougou de juin à septembre 1986 (BAMBA, 1987).

de 298 mg/l le 16/07. Les concentrations se sont ensuite stabilisées entre 50 et 100 mg/l, à l'exception des deux événements du 21/08 et du 5/10 où des turbidités de 168 mg/l et de 163 mg/l ont été enregistrées (fig.46).

b) Cycle hydrologique 1986/1987

Les variations de la charge solide ont été suivies quotidiennement du 12/06 au 30/09/86. Cette crue présente deux particularités :

- contrairement aux observations habituelles, les plus fortes turbidités n'ont pas été observées lors des premiers écoulements. La concentration maximum de 81 mg/l a été mesurée le 12/09, huit jours après le passage de la pointe de crue, et des maxima secondaires ont été notés à chaque recrudescence des débits en août et en septembre (fig.47) ;

- le deuxième fait qui mérite d'être souligné réside dans les très faibles concentrations mesurées. Les premiers flots de juillet fournissent des charges solides invariables entre 15 et 20 mg/l, et les multiples reprises de débits en août et septembre ne se sont traduites que par des concentrations de l'ordre de 30 à 40 mg/l.

Au stade de nos observations, le caractère singulier de cette crue paraît difficilement explicable. Aucun argument ne peut venir étayer l'hypothèse d'un ralentissement des processus d'érosion sur les parties amont du bassin : en effet, les flux

détritiques du Sénégal n'ont pas été profondément modifiés pendant cette période. La seule possibilité envisageable serait de dissocier les trois branches-mères du Sénégal (Falémé, Bafing et Bakoye) et d'admettre que leurs bassins respectifs ont des comportements très différents face aux processus d'érosion. Ceux de la Gambie, de la Falémé et du Bafing, trois fleuves qui ont en Guinée des aires d'alimentation communes, seraient très résistants aux mécanismes de l'ablation mécanique, et, l'essentiel des apports de matières en suspension du Sénégal serait, par exemple, assujéti à la vulnérabilité des sols et des versants drainés par le Bakoye. On peut supposer également que les suspensions enregistrées au bief de Bakel proviennent du plateau Mandingue drainé principalement par le Bafing et le Bakoye dans leur cours moyen.

2. ESTIMATION DES FLEX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION

Les observations trop fragmentaires sur la turbidité des eaux de la Gambie à Kédougou n'autorisent pas une évaluation, même approximative, des transits mensuels de matières en suspension. Pour les périodes de crue, caractérisées par une grande variabilité journalière de la turbidité, les données manquantes ont été arbitrairement calculées en tenant compte des mesures qui les encadrent. Les résultats obtenus figurent dans le tableau 27.

Tableau 27 : Bilan hydrologique et bilan des transports solides de la Gambie à la station de Kédougou

Mois	1974			1986		
	V	C	T	V	C	T
Juin	22,0	25,9	0,6	24,4	4,0	0,1
Juillet	372,3	80,6	30,0	118,5	17,5	2,1
Août	1186,5	85,5	101,5	325,3	22,2	7,2
Septembre	1106,8	36,2	40,1	593,7	34,4	20,4
Octobre	543,7	49,3	26,8	-	-	-
Total	3231,3	61,6	199,0	1061,9	28,1	29,8

V : volume en millions de m³, C : charge solide en mg/l, T : flux détritique en tonnes

La crue de 1974, avec un écoulement trois fois plus important et une turbidité double par rapport à celle de 1986, a véhiculé 6 fois plus de matériaux. En supposant que l'apport des mois de juillet-août-septembre représente, comme à Gouloumbou, 87,2 % des exportations totales, on aboutit à *un bilan annuel de l'ordre de 220 000 tonnes en 1974 et de 35 000 tonnes en 1986.*

D - LE TAUX DE MATIERE ORGANIQUE DANS LES SUSPENSIONS

Le dosage de la matière organique, ainsi que les déterminations des compositions minéralogiques et chimiques, des matières en suspension de la Gambie, recueillies en 1986 à Kédougou, ont été réalisés sur des regroupements d'échantillons.

KED 1 : 12/06-30/06 (0,31 %)	KED 8 : 1/09- 5/09 (12,96 %)
KED 2 : 1/07-15/07 (1,67 %)	KED 9 : 6/09-10/09 (4,74 %)
KED 3 : 16/07-31/07 (5,30 %)	KED 10: 11/09-15/09 (13,14 %)
KED 4 : 1/08-10/08 (5,03 %)	KED 11: 16/09-20/09 (14,68 %)
KED 5 : 11/08-20/08 (6,63 %)	KED 12: 21/09-26/09 (6,15 %)
KED 6 : 21/08-25/08 (6,39 %)	KED 13: 27/09-30/09 (16,79 %)
KED 7 : 26/08-31/08 (6,21 %)	

Les valeurs indiquées entre () donnent pour chaque regroupement le pourcentage qu'il représente en poids par rapport au tonnage global calculé entre le 12/06 et le 30/09/86.

La matière organique a été dosée par la *méthode de Anne* qui consiste en une oxydation à 230 °C pendant 5 minutes, du carbone organique par du dichromate de potassium en milieu sulfuré concentré. L'analyse au Technicon fournit la teneur en carbone par rapport à l'échantillon séché à 110 °C.

En l'absence de mesures sur la chlorophylle, nous avons fait abstraction de la production d'algues en milieu aquatique et admis que la totalité du carbone organique particulaire (COP) est issue des horizons supérieurs des sols du bassin. La quantité de carbone organique particulaire peut s'exprimer de deux manières : en poids par rapport à l'unité de volume d'eau (mg/l) ou en pourcentage relatif par rapport à la charge solide (tableau 28).

Tableau 28 : Matière organique dans les suspensions de la Gambie à Kédougou (crue 1986/1987, selon BAMBA, 1987)

N°	Flux détritique	Charge solide	Carbone organique particulaire		
			(%)	mg/l	Tonnes
KED 1	93	4,9	7,99	0,4	7,4
KED 2	497	12,4	6,85	0,8	34,0
KED 3	1578	20,2	5,44	1,2	85,8
KED 4	1500	19,6	5,19	1,1	77,9
KED 5	1976	20,9	5,59	1,2	110,5
KED 6	1904	24,5	5,33	1,3	101,5
KED 7	1849	24,2	5,02	1,2	92,8
KED 8	3862	35,6	5,26	1,9	203,1
KED 9	1414	19,7	5,14	0,8	72,7
KED10	3916	41,8	4,28	1,8	167,6
KED11	4374	38,7	4,76	1,9	208,2
KED12	1832	17,3	5,84	1,1	107,0
KED13	5005	49,5	4,89	2,5	244,7
Somme Moyenne	29800	28,1	5,08	1,4	1513,2

flux détritique en tonnes et charge solide en mg/l

Les résultats obtenus sur les 13 échantillons indiquent que les teneurs en carbone organique particulaire sont comprises entre 0,4 et 2,5 mg/l. Elles sont du même ordre de grandeur que celles données par LO (1984) à la station aval de Gouloumbou (de

0,5 à 3,5 mg/l). La teneur moyenne de 1,4 mg/l correspond à un flux total de carbone organique de 1 500 tonnes, soit un transport spécifique de 0,21 T/km²/an. LESACK & al. (1984) avaient estimé à 0,12 T/km²/an le bilan du carbone organique pour le bassin de la Gambie à Gouloumbou.

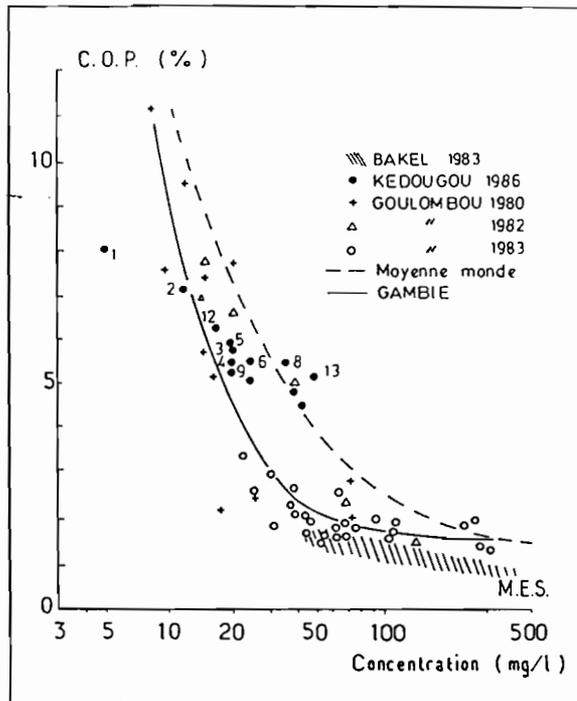


Fig.48. Relation entre la charge solide et la teneur en carbone organique particulaire.

Le taux de carbone organique particulaire est inversement proportionnel à la concentration de matières en suspension : les plus faibles charges solides (<10 mg/l) correspondent à des taux de 8 %, les plus fortes (de 40 à 50 mg/l) à des valeurs de 4 %. Ces résultats confirment les travaux de MEYBECK (1984) sur la décroissance générale du COP (en %) avec la concentration en suspension (fig.48). Les points représentatifs de la Gambie s'inscrivent parfaitement dans le schéma classique d'interdépendance entre COP et MES observée à l'échelle planétaire.

Le niveau moyen du COP (5,2 %) dans les matières en suspension des eaux de la Gambie est bien plus important que dans celles du Sénégal (de 1 à 2 %). C'est également une valeur élevée par rapport à d'autres rivières mondiales : 1,8 % pour l'Amazone (EDMOND & al., 1981) ; 2,4 % pour le Yang-Tse-Kiang (MILLIMAN & al., 1984) ; 2,5 % pour l'Orénoque (DEGENS, 1982). Cette particularité est liée, comme le montre la figure 48, au faible taux de matières en suspension de la Gambie. Des investigations plus approfondies sur la nature du carbone particulaire et sur les formes d'origine planctonique mériteraient d'être précisées.

E - CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES DES MATIERES EN SUSPENSION

Les déterminations granulométriques n'ont pu être réalisées sur les suspensions de Kédougou par suite des faibles apports enregistrés pendant la crue de 1986. A titre indicatif, nous avons rassemblé dans le tableau 29 les résultats obtenus par LO (1984) sur quelques échantillons recueillis à Gouloumbou.

La fraction argileuse prédomine en toutes saisons ; elle est cependant mieux représentée lors des premières manifestations de la crue. Les limons très fins sont abondants et leur quantité varie en sens inverse de celle des argiles. L'absence de l'élément sableux dans les matières en suspension de la Gambie est probablement due au protocole d'échantillonnage effectué à proximité de la surface.

Tableau 29 : Granulométrie des matières en suspension de la Gambie à Gouloumbou (selon LO, 1984)

Crue 83/84 date	Argiles < 2 μ	limons			sables >63 μ
		très fins 2 à 5 μ	fins 5 à 10 μ	moyens 10 à 63 μ	
26/6-02/7	84	11	3	2	0
3/7- 9/7	70	18	8	4	0
10/7-12/7	69	22	5	4	0
13/7-14/7	75	17	4	4	0
15/7-22/7	63	22	8	7	0
23/7- 9/8	53	28	11	8	0
10/8-28/8	61	24	7	8	0
29/8- 4/9	59	21	9	11	0
5/9-11/9	52	34	3	11	0
12/9-26/9	55	22	11	12	0
Moyenne	59	24	7	10	0

valeurs en % de l'échantillon sec

F - NATURE MINÉRALOGIQUE DES SUSPENSIONS

Les analyses par *diffraction aux rayons X* sur les échantillons bruts et sur la fraction fine (<2 μ) ont été réalisées au *Centre de Sédimentologie de la surface de Strasbourg* et au *Département de Géologie de l'ORSTOM-Dakar*.

Pour la fraction fine, la reconnaissance des espèces minérales a été faite à partir des tests classiques :

- un enregistrement sur pâte non traité d'un agrégat orienté (N),
- une saturation à l'aide d'un polyalcool qui élargit l'espace interfoliaire des smectites (Gl),
- un chauffage à 490 °C pendant 4 heures qui détruit la kaolinite et déshydrate les smectites et les chlorites (Ch),
- un traitement à l'hydrazine-monohydraté qui affecte les espèces minérales du type kaolinite et permet de les distinguer des chlorites (Hyd).

L'identification de ces minéraux argileux se fait sur la base des critères définis par BROWN (1961), LUCAS (1962) et du schéma de détermination d'HOFFERT (1973) qui s'appuie sur la position et le déplacement des réflexions (001) au cours des différents traitements.

Les diffractogrammes de poudre obtenus sur les matières en suspension de Gouloumbou et de Kédougou sont analogues. La figure 49 révèle la présence constante, en toutes saisons, du quartz, de la kaolinite et d'argiles 2/1. Ces trois espèces minérales sont prédominantes ; elles peuvent être accompagnées de feldspaths et de goethite.

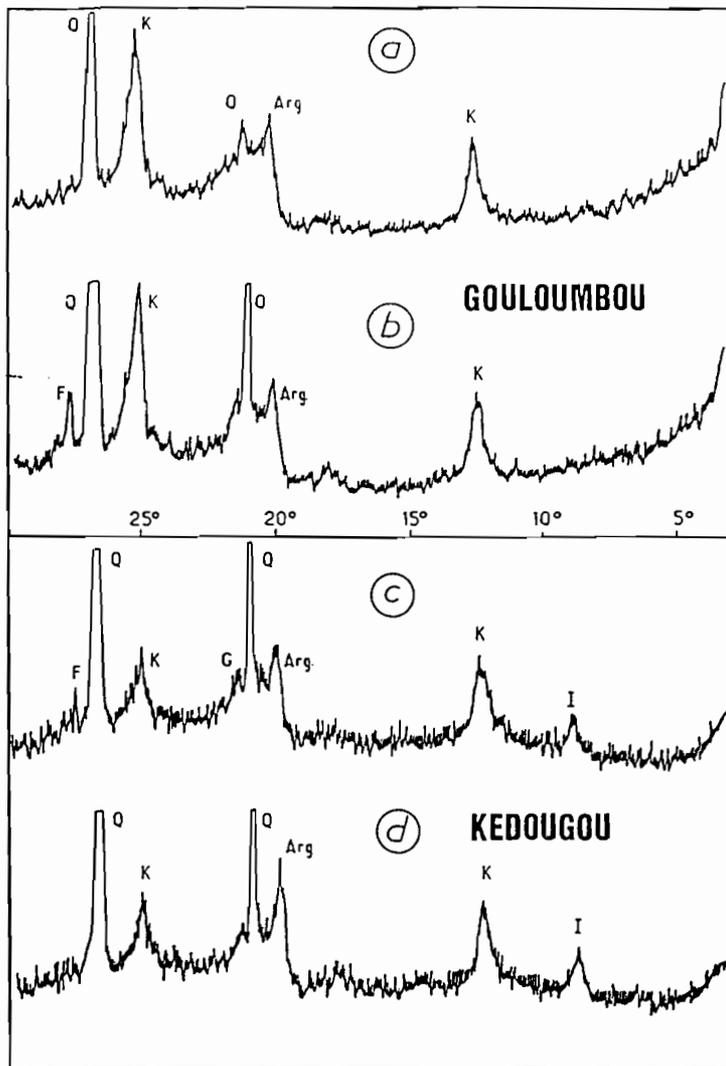


Fig.49. Diffractogrammes de poudre des matières en suspension de la Gambie:

- a et b Gouloumbou,
- c et d Kédougou.
- a et c début de crue,
- b et d pointe de crue.

Q (quartz), K (kaolinite),
Arg (argiles), I (illite),
G (goethite), F (feldspath).

La répartition entre les différents constituants de la phase argileuse des matières en suspension prélevées à Gouloumbou montre qu'il n'y a pas de différence fondamentale entre les échantillons prélevés lors des premiers écoulements ou en pleine crue ou, encore, en phase de tarissement (fig.50, a et b) ; seules varient les proportions relatives entre les principaux minéraux phylliteux.

La kaolinite constitue, en toutes saisons, le minéral argileux dominant dans les matières en suspension de la Gambie. Elle est bien cristallisée et elle ne semble subir aucune transformation lors de son cheminement vers l'aval. Son abondance reflète le caractère monosiallitique de la pédogénèse régnant sur le bassin.

La gibbsite est absente de la fraction argileuse.

La smectite n'existe qu'en faible quantité ; elle provient vraisemblablement des plaines alluviales du bassin intermédiaire entre Kédougou et Gouloumbou.

L'illite est présente en toutes saisons.

Les interstratifiés sont difficilement identifiables : la persistance d'une réflexion vers 12 Å sur les enregistrements

traités à l'éthylène-glycol laisse présumer qu'il s'agit d'intergrades du type 10-14V et 10-14C, mélanges d'illite-vermiculite et d'illite-chlorite.

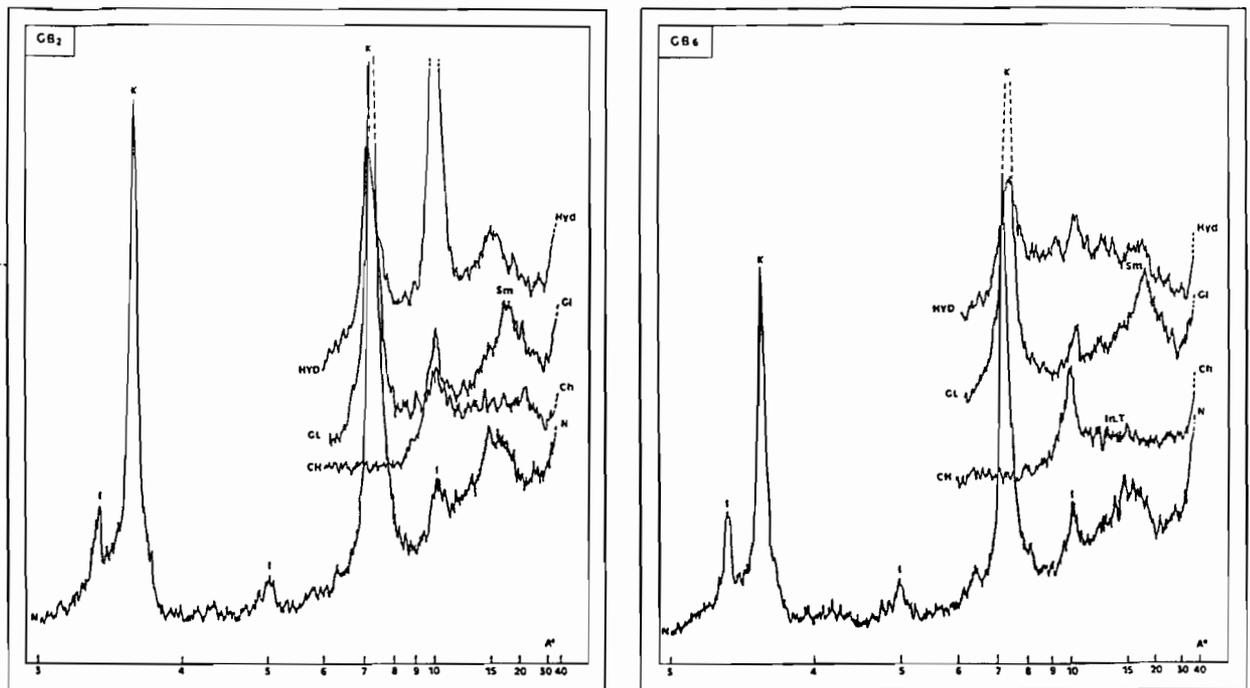


Fig.50. Diffractogrammes de la fraction fine des matières en suspension des eaux de la Gambie à Gouloumbou. K (kaolinite), I (illite), Sm (smectite).

Les proportions relatives entre les minéraux, d'après les diagrammes de rayons X, sont les suivantes : 25 à 30 % de kaolinite, 20 à 25 % de quartz et d'illite, 10 à 15 % de smectites et d'interstratifiés, et de l'ordre de 5 % de goethite et de feldspaths.

G - COMPOSITION CHIMIQUE DES MATIERES EN SUSPENSION

Les analyses chimiques des échantillons (KED1 à KED13) de la crue 1986 ont été réalisées au centre de *Sédimentologie et de Géochimie de la Surface de Strasbourg* à l'aide d'un spectromètre d'arc à lecture directe (majeurs et traces) et d'un spectromètre d'absorption atomique (dosage des alcalins). L'ensemble des résultats figure dans le tableau 30.

Les matières en suspension de la Gambie sont essentiellement constituées de silice, d'alumine et de fer, reflétant ainsi la composition chimique des sols de l'amont. Un second groupe moins important réunit le potassium, le titane et le magnésium. Deux éléments apparaissent en quantités négligeables : le calcium et le sodium. L'importance relative de l'eau de constitution est liée à l'abondance des argiles.

Les teneurs en éléments traces traduisent également la monotonie de composition chimique des matières en suspension. Les concentrations moyennes exprimées en ppm sont par ordre décroissant : Baryum (300), Zirconium (280), Chrome (200), Vanadium (170), Zinc (80), Nickel et Cuivre (60), Strontium (30) et Cobalt (20).

Tableau 30 : Composition chimique des matières en suspension du fleuve Gambie à Kédougou (crue 86/87) et du Sénégal (KANE, 1985 ; ORANGE, 1986)

Echantillons	KED 1	KED 2	KED 3	KED 4	KED 5	KED 6	KED 7	KED 8	KED 9	KED 10	KED 11	KED 12	KED 13	Composition chimique moyenne		
														Kédougou	Bakel	Embouchure Sénégal
Perte à 110°C	2,35	2,22	2,64	2,77	2,75	3,04	3,22	3,63	2,99	3,11	3,31	3,20	3,10			
Perte à 1000°C (H ₂ O ⁻)	19,41	18,23	16,78	14,53	16,44	16,58	15,84	14,64	16,14	13,17	14,69	17,04	15,87	15,38	12,10	11,57
Eléments majeurs																
SiO ₂	57,2	52,2	52,3	55,7	51,6	50,8	51,8	55,4	52,4	52,0	53,2	50,2	49,9	52,28	55,30	50,19
Al ₂ O ₃	13,3	15,9	18,1	17,2	18,5	19,6	18,9	17,1	18,8	20,8	19,2	18,6	20,2	18,98	19,50	24,02
Fe ₂ O ₃	7,4	8,8	9,1	9,0	9,8	9,6	9,6	8,9	9,3	9,1	9,2	10,0	9,3	9,28	8,00	9,74
TiO ₂	0,88	0,93	1,01	1,01	0,99	1,00	1,01	1,06	1,01	0,97	0,98	1,01	0,90	0,98	0,93	0,92
Mn ₃ O ₄	0,047	0,052	0,053	0,057	0,067	0,055	0,053	0,053	0,047	0,051	0,051	0,057	0,045	0,05	0,06	0,04
P ₂ O ₅	0,27	0,25	0,23	0,22	0,23	0,23	0,23	0,21	0,23	0,23	0,23	0,24	0,24	0,23	-	-
MgO	0,71	0,79	0,77	0,81	0,84	0,81	0,86	0,81	0,83	1,24	1,01	0,83	0,99	0,93	1,08	1,22
CaO	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,20	0,30	0,25
Na ₂ O	0,15	0,11	0,11	0,11	0,11	0,08	0,08	0,10	0,12	0,09	0,12	0,10	0,13	0,11	0,29	0,20
K ₂ O	1,37	1,54	1,50	1,64	1,64	1,58	1,60	1,54	1,54	2,59	1,96	1,59	1,89	1,82	1,53	1,72
Somme	100,88	98,91	99,88	100,33	100,19	100,29	99,99	99,95	100,49	100,35	100,84	99,87	99,44	100,21	99,34	99,87

Les teneurs en oxydes et en perte à 1000°C sont mesurées sur l'échantillon préalablement séché à 110°C ; la perte à 110°C donnée à titre indicatif est exprimée en % par rapport à l'échantillon brut.

Les variations de composition chimique au cours de la crue sont faibles. on note seulement les plus forts pourcentages de silice dans les premiers flots et les plus fortes teneurs en potassium, alumine et magnésium lorsque les eaux sont les plus turbides (KED10).

La composition chimique moyenne des suspensions, indiquée dans la partie droite du tableau 30, a été calculée en tenant compte de la représentativité pondérale de chaque regroupement dans le bilan des exportations. *Comparativement aux matières en suspension du Sénégal transitant à Bakel et à son embouchure, les eaux de la Gambie livrent des matériaux légèrement moins alumineux, plus potassiques et avec une teneur en eau de constitution plus importante.*

La connaissance de la composition chimique permet d'évaluer les proportions relatives des différentes espèces minérales dans les matières en suspension (GAC, 1980 ; KANE, 1985 ; ORANGE, 1986). On procède, successivement, à la formation des fractions amorphes de silice, d'alumine et de fer, puis d'une illite dont la composition moyenne a été établie par MOSSER & al. (1971), d'une smectite dont la formule structurale a été définie par GAC (1980), des feldspaths et de la goéthite. A ce stade, l'excédent d'alumine sert à bâtir la kaolinite et le reliquat de silice est attribué au quartz. Dans toute la série de Kédougou, cette méthode de calcul laisse un résidu inexplicé d'oxydes qu'arbitrairement nous avons considéré comme représentant le % de minéraux interstratifiés.

Les résultats de cette reconstitution du bilan minéralogique sont donnés dans le tableau 31. La kaolinite, l'illite et le quartz sont les minéraux prédominants. Leurs proportions moyennes respectives sont de 27,5 %, 22,1 % et 21,9 %. Les smectites et les interstratifiés sont abondants

(10 %). La goethite atteint un pourcentage de 4,3 %, et les plagioclases sont à peine décelables (0,2 %).

Tableau 31 : Reconstitution approximative (%) de la distribution minéralogique dans les matières en suspension du fleuve Gambie à Kédougou (crue 86/87)

Minéral N° Echantillons	Kaolinite (K)	Smectite (S _m)	Illite (I)	Interstratifiés	Quartz (Q)	Plagioclases		Goethite (Goe)
						Albite (Ab)	Anorthite (An)	
KED 1	17,3	8,3	16,5	16,1	34,7	0,6	0,6	2,8
KED 2	21,7	9,5	18,8	14,6	27,0	0,3	0,6	4,0
KED 3	27,7	9,5	18,2	12,1	24,2	0,3	0,1	4,4
KED 4	24,3	9,5	19,8	10,1	28,2	0,3	0,1	4,2
KED 5	28,2	9,8	19,9	11,8	22,0	0,2	0,1	4,5
KED 6	31,6	9,4	19,2	11,1	20,3	0	0,1	4,8
KED 7	29,4	10,6	19,4	10,9	21,7	0	0	4,5
KED 8	25,8	8,9	18,9	10,2	28,3	0,1	0,1	4,2
KED 9	33,4	11,2	18,6	11,0	17,5	0,3	0,1	4,4
KED 10	26,1	11,5	31,4	7,6	16,5	0	0	3,4
KED 11	27,0	10,7	23,7	9,5	21,5	0,2	0	3,9
KED 12	29,9	8,9	19,4	11,8	21,0	0,1	0,1	5,3
KED 13	27,3	10,9	23,1	10,4	20,6	0	0,1	4,1
Moyenne Gambie	27,3	10,2	22,1	10,30	21,9	0,1	0,1	4,3
Sénégal :								
Amont (Bakel)	28,4	16,6	18,6	4,7	22,1	1,4	0,2	3,7
Aval (Embou.)	38,6	19,7	20,3	4,1	9,9	0,6	0,1	3,2

la fraction amorphe considérée comme constante (3,5 %) n'a pas été reportée

L'analogie avec la composition minéralogique des matières en suspension du fleuve Sénégal à Bakel est frappante. Les seules variations notables concernent les pourcentages respectifs de smectites et d'interstratifiés, les quantités cumulées restant cependant identiques dans les deux collecteurs. *L'aggression des eaux de ruissellement sur les sols des deux bassins livrent aux provinces de l'aval des matériaux de même nature minéralogique et chimique.*

L'érosion mécanique actuelle se traduit par une exportation massive de kaolinite, de quartz et d'illite, et, à un degré moindre, de smectites, d'interstratifiés et de goethite.

IV - LE BILAN DE L'ALTERATION CHIMIQUE ET DE L'EROSION MECANIQUE

Cette étude sur le bassin de la Gambie a montré les effets conjugués de l'altération chimique et de l'érosion mécanique sur le nivellement des reliefs, sur l'abaissement de la surface topographique et sur l'approfondissement des profils. Ces deux processus s'associent pour exporter vers l'aval du bassin versant les éléments libérés par hydrolyse et momentanément stockés dans les profils.

Certains éléments quittent les paysages en choisissant la voie soluble, d'autres utilisent la voie particulière, et quelques-uns empruntent les deux itinéraires pour migrer vers

les points-bas du bassin versant. *Toutes formes d'exportation confondues, le flux relatif des éléments principaux est le suivant :*

Si > Ca > Al > Mg > Fe > Na > K > Ti > Mn > P > Ba

Les voies empruntées par les principaux constituants sont divergentes :

- l'aluminium, le fer, le titane et le manganèse sont uniquement évacués sous formes figurées dans les matières en suspension,

- les bicarbonates et les chlorures, qui pour l'essentiel sont d'origine externe au bassin, ne transitent qu'à l'état soluble,

- la silice se partage de manière égale entre les deux phases,

- le potassium migre essentiellement en solution mais une partie non négligeable (26 %), incorporée dans les édifices micacés, accompagne les matières en suspension,

- enfin, le magnésium (92 %), le sodium (98 %) et le calcium (99%) sont principalement exportés sous formes dissoutes.



CONCLUSIONS GENERALES

Depuis les hauteurs du Fouta Djalon à 1150 m d'altitude jusqu'à Kédougou, 1000 mètres plus bas, la Gambie draine les contreforts septentrionaux de la dorsale guinéenne sur une superficie de 7550 km² et selon un axe SE-NW. Les surfaces d'aplanissement, couvertes d'un épais manteau latéritique et disposées en gradins successifs, sont entaillées de gorges profondes et se terminent le plus souvent par d'imposants escarpements ; elles constituent l'une des caractéristiques majeures du paysage. La vallée alluviale, cuirassée par endroits, représente 48 % de la superficie du bassin versant et s'étend en pente douce sous forme de glacis, de 500 à 120 m d'altitude. C'est lors de sa formation au Quaternaire ancien que se sont mises en place les caractéristiques principales du réseau hydrographique actuel.

L'histoire géologique de la région reflète celle de tout le continent africain, "pays de vieilles plateformes" sédimentaires traversées de roches volcaniques, fortement plissées, métamorphisées et injectées de roches granitiques.

Le bassin amont de la Gambie se situe au SE de la chaîne panafricaine des Bassarides, issue de la collision de deux masses continentales consécutive à la subduction vers l'Ouest d'une plaque océanique entre 1000 et 650 millions d'années. La principale formation géologique est la couverture sédimentaire de "MADINA KOUTA" bordée au Nord par le socle birrimien de la "BOUTONNIERE DE KENIEBA" et masquée à l'Ouest par les dépôts discordants molassiques protérozoïques terminal du "GROUPE DE MALI". Elle résulte de mouvements distensifs débutant par des épanchements rhyolitiques ; la dépression se comble ensuite sous faible tranche d'eau par des sédiments d'abord continentaux à faciès volcano-détritique et ensuite épicontinentaux à marins à faciès argilo-carbonaté puis surtout gréseux, interrompus localement par des venues doléritiques.

Ainsi, les grés et les dolérites forment les principaux reliefs.

Sur cette charpente gréseuse et doléritique, se développent principalement des sols squelettiques et ferrallitiques. La pédogénèse y est gouvernée par la topographie. Quelques hauts secteurs sont à accumulation bauxitique et de rares dépressions sont à tendance vertique. La couverture pédologique est essentiellement kaolinique et à sesquioxydes de fer.

La végétation se distribue en grandes zones à l'intérieur desquelles des changements d'importance locale peuvent apparaître par suite de facteurs secondaires (édaphiques, anthropiques, ...).

Du Sud au Nord, la forêt dégradée guinéenne s'éclaircit et passe progressivement à la savane soudanaise, arborée puis arbustive. Les hauteurs du Fouta Djalon ont été fortement sollicitées par l'extension des zones de culture. Ainsi, malgré une faible densité de population sur l'ensemble du bassin versant, le facteur anthropique a eu une importance considérable sur

la dégradation de la végétation et, par voie de conséquence, sur la morphogénèse.

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.

Situé entre 11° et 13° de latitude Nord, le bassin amont de la Gambie se trouve en zone tropicale : le régime des précipitations y est caractérisé par l'alternance d'une saison sèche et d'une saison pluvieuse. Suivant la pluviométrie, on distingue au Sud le domaine guinéen où les précipitations sont supérieures à 1500 mm/an, et au Nord le domaine soudanien avec une hauteur des pluies de l'ordre de 1200 mm/an.

L'effet d'altitude entre les hauts plateaux du Sud et les bas glacis du Nord accentue l'opposition climatique entre ces deux domaines. De Labé à Kédougou, c'est à dire de 1025 m à 120 m d'altitude, sur une période d'étude de plus de cinquante ans, la température moyenne annuelle augmente de 23 °C à 28 °C et l'ETP de 1400 à 1900 mm/an alors que la pluviosité moyenne diminue de 1700 à 1300 mm/an.

Ainsi, le déficit hydrique n'existe que dans la partie située au Nord du 12ème parallèle, c'est-à-dire en domaine soudanien.

Les conditions physiques, géomorphologiques, lithologiques, pédologiques et climatiques prédisposent la surface du bassin à un ruissellement important et, en corollaire, à une évacuation rapide des lames d'eau précipitées. Les seuls facteurs défavorables à l'écoulement sont la végétation (de moins en moins vraie car de plus en plus dégradée) et, dans le Nord du bassin, les processus d'évapotranspiration.

----- 0 -----

Ces conditions naturelles expliquent le réseau hydrographique à chevelu dense sur l'ensemble du bassin et permanent uniquement dans la partie montagneuse où le régime de tous les cours d'eau est torrentiel.

Le profil en long de la Gambie est bien hiérarchisé : dans son cours supérieur d'une pente moyenne de 12 %, elle dévale en une série de chutes les plateaux cuirassés, et c'est seulement à 100 km de Kédougou qu'elle acquiert une pente faible de 0,5 %. Sur l'ensemble de son parcours, la pente moyenne de la Gambie est de 4 %.

Ce relief accidenté rend difficile l'accès aux cours d'eau (pistes très mauvaises ou inexistantes), ce qui explique en partie la vétusté du réseau hydrométrique.

L'irrégularité des écoulements est de règle dans le bassin de la Gambie. Elle est perceptible à toutes les échelles de temps : annuelle, mensuelle et journalière. Elle est la résultante de l'irrégularité des précipitations et d'un réseau hydrographique dense et à forte pente, incapable de filtrer et de linéariser les entrées.

La répartition mensuelle des écoulements caractérise un régime tropical de transition. La saison des hautes eaux dure de quatre à cinq mois avec un maximum qui se situe généralement en septembre. Les basses eaux s'étendent de novembre à juin avec des étiages absolus en mai. Quelle que soit l'importance de la crue, les débits deviennent inférieurs à 20 m³/s dès le début janvier et jusqu'à l'arrivée de l'onde de crue suivante.

Depuis le début du siècle, les écoulements moyens annuels de la Gambie sont estimés à 105 m³/s, soit approximativement le septième de celui enregistré à Bakel sur le fleuve Sénégal. Au cours de la période récente (1970-1986), le module annuel est de 73 m³/s. Représentant un déficit moyen de près de 30 %, il souligne la sévérité exceptionnelle de la sécheresse actuelle au Sahel.

----- 0 -----

Deux enseignements majeurs ressortent de cette première reconnaissance géochimique des eaux d'altération drainant principalement les versants Ouest, Nord et Nord-Est du Fouta Djallon :

- les eaux de drainage de tous les bassins étudiés sont très faiblement minéralisées (33 mg/l, soit le double de la minéralisation des eaux de pluie), avec un chimisme homogène à dominantes bicarbonatées et calco-magnésiennes,

- dans les sols, la dynamique d'altération dominante est de type monosiallitique avec une prédominance très marquée de la kaolinite.

La distinction entre sources, ruiseaux et fleuves permet de définir un gradient amont-aval de la nature chimique des solutions, et, met en évidence une très nette évolution du type d'altération entre les points hauts et les points bas du paysage.

L'allitisation, avec l'individualisation de gibbsite et la formation de bauxite, est fréquente sur les hauts reliefs. En revanche, l'évolution bisiallitique vers la néoformation d'argiles gonflantes magnésiennes semble fugace et localisée à quelques bas-fonds. Entre ces deux pôles et le long des pentes, la dynamique de la silice et des cations traduit l'apparition de la kaolinite.

On retrouve le schéma classique des agencements ordonnés des minéraux secondaires et des successions des différents type de sols entre l'amont et l'aval : gibbsite, gibbsite-kaolinite, kaolinite et, ici de façon très fugace, l'association kaolinite-montmorillonite dans les bas-fonds.

Enfin, ces premières investigations sur les eaux de surface du Fouta Djallon montrent également une dynamique d'altération nuancée suivant la zone considérée. Les hauteurs du bassin de la Gambie sont à gibbsite dominante et kaolinite, celles du bassin du Bafing sont à kaolinite dominante et gibbsite, alors que l'association kaolinite-montmorillonite semble prédominer dans les sols des contreforts occidentaux alimentant les bassins côtiers guinéens.

Les eaux de l'amont vont maintenant poursuivre leur cheminement vers l'aval du bassin où les flux particulaires et dissous de matières ont pu être collectées au bief de Kédougou.

----- 0 -----

La composition chimique des eaux de la Gambie à cette station reflète celle des eaux collectées sur les hauteurs du Fouta Djallon. Leur pH est légèrement basique (7,4), et, les bicarbonates sont en toutes saisons les formes ioniques dominantes ; ils contribuent pour près de 50 % à la minéralisation des solutions avec une concentration moyenne de 19,7 mg/l.

Pour la période étudiée (du 25 juillet au 1er octobre 1986), la charge dissoute moyenne s'élève à 37,4 mg/l, et le bilan des flux dissous transitant à Kédougou est de l'ordre de 36300 tonnes pour un volume d'eau écoulé de 970.10^6 m³. Ces résultats sont très proches de ceux obtenus par LO à la station aval de Gouloumbou pendant le cycle 1983/1984.

Pour l'année hydrologique 1986/1987 étudiée, le bilan annuel des flux dissous est estimé à 64300 tonnes. L'érosion chimique pour le bassin de la haute Gambie serait donc de l'ordre de 8,6 t/km²/an. Ce taux d'altération est bien plus élevé qu'à Gouloumbou (1,0 t/km²/an) et que ceux déterminés pour le fleuve Sénégal à son exutoire amont (2,0 t/km²/an) et à son embouchure (1,85 t/km²/an).

Le bilan annuel de l'érosion mécanique a été estimé en admettant que la contribution respective des mois de juillet-août-septembre dans les exportations totales (87,2 %) sont identiques à celle de Gouloumbou. Dans ces conditions, on évalue à 228000 tonnes les apports particulaires du cycle 1974/1975 et à 34000 tonnes ceux du cycle 1986/1987. Pour ce dernier, la turbidité moyenne des eaux est alors de 22 mg/l : le taux d'érosion mécanique s'élève donc à 4,5 t/km²/an.

La matière organique est abondante. Elle représente 5,2 % de la charge en suspension, ce qui équivaut à une exportation annuelle de 1800 tonnes. Les teneurs en carbone organique particulaire n'augmentent pas avec les débits mais diminuent lorsque les concentrations de matières en suspension sont importantes.

Les déterminations minéralogiques révèlent la présence constante en toutes saisons de quartz, de kaolinite et d'argiles : illite, smectite et interstratifiés. Le bilan minéralogique chiffré s'établit comme suit : kaolinite (27,5 %), quartz (22,2 %), illite (21,9 %), interstratifiés (10,3 %), smectite (10,1 %), goethite (4,3 %), plagioclases (0,2 %). L'analogie avec les matières en suspension du fleuve Sénégal à Bakel est frappante. Les seules variations importantes, notées par ORANGE (1986), concernent les pourcentages respectifs de smectites et d'interstratifiés, leurs quantités cumulées étant identiques pour les deux fleuves.

Les matières en suspension de la Gambie sont essentiellement constituées de silice (53 %), d'alumine (19 %) et de fer (9 %). La prédominance de ces trois éléments reflète la composition des sols de l'amont.

----- 0 -----

Cette étude sur le bassin de la Gambie a montré les effets conjugués de l'altération chimique et de l'érosion mécanique sur le nivellement des reliefs, sur l'abaissement de la surface topographique et sur l'approfondissement des profils. Ces deux processus s'associent pour exporter vers l'aval les éléments libérés par hydrolyse et momentanément stockés dans les profils.

Certains éléments quittent les paysages pour migrer vers les points-bas du bassin versant en choisissant la voie soluble (bicarbonates, chlorures, Mg, Na, Ca), d'autres utilisent la voie particulaire (Al, Fe, Ti, Mn), et quelques-uns empruntent les deux itinéraires (SiO₂, K). Toutes formes d'exportation confondues, le flux relatif des éléments majeurs est le suivant :

Si > Ca > Al > Mg > Fe > Na > K > Ti > Mn > P > Ba.

Les flux de matières se sont élevés à près de 100 milles tonnes au cours du cycle hydrologique 1986/1987. La fraction soluble représente 64,2 % des exportations, la fraction particulaire 34,0 % et la matière organique 1,8 % .

Dans la dynamique actuelle des paysages, les processus d'altération chimique l'emportent en terme de bilan sur les mécanismes d'érosion mécanique qui affectent le bassin amont du fleuve Gambie.

◆

BIBLIOGRAPHIE

- BAMBA S.B. (1987) - Le bilan de l'eau et de la matière dans le haut bassin guinéen du fleuve Gambie. *Thèse de 3^{ème} cycle de Géologie, Univ. Dakar, 147 p.*
- BASSOT J.P. (1966) - Etude géologique du Sénégal Oriental et de ses confins guinéo-maliens. *Mém. BRGM, Paris, 40, 322 p.*
- BASSOT J.P. (1969) - Aperçu sur les formations précambriennes et paléozoïques du Sénégal Oriental. *Bull. Soc. Géol. Fr., série 7, 11, p.160-169.*
- BERRY T.D., MOLL R.A., KRAUSSE G.L. (1985) - Physical and chemical environment of the Gambia river, West Africa, 1983-1984. *Report n°9 of great Lakes and Marine Waters Center International Programs, Univ. Michigan (USA), 194 p.*
- BILLON B. (1968) - Mise au point des mesures de débits solides en suspension (République du Tchad). *Cah. ORSTOM, série Hydrologie, vol. 2, p.3-14.*
- BROWN G. (1961) - The X-Ray identification and crystal structures of clay minerals. *Mineralogical Soc. (clay minerals group), London, 544 p.*
- CHAPERON P., GUIGUEN M. (1974) - Etude hydrologique du bassin continental du fleuve Gambie. Rapport Terminal I : résultats des mesures et analyses des données. *Rapp. ORSTOM, Dakar, 83 p. multigr.*
- CHAUVEL A. (1967) - Notice explicative de la carte pédologique du Sénégal au 1/200 000. Feuilles de Kédougou et de Kéniéba-Kossanto. *Rapp. ORSTOM, Dakar, 155 p. multigr.*
- COCHE A.G., BALON E.K. (1974) - Lake Kariba a man-made tropical ecosystem in Central Africa. *Ecolog. Monographs, Junk (Ed.), 767 p.*
- DACOSTA H. (1985) - Essai d'extension des échantillons de débits moyens mensuels et annuels du fleuve Gambie. *Rapp. ORSTOM, Dakar, 72 p. multigr.*
- DEGENS E. (1982) - Transport of carbon and minerals in major world rivers. *Mitt. Geol. Paläont. Inst. Hamburg, 52, p.91-332.*
- DESCROIX L. (1986) - Projet pour la première partie de la monographie hydrologique du bassin du fleuve Gambie. Composantes géographiques et climatiques. *Rapp. ORSTOM, Dakar, 54 p. multigr.*
- EDMOND J.M., BOYLE E.A., GRANT B., STALLARD R.F. (1981) - The chemical mass balance in the Amazon plume. I. The nutrients. *Deep Sea Research, 28 A, 11, p.1339-1374.*
- EISMA D., CADEE G.C. (1982) - Zaïre river and estuary : I. Supply and dispersal of suspended matter. II. Organic carbon and phytoplankton. In : E. Degens (Ed.) "Transport of carbon and minerals in major world rivers", *Mitt. Geol. Paläont. Inst. Hamburg, 52, p.419-432.*
- FAURE H., GAC J.Y. (1981) - Will the sahelian drought end in 1985 ? *Nature, 291, p.475-478.*
- GAC J.Y. (1980) - Géochimie du bassin du lac Tchad. Bilan de l'altération, de l'érosion et de la sédimentation. *Thèses Sciences, Univ. Strasbourg, Travaux et Documents ORSTOM, Paris, 123, 251 p.*
- GAC J.Y., FAURE H. (1987) - Le "vrai" retour à l'Humide au Sahel est-il pour demain ? *C.R. Acad. Sci., Paris, t. 305, série II, p.777-781.*

- GAC J.Y., KANE A. (1986) - Le fleuve Sénégal : I. Bilan hydrologique et flux continentaux de matières particulaires à l'embouchure. *Sci. Géol. Bull.*, 39, 1, p.99-130.
- GAC J.Y., KANE A. (1986) - Le fleuve Sénégal : II. Flux continentaux de matières dissoutes à l'embouchure. *Sci. Géol. Bull.*, 39, 2, p.151-172.
- HARRASSOWITZ H. (1926) - Laterit. *Fortschr. Geol. Pal.*, 4, p.253-256.
- HOFFERT M. (1973) - Les minéraux argileux dans quatre carottes de l'Atlantique Nord. Essai d'interprétation sédimentologique. *Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Strasbourg*, 53 p.
- HOWARDS HUMPHREYS and SONS (1974) - Etudes hydrologiques et topographiques du bassin du fleuve Gambie. I et II : Rapport principal et annexes ; III et IV : Le bassin continental et annexes. *Rapp. PNUD, Londres (H.H. Limited Ed., Reading)*, 431 p.
- HURST H.E. (1957) - The Nile. *Constable Ed. London*, 331 p.
- IMEVBORE A.M.A. (1970) - The chemistry of the river Niger in the Kainji reservoir area. *Arch. Hydrobiol.*, vol. 2, p.371-380.
- KANE A. (1985) - Le bassin du Sénégal à l'embouchure. Flux continentaux dissous et particulaires. Invasion marine dans la vallée du fleuve. *Thèse 3^{ème} cycle, Univ. Nancy II, vol. 7*, 205 p.
- LERIQUE J. (1975) - Les transports solides en suspension dans la Gambie à Kédougou et à Gouloumbou. Résultats de la campagne de 1974. *Rapp. ORSTOM, Dakar*, 11 p. multigr.
- LEROUX M. (1980) - Le climat de l'Afrique tropicale. *Thèse es Sciences, Univ. Dijon*, 3 tomes, 1427 p.
- LESACK L.F.W., HECKY R.E., MELACK J.M. (1984) - Transport of carbon, nitrogen, phosphorus and major solutes in the Gambia river (West Africa). *Limnology and Oceanography*, 28, p.273-286.
- LEWIS W.M., GRANT M.C. (1979) - Relationships between stream discharge and yield of dissolved substances from a Colorado watershed mountain. *Soil Sci.*, 128, 6, p.353-363.
- LUCAS J. (1962) - La transformation des minéraux argileux dans la sédimentation. Etudes sur les argiles du Trias. *Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., Strasbourg*, 22, 202 p.
- LO H.M. (1984) - Le bassin de la Gambie en amont de Gouloumbou. *Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Nancy II, vol. 6*, 394 p.
- MAIGNIEN R. (1958) - Le cuirassement des sols en Guinée, Afrique Occidentale. *Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr., Strasbourg*, 16, 239 p.
- MEYBECK M. (1979) - Concentration des eaux fluviales en éléments majeurs et apports en solution aux océans. *Rev. Géol. Dyn. Géogr. Phys.*, 21, 3, p.215-246.
- MEYBECK M. (1986) - Les fleuves et le cycle géochimique des éléments. *Thèse es Sciences, Univ. Paris VI*, 558 p.
- MEYBECK M., LO H.M., CAUMET G., GAC J.Y. (1985) - Geochemistry of the sahelian Gambia river during the 1983 highwaterstage. *Mitt. Geol. Paläont. Inst. Hamburg, Proceed. 4th Symposium "Transport of carbon and minerals in world rivers" Tian Jin (China), mai 1985, n° 52*, 11 p.
- MICHEL P. (1970) - Les bassins du Sénégal et de la Gambie. Etude géomorphologique. *Mém. ORSTOM, Paris*, 63, 3 tomes, 753 p.
- MILLIMAN J., QUTMCHUN X., ZUOSHENG Y. (1984) - Transfer of particulate organic carbon and nitrogen from the Yangtze river to the ocean. *Amer. Journ. Science, (Sous-Presses)*.
- MILLOT G. (1964) - Géologie des argiles. *Masson (Ed.), Paris*, 499 p.

- MONNET C. (1972) - Contribution à l'étude de la dynamique et de la nature des suspensions d'un fleuve intertropical : le Bandama, Côte d'Ivoire. Evolution des éléments chimiques des eaux de son estuaire. *Thèse es Sciences, Univ. Nice*, 427 p.
- MOSSER C., GALL J.C., TARDY Y. (1971) - Géochimie des illites du grès à Voltzia du Buntsandstein des Vosges du Nord, France. *Chem. Geology*, 9, p.157-177.
- OLIVRY J.C. (1983) - Evaluation des données hydrologiques et météorologiques disponibles sur le bassin du fleuve Gambie. *Rapp. ORSTOM, Dakar*, 91 p. multigr.
- ORANGE D. (1986) - Bilan de l'altération chimique et de l'érosion mécanique sur le haut bassin du fleuve Sénégal. *Mém. de DEA, Univ. Orléans*, 111 p.
- PEDRO G. (1966) - Essai sur la caractérisation géochimique des différents processus zonaux résultant de l'altération des roches superficielles. *C.P. Acad. Sci., Paris*, t. 262, D, p.1828-1831.
- PEDRO G. (1968) - Distribution des principaux types d'altération chimique à la surface du globe. Présentation d'une esquisse géographique. *Rev. Géol. Dyn. Géog. Phys.*, X, p.457-470.
- PEREIRA-BARRETO S. (1963) - Etude pédologique du secteur Sud de la surface d'études pédo-agronomiques dans les hauts plateaux du Fouta-Djalon. *Mission CCTA/FAMA, Rapp. Ministère Economie Rurale de Guinée Conakry*, 88 p. multigr.
- ROCHETTE C. (1974) - Le bassin du Sénégal. Monographie hydrologique. *ORSTOM, Paris*, Monogr. n°1, 325 p.
- ROURE G. (1956) - La haute Gambie et le parc du Niokolo-Koba. *Ed. Grande Imprimerie Africaine, Dakar*, 191 p.
- TARDY Y. (1968) - Une méthode de détermination des types d'altération actuels par l'étude des eaux en pays granitiques et gneissiques. *C.R. Acad. Sci., Paris*, t. 267, D, p.579-582.
- TARDY Y. (1969) - Géochimie des altérations. Etude des arènes et des eaux de quelques massifs cristallins d'Europe et d'Afrique. *Mém. Serv. Carte Géol. Als. Lorr.*, 31, 199 p.
- TORCHINE M.S. (1976) - Carte géologique de la République de Guinée au 1/200 000 ; feuille D 28 XXXV et Sud de la feuille D 28 XXIX (Youkounkoun), Conakry. *Rapp. multigr.*, 165 p.
- TRAVI Y., GAC J.Y., FONTES J.C., FRITZ B., (1987) - Reconnaissance chimique et isotopique des eaux de pluie au Sénégal. *Géodynamique*, 87, 2, 1, p.1-11.
- VILLENEUVE M. (1984) - Etude géologique de la bordure Sud-Ouest du craton Ouest Africain. *Thèse es Sciences, Univ. Aix-Marseille*, 552 p.
- VOGT J. (1957) - Rapport provisoire de mission sur le plateau Mandingue (Soudan). *Arch. BRGM*, 24 p. multigr.
- VOGT J. (1959) - Aspect de l'évolution morphologique récente de l'Ouest Africain. *Ann. Géogr., France*, n° 367, p.193-206.

A N N E X E I

Précipitations mensuelles (en mm)
à Labé de 1923 à 1986
et
à Kédougou de 1918 à 1986

PLUVIOMETRIE MENSUELLE.

AN.	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AGU	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
1923	0.0	0.0	26.0	93.0	103.0	164.0	312.0	445.0	258.0	182.0	158.0	0.0	1741.0
1924	3.0	0.0	0.0	83.5	119.0	331.0	527.0	307.0	250.0	167.6	66.0	0.0	1854.1
1925	0.0	0.0	60.9	0.7	162.6	277.8	303.8	389.4	336.6	228.6	‡	‡	(1760.4)
1926	0.0	0.0	0.0	8.0	193.8	342.7	363.0	371.1	268.5	391.0	110.0	0.0	2048.1
1927	0.0	0.0	0.0	17.0	109.1	146.0	370.5	491.5	196.0	141.5	0.0	0.0	1471.6
1928	0.0	0.0	0.0	30.9	170.2	268.5	312.3	348.3	400.0	430.3	3.8	0.0	1964.3
1929	0.0	0.0	0.4	61.2	195.6	347.6	393.0	414.3	380.6	171.3	2.5	0.0	1966.5
1930	0.0	1.0	2.5	62.0	173.2	221.9	305.9	513.9	377.7	245.1	0.0	0.6	1903.8
1931	0.0	7.1	120.9	56.2	149.2	249.6	402.8	377.1	191.2	115.1	27.8	108.2	1805.2
1932	24.3	12.5	0.0	101.2	196.9	191.1	473.3	482.5	320.0	175.1	99.1	18.0	2094.0
1933	3.3	5.8	7.2	22.1	252.1	301.0	530.8	218.7	307.6	164.4	93.5	40.3	1946.8
1934	0.0	0.0	0.0	10.5	59.5	300.2	280.0	316.8	225.0	194.9	20.0	0.0	1406.9
1935	5.2	0.0	15.5	50.1	34.0	323.2	528.5	362.1	236.6	169.3	26.6	0.0	1751.1
1936	0.0	14.1	2.0	80.5	249.4	235.4	406.6	401.0	315.2	85.3	110.5	39.0	1939.0
1937	2.0	12.0	6.0	117.6	92.1	335.0	508.2	478.9	321.3	187.0	5.5	0.0	2065.6
1938	0.0	0.0	54.5	7.0	135.0	320.2	312.8	390.5	399.0	163.0	14.0	0.0	1796.0
1939	0.0	0.0	0.0	1.5	123.9	216.6	230.8	455.0	209.0	187.0	26.2	14.3	1464.3
1940	0.0	0.0	0.0	44.9	203.6	267.0	197.0	241.8	234.5	206.0	18.4	0.3	1413.5
1941	14.8	0.0	5.8	7.0	159.3	217.7	344.5	431.2	278.7	122.1	0.0	0.0	1581.1
1942	0.0	0.0	0.0	41.0	114.1	92.8	232.2	317.2	246.3	183.4	58.0	38.4	1323.4
1943	0.0	0.0	2.2	93.3	61.9	233.6	305.8	430.1	376.1	184.0	14.7	1.4	1703.1
1944	0.0	0.0	0.0	136.2	147.6	256.9	375.9	364.5	206.1	220.7	17.8	0.0	1725.7
1945	0.0	0.0	1.3	52.5	110.5	226.6	291.6	385.7	410.1	341.5	15.7	0.0	1835.5
1946	0.0	0.0	0.5	14.2	181.7	233.7	302.5	383.3	226.8	79.7	10.2	0.0	1432.6
1947	0.0	0.0	0.0	13.1	62.4	243.8	318.3	431.4	‡	65.2	10.4	13.0	‡
1948	0.0	4.7	0.0	35.3	125.8	272.3	302.2	362.3	260.9	191.4	2.4	0.0	1557.3
1949	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡
1950	0.0	0.0	0.0	0.4	70.7	208.2	336.0	365.6	253.2	205.7	2.5	0.0	1442.3
1951	4.9	0.0	12.6	65.7	171.8	140.7	392.2	402.4	525.7	312.4	47.7	0.0	2076.1
1952	0.0	0.0	4.7	7.6	142.2	245.0	369.5	262.1	307.6	112.9	10.3	0.0	1461.9
1953	0.0	0.0	4.5	26.7	129.2	338.6	228.5	311.7	298.5	104.2	1.0	28.8	1471.7
1954	0.0	1.6	5.9	39.6	139.8	318.5	368.9	323.2	305.8	154.4	127.2	0.0	1784.9
1955	0.0	0.0	26.8	157.9	71.8	197.7	420.6	280.4	423.6	245.8	33.5	74.3	1932.4
1956	20.0	2.9	0.0	55.4	162.2	223.7	349.9	430.2	324.7	85.9	40.2	68.9	1764.0
1957	5.5	1.0	0.0	47.9	85.4	246.9	340.8	428.2	328.1	412.1	5.6	0.8	1902.3
1958	2.8	1.4	10.9	80.1	206.7	284.0	310.5	573.3	295.5	140.7	246.2	6.4	2158.5
1959	0.0	0.0	2.7	9.7	257.2	186.2	318.9	454.0	375.7	110.8	56.1	0.0	1771.3
1960	0.0	0.0	0.0	3.3	237.8	170.5	329.0	301.9	243.0	166.7	30.8	0.9	1483.9
1961	0.2	0.0	0.0	31.1	150.0	276.9	365.9	431.4	256.3	175.0	59.2	0.0	1746.0
1962	0.0	0.0	0.0	37.7	194.8	184.1	591.0	503.7	291.5	179.3	107.9	0.0	2090.0
1963	29.2	0.0	0.0	5.6	11.7	196.9	250.8	467.4	274.6	248.4	6.2	0.0	1490.8
1964	0.0	0.0	0.0	11.9	183.6	309.5	414.5	426.1	347.8	158.8	41.8	17.0	1911.0
1965	0.1	0.0	0.0	19.0	159.1	204.4	319.1	231.6	433.9	99.9	66.3	0.0	1533.4
1966	0.0	0.0	1.8	24.0	214.9	242.9	298.1	229.3	331.1	262.0	0.0	1.7	1605.8
1967	0.0	0.0	10.5	113.2	138.7	281.6	454.4	392.4	526.6	195.9	4.3	0.0	2117.6
1968	0.0	34.1	0.0	77.9	112.5	195.7	334.3	338.9	285.4	80.4	88.4	31.6	1579.2

LABE

PLUVIOMETRIE MENSUELLE (suite).

AN.	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
1969	10.7	2.0	64.8	7.0	109.2	239.6	304.7	401.3	427.1	193.3	32.2	0.0	1791.9
1970	0.0	0.0	1.2	17.5	202.0	200.7	276.6	354.9	197.6	67.6	26.8	0.0	1344.9
1971	0.0	0.0	0.0	177.3	73.3	231.5	253.2	271.6	349.8	82.5	36.9	0.0	1476.1
1972	0.0	0.0	7.5	4.4	194.6	364.9	403.1	322.3	256.5	139.5	77.1	0.0	1769.9
1973	0.0	0.0	0.0	30.1	202.1	242.0	283.0	384.8	247.5	75.7	22.1	0.0	1487.3
1974	0.0	0.0	0.0	0.7	120.8	263.3	317.5	379.3	310.4	125.1	20.2	0.0	1537.3
1975	0.0	0.0	0.5	1.9	109.9	282.9	292.8	251.3	391.3	108.8	3.6	0.0	1443.0
1976	0.0	0.0	19.8	76.5	97.2	182.4	279.7	362.5	235.4	208.7	25.8	0.0	1488.0
1977	4.0	0.0	4.8	30.9	69.4	309.9	248.9	210.7	340.6	111.8	0.6	0.0	1331.6
1978	0.0	10.1	0.0	0.2	118.7	224.4	181.6	262.4	430.2	166.4	8.4	2.3	1404.7
1979	0.0	0.0	1.0	38.0	281.0	184.8	280.9	207.5	247.8	107.1	13.0	0.0	1361.1
1980	2.1	5.8	0.0	58.2	178.2	173.3	385.3	406.8	150.7	76.9	55.5	0.0	1492.8
1981	0.0	26.1	38.5	79.1	94.6	233.2	369.4	281.9	355.7	113.6	0.0	0.0	1592.1
1982	0.0	0.0	50.0	34.5	137.9	293.9	271.1	371.2	186.2	200.9	4.6	0.0	1550.3
1983	0.0	0.0	0.0	38.3	105.4	205.5	465.0	285.8	309.6	103.3	0.0	0.0	1512.9
1984	0.0	0.0	0.5	27.9	179.6	210.3	305.1	216.3	185.4	76.4	26.1	0.0	1227.6
1985	0.6	3.5	29.2	17.3	62.3	187.8	370.6	359.0	269.0	100.0	34.0	0.0	1433.3
1986	0.0	18.0	3.0	12.0	146.0	124.0	200.0	423.0	243.0	149.0	24.0	0.0	1342.0

KEDOUGOU

111

PLUVIOMETRIE MENSUELLE.

AN.	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
1918	‡	‡	‡	‡	16.4	193.5	‡	383.3	510.8	185.7	37.6	‡	‡
1919	‡	‡	‡	‡	59.5	209.5	278.5	323.0	262.5	75.5	‡	‡	(1208.3)
1920	‡	‡	‡	‡	81.6	541.7	245.0	389.5	295.0	111.5	0.0	0.0	(1664.3)
1921	‡	‡	‡	‡	12.5	85.1	269.5	279.0	218.0	30.2	‡	‡	(894.3)
1922	0.0	0.0	0.0	2.7	7.1	203.4	193.2	323.4	425.1	143.8	5.0	0.0	1303.7
1923	0.0	0.0	0.0	0.0	4.0	137.5	230.5	420.5	363.0	113.0	58.0	0.0	1326.5
1924	0.0	0.0	0.0	0.0	70.0	242.0	245.0	343.8	408.0	80.9	6.5	0.0	1396.2
1925	0.0	0.0	2.5	5.3	55.0	166.0	319.0	324.0	213.2	265.7	0.0	0.0	1350.7
1926	0.0	0.0	0.0	1.0	9.5	309.5	288.4	519.0	688.2	17.0	65.0	0.0	1897.6
1927	0.0	0.0	0.0	11.5	110.5	229.6	323.5	176.4	426.6	183.2	70.5	1.5	1533.3
1928	0.0	0.0	0.0	6.0	71.0	141.7	387.0	310.5	344.5	292.0	0.0	0.0	1552.7
1929	0.0	0.0	0.0	0.0	75.0	317.0	196.5	430.0	402.0	228.5	0.0	0.0	1649.0
1930	0.0	0.0	0.0	0.0	55.0	175.5	228.5	333.0	455.0	56.0	0.0	0.0	1303.0
1931	0.0	1.5	0.0	3.5	30.5	154.0	307.0	167.0	296.0	67.5	0.0	0.0	1027.0
1932	4.5	0.0	0.0	4.0	21.5	164.0	160.3	134.0	243.5	98.0	9.0	0.0	838.8
1933	0.0	0.0	0.0	0.0	33.0	285.5	279.0	342.5	256.5	54.0	69.5	0.0	1320.0
1934	0.0	0.0	0.0	2.0	1.0	251.5	292.0	336.0	356.0	97.0	15.5	0.0	1351.0
1935	0.0	0.0	0.0	0.0	32.0	210.5	227.0	335.5	423.5	79.5	31.0	0.0	1339.0
1936	0.0	0.0	0.0	1.0	185.0	105.5	327.8	312.5	273.7	114.8	24.0	0.0	1344.3
1937	0.0	0.0	0.0	4.0	70.0	119.0	330.0	395.4	238.7	152.2	0.0	0.0	1309.3
1938	0.0	0.0	11.0	0.0	72.5	178.9	245.5	284.8	492.6	226.5	1.5	0.0	1513.3
1939	0.0	0.0	0.0	0.0	199.1	186.1	229.0	455.7	322.6	120.3	15.5	0.0	1528.3
1940	0.0	0.0	0.0	0.0	68.7	152.3	218.2	183.9	350.8	186.2	7.8	0.5	1168.4
1941	0.0	0.0	0.0	10.3	60.5	196.4	272.0	349.9	252.6	22.9	0.8	0.0	1165.4
1942	0.0	0.0	0.0	0.0	47.6	108.3	179.1	245.3	178.5	193.0	1.0	0.0	952.8
1943	0.0	0.0	0.0	31.0	37.5	176.0	182.0	383.5	371.0	90.5	0.0	0.0	1271.5
1944	0.0	0.0	0.0	33.0	21.0	251.0	122.0	252.0	239.5	133.0	73.0	0.0	1124.5
1945	0.0	0.0	0.0	0.0	14.0	116.5	365.0	405.0	200.5	61.0	13.0	0.0	1175.0
1946	0.0	0.0	0.0	5.0	24.3	71.0	221.0	356.0	250.7	168.0	6.0	0.0	1102.0
1947	0.0	0.0	0.0	0.0	16.0	136.7	152.6	344.8	295.8	44.4	37.7	0.0	1028.0
1948	0.0	1.8	0.0	19.5	11.8	229.6	151.6	419.0	316.3	77.3	0.0	0.0	1226.9
1949	0.0	0.0	0.0	0.5	12.7	186.7	267.2	327.5	234.1	78.3	0.0	34.3	1141.3
1950	0.0	0.0	0.0	0.0	14.2	180.0	156.5	343.1	327.1	154.4	11.0	0.0	1186.3
1951	0.0	0.0	0.0	42.7	7.5	159.3	341.7	243.6	294.7	417.9	20.0	0.0	1527.4
1952	0.0	‡	0.0	0.0	43.4	181.5	300.1	173.0	372.1	160.5	0.0	0.0	(1230.6)
1953	0.0	0.0	0.0	0.0	37.2	137.9	288.0	390.0	271.2	67.5	0.0	4.4	1196.2
1954	0.0	1.9	0.0	0.0	112.9	337.0	501.2	428.8	543.4	138.3	96.6	0.0	2160.1
1955	0.0	0.0	2.2	28.6	65.0	148.7	334.6	360.7	222.7	86.8	6.0	1.4	1256.7
1956	0.0	4.5	0.0	0.0	17.1	176.1	211.0	274.1	165.5	199.9	11.8	0.0	1060.0
1957	0.0	0.0	0.0	14.0	0.9	241.1	337.6	399.4	364.7	194.9	0.0	0.0	1552.6
1958	0.0	0.0	0.0	‡	‡	‡	223.7	‡	‡	‡	‡	‡	‡
1959	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡
1960	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡	‡
1961	‡	‡	‡	‡	‡	‡	195.3	504.9	388.8	65.7	0.0	0.0	‡
1962	0.0	0.0	0.0	0.0	97.8	183.1	264.0	420.1	394.9	81.3	3.0	0.0	1444.2
1963	0.0	0.0	0.0	0.0	13.3	177.8	286.2	383.6	305.4	192.9	15.5	0.0	1374.7

KEDOUGOU

PLUVIOMETRIE MENSUELLE (suite).

AN.	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AGU	SEP	OCT	NOV	DEC	TOTAL
1964	0.0	0.0	0.0	0.0	86.0	204.6	242.8	459.3	298.6	70.2	0.0	0.0	1361.5
1965	0.0	0.0	0.0	0.0	35.1	196.7	190.5	361.8	216.1	320.7	51.2	0.0	1372.1
1966	0.0	0.0	0.0	7.5	26.7	251.8	282.3	181.1	392.2	311.8	0.0	0.2	1453.6
1967	0.0	0.0	0.0	0.0	46.0	250.9	184.6	119.5	344.1	177.4	2.3	0.0	1124.8
1968	0.0	5.6	0.0	0.7	34.7	127.2	256.2	305.7	306.4	102.5	8.0	0.0	1147.0
1969	0.0	0.0	0.0	0.0	44.8	166.9	336.7	252.3	324.3	211.0	0.0	0.0	1336.0
1970	0.0	0.0	0.0	0.5	21.6	127.4	310.9	378.1	204.0	45.2	0.0	0.0	1087.7
1971	0.0	0.0	0.0	5.5	10.6	152.9	197.8	426.5	346.9	39.2	0.0	0.0	1179.4
1972	0.0	0.0	0.0	0.0	50.7	105.1	268.9	277.6	172.9	91.1	4.6	0.0	970.9
1973	0.0	0.0	0.0	6.0	106.5	154.8	346.5	351.5	217.2	28.7	0.0	0.0	1211.2
1974	0.0	0.0	0.0	0.0	24.8	135.9	396.3	362.9	283.5	88.6	4.2	0.0	1296.2
1975	0.0	0.0	0.0	0.0	22.8	195.2	328.7	219.7	458.1	47.4	0.0	0.0	1271.9
1976	0.0	0.0	0.0	10.6	25.4	196.4	251.3	185.2	366.2	61.3	24.6	0.8	1121.8
1977	0.0	0.0	0.0	0.2	77.2	117.8	213.0	284.6	339.8	76.7	0.0	0.0	1109.3
1978	0.0	0.0	0.0	0.0	17.6	239.1	209.2	400.3	336.3	383.9	0.7	7.9	1595.0
1979	0.0	0.0	0.4	0.0	65.2	202.0	175.5	274.6	128.3	112.7	0.4	0.0	959.1
1980	0.1	0.4	0.0	0.0	51.5	212.0	281.0	337.3	211.0	23.2	0.0	0.0	1116.5
1981	0.0	0.0	0.0	0.0	121.2	116.4	291.6	386.0	294.0	85.9	0.0	0.0	1295.1
1982	0.0	0.0	0.0	0.0	14.4	160.2	215.7	237.6	194.0	135.4	0.0	0.0	957.3
1983	0.0	0.0	2.7	0.0	40.6	155.4	254.2	218.1	178.0	34.0	0.0	0.0	883.0
1984	0.0	0.0	0.0	4.1	91.6	272.1	270.0	247.9	212.5	109.3	17.0	0.0	1224.5
1985	0.2	0.0	0.0	27.3	4.6	188.6	316.1	377.0	318.7	39.6	0.0	0.0	1272.1
1986	0.0	0.0	0.0	11.4	178.8	99.2	229.4	279.7	327.7	51.0	0.7	0.0	1177.9

*

A N N E X E II

Hauteurs d'eau moyennes journalières (en cm)
de la Gambie à Gouloumbou
(de 1970 à 1986)

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1953
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	290	615	1025	1020	465	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	290	600	1050	1030	455	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	290	585	1060	1040	445	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	295	565	1075	1050	435	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	310	545	1075	1055	425	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	315	540	1075	1065	415	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	330	540	1080	1045	405	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	340	540	1080	1025	395	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	350	535	1085	1005	385	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	355	535	1085	985	380	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	350	535	1090	960	375	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	350	530	1085	940	370	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	350	525	1085	920	365	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	345	540	1100	900	360	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	345	560	1125	880	355	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	340	595	1120	860	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	345	820	1120	840	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	355	645	1120	820	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	365	670	1120	800	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	370	695	1120	780	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	380	705	1115	770	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	365	715	1115	760	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	395	725	1100	720	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	455	735	1085	680	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	540	745	1070	640	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	635	755	1055	600	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	670	770	1035	555	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	690	840	1020	515	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	695	910	1000	495	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	675	970	1010	485	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	640	1000	*	475	*	*	31	

BMAX = 1125 cms à l'échelle de crue le 15 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1954
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	280	505	910	1290	505	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	285	525	980	1285	*	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	285	540	1050	1280	*	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	290	570	1065	1275	*	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	290	490	1080	1270	*	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	295	480	1095	1265	*	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	285	470	1110	1260	*	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	300	470	1125	1255	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	300	515	1140	1210	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	305	565	1150	1160	*	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	305	640	1165	1115	*	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	310	710	1190	1070	*	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	310	780	1210	1025	*	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	310	850	1230	980	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	315	920	1250	930	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	315	920	1270	885	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	325	850	1290	840	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	335	780	1310	795	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	345	720	1330	750	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	355	670	1330	710	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	365	670	1330	670	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	375	710	1330	640	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	385	750	1330	610	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	395	780	1330	580	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	405	830	1330	545	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	415	870	1320	515	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	425	920	1310	515	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	435	920	1305	510	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	445	920	1300	510	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	465	915	1295	505	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	485	915	*	505	*	*	31	

BMAX = 1330 cms à l'échelle de crue le 19 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1955
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	240	620	1305	1310	600	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	250	700	1320	1305	565	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	260	780	1335	1300	535	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	270	860	1350	1295	505	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	280	840	1365	1290	475	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	290	1025	1390	1285	445	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	300	1035	1410	1280	415	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	310	1045	1425	1275	400	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	320	1055	1425	1270	385	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	330	1065	1425	1265	370	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	340	1065	1425	1260	360	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	350	1065	1425	1255	350	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	360	1065	1425	1250	340	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	370	1065	1425	1240	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	380	1065	1425	1225	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	395	1065	1415	1210	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	410	1075	1405	1195	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	425	1090	1395	1175	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	440	1105	1380	1150	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	455	1120	1370	1125	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	470	1135	1360	1100	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	485	1150	1355	1075	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	500	1185	1350	1025	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	515	1185	1345	970	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	530	1200	1340	920	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	545	1215	1335	870	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	560	1230	1330	820	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	580	1245	1325	895	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	695	1260	1320	895	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	610	1275	1315	860	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	625	1290	*	830	*	*	31	

BMAX = 1425 cms à l'échelle de crue le 8 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1956
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	695	970	1315	835	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	695	1010	1315	825	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	695	1050	1315	815	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	685	1050	1315	800	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	680	1050	1310	785	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	675	1060	1310	770	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	640	1070	1310	760	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	605	1080	1305	750	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	265	565	1090	1305	440	*	9
10	*	*	*	*	*	*	*	275	565	1100	1305	430	*	10
11	*	*	*	*	*	*	*	285	565	1115	1300	420	*	11
12	*	*	*	*	*	*	*	285	580	1130	1300	410	*	12
13	*	*	*	*	*	*	*	305	595	1145	1260	400	*	13
14	*	*	*	*	*	*	*	315	675	1180	1225	390	*	14
15	*	*	*	*	*	*	*	325	760	1175	1190	385	*	15
16	*	*	*	*	*	*	*	335	795	1195	1150	*	*	16
17	*	*	*	*	*	*	*	345	795	1210	1085	*	*	17
18	*	*	*	*	*	*	*	355	810	1225	1020	*	*	18
19	*	*	*	*	*	*	*	365	820	1240	950	*	*	19
20	*	*	*	*	*	*	*	380	845	1255	890	*	*	20
21	*	*	*	*	*	*	*	395	870	1270	830	*	*	21
22	*	*	*	*	*	*	*	410	895	1270	770	*	*	22
23	*	*	*	*	*	*	*	425	920	1290	730	*	*	23
24	*	*	*	*	*	*	*	440	950	1315	690	*	*	24
25	*	*	*	*	*	*	*	455	950	1315	655	*	*	25
26	*	*	*	*	*	*	*	455	930	1315	620	*	*	26
27	*	*	*	*	*	*	*	455	930	1315	605	*	*	27
28	*	*	*	*	*	*	*	490	940	1315	590	*	*	28
29	*	*	*	*	*	*	*	655	940	1315	675	*	*	29
30	*	*	*	*	*	*	*	625	950	1315	655	*	*	30
31	*	*	*	*	*	*	*	695	950	*	645	*	*	31

BMAX = 1315 cms à l'échelle de crue le 24 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1958
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	620	1065	1180	870	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	640	1065	1165	645	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	660	1065	1165	820	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	680	1055	1145	595	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	670	1050	1125	565	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	635	1050	1125	545	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	610	1050	1125	525	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	585	1055	1115	505	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	265	555	1060	1105	485	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	275	555	1065	1095	465	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	285	565	1075	1085	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	295	580	1100	1065	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	305	670	1100	1050	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	315	765	1125	1035	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	330	775	1125	1020	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	340	795	1150	1005	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	360	820	1150	990	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	375	895	1175	970	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	390	920	1175	955	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	405	945	1190	945	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	*	420	970	1205	930	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	*	435	1000	1215	920	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	*	450	1020	1210	895	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	*	465	1015	1230	870	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	*	480	1025	1255	845	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	*	495	1045	1270	820	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	*	515	1065	1245	795	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	*	535	1065	1220	770	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	*	555	1065	1220	745	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	*	580	1065	1205	720	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	*	600	1065	*	695	*	31	

EMAX = 1270 cms à l'échelle de crue le 26 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1959
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	*	405	940	1200	*	*	1
2	*	*	*	*	*	*	*	*	415	950	1185	*	*	2
3	*	*	*	*	*	*	*	*	415	970	1165	*	*	3
4	*	*	*	*	*	*	*	*	415	1000	1150	*	*	4
5	*	*	*	*	*	*	*	*	415	1025	1120	*	*	5
6	*	*	*	*	*	*	*	*	415	1050	1180	*	*	6
7	*	*	*	*	*	*	*	*	415	1075	1055	*	*	7
8	*	*	*	*	*	*	*	*	415	1085	1020	*	*	8
9	*	*	*	*	*	*	*	*	330	415	1095	985	*	9
10	*	*	*	*	*	*	*	*	340	490	1110	945	*	10
11	*	*	*	*	*	*	*	*	350	540	1125	945	*	11
12	*	*	*	*	*	*	*	*	365	550	1140	880	*	12
13	*	*	*	*	*	*	*	*	365	565	1155	810	*	13
14	*	*	*	*	*	*	*	*	375	565	1170	740	*	14
15	*	*	*	*	*	*	*	*	380	770	1190	670	*	15
16	*	*	*	*	*	*	*	*	390	795	1205	635	*	16
17	*	*	*	*	*	*	*	*	390	795	1220	680	*	17
18	*	*	*	*	*	*	*	*	390	820	1225	560	*	18
19	*	*	*	*	*	*	*	*	395	820	1225	530	*	19
20	*	*	*	*	*	*	*	*	405	820	1230	500	*	20
21	*	*	*	*	*	*	*	*	415	845	1230	470	*	21
22	*	*	*	*	*	*	*	*	415	845	1230	440	*	22
23	*	*	*	*	*	*	*	*	400	845	1235	440	*	23
24	*	*	*	*	*	*	*	*	385	870	1235	440	*	24
25	*	*	*	*	*	*	*	*	365	870	1235	440	*	25
26	*	*	*	*	*	*	*	*	365	880	1240	415	*	26
27	*	*	*	*	*	*	*	*	385	890	1240	415	*	27
28	*	*	*	*	*	*	*	*	340	900	1245	390	*	28
29	*	*	*	*	*	*	*	*	355	810	1230	380	*	29
30	*	*	*	*	*	*	*	*	375	920	1215	370	*	30
31	*	*	*	*	*	*	*	*	390	930	*	360	*	31

EMAX = 1245 cms à l'échelle de crue le 28 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1960
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	315	625	858	365	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	315	565	795	*	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	328	610	795	*	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	377	645	795	*	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	415	695	770	*	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	428	720	760	*	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	415	670	700	*	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	402	670	870	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	377	695	820	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	365	695	565	*	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	353	670	565	*	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	340	670	540	*	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	340	683	580	*	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	353	645	580	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	365	607	540	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	428	552	525	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	340	485	503	510	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	365	505	490	495	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	340	540	515	480	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	353	565	658	465	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	*	365	515	732	450	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	*	390	502	770	410	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	*	452	485	770	430	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	*	465	503	808	420	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	*	440	440	857	410	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	*	390	453	908	400	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	*	365	528	895	415	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	*	340	580	920	440	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	*	315	623	895	415	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	*	315	625	895	390	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	*	303	595	*	390	*	31	

EMAX = 920 cms à l'échelle de crue le 28 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1961
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	*	550	1050	1375	*	*	1
2	*	*	*	*	*	*	*	*	565	1080	1308	*	*	2
3	*	*	*	*	*	*	*	*	580	1080	1345	*	*	3
4	*	*	*	*	*	*	*	*	585	1103	1330	*	*	4
5	*	*	*	*	*	*	*	*	670	1143	1320	*	*	5
6	*	*	*	*	*	*	*	*	783	1183	1300	*	*	6
7	*	*	*	*	*	*	*	*	845	1205	1275	*	*	7
8	*	*	*	*	*	*	*	*	808	1230	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	*	908	1255	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	*	933	1280	*	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	*	945	1298	*	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	*	933	1330	*	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	*	933	1367	*	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	*	945	1418	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	*	945	1450	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	*	920	1465	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	*	903	1475	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	*	878	1475	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	*	880	1475	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	*	870	1475	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	*	*	888	1483	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	*	*	895	1455	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	*	*	888	1450	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	*	*	883	1445	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	*	*	880	1440	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	*	*	885	1435	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	*	*	895	1428	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	*	*	915	1418	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	*	*	960	1410	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	*	*	998	1398	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	*	*	1020	*	*	*	31	

EMAX = 1475 cms à l'échelle de crue le 17 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = - .57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1962
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	295	482	1052	*	*	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	305	557	1057	*	*	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	315	645	1085	*	*	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	325	650	1115	*	*	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	347	635	1150	*	*	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	355	645	1155	*	*	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	380	635	1155	*	*	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	410	605	1160	*	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	457	650	1176	*	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	458	665	*	*	*	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	455	748	*	*	*	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	460	763	*	*	*	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	443	790	*	*	*	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	426	815	*	*	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	409	790	*	*	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	392	775	*	*	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	375	787	*	*	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	358	842	*	*	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	365	852	*	*	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	435	852	*	*	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	455	840	*	*	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	460	840	*	*	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	465	845	*	*	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	352	850	*	*	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	358	858	*	*	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	365	885	*	*	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	425	955	*	*	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	365	967	*	*	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	360	1002	*	*	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	365	1038	*	*	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	405	1052	*	*	*	*	31	

EMAX = 1176 cms à l'échelle de crue le 9 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = - .57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1964
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	795	1038	1395	*	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	832	1050	1423	*	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	823	1075	1395	*	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	832	1112	1423	*	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	758	1138	1423	*	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	682	1150	1395	*	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	708	1137	1423	*	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	720	1190	1367	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	758	1218	1383	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	327	808	1190	1367	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	340	858	1190	1343	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	328	835	1218	1343	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	378	883	1233	1423	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	403	908	1243	1367	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	415	908	1243	1343	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	427	883	1243	1343	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	453	933	1293	1318	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	390	908	1293	1343	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	440	933	1293	1343	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	427	933	1317	1305	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	*	403	985	1293	1242	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	*	403	1013	1343	1165	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	*	415	1038	1368	1038	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	*	503	1013	1343	1000	327	24	
25	*	*	*	*	*	*	*	515	1013	1318	958	303	25	
26	*	*	*	*	*	*	*	607	985	1368	873	240	26	
27	*	*	*	*	*	*	*	633	988	1368	833	203	27	
28	*	*	*	*	*	*	*	720	985	*	770	190	28	
29	*	*	*	*	*	*	*	783	1038	*	708	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	*	820	1013	*	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	*	833	*	*	*	*	31	

EMAX = 1423 cms à l'échelle de crue le 2 OCT

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = - .57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1965
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	528	1025	*	*	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	478	1013	*	*	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	503	1038	*	*	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	478	1063	*	*	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	515	1050	*	*	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	503	1088	*	*	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	528	*	*	*	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	528	*	*	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	528	*	*	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	528	*	*	*	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	528	*	*	*	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	527	*	*	*	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	568	*	*	*	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	580	*	*	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	608	*	*	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	858	*	*	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	882	*	*	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	733	*	*	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	378	783	*	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	353	833	*	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	*	378	870	*	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	*	428	857	*	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	*	403	908	*	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	*	428	935	*	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	*	390	985	*	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	*	403	985	*	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	*	415	957	*	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	*	428	985	*	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	*	390	1038	*	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	*	403	1012	*	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	*	478	1063	*	*	*	31	

EMAX = 1088 cms à l'échelle de crue le 8 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = - .57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1966
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	*	770	*	*	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	*	745	*	*	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	290	*	720	*	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	340	*	720	*	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	365	*	720	*	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	365	*	770	*	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	365	*	793	*	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	365	*	795	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	365	*	757	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	365	*	733	*	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	390	*	745	*	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	378	*	745	*	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	365	*	745	*	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	340	443	820	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	315	443	832	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	315	443	845	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	443	858	*	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	417	895	*	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	417	920	*	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	443	920	*	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	*	480	932	*	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	*	518	945	*	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	*	518	945	*	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	*	570	958	*	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	*	583	970	*	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	*	657	970	*	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	*	708	1000	*	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	*	782	1000	*	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	*	820	1000	*	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	*	820	1000	*	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	*	795	*	*	*	*	31	

EMAX = 1000 cms à l'échelle de crue le 27 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -0.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1967
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	453	732	1125	920	290	2	
2	*	*	*	*	*	*	*	590	832	1125	920	290	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	595	870	1138	920	290	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	658	895	1150	920	290	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	708	895	1163	895	278	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	745	920	1190	895	265	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	770	920	1205	920	265	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	752	945	1218	945	240	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	708	970	1230	945	240	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	683	1000	1230	920	227	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	632	1000	1230	845	215	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	580	1013	1230	820	215	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	528	1025	1230	883	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	492	1025	1255	870	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	465	1025	1255	870	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	478	1025	1255	870	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	490	1025	1255	870	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	465	1025	1255	870	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	453	1000	1243	845	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	265	440	1000	1255	820	*	20
21	*	*	*	*	*	*	*	290	478	1013	1243	820	*	21
22	*	*	*	*	*	*	*	302	527	1025	1230	795	*	22
23	*	*	*	*	*	*	*	328	593	1050	1218	770	*	23
24	*	*	*	*	*	*	*	377	658	1050	1193	770	*	24
25	*	*	*	*	*	*	*	452	707	1075	1193	757	*	25
26	*	*	*	*	*	*	*	465	758	1075	1025	745	*	26
27	*	*	*	*	*	*	*	465	782	1100	1085	695	*	27
28	*	*	*	*	*	*	*	465	795	1087	1035	607	*	28
29	*	*	*	*	*	*	*	465	770	1125	985	552	*	29
30	*	*	*	*	*	*	*	465	770	1125	945	415	*	30
31	*	*	*	*	*	*	*	465	770	*	920	*	*	31

BMAX = 1255 cms à l'échelle de crue le 14 OCT

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -0.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1968			
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC					
1	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	278	453	*	*	*	1
2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	328	489	*	*	*	2
3	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	371	646	*	*	*	3
4	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	371	708	*	*	*	4
5	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	403	738	*	*	*	5
6	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	416	758	*	*	*	6
7	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	452	766	*	*	*	7
8	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	464	776	*	*	*	8
9	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	438	811	*	*	*	9
10	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	420	752	*	*	*	10
11	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	398	794	*	*	*	11
12	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	413	808	*	*	*	12
13	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	409	816	*	*	*	13
14	*	*	*	*	*	*	*	870	*	*	*	403	820	*	*	*	14
15	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	410	806	*	*	*	15
16	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	423	925	*	*	*	16
17	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	438	946	*	*	*	17
18	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	428	937	*	*	*	18
19	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	954	*	*	*	*	19
20	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	964	*	*	*	*	20
21	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	970	*	*	*	*	21
22	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	945	*	*	*	*	22
23	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	928	*	*	*	*	23
24	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	900	*	*	*	*	24
25	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	891	*	*	*	*	25
26	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	818	*	*	*	*	26
27	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	789	*	*	*	*	27
28	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	763	*	*	*	*	28
29	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	29
30	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	190	*	*	*	*	*	30
31	*	*	*	*	*	*	*	*	*	203	*	*	*	*	*	*	31

BMAX = 970 cms à l'échelle de crue le 21 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -0.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1969
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	*	*	*	*	*	*	*	440	770	922	1000	*	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	512	745	896	970	*	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	570	762	870	*	*	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	570	770	845	*	*	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	600	770	820	*	*	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	615	770	795	*	*	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	630	770	795	*	*	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	550	770	795	*	*	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	510	770	820	*	*	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	475	770	820	*	*	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	427	780	845	*	*	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	470	782	870	*	*	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	555	832	895	*	*	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	620	857	920	*	*	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	820	905	920	*	*	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	815	932	907	*	*	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	625	957	882	*	*	17	
18	*	*	*	*	*	*	*	845	970	832	*	*	18	
19	*	*	*	*	*	*	*	845	1000	782	*	*	19	
20	*	*	*	*	*	*	*	660	1022	745	*	*	20	
21	*	*	*	*	*	*	*	692	1025	720	*	*	21	
22	*	*	*	*	*	*	*	732	1025	895	*	*	22	
23	*	*	*	*	*	*	*	767	1025	707	*	*	23	
24	*	*	*	*	*	*	*	790	1025	757	*	*	24	
25	*	*	*	*	*	*	*	795	1025	807	*	*	25	
26	*	*	*	*	*	*	*	812	1025	857	*	*	26	
27	*	*	*	*	*	*	*	817	1022	862	*	*	27	
28	*	*	*	*	*	*	*	820	1000	920	*	*	28	
29	*	*	*	*	*	*	*	817	974	945	*	*	29	
30	*	*	*	*	*	*	*	802	948	970	*	*	30	
31	*	*	*	*	*	*	*	770	*	970	*	*	31	

BMAX = 1025 cms à l'échelle de crue le 21 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -0.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1970	
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC			
1	*	*	*	*	*	*	*	171	515	845	464	226	140	1	
2	*	*	*	*	*	*	*	167	515	820	445	222	148	2	
3	*	*	*	*	*	*	*	161	515	795	459	218	148	3	
4	*	*	*	*	*	*	*	158	540	785	458	218	147	4	
5	*	*	*	*	*	*	*	158	607	795	432	218	147	5	
6	*	*	*	*	*	*	*	158	645	832	408	204	148	6	
7	*	*	*	*	*	*	*	158	657	870	385	200	148	7	
8	*	*	*	*	*	*	*	155	683	908	367	193	148	8	
9	*	*	*	*	*	*	*	151	707	920	341	192	148	9	
10	*	*	*	*	*	*	*	151	758	915	334	188	145	10	
11	*	*	*	*	*	*	*	149	607	920	324	189	145	11	
12	*	*	*	*	*	*	*	151	645	920	318	188	145	12	
13	*	*	*	*	*	*	*	155	683	895	307	188	144	13	
14	*	*	*	*	*	*	*	188	920	895	304	184	144	14	
15	*	*	*	*	*	*	*	177	920	920	291	182	141	15	
16	*	*	*	*	*	*	*	184	945	920	287	178	139	16	
17	*	*	*	*	*	*	*	137	183	845	895	873	178	139	17
18	*	*	*	*	*	*	*	134	187	845	870	271	178	138	18
19	*	*	*	*	*	*	*	136	196	845	832	264	183	138	19
20	*	*	*	*	*	*	*	141	224	970	807	255	159	138	20
21	*	*	*	*	*	*	*	145	237	970	783	251	159	136	21
22	*	*	*	*	*	*	*	148	248	945	757	250	158	128	22
23	*	*	*	*	*	*	*	148	244	945	720	247	158	128	23
24	*	*	*	*	*	*	*	150	247	970	682	241	158	125	24
25	*	*	*	*	*	*	*	155	247	970	845	237	184	128	25
26	*	*	*	*	*	*	*	153	272	970	607	236	184	125	26
27	*	*	*	*	*	*	*	150	314	957	370	234	151	128	27
28	*	*	*	*	*	*	*	184	344	920	520	227	151	125	28
29	*	*	*	*	*	*	*	169	380	862	508	227	150	124	29
30	*	*	*	*	*	*	*	168	501	845	495	227	150	124	30

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEX, 1971. Rows: JAN, FEV, MAR, AVR, MAI, JUI, JUL, AOU, SEP, OCT, NOV, DEC. Data points for each month and year.

IMAX = 845 cms à l'échelle de crue le 16 AOU

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEX, 1972. Rows: JAN, FEV, MAR, AVR, MAI, JUI, JUL, AOU, SEP, OCT, NOV, DEC. Data points for each month and year.

EMAX = 681 cms à l'échelle de crue le 23 AOU

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEX, 1973. Rows: JAN, FEV, MAR, AVR, MAI, JUI, JUL, AOU, SEP, OCT, NOV, DEC. Data points for each month and year.

EMAX = 936 cms à l'échelle de crue le 13 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEX, 1974. Rows: JAN, FEV, MAR, AVR, MAI, JUI, JUL, AOU, SEP, OCT, NOV, DEC. Data points for each month and year.

EMAX = 999 cms à l'échelle de crue le 30 AOU

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1975
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	155	137	130	126	116	118	130	395	537	1097	321	190	1	
2	156	139	131	123	113	117	129	399	595	1103	315	190	2	
3	156	140	129	118	111	117	130	405	654	1108	305	192	3	
4	158	138	124	118	109	115	133	411	730	1111	298	191	4	
5	157	133	120	113	106	114	137	408	785	1103	288	189	5	
6	156	128	116	100	104	118	150	407	846	1093	280	187	6	
7	153	123	110	98	103	120	158	405	888	1070	278	187	7	
8	148	121	104	103	101	125	158	391	912	1045	272	183	8	
9	144	119	99	107	105	131	158	375	934	1019	266	180	9	
10	140	118	100	109	109	139	160	367	948	985	259	177	10	
11	137	118	105	110	110	145	162	376	959	943	252	175	11	
12	136	120	112	112	108	147	168	400	984	898	247	172	12	
13	135	123	119	114	110	148	174	411	964	856	240	170	13	
14	138	124	122	108	114	148	174	415	951	810	235	169	14	
15	140	124	122	104	117	140	174	405	937	767	230	169	15	
16	140	121	121	101	117	135	173	385	925	730	229	168	16	
17	140	120	124	101	124	131	185	360	924	894	226	168	17	
18	138	122	122	102	124	127	205	358	924	864	225	170	18	
19	135	119	118	103	120	123	251	357	927	828	221	170	19	
20	130	115	115	102	119	123	269	352	940	891	219	168	20	
21	126	111	110	101	118	125	267	339	968	844	218	169	21	
22	123	108	109	100	119	126	269	326	987	814	214	169	22	
23	121	107	105	102	118	131	280	310	1008	773	211	167	23	
24	120	108	106	108	123	134	293	305	1030	448	208	163	24	
25	118	109	110	114	123	133	312	325	1046	422	203	158	25	
26	117	113	117	118	123	137	368	348	1058	405	201	155	26	
27	116	120	123	119	123	134	448	368	1067	374	198	151	27	
28	118	127	132	119	123	138	458	390	1078	357	193	151	28	
29	123	134	120	123	138	143	415	1084	1043	191	152	29		
30	130	134	120	122	131	143	436	1089	1033	190	151	30		
31	136	131	120			405	485		324		151	31		

HMAX = 1111 cms à l'échelle de crue le 4 OCT

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1976
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	151	116	115	115	114	112	156	390	404	651	313	192	1	
2	151	115	115	120	118	116	163	395	402	635	319	189	2	
3	153	115	115	127	123	121	162	384	412	624	354	188	3	
4	152	117	120	129	125	124	160	392	414	615	393	189	4	
5	151	121	120	121	123	126	159	340	410	618	417	186	5	
6	146	122	118	117	121	128	158	328	412	619	422	184	6	
7	141	117	117	110	112	129	160	319	409	620	418	183	7	
8	141	119	109	106	107	126	160	329	395	623	397	182	8	
9	141	113	105	102	103	125	160	364	377	628	378	182	9	
10	139	108	105	102	99	126	173	389	360	620	358	182	10	
11	138	108	98	101	110	127	187	394	340	600	336	181	11	
12	137	103	95	100	109	129	193	394	327	588	318	178	12	
13	132	102	98	107	108	130	190	405	320	542	300	177	13	
14	124	104	103	115	108	132	187	429	325	505	287	173	14	
15	124	108	113	121	109	134	182	445	328	473	276	172	15	
16	124	114	122	128	112	132	181	440	332	448	288	173	16	
17	123	118	126	129	116	134	181	432	365	421	260	168	17	
18	125	124	131	129	122	132	185	450	357	398	258	164	18	
19	130	130	136	125	122	129	185	508	551	372	251	161	19	
20	132	129	135	122	122	128	183	573	586	354	242	162	20	
21	134	129	131	116	118	123	184	637	604	339	237	159	21	
22	132	128	125	113	113	118	186	669	590	328	233	159	22	
23	131	121	123	109	108	119	197	659	564	317	231	160	23	
24	129	119	114	108	105	122	191	627	543	318	226	160	24	
25	128	112	110	111	104	121	198	532	319	223	160	25		
26	126	109	102	118	104	124	198	563	540	318	220	160	26	
27	126	107	99	119	103	125	198	572	320	222	157	27		
28	127	110	98	119	102	127	198	517	325	210	154	28		
29	125	115	100	120	104	131	197	480	271	229	205	150	29	
30	121	115	100	120	111	141	193	456	271	228	198	147	30	
31	118	108	113			137	193	425	320		147	31		

HMAX = 671 cms à l'échelle de crue le 29 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1978
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	139	108	115	119	118	135	139	327	794	982	848	221	1	
2	131	107	116	115	113	132	132	340	798	976	807	217	2	
3	126	106	114	112	110	129	139	371	790	973	569	215	3	
4	123	104	110	109	113	127	148	398	777	781	530	214	4	
5	122	106	104	107	118	128	151	430	757	937	489	215	5	
6	121	110	102	106	122	130	151	517	731	904	452	215	6	
7	121	118	104	106	124	130	162	819	724	882	420	214	7	
8	121	128	108	111	127	128	232	708	731	889	394	212	8	
9	122	130	113	113	129	130	234	780	749	844	372	211	9	
10	125	133	115	117	131	129	289	813	770	808	335	208	10	
11	127	132	118	119	131	135	301	825	783	783	341	205	11	
12	130	130	116	120	129	142	305	823	787	719	331	203	12	
13	132	128	116	114	123	141	282	805	771	890	312	198	13	
14	136	122	113	109	117	138	287	789	737	897	311	198	14	
15	137	114	109	102	111	137	282	727	698	738	303	185	15	
16	140	108	105	96	105	140	268	697	653	786	295	194	16	
17	135	102	98	90	99	148	249	673	620	772	280	194	17	
18	126	100	98	88	98	144	232	657	620	787	280	194	18	
19	115	100	90	90	98	*	220	627	669	727	273	193	19	
20	109	100	91	95	*	*	215	672	749	892	285	191	20	
21	103	101	93	104	113	*	214	683	822	853	259	189	21	
22	101	105	94	110	120	*	224	628	858	818	253	188	22	
23	101	106	94	117	125	*	232	495	889	864	248	188	23	
24	102	110	94	124	128	*	236	476	900	871	245	185	24	
25	104	110	97	129	136	*	256	471	898	839	240	183	25	
26	107	109	105	133	138	*	255	489	890	742	234	181	26	
27	114	110	112	135	138	145	280	556	892	792	232	180	27	
28	116	111	118	134	138	143	304	581	900	792	229	179	28	
29	117		122	129	138	139	308	731	927	784	228	178	29	
30	114		124	122	137	138	328	774	947	725	222	175	30	
31	115		124		136		333	771		687		170	31	

HMAX = 978 cms à l'échelle de crue le 2 OCT

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1977
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	145	116	100	102	108	122	142	195	248	854	226	151	1	
2	143	115	102	100	114	124	144	211	250	828	221	146	2	
3	142	115	107	103	120	128	144	219	250	800	217	143	3	
4	142	117	112	105	124	128	148	220	252	575	212	142	4	
5	144	119	115	121	12									

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEE 1979, and months JAN to DEC. Rows 1-31 showing daily water level data.

BMAX = 594 cms à l'échelle de crue le 5 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEE 1980, and months JAN to DEC. Rows 1-31 showing daily water level data.

BMAX = 874 cms à l'échelle de crue le 1 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEE 1981, and months JAN to DEC. Rows 1-31 showing daily water level data.

BMAX = 686 cms à l'échelle de crue le 9 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = .57 m NG

Table with columns: HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM, ANNEE 1982, and months JAN to DEC. Rows 1-31 showing daily water level data.

BMAX = 688 cms à l'échelle de crue le 9 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM													ANNEE		1983	
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC					
1	141	117	108	112	122	131	145	213	357	270	182	140	1			
2	146	124	114	110	121	130	143	207	383	277	183	143	2			
3	145	128	120	104	122	127	141	198	385	320	184	148	3			
4	142	131	124	100	123	124	139	187	391	337	184	147	4			
5	136	132	118	98	124	120	135	178	403	329	186	147	5			
6	129	128	113	98	123	120	131	177	421	312	182	146	6			
7	123	122	106	97	118	120	139	188	424	293	179	144	7			
8	129	118	99	95	106	120	147	205	419	278	177	141	8			
9	116	115	94	94	102	121	175	212	412	268	174	135	9			
10	116	110	93	94	103	129	198	208	401	265	170	128	10			
11	117	109	93	95	106	135	208	202	386	265	167	120	11			
12	117	107	93	100	112	138	216	196	378	266	161	113	12			
13	116	106	93	107	118	138	218	195	378	261	159	110	13			
14	117	106	94	114	123	139	218	197	382	252	158	109	14			
15	120	106	102	122	125	148	214	218	405	240	152	109	15			
16	123	104	112	128	126	156	217	247	422	229	149	110	16			
17	124	102	112	132	125	158	218	241	421	222	146	111	17			
18	123	102	112	132	125	153	218	235	403	217	145	112	18			
19	121	100	112	128	124	153	211	232	376	212	146	112	19			
20	119	100	112	125	123	151	201	248	353	209	151	112	20			
21	119	100	112	118	123	148	193	272	344	207	156	114	21			
22	122	100	112	110	122	143	187	277	355	205	155	117	22			
23	123	100	112	105	119	137	184	266	355	205	152	118	23			
24	121	96	112	105	117	139	182	252	347	203	151	122	24			
25	120	95	112	109	120	141	179	246	344	202	152	124	25			
26	118	94	111	118	124	140	178	248	324	198	150	122	26			
27	114	94	108	123	127	138	172	267	315	193	147	117	27			
28	110	103	100	126	127	137	171	292	305	189	140	115	28			
29	109	*	111	127	128	139	174	309	298	189	143	113	29			
30	109	*	117	126	131	142	187	310	284	185	140	112	30			
31	112	*	118	*	132	*	209	318	*	185	*	109	31			

HMAX = 424 cms à l'échelle de crue le 7 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM													ANNEE		1984	
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC					
1	105	96	95	105	105	129	250	274	253	324	212	139	1			
2	103	96	97	111	106	125	260	267	271	335	205	135	2			
3	104	95	97	114	110	124	247	262	283	352	199	133	3			
4	108	95	104	116	115	120	231	270	293	378	195	132	4			
5	112	95	108	117	118	120	220	256	299	401	195	133	5			
6	114	96	110	117	120	123	212	304	302	419	197	135	6			
7	109	97	110	119	118	126	209	303	305	443	200	134	7			
8	104	98	108	119	115	127	211	333	304	494	198	134	8			
9	98	98	104	117	113	127	210	371	298	555	195	134	9			
10	99	98	103	115	112	129	205	388	291	587	191	139	10			
11	100	98	102	110	112	131	203	384	285	691	187	142	11			
12	99	97	99	107	113	131	248	364	268	577	184	140	12			
13	98	96	94	105	117	132	302	343	282	549	180	138	13			
14	97	92	92	108	123	132	309	320	292	518	175	136	14			
15	96	88	92	110	128	132	309	298	316	487	168	134	15			
16	96	88	98	115	134	132	328	277	332	462	165	133	16			
17	96	88	103	116	139	132	331	261	344	442	164	131	17			
18	97	93	111	123	138	129	325	249	345	424	163	129	18			
19	100	97	119	127	135	128	313	247	342	408	159	128	19			
20	103	107	122	130	133	130	310	251	335	392	157	125	20			
21	107	114	123	132	128	127	326	249	338	376	157	126	21			
22	108	117	118	131	124	158	341	244	352	353	160	127	22			
23	109	118	112	124	122	220	353	252	368	330	163	130	23			
24	108	113	102	114	118	216	387	277	376	308	164	130	24			
25	107	107	96	107	114	199	365	298	373	286	163	128	25			
26	102	103	95	104	120	190	351	301	358	270	160	128	26			
27	101	98	94	102	118	188	328	292	343	255	156	129	27			
28	101	97	94	102	118	181	304	279	331	245	152	127	28			
29	101	96	94	103	120	202	287	265	323	236	149	124	29			
30	97	*	94	105	123	219	278	260	320	227	143	120	30			
31	96	*	98	*	127	*	277	252	*	220	*	114	31			

HMAX = 591 cms à l'échelle de crue le 11 OCT

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM													ANNEE		1985	
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC					
1	111	102	98	*	90	*	125	280	647	684	238	187	1			
2	109	101	98	*	92	*	134	288	613	682	233	182	2			
3	108	102	98	87	94	*	159	300	572	680	229	180	3			
4	108	101	98	87	90	*	185	324	554	667	228	159	4			
5	111	101	98	91	103	*	180	344	569	636	222	159	5			
6	111	100	98	96	105	*	181	372	621	589	217	157	6			
7	111	102	100	103	107	*	181	401	710	577	213	155	7			
8	113	106	104	110	108	*	183	422	803	549	214	151	8			
9	115	109	104	117	*	*	187	440	863	528	215	148	9			
10	115	110	111	118	*	*	173	442	895	511	216	145	10			
11	117	110	116	119	*	*	178	432	914	485	215	143	11			
12	117	109	121	112	*	*	181	444	917	459	212	141	12			
13	116	106	120	102	*	*	178	463	911	434	209	139	13			
14	115	108	115	93	*	*	188	538	904	412	205	137	14			
15	114	104	110	90	*	*	183	608	902	390	202	138	15			
16	109	102	103	90	*	*	171	670	908	373	189	134	16			
17	102	102	100	81	*	*	163	695	908	361	181	134	17			
18	100	104	100	91	*	*	122	707	928	348	188	133	18			
19	100	105	100	92	*	*	124	729	933	309	183	134	19			
20	100	108	99	95	*	*	125	748	905	324	179	134	20			
21	104	106	99	96	*	*	125	767	799	888	310	176	131	21		
22	108	108	98	98	*	*	122	802	824	862	298	175	128	22		
23	113	105	100	99	*	*	120	835	844	847	288	175	125	23		
24	115	106	104	100	*	*	122	848	853	839	279	177	122	24		
25	115	105	*	102	*	*	123	848	842	828	272	177	121	25		
26	113	103	*	103	*	*	123	*	809	803	285	175	118	26		
27	112	102	*	100	*	*	123	*	768	775	289	173	118	27		
28	110	101	*	95	*	*	123	*	716	742	254	171	124	28		
29	108	*	*	91	*	*	122	*	703	712	250	170	126	29		
30	105	*	*	90	*	*	123	*	678	689	246	170	125	30		
31	103	*	*	*	*	*	*	659	*	241	*	121	31			

HMAX = 917 cms à l'échelle de crue le 12 SEP

* = Observation manquante

STATION : GOULOUMBOU

Zéro échelle de crue = -.57 m NG

HA												
----	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

A N N E X E I I I

Hauteurs d'eau moyennes journalières (en cm)
de la Gambie à Kédougou
(de 1970 à 1986)

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

HAUTEURS (MOYENNES)			JOURNALIERES EN CM			ANNEE		1970						
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC			
1	*	*	*	91	82	118	120	485	488	299	195	140	1	
2	*	*	*	90	82	110	132	563	533	286	193	149	2	
3	*	*	*	90	82	111	133	402	548	275	190	148	3	
4	*	*	*	90	82	111	126	437	720	268	190	147	4	
5	*	*	*	90	82	106	135	452	750	273	187	146	5	
6	*	*	*	90	82	110	127	513	600	263	185	144	6	
7	*	*	*	89	82	99	128	498	513	258	184	144	7	
8	*	*	*	88	81	98	152	575	472	253	182	143	8	
9	*	*	*	88	81	98	150	605	428	259	180	142	9	
10	*	*	*	87	80	89	151	605	475	254	179	*	10	
11	*	*	*	88	79	100	149	*	878	248	175	138	11	
12	*	*	*	87	78	101	146	*	575	242	174	140	12	
13	*	*	*	88	78	100	163	554	495	242	170	139	13	
14	*	*	*	88	79	100	192	*	440	236	170	139	14	
15	*	*	*	88	79	105	207	*	409	233	168	138	15	
16	*	*	*	88	79	117	238	618	423	247	173	138	16	
17	*	*	*	85	79	117	230	556	422	241	170	134	17	
18	*	*	*	85	79	150	241	*	421	234	170	135	18	
19	*	*	*	85	79	124	209	*	383	230	168	135	19	
20	*	*	*	85	78	139	208	*	348	224	188	135	20	
21	*	*	*	97	85	78	172	210	695	403	222	169	131	21
22	*	*	*	85	78	183	251	*	350	217	168	134	22	
23	*	*	*	95	85	78	*	268	*	344	217	163	135	23
24	*	*	*	94	84	77	142	335	*	328	218	160	134	24
25	*	*	*	94	84	77	129	271	*	320	229	158	133	25
26	*	*	*	93	84	77	124	270	*	307	220	156	132	26
27	*	*	*	93	84	77	120	454	440	308	213	155	131	27
28	*	*	*	93	83	78	115	379	403	315	209	155	130	28
29	*	*	*	92	83	78	111	348	426	303	210	153	130	29
30	*	*	*	92	82	77	110	367	439	331	205	150	129	30
31	*	*	*	92	*	79	*	334	558	*	200	*	128	31

HMAX = 605 cms à l'échelle de crue le 9 AOU

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

HAUTEURS (MOYENNES)			JOURNALIERES EN CM			ANNEE		1971					
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	127	110	98	86	90	80	114	*	293	269	174	137	1
2	126	110	98	85	90	79	128	229	295	*	171	135	2
3	126	109	97	85	91	79	123	*	300	255	169	133	3
4	125	109	98	85	91	79	124	222	*	*	168	131	4
5	124	108	95	85	92	78	120	294	*	278	166	133	5
6	124	106	95	85	93	79	120	476	289	253	165	129	6
7	123	105	95	84	95	80	125	453	295	242	163	129	7
8	121	105	94	84	94	92	117	*	290	238	161	128	8
9	120	105	94	84	93	97	115	293	369	230	159	127	9
10	119	104	94	85	91	100	115	338	524	224	158	126	10
11	120	104	94	85	89	98	115	599	538	219	158	125	11
12	119	104	93	85	89	95	148	565	436	218	158	123	12
13	118	103	93	84	88	95	148	501	359	*	155	123	13
14	118	103	92	87	87	99	148	411	362	218	154	122	14
15	118	103	92	86	86	97	148	*	501	235	151	123	15
16	116	102	92	87	85	95	186	387	474	*	149	121	16
17	118	102	91	87	84	93	163	423	422	220	148	120	17
18	115	102	91	86	84	95	157	369	412	215	148	119	18
19	115	102	90	86	83	98	142	323	363	211	145	119	19
20	115	101	90	86	83	102	143	330	*	205	144	116	20
21	114	101	89	85	82	102	148	347	554	200	143	117	21
22	114	100	89	85	82	97	249	349	453	208	143	118	22
23	114	100	88	86	81	102	289	305	*	209	142	118	23
24	113	99	88	88	81	128	308	307	388	201	141	115	24
25	113	99	88	88	80	119	260	*	365	195	140	115	25
26	113	99	88	88	80	105	228	348	333	190	139	114	26
27	112	98	87	87	81	119	210	347	311	187	138	114	27
28	112	98	87	89	82	132	217	320	303	184	137	113	28
29	111	*	87	91	82	119	203	318	297	182	137	112	29
30	110	*	86	91	81	116	223	302	282	179	137	111	30
31	110	*	86	81	*	220	308	*	178	*	111	31	31

HMAX = 599 cms à l'échelle de crue le 11 AOU

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

HAUTEURS (MOYENNES)			JOURNALIERES EN CM			ANNEE		1972					
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	110	99	88	*	70	69	153	338	309	250	198	158	1
2	110	99	88	*	70	69	149	308	314	246	193	156	2
3	110	99	88	*	70	69	144	288	400	244	191	157	3
4	110	99	87	*	70	70	159	289	390	249	188	155	4
5	109	98	87	*	69	70	156	317	379	244	186	147	5
6	108	97	86	*	69	173	150	304	351	241	181	145	6
7	109	97	86	*	69	155	182	332	324	235	178	145	7
8	108	96	86	*	68	168	164	290	350	234	178	141	8
9	108	96	86	*	67	160	204	301	370	228	173	141	9
10	108	95	85	*	67	167	172	298	370	223	172	140	10
11	107	95	85	*	68	167	259	270	329	222	167	137	11
12	108	95	85	*	65	168	235	263	351	232	167	138	12
13	108	94	84	*	64	152	208	298	345	237	167	137	13
14	105	94	84	*	64	139	212	340	355	239	165	135	14
15	105	93	84	*	63	142	214	342	389	233	163	135	15
16	105	93	83	74	81	151	229	410	388	230	162	135	16
17	105	93	83	74	81	155	251	425	391	224	160	134	17
18	105	92	83	73	81	145	282	563	390	223	157	132	18
19	104	92	83	73	81	159	260	578	350	248	158	132	19
20	104	91	83	73	83	161	228	381	329	285	158	132	20
21	103	91	82	73	89	190	214	331	320	286	158	132	21
22	103	91	81	72	85	165	204	399	305	249	153	132	22
23	103	91	81	72	84	188	202	*	252	236	152	130	23
24	103	90	81	72	84	190	189	330	285	228	151	127	24
25	103	90	80	72	85	163	188	344	289	224	150	128	25
26	103	90	80	71	88	195	189	488	278	218	150	125	26
27	102	89	80	71	89	173	212	376	265	214	148	124	27
28	101	89	80	71	90	187	215	393	278	214	148	125	28
29	101	89	80	70	90	148	307	385	270	210	148	124	29
30	101	*	79	70	90	144	288	314	263	206	154	123	30
31	101	*	79	*	70	*	318	316	*	201	*	122	31

HMAX = 576 cms à l'échelle de crue le 19 AOU

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

HAUTEURS (MOYENNES)			JOURNALIERES EN CM			ANNEE		1973					
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	121	108	94	81	71	96	111	385	423	235	176	133	1
2	121	105	80	71	93	118	344	362	231	173	132	2	
3	121	105	93	80	71	92	123	439	370	243	170	132	3
4	120	104	93	80	70	92	129	414	468	252	168	132	4
5	120	104	92	79	70	80	120	340	477	269	167	132	5
6	119	103	92	79	70	85	136	304	521	258	165	131	6
7	119	103	91	78	69	93	137	294	624	249	163	130	7
8	118	103	91	78	69	92	137	332	480	243	161	128	8
9	118	102	90	77	68	92	174	337	461	236	159	127	9
10	117	102	90	78	68	93	170	328	523	233	158	127	10
11	116	102	90	78	78	100	153	387	488	233			

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1974
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	115	102	90	80	68	53	125	305	466	392	207	152	1	
2	115	101	90	79	68	52	123	317	467	363	204	150	2	
3	114	101	90	79	67	51	139	304	436	348	206	150	3	
4	113	101	90	78	67	51	159	298	436	330	206	149	4	
5	112	100	89	78	66	51	147	307	441	587	208	148	5	
6	111	100	89	78	66	51	198	378	427	473	200	146	6	
7	111	100	89	77	65	54	232	475	457	383	198	145	7	
8	110	99	88	77	64	68	263	399	481	354	196	144	8	
9	110	98	88	77	62	73	235	363	529	327	195	143	9	
10	109	98	88	77	64	117	220	354	435	314	190	143	10	
11	109	98	87	76	60	102	201	322	419	304	186	142	11	
12	109	97	87	76	62	109	180	302	391	318	183	141	12	
13	108	97	87	76	62	103	208	371	358	314	181	140	13	
14	108	96	86	75	61	105	264	469	460	330	179	139	14	
15	108	96	86	75	61	153	320	487	527	307	177	137	15	
16	107	96	85	74	62	138	341	408	528	287	175	136	16	
17	107	95	85	74	62	128	274	417	488	278	173	134	17	
18	107	94	85	74	62	128	272	511	430	287	171	133	18	
19	106	94	84	73	62	124	319	428	451	260	170	132	19	
20	106	93	84	73	62	118	317	559	447	253	168	132	20	
21	105	93	83	72	61	112	278	653	410	246	166	131	21	
22	105	92	83	72	61	110	260	593	458	241	164	130	22	
23	105	92	82	71	61	108	294	554	419	238	162	129	23	
24	105	92	82	71	60	107	283	635	367	232	160	129	24	
25	104	91	82	70	59	107	260	664	343	228	158	128	25	
26	104	91	81	70	59	107	267	543	221	157	128	26		
27	104	91	81	69	58	108	287	543	455	217	155	127	27	
28	104	90	81	69	57	108	399	468	508	217	155	127	28	
29	104	*	80	69	56	112	338	515	475	213	154	127	29	
30	103	*	80	69	54	117	289	632	463	209	153	128	30	
31	102	*	80	*	54	*	279	611	*	209	*	126	31	

HMIX = 664 cms à l'échelle de crue le 25 AOO

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1975
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	125	109	96	85	77	64	112	272	424	400	200	143	1	
2	124	109	96	85	77	63	113	267	554	382	196	142	2	
3	124	109	95	85	76	61	124	263	701	350	194	141	3	
4	123	108	95	85	76	60	119	281	581	327	190	140	4	
5	122	108	95	84	76	59	125	259	582	314	187	139	5	
6	121	107	94	84	76	58	157	261	681	337	184	138	6	
7	120	107	94	84	75	57	163	259	535	317	182	138	7	
8	120	106	94	83	75	55	151	264	478	300	178	137	8	
9	119	106	93	83	75	54	150	254	484	291	176	136	9	
10	118	105	92	82	75	56	151	264	443	274	174	136	10	
11	117	105	92	82	74	57	158	246	389	284	172	135	11	
12	116	104	92	82	74	58	146	239	367	274	172	134	12	
13	116	103	91	82	74	60	138	229	408	291	170	132	13	
14	115	103	91	82	73	62	220	231	455	303	167	132	14	
15	115	102	91	82	73	63	285	257	412	290	165	130	15	
16	115	102	91	81	72	62	229	251	439	272	162	128	16	
17	115	101	90	81	71	155	195	251	444	261	160	128	17	
18	115	101	90	81	71	130	192	240	400	282	158	127	18	
19	115	100	90	81	71	142	189	224	869	248	156	126	19	
20	115	100	90	80	70	140	200	226	769	241	157	125	20	
21	114	100	90	80	70	133	211	251	700	234	157	125	21	
22	113	99	89	80	70	131	228	288	538	231	157	124	22	
23	112	99	89	80	71	122	372	272	462	227	158	123	23	
24	112	98	89	79	70	117	383	266	429	222	154	122	24	
25	111	98	88	79	70	112	289	284	472	217	151	121	25	
26	111	98	88	79	69	131	282	292	587	214	149	121	26	
27	111	97	88	78	69	122	261	295	558	213	148	120	27	
28	110	98	87	78	68	115	270	363	490	225	147	120	28	
29	110		87	78	67	113	268	398	444	218	148	120	29	
30	110		86	77	68	114	267	565	414	207	144	120	30	
31	110		86		65		274	532		203		120	31	

HMIX = 769 cms à l'échelle de crue le 20 SEP

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1976
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	120	108	93	83	73	72	133	246	300	333	298	166	1	
2	119	106	92	83	73	62	133	238	298	362	285	164	2	
3	118	105	92	83	73	62	148	227	319	352	292	163	3	
4	117	105	92	83	73	61	216	248	288	348	283	161	4	
5	117	105	91	83	73	61	155	258	271	390	280	160	5	
6	118	105	91	82	72	60	137	275	258	407	260	159	6	
7	115	104	91	82	72	60	128	292	245	384	250	158	7	
8	115	104	90	82	72	69	144	281	240	347	240	156	8	
9	115	103	90	82	72	60	153	304	250	348	233	155	9	
10	115	102	90	81	72	61	152	328	254	318	229	153	10	
11	114	101	89	81	72	61	148	342	283	308	225	152	11	
12	113	101	89	81	72	62	140	313	281	312	221	151	12	
13	112	100	89	81	71	62	154	303	251	298	217	150	13	
14	111	100	89	81	71	62	178	319	283	281	213	149	14	
15	111	100	88	80	70	69	238	394	378	272	209	148	15	
16	111	99	88	79	70	130	283	507	389	263	205	147	16	
17	111	99	88	79	70	107	328	608	388	258	202	146	17	
18	111	98	87	78	70	113	419	627	359	251	199	145	18	
19	111	98	87	77	69	117	405	620	330	250	197	144	19	
20	110	97	87	77	68	128	353	435	316	258	198	143	20	
21	110	97	87	77	68	136	325	398	308	254	198	142	21	
22	109	97	86	77	67	132	324	389	311	242	192	141	22	
23	109	96	86	76	68	148	290	388	311	238	188	140	23	
24	108	96	86	76	65	151	253	371	342	237	180	140	24	
25	108	95	86	75	64	132	281	349	485	268	178	139	25	
26	107	94	85	75	63	130	303	317	408	251	178	138	26	
27	107	94	85	75	62	132	295	298	382	241	174	137	27	
28	107	94	85	74	63	136	335	281	335	233	172	136	28	
29	106	93	84	74	63	134	315	285	333	228	170	135	29	
30	106		84	74	62	133	310	341	339	298	168	133	30	
31	108		84		62		271	388		318		133	31	

HMIX = 627 cms à l'échelle de crue le 16 AOO

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1977
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	132	113	99	89	89	82	113	161	234	311	185	129	1	
2	131	112	99	88	88	81	110	159	228	314	181	128	2	
3	130	112	99	88	87	94	109	158	238	302	178	128	3	
4	129	111	98	87	86	112	108	150	282	289	172	127	4	
5	128	110	98	87	85	107	109	142	352	282	168	126	5	
6	127	110	97	87	85	143	121	138	345	271	168	124		

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1978
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	112	97	88	75	-200	-200	133	250	383	390	254	162	1	
2	112	96	87	75	-200	-200	132	227	327	361	250	162	2	
3	111	96	86	75	-200	-200	137	363	314	345	242	162	3	
4	111	96	88	75	-200	-200	133	369	379	347	235	162	4	
5	110	96	85	75	-200	-200	142	553	374	486	228	161	5	
6	110	95	85	74	-200	-200	128	585	396	406	224	158	6	
7	110	95	84	73	-200	-200	125	501	405	393	219	154	7	
8	109	95	84	73	-200	71	144	433	417	358	215	152	8	
9	108	95	84	72	-200	75	149	464	455	330	212	150	9	
10	108	95	83	72	-200	78	177	428	377	313	209	149	10	
11	108	94	83	72	-200	137	188	357	337	323	208	148	11	
12	108	94	82	72	-200	135	158	322	309	458	202	148	12	
13	107	94	82	72	-200	127	149	292	292	404	199	145	13	
14	106	94	82	70	-200	122	148	320	337	422	195	144	14	
15	105	94	81	-200	-200	120	167	347	375	358	191	143	15	
16	105	93	81	-200	-200	118	163	315	506	328	168	141	16	
17	104	94	81	-200	-200	112	178	294	467	306	186	141	17	
18	104	94	80	-200	-200	111	179	272	605	290	184	140	18	
19	104	95	80	-200	-200	108	188	272	560	282	182	139	19	
20	104	94	80	-200	-200	108	192	274	490	283	180	138	20	
21	103	93	80	-200	-200	107	187	261	448	280	177	138	21	
22	103	92	79	-200	-200	104	180	299	414	315	175	136	22	
23	102	92	79	-200	-200	107	168	300	393	521	173	135	23	
24	101	92	78	-200	-200	106	162	443	442	403	171	134	24	
25	100	91	78	-200	-200	103	158	473	489	348	169	133	25	
26	100	90	78	-200	-200	102	174	460	605	323	167	132	26	
27	99	90	78	-200	-200	113	168	461	681	301	165	131	27	
28	99	89	77	-200	-200	103	170	422	598	284	164	131	28	
29	99	77	-200	-200	116	179	418	498	271	163	130	29		
30	98	78	-200	-200	123	245	443	430	261	162	128	30		
31	97	78				293	394		256		128	31		

RMAX = 661 cms à l'échelle de crue le 27 SEP

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1979
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	127	108	98	84	75	72	141	243	275	263	214	136	1	
2	126	108	98	84	75	74	152	248	261	248	215	134	2	
3	125	108	98	83	75	73	138	251	263	249	208	133	3	
4	124	107	97	83	75	73	129	278	254	230	203	133	4	
5	123	108	96	83	74	72	122	273	258	268	198	133	5	
6	122	106	96	81	74	72	117	248	247	318	192	135	6	
7	121	105	95	81	74	73	115	234	240	288	188	134	7	
8	121	105	95	80	74	72	113	233	231	274	185	132	8	
9	121	104	94	80	73	71	115	253	234	257	182	131	9	
10	121	104	94	80	73	73	121	257	270	247	179	130	10	
11	120	104	94	80	73	75	133	281	255	241	175	129	11	
12	120	103	94	80	72	73	140	242	238	231	172	128	12	
13	119	102	94	80	72	73	141	220	233	228	169	127	13	
14	119	102	94	80	72	73	149	214	233	225	168	128	14	
15	118	101	93	80	71	73	144	208	270	226	164	126	15	
16	118	100	93	80	71	78	136	194	265	284	166	125	16	
17	118	100	93	79	71	98	138	185	246	323	168	124	17	
18	117	100	92	78	70	100	149	214	301	371	163	124	18	
19	118	100	91	78	71	105	158	228	318	339	159	123	19	
20	118	100	91	78	72	105	174	210	288	297	158	122	20	
21	115	100	91	78	72	120	165	202	264	278	155	121	21	
22	115	99	90	77	71	120	187	205	268	277	152	120	22	
23	114	99	89	77	79	122	193	277	289	258	150	120	23	
24	114	99	89	77	77	132	205	341	262	243	148	119	24	
25	113	98	89	76	76	159	280	331	297	233	147	119	25	
26	112	98	88	78	75	133	269	339	415	227	145	118	26	
27	112	96	88	78	75	187	247	397	431	228	144	117	27	
28	112	96	88	78	75	180	244	328	338	225	141	117	28	
29	111	88	84	76	74	157	238	320	297	217	139	116	29	
30	110	84	75	74	143	239	303	273	220	137	115	115	30	
31	109	84	73	73	267	292			220		115	31		

RMAX = 431 cms à l'échelle de crue le 27 SEP

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 0 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1980
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	114	99	90	78	44	84	141	414	534	258	184	131	1	
2	114	98	89	78	43	85	132	370	541	248	161	131	2	
3	113	97	88	78	41	78	128	323	518	239	159	130	3	
4	113	98	88	78	39	75	124	307	510	231	158	130	4	
5	113	98	88	78	35	108	122	323	473	224	157	129	5	
6	112	95	87	78	35	93	125	338	494	219	168	128	6	
7	112	96	87	75	34	97	140	455	512	215	188	127	7	
8	112	98	88	75	34	128	140	533	524	219	168	128	8	
9	112	98	88	75	31	179	183	524	518	218	162	125	9	
10	112	98	85	73	29	123	352	868	488	214	158	125	10	
11	111	98	85	73	27	109	274	768	479	211	155	124	11	
12	111	98	85	72	25	122	228	827	445	219	153	124	12	
13	111	98	85	72	24	134	201	483	427	214	153	122	13	
14	111	98	85	72	22	124	180	400	385	210	151	120	14	
15	110	98	85	72	20	118	165	380	361	208	148	120	15	
16	110	98	85	70	18	124	171	387	337	202	148	120	16	
17	109	98	85	68	16	145	187	376	318	198	148	120	17	
18	108	95	85	67	14	127	251	371	314	197	147	119	18	
19	107	95	84	68	12	118	294	358	308	195	148	119	19	
20	107	95	82	64	11	120	280	319	285	194	148	118	20	
21	107	94	82	63	12	122	249	312	291	191	143	118	21	
22	106	93	81	61	12	127	238	298	284	188	141	117	22	
23	105	93	81	58	12	132	218	390	274	188	140	115	23	
24	104	92	81	58	12	135	309	832	285	182	138	114	24	
25	103	92	81	58	12	119	317	547	270	180	138	114	25	
26	102	92	81	54	23	117	304	452	254	180	136	114	26	
27	101	90	79	52	22	149	319	502	244	178	136	114	27	
28	101	90	79	50	19	183	283	653	248	175	135	114	28	
29	100	90	79	48	17	144	269	549	265	171	133	113	29	
30	99	79	78	48	14	146	360	473	275	169	132	112	30	
31	99	78		10		405	425		167		112	31		

RMAX = 788 cms à l'échelle de crue le 11 AOU

* = Observation manquante

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNEE	1981
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	111	99	87	75	88	97	122	339	450	249	183	131	1	
2	111	98	87	75	85	97	123	315	423	254	179	130	2	
3	110	98	88	75	84	97	120	313	365	244	177	129	3	
4	109	98	88	75	84	95	119	305	335	237	174	129	4	
5	108	98	88	75	84	94	120	323	310	237	173	128	5	
6	108	97	88	75	83	94</								

STATION : KEDDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNÉE	1982
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	111	100	89	77	80	34	137	291	433	272	189	139	1	
2	111	100	88	78	59	31	147	243	492	267	168	138	2	
3	110	100	88	78	58	30	141	223	438	265	187	136	3	
4	110	100	87	78	57	30	134	215	404	273	184	133	4	
5	108	99	87	75	57	37	130	198	448	274	183	132	5	
6	108	99	87	73	57	47	130	205	457	280	177	130	6	
7	108	99	88	72	58	48	138	198	420	343	175	129	7	
8	107	98	88	72	58	47	143	209	392	312	173	128	8	
9	107	97	88	71	55	48	142	211	347	308	172	128	9	
10	108	82	88	71	54	47	148	217	343	297	172	127	10	
11	108	97	85	71	53	47	144	261	382	274	171	127	11	
12	108	98	85	71	53	47	188	263	418	258	168	127	12	
13	108	98	84	71	52	50	221	240	399	251	168	127	13	
14	108	95	84	71	51	51	213	258	442	248	183	127	14	
15	108	95	83	71	50	51	201	274	502	257	159	127	15	
16	105	94	83	70	49	50	188	249	411	284	157	127	16	
17	105	94	83	69	48	50	178	248	418	254	158	126	17	
18	104	93	82	68	49	49	180	288	404	293	154	125	18	
19	103	93	82	67	49	78	172	274	388	312	151	124	19	
20	102	93	82	68	48	80	188	244	358	280	150	123	20	
21	101	92	81	66	47	75	174	232	355	258	148	122	21	
22	101	92	81	65	47	73	180	259	370	253	147	122	22	
23	101	91	80	65	47	95	157	274	358	242	148	121	23	
24	101	91	80	64	48	98	195	360	321	234	145	121	24	
25	100	90	80	63	43	114	207	431	298	228	144	120	25	
26	100	90	79	63	42	117	204	319	321	219	144	119	26	
27	100	90	79	62	41	119	181	340	324	212	141	118	27	
28	100	90	79	62	40	132	174	358	298	207	140	117	28	
29	100	90	78	61	38	141	323	417	280	204	140	118	29	
30	100	90	78	61	38	141	308	413	269	202	139	115	30	
31	100	90	78	61	35	307	431		196		114	31		

HMAX = 502 cms à l'échelle de crue le 15 SEP

* = Observation manquante

STATION : KEDDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNÉE	1983
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	114	100	89	78	*	31	135	200	274	299	154	118	1	
2	114	100	89	78	*	31	129	226	311	278	152	117	2	
3	114	99	89	78	*	31	134	228	320	263	154	118	3	
4	113	99	88	77	*	31	129	212	283	252	152	118	4	
5	113	99	88	77	*	31	134	190	318	248	148	118	5	
6	112	99	87	76	*	31	143	179	312	250	145	115	6	
7	112	98	88	76	*	31	139	178	295	258	143	115	7	
8	111	98	88	75	*	31	135	178	295	265	142	114	8	
9	111	98	88	75	*	31	131	201	299	248	140	114	9	
10	110	98	85	74	*	80	127	214	289	238	139	113	10	
11	110	98	85	74	*	80	159	302	323	228	137	113	11	
12	109	97	85	74	*	81	155	265	344	221	136	113	12	
13	109	97	85	74	*	82	142	239	335	212	133	113	13	
14	109	98	85	73	*	82	134	221	296	208	132	112	14	
15	109	95	84	73	*	82	139	283	271	201	130	112	15	
16	108	95	84	72	*	85	143	278	257	199	130	112	16	
17	108	95	84	71	*	88	133	320	270	195	128	111	17	
18	108	95	83	71	*	98	127	252	343	192	128	111	18	
19	107	94	82	70	*	98	125	230	298	187	127	111	19	
20	107	94	82	69	*	97	128	220	287	182	126	111	20	
21	106	93	82	68	*	100	132	218	284	178	124	110	21	
22	106	93	82	68	*	109	159	214	267	175	124	110	22	
23	105	93	82	67	*	109	181	243	275	171	123	109	23	
24	105	92	81	68	*	111	176	285	284	169	122	109	24	
25	104	91	81	65	32	119	232	282	283	171	121	108	25	
26	104	90	81	64	31	121	258	244	281	171	120	108	26	
27	103	90	80	63	31	119	212	241	237	168	120	107	27	
28	102	90	79	62	31	119	188	298	258	165	119	107	28	
29	101	90	79	61	31	123	173	318	372	161	118	107	29	
30	101	90	78	60	31	130	168	298	337	157	118	108	30	
31	100	90	78	60	31	170	270		155		105	31		

HMAX = 372 cms à l'échelle de crue le 29 SEP

* = Observation manquante

STATION : KEDDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNÉE	1984
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	105	94	84	73	31	89	201	235	195	250	148	110	1	
2	105	93	84	73	27	71	180	235	193	239	142	110	2	
3	104	92	83	73	24	72	163	226	224	232	141	110	3	
4	104	92	82	72	28	74	155	217	213	259	139	109	4	
5	104	91	82	71	27	72	149	204	216	354	137	110	5	
6	104	91	82	71	25	72	160	258	207	400	134	111	6	
7	103	90	81	70	35	72	166	222	205	355	132	110	7	
8	103	90	81	69	33	71	228	218	201	308	130	109	8	
9	102	90	80	68	30	69	230	209	202	284	129	109	9	
10	102	90	80	68	29	68	223	201	235	288	127	109	10	
11	102	90	80	64	32	67	280	197	217	247	128	108	11	
12	101	90	79	63	31	68	281	190	223	233	124	108	12	
13	101	90	79	62	31	67	280	198	211	222	123	107	13	
14	100	90	79	62	31	70	235	205	211	213	122	107	14	
15	100	89	79	62	30	71	254	207	204	207	122	108	15	
16	100	88	78	60	28	71	232	194	208	208	124	105	16	
17	100	88	78	58	28	68	181	215	200	127	108	17		
18	100	88	78	58	25	135	282	194	214	191	128	105	18	
19	99	88	78	54	25	141	283	199	205	165	128	104	19	
20	99	88	77	51	27	182	289	287	203	179	127	104	20	
21	98	88	77	48	25	188	259	252	201	177	123	104	21	
22	98	88	78	45	24	185	248	231	203	173	121	103	22	
23	98	88	76	42	23	168	221	214	201	169	119	103	23	
24	97	88	75	43	22	179	218	202	207	184	118	103	24	
25	98	86	75	46	20	179	212	204	208	160	118	102	25	
26	95	86	75	44	20	211	223	194	204	157	115	102	26	
27	95	85	74	42	79	203	237	201	230	155	114	102	27	
28	94	84	74	40	76	173	219	197	213	151	114	101	28	
29	94	84	74	37	74	188	212	184	198	148	113	101	29	
30	94	84	74	34	72	189	230	198	207	148	112	101	30	
31	94	84	73	70	237	209		146		100	31			

HMAX = 400 cms à l'échelle de crue le 8 OCT

* = Observation manquante

STATION : KEDDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

	HAUTEURS (MOYENNES) JOURNALIERES EN CM												ANNÉE	1985
	JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC		
1	100	88	81	72	45	8	98	341	384	351	180	130	1	
2	100	88	80	71	44	11	108	348	408	319	179	129	2	
3	100	88	80	70	43	11	98	422	448	308	178	128	3	
4	100	88	79	70	42	9	185	337	588	298	177	128	4	
5	99	88	79	69	41	7	155	358	678	284	177	127	5	
6	99	87	79	68	40	4	182	339	814	332	171	125	6	
7	98	87	79	68	39	5	134	312	478	283	187	124	7	
8	97	87	79	67	3									

STATION : KEDOUGOU

Zéro échelle de crue = 102.26 m NG

HAUTEURS (MOYENNES)		JOURNALIERES EN CM										ANNEE		1986
JAN	FEV	MAR	AVR	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC			
1	*	*	89	79	68	98	108	151	253	333	189	135	1	
2	*	*	89	78	68	97	107	157	285	339	185	135	2	
3	*	*	89	77	66	100	115	178	340	340	181	134	3	
4	*	*	89	77	65	97	124	232	413	323	177	131	4	
5	*	*	89	76	64	98	123	222	376	337	175	129	5	
6	*	*	88	76	64	99	133	205	320	273	174	129	6	
7	*	*	88	76	73	100	128	216	292	265	175	128	7	
8	*	*	87	76	73	101	139	258	271	263	177	127	8	
9	*	*	87	78	74	100	138	264	264	253	170	126	9	
10	*	*	87	75	73	100	157	246	272	248	166	125	10	
11	*	*	86	75	72	99	172	231	321	241	163	124	11	
12	*	*	86	75	71	97	184	215	328	247	161	123	12	
13	*	*	86	74	71	101	218	202	319	253	158	123	13	
14	*	*	85	74	70	105	234	196	300	239	157	122	14	
15	*	*	85	73	70	107	209	184	299	238	154	122	15	
16	*	*	85	73	68	115	198	217	319	241	153	122	16	
17	*	*	85	73	67	121	203	278	371	234	150	121	17	
18	*	*	84	72	67	137	194	301	366	248	149	121	18	
19	*	*	84	72	67	128	190	260	330	230	148	120	19	
20	*	*	84	72	66	122	167	245	328	222	148	120	20	
21	*	*	83	72	67	117	177	247	331	242	144	120	21	
22	*	*	83	72	70	113	196	251	315	226	143	119	22	
23	*	*	83	72	70	112	200	354	298	218	142	119	23	
24	*	*	83	72	69	113	208	303	294	213	140	118	24	
25	*	*	82	71	69	112	192	285	271	210	139	117	25	
26	*	*	81	70	73	119	191	272	313	206	138	118	26	
27	*	*	81	70	72	120	178	269	372	213	137	118	27	
28	*	*	81	70	71	116	183	249	397	221	137	116	28	
29	*	*	80	69	96	111	186	257	357	206	136	115	29	
30	*	*	80	69	95	109	168	278	321	201	135	115	30	
31	*	*	80	69	95	109	168	278	321	201	135	115	31	

EMAX = 413 cms à l'échelle de crue le 4 SEP

* = Observation manquante

A N N E X E I V

Débits moyens mensuels (en m³/s) de la
Gambie à Gouloumbou

Ces données ne sont pas disponibles au moment de la parution de ce rapport.

A N N E X E V

Débits moyens journaliers (en m³/s) de la
Gambie à Kédougou (de 1970 à 1986)

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1970

	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	
1	0.53	13.3	14.2	492	497	194	63.2	23.8	17.4	9.72	1.60	0.79	1
2	0.53	9.72	19.8	625	573	175	61.3	28.5	17.0	9.72	1.60	0.73	2
3	0.53	10.2	20.3	355	599	160	58.6	27.9	17.0	9.29	1.54	0.73	3
4	0.53	10.2	17.0	412	893	150	58.6	27.4	16.5	9.29	1.47	0.73	4
5	0.53	8.00	21.3	437	944	157	55.9	26.9	16.0	8.86	1.40	0.73	5
6	0.53	9.72	17.4	539	790	144	54.2	25.9	16.0	8.00	1.40	0.73	6
7	0.53	1.67	17.9	514	539	137	53.3	25.9	15.6	7.58	1.40	0.66	7
8	0.46	1.60	30.2	645	470	131	51.7	25.3	14.6	7.58	1.33	0.66	8
9	0.46	1.47	29.0	1038	397	139	50.0	24.8	14.2	7.58	1.33	0.66	9
10	0.39	1.67	29.6	696	475	132	49.2	23.8	13.7	7.16	1.33	0.73	10
11	0.33	1.74	28.5	*	821	122	46.0	22.8	14.2	7.16	1.33	0.73	11
12	0.26	5.91	26.9	*	645	117	45.2	23.8	13.7	7.16	1.26	0.73	12
13	0.26	1.74	37.2	609	509	117	42.2	23.3	13.3	6.74	1.26	0.66	13
14	0.33	1.74	60.4	*	417	110	42.2	23.3	13.3	6.74	1.20	0.86	14
15	0.33	7.58	75.7	*	367	106	40.7	22.8	12.4	6.74	1.20	0.93	15
16	0.33	12.8	110	718	389	123	44.5	21.8	12.4	6.32	1.20	0.86	16
17	0.33	12.8	102	616	388	116	42.2	20.8	12.4	6.32	1.13	0.86	17
18	0.33	29.0	116	*	386	107	42.2	21.3	11.9	6.32	1.13	0.79	18
19	0.33	16.0	78.0	*	293	102	40.7	21.3	11.9	6.32	1.06	0.79	19
20	0.26	23.3	76.8	*	266	95.2	40.7	21.3	11.9	5.91	1.06	0.79	20
21	0.26	43.7	79.1	850	357	92.9	41.5	19.4	11.5	5.91	0.99	0.73	21
22	0.26	37.2	128	*	273	87.1	40.7	20.8	11.5	1.74	0.99	0.73	22
23	0.26	30.2	150	*	263	87.1	37.2	21.3	11.5	1.74	0.93	0.79	23
24	0.20	24.8	249	*	238	88.2	35.2	20.8	11.0	1.67	0.93	0.79	24
25	0.20	18.4	154	*	226	101	32.6	20.3	11.0	1.67	0.93	0.79	25
26	0.20	16.0	637	322	206	90.5	32.6	19.8	11.0	1.67	0.93	0.79	26
27	0.20	14.2	440	417	204	82.5	32.0	19.4	10.6	1.67	0.86	0.86	27
28	0.13	11.9	318	357	218	78.0	32.0	18.9	10.6	1.67	0.86	0.99	28
29	0.13	10.2	266	394	200	79.1	30.8	18.9	10.2	0.86	1.13	29	
30	0.20	9.72	331	415	243	73.5	29.0	18.4	9.72	0.79	1.13	30	
31	0.33		247	616		68.0		17.9	9.72		0.79	31	

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

0.34 13.2 127 * 436 115 44.2 22.5 13.0 6.01 1.16 0.80

DEBIT MAX = 1038 m3/s le 9 AOU

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = *

* = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1971

	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	
1	1.06	0.39	11.5	96.4	185	152	45.2	22.3	9.72	1.67	0.93	0.33	1
2	1.06	0.33	17.9	101	188	142	42.9	21.3	9.72	1.67	0.93	0.33	2
3	1.13	0.33	15.6	96.4	195	133	41.5	20.3	9.72	1.67	0.93	0.26	3
4	1.13	0.33	16.0	92.9	188	148	40.7	19.4	9.72	1.67	0.86	0.26	4
5	1.20	0.33	14.2	186	184	164	39.3	20.3	9.29	1.60	0.86	0.26	5
6	1.26	0.33	14.2	477	179	131	38.6	18.4	8.86	1.54	0.79	0.20	6
7	1.40	0.39	16.5	438	188	117	37.2	18.4	9.29	1.54	0.79	0.20	7
8	1.33	1.20	12.8	309	181	112	35.9	17.9	8.86	1.47	0.79	0.20	8
9	1.26	1.54	11.9	185	302	102	34.5	17.4	8.86	1.47	0.79	0.13	9
10	1.13	1.74	11.9	254	558	95.2	33.9	17.0	8.86	1.40	0.73	0.13	10
11	0.99	1.60	11.9	686	582	89.4	32.6	16.5	8.43	1.40	0.73	0.13	11
12	0.99	1.40	27.9	628	410	85.9	32.6	15.6	8.00	1.40	0.73	0.07	12
13	0.93	1.40	26.9	519	287	87.1	32.0	15.6	8.00	1.33	0.66	0.07	13
14	0.86	1.67	27.9	370	291	88.2	31.4	15.1	7.58	1.33	0.66	0.07	14
15	0.79	1.54	26.9	350	519	108	29.6	15.6	7.58	1.26	0.66	0.07	15
16	0.73	1.40	55.1	331	473	98.7	28.5	14.6	7.58	1.26	0.59	0.00	16
17	0.66	1.26	37.2	389	388	90.5	27.9	14.2	7.58	1.26	0.59	0.00	17
18	0.66	1.40	33.3	334	371	84.8	26.9	13.7	7.58	1.20	0.59	0.00	18
19	0.59	1.47	24.8	230	293	80.2	26.4	13.7	7.16	1.20	0.59	0.00	19
20	0.59	6.32	25.3	241	447	73.5	25.9	13.3	7.16	1.13	0.59	0.00	20
21	0.53	6.32	26.9	268	609	68.0	25.3	12.8	6.74	1.13	0.53	0.00	21
22	0.53	1.54	126	271	438	76.8	25.3	12.4	6.74	1.13	0.46	0.00	22
23	0.46	6.32	179	203	383	78.0	24.8	12.4	6.74	1.13	0.46	0.00	23
24	0.46	17.0	204	206	330	69.1	24.3	11.9	6.74	1.06	0.46	0.00	24
25	0.39	13.7	140	237	296	63.2	23.8	11.9	6.74	1.06	0.39	0.00	25
26	0.39	7.58	100	266	246	58.6	23.3	11.5	6.74	1.06	0.39	0.00	26
27	0.46	13.7	79.1	268	212	55.9	22.8	11.5	6.32	0.99	0.39	0.00	27
28	0.53	19.8	87.1	226	200	53.3	22.3	11.0	5.91	0.99	0.39	0.00	28
29	0.53	13.7	71.3	223	191	51.7	22.3	10.6	5.91	0.99	0.39	0.00	29
30	0.46	13.9	94.0	198	169	49.2	22.3	10.2	5.91		0.33	0.00	30
31	0.46		90.5	204		46.8		10.2	5.91		0.33	0.00	31

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

0.81 4.65 52.8 287 316 92.1 30.7 15.1 7.74 1.31 0.62 0.09

DEBIT MAX = 686 m3/s le 11 AOU

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 68 m3/s

* = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1972

	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	
1	0.00	0.00	30.8	251	209	127	64.1	32.6	14.6	8.00	1.33	0.46	1
2	0.00	0.00	28.5	204	216	122	61.3	32.6	14.6	7.58	1.26	0.39	2
3	0.00	0.00	25.9	175	352	119	59.5	33.3	14.6	7.58	1.26	0.39	3
4	0.00	0.00	34.5	152	336	126	56.8	32.0	14.2	7.16	1.26	0.39	4
5	0.00	0.00	32.6	221	318	119	55.1	27.4	14.2	7.16	1.20	0.33	5
6	0.00	44.5	29.0	201	274	116	50.8	26.4	13.7	6.74	1.20	0.33	6
7	0.00	32.0	51.7	244	232	108	46.8	26.4	13.7	6.74	1.13	0.26	7
8	0.00	39.3	37.9	181	273	107	46.8	24.3	13.3	6.74	1.13	0.26	8
9	0.00	35.2	72.4	197	304	97.6	44.5	24.3	13.3	6.32	1.06	0.20	9
10	0.00	55.9	43.7	189	304	94.0	43.7	23.8	12.8	6.32	1.06	0.13	10
11	0.00	55.9	139	153	240	92.9	40.0	22.3	12.4	6.32	1.06	0.13	11
12	0.00	39.3	108	144	274	105	40.0	22.8	11.9	5.91	0.99	0.13	12
13	0.00	30.2	74.6	192	265	111	40.0	22.3	11.9	5.91	0.99	0.07	13
14	0.00	23.3	81.3	257	280	113	38.6	21.3	11.9	1.74	0.93	0.07	14
15	0.00	24.8	83.6	260	302	106	37.2	21.3	11.9	1.74	0.93	0.00	15
16	0.00	29.6	101	368	301	102	36.5	21.3	11.0	1.67	0.93	0.00	16
17	0.00	32.0	128	393	338	95.2	35.2	20.8	11.0	1.67	0.86	0.00	17
18	0.00	26.4	169	625	320	94.0	33.3	19.8	11.0	1.67	0.86	0.00	18
19	0.00	34.5	140	647	273	124	32.6	19.8	10.6	1.60	0.79	0.00	19
20	0.00	50.8	100	322	240	174	32.6	19.8	10.2	1.60	0.79	0.00	20
21	0.00	58.6	83.6	243	226	148	32.6	19.8	10.2	1.54	0.79	0.00	21
22	0.00	38.6	72.4	350	203	124	30.8	19.8	10.2	1.47	0.73	0.00	22
23	0.00	55.1	70.2	296	130	110	30.2	18.9	10.2	1.40	0.73	0.00	23
24	0.00	50.0	57.7	241	174	97.6	29.6	17.4	9.72	1.40	0.73	0.00	24
25	0.00	37.2	55.1	263	179	95.2	29.0	17.0	9.72	1.40	0.66	0.00	25
26	0.00	63.2	57.7	460	161	88.2	29.0	16.5	9.29	1.33	0.66	0.00	26
27	0.00	44.5	81.3	314	146	83.6	28.5	16.0	8.86	1.33	0.66	0.00	27
28	0.00	33.3	84.8	341	164	83.6	27.9	16.5	8.86	1.33	0.59	0.00	28
29	0.00	26.9	206	328	153	79.1	27.9	16.0	8.86		0.59	0.00	29
30	0.00												

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S													ANNEE	1974
MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR			
1	0.00	0.00	16.5	203	460	339	75.7	30.2	16.5	9.29	1.47	0.73	1	
2	0.00	0.00	15.6	221	462	293	72.4	29.0	16.0	9.29	1.47	0.73	2	
3	0.00	0.00	23.3	201	410	269	74.6	29.0	16.0	9.29	1.40	0.73	3	
4	0.00	0.00	34.5	192	410	241	74.6	28.5	15.6	8.86	1.40	0.73	4	
5	0.00	0.00	27.4	206	419	666	76.8	27.9	15.1	8.86	1.40	0.66	5	
6	0.00	0.00	66.1	317	396	472	68.0	26.9	14.6	8.43	1.33	0.66	6	
7	0.00	0.00	105	475	445	325	66.1	26.4	14.2	8.43	1.33	0.66	7	
8	0.00	0.00	144	350	485	279	64.1	25.9	14.2	8.00	1.33	0.59	8	
9	0.00	0.00	108	293	567	237	63.2	25.3	13.7	8.00	1.26	0.59	9	
10	0.00	12.8	90.5	279	409	216	58.6	25.3	13.3	7.58	1.20	0.53	10	
11	0.00	6.32	69.1	229	383	201	55.1	24.8	12.8	7.58	1.20	0.53	11	
12	0.00	9.29	58.6	198	338	223	52.5	24.3	12.4	7.16	1.20	0.53	12	
13	0.00	6.74	76.8	306	285	216	50.8	23.8	12.4	6.74	1.13	0.53	13	
14	0.00	7.58	145	465	450	241	49.2	23.3	11.9	6.74	1.13	0.53	14	
15	0.00	30.8	226	495	563	206	47.6	22.3	11.9	6.32	1.13	0.53	15	
16	0.00	21.8	258	365	567	176	46.0	21.8	11.9	6.32	1.13	0.46	16	
17	0.00	17.0	159	379	497	161	44.5	20.8	11.9	5.91	1.06	0.46	17	
18	0.00	17.9	156	536	401	149	42.9	20.3	11.9	5.91	1.06	0.46	18	
19	0.00	16.0	224	394	435	140	42.2	19.8	11.9	1.74	1.06	0.46	19	
20	0.00	13.3	221	618	429	131	40.7	19.8	11.9	1.74	1.06	0.39	20	
21	0.00	10.6	164	778	368	122	39.3	19.4	11.5	1.74	1.06	0.39	21	
22	0.00	9.72	140	659	443	116	37.9	18.9	11.0	1.67	0.99	0.39	22	
23	0.00	8.86	186	609	383	110	36.5	18.4	10.6	1.67	0.99	0.39	23	
24	0.00	8.43	171	748	299	105	35.2	18.4	10.6	1.60	0.99	0.33	24	
25	0.00	8.43	140	797	262	100	33.9	17.9	10.2	1.60	0.93	0.33	25	
26	0.00	8.43	149	638	277	91.7	33.3	17.9	10.2	1.60	0.93	0.33	26	
27	0.00	8.86	191	590	442	87.1	32.0	17.4	10.2	1.54	0.93	0.26	27	
28	0.00	8.86	334	463	531	87.1	32.0	17.4	9.72	1.47	0.86	0.26	28	
29	0.00	10.6	254	543	475	82.5	31.4	17.4	9.72	0.86	0.26	29		
30	0.00	12.8	179	572	455	78.0	30.8	17.0	9.72	0.79	0.20	30		
31	0.00		165	536		78.0		17.0	9.72	0.79		31		

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):
 0.00 8.50 139 440 425 201 50.3 22.4 12.4 5.54 1.13 0.49
 DEBIT MAX = 797 m3/s le 25 AOU
 DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 110 m3/s
 * = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S													ANNEE	1975
MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR			
1	0.20	0.00	10.6	156	391	352	68.0	25.3	14.2	8.00	1.26	0.59	1	
2	0.20	0.00	11.0	149	609	323	64.1	24.8	13.7	8.00	1.20	0.59	2	
3	0.13	0.00	16.0	171	860	273	62.3	24.3	13.3	7.58	1.20	0.59	3	
4	0.13	0.00	13.7	168	655	237	58.6	23.8	12.8	7.58	1.20	0.59	4	
5	0.13	0.00	16.5	139	657	216	55.9	23.3	12.8	7.58	1.13	0.59	5	
6	0.13	0.00	33.3	141	826	252	53.3	22.8	12.4	7.58	1.13	0.53	6	
7	0.07	0.00	37.2	139	577	221	51.7	22.8	11.9	7.16	1.13	0.53	7	
8	0.07	0.00	29.6	145	480	195	48.4	22.3	11.9	7.16	1.06	0.53	8	
9	0.07	0.00	29.0	132	490	182	46.8	21.8	11.9	6.74	1.06	0.53	9	
10	0.07	0.00	29.6	145	422	159	45.2	21.8	11.9	6.32	1.06	0.46	10	
11	0.00	0.00	33.9	122	334	172	43.7	21.3	11.5	5.91	0.99	0.46	11	
12	0.00	0.00	26.9	113	299	159	43.7	20.8	11.0	5.91	0.99	0.46	12	
13	0.00	0.00	22.8	101	365	182	42.2	19.8	10.6	1.74	0.99	0.46	13	
14	0.00	0.00	90.5	104	442	200	40.0	19.8	10.2	1.74	0.99	0.46	14	
15	0.00	0.00	174	136	371	181	38.6	18.9	10.2	1.74	0.93	0.39	15	
16	0.00	1.20	101	128	415	156	36.5	17.9	10.2	1.67	0.93	0.33	16	
17	0.00	32.0	63.2	128	424	141	35.2	17.9	10.2	1.67	0.93	0.33	17	
18	0.00	18.9	60.4	114	367	142	33.9	17.4	10.2	1.60	0.86	0.26	18	
19	0.00	24.8	57.7	95.2	806	124	33.9	17.0	10.2	1.60	0.86	0.20	19	
20	0.00	23.8	68.0	97.6	976	116	33.3	16.5	9.72	1.54	0.86	0.20	20	
21	0.00	20.3	80.2	128	859	107	33.3	16.5	9.72	1.54	0.86	0.20	21	
22	0.00	19.4	97.6	148	582	104	33.3	16.0	9.29	1.54	0.79	0.20	22	
23	0.00	15.1	307	156	453	98.7	33.9	15.6	9.29	1.47	0.79	0.13	23	
24	0.00	12.8	325	175	399	92.9	31.4	15.1	8.86	1.47	0.79	0.13	24	
25	0.00	10.6	179	172	470	87.1	29.6	14.6	8.86	1.40	0.79	0.07	25	
26	0.00	19.4	142	184	666	83.6	28.5	14.6	8.43	1.33	0.73	0.07	26	
27	0.00	15.1	141	188	613	82.5	27.9	14.2	8.43	1.33	0.73	0.07	27	
28	0.00	11.9	153	293	500	96.4	27.4	14.2	8.43	1.33	0.73	0.00	28	
29	0.00	11.0	150	346	424	85.9	26.9	14.2	8.00	1.26	0.66	0.00	29	
30	0.00	11.5	149	628	375	75.7	25.9	14.2	8.00	0.66	0.00	30		
31	0.00		159	572		71.3		14.2	8.00	0.66		31		

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):
 0.04 8.26 90.6 181 537 160 41.1 18.8 10.5 3.85 0.93 0.33
 DEBIT MAX = 976 m3/s le 20 SEP
 DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 88 m3/s
 * = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S													ANNEE	1976
MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR			
1	0.00	0.00	20.3	122	195	246	192	39.3	19.8	11.0	1.67	0.99	1	
2	0.00	0.53	20.3	110	192	291	174	37.9	19.4	10.6	1.67	0.93	2	
3	0.00	0.53	26.9	98.7	224	276	184	37.2	18.9	10.6	1.67	0.93	3	
4	0.00	0.46	85.9	124	175	266	171	35.9	18.4	10.2	1.60	0.86	4	
5	0.00	0.46	32.0	137	154	336	167	35.2	17.9	9.72	1.60	0.86	5	
6	0.00	0.39	22.3	160	135	363	140	34.5	17.4	9.72	1.54	0.86	6	
7	0.00	0.39	17.9	184	121	295	127	33.9	17.4	9.29	1.54	0.79	7	
8	0.00	0.99	25.9	168	114	268	114	32.6	17.4	9.29	1.54	0.79	8	
9	0.00	1.06	30.8	201	127	266	106	32.0	17.9	8.86	1.47	0.79	9	
10	0.00	1.13	30.2	238	132	220	101	30.8	18.4	8.86	1.47	0.79	10	
11	0.00	1.13	26.9	260	144	204	96.4	30.2	18.4	8.43	1.47	0.73	11	
12	0.00	1.20	23.8	215	141	213	91.7	29.6	17.9	8.43	1.40	0.73	12	
13	0.00	1.20	31.4	200	128	189	87.1	29.0	17.0	8.00	1.40	0.73	13	
14	0.00	1.20	48.4	224	171	168	82.5	28.5	16.5	7.58	1.40	0.73	14	
15	0.00	1.67	110	342	314	156	78.0	27.9	16.0	7.58	1.33	0.66	15	
16	0.00	18.9	171	529	334	144	73.5	27.4	15.1	7.16	1.33	0.66	16	
17	0.00	8.43	238	527	330	135	70.2	26.9	14.6	7.16	1.26	0.66	17	
18	0.00	11.0	383	734	287	128	67.0	26.4	14.2	7.16	1.26	0.59	18	
19	0.00	12.8	360	551	241	127	65.1	25.9	13.7	7.16	1.26	0.59	19	
20	0.00	17.9	277	409	220	135	64.1	25.3	13.3	6.74	1.26	0.59	20	
21	0.00	22.8	234	349	204	132	64.1	24.8	13.3	6.74	1.20	0.59	21	
22	0.00	19.8	232	334	212	117	60.4	24.3	12.8	6.32	1.20	0.59	22	
23	0.00	27.9	181	298	212	110	56.8	23.8	12.8	6.32	1.20	0.53	23	
24	0.00	29.6	131	306	260	111	50.0	23.8	12.8	5.91	1.13	0.93	24	
25	0.00	19.8	168	271	458	137	48.4	23.3	12.4	5.91	1.13	1.40	25	
26	0.00	18.9	200	221	362	128	46.8	22.8	12.4	1.74	1.13	1.13	26	
27	0.00	19.8	188	192	291	116	45.2	22.3	11.9	1.74	1.06	1.13	27	
28	0.00	21.8	249	168	249	106	43.7	21.8	11.9	1.74	1.06	1.13	28	
29	0.00	20.8	218	174	246	100	42.2	21.3	11.5	1.06	1.06	29		
30	0.00	20.3	210	258	255	192	40.7	20.3	11.5	0.99	0.99	30		
31	0.00		154	333		220		20.3	11.5	0.99		31		

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):
 0.00 10.1 134 272 221 190 91.6 28.2 15.3 7.50 1.33 0.83
 DEBIT MAX = 734 m3/s le 18 AOU
 DE

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1978

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1979

Table with 13 columns (MAI to AVR) and 31 rows of monthly data for 1978.

Table with 13 columns (MAI to AVR) and 31 rows of monthly data for 1979.

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

0.00 7.74 44.2 316 415 270 67.6 26.0 13.2 4.81 1.20 0.34

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

0.04 10.0 52.0 143 166 160 43.8 16.7 8.56 1.41 0.65 0.03

DEBIT MAX = 792 m3/s le 27 SEP

DEBIT MAX = 402 m3/s le 27 SEP

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 98 m3/s

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 50 m3/s

* = Observation manquante

* = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1980

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1981

Table with 13 columns (MAI to AVR) and 31 rows of monthly data for 1980.

Table with 13 columns (MAI to AVR) and 31 rows of monthly data for 1981.

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

0.00 15.5 117 435 329 73.7 29.3 14.6 6.67 1.32 0.54 0.07

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

3.65 4.70 57.2 305 321 85.8 32.5 15.2 6.53 1.40 0.60 0.02

DEBIT MAX = 975 m3/s le 11 AOU

DEBIT MAX = 698 m3/s le 23 AOU

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 86 m3/s

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 70 m3/s

* = Observation manquante

* = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1982

MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR		
1	0.00	0.00	22.3	182	406	156	67.0	23.3	11.5	1.74	0.99	0.26	1
2	0.00	0.00	27.4	118	504	149	55.1	22.8	11.5	1.74	0.99	0.26	2
3	0.00	0.00	24.3	94.0	410	146	55.9	21.8	11.5	1.67	0.99	0.26	3
4	0.00	0.00	20.8	84.8	358	157	53.3	20.3	11.0	1.67	0.93	0.20	4
5	0.00	0.00	18.9	66.1	430	159	52.5	19.8	11.0	1.67	0.93	0.20	5
6	0.00	0.00	18.9	73.5	445	181	47.6	18.9	10.6	1.67	0.86	0.13	6
7	0.00	0.00	21.8	66.1	384	262	46.0	18.4	10.6	1.60	0.79	0.13	7
8	0.00	0.00	25.3	78.0	339	213	44.5	17.9	10.2	1.60	0.79	0.07	8
9	0.00	0.00	24.8	80.2	268	207	43.7	17.9	10.2	1.60	0.79	0.07	9
10	0.00	0.00	27.9	87.1	262	191	43.7	17.4	9.72	1.60	0.73	0.00	10
11	0.00	0.00	25.9	141	323	159	42.9	17.4	9.72	1.60	0.73	0.00	11
12	0.00	0.00	55.1	144	381	137	40.7	17.4	9.29	1.54	0.73	0.00	12
13	0.00	0.00	91.7	114	350	128	39.3	17.4	9.29	1.54	0.73	0.00	13
14	0.00	0.00	82.5	137	420	122	37.2	17.4	9.29	1.47	0.73	0.00	14
15	0.00	0.00	69.1	159	520	136	34.5	17.4	9.29	1.40	0.66	0.00	15
16	0.00	0.00	55.1	126	370	145	33.3	17.4	8.86	1.40	0.66	0.00	16
17	0.00	0.00	46.8	124	381	132	32.6	17.0	8.86	1.40	0.66	0.00	17
18	0.00	0.00	50.0	178	358	185	31.4	16.5	8.86	1.40	0.59	0.00	18
19	0.00	0.33	43.7	159	301	213	29.6	16.0	8.43	1.33	0.53	0.00	19
20	0.00	0.39	56.8	119	282	167	29.0	15.6	8.43	1.33	0.53	0.00	20
21	0.00	0.07	45.2	105	280	137	27.9	15.1	8.00	1.26	0.53	0.00	21
22	0.00	0.00	35.2	139	304	131	27.4	15.1	8.00	1.26	0.53	0.00	22
23	0.00	1.40	33.3	159	285	117	26.9	14.6	7.58	1.26	0.53	0.00	23
24	0.00	1.60	63.2	320	227	107	26.4	14.6	7.58	1.20	0.46	0.00	24
25	0.00	11.5	75.7	402	192	97.6	25.9	14.2	7.16	1.13	0.46	0.00	25
26	0.00	12.8	72.4	224	227	89.4	25.9	13.7	7.16	1.06	0.46	0.00	26
27	0.00	13.7	50.8	257	232	81.3	24.3	13.3	6.74	1.06	0.39	0.00	27
28	0.00	19.8	45.2	282	192	75.7	23.8	12.8	6.32	1.06	0.33	0.00	28
29	0.00	24.3	230	379	167	72.4	23.8	12.4	5.91	0.33	0.00	29	
30	0.00	24.3	207	373	152	70.2	23.3	11.9	5.91	0.26	0.00	30	
31	0.00	206	402		64.1		11.5	1.74		0.26		31	

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

0.00 3.68 60.4 173 325 142 37.2 16.7 8.71 1.44 0.64 0.05

DEBIT MAX = 520 m3/s le 15 SEP

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 64 m3/s

* = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1983

MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR		
1	0.00	0.00	21.3	68.0	159	194	31.4	13.3	7.58	1.33	0.66	0.00	1
2	0.00	0.00	18.4	97.6	212	164	30.2	12.8	7.58	1.26	0.66	0.00	2
3	0.00	0.00	20.8	100	226	144	31.4	12.4	7.16	1.20	0.59	0.00	3
4	0.00	0.00	18.4	81.3	171	130	30.2	12.4	7.16	1.20	0.53	0.00	4
5	0.00	0.00	20.8	58.6	220	122	27.9	12.4	7.16	1.13	0.53	0.00	5
6	0.00	0.00	25.3	49.2	213	127	26.4	11.9	7.16	1.13	0.53	0.00	6
7	0.00	0.00	23.3	48.4	188	137	25.3	11.9	6.74	1.06	0.46	0.00	7
8	0.00	0.00	21.3	48.4	188	146	24.8	11.5	6.74	1.06	0.46	0.00	8
9	0.00	0.00	19.4	69.1	194	124	23.8	11.5	6.32	1.06	0.39	0.00	9
10	0.00	0.00	17.4	83.6	179	110	23.3	11.0	6.32	1.06	0.39	0.00	10
11	0.00	0.00	34.5	198	230	97.6	22.3	11.0	6.32	1.06	0.39	0.00	11
12	0.00	0.00	32.0	146	263	91.7	21.8	11.0	5.91	1.06	0.33	0.00	12
13	0.00	0.00	24.8	113	249	81.3	20.3	11.0	5.91	1.06	0.33	0.00	13
14	0.00	0.00	20.8	91.7	192	74.6	19.8	10.6	5.91	1.06	0.33	0.00	14
15	0.00	0.00	23.3	144	154	69.1	18.9	10.6	5.91	1.06	0.33	0.00	15
16	0.00	0.00	25.3	164	136	67.0	18.9	10.6	5.91	1.06	0.33	0.00	16
17	0.00	0.93	20.3	226	153	63.2	17.9	10.2	5.91	1.06	0.33	0.00	17
18	0.00	1.60	17.4	130	262	60.4	17.9	10.2	5.91	1.06	0.33	0.00	18
19	0.00	1.60	16.5	102	189	55.9	17.4	10.2	5.91	1.06	0.33	0.00	19
20	0.00	1.54	17.0	90.5	176	51.7	17.0	10.2	5.91	1.06	0.33	0.00	20
21	0.00	1.74	19.8	85.9	172	48.4	16.0	9.72	5.91	1.06	0.33	0.00	21
22	0.00	9.29	34.5	83.6	149	46.0	16.0	9.72	5.91	1.06	0.33	0.00	22
23	0.00	9.29	35.9	118	160	42.9	15.6	9.29	5.91	1.06	0.33	0.00	23
24	0.00	10.2	46.0	146	145	41.5	15.1	9.29	5.91	1.06	0.33	0.00	24
25	0.00	13.7	105	169	144	42.9	14.6	8.86	5.91	1.06	0.33	0.00	25
26	0.00	14.6	137	119	128	42.9	14.2	8.86	5.91	1.06	0.33	0.00	26
27	0.00	13.7	81.3	116	111	40.7	14.2	8.43	5.91	1.06	0.33	0.00	27
28	0.00	13.7	57.7	189	135	38.6	13.7	8.43	5.91	1.06	0.33	0.00	28
29	0.00	15.6	44.5	220	307	35.9	13.7	8.43	5.91	1.06	0.33	0.00	29
30	0.00	18.9	39.3	192	252	33.3	13.3	8.00	5.91	1.06	0.33	0.00	30
31	0.00	42.2	153		32.0		7.58	1.33		0.00		31	

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S):

0.00 4.21 34.9 119 189 82.4 20.5 10.4 3.74 0.97 0.28 0.00

DEBIT MAX = 307 m3/s le 29 SEP

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 39 m3/s

* = Observation manquante

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1984

MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR		
1	0.00	0.00	69.1	108	63.2	127	26.9	9.72	1.74	0.93	0.46	0.00	1
2	0.00	0.00	50.0	108	61.3	113	24.8	9.72	1.74	0.93	0.39	0.00	2
3	0.00	0.00	37.2	97.6	95.2	105	24.3	9.72	1.74	0.93	0.39	0.00	3
4	0.00	0.00	32.0	87.1	82.5	139	23.3	9.29	1.74	0.93	0.33	0.00	4
5	0.00	0.00	28.5	72.4	84.8	279	22.3	9.72	1.67	0.93	0.33	0.00	5
6	0.00	0.00	35.2	137	75.7	352	20.8	10.2	1.67	0.86	0.33	0.00	6
7	0.00	0.00	39.3	92.9	73.5	280	19.8	9.72	1.60	0.86	0.33	0.00	7
8	0.00	0.00	97.6	88.2	69.1	204	18.9	9.29	1.54	0.86	0.33	0.00	8
9	0.00	0.00	102	78.0	70.2	172	18.4	9.29	1.54	0.86	0.26	0.00	9
10	0.00	0.00	94.0	69.1	108	148	17.4	9.29	1.47	0.86	0.26	0.00	10
11	0.00	0.00	140	65.1	87.1	123	17.0	8.86	1.47	0.79	0.26	0.00	11
12	0.00	0.00	168	58.6	94.0	106	16.0	8.86	1.40	0.79	0.26	0.00	12
13	0.00	0.00	140	64.1	80.2	92.9	15.6	8.43	1.40	0.79	0.20	0.00	13
14	0.00	0.00	108	73.5	80.2	82.5	15.1	8.43	1.33	0.73	0.20	0.00	14
15	0.00	0.00	132	75.7	72.4	75.7	15.1	8.00	1.26	0.73	0.20	0.00	15
16	0.00	0.00	105	62.3	74.6	74.6	16.0	7.58	1.26	0.73	0.20	0.00	16
17	0.00	17.9	150	59.5	84.8	68.0	17.4	7.58	1.20	0.66	0.20	0.00	17
18	0.00	21.3	142	62.3	83.6	59.5	17.9	7.58	1.20	0.66	0.13	0.00	18
19	0.00	24.3	144	67.0	73.5	54.2	17.9	7.16	1.20	0.66	0.13	0.00	19
20	0.00	36.5	152	149	71.3	49.2	17.4	7.16	1.20	0.59	0.13	0.00	20
21	0.00	56.8	139	130	69.1	47.6	15.6	7.16	1.13	0.59	0.13	0.00	21
22	0.00	40.7	91.7	83.6	69.1	41.5	13.7	6.74	1.13	0.53	0.07	0.00	22
23	0.00	49.2	88.2	70.2	75.7	37.9	13.3	6.74	1.06	0.53	0.07	0.00	23
24	0.00	49.2	81.3	72.4	74.6	35.2	12.4	6.32	1.06	0.53	0.07	0.00	24
25	0.00	80.2	94.0	62.3	72.4	33.3	11.9	6.32	1.06	0.53	0.00	0.00	25
26	0.00	33.7	111	69.1	102	32.0	11.5	6.32	1.06	0.46	0.00	0.00	26
27	0.13	44.5	89.4	65.1	82.5	29.6	11.5	5.91	0.99	0.46	0.00	0.00	27
28	0.00	55.1	81.3	53.3	66.1	27.9	11.0	5.91	0.99	0.00	0.00	0.00	28
29	0.00	57.7	102	66.1	75.7	27.9	10.						

DEBITS MOYENS JOURNALIERS EN M3/S ANNEE 1986

	MAI	JUI	JUL	AOU	SEP	OCT	NOV	DEC	JAN	FEV	MAR	AVR	
1	0.00	1.60	8.86	29.6	131	246	57.7	21.3	11.5	5.91	1.06	0.20	1
2	0.00	1.54	8.43	33.3	174	255	54.2	21.3	11.5	1.74	0.99	0.13	2
3	0.00	1.74	11.9	48.4	257	257	50.8	20.8	11.5	1.74	0.99	0.07	3
4	0.00	1.54	16.0	105	373	230	47.6	19.4	11.0	1.74	0.93	0.00	4
5	0.00	1.47	15.6	92.9	317	252	46.0	18.4	11.0	1.67	0.86	0.00	5
6	0.00	1.67	20.3	73.5	226	157	45.2	18.4	10.6	1.60	0.86	0.00	6
7	0.00	1.74	17.9	85.9	184	146	46.0	17.9	10.2	1.60	0.86	0.00	7
8	0.00	5.91	23.3	137	154	144	47.6	17.4	10.2	1.60	0.86	0.00	8
9	0.00	1.74	22.8	145	145	131	42.2	17.0	9.72	1.54	0.79	0.00	9
10	0.00	1.74	33.3	122	156	124	39.3	16.5	9.72	1.54	0.79	0.00	10
11	0.00	1.67	43.7	104	227	116	37.2	16.0	9.72	1.54	0.79	0.00	11
12	0.00	1.54	53.3	84.8	235	123	35.9	15.6	9.29	1.54	0.73	0.00	12
13	0.00	5.91	88.2	70.2	224	131	33.9	15.6	9.29	1.54	0.73	0.00	13
14	0.00	7.58	107	64.1	195	113	33.3	15.1	9.29	1.54	0.73	0.00	14
15	0.00	8.43	78.0	53.3	194	110	31.4	15.1	8.86	1.47	0.66	0.00	15
16	0.00	11.9	66.1	87.1	224	116	30.8	15.1	8.86	1.47	0.66	0.00	16
17	0.00	14.6	71.3	164	306	107	29.0	14.6	8.43	1.47	0.66	0.00	17
18	0.00	22.3	62.3	197	298	122	28.5	14.6	8.00	1.47	0.59	0.00	18
19	0.00	17.0	58.6	140	241	102	26.9	14.2	8.00	1.40	0.59	0.00	19
20	0.00	15.1	40.0	121	235	92.9	26.9	14.2	8.00	1.33	0.53	0.00	20
21	0.00	12.8	47.6	123	243	117	25.9	14.2	7.58	1.33	0.53	0.00	21
22	0.00	11.0	64.1	128	218	97.6	25.3	13.7	7.58	1.33	0.53	0.00	22
23	0.00	10.6	68.0	279	189	88.2	24.8	13.7	7.58	1.26	0.46	0.00	23
24	0.00	11.0	76.8	200	186	82.5	23.8	13.3	7.16	1.20	0.39	0.00	24
25	0.00	10.6	60.4	174	154	79.1	23.3	12.8	7.16	1.20	0.39	0.00	25
26	0.00	13.7	50.8	156	215	73.5	22.8	12.4	6.74	1.20	0.33	0.00	26
27	0.00	14.2	48.4	152	307	82.5	22.3	12.4	6.74	1.13	0.33	0.00	27
28	0.00	12.4	52.5	126	347	91.7	22.3	12.4	6.74	1.13	0.33	0.00	28
29	1.47	10.2	55.1	136	284	76.8	21.8	11.9	6.32		0.26	0.00	29
30	1.40	9.29	40.7	164	227	69.1	21.3	11.9	6.32		0.26	0.00	30
31	1.40		41.5	137		68.0		11.9	6.32		0.20		31

DEBITS MOYENS MENSUELS (M3/S) :

0.14 8.08 46.9 120 229 129 34.1 15.5 8.74 1.61 0.64 0.01

DEBIT MAX = 373 m3/s le 4 SEP

DEBIT MOYEN JOURNALIER ANNUEL = 50 m3/s

* = Observation manquante

A N N E X E VI

Localisation géographique des sites
de prélèvements d'eau

Tableau VI.1 : Prélèvements d'eau dans le bassin de la Gambie
(S : Source ; Ru : Ruisseau ; Ri : Rivière ; Fl : Fleuve)

N° et Nature	Coordonnées		Nom de la rivière, date, localités et observations	Date	
	Lat. N	Long. W			
I. Partie du bassin en aval de Kédougou					
G1	Ru	12°36'	13°21'	L'Ouson à Sambaïlo	5/04/86
G2	Ru	"	"	" "	15/12/86
G3	Fl	12°36'	11°06'	La Gambie à Samekouta	15/11/86
II. Partie amont du bassin					
G4	Fl	11°47'N	11°34'W	L'Oundou après le confluent avec la	14/04/86
G5	Fl	"	"	Koléa	12/11/86
<u>Koléa</u>					
G6	S	11°33'	11°51'	- La Koléa (sources)	12/11/86
G7	Ri	11°40'	11°39'	La Koléa à Kankiran	12/11/86
G8	Fl	11°46'	11°34'	La Koléa confluent Oundou	12/11/86
G9	S	11°44'	11°39'	- Affluent RG Mégnakouré	12/11/86
G10	Ru	11°41'	11°41'	" RG de la Koléa	12/11/86
G11	Ru	11°43'	11°40'	La Mégnakouré à Mégnakouré	12/11/86
G12	Ru	11°45'	11°37'	Le Linguéri RG de la Koléa	12/11/86
G13	Ri	11°40'	11°43'	La Songnessa à Songnessa	12/11/86
<u>Dima</u>					
G14	S	11°25'	12°37'	- Sources de la Dima	11/11/86
G15	S	"	"	" "	12/11/86
G16	S	11°24'	12°36'	" (Limboke)	12/12/86
G17	Ri	11°40'	11°57'	- La "Dima" à Nianou H = 0,29	13/04/86
G18	Ri	"	"	" " H = 0,56	5/06/86
G19	Ri	"	"	" " H = 0,90	13/11/86
<u>Salimé</u>					
G20	S	11°30'	12°11'	- La Salimé à Gosso	5/06/86
G21	S	11°32'	12°10'	" Auré	5/06/86
G22	S	11°33'	"	" Pétel	5/06/86
G23	Ru	11°34'	12°09'	" Piliwini	5/06/86
G24	Ru	"	"	" "	11/11/86
G25	Ru	11°35'	"	" Biwalla	5/06/86
G26	Ri	"	12°04'	" Niakaya	5/06/86
G27	Ri	"	"	" "	11/11/86
G28	S	"	"	- Affluent de la Salimé à Niakaya	5/06/86
<u>Siguiton</u>					
G29	Ru	11°36'	12°00'	- Affluent RG de la Gambie	5/06/86
G30	Ru	"	"	" "	11/11/86
<u>Silamé</u>					
G31	Ri	11°42'	11°58'	- La Silamé à Matakaou H = 0,35	13/04/86
G32	Ri	"	"	" " H = 0,62	2/06/86
G33	Ri	"	"	" " H = 0,85	13/11/86
<u>Salabande</u>					
G34	Ru	11°50'	11°53'	- La Salabandé à Salabandé	2/06/86
G35	Ru	"	"	" "	14/11/86
G36	S	11°48'	11°56'	La Kinia à Hafia	14/11/86
G37	Ru	11°40'	11°57'	Le Garawa à Nianou	11/11/86
<u>Sougué</u>					
G38	Ru	11°36'	11°56'	Le Sougué à Oré Sougué	11/11/86
<u>Gambie</u>					
G39	Fl	12°01'	11°50'	La Gambie au bac de Balaki	14/11/86
G40	Fl	12°15'	12°00'	" à Kouncy	15/11/86
<u>Divers</u>					
G41	S	12°05'	12°17'	Source au mont Loura	12/12/86
G42	S	11°57'	11°52'	Le Niéguélé RG de la Gambie	14/11/86
G43	Ru	11°44'	12°13'	La Liti à Toulel Sigon	12/12/86

Tableau VI.2 : Prélèvements d'eau dans les bassins des fleuves côtiers guinéens

(S : Source ; Ru : Ruisseau ; Ri : Rivière ; Fl : Fleuve)

I. Réseau hydrographique de la Tominé (NW Guinée)

N° et	Nature	Coordonnées		Nom de la rivière, Localités et observations	Date de prélèvement
		Lat. N	Long. W		
<u>Tominé</u>					
C1	Fl	11°45'	13°12'	La Tominé à Gaoul jonction de la Koumba et de la Koliba H = 1,31 et H = 0,89	13/12/85
C2	Fl	"	"		9/04/86
<u>Koliba</u>					
C3	Fl	11°45'	13°12'	La Koliba en amont du confluent avec la Koumba (Gaoul)	14/12/85
CH	Fl	"	"		9/04/86
<u>Koumba</u>					
C5	Fl	11°45'	13°12'	La Koumba en amont du confluent avec la Koliba à Gaoual	15/12/85
C6	Fl	"	"		9/04/86
C7	Fl	11°39'	12°46'	La Koumba amont confluent Ouésséguélé	8/12/86
C8	Ri	11°40'	12°17'	La Koumba amont	11/12/86
<u>Bantala</u>					
C9	Fl	11°45'	12°54'	Au confluent avec la Koumba	15/12/85
C10	Fl	"	"	" "	9/04/86
C11	Fl	"	"	" "	8/12/86
<u>Bomini</u>					
C12	Ru	11°43'	12°49'	Au confluent avec la Koumba RD	8/12/86
<u>Killa</u>					
C13	Ru	11°43'	12°20'	Affluent de la Koumba	11/12/86
C14	Ru	11°41'	12°17'	" "	11/12/86
<u>Ouésséguélé</u>					
C15	Ri	11°39'	12°46'	Ouésséguélé au confluent avec la Koumba	8/12/86
C16	Ru	"	12°37'	Le Kororo affluent Ouésséguélé à Dantari	9/04/86
C17	Ru	11°38'	12°40'	" " " à Paniko	8/12/86
C18	Ru	"	12°31'	" " "à Pétel Komo	8/12/86

II. Réseau hydrographique de la Kakrima-Konkouré (SW Guinée)

<u>Kokoulo</u>					
C19	Ri	11°06'	12°23'	Le Kokoulo à Dabel	9/12/86
C20	S	11°07'	12°19'	Affluent du Kokoulo à Bantignel	5/06/86
C21	Ru	11°05'	12°23'	La Koubi affluent du Kokoulo à Pita	9/12/86
<u>Sala</u>					
C22	Ru	11°23'	12°23'	La Sala à Popodara	8/12/86
C23	S	11°24'	12°17'	La Touri affluent de la Sala au pied du	5/06/86
C24	S	"	"	Limboko	11/11/86
<u>Kassa</u>					
C25	Ru	11°31'	12°27'	La Kassa à Kouramangui	8/12/86

Tableau VI.3 : Prélèvements d'eau dans les hauts bassins du Bafing et de la Falémé

(S : Source ; Ru : Ruisseau ; Ri : Rivière ; Fl : Fleuve)

I. La haute Falémé (réseau hydrographique de la Koïla Kabé).

N° et Nature	Coordonnées		Nom de la rivière, Localités et observations	Date	
	Lat. N	Long. W			
<u>La Koïla Kabé</u>					
F1	S	12°13'	11°50'	La Mangata Komé à Bagata	15/11/86
F2	S	12°19'	11°53'	Daliada à Bouria	15/11/86
F3	Ru	12°22'	11°56'	La Bitari à Kankaméré	15/11/86

II. Réseau hydrographique du haut Bafing et de la Téné.

<u>Bafing</u>					
S1	S	10°28'	12°09'	Les sources du Baging à Morondé	10/12/86
S2	Ru	10°31'	12°09'	Le Bafing à Carey	10/12/86
S3	S	10°36'	12°09'	Affluent du Bafing à Feura	10/12/86
S4	S	10°37'	12°07'	Affluent du Bafing à Galabadi	10/12/86
S5	Ru	10°39'	12°07'	La Tounka affluent RG à Sohindé	10/12/86
S6	S	10°41'	12°07'	Affluent de la Tounka	10/12/86
S7	Ru	10°30'	11°57'	Affluent RG à Inaya	10/12/86
<u>Rive droite</u>					
<u>Bafing</u>					
S8	Ru	10°32'	11°52'	Affluent le Béréko à Balay	10/12/86
<u>Téné(Rive gauche)</u>					
S9	Fl	10°56'	12°11'	La Téné à Kébali	10/12/86
S10	Ri	10°49'	12°14'	La Téné à Guéli	10/12/86
S11	Ru	10°45'	12°14'	La Dalaba à Doukimagna	10/12/86
S12	Ru	10°57'	12°21'	L'Oury affluent Ménié Kouré à Bomboli	10/12/86
<u>Kériko</u>					
S13	Ru	10°58'	12°15'	Le Hériko à Pampa	10/12/86
S14	Ru	10°58'	12°14'	Affluent du Hériko	10/12/86
S15	Ru	10°58'	12°13'	Affluent du Hériko à Kebaïr	10/12/86
<u>Sadio</u>					
S16	S	11°05'	12°14'	Petit affluent RG Téné à Soreabe	5/06/86
S17	S	11°06'	12°13'	L'Orodji affluent du Sadio à Betewol	5/06/86
<u>Téné(Rive droite)</u>					
<u>Dittin</u>					
S18	Ru	11°53'	12°11'	La Dittin à Dittin	10/12/86
S19	S	10°51'	12°09'	Le Hériko affluent du Dittin à Saba	10/12/86
<u>Siragoré</u>					
S20	Ru	10°47'	12°05'	Affluent du Siragoré, la Toukougna à	10/12/86
S21	S	10°48'	12°06'	Boroual affluent de la Toukougna	10/12/86

A N N E X E VII

Composition chimique des eaux prélevées
et
valeurs des rapports géochimiques R_E et R_F

Tableau VII.1 : Chimie des eaux du versant Ouest du Fouta (Tominé et Kakrima)

REF	ANIONS (méq/l)		CATIONS (méq/l)				(mg/l)	Balance	pH	EC(25°)	TDS	Re	Rf	
	Cl	HCO3	Ca	Mg	K	Na								SiO2
TOMINE														
F1	C1	0,030	0,130	0,050	0,060	0,020	0,030	3,10	0,000	6,8	0,013	15,3	3,0	4,4
F1	C3	0,020	0,140	0,050	0,060	0,020	0,030	3,30	0,000	6,8	0,016	15,8	2,9	4,3
F1	C5	0,030	0,370	0,110	0,020	0,030	0,050	6,40	0,190	7,1	0,034	34,8	2,6	3,3
F1	C7	0,011	0,582	0,140	0,360	0,013	0,063	11,60	0,017	7,3	0,053	56,6	1,6	4,3
Ri	C8	0,017	0,687	0,285	0,355	0,011	0,047	11,30	0,006	7,3	0,063	65,4	1,6	3,7
F1	C9	0,020	0,360	0,110	0,140	0,030	0,100	8,80	0,000	7,1	0,035	38,9	2,9	4,2
F1	C11	0,011	0,330	0,121	0,116	0,020	0,096	10,90	-0,012	7,1	0,032	38,2	2,4	3,5
Ru	C12	0,011	0,331	0,110	0,114	0,018	0,137	14,80	-0,037	6,8	0,034	42,8	2,5	3,4
Ru	C13	0,009	0,335	0,164	0,123	0,016	0,046	11,00	-0,005	7,0	0,033	38,2	1,5	2,6
Ru	C14	0,009	0,241	0,114	0,088	0,013	0,047	8,20	-0,012	6,9	0,025	28,2	1,8	2,9
Ri	C15	0,011	0,192	0,070	0,108	0,009	0,028	6,90	-0,012	6,9	0,021	22,7	1,2	2,8
Ru	C17	0,021	0,156	0,065	0,060	0,020	0,035	5,70	-0,003	6,8	0,016	19,6	2,3	3,4
Ru	C18	0,010	0,193	0,090	0,086	0,004	0,036	7,30	-0,013	6,7	0,021	23,3	1,4	2,5
KAKRIMA														
Ri	C19	0,016	0,098	0,039	0,033	0,008	0,038	5,10	-0,004	6,8	0,011	14,0	2,2	3,0
S	C20	0,030	0,210	0,060	0,070	0,040	0,070	10,00	0,000	6,3	0,025	29,1	2,6	3,5
Ru	C21	0,048	0,182	0,098	0,064	0,013	0,083	5,10	-0,028	6,8	0,024	23,1	3,1	4,2
Ru	C22	0,030	0,160	0,040	0,030	0,030	0,070	7,50	0,020	6,1	0,020	22,3	3,1	3,7
S	C23	0,040	0,140	0,040	0,030	0,030	0,070	8,00	0,010	6,1	0,019	21,9	3,0	3,5
S	C24	0,023	0,082	0,034	0,019	0,007	0,022	7,80	0,023	6,4	0,011	15,3	-0,3	-0,3
Ru	C25	0,020	0,065	0,027	0,024	0,004	0,031	4,60	-0,001	6,6	0,009	11,0	1,8	2,5
Moyennes:														
TOMINE		0,016	0,311	0,114	0,130	0,017	0,057	8,41	0,009	7,0	0,030	33,8	2,1	3,5
KAKRIMA		0,030	0,134	0,048	0,039	0,019	0,055	6,87	0,003	6,4	0,017	19,5	2,5	3,3
Versant														
Ouest		0,021	0,249	0,091	0,098	0,018	0,056	7,87	0,007	6,8	0,026	28,6	2,2	3,5

F1:fleuve Ri:rivière Ru:ruisseau S:source

Tableau VII.2 : Chimie des eaux du haut-Sénégal (Koïla Kobé : affluent de la Falémé ; Bafing et son affluent la Téné)

REF	ANIONS (méq/l)		CATIONS (méq/l)				(mg/l)	Balance	pH	EC(25°)	TDS	Re	Rf
	Cl	HCO3	Ca	Mg	K	Na	SiO2	ionique	(µS/cm)	(mg/l)			
KOILAKOBE													
S F1	0,025	0,236	0,108	0,088	0,016	0,037	16,60	0,012	7,0	0,028	36,6	-0,1	0,2
S F2	0,006	0,611	0,326	0,230	0,013	0,067	23,50	-0,019	7,3	0,065	72,4	0,9	1,7
Ru F3	0,000	0,924	0,510	0,315	0,030	0,053	23,60	0,016	7,7	0,090	102,4	0,9	1,7
MoyF	0,010	0,590	0,315	0,211	0,020	0,052	23,23	0,003	7,3	0,061	70,5	0,7	1,5
BAFING													
S S1	0,028	0,164	0,064	0,041	0,023	0,066	5,40	-0,002	6,8	0,020	20,6	3,2	4,0
Ru S2	0,023	0,180	0,066	0,050	0,015	0,075	6,50	-0,003	6,7	0,019	22,5	2,9	3,8
S S3	0,017	0,364	0,153	0,146	0,017	0,078	10,80	-0,013	6,9	0,037	40,9	2,1	3,4
S S4	0,033	0,292	0,108	0,130	0,035	0,070	9,70	-0,018	7,0	0,033	35,4	2,5	3,7
Ru S5*	0,018	0,652	0,138	0,435	0,014	0,068	13,90	0,015	7,1	0,061	64,5	1,4	4,4
S S6	0,006	0,120	0,022	0,072	0,008	0,022	4,50	0,002	6,5	0,013	14,2	1,4	3,3
Ru S7	0,026	0,196	0,070	0,073	0,012	0,067	7,50	0,000	6,7	0,021	24,7	2,4	3,5
Ru S8	0,024	0,283	0,096	0,085	0,020	0,107	9,40	-0,001	6,6	0,019	33,7	2,9	3,8
MoyB	0,022	0,228	0,083	0,085	0,019	0,069	7,69	-0,005	6,7	0,023	27,4	2,6	3,7
TENE													
F1 S9	0,028	0,159	0,060	0,085	0,021	0,042	6,30	-0,021	6,7	0,018	21,0	2,3	3,7
Ri S10	0,043	0,137	0,059	0,054	0,028	0,046	5,00	-0,007	6,7	0,018	18,9	3,0	4,0
Ru S11	0,022	0,107	0,055	0,037	0,013	0,029	3,80	-0,005	6,5	0,014	13,8	2,4	3,5
Ru S12	0,017	0,102	0,038	0,044	0,006	0,035	5,10	-0,004	6,7	0,012	14,3	1,9	2,9
Ru S13	0,020	0,226	0,060	0,154	0,006	0,032	8,20	-0,006	6,8	0,025	26,7	0,8	2,9
Ru S14	0,011	0,187	0,054	0,102	0,006	0,031	6,40	0,005	6,8	0,020	23,5	0,6	2,0
Ru S15	0,021	0,131	0,040	0,069	0,006	0,040	7,00	-0,003	6,6	0,015	18,5	1,4	2,6
S S16	0,030	0,240	0,080	0,080	0,030	0,080	9,80	0,000	6,3	0,027	31,1	2,6	3,5
S S17	0,030	0,160	0,055	0,065	0,020	0,050	8,80	0,000	6,0	0,018	23,4	1,9	2,8
Ru S18	0,038	0,110	0,050	0,041	0,024	0,036	6,10	-0,003	6,4	0,014	17,4	2,3	3,2
S S19*	0,025	1,130	0,168	0,875	0,020	0,074	17,40	0,018	7,0	0,100	103,7	1,2	6,2
Ru S20	0,023	0,145	0,045	0,061	0,018	0,056	8,70	-0,012	7,6	0,017	22,0	2,1	2,9
S S21	0,025	0,286	0,094	0,142	0,023	0,070	9,60	-0,018	6,9	0,030	34,1	2,3	3,7
MoyT	0,026	0,166	0,058	0,078	0,017	0,046	7,23	-0,006	6,7	0,019	22,1	2,1	3,2
Moy B+T	0,024	0,189	0,067	0,081	0,017	0,054	7,40	-0,006	6,7	0,021	24,0	2,3	3,4

* : valeur incertaine non comptée dans la moyenne.

F1:fleuve

Ri:rivière

Ru:ruisseau

S:source

A N N E X E V I I I

Composition chimique moyenne des eaux prélevées
et
valeurs des log molalités

Tableau VIII.1 : Chimie des eaux du Nord et Ouest Fouta

Bassin versant	n	ANIONS (mmole/l)		CATIONS (mmole/l)				(mmole/l) SiO ₂	pH	log HASiO ₄	log Na/H	log K/H	log Ca/H ₂	log Mg/H ₂
		Cl	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na							
NORD FOUTA	57	0,019	0,270	0,061	0,049	0,016	0,047	0,199	6,837	-3,70	2,51	2,04	9,46	9,36
Falémé	3	0,010	0,590	0,158	0,106	0,020	0,052	0,386	7,3	-3,41	3,07	2,65	10,90	10,72
Bafing	19	0,024	0,189	0,033	0,040	0,017	0,054	0,123	6,7	-3,91	2,43	1,94	8,91	8,99
Gambie	35	0,016	0,286	0,068	0,049	0,015	0,043	0,224	6,9	-3,65	2,50	2,05	9,57	9,43
QUEST FOUTA	20	0,021	0,249	0,045	0,049	0,018	0,056	0,131	6,785	-3,88	2,54	2,04	9,23	9,26
Tominé	13	0,016	0,311	0,057	0,065	0,017	0,057	0,140	7,0	-3,85	2,73	2,21	9,69	9,75
Kakrima	7	0,030	0,134	0,024	0,019	0,019	0,055	0,114	6,4	-3,94	2,18	1,72	8,27	8,17
EAUX DU FOUTA	77	0,019	0,259	0,055	0,049	0,018	0,049	0,181	6,796	-3,74	2,49	2,05	9,33	9,28
Sources	24	0,024	0,256	0,055	0,045	0,020	0,054	0,206	6,6	-3,69	2,33	1,90	8,94	8,85
Ruisseaux	30	0,017	0,250	0,055	0,047	0,017	0,048	0,171	6,8	-3,77	2,48	2,03	9,34	9,27
Rivières	12	0,016	0,252	0,056	0,052	0,015	0,038	0,173	6,9	-3,76	2,48	2,08	9,54	9,52
Fleuves	11	0,018	0,299	0,055	0,060	0,019	0,052	0,163	7,1	-3,79	2,82	2,38	9,94	9,97

Tableau VIII.2 : Chimie des eaux des différents sous-bassins étudiés

Bassin versant	n	ANIONS (mmole/l)		CATIONS (mmole/l)				(mmole/l) SiO ₂	pH	log HASiO ₄	log Na/H	log K/H	log Ca/H ₂	log Mg/H ₂
		Cl	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na							
Ht-SENEGAL	22	0,019	0,328	0,076	0,062	0,018	0,056	0,212	6,920	-3,67	2,67	2,19	9,72	9,63
Falémé	3	0,010	0,590	0,158	0,106	0,020	0,052	0,386	7,3	-3,41	3,07	2,65	10,90	10,72
Bafing	7	0,022	0,228	0,041	0,043	0,019	0,069	0,128	6,7	-3,89	2,58	2,01	9,10	9,12
Téné	12	0,026	0,166	0,029	0,039	0,017	0,046	0,120	6,7	-3,92	2,33	1,89	8,79	8,92
QUEST FOUTA	20	0,021	0,249	0,045	0,049	0,018	0,056	0,131	6,785	-3,88	2,54	2,04	9,23	9,26
Tominé	13	0,016	0,311	0,057	0,065	0,017	0,057	0,140	7,0	-3,85	2,73	2,21	9,69	9,75
Kakrima	7	0,030	0,134	0,024	0,019	0,019	0,055	0,114	6,4	-3,94	2,18	1,72	8,27	8,17
GAMBIE	37	0,016	0,286	0,068	0,049	0,015	0,043	0,224	6,873	-3,65	2,51	2,05	9,58	9,43
LOUEST GAMBIE	24	0,024	0,240	0,049	0,046	0,017	0,042	0,198	6,668	-3,70	2,29	1,90	9,03	9,00
Dima	18	0,021	0,242	0,049	0,044	0,018	0,046	0,197	6,6	-3,71	2,24	1,84	8,86	8,80
Autres	6	0,034	0,236	0,049	0,052	0,014	0,031	0,203	6,9	-3,69	2,39	2,04	9,49	9,52
EST GAMBIE	13	0,008	0,333	0,087	0,052	0,013	0,045	0,249	7,077	-3,60	2,73	2,19	10,09	9,87
Doundou	8	0,003	0,368	0,101	0,053	0,011	0,047	0,278	7,2	-3,56	2,91	2,29	10,48	10,20
Autres	5	0,016	0,277	0,065	0,051	0,015	0,042	0,203	6,8	-3,69	2,44	2,00	9,45	9,35

Tableau VIII.3 : Chimie des eaux de la haute Gambie Ouest

REF	ANIONS (mmole/l)		CATIONS (mmole/l)				(mmole/l) SiO2	pH	log H2SiO4	log Na/H	log K/H	log Ca/H2	log Mg/H2
	Cl	HCO3	Ca	Mg	K	Na							
DIMA													
S 614	0,008	0,103	0,024	0,020	0,005	0,016	0,117	6,9	-3,93	2,10	1,60	9,18	9,10
S 615	0,014	0,097	0,014	0,022	0,006	0,033	0,088	6,6	-4,05	2,12	1,38	8,33	8,53
S 616	0,023	0,116	0,015	0,018	0,022	0,060	0,173	6,4	-3,76	2,18	1,74	7,98	8,06
Ri 618	0,030	0,290	0,055	0,050	0,030	0,060	0,183	6,7	-3,74	2,48	2,18	9,14	9,10
Ri 619	0,000	0,202	0,047	0,043	0,007	0,023	0,198	7,0	-3,70	2,36	1,85	9,67	9,63
S 620	0,040	0,100	0,015	0,015	0,010	0,040	0,183	6,2	-3,74	1,80	1,20	7,58	7,58
S 621	0,090	0,220	0,035	0,030	0,060	0,080	0,191	6,0	-3,72	1,90	1,78	7,54	7,48
S 622	0,010	0,180	0,025	0,030	0,010	0,060	0,221	6,5	-3,65	2,28	1,50	8,40	8,48
Ru 623	0,010	0,180	0,025	0,030	0,020	0,060	0,196	6,4	-3,71	2,18	1,70	8,20	8,28
Ru 624	0,016	0,121	0,025	0,022	0,006	0,026	0,173	6,5	-3,76	1,91	1,28	8,40	8,34
Ru 625	0,030	0,160	0,020	0,025	0,030	0,060	0,183	5,8	-3,74	1,58	1,28	6,90	7,00
Ru 626	0,020	0,180	0,035	0,030	0,020	0,050	0,196	6,4	-3,71	2,10	1,70	8,34	8,28
Ri 627	0,008	0,208	0,045	0,043	0,012	0,030	0,241	6,9	-3,62	2,38	1,98	9,45	9,43
S 628*	0,040	0,400	0,070	0,070	0,050	0,090	0,471	6,1	-3,33	2,05	1,80	8,05	8,05
Ru 629	0,020	0,680	0,110	0,160	0,030	0,080	0,313	6,8	-3,50	2,70	2,28	9,64	9,80
Ru 630	0,011	0,898	0,263	0,145	0,018	0,037	0,346	7,3	-3,46	2,87	2,56	11,02	10,76
Ru 638	0,001	0,133	0,039	0,017	0,006	0,020	0,143	6,9	-3,84	2,20	1,68	9,39	9,02
MoyD	0,021	0,242	0,049	0,044	0,018	0,046	0,197	6,6	-3,71	2,24	1,84	8,86	8,80
Autres													
Ri 632	0,090	0,220	0,040	0,045	0,020	0,030	0,155	6,5	-3,81	1,98	1,80	8,60	8,65
Ri 633	0,037	0,176	0,039	0,033	0,012	0,033	0,161	7,1	-3,79	2,62	2,18	9,79	9,72
Ru 634	0,010	0,200	0,040	0,040	0,020	0,030	0,138	6,4	-3,86	1,88	1,70	8,40	8,40
Ru 635	0,000	0,139	0,030	0,031	0,005	0,016	0,150	6,9	-3,82	2,10	1,60	9,28	9,29
S 636	0,025	0,448	0,095	0,120	0,007	0,033	0,416	7,3	-3,38	2,82	2,15	10,58	10,68
Ru 637	0,042	0,231	0,051	0,043	0,019	0,042	0,195	7,2	-3,71	2,82	2,48	10,11	10,03
Moy	0,034	0,236	0,049	0,052	0,014	0,031	0,203	6,9	-3,69	2,39	2,04	9,49	9,52
Moyenne	0,024	0,240	0,049	0,046	0,017	0,042	0,198	6,7	-3,70	2,29	1,90	9,03	9,00

Tableau VIII.4 : Chimie des eaux de la haute Gambie Est

REF	ANIONS (mmole/l)		CATIONS (mmole/l)				(mmole/l) SiO2	pH	log H2SiO4	log Na/H	log K/H	log Ca/H2	log Mg/H2
	Cl	HCO3	Ca	Mg	K	Na							
DUNDOU													
F1 65	0,000	0,299	0,070	0,057	0,012	0,043	0,246	7,2	-3,61	2,83	2,28	10,25	10,15
S 66	0,000	0,641	0,238	0,037	0,010	0,068	0,203	7,2	-3,69	3,03	2,20	10,78	9,96
Ri 67	0,000	0,302	0,081	0,053	0,010	0,038	0,255	6,9	-3,59	2,48	1,90	9,71	9,52
F1 68	0,020	0,332	0,080	0,058	0,018	0,046	0,261	7,3	-3,58	2,96	2,56	10,50	10,36
S 69	0,000	0,217	0,043	0,041	0,005	0,033	0,280	6,7	-3,55	2,22	1,40	9,03	9,01
Ru 610*	0,000	1,782	0,505	0,310	0,022	0,131	0,633	7,8	-3,20	3,92	3,14	12,30	12,09
Ru 611	0,000	0,406	0,092	0,062	0,013	0,071	0,400	7,7	-3,40	3,55	2,81	11,36	11,19
Ru 612	0,000	0,411	0,105	0,065	0,015	0,049	0,363	7,6	-3,44	3,29	2,78	11,22	11,01
Ri 613	0,000	0,336	0,096	0,050	0,008	0,029	0,220	7,3	-3,66	2,76	2,20	10,58	10,30
MoyD	0,003	0,368	0,101	0,053	0,011	0,047	0,278	7,238	-3,56	2,91	2,29	10,48	10,20
Autres													
F1 639	0,023	0,285	0,068	0,060	0,014	0,041	0,213	7,3	-3,67	2,91	2,45	10,43	10,37
F1 640	0,006	0,301	0,070	0,059	0,013	0,031	0,210	7,3	-3,68	2,79	2,41	10,45	10,37
S 641	0,014	0,099	0,020	0,021	0,006	0,026	0,083	6,1	-4,08	1,51	0,88	7,50	7,51
S 642	0,000	0,620	0,155	0,104	0,037	0,057	0,438	6,7	-3,36	2,46	2,27	9,59	9,42
Ru 643	0,039	0,078	0,014	0,012	0,006	0,054	0,072	6,7	-4,15	2,43	1,48	8,55	8,46
Moy	0,016	0,277	0,065	0,051	0,015	0,042	0,203	6,820	-3,69	2,44	2,00	9,45	9,35
Moyenne	0,008	0,333	0,087	0,052	0,013	0,045	0,249	7,077	-3,60	2,73	2,19	10,09	9,87

Tableau VIII.5 : Chimie des eaux des fleuves côtiers guinéens

REF	ANIONS (mmole/l)		CATIONS (mmole/l)				(mmole/l)	pH	log HASiO4	log Na/H	log K/H	log Ca/H2	log Mg/H2	
	Cl	HCO3	Ca	Mg	K	Na								SiO2
TOMINE														
F1	C1	0,030	0,130	0,025	0,030	0,020	0,030	0,052	6,8	-4,29	2,28	2,10	9,00	9,08
F1	C3	0,020	0,140	0,025	0,030	0,020	0,030	0,055	6,8	-4,26	2,28	2,10	9,00	9,08
F1	C5	0,030	0,370	0,055	0,010	0,030	0,050	0,107	7,1	-3,97	2,80	2,58	9,94	9,20
F1	C7	0,011	0,582	0,070	0,180	0,013	0,063	0,193	7,3	-3,71	3,10	2,41	10,45	10,86
Ri	C8	0,017	0,687	0,143	0,178	0,011	0,047	0,188	7,3	-3,73	2,97	2,34	10,75	10,85
F1	C9	0,020	0,360	0,055	0,070	0,030	0,100	0,146	7,1	-3,83	3,10	2,58	9,94	10,05
F1	C11	0,011	0,330	0,061	0,058	0,020	0,096	0,181	7,1	-3,74	3,08	2,40	9,98	9,96
Ru	C12	0,011	0,331	0,055	0,057	0,018	0,137	0,246	6,8	-3,61	2,94	2,06	9,34	9,36
Ru	C13	0,009	0,335	0,082	0,062	0,016	0,046	0,183	7,0	-3,74	2,66	2,20	9,91	9,79
Ru	C14	0,009	0,241	0,057	0,044	0,013	0,047	0,136	6,9	-3,86	2,57	2,01	9,56	9,44
Ri	C15	0,011	0,192	0,035	0,054	0,009	0,028	0,115	6,9	-3,94	2,35	1,85	9,34	9,53
Ru	C17	0,021	0,156	0,033	0,030	0,020	0,035	0,095	6,8	-4,02	2,34	2,10	9,11	9,08
Ru	C18	0,010	0,193	0,045	0,043	0,004	0,036	0,122	6,7	-3,92	2,26	1,30	9,05	9,03
KAKRIMA														
Ri	C19	0,016	0,098	0,020	0,017	0,008	0,038	0,085	6,8	-4,07	2,38	1,70	8,89	8,82
S	C20	0,030	0,210	0,030	0,035	0,040	0,070	0,166	6,3	-3,78	2,15	1,90	8,08	8,14
Ru	C21	0,048	0,182	0,049	0,032	0,013	0,083	0,085	6,8	-4,07	2,72	1,91	9,29	9,11
Ru	C22	0,030	0,160	0,020	0,015	0,030	0,070	0,125	6,1	-3,90	1,95	1,58	7,50	7,38
S	C23	0,040	0,140	0,020	0,015	0,030	0,070	0,133	6,1	-3,88	1,95	1,58	7,50	7,38
S	C24	0,023	0,082	0,017	0,010	0,007	0,022	0,130	6,4	-3,89	1,74	1,25	8,03	7,78
Ru	C25	0,020	0,065	0,014	0,012	0,004	0,031	0,077	6,6	-4,12	2,09	1,20	8,33	8,28
Moyennes :														
TOMINE		0,016	0,311	0,057	0,065	0,017	0,057	0,140	7,0	-3,85	2,73	2,21	9,69	9,75
KAKRIMA		0,030	0,134	0,024	0,019	0,019	0,055	0,114	6,4	-3,94	2,18	1,72	8,27	8,17
Versant :														
Ouest		0,021	0,249	0,045	0,049	0,018	0,056	0,131	6,8	-3,88	2,54	2,04	9,23	9,26

Tableau VIII.6 : Chimie des eaux du haut Sénégal

REF	ANIONS (mmole/l)		CATIONS (mmole/l)				(mmole/l)	pH	log HASiO4	log Na/H	log K/H	log Ca/H2	log Mg/H2	
	Cl	HCO3	Ca	Mg	K	Na								SiO2
KOUKOUDE														
S	F1	0,025	0,236	0,054	0,044	0,016	0,037	0,276	7,0	-3,56	2,57	2,20	9,73	9,64
S	F2	0,006	0,611	0,163	0,115	0,013	0,067	0,391	7,3	-3,41	3,13	2,41	10,81	10,66
Ru	F3	0,000	0,924	0,255	0,158	0,030	0,053	0,493	7,7	-3,31	3,42	3,18	11,81	11,60
MoyF		0,010	0,590	0,157	0,106	0,020	0,052	0,387	7,3	-3,42	3,04	2,60	10,78	10,63
BAFINS														
S	S1	0,028	0,164	0,064	0,041	0,023	0,066	0,090	6,8	-4,05	2,62	2,16	9,41	9,21
Ru	S2	0,023	0,180	0,066	0,050	0,015	0,075	0,108	6,7	-3,97	2,58	1,88	9,22	9,10
S	S3	0,017	0,364	0,153	0,146	0,017	0,078	0,180	6,9	-3,75	2,79	2,13	9,98	9,96
S	S4	0,033	0,292	0,108	0,130	0,035	0,070	0,161	7,0	-3,79	2,85	2,54	10,03	10,11
Ru	S5*	0,018	0,632	0,138	0,435	0,014	0,068	0,231	7,1	-3,64	2,93	2,25	10,34	10,84
S	S6	0,006	0,120	0,022	0,072	0,008	0,022	0,075	6,5	-4,13	1,84	1,40	8,34	8,86
Ru	S7	0,026	0,196	0,070	0,073	0,012	0,067	0,125	6,7	-3,90	2,53	1,78	9,25	9,26
Ru	S8	0,024	0,283	0,096	0,085	0,020	0,107	0,156	6,6	-3,81	2,63	1,90	9,18	9,13
MoyB		0,022	0,228	0,083	0,085	0,019	0,069	0,128	6,7	-3,89	2,58	2,01	9,40	9,42
TENE														
F1	S9	0,028	0,159	0,060	0,085	0,021	0,042	0,105	6,7	-3,98	2,32	2,02	9,18	9,33
Ri	S10	0,043	0,137	0,029	0,054	0,028	0,046	0,083	6,7	-4,08	2,36	2,15	9,17	9,13
Ru	S11	0,022	0,107	0,055	0,037	0,013	0,029	0,063	6,5	-4,20	1,96	1,61	8,74	8,57
Ru	S12	0,017	0,102	0,038	0,044	0,006	0,035	0,085	6,7	-4,07	2,24	1,48	8,98	9,04
Ru	S13	0,020	0,226	0,060	0,154	0,006	0,032	0,136	6,8	-3,86	2,31	1,58	9,38	9,79
Ru	S14	0,011	0,187	0,054	0,102	0,006	0,031	0,140	6,8	-3,85	2,29	1,58	9,33	9,61
Ru	S15	0,021	0,131	0,040	0,069	0,006	0,040	0,117	6,6	-3,93	2,20	1,38	8,80	9,04
S	S16	0,030	0,240	0,080	0,080	0,030	0,080	0,163	6,3	-3,79	2,20	1,78	8,50	8,50
S	S17	0,030	0,160	0,055	0,065	0,020	0,050	0,146	6,0	-3,83	1,70	1,30	7,74	7,81
Ru	S18	0,038	0,110	0,050	0,041	0,024	0,036	0,102	6,4	-3,99	1,96	1,78	8,50	8,41
S	S19*	0,025	1,130	0,168	0,875	0,020	0,074	0,290	7,0	-3,54	2,87	2,30	10,23	10,94
Ru	S20	0,023	0,145	0,045	0,061	0,018	0,056	0,145	7,6	-3,84	1,35	2,86	10,85	10,99
S	S21	0,025	0,286	0,094	0,142	0,023	0,070	0,160	6,9	-3,80	2,75	2,26	9,77	9,95
MoyT		0,026	0,166	0,058	0,078	0,017	0,046	0,120	6,7	-3,92	2,33	1,89	9,09	9,22
Moy B+T		0,024	0,189	0,067	0,081	0,017	0,054	0,123	6,7	-3,91	2,43	1,94	9,21	9,30

A N N E X E IX

Composition chimique des eaux de la Gambie

à Gouloumbou

(données hebdomadaires de 1979 à 1986)

Tableau IX.1 : Fiche annuelle d'analyse chimique de la Gambie à Gouloumbou lors de la crue 79/80

REF	DATE	ANIONS (méq/l)			CATIONS (méq/l)				(mg/l) SiO2	Balance ionique	SOMME		pH	EC (25°) (mS/cm)	DEBIT (m3/s)	VOLUME (10 ³ m3)	TDS (mg/l)	TONNAGE (Tonnes)	Re	Rf
		Cl	SO4	HCO3	Ca	Mg	K	Na			Anions	Cations								
63	13-08-79	0,035	0,000	0,464	0,196	0,153	0,035	0,083	9,80	0,032	0,499	0,467	7,3	0,060	311,0	26870,4	48,4	1300,89	2,5	3,8
4	20-08-79	0,011	0,020	0,700	0,449	0,137	0,030	0,071	9,60	0,044	0,731	0,687	7,6	0,065	186,0	16070,4	67,1	1078,74	2,2	3,3
5	3-09-79	0,017	0,000	0,400	0,193	0,104	0,025	0,071	6,70	0,024	0,417	0,393	7,4	0,040	585,0	50544,0	39,4	1993,87	2,6	3,8
6	13-09-79	0,025	0,097	0,428	0,273	0,120	0,027	0,088	10,30	0,042	0,550	0,508	7,3	0,053	394,0	34041,6	52,0	1769,00	2,3	3,4
7	17-09-79	0,020	0,000	0,920	0,650	0,130	0,030	0,080	8,70	0,050	0,940	0,890	7,7	0,100	309,0	26697,6	83,2	2220,08	2,2	3,3
8	24-09-79	0,020	0,000	0,450	0,193	0,128	0,026	0,094	8,00	0,029	0,470	0,441	7,4	0,045	359,0	31017,6	44,8	1388,49	2,7	4,0
9	1-10-79	0,000	0,000	0,720	0,430	0,120	0,040	0,070	9,20	0,060	0,720	0,660	7,8	0,078	490,0	42336,0	66,4	2810,11	2,2	3,4
10	10-10-79	0,000	0,000	0,400	0,170	0,110	0,040	0,070	7,70	0,010	0,400	0,390	7,5	0,043	416,0	35942,4	40,0	1438,46	2,7	3,9
11	15-10-79	0,000	0,000	0,450	0,200	0,120	0,040	0,070	9,20	0,020	0,450	0,430	7,5	0,048	249,0	21513,6	45,3	974,45	2,4	3,6
12	22-10-79	0,000	0,000	0,750	0,540	0,120	0,040	0,070	7,70	-0,020	0,750	0,770	7,7	0,082	547,0	47260,8	68,9	3256,79	2,3	3,5
13	29-10-79	0,000	0,000	0,800	0,510	0,140	0,040	0,080	10,70	0,030	0,800	0,770	7,9	0,087	352,0	30412,8	74,8	2275,89	2,2	3,3
14	5-11-79	0,000	0,000	0,850	0,580	0,150	0,030	0,080	11,10	0,010	0,850	0,840	7,8	0,093	210,0	18144,0	79,4	1440,94	2,1	3,2
15	8-11-79	0,020	0,000	0,441	0,187	0,140	0,036	0,069	8,28	0,029	0,461	0,432	7,3	0,048	175,0	15120,0	44,3	670,38	2,5	3,9
16	15-12-79	0,024	0,000	0,478	0,226	0,156	0,032	0,084	11,10	0,004	0,502	0,498	7,4	0,054	30,6	2643,8	50,7	134,10	2,3	3,5
17	21-12-79	0,010	0,000	0,520	0,240	0,160	0,030	0,080	11,10	0,020	0,530	0,510	7,4	0,057	42,2	3646,1	52,9	193,05	2,2	3,5
18	28-12-79	0,010	0,000	0,520	0,230	0,160	0,040	0,080	11,10	0,020	0,530	0,510	7,5	0,056	24,8	2142,7	53,1	113,86	2,3	3,6
19	8-01-80	0,010	0,000	0,520	0,230	0,140	0,040	0,080	10,20	0,040	0,530	0,490	7,6	0,055	18,6	1607,0	52,0	83,56	2,4	3,6
20	23-01-80	0,010	0,000	0,630	0,250	0,160	0,040	0,080	10,00	0,040	0,640	0,600	7,7	0,070	12,9	1114,6	60,8	67,72	3,0	4,2
21	25-01-80	0,070	0,000	0,490	0,340	0,170	0,030	0,080	10,70	-0,060	0,560	0,620	7,4	0,076	12,3	1062,7	55,0	58,42	2,2	3,5
22	5-02-80	0,020	0,000	0,620	0,290	0,170	0,040	0,090	9,00	0,050	0,640	0,590	7,6	0,063	9,3	803,5	59,0	47,44	2,5	3,9
23	20-02-80	0,000	0,000	0,530	0,210	0,170	0,040	0,090	10,70	0,020	0,530	0,510	7,2	0,059	6,5	561,6	52,9	29,73	2,5	3,8
24	4-03-80	0,000	0,000	0,600	0,270	0,170	0,040	0,100	11,50	0,020	0,600	0,580	7,5	0,065	4,6	397,4	59,4	23,63	2,4	3,7
25	26-03-80	0,010	0,000	0,650	0,300	0,190	0,040	0,090	11,10	0,040	0,660	0,620	7,6	0,072	2,6	224,6	63,1	14,17	2,3	3,7
26	10-05-80	0,040	0,000	0,770	0,380	0,210	0,060	0,110	11,80	0,050	0,810	0,760	7,8	0,092	1,1	95,0	75,2	7,15	2,5	3,9
27	19-06-80	0,030	0,000	0,810	0,470	0,220	0,040	0,090	12,00	0,020	0,840	0,820	7,6	0,093	9,4	812,2	78,2	63,52	2,2	3,5

Tableau IX.2 : Fiche annuelle d'analyse chimique de la Gambie à Gouloumbou lors de la crue 80/81

REF	DATE	ANIONS (méq/l)			CATIONS (méq/l)				(mg/l) SiO2	Balance ionique	SOMME		pH	EC (25°) (mS/cm)	DEBIT (m3/s)	VOLUME (10 ³ m3)	TDS (mg/l)	TONNAGE (Tonnes)	Re	Rf
		Cl	SO4	HCO3	Ca	Mg	K	Na			Anions	Cations								
628	1-08-80	0,167	0,000	0,333	0,177	0,137	0,080	0,176	10,00	-0,070	0,500	0,570	7,3	0,067	318,0	27475,2	48,6	1335,93	3,6	4,6
29	6-08-80	0,020	0,000	0,300	0,150	0,110	0,040	0,050	9,20	-0,030	0,320	0,350	7,1	0,040	450,0	38880,0	35,3	1371,24	2,2	3,4
30	13-08-80	0,010	0,000	0,310	0,170	0,120	0,030	0,050	10,20	-0,050	0,320	0,370	6,9	0,040	708,0	61171,2	36,7	2242,26	1,9	3,1
31	15-08-80	0,031	0,000	0,247	0,122	0,088	0,037	0,048	9,70	-0,017	0,278	0,295	7,0	0,038	865,0	74822,4	31,9	2389,32	2,1	3,1
32	21-08-80	0,080	0,000	0,330	0,150	0,120	0,030	0,060	10,20	0,050	0,410	0,360	6,9	0,050	566,5	48945,6	40,2	1966,94	2,1	3,3
33	1-09-80	0,040	0,000	0,260	0,120	0,080	0,020	0,060	9,70	0,020	0,300	0,280	7,1	0,050	996,0	86054,4	32,5	2798,42	2,0	3,0
34	3-09-80	0,015	0,000	0,343	0,155	0,123	0,032	0,073	10,05	-0,025	0,358	0,383	7,0	0,057	968,0	83635,2	39,0	3265,03	2,3	3,5
35	8-09-80	0,060	0,000	0,330	0,160	0,130	0,030	0,050	11,20	0,020	0,390	0,370	7,1	0,040	985,0	85190,4	40,6	3456,12	1,8	3,0
36	18-09-80	0,000	0,000	0,370	0,180	0,140	0,030	0,070	11,20	-0,050	0,370	0,420	7,2	0,050	749,0	64713,6	41,9	2709,23	2,1	3,3
37	25-09-80	0,000	0,000	0,380	0,180	0,140	0,020	0,070	13,00	-0,030	0,380	0,410	7,2	0,050	494,5	42724,8	43,9	1874,94	1,7	2,8
38	9-10-80	0,000	0,000	0,380	0,170	0,140	0,020	0,080	12,50	-0,030	0,380	0,410	7,1	0,050	264,5	22852,8	43,4	992,12	1,9	3,1
39	23-10-80	0,020	0,000	0,460	0,240	0,160	0,030	0,100	13,20	-0,050	0,480	0,530	7,0	0,060	147,5	12744,0	52,2	665,24	2,2	3,4
40	6-11-80	0,020	0,000	0,470	0,240	0,160	0,020	0,090	13,20	-0,020	0,490	0,510	7,2	0,060	88,1	7611,8	52,2	397,26	2,0	3,2
41	17-11-80	0,020	0,000	0,460	0,250	0,160	0,020	0,090	13,20	-0,040	0,480	0,520	7,1	0,060	69,9	6039,4	51,8	312,72	2,0	3,2
42	27-11-80	0,000	0,000	0,460	0,230	0,160	0,010	0,070	13,80	-0,010	0,460	0,470	6,6	0,044	53,7	4639,7	50,4	233,93	1,6	2,7
43	12-12-80	0,000	0,000	0,500	0,240	0,170	0,010	0,070	13,50	0,010	0,500	0,490	7,0	0,046	27,6	2384,6	52,9	126,10	1,6	2,8
44	25-12-80	0,050	0,200	0,600	0,310	0,250	0,030	0,250	13,80	0,010	0,850	0,840	6,9	0,080	15,6	1347,8	78,0	105,07	3,1	4,4
45	5-01-81	0,000	0,000	0,600	0,310	0,190	0,010	0,080	14,00	0,010	0,600	0,590	7,3	0,053	12,5	1080,0	61,4	66,27	1,7	2,9
46	12-01-81	0,000	0,000	0,600	0,300	0,190	0,010	0,080	13,80	0,020	0,600	0,580	7,4	0,053	10,8	933,1	61,0	56,88	1,7	3,0
47	19-01-81	0,100	0,000	0,600	0,370	0,210	0,020	0,140	13,80	-0,040	0,700	0,740	7,1	0,068	8,2	705,9	67,9	47,94	2,3	3,6
48	12-02-81	0,000	0,000	0,600	0,310	0,210	0,010	0,070	13,80	0,000	0,600	0,600	7,1	0,055	5,4	467,4	61,2	28,59	1,6	2,9
49	23-02-81	0,000	0,000	0,700	0,390	0,250	0,010	0,090	14,00	-0,040	0,700	0,740	7,4	0,068	4,2	366,3	70,0	25,65	1,9	3,2
50	5-03-81	0,100	0,000	0,700	0,380	0,250	0,020	0,110	13,50	0,040	0,800	0,760	6,6	0,070	2,2	186,6	73,7	13,76	2,1	3,5
51	19-03-81	0,000	0,000	0,700	0,380	0,240	0,020	0,090	13,80	-0,030	0,700	0,730	7,0	0,066	2,5	214,3	69,9	14,98	2,0	3,3
52	30-03-81	0,000	0,000	0,700	0,400	0,240	0,010	0,090	13,80	-0,040	0,700	0,740	7,3	0,067	1,8	159,0	69,9	11,11	1,9	3,2
53	6-04-81	0,000	0,000	0,700	0,390	0,240	0,020	0,090	14,00	-0,040	0,700	0,740	7,2	0,068	1,5	131,3	70,3	9,23	1,9	3,3
54	13-04-81	0,050	0,000	0,700	0,410	0,240	0,010	0,090	14,50	0,000	0,750	0,750	7,2	0,071	1,4	117,5	72,6	8,53	1,8	3,1
55	20-04-81	0,030	0,000	0,710	0,440	0,200	0,030	0,100	13,00	-0,030	0,740	0,770	7,7	0,075	1,2	103,7	72,1	7,48	2,2	3,4
56	27-04-81	0,030	0,000	0,740	0,460	0,190	0,030	0,100	13,50	-0,010	0,770	0,780	7,8	0,070	1,1	95,0	74,7	7,10	2,1	3,3
57	4-05-81	0,030	0,070	0,760	0,480	0,240	0,040	0,100	14,00	0,000	0,860	0,860	7,8	0,075	1,1	94,2	81,2	7,65	2,2	3,5
58	11-05-81	0,030	0,070																	

Tableau IX.3 : Fiche annuelle d'analyse chimique de la Gambie à Gouloumbou lors de la crue 81/82

REF	DATE	ANIONS (méq/l)			CATIONS (méq/l)				(mg/l)	Balance ionique	SOMME		pH	EC(25°) (mS/cm)	DEBIT (m3/s)	VOLUME (10 ³ m3)	TDS (mg/l)	TONNAGE (Tonnes)	Re	Rf
		Cl	SO4	HCO3	Ca	Mg	K	Na			SiO2	Anions								
662	7-07-81	0,030	0,030	1,940	1,630	0,330	0,040	0,100	13,00	-0,100	2,000	2,100	7,5	0,180	17,5	1512,0	174,4	263,70	2,1	3,3
63	14-07-81	0,040	0,000	0,560	0,350	0,160	0,050	0,070	8,00	-0,030	0,600	0,630	7,5	0,060	43,5	3758,4	56,1	210,87	2,5	3,8
64	21-07-81	0,030	0,000	0,510	0,290	0,160	0,050	0,060	7,00	-0,020	0,540	0,560	7,0	0,050	56,7	4898,9	50,3	246,26	2,5	4,0
65	28-07-81	0,030	0,000	0,280	0,160	0,070	0,040	0,040	4,00	0,000	0,310	0,310	7,0	0,030	113,0	5763,2	28,7	280,08	2,8	4,1
66	4-08-81	0,030	0,000	0,290	0,160	0,100	0,030	0,060	8,00	-0,030	0,320	0,350	7,0	0,035	301,0	26006,4	33,7	877,21	2,4	3,6
67	11-08-81	0,030	0,000	0,260	0,130	0,090	0,030	0,050	7,50	-0,010	0,290	0,300	7,2	0,030	638,0	55123,2	30,4	1678,38	2,3	3,5
68	18-08-81	0,720	0,000	0,330	0,170	0,270	0,050	0,690	9,95	-0,130	1,050	1,180	7,5	0,125	359,0	31017,6	80,1	2484,95	4,9	5,6
69	25-08-81	0,020	0,000	0,370	0,170	0,140	0,030	0,070	9,30	-0,020	0,390	0,410	7,6	0,039	533,0	46051,2	40,5	1863,85	2,3	3,7
70	1-09-81	0,020	0,000	0,340	0,180	0,120	0,030	0,060	9,40	-0,030	0,360	0,390	7,5	0,038	453,0	39139,2	38,5	1505,71	2,2	3,4
71	8-09-81	0,010	0,000	0,350	0,170	0,140	0,030	0,060	8,80	-0,040	0,360	0,400	7,5	0,036	558,0	48211,2	38,2	1840,17	2,3	3,6
72	15-09-81	0,010	0,000	0,380	0,210	0,150	0,030	0,070	10,60	-0,070	0,390	0,460	7,3	0,038	754,0	65145,6	43,0	2798,15	2,2	3,4
73	25-09-81	0,020	0,000	0,540	0,195	0,205	0,035	0,085	10,95	0,040	0,560	0,520	8,2	0,110	700,0	60480,0	54,3	3285,67	2,4	3,9
74	6-10-81	0,020	0,000	0,390	0,220	0,160	0,020	0,070	12,10	-0,060	0,410	0,470	7,5	0,043	320,0	27648,0	45,3	1253,78	1,9	3,1
75	13-10-81	0,060	0,000	0,390	0,220	0,150	0,020	0,090	11,90	-0,030	0,450	0,480	7,5	0,041	236,0	20390,4	46,9	956,39	2,1	3,3
76	20-10-81	0,020	0,000	0,400	0,210	0,150	0,030	0,090	11,80	-0,060	0,420	0,480	7,4	0,041	192,0	16588,8	46,2	766,18	2,1	3,5
77	27-10-81	0,020	0,000	0,410	0,220	0,160	0,020	0,090	12,00	-0,060	0,430	0,490	7,7	0,043	149,0	12873,6	46,9	604,13	2,1	3,4
78	3-11-81	0,010	0,000	0,420	0,220	0,170	0,020	0,100	12,10	-0,080	0,430	0,510	7,6	0,044	123,0	10627,2	47,6	506,23	2,2	3,5
79	10-11-81	0,010	0,000	0,440	0,240	0,170	0,020	0,090	12,00	-0,070	0,450	0,520	7,7	0,045	99,8	8622,7	48,9	421,87	2,1	3,4
80	17-11-81	0,010	0,000	0,450	0,240	0,150	0,020	0,070	11,90	-0,020	0,460	0,480	7,6	0,044	85,1	7352,6	48,7	358,32	1,9	3,1
81	24-11-81	0,040	0,000	0,470	0,250	0,170	0,030	0,140	12,00	-0,080	0,510	0,590	7,4	0,051	65,3	5641,9	53,6	302,18	2,7	3,9
82	1-12-81	0,010	0,000	0,450	0,250	0,170	0,020	0,090	12,00	-0,070	0,460	0,530	7,6	0,047	45,8	3957,1	49,7	196,81	2,1	3,4
83	11-12-81	0,020	0,000	0,490	0,260	0,190	0,030	0,100	12,10	-0,070	0,510	0,580	7,4	0,052	34,2	2954,9	53,7	158,66	2,3	3,6
84	25-12-81	0,010	0,000	0,480	0,270	0,190	0,020	0,080	12,25	-0,070	0,490	0,560	7,5	0,050	22,8	1969,9	52,2	102,89	2,0	3,3
85	8-01-82	0,010	0,000	0,500	0,290	0,190	0,020	0,070	12,10	-0,060	0,510	0,570	7,6	0,051	13,5	1166,4	53,5	62,37	1,9	3,2
86	17-01-82	0,010	0,000	0,570	0,300	0,210	0,020	0,090	12,10	-0,040	0,580	0,620	7,7	0,060	7,8	673,9	58,6	39,52	2,1	3,5
87	2-02-82	0,010	0,000	0,580	0,340	0,200	0,020	0,070	12,10	-0,040	0,590	0,630	7,7	0,056	5,7	492,5	59,5	29,29	1,9	3,2
88	9-02-82	0,010	0,000	0,580	0,330	0,190	0,030	0,090	12,10	-0,050	0,590	0,640	7,7	0,057	5,2	449,3	60,0	26,96	2,2	3,5
89	16-02-82	0,010	0,000	0,570	0,340	0,200	0,030	0,090	12,10	-0,080	0,580	0,660	7,7	0,057	4,2	362,9	59,7	21,67	2,2	3,5
90	23-02-82	0,010	0,000	0,580	0,340	0,200	0,030	0,090	12,25	-0,070	0,590	0,660	7,8	0,057	3,8	328,3	60,5	19,86	2,2	3,5
91	2-03-82	0,010	0,000	0,720	0,450	0,270	0,040	0,110	13,00	-0,140	0,730	0,870	7,7	0,072	3,5	302,4	73,7	22,28	2,3	3,7
92	12-03-82	0,020	0,000	0,730	0,450	0,240	0,040	0,110	12,90	-0,090	0,750	0,840	7,7	0,071	2,7	233,3	74,2	17,30	2,3	3,6
93	26-03-82	0,220	0,000	0,650	0,390	0,260	0,040	0,290	13,00	-0,110	0,870	0,980	7,8	0,089	1,7	146,9	79,7	11,70	2,1	4,5
94	9-03-82	0,020	0,000	0,740	0,430	0,260	0,030	0,110	13,15	-0,070	0,760	0,830	8,0	0,071	1,3	112,3	74,5	8,37	2,2	3,6
95	24-03-82	0,040	0,000	0,740	0,440	0,250	0,030	0,120	12,90	-0,060	0,780	0,840	7,7	0,073	1,1	95,0	75,3	7,15	2,3	3,7
96	7-05-82	0,030	0,000	0,770	0,450	0,270	0,030	0,110	13,00	-0,060	0,800	0,860	7,8	0,075	1,1	90,7	77,0	6,99	2,2	3,7
97	16-05-82	0,090	0,000	0,850	0,460	0,270	0,030	0,120	12,80	0,060	0,940	0,880	7,7	0,082	1,0	89,0	84,3	7,50	2,3	3,7
98	4-06-82	0,030	0,000	0,780	0,460	0,270	0,030	0,110	11,30	-0,060	0,810	0,870	7,5	0,077	1,0	89,0	76,2	6,78	2,3	3,8
99	18-06-82	0,020	0,000	0,980	0,450	0,270	0,030	0,110	8,70	0,140	1,000	0,860	7,9	0,094	9,9	853,4	85,2	72,88	2,5	4,0

Tableau IX.4 : Fiche annuelle d'analyse chimique de la Gambie à Gouloumbou lors de la crue 82/83

REF	DATE	ANIONS (méq/l)			CATIONS (méq/l)				(mg/l)	Balance ionique	SOMME		pH	EC(25°) (mS/cm)	DEBIT (m3/s)	VOLUME (10 ³ m3)	TDS (mg/l)	TONNAGE (Tonnes)	Re	Rf
		Cl	SO4	HCO3	Ca	Mg	K	Na			SiO2	Anions								
6100	29-06-82	0,030	0,000	0,760	0,440	0,250	0,030	0,090	6,50	-0,020	0,790	0,810	7,5	0,081	32,9	2842,6	69,0	196,22	2,5	4,1
101	6-07-82	0,030	0,000	0,650	0,360	0,190	0,030	0,070	5,90	0,030	0,680	0,650	7,5	0,066	7,0	604,8	58,9	35,64	2,4	4,0
102	13-07-82	0,040	0,000	0,660	0,350	0,190	0,080	0,080	5,40	0,000	0,700	0,700	7,3	0,070	76,5	6609,6	61,4	405,67	2,9	4,4
103	27-07-82	0,020	0,000	0,650	0,330	0,200	0,070	0,070	5,00	0,000	0,670	0,670	7,4	0,068	125,0	10800,0	58,8	634,56	2,8	4,4
104	3-08-82	0,030	0,000	0,330	0,170	0,100	0,030	0,050	5,40	0,010	0,360	0,350	7,6	0,035	228,0	19699,2	43,5	660,74	2,6	3,9
105	17-08-82	0,020	0,000	0,370	0,170	0,130	0,030	0,050	6,00	0,010	0,390	0,380	7,5	0,039	291,0	25142,4	36,6	920,01	2,5	4,0
106	24-08-82	0,010	0,000	0,340	0,170	0,100	0,020	0,050	5,90	0,010	0,350	0,340	7,4	0,034	271,0	23414,4	33,6	785,59	2,3	3,7
107	7-09-82	0,010	0,000	0,320	0,160	0,080	0,020	0,060	5,10	0,010	0,330	0,320	7,3	0,031	712,0	61516,8	31,3	1926,58	2,6	3,9
108	14-09-82	0,010	0,000	0,510	0,250	0,150	0,030	0,080	5,90	0,010	0,520	0,510	7,3	0,050	616,0	53222,4	47,2	2512,90	2,7	4,2
109	28-09-82	0,010	0,000	0,450	0,210	0,150	0,020	0,080	7,00	0,000	0,460	0,460	7,4	0,044	542,0	46828,8	43,5	2035,27	2,5	4,0
110	5-10-82	0,010	0,000	0,420	0,190	0,140	0,020	0,070	7,40	0,010	0,430	0,420	7,3	0,042	335,0	28944,0	41,3	1194,79	2,4	3,8
111	12-10-82	0,020	0,000	0,350	0,190	0,090	0,010	0,080	7,30	0,000	0,370	0,370	7,1	0,039	349,0	30153,6	36,5	1100,43	2,4	3,6
112	26-10-82	0,020	0,000	0,320	0,170	0,050	0,010	0,100	7,70	0,010	0,340	0,330	6,9	0,035	239,0	20649,6	34,6	715,24	2,7	3,6
113	2-11-82	0,050	0,000	0,270	0,140	0,040	0,020	0,120	7,80	0,000	0,320	0,320	6,8	0,030	148,0	12787,2	32,9	420,42	2,1	3,9
114	16-11-82	0,060	0,000	0,190	0,120	0,030	0,010	0,100	7,40	-0,010	0,250	0,260	6,8	0,026	79,4	6860,2	26,6	182,33	2,8	3,6
115	30-11-82	0,070	0,000	0,150	0,110	0,030	0,010	0,090	7,50	-0,020	0,220	0,240	6,9	0,022	12,9	1114,6	24,2	26,93	2,7	3,5
116	7-12-82	0,030	0,000	0,280	0,150	0,040	0,010	0,100	7,60	0,010	0,310	0,300	7,0	0,030	8,2	708,5	31,9	22,62	2,7	3,6
117	14-12-82	0,020	0,000	0,510	0,250	0,160	0,040	0,090												

Tableau IX.5 : Fiche annuelle d'analyse chimique de la Gambie à Gouloumbou lors de la crue 83/84

REF	DATE	ANIONS (méq/l)			CATIONS (méq/l)				(mg/l)	Balance ionique	SOMME		pH	EC(25°) (mS/cm)	DEBIT (m3/s)	VOLUME (10*3 m3)	TDS (mg/l)	TONNAGE (Tonnes)	Re	Rf
		Cl	SO4	HCO3	Ca	Mg	K	Na			SiO2	Anions								
6125	23-06-83	0,030	0,000	1,050	0,640	0,260	0,060	0,130	9,50	-0,010	1,080	1,090	7,9	0,094	28,2	2436,5	95,9	233,77	2,5	3,9
126	26-06-83	0,030	0,000	0,520	0,300	0,150	0,060	0,080	7,50	-0,040	0,550	0,590	7,6	0,050	30,0	2592,0	52,3	135,59	2,7	4,1
127	29-06-83	0,030	0,000	0,450	0,240	0,130	0,060	0,080	7,00	-0,030	0,480	0,510	7,5	0,048	29,4	2540,2	46,1	117,08	2,9	4,2
128	2-07-83	0,040	0,000	0,400	0,190	0,110	0,080	0,080	6,50	-0,020	0,440	0,460	7,4	0,044	32,1	2773,4	42,4	117,69	3,2	4,4
129	5-07-83	0,030	0,000	0,400	0,200	0,130	0,080	0,050	6,50	-0,030	0,430	0,460	7,6	0,045	27,0	2332,8	41,8	97,59	2,9	4,3
130	8-07-83	0,030	0,000	0,420	0,210	0,130	0,080	0,060	7,00	-0,030	0,450	0,480	7,7	0,046	34,9	3015,4	44,0	132,63	2,9	4,2
131	11-07-83	0,040	0,000	0,440	0,230	0,150	0,050	0,060	6,00	-0,010	0,480	0,490	7,5	0,050	92,0	7948,8	44,0	349,98	2,7	4,2
132	14-07-83	0,030	0,000	0,280	0,130	0,090	0,050	0,040	4,00	0,000	0,310	0,310	7,0	0,030	107,0	9244,8	28,7	265,51	3,0	4,4
133	17-07-83	0,040	0,000	0,360	0,180	0,110	0,050	0,060	5,00	0,000	0,400	0,400	7,5	0,040	107,0	9244,8	36,7	338,92	2,9	4,3
134	20-07-83	0,050	0,000	0,350	0,180	0,130	0,050	0,060	6,50	-0,020	0,400	0,420	7,0	0,042	87,0	7516,8	38,1	286,75	2,8	4,2
135	23-07-83	0,060	0,000	0,360	0,190	0,140	0,050	0,060	7,50	-0,020	0,420	0,440	7,5	0,042	67,4	5823,4	40,4	235,46	2,6	4,0
136	26-07-83	0,030	0,000	0,420	0,200	0,140	0,050	0,060	7,50	0,000	0,450	0,450	7,6	0,044	61,4	5305,0	43,2	229,34	2,6	4,0
137	29-07-83	0,040	0,000	0,460	0,230	0,150	0,040	0,090	8,00	-0,010	0,500	0,510	7,7	0,047	58,2	5028,5	47,5	239,09	2,7	4,1
138	1-08-83	0,030	0,000	0,520	0,240	0,180	0,040	0,100	9,00	-0,010	0,550	0,560	7,5	0,052	99,6	8605,4	52,6	453,07	2,7	4,1
139	4-08-83	0,030	0,000	0,500	0,240	0,180	0,040	0,080	9,00	-0,010	0,530	0,540	7,6	0,051	70,7	6108,5	51,0	311,34	2,5	4,0
140	7-08-83	0,030	0,000	0,460	0,230	0,160	0,040	0,080	8,50	-0,020	0,490	0,510	7,6	0,047	71,8	6203,5	47,6	295,20	2,6	4,0
141	10-08-83	0,020	0,000	0,350	0,160	0,130	0,030	0,060	6,50	-0,010	0,370	0,380	7,5	0,037	94,0	8121,6	35,9	291,58	2,6	4,0
142	13-08-83	0,020	0,000	0,350	0,160	0,130	0,030	0,060	7,00	-0,010	0,370	0,380	7,4	0,037	80,0	6912,0	36,4	251,61	2,5	3,9
143	16-08-83	0,020	0,000	0,360	0,160	0,150	0,030	0,060	7,50	-0,020	0,380	0,400	7,5	0,040	141,0	12182,4	37,8	459,94	2,4	4,0
144	19-08-83	0,020	0,000	0,320	0,150	0,110	0,030	0,060	7,50	-0,010	0,340	0,350	7,5	0,032	122,0	10540,8	34,6	365,00	2,5	3,7
145	22-08-83	0,010	0,000	0,400	0,180	0,130	0,030	0,060	10,00	0,010	0,410	0,400	7,5	0,041	175,0	15120,0	42,5	642,57	2,1	3,3
146	25-08-83	0,010	0,000	0,340	0,160	0,100	0,020	0,060	9,50	0,010	0,350	0,340	7,3	0,038	140,0	12096,0	37,2	449,74	2,0	3,1
147	28-08-83	0,020	0,000	0,340	0,150	0,110	0,030	0,060	10,00	0,010	0,360	0,350	7,4	0,037	193,0	16675,2	38,3	639,46	2,1	3,3
148	31-08-83	0,110	0,000	0,300	0,140	0,110	0,030	0,130	8,50	0,000	0,410	0,410	7,2	0,042	225,0	19440,0	39,0	758,29	3,2	4,3
149	3-09-83	0,020	0,000	0,260	0,130	0,080	0,020	0,060	9,50	-0,010	0,280	0,290	7,2	0,028	313,0	27043,2	31,8	860,26	2,0	3,0
150	6-09-83	0,020	0,000	0,320	0,150	0,100	0,010	0,080	10,00	0,000	0,340	0,340	7,3	0,034	358,0	30931,2	36,7	1134,68	2,1	3,2
151	9-09-83	0,010	0,000	0,320	0,160	0,110	0,010	0,060	10,00	-0,010	0,330	0,340	7,2	0,033	347,0	29980,8	36,2	1085,05	1,8	2,9
152	12-09-83	0,010	0,000	0,320	0,160	0,110	0,010	0,060	10,50	-0,010	0,330	0,340	7,4	0,033	305,0	26352,0	36,7	966,90	1,7	2,8
153	15-09-83	0,010	0,000	0,300	0,140	0,100	0,010	0,060	10,00	0,000	0,310	0,310	7,1	0,031	338,0	29203,2	34,4	1006,02	1,7	2,8
154	18-09-83	0,010	0,000	0,320	0,160	0,110	0,010	0,060	11,00	-0,010	0,330	0,340	7,1	0,033	335,0	28944,0	37,2	1076,47	1,6	2,7
155	21-09-83	0,010	0,000	0,350	0,180	0,130	0,010	0,060	11,00	-0,020	0,360	0,380	7,4	0,036	258,0	22291,2	39,7	884,20	1,7	2,8
156	24-09-83	0,010	0,000	0,380	0,190	0,140	0,010	0,060	12,00	-0,010	0,390	0,400	7,3	0,038	262,0	22636,8	42,8	969,26	1,5	2,7
157	27-09-83	0,010	0,000	0,370	0,180	0,140	0,010	0,060	12,00	-0,010	0,380	0,390	7,3	0,037	222,0	19180,8	42,0	805,74	1,5	2,7

Tableau IX.6 : Fiche annuelle d'analyse chimique de la Gambie à Gouloumbou lors de la crue 85/86

REF	DATE	ANIONS (méq/l)			CATIONS (méq/l)				(mg/l)	Balance ionique	SOMME		pH	EC(25°) (mS/cm)	DEBIT (m3/s)	VOLUME (10*3 m3)	TDS (mg/l)	TONNAGE (Tonnes)	Re	Rf
		Cl	SO4	HCO3	Ca	Mg	K	Na			SiO2	Anions								
6158	1-07-85	0,050	0,070	0,780	0,420	0,190	0,040	0,110	12,50	0,140	0,900	0,760	7,9	0,075	0,0	80,0	0,00	2,3	3,6	
159	7-07-85	0,050	0,060	0,590	0,350	0,130	0,070	0,080	7,30	0,070	0,700	0,630	7,6	0,062	0,0	61,1	0,00	2,7	4,0	
160	22-07-85	0,030	0,070	0,390	0,230	0,100	0,050	0,060	7,80	0,050	0,490	0,440	7,5	0,041	0,0	45,2	0,00	2,5	3,7	
161	6-08-85	0,040	0,070	0,320	0,190	0,080	0,030	0,070	8,60	0,060	0,430	0,370	7,5	0,039	0,0	40,5	0,00	2,4	3,4	
162	21-08-85	0,020	0,030	0,350	0,190	0,090	0,030	0,070	11,20	0,020	0,400	0,380	8,0	0,038	0,0	42,4	0,00	2,1	3,1	
163	5-09-85	0,020	0,080	0,350	0,180	0,090	0,030	0,070	11,30	0,080	0,450	0,370	7,7	0,037	0,0	44,7	0,00	2,1	3,0	
164	20-09-85	0,030	0,050	0,400	0,230	0,100	0,020	0,080	12,30	0,050	0,480	0,430	7,5	0,041	0,0	48,6	0,00	2,0	2,9	

A N N E X E X

Composition chimique des eaux de la Gambie
à Kédougou

(données journalières de juillet à septembre 1986)

Tableau X.1 : Composition chimique des eaux de la Gambie à Kédougou en juillet 1986

Date	Ref.	ANIONS (meq/l)			CATIONS (meq/l)				(mg/l) SiO ₂	Balance ionique	SOMME		pH	EC (25°) (µS/cm)	DEBIT (m ³ /s)	VOLUME (10 ⁶ m ³)	IDS (mg/l)	TONNAGE (tonnes)	DAII
		Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na			ANIONS	CATIONS							
1										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	1
2										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	2
3										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	3
4										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	4
5										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	5
6										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	6
7										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	7
8										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	8
9										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	9
10										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	10
11										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	11
12										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	12
13										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	13
14										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	14
15										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	15
16										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	16
17										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	17
18										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	18
19										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	19
20										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	20
21										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	21
22										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	22
23										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	23
24										0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00	24
25	Gd 1	0,030	0,000	0,310	0,164	0,103	0,034	0,052	10,70	-0,013	0,340	0,353	7,1	0,034	61,2	5287,7	37,7	199,56	25
26	2	0,030	0,000	0,320	0,163	0,097	0,040	0,053	10,80	-0,003	0,350	0,353	7,1	0,033	50,9	4397,8	38,6	169,82	26
27	3	0,040	0,000	0,310	0,165	0,097	0,043	0,059	11,00	-0,014	0,350	0,364	6,9	0,033	48,6	4199,0	38,9	163,15	27
28	4	0,030	0,000	0,330	0,160	0,100	0,037	0,060	11,00	0,003	0,360	0,357	7,2	0,034	52,1	4501,4	39,4	177,56	28
29	5	0,020	0,000	0,310	0,149	0,096	0,025	0,058	10,90	0,002	0,330	0,328	7,3	0,031	51,8	4475,5	37,0	165,53	29
30	6	0,020	0,000	0,310	0,160	0,095	0,030	0,055	10,60	-0,010	0,330	0,340	7,5	0,031	41,6	3594,2	37,0	133,06	30
31	7	0,020	0,000	0,340	0,179	0,098	0,032	0,054	10,60	-0,003	0,360	0,363	7,4	0,033	38,8	3352,3	39,3	131,82	31

Tableau X.2 : Composition chimique des eaux de la Gambie à Kédougou en août 1986

Date	Réf.	ANIONS (meq/l)			CATIONS (meq/l)				(mg/l) SiO ₂	Balance ionique	SOMME		pH	EC (25°) (mS/cm)	DEBIT (m ³ /s)	VOLUME (10 ³ m ³)	IDS (mg/l)	TONNAGE (tonnes)	DATE
		Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na			ANIONS	CATIONS							
1	Gd 8	0,010	0,000	0,130	0,160	0,099	0,025	0,054	10,60	- 0,018	0,320	0,338	7,4	0,033	30,6	2643,8	36,5	96,49	1
2	9	0,020	0,000	0,340	0,170	0,102	0,031	0,053	11,00	0,004	0,360	0,356	7,0	0,033	34,2	2954,9	39,5	116,81	2
3	10	0,010	0,000	0,300	0,155	0,093	0,024	0,051	11,70	- 0,013	0,310	0,323	7,2	0,032	48,6	4199,0	36,7	154,13	3
4	11	0,020	0,000	0,340	0,160	0,088	0,026	0,049	5,00	0,037	0,360	0,323	9,9	0,042	106,0	9158,4	32,9	301,05	4
5	12	0,030	0,000	0,360	0,189	0,106	0,037	0,050	7,10	0,008	0,390	0,382	7,3	0,036	94,4	8156,2	37,8	308,30	5
6	13	0,030	0,000	0,360	0,179	0,021	0,051	0,051	10,80	0,037	0,390	0,353	7,3	0,033	75,5	6523,2	40,6	265,15	6
7	14	0,020	0,000	0,440	0,258	0,102	0,022	0,051	10,80	0,027	0,460	0,433	7,1	0,043	87,6	7568,6	46,8	354,18	7
8	15	0,030	0,000	0,330	0,166	0,096	0,023	0,062	11,20	0,013	0,360	0,347	7,2	0,033	138,0	11923,2	39,2	467,57	8
9	16	0,030	0,000	0,300	0,149	0,082	0,019	0,049	10,70	0,031	0,330	0,299	7,3	0,030	146,0	12614,4	35,9	453,09	9
10	17	0,030	0,000	0,340	0,182	0,106	0,025	0,052	11,60	0,025	0,370	0,345	7,4	0,033	123,0	10627,2	40,1	426,31	10
11	18	0,030	0,000	0,320	0,149	0,100	0,032	0,049	11,90	0,020	0,350	0,330	7,2	0,031	105,0	9072,0	39,1	354,41	11
12	19	0,010	0,000	0,310	0,145	0,092	0,023	0,044	11,50	0,016	0,320	0,304	7,4	0,030	86,5	7473,6	36,7	274,30	12
13	20	0,040	0,000	0,300	0,143	0,100	0,034	0,054	11,60	0,009	0,340	0,331	7,2	0,031	72,2	6238,1	38,0	236,88	13
14	21	0,030	0,000	0,310	0,147	0,101	0,024	0,058	11,80	0,010	0,340	0,330	7,4	0,030	65,6	5667,8	38,2	216,64	14
15	22	0,020	0,000	0,320	0,167	0,098	0,025	0,050	12,10	0,000	0,340	0,340	7,4	0,032	53,6	4631,0	39,0	180,60	15
16	23	0,010	0,000	0,380	0,214	0,096	0,012	0,050	12,00	0,018	0,390	0,372	7,4	0,037	88,7	7663,7	42,6	326,57	16
17	24	0,010	0,000	0,300	0,145	0,092	0,011	0,047	11,70	0,015	0,310	0,295	7,4	0,030	165,0	14256,0	35,9	511,68	17
18	25	0,010	0,000	0,300	0,140	0,096	0,012	0,048	12,20	0,014	0,310	0,298	7,3	0,031	193,0	16675,2	36,4	607,02	18
19	26	0,030	0,000	0,260	0,128	0,086	0,013	0,043	10,90	0,020	0,290	0,270	7,3	0,028	141,0	12182,4	32,9	401,21	19
20	27	0,010	0,000	0,270	0,126	0,080	0,018	0,043	10,50	0,013	0,280	0,267	7,4	0,028	124,0	10713,6	32,5	348,37	20
21	28	0,000	0,000	0,280	0,139	0,087	0,016	0,045	10,90	- 0,007	0,280	0,287	7,3	0,029	116,0	10022,4	33,5	335,61	21
22	29	0,010	0,000	0,310	0,149	0,091	0,020	0,057	11,70	0,003	0,320	0,317	7,4	0,032	129,0	11145,6	37,2	414,08	22
23	30	0,010	0,000	0,320	0,151	0,093	0,018	0,050	11,90	0,018	0,330	0,312	7,4	0,032	279,0	24105,6	37,8	910,89	23
24	31	0,020	0,000	0,310	0,317	0,089	0,017	0,053	11,70	0,034	0,330	0,296	7,0	0,031	201,0	17366,4	37,0	643,12	24
25	32	0,000	0,000	0,310	0,137	0,097	0,018	0,048	12,20	0,010	0,310	0,300	7,1	0,030	175,0	15120,0	36,8	557,10	25
26	33	0,014	0,000	0,287	0,146	0,100	0,026	0,052	9,80	- 0,023	0,301	0,324	7,0	0,031	157,0	13564,8	34,2	463,37	26
27	34	0,011	0,000	0,301	0,158	0,108	0,025	0,046	10,00	- 0,025	0,312	0,337	7,2	0,032	153,0	13219,2	35,3	466,22	27
28	35	0,017	0,000	0,323	0,168	0,114	0,023	0,049	10,50	- 0,014	0,340	0,354	7,2	0,035	127,0	10972,8	37,6	412,44	28
29	36	0,013	0,000	0,304	0,168	0,112	0,021	0,047	9,90	- 0,031	0,317	0,348	7,4	0,034	150,0	12960,0	35,5	460,57	29
30	37	0,013	0,000	0,318	0,170	0,113	0,019	0,048	10,10	- 0,019	0,331	0,350	7,3	0,035	161,0	13910,4	36,6	508,96	30
31	38	0,008	0,000	0,342	0,180	0,120	0,022	0,051	10,50	- 0,023	0,350	0,333	7,3	0,036	138,0	11923,2	38,7	461,99	31

Tableau X.3 : Composition chimique des eaux de la Gambie à Kédougou en septembre 1986

Date	Réf.	ANIONS (≡éq/l)			CATIONS (≡éq/l)				(≡g/l) SiO ₂	Balance ionique	SOMME		pH	EC (25°) (≡S/cm)	DEBIT (≡m ³ /s)	VOLUME (10 ³ m ³)	TOS (≡g/l)	TONNAGE (Tonnes)	DATE	
		Cl	SO ₄	HCO ₃	Ca	Mg	K	Na			ANIONS	CATIONS								
1	Gd 39	0,011	0,000	0,343	0,178	0,120	0,020	0,054	10,50	- 0,018	0,354	0,372	7,4	0,036	132,0	11404,8	38,9	443,25	1	
2	40	0,010	0,000	0,330	0,178	0,119	0,018	0,048	10,40	- 0,023	0,340	0,363	7,1	0,035	175,0	15120,0	37,7	570,16	2	
3	41	0,010	0,000	0,313	0,174	0,114	0,020	0,050	10,10	- 0,035	0,323	0,358	7,4	0,034	257,0	22204,8	36,4	807,25	3	
4	42	0,035	0,000	0,324	0,184	0,107	0,026	0,071	8,60	- 0,009	0,359	0,368	7,1	0,041	374,0	32313,6	36,8	1190,56	4	
5	43	0,014	0,000	0,318	0,156	0,110	0,024	0,051	10,00	- 0,009	0,332	0,341	7,4	0,035	318,0	27475,2	36,5	1002,07	5	
6	44	0,008	0,000	0,330	0,170	0,114	0,024	0,057	10,30	- 0,027	0,338	0,365	7,6	0,036	227,0	19612,8	37,8	740,54	6	
7	45	0,009	0,000	0,329	0,182	0,112	0,022	0,054	10,60	- 0,012	0,338	0,350	7,6	0,035	185,0	15984,0	37,7	602,61	7	
8	46	0,023	0,000	0,328	0,180	0,114	0,022	0,061	10,60	- 0,008	0,349	0,357	7,1	0,035	155,0	13392,0	38,2	511,03	8	
9	47	0,008	0,000	0,316	0,159	0,113	0,017	0,049	11,00	- 0,014	0,324	0,338	7,5	0,034	146,0	12614,4	36,9	465,65	9	
10	48	0,011	0,000	0,302	0,154	0,108	0,018	0,051	10,70	- 0,018	0,313	0,331	7,4	0,034	118,0	10195,2	35,8	364,89	10	
11	49	0,011	0,000	0,304	0,147	0,108	0,017	0,044	10,50	- 0,001	0,315	0,316	7,6	0,032	229,0	19785,6	35,4	699,85	11	
12	50	0,015	0,000	0,388	0,197	0,137	0,023	0,043	10,20	- 0,003	0,403	0,400	7,7	0,038	236,0	20390,4	39,9	779,53	12	
13	51	0,016	0,000	0,343	0,184	0,122	0,025	0,047	11,20	- 0,019	0,359	0,378	7,5	0,037	226,0	19526,4	38,9	662,91	13	
14	52	0,014	0,000	0,342	0,194	0,116	0,023	0,043	10,40	- 0,020	0,356	0,376	7,4	0,037	197,0	17020,8	38,9	662,91	14	
15	53	0,014	0,000	0,382	0,196	0,116	0,028	0,049	10,50	- 0,007	0,396	0,389	6,9	0,039	196,0	16934,4	41,9	708,90	15	
16	54	0,011	0,000	0,337	0,172	0,112	0,022	0,047	10,50	- 0,005	0,348	0,353	7,2	0,036	226,0	19526,4	38,2	745,89	16	
17	55	0,013	0,000	0,384	0,198	0,126	0,023	0,049	11,20	- 0,019	0,377	0,396	7,5	0,039	307,0	26524,8	41,4	1097,96	17	
18	56	0,014	0,000	0,434	0,184	0,193	0,022	0,049	10,90	- 0,000	0,448	0,448	8,2	0,043	299,0	25833,6	45,9	1185,62	18	
19	57	0,016	0,000	0,325	0,164	0,111	0,023	0,048	11,20	- 0,005	0,341	0,346	7,6	0,035	244,0	21081,6	38,2	806,03	19	
20	58	0,017	0,000	0,325	0,170	0,112	0,024	0,057	11,40	- 0,021	0,342	0,363	7,3	0,036	233,0	20131,2	38,8	782,05	20	
21	59	0,009	0,000	0,325	0,156	0,111	0,019	0,045	11,40	- 0,003	0,334	0,331	7,6	0,034	245,0	21168,0	37,8	800,15	21	
22	60	0,007	0,000	0,300	0,150	0,109	0,019	0,042	10,10	- 0,013	0,307	0,320	7,5	0,033	220,0	19008,0	34,7	659,40	22	
23	61	0,008	0,000	0,314	0,150	0,109	0,020	0,047	10,90	- 0,008	0,320	0,326	7,3	0,033	191,0	16502,4	36,5	601,73	23	
24	62	0,011	0,000	0,309	0,158	0,110	0,022	0,051	10,60	- 0,021	0,320	0,341	7,5	0,034	188,0	16243,2	36,4	590,90	24	
25	63	0,010	0,000	0,325	0,152	0,111	0,020	0,046	11,20	- 0,006	0,335	0,329	7,3	0,036	155,0	13392,0	37,6	503,77	25	
26	64	0,005	0,000	0,306	0,147	0,107	0,019	0,050	11,00	- 0,012	0,311	0,323	7,6	0,033	224,0	19353,6	36,0	696,44	26	
27	65	0,012	0,000	0,317	0,148	0,110	0,018	0,063	11,30	- 0,010	0,329	0,339	7,5	0,035	308,0	26611,2	37,5	998,47	27	
28	66	0,011	0,000	0,285	0,128	0,100	0,024	0,044	10,50	- 0,000	0,296	0,296	7,5	0,031	348,0	30067,2	34,0	1022,54	28	
29	67	0,018	0,000	0,271	0,124	0,092	0,023	0,038	9,50	- 0,012	0,289	0,277	7,2	0,030	284,0	24537,6	32,0	786,38	29	
30	68	0,011	0,000	0,300	0,140	0,105	0,025	0,048	10,50	- 0,007	0,311	0,318	7,5	0,034	229,0	19785,6	35,4	699,54	30	
31										- 0,000	0,000	0,000				0,0	0,0	0,00		31

A N N E X E X I

Turbidité des eaux de la Gambie
à Gouloumbou et à Kédougou

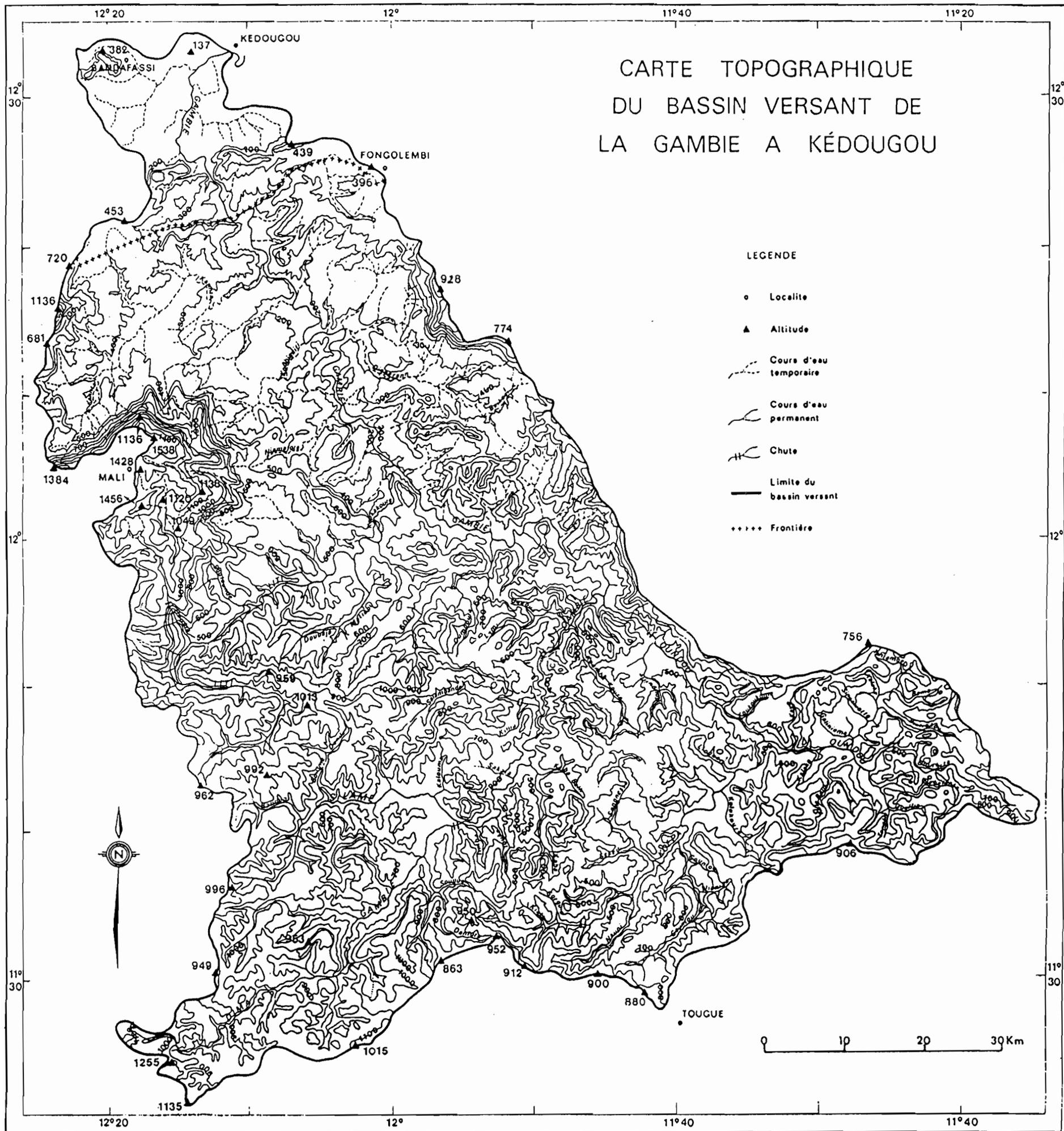
Tableau XI.1 : Turbidité des eaux de la Gambie à Gouloumbou en 1974 et de 1979 à 1985 en mg/l selon J. LERTIQUE (1975), H.M. LO (1984) et J.Y. GAC (1979-1985)

Date	C								
1974		1974		1980		1981		1982	
23-06	155,0	15-10	35,0	23-02	16,5	16-03	12,4	12-01	2,7
26-06	85,0	18-10	115,0	01-03	5,1	23-03	19,8	19-01	8,1
29-06	45,0	21-10	95,0	08-03	20,2	30-03	9,5	26-01	9,0
02-07	35,0	22-10	81,7	26-03	9,8	06-04	7,7	02-02	6,9
05-07	75,0	24-10	50,0	10-05	13,3	13-04	9,5	09-02	7,0
08-07	240,0	27-10	80,0	18-06	13,0	20-04	11,3	16-02	7,5
13-07	169,2	05-11	65,0	01-08	133,0	27-04	5,6	23-02	4,3
14-07	140,0	08-11	65,0	04-08	181,4	04-05	4,1	02-03	9,7
17-07	55,0			08-08	131,3	11-05	12,7	09-03	8,9
20-07	145,0	1979		13-08	186,0	18-05	25,2	16-03	19,5
22-07	174,2			15-08	165,0	25-05	9,4	23-03	12,7
23-07	155,0	28-02	30,0	18-08	181,8	01-06	11,6	30-03	2,5
26-07	175,0	09-06	20,0	25-08	104,7	07-07	22,7	06-04	21,7
29-07	130,0	13-08	88,0	01-09	78,6	14-07	83,6	13-04	14,8
01-08	125,0	20-08	94,0	03-09	54,6	21-07	44,4	20-04	38,0
04-08	105,0	27-08	258,0	08-09	54,9	28-07	190,9	27-04	17,2
05-08	57,5	03-09	61,0	18-09	52,2	04-08	123,0	04-05	10,2
07-08	130,0	10-09	150,0	22-09	45,3	11-08	93,2	11-05	8,7
10-08	176,7	13-09	84,0	29-09	45,2	18-08	92,8	17-05	18,1
13-08	60,0	17-09	51,3	06-10	51,1	25-08	90,9	25-05	25,0
15-08	65,0	24-09	81,0	13-10	24,2	01-09	85,9	01-06	18,6
16-08	65,0	01-10	92,4	20-10	21,2	08-09	64,3	08-06	10,0
17-08	95,0	10-10	30,7	27-10	15,9	15-09	42,9	15-06	21,0
19-08	110,0	15-10	31,3	03-11	9,8	22-09	52,2	22-06	28,4
21-08	150,9	22-10	76,7	10-11	13,1	06-10	46,0	23-06	19,4
24-08	70,0	29-10	52,8	17-11	9,0	13-10	42,2	24-06	25,1
28-08	50,0	05-11	26,7	20-11	6,4	20-10	31,3	25-06	26,3
31-08	65,0	08-11	17,0	24-11	8,1	27-10	19,6	26-06	40,7
03-09	65,0	15-12	8,0	01-12	7,1	03-11	11,8	27-06	18,9
06-09	50,8	21-12	19,0	08-12	6,4	10-11	17,6	28-06	14,0
11-09	59,2	28-12	13,8	15-12	6,7	17-11	8,6	29-06	13,8
12-09	60,0			22-12	7,1	18-11	7,0	30-06	14,4
15-09	70,0	1980		29-12	36,4	24-11	12,6	01-07	14,6
18-09	55,0					01-12	6,8	02-07	14,9
21-09	40,0	05-01	21,8	1981		08-12	9,3	03-07	15,6
24-09	25,0	12-01	13,2			15-12	9,8	04-07	16,3
27-09	75,0	19-01	13,3	05-01	10,7	22-12	6,3	05-07	19,5
30-09	55,0	25-01	15,5	12-01	5,9	29-12	7,4	06-07	20,6
03-10	45,0	26-01	16,0	19-01	12,1			07-07	65,6
06-10	105,0	02-02	20,7	23-02	2,5	1982		08-07	92,7
09-10	85,0	09-02	16,0	02-03	10,8			09-07	132,9
12-10	72,5	16-02	19,2	09-03	17,4	05-01	9,6	10-07	194,1

Tableau XI.2 : Turbidité des eaux de la Gambie à Kédougou en 1974 et en 1986 en mg/l selon J. LERIQUE (1975) et cette étude (1986)

(*) Echantillonnage sur toute la section en 1974

Année	C	Année	C	Année	C	Année	C	Année	C
<u>1974</u>		<u>1974</u>		<u>1986</u>		<u>1986</u>		<u>1986</u>	
24.06	22 *	21.09	24,0	06.07	6,6	05.08	19,4	04.09	52,7
27.06	32,7	25.09	22,0	07.07	5,1	06.08	15,4	05.09	42,2
29.06	23,0 *	28.09	37,9	08.07	8,7	07.08	15,1	06.09	20,3
03.07	28 *	02.10	27,5	09.07	8,0	08.08	18,0	07.09	23,9
06.07	38 *	05.10	162,8	10.07	8,7	09.08	27,5	08.09	19,0
08.07	90	<u>1986</u>		11.07	12,6	10.08	20,4	09.09	12,3
10.07	54 *	12.06	5,3	12.07	11,5	11.08	15,5	10.09	22,0
12.07	58,7	13.06	2,4	13.07	-	12.08	13,1	11.09	19,5
13.07	78 *	14.06	4,4	14.07	20,5	13.08	11,8	12.09	80,9
16.07	298 *	15.06	5,3	15.07	14,5	14.08	12,5	13.09	34,9
17.07	95 *	16.06	3,7	16.07	18,1	15.08	12,0	14.09	35,3
19.07	79,5	17.06	5,7	17.07	18,6	16.08	12,6	15.09	35,3
20.07	63 *	18.06	5,5	18.07	14,8	17.08	14,7	16.09	26,6
22.07	100	19.06	4,9	19.07	44,4	18.08	38,3	17.09	27,4
24.07	39 *	20.06	5,1	20.07	17,8	19.08	28,4	18.09	71,8
03.08	27,5	21.06	5,6	21.07	16,0	20.08	23,0	19.09	36,9
07.08	48,3	22.06	3,5	22.07	29,8	21.08	16,6	20.09	24,6
10.08	22 *	23.06	6,9	23.07	20,6	22.08	20,5	21.09	19,7
16.08	74,3	24.06	5,2	24.07	21,0	23.08	20,5	22.09	23,1
17.08	79 *	25.06	5,2	25.07	16,4	24.08	32,0	23.09	16,5
21.08	168	26.06	4,1	26.07	30,0	25.08	30,4	24.09	14,1
24.08	102	27.06	5,0	27.07	13,5	26.08	31,9	25.09	14,8
26.08	84,2	28.06	4,5	28.07	14,7	27.08	23,0	26.09	14,3
31.08	54 *	29.06	5,6	29.07	12,8	28.08	18,5	27.09	54,9
05.09	27,5	30.06	4,7	30.07	12,1	29.08	27,0	28.09	57,8
07.09	27,5	01.07	3,5	31.07	12,4	30.09	21,9	29.09	52,8
08.09	38,0 *	02.07	5,8	01.08	11,2	31.08	21,4	30.09	25,8
12.09	37,9	03.07	4,2	02.08	10,0	01.09	15,3		
14.09	48,0 *	04.07	4,9	03.08	14,7	02.09	12,3		
16.09	17,1	05.07	4,5	04.08	24,9	03.09	28,8		



LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques morphométriques des sous-bassins de la haute Gambie selon DESCROIX (1986).....	5
Tableau 2 : Hypsométrie du haut bassin de la Gambie à Kédougou.....	6
Tableau 3 : Températures (en °C) aux deux stations de Kédougou et de Labé.....	24
Tableau 4 : Evaporation Piche (Ep) et évapotranspiration potentielle (ETP) en mm.....	26
Tableau 5 : Humidité moyenne relative (en %), insolation moyenne (en heures/mois), vitesse (en m/s) et direction des vents aux stations de Labé et de Kédougou.....	27
Tableau 6 : Paramètres climatiques (moyennes, minima et maxima).....	27
Tableau 7 : Pluviosité annuelle à Labé (L) et Kédougou (K).....	29
Tableau 8 : Pluviosité (P en mm) et écarts à la moyenne (en %) aux deux stations de Labé et de Kédougou.....	31
Tableau 9 : Distributions moyennes mensuelles des précipitations (en mm et en % de la pluviosité annuelle).....	32
Tableau 10 : Caractéristiques des stations hydrométriques.....	38
Tableau 11 : Evaluation des modules spécifiques en différents sites du bassin de la haute Gambie.....	39
Tableau 12 : Débits moyens annuels de la Gambie à Kédougou (en m ³ /s).....	40
Tableau 13 : Les coefficients mensuels de débits (CMD).....	43
Tableau 14 : Débits moyens mensuels de la Gambie à Kédougou de 1953 à 1987 (en m ³ /s).....	44
Tableau 15 : Coefficients de variation mensuels.....	45
Tableau 16 : Composition chimique des eaux de pluie collectées à Kédougou (TRAVI et al., 1986).....	49
Tableau 17a : Composition chimique moyenne des eaux des bassins amont du Sénégal, des fleuves côtiers et de la Gambie.....	54
Tableau 17b : Composition chimique moyenne des eaux de sources, de ruisseaux, de rivières et de fleuves.....	54
Tableau 18a : Composition chimique des eaux de la Gambie Ouest.....	56
Tableau 18b : Composition chimique des eaux de la Gambie Est.....	56
Tableau 19 : Constantes d'équilibre.....	64
Tableau 20 : Inventaire des eaux échantillonnées à Gouloumbou.....	71
Tableau 21 : Evolution mensuelle de la composition chimique des eaux de la Gambie à Gouloumbou.....	72
Tableau 22 : Log molalités caractéristiques des eaux de la Gambie à Kédougou.....	74
Tableau 23 : Evolution amont-aval de la composition chimique moyenne des eaux de la Gambie et du Sénégal.....	76

Tableau 24 : Compositions chimiques des eaux de la Gambie et du Sénégal (ORANGE, 1986 ; BAMBA, 1987), du Niger (IMEVBORE, 1970), du Bandama (MONNET, 1972), du Chari (GAC, 1980), du Nil (COCHE et BALON, 1974), de l'Afrique et du Monde (MEYBECK, 1979).....	77
Tableau 25 : Flux mensuels et annuels (en tonnes) de matières en suspension à Gouloumbou.....	86
Tableau 26 : Caractéristiques de l'érosion mécanique moyenne sur les hauts bassins du Sénégal et de la Gambie entre 1979 et 1984.....	87
Tableau 27 : Bilan hydrologique et bilan des transports solides de la Gambie à la station de Kédougou.....	89
Tableau 28 : Matière organique dans les suspensions de la Gambie à Kédougou (crue 1986/1987), (selon BAMBA, 1987).....	90
Tableau 29 : Granulométrie des matières en suspension de la Gambie à Gouloumbou (selon LO, 1984).....	92
Tableau 30 : Composition chimique des matières en suspension du fleuve Gambie à Kédougou (crue 86/87) et du Sénégal (KANE, 1985 ; ORANGE, 1986).....	95
Tableau 31 : Reconstitution approximative (%) de la distribution minéralogique dans les matières en suspension du fleuve Gambie à Kédougou (crue 86/87).....	96

- Figure 1 : Situation géographique du bassin versant de la Gambie en Afrique de l'Ouest
- Figure 2 : Le bassin continental et le bassin estuarien de la Gambie
- Figure 3 : La dorsale guinéenne
- Figure 4 : Courbe hypsométrique de la haute Gambie
- Figure 5 : Les principales zones de relief du haut bassin versant de la Gambie
- Figure 6 : Schéma du modèle et de l'évolution géomorphologique des hauts bassins du Sénégal et de la Gambie (MICHEL, 1973)
- Figure 7 : Schéma de la formation des glacis (MICHEL, 1973)
- Figure 8 : Géologie du bassin continental de la Gambie (VILLENEUVE 1984, simplifié)
- Figure 9 : Les sillons molassiques dans la chaîne panafricaine (VILLENEUVE, 1984)
- Figure 10 : Esquisse pédologique
- Figure 11 : Paysages végétaux du Niokolo-Koba (J. ADAM, 1956)
- Figure 12 : Les déplacements du Front Intertropical pendant l'année (MICHEL, 1973)
- Figure 13 : Evolution mensuelle de la température (Tm), de l'évaporation (Ep), de l'évapotranspiration (ETP) et de l'humidité relative moyenne (H) aux deux stations
- Figure 14 : Relation entre les précipitations annuelles à Labé et à Kédougou (période de référence : 1923-1986)
- Figure 16 : Evolution des écarts à la moyenne pluviométrique aux deux stations de LABE et KEDOUYOU
- Figure 15 : Evolution de la pluviosité à LABE et KEDOUYOU (moyenne annuelle et moyenne mobile de 5 ans)
- Figure 17 : Distribution mensuelle moyenne des précipitations
- Figure 18 : Pluviosités mensuelles au cours d'années excédentaires (-) et déficitaires (---)
- Figure 19 : Réseau hydrographique de la haute Gambie
- Figure 20 : Profil en long du cours supérieur
- Figure 21 : Stations hydrométriques en Guinée
- Figure 22 : Courbes d'étalonnage de la Gambie à Kédougou
- Figure 23 : Relation entre les modules de la Gambie à Kédougou et du Sénégal à Bakel
- Figure 24 : Relation pluviosité moyenne/module de la Gambie
- Figure 25 : Variabilités interannuelles des modules de la Gambie à Kédougou et du Sénégal à Bakel
- Figure 26 : Evolution des CMD à Kédougou
- Figure 27 : Deux aspects extrêmes de l'allure des hydrogrammes

- Figure 28 : Position géographique des prélèvements d'eau en haute Gambie
- Figure 29 : Schéma de localisation des prélèvements d'eau dans les bassins de la Tominé, du Konkouré et du Bafing
- Figure 30 : Relation entre les quantités de silice et d'alumine fixées dans les profils (G gambie, F falémé, K kakrma, T tominé, B bafing ; S sources, R ruisseaux et rivières, F fleuves)
- Figure 31 : Relation entre les quantités de silice et d'alumine fixées dans les profils du versant Ouest du Fouta. (.) points représentatifs des eaux du Bafing et de la Tominé, (x) eaux de la Téné et de la Kakrma
- Figure 32 : Relation entre les quantités de silice et d'alumine fixées dans les sols de la haute Gambie (Oundou et Diama)
- Figure 33 : Position des eaux "moyennes" du Fouta Djalou dans les diagrammes de stabilité
- Figure 34 : Position des eaux "moyennes" de sources (S), de ruisseaux (Ru), de rivières (Ri) et de fleuves (F) du Fouta Djalou dans les diagrammes de stabilité
- Figure 35 : Hydrogramme et limnigramme de la crue 86/87 de la Gambie à Kédougou
- Figure 36 : Variations des débits moyens mensuels à Kédougou au cours de différentes périodes
- Figure 37 : Position des eaux de la Gambie à Gouloumbou dans les diagrammes d'équilibre (numérotation mensuelle)
- Figure 38 : Evolution de la concentration des éléments en solution en fonction de la minéralisation totale
- Figure 39 : Relation entre les teneurs en bicarbonates et la somme molaire silice/2 calcium
- Figure 40 : Evolution de la charge solide (en mg/l) et des débits (en m³/s) à Gouloumbou en 1974 (LERIQUE, 1975)
- Figure 41 : Evolution de la charge solide (C) et des débits (Q) de la Gambie à Gouloumbou (cycle 1980/81 et 1981/82)
- Figure 42 : Evolution de la turbidité (C) et des débits (Q) de la Gambie à Gouloumbou (cycles 1982/83 et 1983/84)
- Figure 43 : Evolution de la turbidité et des débits de la Gambie à Gouloumbou (cycles 1984/85, 1985/86, 1986/87)
- Figure 44 : Relation schématique entre charge solide et débit
- Figure 45 : Bilan mensuel (de 1979 à 1984) de l'érosion mécanique de la Gambie à Gouloumbou (V volume, C concentration, I flux détritique)
- Figure 46 : Evolution de la turbidité et des débits des eaux de la Gambie à Kédougou en 1974 (LERIQUE, 1975)
- Figure 47 : Evolution de la turbidité et des débits de la Gambie à Kédougou de juin à septembre 1986 (BAMBA, 1987)
- Figure 48 : Relation entre la charge solide et la teneur en carbone organique particulaire
- Figure 49 : Diffractogrammes de poudre des matières en suspension de la Gambie à Gouloumbou et Kédougou, en début de crue et en pointe de crue : Q (quartz), K (kaolinite), Arg (argiles), I (illite), G (goéthite), F (feldspath)
- Figure 50 : Diffractogrammes de la fraction fine des matières en suspension des eaux de la Gambie à Gouloumbou : K (kaolinite), I (illite), Sm (smectite)

TABLE DES MATIERES

Pages

Sommaire

INTRODUCTION1

Première partie
PRESENTATION GENERALE

DU BASSIN VERSANT CONTINENTAL DE LA GAMBIE

I - LE CADRE PHYSIQUE.....3

 A - LA SITUATION GEOGRAPHIQUE.....3

 B - CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES DU HAUT BASSIN.....4

 1. UNE PETITE SURFACE DE FORME TRIANGULAIRE.....4

 2. UN HAUT RELIEF.....5

 C - LES GRANDS ASPECTS DU MODELE.....7

 1. LES SURFACES D'APLANISSEMENT DU SECONDATRE ET DE L'Eocene.....7

 a) La première surface d'âge Jurassique, dite de Labé.....7

 b) La deuxième surface d'âge Crétacé, dite de Dongol Sigon.....7

 c) La troisième surface d'âge Eocène, dite de Fantofa.....8

 2. LE RELIEF INTERMEDIAIRE.....8

 3. LES GLACIS.....8

 a) Le haut glacis et la haute terrasse.....8

 b) Le moyen glacis et les témoins de la moyenne terrasse.....8

 c) Le bas glacis.....9

 D - LES GRANDS ENSEMBLES GEOLOGIQUES.....10

 1. LES ROCHES DU SOCLE.....10

 2. LA COUVERTURE SEDIMENTAIRE DU BASSIN DE MADINA KOIITA.....10

 a) le groupe de Ségou.....12

 b) le groupe de Madina Kouta.....12

 3. LA CHAÎNE PANAFRICAINNE I DES BASSARTIDES.....12

 4. LES SILLONS MOLASSIQUES PANAFRICAINS.....14

 5. LE BASSIN SEDIMENTAIRE DE BOVE (GROUPE DE PITA).....15

 6. LES VENUES DOLERITIQUES.....16

 7. LE BASSIN MESO-CENOZOÏQUE SENEGALO-MAURITANIEN.....16

 E - LA NATURE DES SOLS : ESQUISSE PEDOLOGIQUE.....17

II - LE PAYSAGE VEGETAL ET L'ENVIRONNEMENT HUMAIN.....18

 A - UNE VEGETATION PALEOTROPICALE.....18

 1. LA SAVANE SOUDANAISE.....19

 2. LA FORET ET LA SAVANE GUINEENNE.....19

 B - UNE POPULATION ESSENTIELLEMENT RURALE.....21

III - LES FACTEURS CLIMATIQUES.....21

 A - LES MECANISMES GENERAUX.....21

 B - L'INFORMATION DISPONIBLE SUR LES PARAMETRES CLIMATIQUES.....27

 C - LES TEMPERATURES DE L'AIR.....23

 D - L'EVAPOTRANSPIRATION.....24

 E - L'HUMIDITE RELATIVE.....25

 F - L'INSOLATION MOYENNE ET LES VENTS.....25

 G - LA PLUVIOSITE ET SA VARIABILITE.....26

 1. LA PLUVIOSITE ANNUELLE ET INTERANNUELLE.....27

 a) Les domaines climatiques.....27

 b) Les précipitations annuelles et leur variabilité.....27

 c) Les séquences humides et sèches.....29

 2. LES REGIMES PLUVIOMETRIQUES SAISONNIERS ET LEUR VARIABILITE.....30

 a) Les régimes saisonniers.....31

 b) La variabilité saisonnière.....31

IV - PREMIERES CONCLUSIONS.....32

Deuxième partie
 LES MODALITES DE L'ECOULEMENT DES EAUX SUR LE BASSIN DE LA HAUTE GAMBIE
 ET LE BILAN HYDROLOGIQUE A KEDOUGOU

I - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE	35
A - UN RESEAU HYDROGRAPHIQUE DENSE	35
B - LE PROFIL EN LONG	36
II - LES OBSERVATIONS HYDROMETRIQUES.....	37
A - UN RESEAU EMBRYONNAIRE	37
B - ANALYSE DES DONNEES ET EVALUATION DES MODULES SPECIFIQUES.....	39
III - LES MODALITES DE L'ECOULEMENT A KEDOUGOU.....	39
A - L'ABONDANCE ANNUELLE ET SA VARIABILITE	39
1. L'ANNEE HYDROLOGIQUE DE REFERENCE	39
2. L'ABONDANCE MOYENNE ANNUELLE.....	40
3. L'IRRREGULARITE INTERANNUELLE.....	42
B - UN REGIME DE TYPE TROPICAL DE TRANSITION.....	43
1. LA REPARTITION MENSUELLE DES ECOULEMENTS.....	43
2. L'IRRREGULARITE INTERANNUELLE AU COURS DES SAISONS.....	45
3. LA VARIABILITE JOURNALIERE ET LES ALLURES EXTREMES DES HYDROGRAMMES.....	45
IV - CONCLUSIONS.....	46

Troisième partie
 GEOCHIMIE DES EAUX DRAINANT LE MASSIF
 DU FOUTA DJALON

INTRODUCTION.....	48
I - LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE PLUIE.....	48
II - LES EAUX D'ALTERATION.....	49
A - LES CAMPAGNES DE PRELEVEMENTS.....	49
1. LES EAUX DU BASSIN DE LA GAMBIE	50
a) Secteur aval.....	50
b) Secteur amont.....	50
2. LES EAUX DES FLEUVES COTIERS GUINEENS.....	51
a) Le bassin de la Tominé.....	52
b) Le bassin de la Kakrima	52
3. LES EAUX DE LA FALEME.....	52
4. LES EAUX DU SENEGAL.....	52
B - LES GRANDS TRAITES DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX LIVREES PAR LE MASSIF DU FOUTA DJALON.....	53
1. L'EAU "MOYENNE" DU FOUTA.....	53
a) La minéralisation et la conductivité.....	53
b) L'acidité des solutions.....	53
c) L'homogénéité des faciès chimiques	55
2. LES RIVIERES DE LA HAUTE GAMBIE	55
a) Le pH.....	55
b) La conductivité et la minéralisation.....	57
3. LES FLEUVES DU VERSANT OUEST.....	57
4. LE HAUT BAFING ET LE COURS SUPERIEUR DE LA FALEME	57
III - CARACTERISATION DES GRANDS TYPES D'ALTERATION A PARTIR DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX QUI DRAINENT LES VERSANTS.....	57
A - LES GRANDES VOIES GEOCHIMIQUES DE L'ALTERATION.....	58
1 - VUE D'ENSEMBLE SUR LA PEDOGENESE DOMINANTE.....	59
2. LA DYNAMIQUE DE LA SILICE ET DES CATIONS BASIQUES DANS LES BASSINS REGIONAUX.....	61
a) La haute Gambie	61
b) La Koïla Kobé, affluent de la Falémé.....	62
c) Le haut Bafing.....	62
d) Les bassins côtiers de la Kakrima et de la Tominé.....	62
3. LE CARACTERE MONOSIALITIQUE DOMINANT DE L'ALTERATION.....	63
B - LES DIAGRAMMES D'EQUILIBRE ET LES MODELES THERMODYNAMIQUES.....	63
1. LES EAUX "MOYENNES" DU FOUTA DJALON.....	65
2. LA DYNAMIQUE ACTUELLE DES EAUX DU FOUTA DJALON.....	66
IV - CONCLUSIONS.....	67

Quatrième partie

FLUX DE MATIERES DISSOUTES ET PARTICULAIRES DANS LE BASSIN CONTINENTAL DE LA GAMBIE,
BILAN DE L'ALTERATION CHIMIQUE ET DE L'EROSION MECANIQUE

INTRODUCTION	69
I - LE CYCLE HYDROLOGIQUE 1986/1987 ET SON ORIGINALITE DANS LA SERIE DES OBSERVATIONS DEPUIS 1970.....	69
A - L'ALLURE GENERALE DE LA CRUE 1986/87 A KEDOUGOU	69
B - LES HAUTES ET LES BASSES EAUX.....	69
C - UN CYCLE HYDROLOGIQUE DEFICITAIRE.....	70
II- LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX ET LES FLUX DE MATIERES DISSOUTES A GOULOUMBOU ET KEDOUGOU.....	71
A - COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE LA GAMBIE A GOULOUMBOU.....	71
1. COMPOSITIONS MOYENNES MENSUELLES ET ANNUELLES.....	72
2. CONFIRMATION DU CARACTERE MONOSALLINIQUE DES ALTERATIONS DANS LE BASSIN CONTINENTAL DE LA GAMBIE.....	73
B - COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE LA GAMBIE A KEDOUGOU.....	74
1. LA MINERALISATION DES EAUX DE LA CRUE 1986/1987.....	74
2. VARIATIONS JOURNALIERES DES CONCENTRATIONS IONIQUES.....	74
C - EVOLUTION AMONT-AVAL DE LA COMPOSITION CHIMIQUE DES EAUX DE LA GAMBIE. COMPARAISON AVEC D'AUTRES RIVIERES DU CONTINENT AFRICAIN ET LA MOYENNE MONDIALE	75
1. EVOLUTION AMONT-AVAL DES EAUX DE LA GAMBIE.....	75
2. EVOLUTION AMONT-AVAL DES EAUX ISSUES DU FOUTA DJALON.....	75
2. COMPARAISON AVEC D'AUTRES RIVIERES AFRICAINES ET MONDIALES.....	76
D - ESTIMATION DES FLUX DISSOUS ANNUELS A KEDOUGOU ET IMPORTANCE DE L'ALTERATION CHIMIQUE EN HAUTE GAMBIE.....	78
III - LES FLUX DE MATIERES EN SUSPENSION DANS LA GAMBIE.....	79
A - LE PROTOCOLE DE PRELEVEMENT ET DE TRAITEMENT DES MATIERES EN SUSPENSION.....	79
B - EVOLUTION DE LA TURBIDITE DES EAUX DE LA GAMBIE A GOULOUMBOU ESTIMATION DES FLUX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION.....	80
1. VARIATIONS DE LA CHARGE SOLIDE.....	80
a) Cycle hydrologique 1974/1975.....	80
b) Cycle hydrologique 1979/1980.....	81
c) Cycle hydrologique 1980/1981.....	81
d) Cycle hydrologique 1981/1982.....	81
e) Cycle hydrologique 1982/1983.....	81
f) Cycle hydrologique 1983/1984.....	82
g) Cycles hydrologiques 1984/1985, 1985/1986, 1986/1987.....	82
h) Conclusion.....	83
2. APPROCHE DES MECANISMES D'ACQUISITION DE LA CHARGE SOLIDE, EVALUATION DE L'IMPORTANCE DU RUISSELLEMENT SUPERFICIEL.....	83
3. FLUX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION A GOULOUMBOU. BILAN DE L'EROSION MECANIQUE SUR LE BASSIN CONTINENTAL DE LA GAMBIE.....	85
4. L'IMPORTANCE ACTUELLE DE L'EROSION DANS LE FOUTA DJALON.....	86
C - EVOLUTION DE LA TURBIDITE DES EAUX DE LA GAMBIE A KEDOUGOU, ESTIMATION DES FLUX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION.....	87
1. VARIATIONS DE LA CHARGE SOLIDE.....	87
a) Cycle hydrologique 1974/1975.....	87
b) Cycle hydrologique 1986/1987.....	88
2. ESTIMATION DES FLUX ANNUELS DE MATIERES EN SUSPENSION.....	89
D - LE TAUX DE MATIERE ORGANIQUE DANS LES SUSPENSIONS.....	89
E - CARACTERISTIQUES GRANULOMETRIQUES DES MATIERES EN SUSPENSION.....	91
F - NATURE MINERALOGIQUE DES SUSPENSIONS.....	92
G - COMPOSITION CHIMIQUE DES MATIERES EN SUSPENSION.....	94
IV - LE BILAN DE L'ALTERATION CHIMIQUE ET DE L'EROSION MECANIQUE.....	96
CONCLUSIONS GENERALES.....	98
Bibliographie	
Annexes	
Liste des tableaux	
Liste des figures	
Table des matières	