

Hydro
R

ETUDE HYDROLOGIQUE

TRAVAUX D'ETUDES ET DE RECHERCHES DU LABORATOIRE D'HYDROLOGIE

AVANT-PROPOS

C'est avec un immense plaisir que j'ai été accueilli au laboratoire d'Hydrologie du département de Géographie où une monographie sur le Nieri-Ko m'a été proposée. Je ne saurais remercier Monsieur Mamadou SALL maître de conférences et Monsieur Amadou Abdoul SOW assistant qui ont eu confiance en moi pour me proposer un travail si délicat. Ils ont toujours été présents à mes côtés pour m'encourager dans cette étude.

Je ne pourrais passer sans dire ma profonde reconnaissance à tous ceux qui m'ont initié aux sciences géographiques et historiques notamment Messieurs Cheikh BA maître de conférences, S. DIOP maître-assistant T. DIAW, P. NDIAYE, A. P. NDIAYE et Monsieur CISS.

Le manque de documentation sur le cours d'eau proprement dit m'a encore plus motivé dans ce travail de recherche. Mais cette difficulté a été surmontée grâce au personnel de la direction des Etudes Hydrauliques. Pour toutes ces personnes et notamment Monsieur Momar DIOP, nous leur disons notre profonde gratitude.

Nous n'oublierons pas le personnel de l'ORSTOM et son Directeur Monsieur DALMAYRAC qui ont bien voulu nous aider dans cette recherche.

Nous penserons toujours à l'assistance que nous ont apportée le personnel du service hydraulique de TAMBACOUNDA notamment sur le travail de terrain. A Messieurs NDIAYE chef du service NDIANOR et Djiby Sokhna nous transmettons nos sincères remerciements.

Aux secrétaires Coumba GUEYE et Aminata NDIAYE et à toute leur famille nous transmettons également notre profonde gratitude.

Enfin, nous ne finirons pas de remercier la famille GASSAMA, Mamadou GASSAMA et Madame Marie NDIAYE et tous les enfants et alliés qui n'ont ménagé aucun effort pour permettre la réussite de ce travail.

.../...

I N T R O D U C T I O N

Ce travail d'étude et de recherche a été mené dans le cadre du Laboratoire d'Hydrologie du département de géographie de l'Université de Dakar. Ce laboratoire est d'une création récente avec un vaste programme de travail : eaux et milieux naturels. Ce programme est composé de trois volets :

- Etudes monographiques des bassins-versants du Sénégal : Gambie, Sénégal, Sine Saloum, Casamance.
- Analyse thématique portant sur les crues, étiages et sécheresses hydrologiques.
- Aménagement des milieux naturels dans le sens de l'estimation des bilans ressources-besoins en eau du Sénégal et la mise au point de programme de gestion de l'eau.

Ce programme est mené en collaboration avec divers laboratoires du département de géographie et les services intéressés tels que le Ministère de l'Hydraulique et le Centre O.R.S.T.O.M.

C'est donc dans ce cadre que s'inscrit l'étude monographique du NIERI-KO. Cette monographie a été menée en deux parties :

- la première partie rend compte des facteurs de l'écoulement tels que le relief et les données morphométriques, la lithologie, la végétation et le climat ;
- la seconde partie est l'analyse des modalités de l'écoulement tels que le bilan hydrologique, le régime hydrologique, les extrêmes hydrologiques que sont les maxima, les minima, les crues et les étiages.

PREMIERE PARTIE

LES FACTEURS DE L'ECOULEMENT DANS LE BASSIN DU NIERO-KO

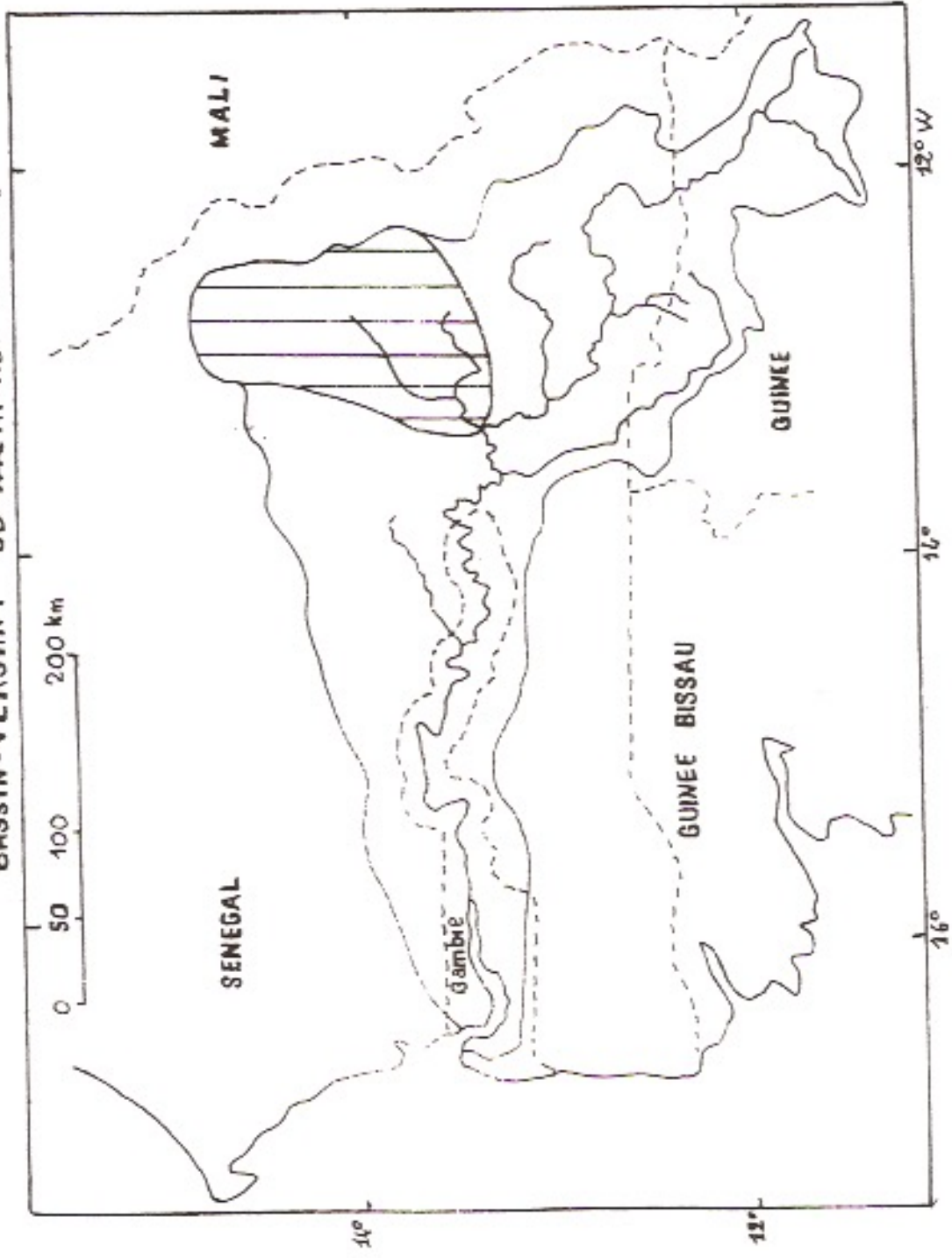
Le Niéro-Ko a le bassin-versant le plus étendu des affluents du Fleuve Gambie avec une superficie de 11.900 Km². Avec un périmètre de 517 Km, il est limité par plusieurs cours d'eau. Au Nord sa limite est constituée par la ligne de démarcation avec le bassin de la Falémé. Au Sud-Est, il est limité par le bassin du Niokolo-Koba et au Sud-Ouest par celui de la Gambie. Enfin, à l'Ouest il est en contact ~~avec~~ les bassins du Niaoulé et du Sandougou (carte n° 1).

le latéral conduit pas si facile ut hori.

Avant d'aborder les caractéristiques physiques du bassin-versant tels que le relief, la lithologie, la végétation et le climat qui expliquent par leur interférence les modalités de l'écoulement, nous allons tout d'abord rendre compte du réseau hydrographique et des données d'études.

CARTE DE SITUATION I

BASSIN-VERSANT DU NIERI-KO de la figure 1



Tirée de H.M. LO 1984 Carte simplifiée A.GNING 1986

CHAPITRE I : LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET LES DONNEES D'ETUDES

L'étude du réseau hydrographique appelle à l'observation du tracé du cours d'eau, à la hiérarchisation du réseau et à la description du profil de la vallée.

A - LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE

Il est constitué à l'amont du bassin-versant par des cours d'eau temporaires dont trois principaux affluents de rive gauche : le Tchangoi Louguérédiéna, le Tchangoi Lolo et le Goundoré. C'est à partir de la confluence avec le Goundoré que le cours d'eau devient permanent et prend le nom de Niéri-Ko. Sa direction est de Nord-Sud. (Carte II p. 6).

Après avoir reçu le Kambaya à sa gauche le Niéri-Ko change légèrement de direction pour suivre un cours orienté du Nord-Est vers le Sud-Ouest. Il reprend ensuite sa direction initiale pour recevoir le Balamboulou et le Sanone toujours à sa gauche. Il décrit ensuite une boucle pour continuer son trajet vers l'aval avec de nouveau une direction Nord-Sud.

Tous les affluents du Niéri-Ko ici évoqués coulent d'Est en Ouest. Cette direction est due à la topographie qui décline d'Est en Ouest. (Voir figure 1). Ainsi la majorité des affluents sont de rive gauche. A sa droite le Niéri-Ko reçoit seulement quelques affluents de moindre importance.

La hiérarchisation du réseau hydrographique a été difficile à réaliser à cause de la grandeur de l'échelle des cartes dont nous disposons, et de la pérennité incertaine de quelques cours d'eau. C'est le cas du Niéri-Ko en amont de Gombeyel qui est considéré comme permanent sur les cartes et qui ne l'est plus en réalité car aucun écoulement n'a été enregistré en saison non pluvieuse depuis l'ouverture de la station en 1977 en raison de la péjoration pluviométrique.

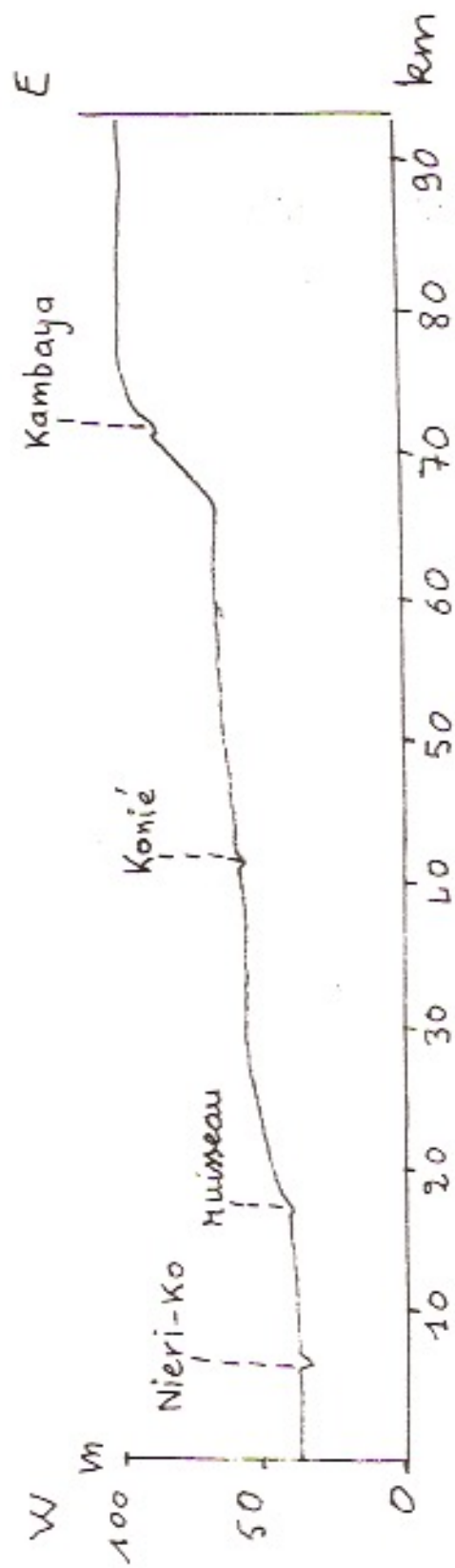
Le profil en travers se présente sous forme de vallée en V. L'étalement des eaux dans le lit du cours d'eau n'est pas important. Le profil tend ainsi à accélérer le courant, donc la propagation et l'évolution des crues.

Enfin le réseau hydrographique présente un tracé en arête de poisson. Les différents apports des affluents arrivent décalés dans le temps.

.../...

Fig. 1

COUPE TOPOGRAPHIQUE EST-OUEST
DU BASSIN-VERSANT DU NIERI-KO



Le tableau suivant présente les différentes périodes de crue aux deux stations hydrométriques du bassin montrant ainsi le décalage dans le temps.

70

Dates de crue aux deux stations

Tableau n° 1

ANNEES	GOUMBEYEL	PONT-ROUTIER
1977	27-07-1977	22-09-1977
1978	25-07-1978	26-09-1978
1979	19-06-1979	30-08-1979
1980	25-08-1980	1-09-1980
1981	9-08-1981	22-09-1981
1982	14-08-1982	4-09-1982

B - LES DONNEES D'ETUDES

Nous avons sélectionné 19 stations pluviométriques pour mener notre étude. Seulement deux stations ont été choisies dans notre bassin, Dialacoto et Goudiri. Les autres stations comme Goumbeyel, Dianké Makan qui se situent dans le bassin, sont d'installation récente. Elle ne nous permettent pas d'avoir une bonne moyenne des précipitations parce que n'incluant presque que des années de sécheresse. En plus la plupart de ces petites stations a été fermée au bout de 5 à 6 ans de fonctionnement.

Parmi les stations seulement deux sont des stations synoptiques, Tambacounda et Kédougou, le reste étant des stations pluviométriques.

C'est avec ces 19 stations que nous avons procédé au test d'homogénéité car le relevé des données pluviométriques n'était pas toujours bien fait, d'où leur qualité incertaine.

En ce qui concerne les stations hydrométriques deux stations seulement sont présentées dans le bassin du Niéri-Ko : les stations de Gombeyel et du Pont-routier.

La station de Gombeyel a démarré à partir de Mai 1977. Elle contrôle 6.800 km^2 soit 57 % du bassin. Elle est située à la longitude $13^\circ 10'W$ et à la latitude $13^\circ 41'$ Nord. Elle est équipée de six éléments d'échelle limnimétrique ; l'altitude du zéro de l'échelle est à 8,18 m IGN. Six jaugeages ont été faits entre 1979 et 1982. (8-8-8-8-8-8)

La station du Pont-routier est la plus ancienne. Elle a démarré le 15 Juin 1970. Ses relevés ne sont continus qu'à partir de 1974. Elle est située à deux kilomètres à l'amont de la confluence à la longitude $13^\circ 22'W$ et à la latitude $13^\circ 22'$ N. Elle est équipée d'une échelle limnimétrique et d'un limnigraphe enregistreur. L'altitude du zéro de l'échelle est à 6,35 m IGN. 34 jaugeages ont été réalisés entre 1969 et 1978.)

A partir de 1978, les jaugeages ont été arrêtés. La raison est que le Pont-routier est une "station influencée par le remous du fleuve (dont les eaux en saison des pluies pénètrent le lit du Niéri-Ko.

Les relevés de hauteurs d'eau, qui ne sont pas représentatifs du Niéri-Ko, ne présentent aucun intérêt pratique", (Hamprey Howard, 1974).

C'est avec ces deux stations hydrométriques que nous tenterons d'étudier le fonctionnement hydrologique du bassin du Niéri-Ko.

Mais pour mieux comprendre ces modalités, nous commencerons d'abord par analyser les facteurs physiques qui régissent l'écoulement du Niéri-Ko.

CHAPITRE II : LE RELIEF ET LES DONNEES MORPHOMETRIQUES

Ils déterminent à travers le bassin-versant les conditions de ruissellement de l'eau précipitée.

A - LE RELIEF DANS LE BASSIN

Le bassin-versant du Niéri-Ko est en totalité inscrit dans un paysage de plateau s'étendant depuis la limite orientale du bassin sédimentaire jusqu'en Basse-Casamance, et de glacis cuirassés sur les formations anciennes du Paléozoïque.

1 - LE PLATEAU GRESEUX DU CONTINENTAL TERMINAL

C'est une unité géomorphologique provenant de la surface de remblaiement du sommet du Continental terminal abaissée par érosion. Le plateau a été découpé par le réseau hydrographique durant le quaternaire. Il domine généralement les axes alluviaux par une corniche. Ces vallées ont une forme en V avec des dépôts d'alluvions à l'aval du Niéri-Ko.

Au sommet de ces plateaux se sont formées des cuirasses à la fin du Tertiaire et au cours des périodes humides du Quaternaire. Au Nord-Est du bassin-versant le plateau est limité par une *cuesta* de grès dominant une plaine.

Ce relief est marqué par la faiblesse des altitudes qui ne dépassent pas 125 m.

2 - LES GLACIS CUIRASSES

Ils sont localisés au niveau des formations de Paléozoïque, dans la partie Sud-Est du bassin-versant. Ces formations cuirassées ont été fragmentées et incisées par les cours d'eau.

Elles présentent une topographie ondulée ou vallonnée. Les altitudes y sont également faibles.

Ainsi partout le relief est marqué par une faiblesse des pentes et des altitudes. L'indice général de pente à la station du Pont-routier est de 0,43 m/km.

Cette faiblesse de la pente du relief aura pour conséquence un ralentissement de l'écoulement donc une atténuation des débits de crue. *voir page 12*

Cette atténuation sera encore plus marquée si les conditions lithopédologiques du bassin permettent une importante infiltration de l'eau. *>C*

B - LES CARACTERISTIQUES MORPHOMETRIQUES

A partir de la superficie qui fait 11.900 Km² et du périmètre qui est égal à 517 Km, nous avons déduit les différentes caractéristiques physiques du bassin-versant.

Le premier élément de caractérisation est le coefficient de forme ou coefficient de Gravelius obtenu par la formule suivante :

Gravelius

$$C = 0,28 \frac{P}{\sqrt{A}}$$

P = Périmètre du bassin-versant

A = Surface du bassin-versant.

Ce coefficient est égal à 1,33. Il traduit la plus ou moins grande rapidité du bassin à concentrer ses eaux vers l'exutoire. Ce coefficient n'est pas très éloigné du coefficient unitaire qui est égal à 1.

Ce coefficient a été utilisé pour déterminer la longueur du bassin-versant par la formule suivante :

$$L = \frac{C\sqrt{A}}{1,12} \left[1 + \sqrt{1 - \frac{(1,12)^2}{C^2}} \right]$$

La longueur du rectangle équivalent est égale à 199 Km et la largeur 60 Km.

La pente du cours d'eau est très faible. La pente moyenne est de 0,5 %. L'indice général de pente est égal à 0,43 m/Km.

Cette faiblesse de la pente est due aux variations des altitudes qui sont peu importantes. L'altitude maximale est de 115 m, l'altitude minimale 7 m, soit une dénivellée générale de 108 m. ~~est-ce-à-dire~~ ~~est-ce-à-dire~~

La pente du relief est plus importante d'Est en Ouest que du Nord au Sud. (Voir carte II et figure n° 1). C'est ce qui explique la forte densité du réseau hydrographique à gauche du cours d'eau.

La densité de drainage qui est égale à la longueur totale du cours d'eau sur la superficie du bassin-versant est dans l'ensemble assez faible. Elle est égale à 0,04.

xx

xx

xx

CHAPITRE III : LES FACTEURS LITHOLOGIQUES

Les conditions lithologiques du bassin-versant nous amènent à l'étude des conditions physiques telles que la géologie et les zones de perméabilité.

A - LA GEOLOGIE

Le bassin-versant du Niéri-Ko fait partie de l'ensemble géologique du Sénégal. Les deux grandes structures géologiques y apparaissent : le socle et la couverture du Paléozoïque au Sud-Ouest, le bassin sédimentaire occupant le reste de la région (carte n° III).

1 - LE SOCLE ET LES FORMATIONS DU PALEOZOIQUE

Le socle apparaît en "fenêtre" au Sud du bassin-versant. C'est une ancienne chaîne de montagne injectée de granite et qui a été ensuite nivelée. Il est composé de granites syncinématiques formant des bandes allongées d'orientation SSWNNE. Il date du Birrimien.

Enfin ce socle est recouvert par les formations du Paléozoïque représentées ici par la série de Bakel-Mbout. Cette série est composée de roches métamorphiques constituées de quartzites et de schistes.

2 - LE BASSIN SEDIMENTAIRE DU SECONDAIRE ET DU TERTIAIRE

Il intéresse la majeure partie de notre bassin-versant. Il est recouvert par les formations du Continental terminal formées de grès argileux et de sables hétérogènes. Vers l'Est les couches se relèvent et vers l'Ouest elles sont marquées par une subhorizontalité. Ce bassin connaît des mouvements de soulèvement et d'affaissement.

Au Nord-Est apparaissent des calcaires datant du lutétien.

3 - L'EVOLUTION AU QUATERNAIRE

Cette évolution est caractérisée par la formation de cuirasses. Ces cuirasses recouvrent des glacis qui ont été façonnés par le ruissellement diffus. Elles sont très épaisses sur les roches basiques et les schistes contrairement sur les roches acides comme les granites.

Durant le quaternaire récent l'assèchement progressif du climat a provoqué un creusement linéaire. C'est alors que des galets provenant des terrasses anciennes se sont déposés le long de la moyenne GAMBIE et de ses affluents formant ainsi une nouvelle nappe alluviale.

Ces différentes structures géologiques ainsi définies expliquent d'une manière générale la pédologie au niveau du bassin-versant ainsi que les zones de perméabilité.

B - LES ZONES DE PERMEABILITE DU BASSIN

L'échelle de perméabilité mise au point par l'ORSTOM permet de distinguer les zones de perméabilité. Cette échelle se présente comme suit :

Pour les roches sédimentaires, il existe cinq groupes :

- P1 : Il comporte les sables et grès constituant les roches à perméabilité d'interstice.
- P2 : Ce sont les mêmes groupes de roches que P1, mais les nappes y sont moins profondes.
- P3 : C'est un mélange de roches perméables et de roches imperméables tels que les grès argileux, les calcaires argileux.
- P4 : Ce groupe représente les roches à circulation de fissures.
- P5 : Il est représenté par les roches imperméables telles que les marnes et les argiles.

En ce qui concerne les roches métamorphiques, il n'existe qu'un seul groupe.

- P6 : Composé de roches cristallines et cristallophylliennes capables de renfermer des nappes.
- Enfin le groupe de roches éruptives est représenté par P7, roche recristallisée et totalement imperméable.

Deux classes d'alluvions sont distinguées :

- S1 : Sables et graviers très perméables
- S2 : Alluvions où domine l'argile.

Après avoir utilisé cette échelle nous avons pu recenser 4 grandes formations : P2, P4, P6 et P7 (voir carte n° III). Ce sont ces formations qui déterminent l'importance des nappes dans le bassin.

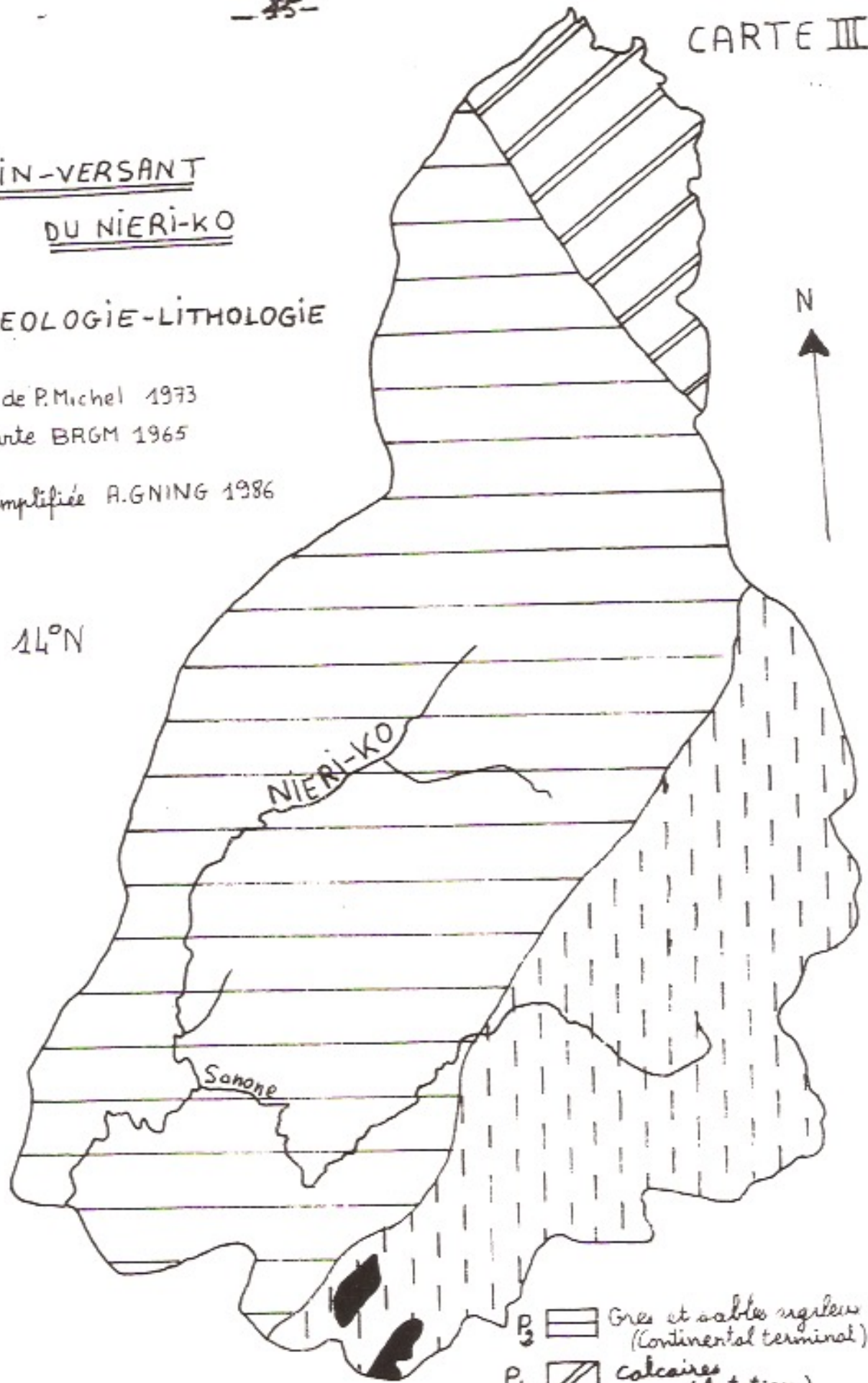
BASSIN-VERSANT
DU NIERI-KO



GEOLOGIE-LITHOLOGIE



Tirée de P.Michel 1973
et carte BRGM 1965

Carte simplifiée A.GNING 1986

14°N
13°30'W



P₃  Grès et sables argileux
(Continental terminal)
P₄  Calcaires
(lutétien)

P₇  Schistes et quartzites (Paléozoïque)
P₆  Granites (Birrimien)

0 25 km

Les zones à perméabilité favorables se situent dans le bassin sédimentaire. Les nappes souterraines y sont assez importantes. Mais seules les nappes phréatiques y sont présentes.

T₁ - S - S₂ - S₃ - S₄ - S₅ - S₆ - S₇ - S₈ - S₉ - S₁₀ - S₁₁ - S₁₂ - S₁₃ - S₁₄ - S₁₅ - S₁₆ - S₁₇ - S₁₈ - S₁₉ - S₂₀ - S₂₁ - S₂₂ - S₂₃ - S₂₄ - S₂₅ - S₂₆ - S₂₇ - S₂₈ - S₂₉ - S₃₀ - S₃₁ - S₃₂ - S₃₃ - S₃₄ - S₃₅ - S₃₆ - S₃₇ - S₃₈ - S₃₉ - S₄₀ - S₄₁ - S₄₂ - S₄₃ - S₄₄ - S₄₅ - S₄₆ - S₄₇ - S₄₈ - S₄₉ - S₅₀ - S₅₁ - S₅₂ - S₅₃ - S₅₄ - S₅₅ - S₅₆ - S₅₇ - S₅₈ - S₅₉ - S₆₀ - S₆₁ - S₆₂ - S₆₃ - S₆₄ - S₆₅ - S₆₆ - S₆₇ - S₆₈ - S₆₉ - S₇₀ - S₇₁ - S₇₂ - S₇₃ - S₇₄ - S₇₅ - S₇₆ - S₇₇ - S₇₈ - S₇₉ - S₈₀ - S₈₁ - S₈₂ - S₈₃ - S₈₄ - S₈₅ - S₈₆ - S₈₇ - S₈₈ - S₈₉ - S₉₀ - S₉₁ - S₉₂ - S₉₃ - S₉₄ - S₉₅ - S₉₆ - S₉₇ - S₉₈ - S₉₉ - S₁₀₀

Au niveau du socle et des formations du Paléozoïque, les nappes sont limitées. Elles se rencontrent dans les fissures des roches ou dans les zones superficielles altérées. C'est ainsi que même sur les cuirasses ferrugineuses l'eau peut être contenue dans les niveaux vacuolaires ou dans les fissures.

Ainsi le bassin-versant du Nieri-Ko présente des caractéristiques lithologiques peu favorables à la formation de nappes souterraines. C'est ce qui explique la faiblesse ou même l'absence de débit durant la saison non pluvieuse.

Si les facteurs lithologiques conditionnent la présence ou l'absence de nappes souterraines dans le bassin, le tapis végétal, par la formation des sols, contribue également à la rétention de l'eau précipitée atténuant ainsi la gravité des débits.

CHAPITRE IV : LES SOLS ET LA VEGETATION

Ce sont deux types de facteurs intimement liés expliquant également les conditions de l'écoulement dans le bassin.

A - LES SOLS

Cinq grands types de sols ont été recensés : les sols minéraux bruts, les sols peu évolués, les sols ferrugineux tropicaux lessivés, les sols hydromorphes minéraux et les sols bruns eutrophes.

1 - LES SOLS MINÉRAUX BRUTS

Ce sont des sols non évolués, sols minéraux bruts d'érosion représentés par les affleurements de cuirasse. Leur profil est de type (A) C.

2 - LES SOLS PEU ÉVOLUÉS

Ils connaissent une évolution plus marquée. Leur profil est de type AC. La matière organique y est plus importante. Ils sont composés de sols d'érosion et de sols d'apport. Ils sont constitués de gravillons et se rencontrent au pied des escarpements rocheux.

3 - LES SOLS FERRUGINEUX TROPICAUX LESSIVÉS

Ils sont caractérisés par des concrétions et des tâches de pseudogley. Ils se développent sur des matériaux sablo-argileux à argilo-sableux. Leur épaisseur varie en général de 1,50 à 2,50 m. Ils sont riches en matière organique. La perte d'éléments chimiques qui a pour cause le lessivage est très important.

4 - LES SOLS HYDROMORPHES MINÉRAUX

Ils sont influencés par la présence temporaire ou permanente de l'eau. Leur horizon est caractérisé par la répartition en tâche de leurs éléments. Ce sont des "sols peu évolués développés sur terrasses fluviales ou pas-glacis et influencés par les fluctuations de la nappe alluviale" (Charreau, Fauck 1965). Ils se développent sur des matériaux argileux à argilo-sableux.

5 - LES SOLS BRUNS EUTROPHES

Leurs horizons sont faiblement individualisés et leur profil de faible épaisseur. En outre ils sont riches en matière organique et sont saturés en bases. Leur couleur est brune foncée. Ils se développent sur des roches basiques.

B - LES FORMATIONS VEGETALES

Elles se caractérisent par deux types :

- une formation zonale : la savane soudanienne
- une formation azonale : forêt ripicole et végétation herbacée sur les bowé.

1 - LA SAVANE SOUDANIENNE

Elle est composée de trois strates : la strate herbacée, la strate arbustive et celle arborée.

La strate herbacée est constituée de graminées à deux étages : les hautes herbes de 2,50 m avec *Andropogon* dominant, les basses herbes dont les tailles sont inférieures à 0,80 m.

La strate arbustive est composée d'espèces où domine le "rat" (*Combretum glutinosum*). Le bambou peuple les versants des collines et des plateaux.

La strate arborée est plus diversifiée en espèces. On y rencontre *Gardiena erubescens*, *sterculia setigera* "Mbep", *Lonchocarpus lasciflorus*. Les grands arbres sont constitués par le "néré" (*Parkia biglobosa*), le kapokier (*Bombax costatum*), le "vèn" (*Pterocarpus erinaceus*), le tamarinier (*Tamarindus indica*) etc... Le baobab (*Adansonia digitata*) et le formager (*Ceiba pentandra*) y sont souvent présents.

A mesure que l'on avance vers le Nord la strate arborée diminue de densité.

2 - LES FORMATIONS AZONALES

Elles se rencontrent dans les vallées alluviales et sur les bowé. Les vallées alluviales sont peuplées d'espèces guinéennes et soudanienne formant les forêts ripicoles. Les espèces caractéristiques sont les raphias (*Raphia sudanica*), les palmiers à huile (*Elaeis guineensis*), les roniers (*Borassus flabellifer*).

Sur les bords, la strate herbacée est plus importante. Les espèces caractéristiques sont *Lepturella aristata*, *Danthoniopsis tuberculata* etc...

Ainsi cette couverture végétale non négligeable a une importance considérable sur les débits du cours d'eau. Durant la saison sèche, le tapis herbacé se dessèche et les arbres perdent leurs feuilles permettant ainsi une évaporation importante des réserves souterraines. En saison pluvieuse les couvertures herbives et foliaires se réforment. L'évaporation devient moins importante à cause de la diminution de la chaleur dans le sous-bois. Mais l'absorption et la transpiration des plantes deviennent plus élevées créant ainsi un déficit de l'écoulement.

et aussi l'absorption des pluies par le sol

Enfin la végétation permet la fixation des sols et réduit ainsi le ruissellement interne créant alors des crues assez faibles.

En dehors de ces facteurs déjà analysés, le climat constitue l'élément sinon le plus important du moins essentiel pour comprendre le comportement du cours d'eau durant l'année.

CHAPITRE V : LE CLIMAT DU BASSIN

Le climat du bassin du Nieri-Ko s'inscrit dans le cadre général de la dynamique du climat de l'Afrique de l'Ouest. Cette dynamique du climat résulte de l'interférence des facteurs géographiques et des facteurs météorologiques. Elles peut être analysée par les ^{éléments} termes tels que la température, l'humidité relative, l'évaporation, l'évapotranspiration et les précipitations.

A - LES FACTEURS DU CLIMAT

Ils s'expriment ainsi par les facteurs géographiques et les facteurs aérologiques.

1 - LES FACTEURS GEOGRAPHIQUES

La longitude, la latitude et l'altitude constituent ces facteurs géographiques.

La longitude traduit la notion de continentalité de notre bassin-versant. En effet, éloigné de plus de 400 km du Nieri-Ko, la mer n'a plus d'influence notable dans cette région. Seul le continent joue un rôle considérable en se comportant comme un "exaspérateur thermique".

La situation en latitude favorise l'alternance des masses d'air issus de l'anticyclone saharien et celui de Sainte-Hélène. Par les différents caractères de ces vents, la latitude régle les types de temps durant l'année.

L'altitude joue un rôle non moins important dans le climat. Son influence est notable sur la température et sur les précipitations. Mais le bassin du Nieri-Ko présentant une dénivelée de 108 m, l'influence de l'altitude n'est pas très perceptible dans ce cadre.

2 - LES FACTEURS AEROLOGIQUES

Ils sont constitués par l'alizé et la mousson. L'alternance des masses d'air est liée à la migration des centres d'action.

De Novembre à Mars la majeure partie de l'Afrique de l'Ouest est intéressée par l'alizé issu de l'anticyclone saharien. La direction dominante de ce flux est de Nord à Est. C'est un vent chaud et sec appelé harmattan.

L'alizé maritime est originaire de l'anticyclone des Açores. Il longe la côte mauritanienne et sénégalaise. Il est frais et humide. Il n'intéresse pas le bassin-versant.

A partir d'Avril la mousson s'installe issue de l'anticyclone de Sainte-Hélène. C'est un vent qui a traversé la mer, qui s'est donc humidifié. Mais plus il pénètre dans le continent plus il s'assèche. Sa direction est de Sud à Sud-Ouest. C'est la mousson qui est à l'origine des précipitations importantes dans la région.

Elle vient de l'est Ke d'origine / l'anticyclone

B - LES MECANISMES DU CLIMAT

C'est la circulation générale et ses variations saisonnières qui sont à l'origine des centres d'action qui déterminent l'alternance des types de temps en Afrique de l'Ouest. (voir fig. 2).

En janvier, c'est-à-dire en hiver de l'hémisphère boréal, les anticyclones centrés sur l'île des Açores et sur le Sahara connaissent leur extension maximale. Les masses d'air froid et sec de la zone des hautes pressions s'étendent au dépens des zones de basses pressions. L'équateur météorologique est décalé vers le Sud. La région est soumise à un vent chaud et sec, appelé harmattan, issue de l'anticyclone du Sahara. La côte ressent l'influence de l'alizé maritime plus humide provenant de l'anticyclone des Açores. Les quelques précipitations, "heug", enregistrées en cette période sont d'origine polaire.

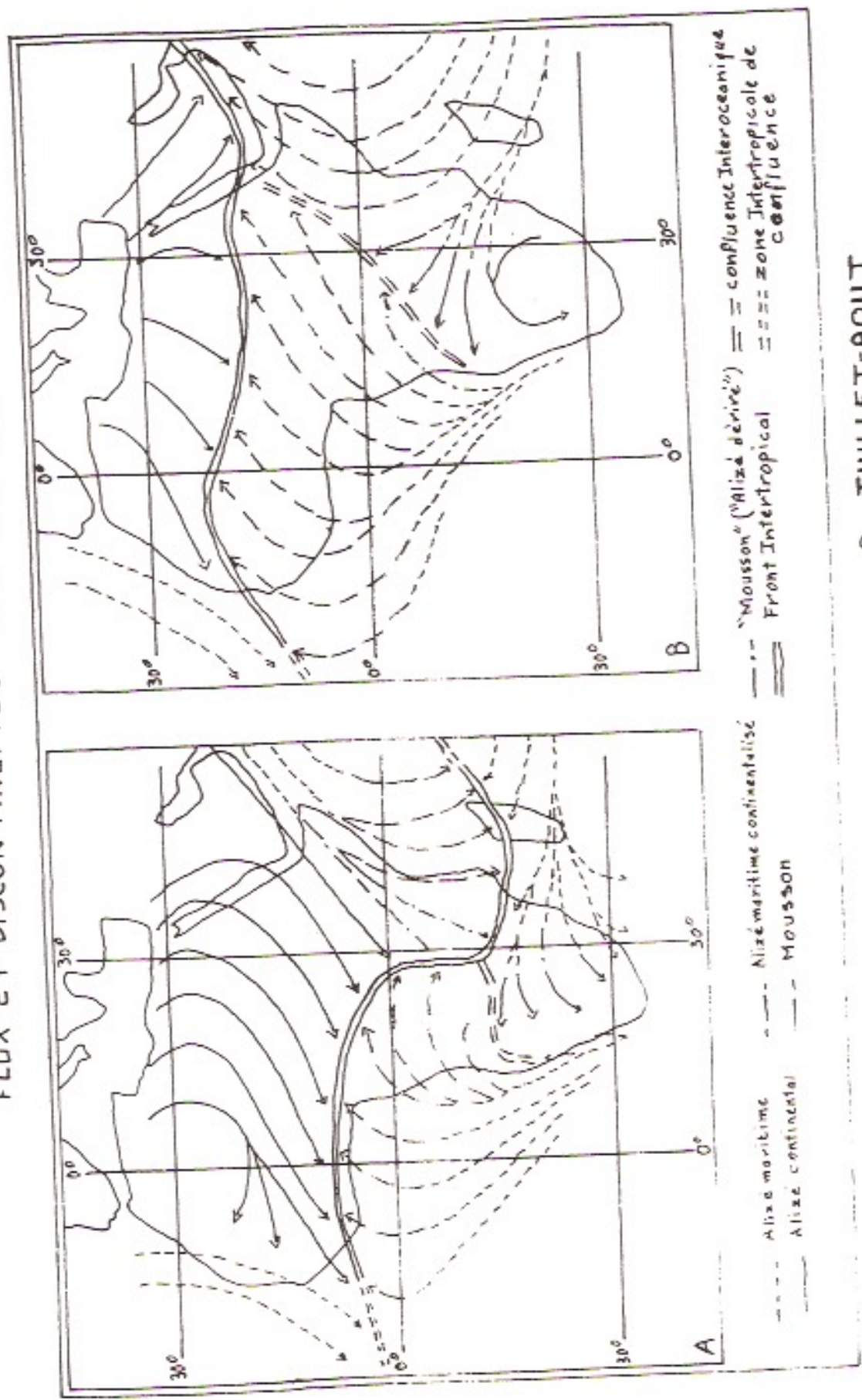
En été, avec la migration du soleil vers le tropique du Cancer, l'hémisphère Nord se réchauffe. L'anticyclone saharien est remplacé par une dépression. L'anticyclone des Açores migre vers le Nord. L'anticyclone de Sainte-Hélène, du fait de l'hiver austral gagne en puissance et repousse le front intertropical jusqu'à 20° de latitude Nord en Août. L'Afrique de l'Ouest est alors soumise au flux de mousson qui détermine les types de précipitations suivant les zones.

Les premières précipitations sont celles de la zone B. Ce sont les "lignes de grains," pluies orageuses et de courte durée. Quant le F.I.T. atteint sa limite Nord, la région reçoit les pluies continues et non orageuses de la zone C.

A partir de Septembre, le F.I.T. migre vers le Sud. Les précipitations diminuent et l'alizé s'installe dans la région.

Fig. 2

FLUX ET DISCONTINUITES SUR L'AFRIQUE



A JANVIER-FEVRIER

B JUILLET-AOUT

D'après MARCEL LEROUX

C - LES AUTRES ELEMENTS DETERMINANTS DE L'ECOULEMENT

A Les principaux paramètres constituant les éléments du climat sont la température, l'humidité relative, l'évaporation et l'évapotranspiration. Les précipitations constitueront la dernière partie de ce chapitre.

Notre étude portera sur les seules stations synoptiques proches de notre bassin c'est-à-dire Tambacounda et Kédougou.

1 - LES TEMPERATURES

La figure n° 3 montre une variation des températures maximales, moyennes et minimales identiques.

Un minimum correspond à l'hiver cosmique. Ainsi l'hiver thermique est identique à l'hiver cosmique. Un minimum secondaire se situe en Été ; cette diminution de la température est due à la nébulosité, à l'humidité de l'air et aux précipitations durant cette période.

Deux saisons chaudes sont également notées : une principale venant avant les pluies et une secondaire en Octobre-Novembre.

L'évolution des températures dénote quatre saisons thermiques : une saison sèche et fraîche (hiver thermique), une saison sèche et chaude, une saison fraîche et humide en hivernage et une saison chaude et humide en fin d'hivernage.

Nous pouvons ainsi dire que le régime thermique est bimodal avec une température moyenne annuelle de 28° à Kédougou et 28°8 à Tambacounda. Les écarts diurnes moyens et les amplitudes thermiques annuelles à Kédougou (13° et 7,2°) et à Tambacounda (13°2 et 7,2°) de même que les températures moyennes annuelles sont caractéristiques du régime thermique soudanien.

2 - L'HUMIDITE RELATIVE

La figure n° 3 présente un seul maximum pour l'humidité relative. Il se situe en Août tandis que le minimum se situe en Mars.

Le contraste hygrométrique est assez élevé : 28 à 81 % pour Tambacounda et 30 à 81 % pour Kédougou.

VALEURS MOYENNES DES TEMPERATURES ET DE L'HUMIDITE RELATIVE 1975-1980

KEDOUGOU

Tab. n°2

Valeur Moyenne	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	Moy.
T _x °C	34,6	36,8	38,7	38,5	39	33,9	31,4	30,9	31,6	33	33,9	33,8	34,7
T _n °C	19,6	19,8	23,2	25	26,1	23	22,2	21,7	21,4	21,6	18,6	16,9	21,7
T _m °C	26,8	28,3	30,9	31,8	32,6	28,5	26,8	26,3	26,5	27,4	26,5	25,4	28
HR %	36,6	32	30,6	36,3	47,3	63,6	80,1	81,8	81,2	76	58,6	45,8	55,8

D°C = 7,2

TAMBACOUNDA

Am°C = 13

Valeur Moyenne	J	F	M	A	M	J	JT	AT	S	O	N	D	Moy
T _x °C	33,6	36,3	38,5	40,2	40,2	34,8	39,3	31,4	32,2	34,7	35,7	34	35,8
T _n °C	18,6	19,4	22,6	25,3	25,8	25,2	23,7	28,8	22,8	22,6	18,8	17,7	22,1
T _m °C	26,6	27,9	30,6	32,7	33	29,9	27,9	27,3	27,5	28,6	27,3	25,8	28,8
HR %	33,3	28	28,3	31,7	40,2	63,1	76,9	80,5	81,3	73,2	52,4	39,3	52,9

D°C = 7,2

Am°C = 13,2

T_x : Moyenne mensuelle des températures maximales

T_n : Moyenne mensuelle des températures minimales

T_m : Températures moyennes mensuelles : $\frac{T_x + T_n}{2}$

2

HR % : Moyenne mensuelle de l'humidité relative

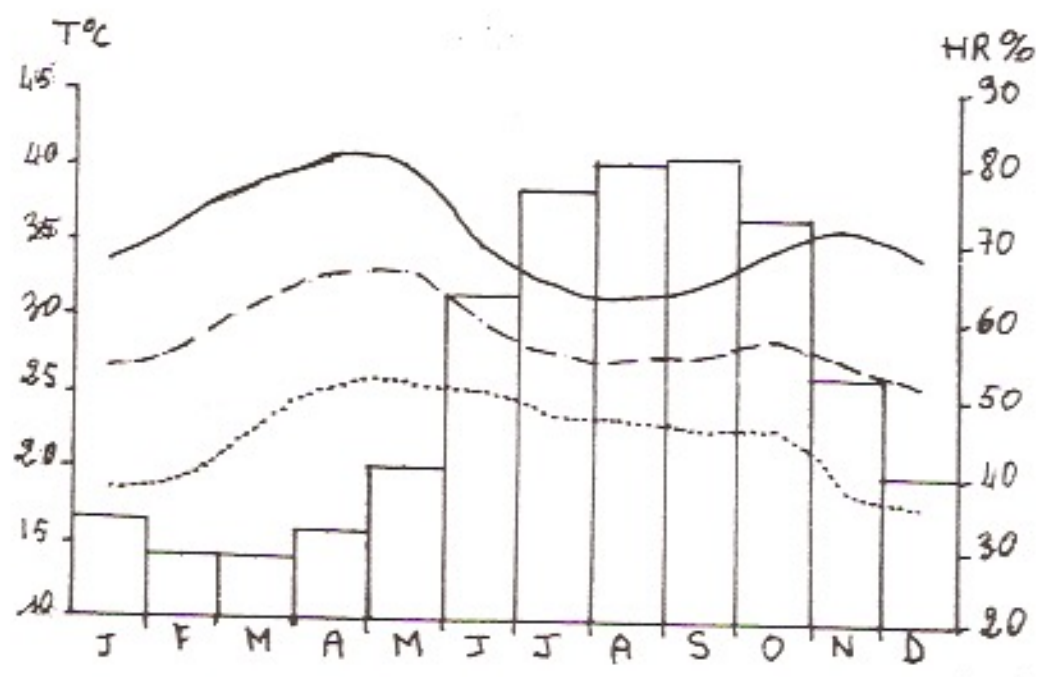
D°C : Amplitude thermique annuelle

Am°C : Ecart diurne moyen.

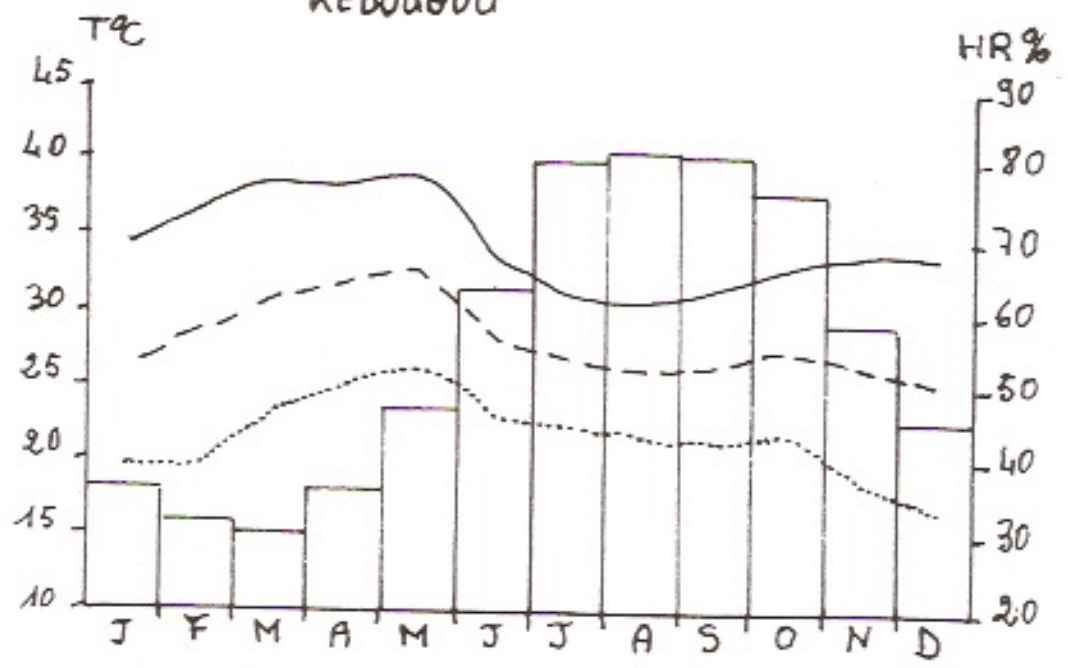
MOYENNES MENSUELLES
TEMPÉRATURES ET HUMIDITÉS RELATIVES
DES STATIONS DE 1975 A 1980

Fig:

TAMBACOUNDA



KEDOUGOU



———— Température maximale
 - - - - - Température moyenne
 Température minimale
 [] Humidité relative moyen

L'humidité relative est plus importante en saison pluvieuse qu'en saison sèche. Durant la période sèche la région est balayée par l'alizé continental qui a une teneur en vapeur assez faible. A partir d'Avril l'humidité augmente car la région est soumise à la mousson chargée de vapeur d'eau. La diminution de l'humidité à partir de Novembre s'explique par le retrait de la mousson.

3 - EVAPORATION REELLE ET EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE

L'évaporation et l'évapotranspiration évoluent dans le sens inverse de l'humidité relative.

Les données que nous avons utilisées pour l'étude et présentées au tableau suivant sont tirées de l'ouvrage de H.M.L.O., 1984.

Ref

EVAPORATION (E.T.) et EVAPOTRANSPIRATION (E.T.P.) EN mm

1970 - 1980

Tableau n° 3

STATIONS		J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
KEDOUGOU	ET	250	272	337	313	254	118	69	52	51	80	146	211	2153
	ETP (P)	117	127	141	171	184	145	128	110	112	111	112	103	1561
	ETP (T)	183	194	222	212	178	143	130	117	128	136	132	147	1922
TAMBA-COUNDA	ET	301	288	363	351	332	204	105	68	57	99	177	260	2605
	ET P (P)	131	131	167	161	184	153	126	119	123	126	111	115	1647
	ETP (T)	181	204	233	231	206	137	123	123	130	135	127	146	1976

P = Penman.

T = Turc.

La figure 4 montre une similitude dans l'évolution de l'évaporation et de l'évapotranspiration potentielle. Un seul maximum apparaît et se situe durant la période sèche, période durant laquelle les températures sont les plus élevées et les stations connaissent le flux d'alizé, vent chaud et sec favorisant ces paramètres climatiques. A partir d'Avril les valeurs diminuent pour atteindre leur minimum en Août-Septembre. Cette période correspond à l'installation de la mousson dans la région augmentant la teneur en vapeur d'eau de l'air.

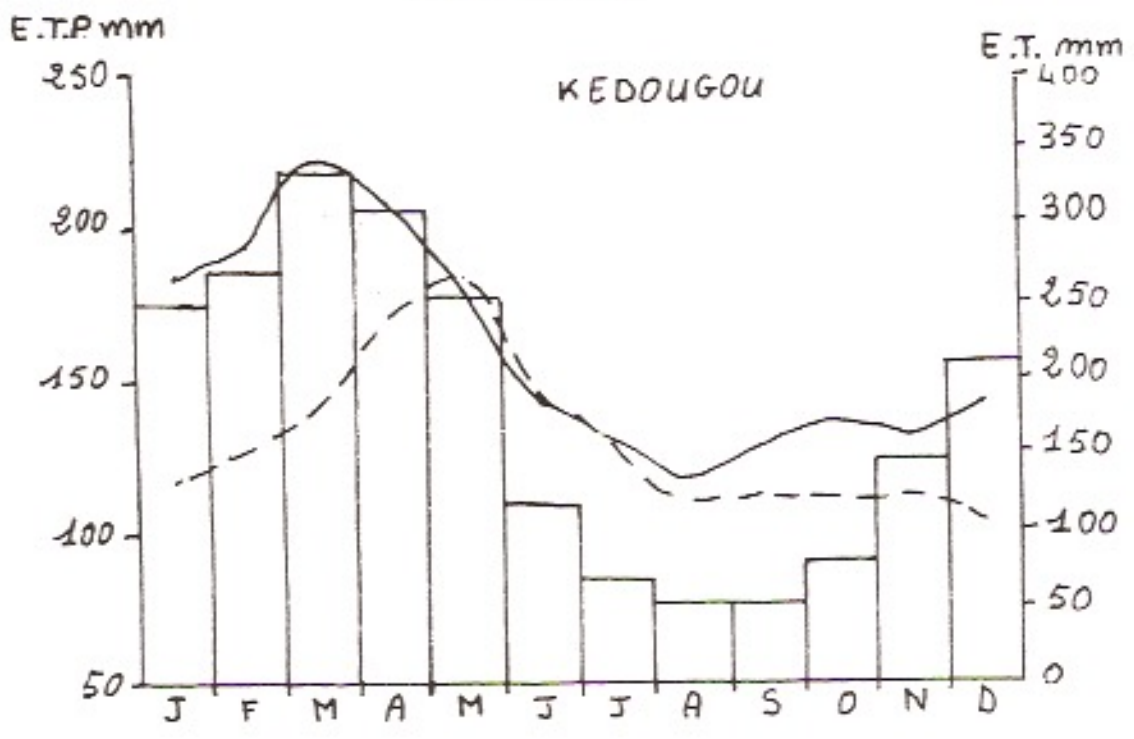
.../...

EVAPORATION REELLE (E.T.)

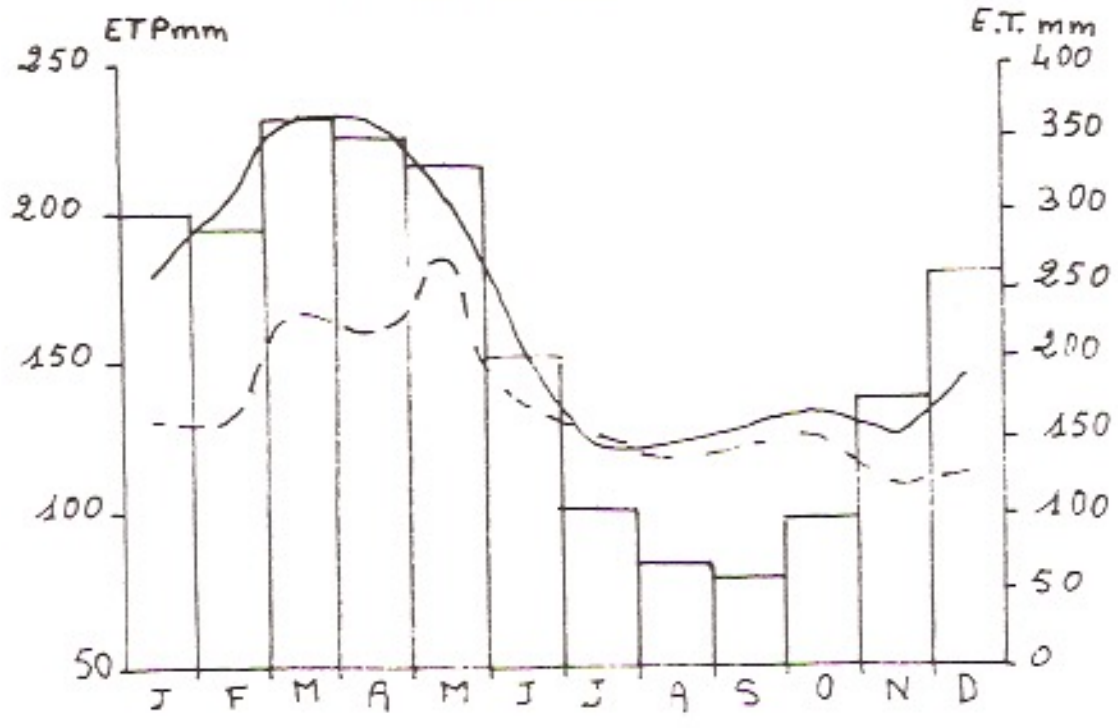
ET EVAPOTRANSPIRATION POTENTIELLE (E.T.P.)

Fig. 4

1970-1981



TAMBACOUNDA



- - - Penman } ETP
 ——— Turc }
 □ Evaporation

D - LE REGIME PLUVIOMETRIQUE ET LA LAME D'EAU RECUE DANS LE BASSIN

Pour mieux pouvoir interpréter les données pluviométriques sur lesquelles doit porter notre analyse nous avons procédé à une critique statistique.

1 - CRITIQUE STATISTIQUE DES DONNEES

La première étape de ce travail fut d'abord la vérification de l'homogénéité des données pluviométriques, ensuite la recherche d'une bonne loi de distribution pour les stations de base, le comblement des lacunes, enfin la recherche des probabilités de pluie, des coefficients d'irrégularité et des coefficients de variation.

a) L'homogénéisation

L'homogénéisation est faite par la méthode des doubles cumuls et concerne toutes les stations. Elle permet de savoir si leurs données sont homogènes. Pour ce faire, nous avons choisi trois stations de base : Tambacounda, Kédougou et Kayes qui ont les séries de données plus complètes et des périodes d'observation plus longues. Le double cumul a été effectué en commençant par les années les plus récentes et en choisissant une même période d'observation.

Sur les graphiques construits, avec en abscisse les données de la station à vérifier, seules deux stations ont présenté des cas d'homogénéisation : Dialacoto et Simenti (fig. n° 5).

Handwritten mark: a large 'X' with a checkmark inside.

Nous avons cherché les coefficients d'homogénéisation. Dans les deux cas, nous avons obtenu des coefficients supérieurs à 0,15. Les données à partir de l'année où la cassure a été observée ont été multipliées par les coefficients.

b) Recherche d'une loi de distribution

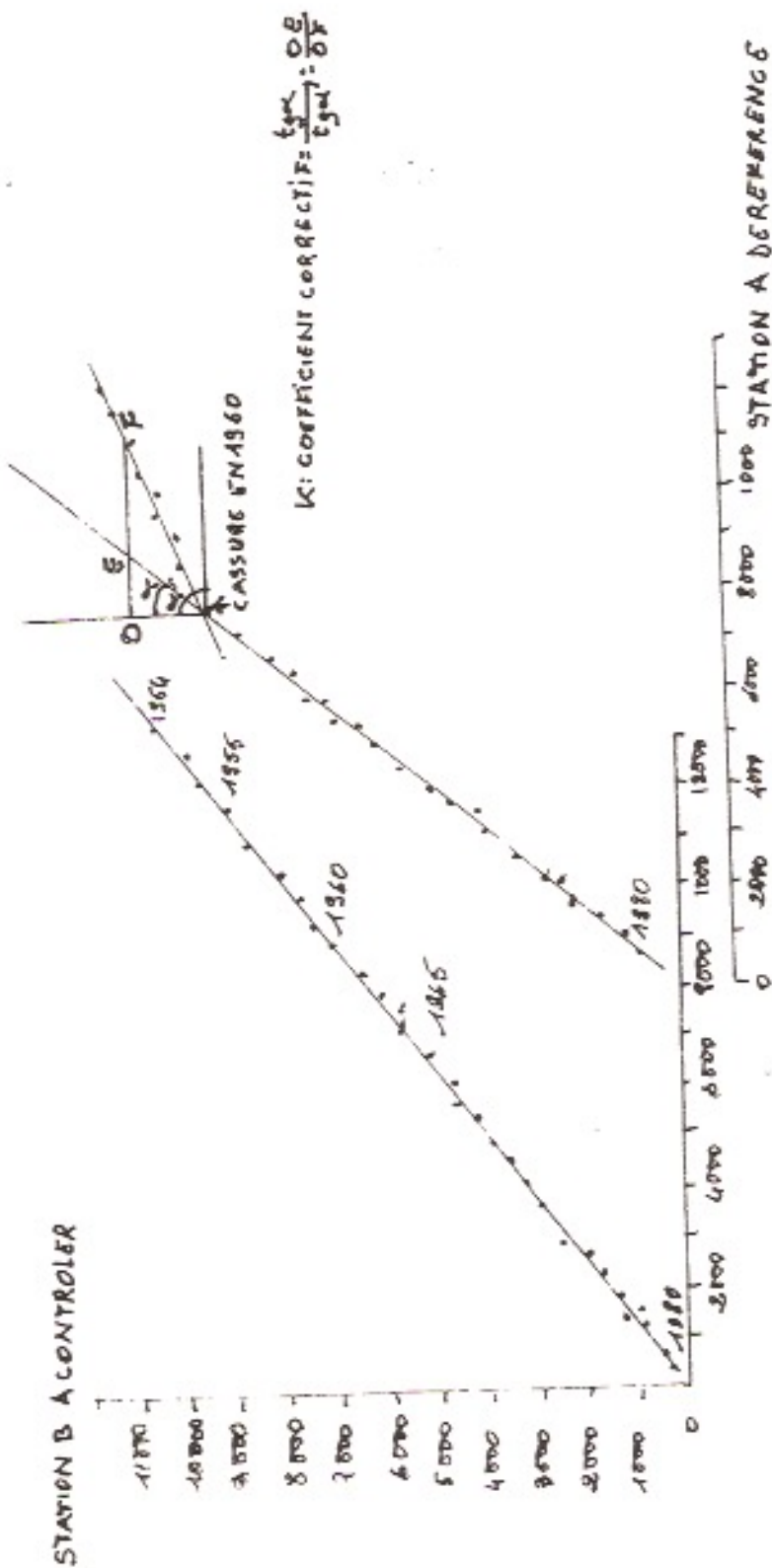
Elle ne concerne ici que les trois stations de base.

Les données pluviométriques de chacune de ces stations ont été d'abord classées par ordre croissant. A chaque valeur a été affecté un ordre.

.../...

METHODE D'HOMOGENEISATION PAR LES DOUBLES CUMULS

Fig. n°5



Traité de A. P. SOUV (1982)

Les fréquences expérimentales affectées aux valeurs ont été obtenues par la formule suivante : $F = \frac{i - 0,5}{N}$

F = Fréquence
N = Nombre des observations
0,5 = Fréquence de la moyenne des valeurs.

i = Ordre de la valeur

Les valeurs naturelles ont été ramenées en valeurs logarithmiques et en valeurs racines. Les moyennes (\bar{X}) et les écarts-types ($\sqrt{n-1}$) ainsi que les fréquences 10 (F 10) et les fréquences 90 (F 90) des valeurs naturelles, celles en log et en racine ont été cherchés.

$$F 10 = \bar{X} - \sqrt{n-1}$$
$$F 90 = \bar{X} + \sqrt{n-1}$$
$$F 50 = \bar{X}$$

A partir du papier gaussien-logarithmique et celui de la loi normale, nous avons pu tracer ~~les anamorphoses en log et en racine~~. Les fréquences 10,50 et 90 nous ont permis de tracer la droite de Henri autour de laquelle fluctuent les points.

Nous avons pu constater en fin de compte que la meilleure loi de distribution était celle en log pour Kédougou et Kayes et celle en racine pour Tamba (fig. n° 6 et n° 7).

c) Comblement des lacunes

Ce travail nous a intéressés sur deux plans :

- le comblement annuel ;
- et le comblement mensuel.

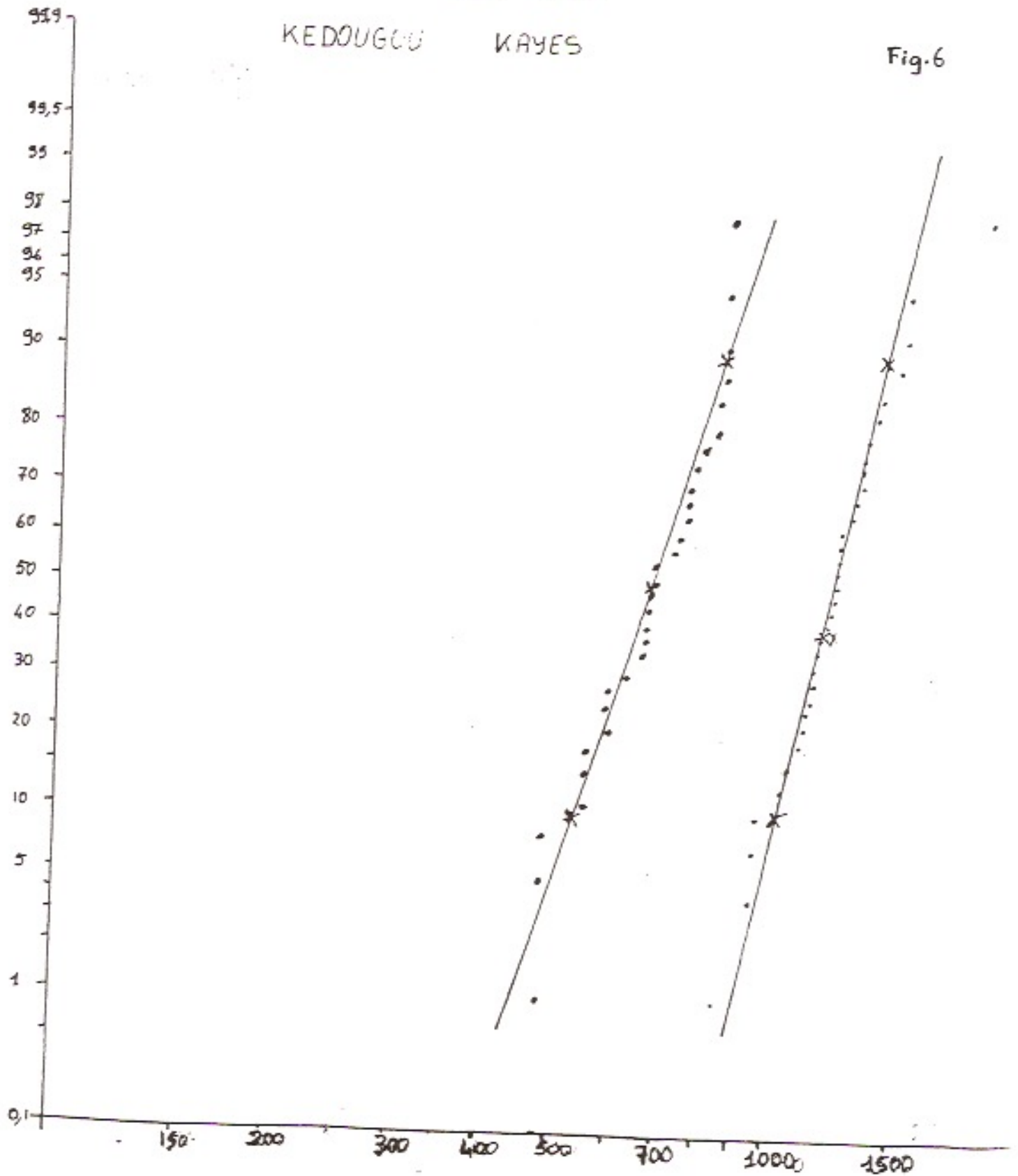
La même méthode nous a permis de faire ce double travail.

Nous avons d'abord établi des tableaux avec une station de base juxtaposée à la station à combler. Seules les mêmes années d'observation ont été considérées. Les données ont été classées de l'année la plus ancienne à l'année la plus récente. La corrélation a été faite à l'ordinateur avec l'utilisation de la méthode de la régression linéaire.

ANAMORPHOSE EN LOG

KEDOUGOU KAYES

Fig.6



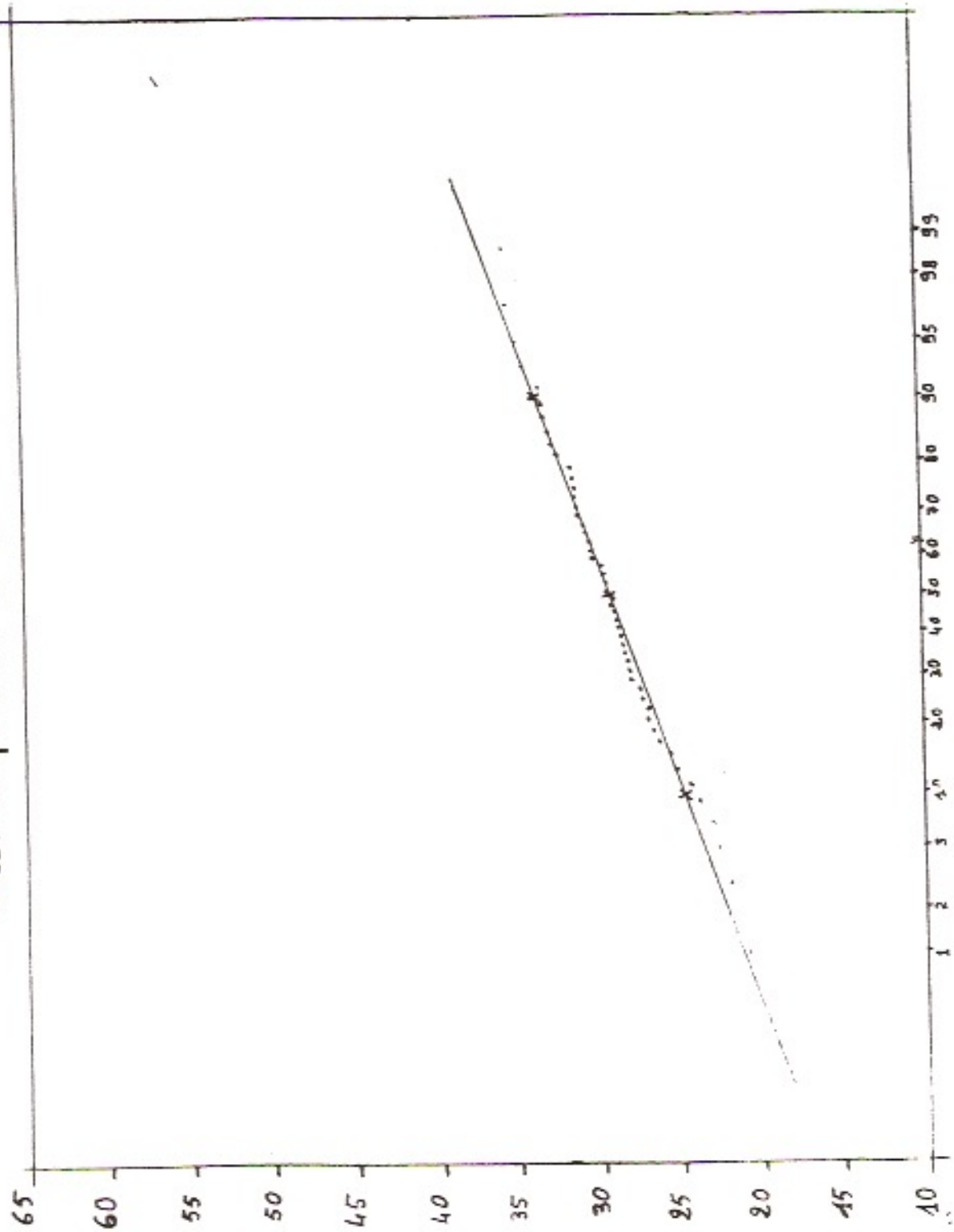
• • • KAYES

• • • KEDOUGOU

TAMBACOUNDA

Anamorphose en racine

Fig. 7



Le coefficient de corrélation a été déterminé par une régression simple sur ordinateur avec un programme établi par le laboratoire de climatologie. Les données lacunaires des stations ont été estimées par rapport aux données de la station de base des mêmes années. Nous avons procédé à des extrapolations pour les stations qui avaient une courte série de données. Nous avons pu combler jusqu'à la moitié des valeurs initiales.

Ce fut le même cas pour les données mensuelles. Mais, nous n'avons pris que les six mois les plus pluvieux de l'année, c'est-à-dire de Mai à Octobre.

Nous avons ensuite cherché le coefficient de comblement des années lacunaires. Pour une année, ce coefficient est égal au rapport de la donnée annuelle estimée sur le total des données mensuelles estimées. Ce coefficient a été multiplié par les données mensuelles. Nous avons obtenu un nouveau total annuel qui a été considéré pour le reste de notre travail.

Pour estimer la fiabilité de ces nouvelles valeurs un intervalle de confiance (I.C.) a été déterminé pour chaque station lacunaire par la formule suivante : $I.C. = Mx \pm 2 \sqrt{V_y} \times \sqrt{1 - R^2}$

I.C. = Intervalle de confiance

Mx = Moyenne des valeurs de la station de base

$\sqrt{V_y}$ = Ecart-type des valeurs de la station lacunaire

R = Coefficient de corrélation.

Toutes les valeurs estimées se sont retrouvées dans ces intervalles de confiance à 95 %.

Dans cette formule l'erreur-type ~~à la~~ ^{de} moyenne est représentée par :
 $= 2 \sqrt{V_y} \times \sqrt{1 - R^2}$

Pour les stations qui n'ont pas subi de corrélation l'intervalle de confiance $I.C. = Mx + 2 \sqrt{V_y}$

Nous avons enfin cherché les intervalles de variation (I.V.) de toutes les stations. Cet intervalle de variation est égal à la différence de la plus grande valeur de la série et de la plus petite valeur.

REGRESSION LINEAIRE

Tambacounda - Vélingara-casa

MX= 28.540193021161

MY= 30.653428026533

COV= 6.11527635573

VX= 12.61050731487

VY= 24.81110022216

A= .4849349992858

EQUATION DE REGRESSION F(X)= .4849349992858 X+ 16.8132895442

R= .34572182534549

INTERPOLATION

POUR X= 28.5 ESTIMATION DE Y= 30.633937023845 → 1960

POUR X= 27.1 ESTIMATION DE Y= 29.955028024845 → 1979

AUREVOIR

REGRESSION LINEAIRE

REGRESSION LINEAIRE

Kédougou - Saraya

MX= 7.1448679472556

MY= 6.9320724111347

COV= .015186920451

VX= .024122908786

VY= .047139929063

A= .62956422816696

EQUATION DE REGRESSION F(X)= .62956422816696 X+ 2.4339191365659

R= .45036063048556

INTERPOLATION

POUR X= 6.86 ESTIMATION DE Y= 6.7527297417912 → 1982

POUR X= 6.78 ESTIMATION DE Y= 6.7023646035379 → 1983

AUREVOIR

MX= 28.497997593883

MY= 26.709004069152

COV= 4.50136489312

VX= 12.28534526025

VY= 6.66243496735

A= .36640117129508

EQUATION DE REGRESSION F(X)= .36640117129508 X+ 16.267304371189

R= .49754692324587

INTERPOLATION

POUR X= 28.5 ESTIMATION DE Y= 26.709737753099 → 1960

AUREVOIR

REGRESSION LINEAIRE

Tambacounda - Bakel

MX= 28.496429522261

MY= 20.380963168481

COV= 1.6247739917

VX= 11.9240927181

VY= 8.39281091326

A= .13625975829873

EQUATION DE REGRESSION F(X)= .13625975829873 X+ 16.498046569401

R= .16241516102198

INTERPOLATION

AUREVOIR

Fig. 8

d) Probabilités de pluie et coefficients de variation

Les probabilités de pluie sont celles qui sont atteintes une fois tous les 5 ans, 20 ans, 50 ans et 100 ans durant la période sèche et la période humide. Elles sont appelées aussi pluies fréquentielles.

Pour la période humide :

$$P.P. = \bar{X} + U.T.$$

Pour la période sèche :

$$P.P. = \bar{X} - U.T.$$

P.P. = Probabilité de pluie

\bar{X} = Moyenne des valeurs de la station considérée

T = Ecart-type des valeurs de la station considérée

U = Variable de Gauss

U varie selon le temps. Si la valeur qui a une durée de retour de 5 ans est recherchée, $U = 0,84$; si c'est pour 10 ans $U = 1,28$, pour 20 ans $U = 1,64$, pour 50 ans $U = 2,05$ et pour 100 ans $U = 2,32$.

Le rapport de la valeur dont la durée de retour est de 10 ans en période humide et celle dont la durée de retour est de 10 ans en période sèche permet d'obtenir le coefficient d'irrégularité (K).

Le rapport de l'écart-type sur la moyenne d'une série nous a permis d'obtenir les coefficients de variation des stations.

Les tableaux donnent les probabilités de pluie et les coefficients de variation des stations.

2 - LE REGIME PLUVIOMETRIQUE ET SA VARIABILITE

L'année pluviométrique se divise en deux périodes : une période sèche et une période humide.



C'est la période où la région est dominée par l'harmattan, vent chaud et sec.

MOYENNES PLUVIOMETRIQUES ET COEFFICIENTS DE VARIATION

1981 - 1984

Tableau n° 4

	MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	années
TAMBA-COUNDA	\bar{X}	0,00	0,11	0,00	0,14	12,1	96	193	224	184	54	0,96	0,06	813
	$\sqrt{n-T}$	0,00	1,04	0,00	1,24	2,46	2,34	2,23	3,54	3,43	3,37	1,44	0,71	3,49
	C.V.	0,00	3,05	0,00	3,35	0,70	0,23	0,16	0,23	0,25	0,45	1,46	2,84	0,12
KEDOUGOU	\bar{X}	0,00	1,08	1,05	1,86	29,1	178	269	303	284	89	2,87	1,06	1242
	$\sqrt{n-T}$	0,00	1,45	0,32	1,37	1,03	0,26	0,22	0,32	0,82	1,06	1,45	0,52	0,17
	C.V.	0,00	6,42	6,40	2,20	0,30	0,05	0,04	0,05	0,05	0,23	1,34	8,66	0,02
DIALACOTO	\bar{X}	0,11	0,82	0,00	0,38	26,5	106	186	240	200	82	1,46	0,23	832
	$\sqrt{n-T}$	0,68	3,88	0,00	1,48	26,4	61	78,3	77	102	78,8	4,19	1,02	219
	C.V.	6,18	4,73	0,00	3,89	0,99	0,57	0,42	0,32	0,51	0,96	0,86	4,43	0,26
GOUDIRI	\bar{X}	0,00	0,93	0,01	0,94	11,8	87,9	180	220	163	49,5	3,76	0,69	720
	$\sqrt{n-T}$	0,00	3,39	0,06	3,66	14,8	45,1	71,4	81,4	65,2	44,6	12,7	1,78	136
	C.V.	0,00	3,64	6	3,89	1,25	0,51	0,39	0,37	0,4	0,9	3,37	2,57	0,18
BAKEL	\bar{X}	0,21	0,79	0,08	0,3	3,79	38,7	103	138	105	30	3,45	0,5	424
	$\sqrt{n-T}$	0,62	2,38	0,41	1,25	6,21	29,4	60,4	60,1	67,6	28,1	10,2	1,55	119
	C.V.	2,95	3	5,12	4,16	1,63	0,75	0,58	0,43	0,64	0,93	2,95	3,11	0,28

b) La variabilité interannuelle

spatiale ³⁹

Le tableau n° 4 montre les variations des totaux pluviométriques annuels aux cinq stations à travers les coefficients de variation. Ces derniers montrent une variation devenant de plus en plus importante du Sud au Nord. De 0,02 à Kédougou le coefficient passe à 0,12 à Tambacounda pour atteindre 0,28 à Bakel.

*In 63-103
for 103-103*

Site by 92

MOYENNES PLUVIOMETRIQUES ET COEFFICIENTS DE VARIATION

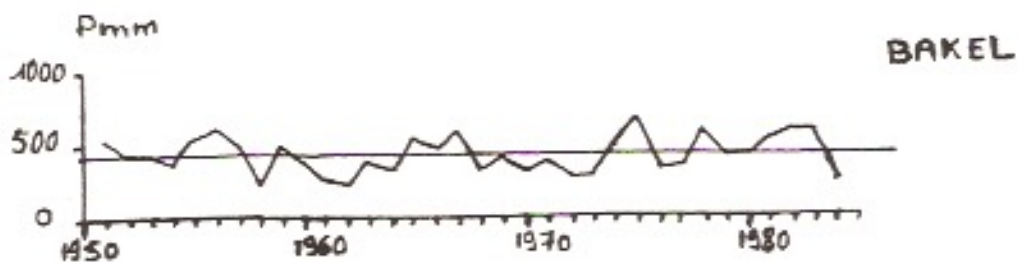
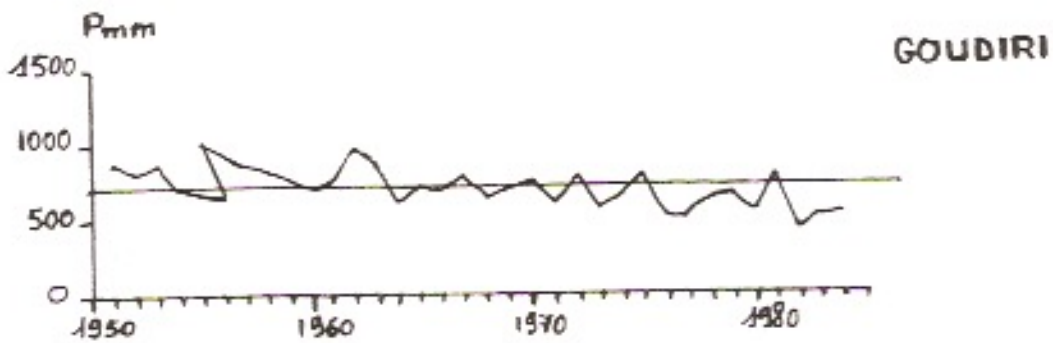
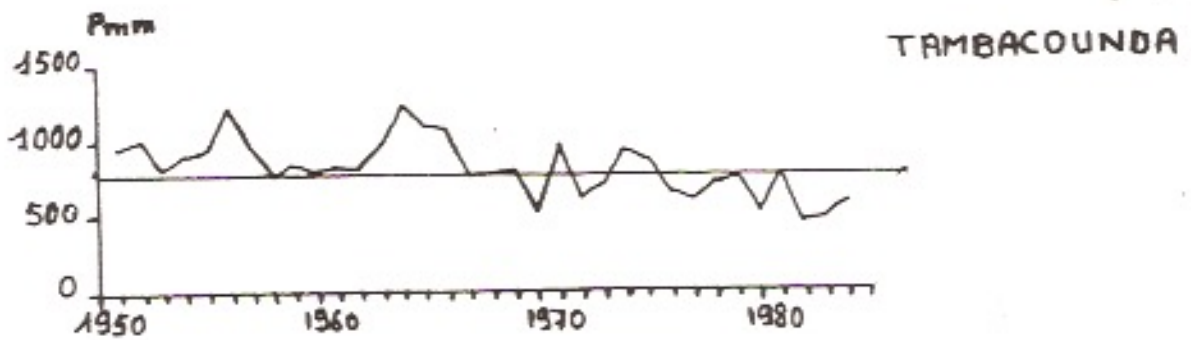
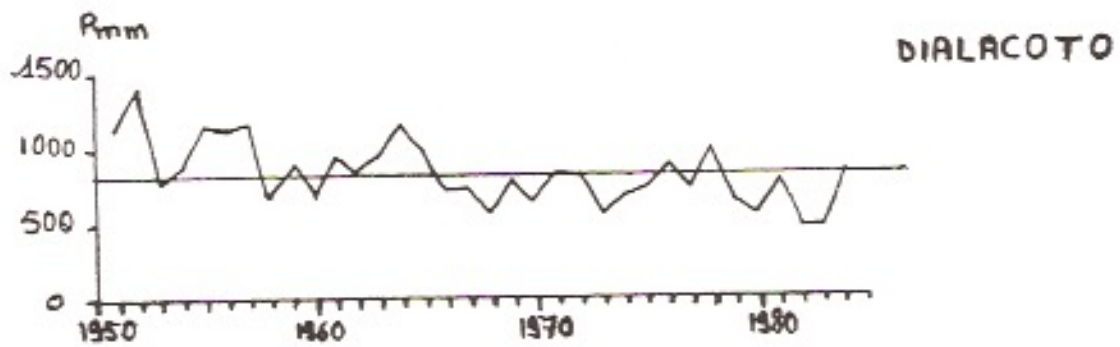
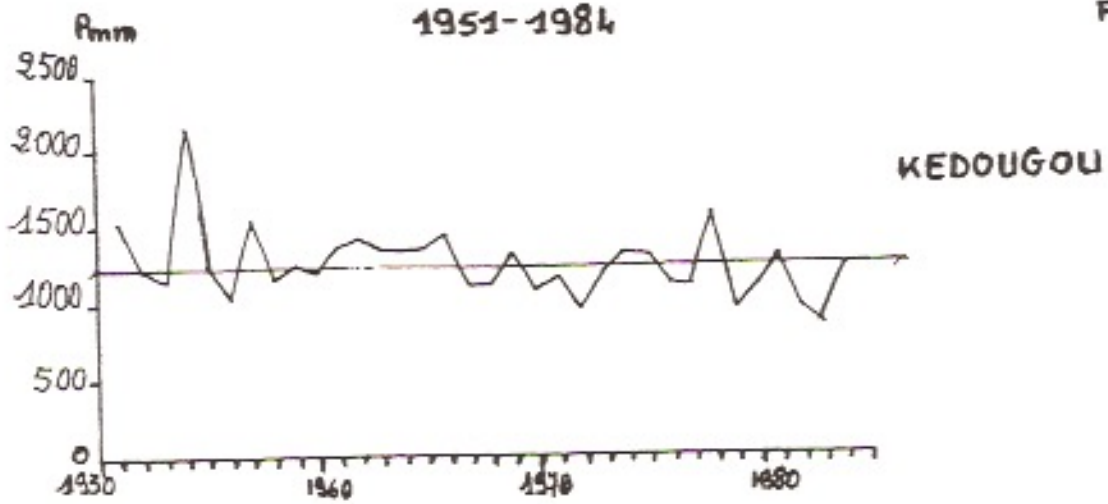
1981 - 1984

Tableau n° 4

	MOIS	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	années
TAMBA-COUNDA	\bar{X}	0,00	0,11	0,00	0,14	12,1	96	193	224	184	54	0,96	0,06	813
	$\sqrt{n-1}$	0,00	1,04	0,00	1,24	2,46	2,34	2,23	3,54	3,43	3,37	1,44	0,71	3,49
	C.V.	0,00	3,05	0,00	3,35	0,70	0,23	0,16	0,23	0,25	0,45	1,46	2,84	0,12
KEDOUGOU	\bar{X}	0,00	1,08	1,05	1,86	29,1	178	269	303	284	89	2,87	1,06	1242
	$\sqrt{n-1}$	0,00	1,45	0,32	1,37	1,03	0,26	0,22	0,32	0,82	1,06	1,45	0,52	0,17
	C.V.	0,00	6,42	6,40	2,20	0,30	0,05	0,04	0,05	0,05	0,23	1,34	8,66	0,02
DIALACOTO	\bar{X}	0,11	0,82	0,00	0,38	26,5	106	186	240	200	82	1,46	0,23	832
	$\sqrt{n-1}$	0,68	3,88	0,00	1,48	26,4	61	78,3	77	102	78,8	4,19	1,02	219
	C.V.	6,18	4,73	0,00	3,89	0,99	0,57	0,42	0,32	0,51	0,96	0,86	4,43	0,26
GOUDIRI	\bar{X}	0,00	0,93	0,01	0,94	11,8	87,9	180	220	163	49,5	3,76	0,69	720
	$\sqrt{n-1}$	0,00	3,39	0,06	3,66	14,8	45,1	71,4	81,4	65,2	44,6	12,7	1,78	136
	C.V.	0,00	3,64	6	3,89	1,25	0,51	0,39	0,37	0,4	0,9	3,37	2,57	0,18
BAKEL	\bar{X}	0,21	0,79	0,08	0,3	3,79	38,7	103	138	105	30	3,45	0,5	424
	$\sqrt{n-1}$	0,62	2,38	0,41	1,25	6,21	29,4	60,4	60,1	67,6	28,1	10,2	1,55	119
	C.V.	2,95	3	5,12	4,16	1,63	0,75	0,58	0,43	0,64	0,93	2,95	3,11	0,28

VARIABILITE INTERANNUELLE DES PLUIES

Fig. 10



Les courbes de variabilité interannuelle (fig. 10) reflètent cette importante variation au niveau des stations. Elles déterminent des séries de "pics" et de "creux" mais la tendance générale dénote une péjoration pluviométrique.

Les intervalles de variation qui représentent la différence entre les extrêmes pluviométriques sont plus importants au Sud qu'au Nord : Kédougou 1312, Dialacoto 953, Goudiri 575, Bakeï 444. Ces importantes valeurs dans le Sud sont dues aux pluies exceptionnelles que peuvent connaître ces stations.

L'étude fréquentielle des pluies nous a permis de déterminer les années sèches, les années humides et la durée de retour de certaines valeurs.

C'est ainsi que la station de Kédougou présente 18 années humides sur 34 dont 12 années entre 1951 et 1966. De 1967 à 1984, 12 années sèches ont été recensées contre seulement 5 années humides. L'année la plus sèche est 1983 qui totalise 848 mm. Cette valeur est atteinte entre 50 et 100 ans. la précipitation la plus élevée, 2160 mm en 1954, constitue une exception car dépassant la centennale humide (1842 mm).

La station de Tambacounda présente 16 années sèches inférieures à la moyenne (913 mm) dont 14 années entre 1966 et 1984. La précipitation annuelle la plus faible est de 457 mm en 1982, proche de celle cinquantennale (456 mm). La précipitation centennale humide n'a pas été atteinte durant cette période. La précipitation annuelle la plus élevée, 1245 mm en 1964, a une durée de retour comprise entre 20 et 50 ans (voir tableau 5).

Les coefficients d'irrégularité qui figurent également sur le tableau n° 5 montrent une irrégularité plus importante des précipitations du Sud vers le Nord.

3 - LA LAME D'EAU REÇUE DANS LE BASSIN

Le bassin-versant du Niéri-Ko se caractérise par une rareté des postes pluviométriques ayant une longue série d'observations. La majeure partie des stations a été ouverte durant la période de sécheresse, dans les années 1970. Beaucoup d'entre elles n'ont pas été correctement contrôlées. Certaines ont été fermées après seulement quelques années de fonctionnement. Les deux postes pluviométriques qui figurent dans notre bassin-versant et qui ont une longue série d'observations ne nous ont pas permis à elles seules de tracer des isohyètes.

PROBABILITÉS DE PLUIE AUX STATIONS

n = le d'altitude

Tab. n° 5

STATIONS	1/100	1/50	1/20	1/10	1/5	\bar{X}	∇	1/5	1/10	1/20	1/50	1/100	K
Velingara Casa	434	498	595	681	785	984	237	1083	1287	1373	1470	1534	1,88
Goudiri	404	441	497	546	606	720	136	834	894	943	999	1036	1,63
Missirah	419	458	517	569	632	753	144	874	937	989	1048	1087	1,64
Simenti	522	562	622	675	740	863	147	986	1051	1104	1164	1204	1,55
Maca Coulibentan	248	312	409	494	598	796	236	994	1098	1183	1280	1344	2,22
Koumpentoun	232	291	380	459	517	738	218	921	1017	1096	1185	1244	2,21
Diakoto	324	383	473	552	648	832	219	1016	1119	1191	1281	1340	2,02
Tambacounda	417	456	519	578	654	$\sqrt{813}$	3,49	989	1088	1172	1272	1340	1,88
Kédougou	837	877	940	999	1077	$\frac{209}{1242}$	0,17	1433	1544	1641	1760	1842	1,54
Bola	300	343	408	465	534	667	158	800	869	926	991	1039	1,86
Diamou	218	258	318	370	434	757	146	880	944	986	1056	1086	1,67
Faléa	698	782	910	1023	1160	1422	312	1484	1821	1934	2062	2146	1,78
Koyes	450	473	509	542	588	$\frac{209}{694}$	0,18	796	861	919	989	1039	1,58
Ambidédi	261	308	380	444	521	669	176	817	894	958	1030	1077	2,01
Gourbassi	501	549	622	687	766	916	179	1066	1145	1210	1283	1331	1,66
Kenieba	673	745	854	950	1068	1292	267	1516	1634	1730	1839	1911	1,72
Bakel	148	180	229	272	324	424	119	457	576	619	668	700	2,11
Kidira	262	296	373	432	504	642	164	780	852	911	978	1022	1,97
Saraya	521	628	716	792	886	1065	213	1244	1338	1414	1502	1559	1,68

Alors nous avons eu recours à la méthode de la régression multiple (cf. A.A. SOW 1984). Cette méthode permet de suppléer au manque de poste dans le bassin. Elle permet en outre de restituer les précipitations en différents points du bassin-versant en tenant compte de la latitude, de la longitude et de l'altitude. Elle a été mise au point en prenant en compte différentes stations pluviométriques des bassins de la Gambie, du Sénégal et du Niger. A chaque domaine climatique a été trouvée une équation de régression de type :

$$Y = B + Ax1 + Cx2 + Dx3$$

Y = pluie moyenne recherchée

B = Constante de la régression

A, C, D : coefficients de régression associés aux variables X1 (latitude), X2 (longitude), X3 (altitude du point).

En ce qui nous concerne, c'est le domaine Nord-Soudanien qui nous intéresse. Nous avons donc utilisé l'équation suivante :

$$3850,45 + (-268,65 \times X1) + (53,72 \times X2) + (0,50 \times X3).$$

Cette équation concerne la période 1951 - 1980.

Pour trouver la lame d'eau précipitée nous avons d'abord procédé au carroyage de notre carte. A chaque centre de carreau a été restituée la pluie moyenne. La moyenne des précipitations restituée sur le bassin est égale à la moyenne des valeurs totales des centres de carreaux.

En fin de compte la lame d'eau reçue par le bassin-versant contrôlé par la station de Goumbeyel est de 812 mm et celle reçue dans tout le bassin-versant du Niéri-Ko est de 880 mm. La carte n° IV présente les isohyètes pour la période 1951-1980 tracées à ^{partir} de cette période.

CONCLUSION

Les différents facteurs physiques ainsi analysés expliquent par leur interférence les modalités de l'écoulement dans le bassin bien que n'étant pas tous favorables.

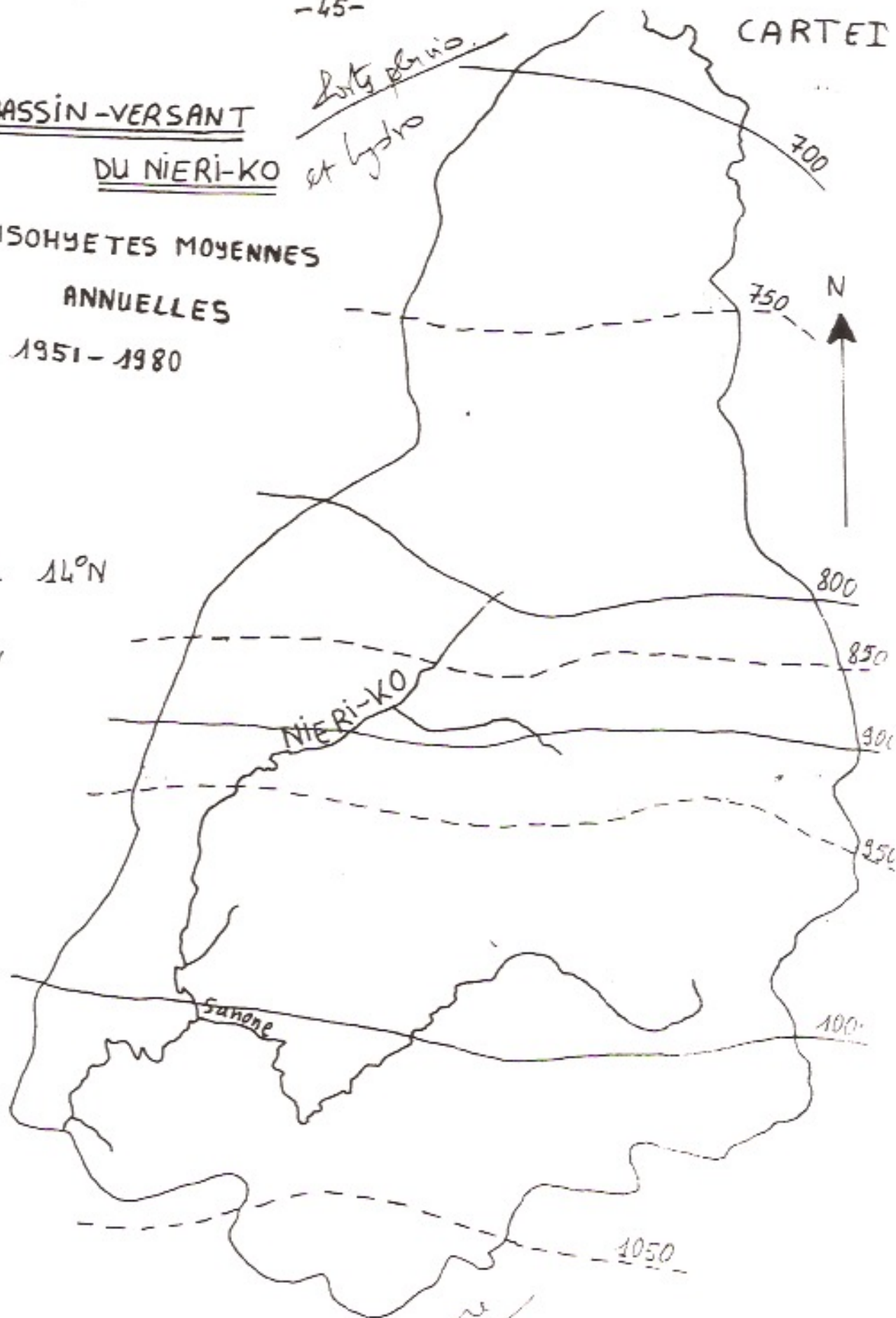
Le relief par sa morphométrie présente une pente très faible, l'indice général de pente étant égal à 0,43 m/Km. Il joue un rôle défavorable au ruissellement en diminuant les vitesses d'écoulement et augmentant le temps de stagnation des eaux ainsi soumises à l'évaporation.

BASSIN-VERSANT
DU NIERI-KO

hydro pluvio.
et hydro

ISOHYETES MOYENNES
ANNUELLES
1951-1980

14°N
13°30'W



A. GNING 1986

Legende

correction pour que fait la précipitation de l'eau l'air.

La végétation, quant à elle, a un rôle mitigé. Elle peut créer un microclimat quand elle est dense et diminue ainsi l'évaporation physique ; mais alors la transpiration des plantes devient importante et elle peut réduire la lame d'eau écoulée par l'absorption.

Le climat, principal dispensateur de l'eau écoulée, s'exprime par les précipitations mais aussi par les températures très élevées autorisant une évaporation considérable. Le climat est ainsi défavorable par les températures mais favorable par la lame d'eau précipitée.

La lithologie entretient très peu de nappes. Elle est défavorable à l'écoulement par les nappes de soutien mais favorable à un ruissellement.

	Morphométrie	Lithologie	Végétation	Climat
Bassin du Niéri-Ko	- -	+ -	+ -	+ -

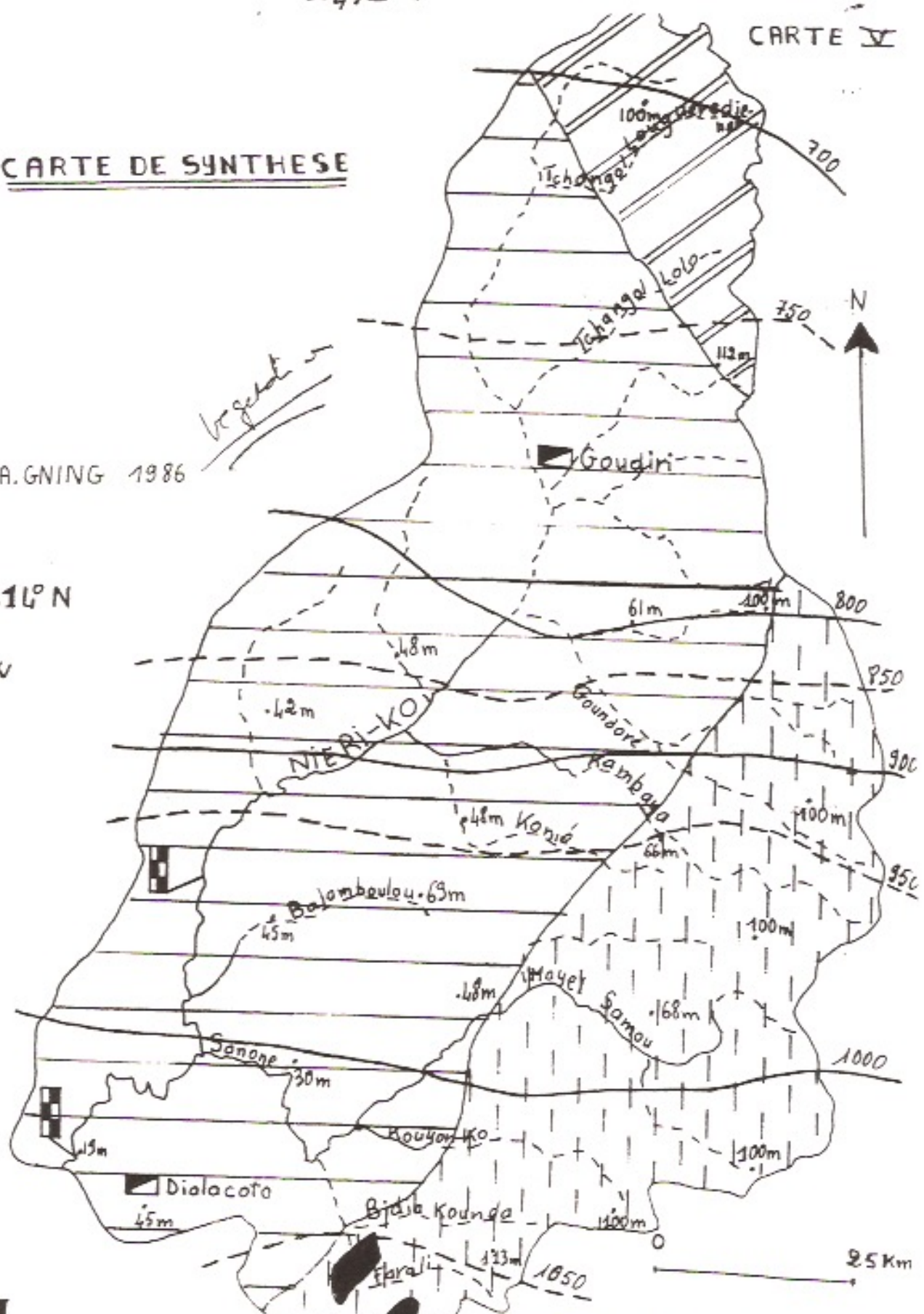
- - : très défavorable
- + + : très favorable
- + : favorable
- : défavorable

Ces différentes influences des facteurs physiques ne sont vraiment perceptibles que dans l'analyse des données hydrologiques. Cette analyse concerne les bilans hydrologiques, le régime du cours d'eau et les extrêmes hydrologiques que sont les crues et les étiages.

CARTE DE SYNTHESE

A. GNING 1986

14° N
13°30' W



Stations hydrométriques



Stations pluviométriques



} Isohyetes moyennes
} annuelles 1951-1980

P₁



Gres et sables argileux (continental terminal)

P₄



Calcaires (lutétien)

P₀



Granites (Birrimien)

P₇



Schistes et quartzites (Paléozoïque)

CHAPITRE I : LE RESEAU HYDROMETRIQUE ET L'ETAT DES DONNEES

Le réseau hydrométrique n'a vu le jour que durant les années 1970. Deux postes sont recensés dans le bassin-versant : Pont-routier qui a démarré à partir de 1970 et Goumbevel à partir de 1977. Ces stations présentent ainsi une courte série de données.

A - LE RESEAU HYDROMETRIQUE DU BASSIN-VERSANT

Les deux postes sont équipés d'échelle limnimétrique en plus d'un limnigraphe pour le contrôle permanent. Ces stations sont installées sur le cours du Niéri-Ko, les différents sous-affluents ne bénéficiant d'aucun équipement. Les différents apports de ces sous-affluents ne sont contrôlés par aucune des stations. Le poste de Goumbeyel est situé au milieu du cours du Niéri-KO et contrôle 57 % du bassin-versant. Le Pont-routier est situé à l'aval et aurait pour fonction de contrôler tout le bassin du cours d'eau. Mais cette tâche s'est avérée difficile à cause de la pénétration des eaux du Fleuve Gambie qui est ressentie jusqu'à la station.

Ainsi le réseau se caractérise par une insuffisance de postes hydrométriques pouvant contrôler effectivement tous les apports des sous-affluents et du Niéri-Ko en particulier.

B - L'ETAT DES DONNEES D'ETUDE

La prise des données se fait deux fois par jour par un agent local habitant près de la station à partir de l'échelle limnimétrique. Ces données sont ensuite contrôlées par les agents de la brigade de Tambacounda en se référant aux données des limnigraphes enregistreurs installés à côté des échelles.

Des descentes fréquentes sur le terrain leur permettent de faire des jaugeages et de contrôler le bon fonctionnement des appareils.

C'est ainsi qu'au Pont-routier, 34 jaugeages ont été réalisés de 1969 à 1978. A partir de 1978, les jaugeages ont été arrêtés parce que ne rendant pas compte de l'écoulement du Niéri-Ko ; avec les séries de jaugeages de 1980 à 1984 le Service de l'Hydraulique a établi une correspondance des débits et hauteurs d'eau à Gombeyel. Cette correspondance à Gombeyel nous a permis de tracer la courbe de tarage (figure n° 11).

Les années d'études retenues pour la station du Pont-routier vont de 1974 à 1984 et pour la station de Gombeyel de 1977 à 1983. Seule la station de Gombeyel a vu ses hauteurs d'eau traduites en débit dans les annuaires et cela à partir de 1980.

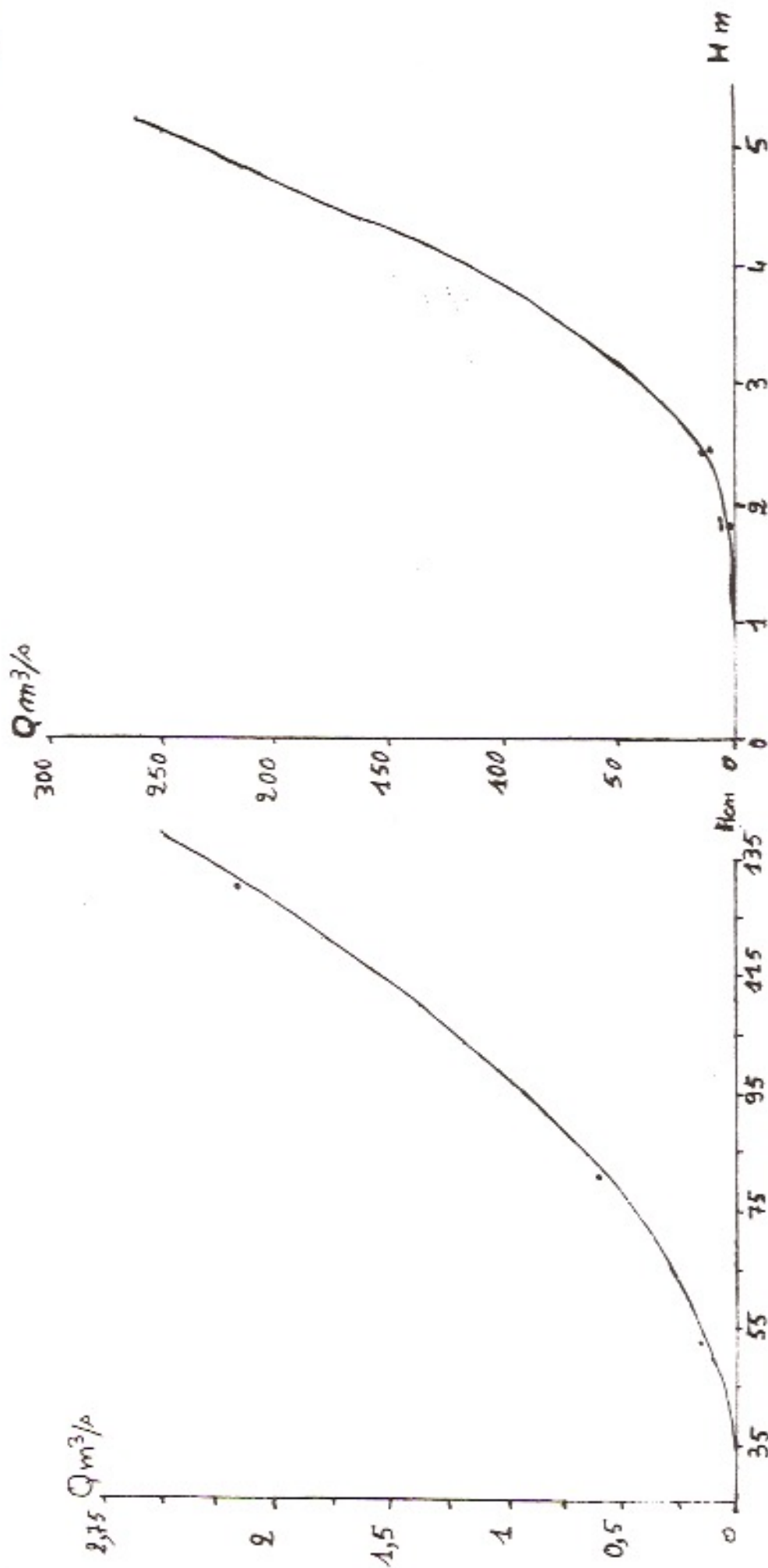
Les années antérieures ont été le fruit de notre propre travail. Le tableau n° 6 présente les variations mensuelles des débits à Gombeyel et celle des hauteurs d'eau au Pont-routier.

Mais avant d'aborder l'étude hydrologique proprement dite, nous avons procédé à une critique statistique des données des deux stations. Nous avons adopté la démarche utilisée pour les données pluviométriques. Les tests d'homogénéisation ont été satisfaisants et la loi normale a été retenue pour les deux stations.

Ces données hydrologiques ainsi vérifiées nous ont permis d'aborder avec plus de prudence les modalités de l'écoulement dans le bassin-versant du Niéri-Ko.

COURBES DE TIRAGE A GUMBEL

Fig. 11



VARIATIONS MENSUELLES DES DEBITSGOUMBEYEL

Tableau n° 6

S : 6.800 Km² - Altitude : 8,18 m IGN - Long : 13°10 W - Lat : 13°41N

	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	ANS
1977-78	0,00	0,082	21,2	0,036	0,42	0,014	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,223
1978-79	0,00	0,039	1,513	0,322	0,296	0,287	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,05
1979-80	0,00	2,116	1,201	0,593	1,266	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,431
1980-81	0,00	0,052	0,136	2,56	3,26	0,062	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,507
1981-82	0,00	0,105	4,79	5,98	1,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,996
1982-83	0,00	0,00	0,25	1,10	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,113
1977-83	0,00	0,399	1,668	1,765	1,056	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,412

PONT-ROUTIER : hauteurs d'eauS : 11.900 Km² - Altitude : 6,35 m - Long : 13°22W - Lat : 13°22N

	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	
1974-75	656	665	886	1331	1460	1107	709	660	659	659	654	651	841
1975-76	651	651	753	844	1483	1091	693	658	654	680	730	737	802*
1976-77	734	747	833	961	953	915	777	705	703	689	681	689	783
1977-78	685	686	737	773	1091	859	682	666	666	660	658	735	
1978-79	656	665	765	1145	1335	1245	791	668	662	660	659	659	826
1979-80	659	680	719	875	953	909	692	659	657	655	654	652	730
1980-81	651	669	762	1147	1229	759	659	655	653	650	649	648	761
1981-82	651	660	749	1060	1198	779	663	654	651	650	648	647	751
1982-83	647	657	712	855	1136	843	670	650	649	649	647	647	730
1983-84	646	667	747	747	887	731	647	647	645	644	643	643	691
1974-84	664	675	766	974	1173	924	698	662	660	660	663	663	765

* Cette année n'est pas prise en compte dans l'étude du régime.

CHAPITRE II : LE BILAN HYDROLOGIQUE MOYEN ANNUEL

Il s'exprime à travers un certain nombre de paramètres tels que la pluie moyenne (Pmm), la lame d'eau écoulée (Emm) le déficit d'écoulement (D.E.) le coefficient d'écoulement (C.E.), le volume total d'eau écoulée (V.T.E.), le débit spécifique ($q/l/s/km^2$) et selon l'équation suivante :

$$Pmm = Emm + D.E. + (R_1 - R_0)$$

R1 : eau mise en réserve dans les nappes

R0 : quantité d'eau restituée par les nappes.

La pluie moyenne (Pmm) est obtenue par la méthode de la régression multiple (Cf. chapitre V, 1ère partie).

La lame d'eau écoulée (Emm) est calculée par la formule suivante :

$$Emm = \frac{Qm^3 \times T (s)}{1000 \times S (km^2)}$$

Qm^3/s : débit moyen annuel

T : nombre de seconde de l'année. Pour une année de 365

jours $t = 31.536.000$ s, pour 366 jours, $t = 31.622.000$ s et pour 50 ans

$t = 31.557.000$ s. Nous considérons $t = 31.536.000$ s.

Ces deux paramètres, Pmm et Emm, nous ont permis de calculer le déficit d'écoulement (D.E.).

$$D.E. = Pmm - Emm.$$

Le coefficient d'écoulement est égal au rapport de la lame d'eau écoulée sur la pluie moyenne.

$$C.E. = \frac{Emm \times 100}{Pmm}$$

.../...

Le cinquième élément est l'indice d'écoulement qui donne une idée des disponibilités en eau de surface.

$$Vm^3/an = Qm^3/s \times t$$

Le dernier élément du bilan est le débit spécifique.

$$q/l/s/km^2 = \frac{QI}{S}$$

QI = module en litre

S = superficie du bassin-versant.

Pour obtenir toutes les données du bilan concernant le Niéri-Ko, nous avons donc pris la station de Goumbeyel, les hauteurs d'eau du Pont-routier ne pouvant être traduites en débit.

Nous avons également tenu compte des stations de Wassadou-Amont et Wassadou-Aval qui cernent la confluence du cours d'eau avec le Fleuve Gambie. La station de Wassadou-Aval a été installée pour contrôler les apports du Niéri-Ko. Les modules de ces deux stations ont été tirés de la thèse de H.M. LO (1984). Ce module est égal à 132 m³/s pour Wassadou-Amont et 134 m³/s pour Wassadou-Aval.

Ainsi l'apport du Niéri-Ko pour cette même période est estimé à 2 m³/s/eau.

C'est avec les données de Goumbeyel et de la confluence que nous avons établi le bilan hydrologique qui sera analysé aux différentes stations.

A - LE BILAN HYDROLOGIQUE ET SA VARIABILITE A GOUMBEBEYEL

Bilan hydrologique : Goumbeyel (6.800 km²).

Tableau n° 7

Qm ³ /s	Pmm	Emm	DEmm	CE %	V.T.E.	QI/s/bm ²
0,412	812	1,91	810	0,23	12.992.832	0,06

Ce bassin couvre 57 % du bassin du Niéri-Ko et seulement 8 % de celui de la Gambie.

Le débit moyen annuel pour la période 1977-1983 est de $0,412 \text{ m}^3/\text{s}$. Mais ce débit varie durant cette période suivant l'abondance des précipitations. L'année la plus humide a enregistré un module de $0,996 \text{ m}^3/\text{s}$, plus du double du débit moyen annuel de cette période. C'est l'année 1981 qui correspond à une année très pluvieuse à Goudiri avec 796 mm de précipitations contre 720 mm, moyenne de la période 1951-1984. L'année la plus sèche a enregistré $0,113 \text{ m}^3/\text{s}$, soit seulement 27 % du module de cette période. C'est l'année 1982 qui correspond également à Goudiri à l'année pluviométrique la moins abondante de la période 1951-1984 avec 445 mm de pluie. L'écart entre ces extrêmes, $0,884 \text{ m}^3/\text{s}$ est très élevé.

Ceci prouve la variabilité du régime durant cette période. Sur les six années considérées, trois années ont un débit supérieur à la moyenne.

La lame d'eau écoulée (Emm) répond de la même variation que celle des débits. De 1,91 mm pour la période 1977-1983 elle passe à 4,62 mm pour l'année la plus humide (1981) et 0,52 pour l'année la plus sèche (1982).

La pluie moyenne (Pmm) reçue par le bassin-versant à Goumbeyel est de 812 mm. Il correspond exactement aux précipitations du domaine climatique Nord-soudanien comprises entre 500 et 1.000 mm et dans lequel se situe notre bassin-versant.

Le déficit d'écoulement s'élève à 810 mm. Il ne représente que 49 % de l'évapotranspiration potentielle à Tambacounda (1647 mm). Ainsi l'évapotranspiration réelle n'est pas maximale.

Le coefficient d'écoulement, qui constitue le rapport de l'eau écoulée sur l'eau précipitée est de 0,23 %. Il explique en fait le rôle que jouent les différents facteurs physiques sur l'écoulement. Le relief qui est caractérisé par une pente très faible 0,5 %, favorise un temps de stagnation plus long aux eaux d'écoulement ainsi soumises aux fortes températures du milieu et à l'infiltration. La végétation agit également par l'évapotranspiration.

Enfin de compte, sur la pluie reçue par le bassin-versant 49 % sont évapotranspirés, 0,23 % écoulé, le reste 50,77 % sont infiltrés.

sur l'évaporation

La variabilité du bilan est perceptible à travers les coefficients d'hydraulicité. Le coefficient d'hydraulicité est égal au rapport du débit moyen annuel sur le débit de la période considérée :

$$\frac{Q_{moy}}{Q_{p/s}} \times 100$$

Goumbeyel : coefficient d'hydraulicité

Tableau n° 8

Années	1977-78	1978-80	1980-81	1981-82	1982-83
H	54 %	50 %	105 %	123 %	27 %

A partir de ce tableau, nous pouvons constater qu'à Goumbeyel seule la période 1979-80 enregistre un débit moyen annuel supérieur à celui de l'année moyenne, d'où une assez bonne hydraulicité. Cette augmentation du débit en 1979-1980 s'accroît dès 1980-1981 pour atteindre le double en 1981-1982. (fig. n° 12).

Les autres années se caractérisent par une diminution du module. Cette variabilité du bilan hydrologique répond à la répartition des précipitations.

variable - la - melle

.../...

B - LE BILAN HYDROLOGIQUE DU NIERI-KO

BILAN HYDROLOGIQUE DU NIERI-KO

Tableau n° 9

Qm ³ /s	Pmm.	Emm	CE %	DEmm	VTE	ql/s/km ²
2	880	5,30	0,6	874,7	63.072.000	0,168

Le débit moyen pour cette période est de 2m³. Mais ce débit varie suivant les années. C'est ainsi que l'année la plus humide a enregistré un débit de 3 m³, la plus sèche un débit nul. La lame d'eau écoulée 5,30 varie suivant les débits. Elle est nulle lorsque le débit est nul.

La pluie moyenne qui s'élève à 880 mm correspond aux précipitations du domaine Nord-soudanien qui fluctuent entre 500 et 1.000 mm. Le déficit d'écoulement est de 874,7 m. Il ne représente que 53 % de l'évapotranspiration à Tambacounda. Il n'a donc pas atteint son maximum.

Le coefficient d'écoulement est très faible : 0,6 %. Plus de 90 % de l'eau précipitée échappe à l'écoulement. Outre les 0,6 % de l'eau soumise à l'écoulement, 53 % sont destinés à l'évapotranspiration, 46,4 % sont infiltrés. L'explication provient de la faiblesse de la pente autorisant une stagnation, donc une possibilité d'infiltration plus élevée de l'eau précipitée ; le sol est assez perméable pour recueillir l'eau. La végétation et la chaleur expliquent enfin cette faiblesse.

Les coefficients d'hydraulicité permettent de comprendre la variabilité du bilan hydrologique du Niéri-Ko. (Fig. n° 12)

COEFFICIENT D'HYDRAULICITE

Tableau n° 10

Années	1973-74	1974-75	1975-76	1976-77	1977-78	1978-79	1979-80
H %	0	150 %	100	0	25	0	130

X

0

xx

xx

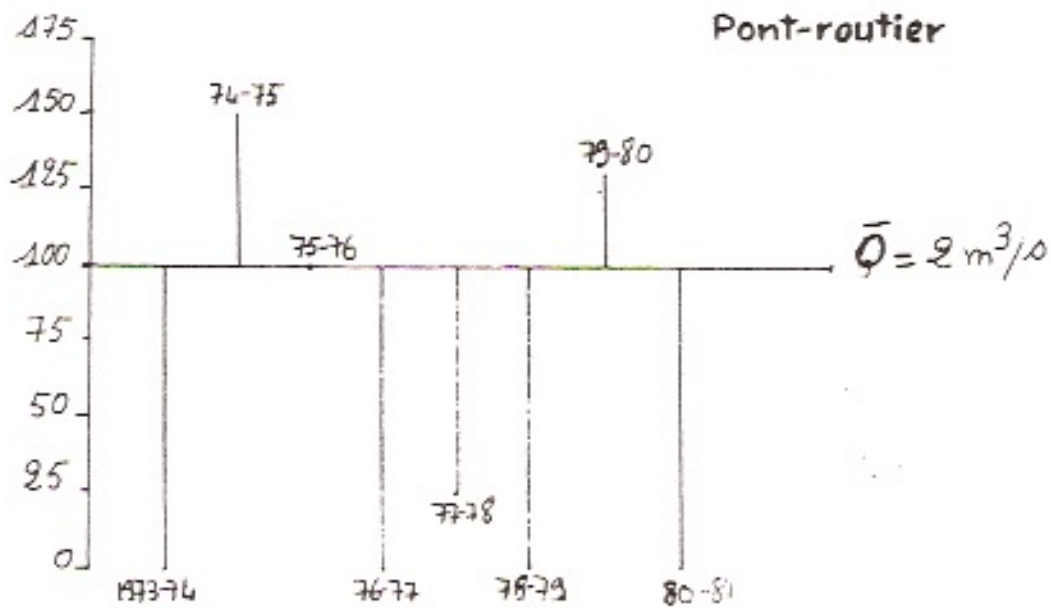
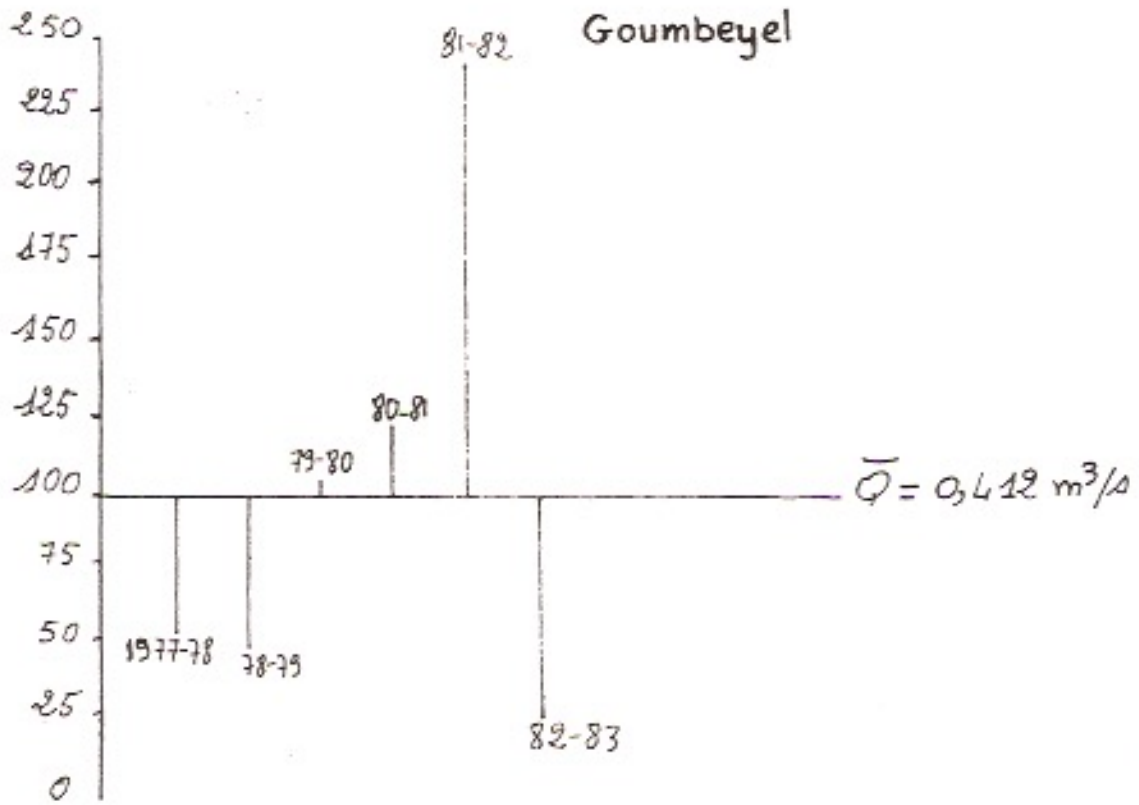
xx

?

?

COEFFICIENTS D'HYDRAULICITE

Fig. 12



CHAPITRE III : LE REGIME HYDROLOGIQUE DU NIERI-KO

Il est analysé à partir de la station du Pont-routier qui contrôle la totalité du bassin-versant. L'étude porte sur le régime moyen au Pont-routier et sur la variabilité de ce régime.

A - LE REGIME HYDROLOGIQUE MOYEN AU PONT-ROUTIER

Le tableau n° 11 présente les variations mensuelles des hauteurs d'eau à partir desquelles le régime sera étudié. L'hydrogramme résultant de ce tableau est présenté à la figure n° 13. Il montre trois phases de l'écoulement : la montée des eaux, la pointe de crue et la descente.

I - LA MONTEE DES EAUX

Elle débute à partir de mai et se prolonge jusqu'en septembre. Au mois de mai la hauteur d'eau est de 6,65 m IGN. De mai à juin, elle augmente de 0,12 m de juin à juillet de 0,91 m, de juillet à août de 2,20 m et d'août à septembre de 1,50 m, soit au total une augmentation de 4,73 m. La période de juillet à août est celle qui connaît le plus d'apport, avec un pourcentage d'augmentation de 47 %. C'est la période où le sol atteint sa saturation en eau. L'infiltration diminue et le ruissellement s'intensifie. La période précédente, de mai à juillet, n'a enregistré que 21 % d'augmentation. Elle correspond au moment de la recharge des nappes par les premières pluies.

PONT - ROUTIER
COEFFICIENT DE VARIATION ET HAUTEURS FREQUENTIELLES

Tableau n° 11

Mois

MOIS	M	J	J ¹	A ¹	S	O	N	D	J	F	M	A	TOTAUX ANNUELS
\bar{X}	665	677	768	988	1138	905	699	663	661	657	656	655	761
\sqrt{V}	28,6	27,6	56,4	196	190	170	52	17,3	17,2	13,1	14,2	14	48,3
C.V.	0,04	0,04	0,07	0,02	0,16	0,19	0,07	0,03	0,03	0,02	0,02	0,02	0,06
C.M.D	0,87	0,90	1,00	1,3	1,5	1,2	0,9	0,87	0,86	0,86	0,86	0,86	

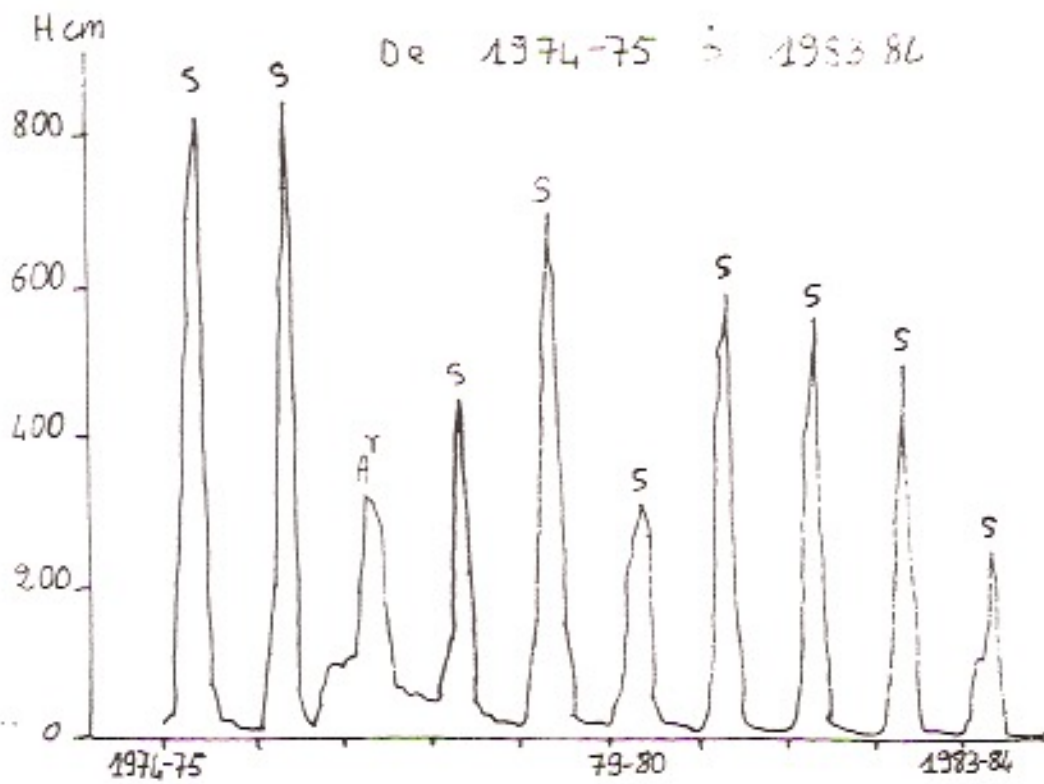
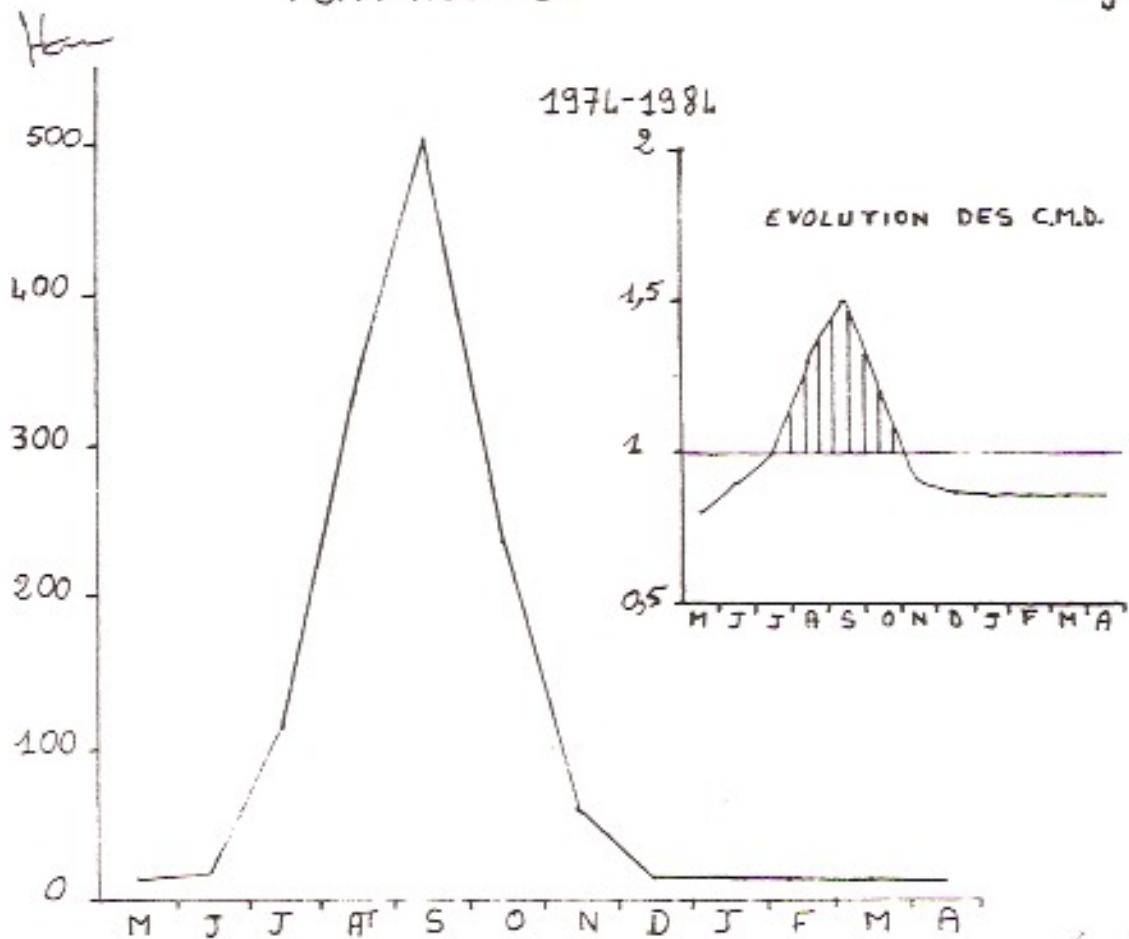
9

	Période sèche					X	V	période humide					K
	$\frac{1}{100}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$			$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{50}$	$\frac{1}{100}$	
	-	-	682	699	720	761	48,3	802	823	840	-	-	1,18
I.C.	5 %	677											
	95 %	860											
I.V.		150											

VARIATIONS MENSUELLES DES HAUTEURS D'EAU

PONT-ROUTIER

Fig. 13



2 - LA POINTE DE CRUE

Son apparition intervient au mois de Septembre. Cette hauteur d'eau moyenne mensuelle est égale à 11,38 m IGN. Elle intervient un mois après le maximum pluviométrique d'Août. C'est la période où le sol est saturé et durant laquelle toute précipitation qui atteint le sol est ruisselée. L'infiltration n'est plus importante et l'évapotranspiration très faible à cause de la forte humidité de l'air.

3 - LA DESCENTE DES EAUX

Elle se fait en quatre phases :

- la décrue qui s'opère de Septembre à Octobre avec une réduction de la hauteur des eaux de 2,33 m :

- elle est consécutive à la diminution des précipitations et à l'augmentation de la température qui connaît son second maximum thermique ;

- d'Octobre à Novembre le cours d'eau connaît une seconde baisse très importante réduisant encore la hauteur d'eau de 2,06 m. On note en cette période l'arrêt de l'alimentation pluviale et le retrait progressif de la mousson augmentant les possibilités d'évaporation ;

- de Novembre à Décembre c'est le second minimum thermique avec une faible réduction des hauteurs de 0,36 m.

A partir de Décembre s'installe la phase de soutien par les nappes qui se prolongent jusqu'à la reprise de l'alimentation pluviale en Mai.

Ces variations des hauteurs d'eau reflètent deux périodes : une période de hautes eaux caractérisée par des coefficients mensuels de débit supérieurs à 1, une période de basses eaux avec des coefficients inférieurs à 1. Les hautes eaux interviennent à partir de Juillet et se prolongent jusqu'en Octobre. Elles durent au total quatre mois et correspondent à la période d'alimentation pluviale. Les basses eaux interviennent durant la saison non pluvieuse (figure 13). Le coefficient d'immodération, qui est égal à 1,74 est très faible et prouve ainsi la pondération du régime.

Ainsi les variations des hauteurs d'eau répondent à la répartition des précipitations durant l'année. Le pont-routier reçoit son maximum en Septembre un mois donc après le maximum pluviométrique et son minimum en Avril. (Fig. n° 14) *ceci pour expliquer le fait que le K est compris entre 1 et 2*

B - LA VARIABILITE DU REGIME

Les coefficients de variation mensuels du tableau n° 11 montrent en général la faiblesse de la variation inter-mensuelle. Les plus grands coefficients sont observés en Septembre et en Octobre et ne font respectivement que 0,16 et 0,19. Les plus faibles coefficients sont observés à la fin de la période des basses eaux, en Février, Mars, Avril où ils n'atteignent que 0,02. L'intervalle de variation, écart entre le maximum (11,38 m IGN) et le minimum (6,55 m IGN) est de 4,83 m.

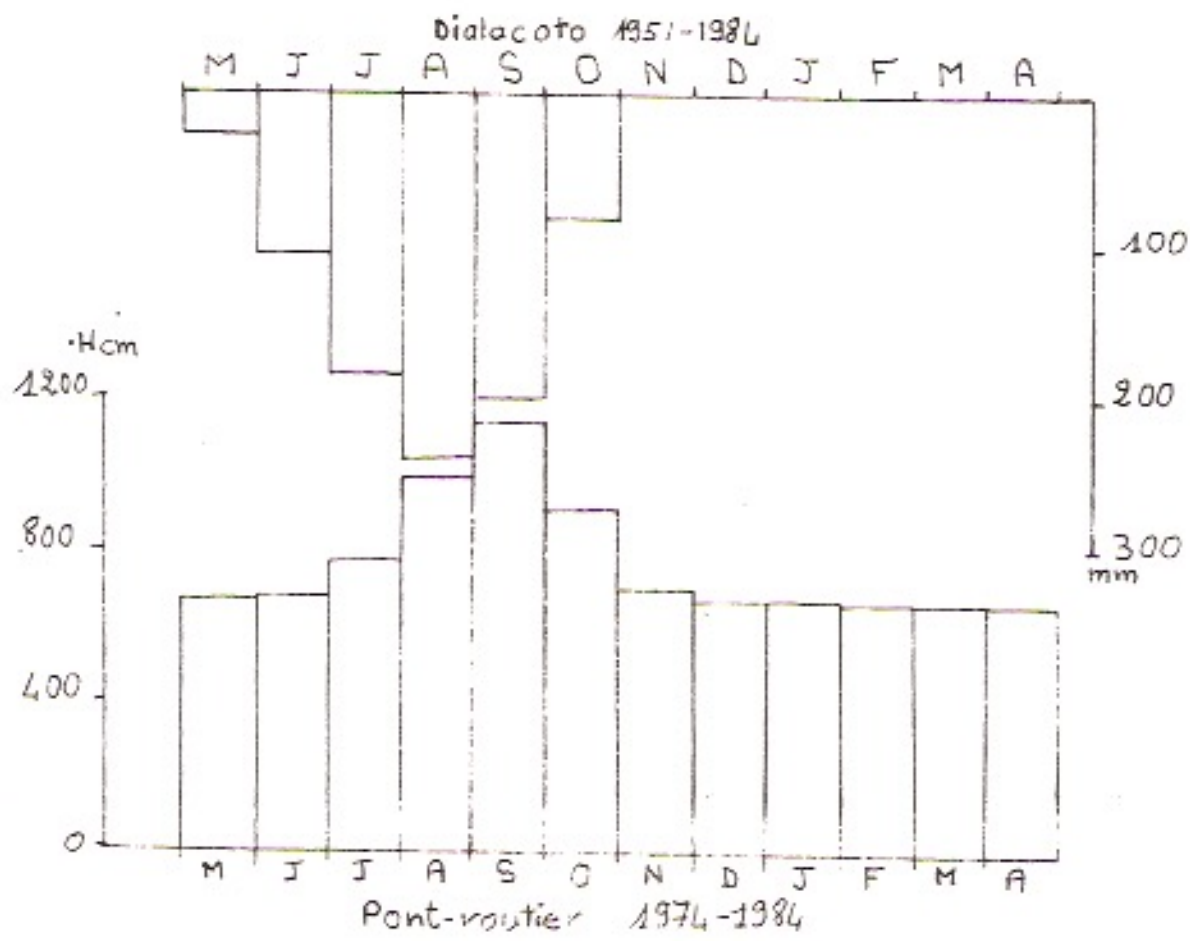
Les hauteurs d'eau moyennes annuelles ont fait l'objet d'étude fréquentielle après avoir été soumises à une loi d'ajustement. Elle permet de déterminer la durée de retour de certaines valeurs en période sèche et en période humide.

à quelle formule?
La loi normale s'est avérée plus adéquate pour cette étude. Le tableau n° 11 présente ces hauteurs fréquentielles. Ainsi peut-on constater que le maximum observé a une durée de retour de 20 ans et le minimum compris entre 10 et 20 ans. Le coefficient K (1,18) montre la faible irrégularité du cours d'eau. Le coefficient d'immodération n'est que de 1,22. L'intervalle de variation écart entre le maximum annuel (8,41 m IGN) et le minimum annuel (6,91 m IGN) est également très faible (1,50 m IGN). Le maximum annuel, comme le minimum annuel, a connu sa hauteur d'eau maximale mensuelle en Septembre et une période de hautes eaux d'une durée de quatre mois.

Nous n'avons pas tenu compte de l'année 1975-1976 dans le tableau n° 11 réservé à l'étude du régime. A partir du tableau n° 6, nous pouvons constater l'influence de cette année particulière sur "l'année moyenne" 1974-1984. Le minimum mensuel se situe en Janvier A partir de Mars les hauteurs augmentent dépassant ainsi le minimum enregistré. Mais cette situation de "l'année moyenne" 1974-1984 est très éloignée de la réalité. Durant cette période

CORRELATION HYDRO-PLUVIOMETRIQUE

Fig. 14



le minimum mensuel n'a jamais été observé en janvier durant une année hydrologique quelconque. Six fois le minimum mensuel a été observé en avril, deux fois en mars et en mai.

Cette perturbation de "l'année moyenne" a été occasionnée par l'année hydrologique 1975-1976 où la station a noté une augmentation subite des hauteurs d'eau à partir de Février. De 6,54 m IGN en Janvier la hauteur d'eau passe à 6,80 m IGN pour atteindre 7,37 m IGN en Avril.

En fin de compte, nous constatons que le régime du Niéri-Ko est défini par quatre caractères essentiels :

- un hydrogramme unimodal comportant une phase de montée et une phase de descente des eaux ; *moins de 3 l/s*
- une période de hautes eaux d'une durée de quatre mois en année sèche comme en année humide ; *probleme de régime de haute saison moy. 6,54 m*
- une période de basses eaux d'une durée de huit mois ;
- une alimentation d'origine pluviale.

A partir de ces caractères nous pouvons affirmer que le Niéri-Ko appartient au régime pluvial tropical pur.

XX

XX

XX

CHAPITRE IV : LES EXTREMES HYDROLOGIQUES

Il s'agit de l'étude des maxima et des minima c'est-à-dire les moyennes mensuelles les plus élevées et les plus faibles. En général, dans le bassin du Niéri-Ko le maximum moyen mensuel est noté en Septembre et le minimum en Avril.

Cette étude sera affinée par l'étude des crues et des étiages qui correspondent aux débits journaliers les plus élevés et les plus faibles enregistrés durant l'année hydrologique. Ces débits de crue et d'étiage interviennent le plus souvent aux mois du maximum moyen et du minimum moyen.

A - L'ETUDE DES DEBITS MAXIMA

1 - LES MAXIMA

Leurs dates d'apparition sont plus précoces à GOMBAYEL où ces maxima peuvent intervenir avant même le maximum pluviométrique d'Août. C'est ainsi que 33 % de ces maxima sont enregistrés aussi bien en Juillet qu'en Août et en Septembre durant ces six années.

Le Pont-routier a enregistré 90 % de ses maxima en Septembre, le mois d'Août n'est intéressé qu'une seule fois. Ils interviennent juste après le maximum pluviométrique.

L'abondance des maxima varie plus au Pont-routier qu'à GOMBAYEL bien que les coefficients de variation soient faibles (voir tableau n° 12). Ils varient de 0,04 à 0,17 au Pont-routier et de 0,03 à 0,07 à GOMBAYEL. L'intervalle de variation -5,96 m IGN au Pont-routier et 0,83 m IGN à GOMBAYEL.

atteste également de la plus grande variabilité à l'aval du Niéri-Ko. Le tableau n° 13 présente les probabilités d'apparition de ces maxima aux deux stations.

Le maximum le plus élevé au Pont-routier a une durée de retour de 10 à 20 ans de même que le plus faible. A GOMBAYEL le maximum le plus élevé (9,77 m IGN) est très proche de la valeur (979) dont la durée de retour est de 10 ans. Le maximum le plus bas, quant à lui, avoisine la durée de retour de 5 ans.

COEFFICCIENTS DE VARIATION DES MAXIMA ET MINIMA

Tableau n° 12

PONT-ROUTIER : Maxima

Hcm IGN

Années	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83	83-84
MAX.	1640	1483	961	1091	1335	953	1229	1198	1136	887
∇	58	144	136	195	145	87	231	105	73	54
CV	0,04	0,09	0,14	0,17	0,11	0,09	0,19	0,09	0,06	0,06

PONT-ROUTIER : Minima

Hcm IGN

Années	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83	83-84
MIN.	651	651	689	657	656	652	648	647	647	643
∇	0,74	0,74	1,71	0,41	0,56	0,45	0,83	0	0,41	0,8
CV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

GOUMBAYEL : Maxima

en débit

Années	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83
MAX.	2,12	1,513	1,266	3,26	5,98	1,10
∇	50,5	66,5	57	27	66	54
CV	0,05	0,07	0,06	0,03	0,07	0,06

HAUTEURS MAXIMALES ET MINIMALES FREQUENTIELLES

Tableau n° 13

PONT-ROUTIER : Maxima

Hcm IGN

$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	\bar{X}	$\sqrt{\quad}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	K
830	905	997	1173	209	1349	1441	1516	1,59

PONT-ROUTIER : Minima

Hcm IGN

$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	\bar{X}	$\sqrt{\quad}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	K
633	637	643	654	13	665	671	675	1,05

GOUMBAYEL : Maxima

Hcm IGN

$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	\bar{X}	$\sqrt{\quad}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	K
-	881	898	930	38	962	979	-	1,11

Le coefficient d'irrégularité (K) est plus important au Pont-routier (1,59) qu'à GOUMBAYEL (1,11).

Ainsi les maxima du Niéri-Ko se caractérisent par une précocité d'apparition à GOUMBAYEL, une irrégularité et une variabilité plus importantes au Pont-routier. *coefficient de variabilité*

2 - LES CRUES DU NIERI-KO

Elles ont pour cause une alimentation pluviale abondante survenant au cours d'une averse exceptionnelle. Leur intensité est liée à l'abondance pluviale saisonnière et est déterminée à partir du coefficient de crue (A).

$$\text{Coef. A} = \frac{Q_m^3}{S} \quad \text{coef. de crue}$$

Q_m^3 : débit de crue

S : superficie du bassin-versant.

Le tableau n° 14 présente les hauteurs d'eau maximales journalières et les valeurs de "A" pour la période étudiée.

A partir de ces données nous avons étudié les fréquences des crues et l'évolution de ces crues.

a) Etude fréquentielle des crues

La loi d'ajustement utilisée est la loi normale qui s'est avérée la plus adéquate pour l'étude. A partir de celle-ci les fréquences des différentes crues ont été déterminées.

Les probabilités de crue pour les deux stations sont représentées au tableau n° 14.

.../...

HAUTEURS MAXIMALES JOURNALIERES ET LEURS FREQUENCES

GOUMBEYEL

Tableau N° 14

ANNEES	1977-78	1978-79	1979-80	1980-81	1981-82	1982-83
DATES	27/7/77	25/7/78	19/6/79	25/8/80	9/8/81	14/8/82
Hm	9,94	10,61	10,53	10,52	10,76	10,08
Qm ³ /s	4,47	14,2	11,8	11	20,2	5,60
q1/s/km ²	0,657	2,08	1,73	1,61	2,97	0,82
"A"	0,05	0,17	0,14	0,13	0,24	0,07

PO NT-ROUTIER

Années	74-75	75-76	76-77	77-78	78-79	79-80	80-81	81-82	82-83	83-84
Dates	28.8.74	25.9.75	21.8.76	22.9.77	26.9.7	30.8. 7 ^e	1.9.80	22.9. 81	4.9.82	5.9.83
Hm	16,15	17,61	12,72	13,13	16,29	11,16	15,02	13,37	12,26	9,70

	Période sèche					Période humide			
	1/20	1/10	11/5	\bar{X}	∇	1/5	1/10	1/20	K
PONT-ROUTIER	9,65	10,55	11,64	13,74	2,49	15,8	16,9	17,8	1,60
GOUMBEYEL	-	9,99	10,1	10,4	0,32	10,66	10,8	-	1,08

Au Pont-routier le maximum (17,61) de la série correspond à la période de retour de 20 ans. Le minimum observé (9,70) a une durée de retour comprise entre 10 ans et 20 ans. Pour toute la série, quatre années seulement correspondent à la période humide : 1974-75, 1975-76, 1978-79, 1980-81. Les six années restantes sont en dessous de la moyenne (13,74 m IGN).

A Goumbeyel le maximum (10,76) et le minimum (9,94 m IGN) ont une durée de retour d'à peu près 10 ans. Quatre années dépassent également la moyenne (10,4).

Les coefficients K montrent une plus grande régularité de ces valeurs de crues à Goumbeyel (1,08) qu'au Pont-routier (1,60). Mais les intervalles de variation notent une variabilité plus importante au Pont-routier (7,91 m IGN) qu'à Goumbeyel (0,82 m IGN).

b) Dates d'apparition des crues

Toujours suivant le tableau n° 14, les dates d'apparition des pointes de crues sont comprises entre Juillet et Août à Goumbeyel, Août et Septembre au Pont-routier.

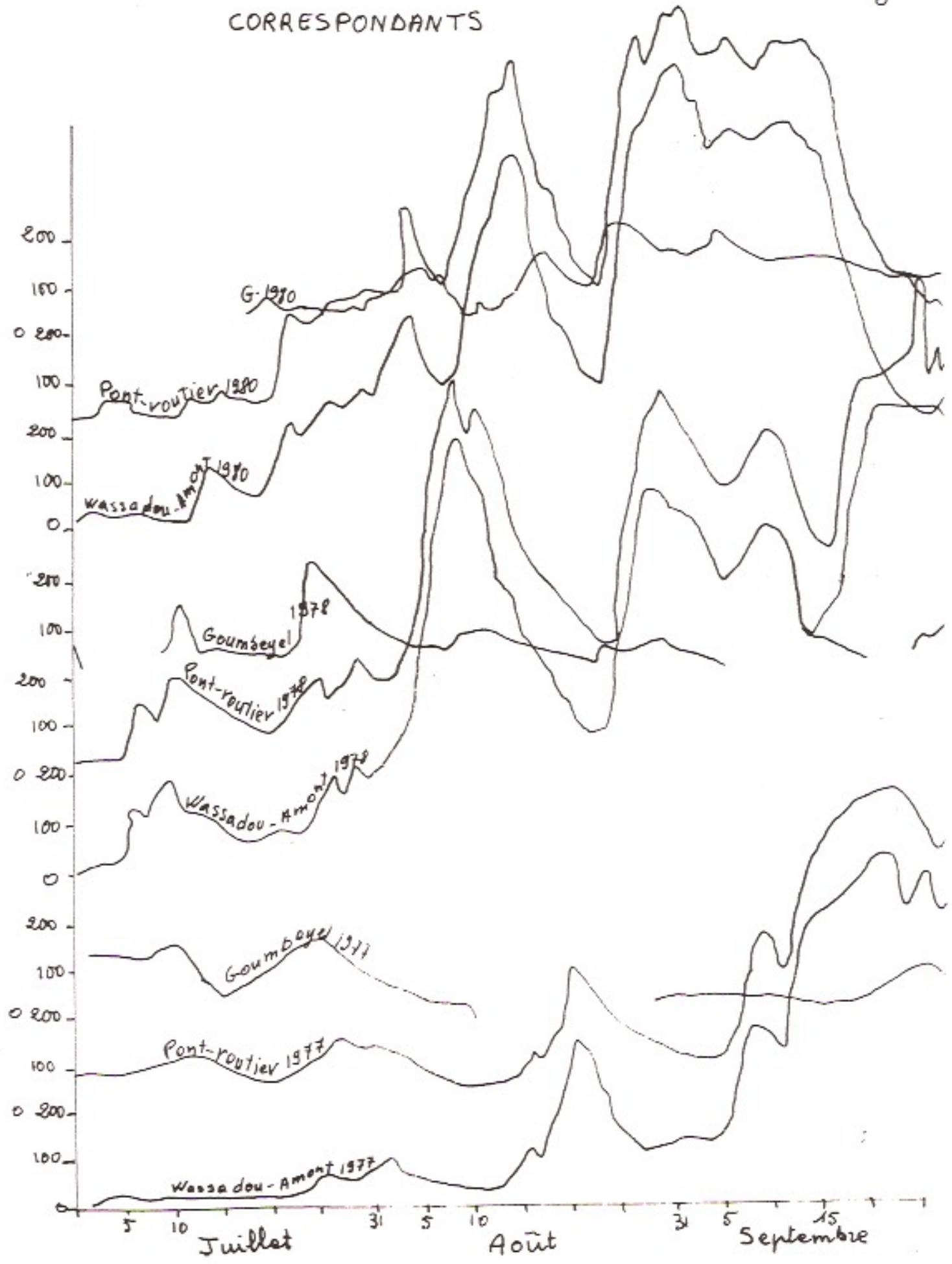
Au pont, Septembre compte sept crues contre trois pour Août, soit une fréquence d'apparition de 70 % à Goumbeyel, 50 % des crues (3 crues) sont apparues en Août, 33 % en Juillet et 15 % en Juin.

En étudiant les dates d'apparition des crues, nous avons tenté de faire la correspondance des crues entre le Fleuve Gambie et son affluent, le Niéri-Ko pour vérifier l'idée de HAMPFREY HOWARD (1974). *Le galle .)*

La figure n° 15 montre la correspondance des débits et hauteurs d'eau de Goumbeyel, du Pont-routier et de Wassadou-Amont ; les débits de Wassadou-amont ont été comparés à ceux de quelques stations de la Gambie notamment Kédougou, Mako, Simenti et Goulumbou (Ministère de l'Hydraulique, Février 1986). La correspondance des débits s'est avérée exacte entre ces cinq stations.

HAUTEURS D'EAU (Pont-routier et Goumbeyel)
ET
DEBITS (wassadou-Amont)
CORRESPONDANTS

Fig. 15



Comparaison
de la
Hauteur
au Pont
et
au
Wassadou

Sur notre figure, avec les trois années qui ont été choisies, la correspondance est notée entre les hauteurs d'eau du Pont-routier et les débits de Wassadou-amont, les "pics" et les "creux" reflètent la même variation.

L'influence des débits de la station de Gombeyel au niveau du Pont est minime par rapport à ceux de Wassadou-Amont. Par ailleurs, la crue la plus importante notée à Wassadou-Amont durant cette période 1970-1981 correspond à la crue la plus importante notée au Pont-routier. Ces deux crues interviennent à la même date, c'est-à-dire le 25 Septembre 1975.

c) Evolution des crues

L'étude de l'évolution des crues est menée par année. Elle concerne le démarrage de la crue, la pointe de crue et les fréquences de ces crues.

1974

La crue a démarré au Pont 13 jours avant la pointe qui interviendra le 28 Août avec une hauteur de 16,15 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne de la série (13,74 m IGN) est de 17,5 % ; la fréquence au dépassement 75 % H 30 = 14,58 m IGN ; H 90 = 9,93 m IGN.

1975

La pointe de crue apparaît le 25 Septembre après le démarrage le 15 Septembre. la hauteur d'eau est de 17,61 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 9,32 %, la fréquence ^{WDR} au dépassement 95 %.

H 30 = 13,77 m IGN. H 90 = 7,99 m IGN.

H 15 H 30 H 45

1976

La crue démarre le 16 Août. La pointe intervient le 21 AOût avec 12,72 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 7,74 %, la fréquence au dépassement 35 % H 30 = 10,41 m IGN ; H 90 = 8,24 m IGN.

1977

Elle concerne les deux stations.

Au pont la crue démarre le 11 Septembre et la pointe est atteinte le 22 Septembre avec une hauteur de 13,13 m IGN.

.../...

L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 4,44 %, la fréquence au dépassement 45 % H 30 = 9,85 m IGN ; H 90 = 7,40 m IGN.

A Goumbeyel, la crue a démarré le 24 Juillet et la pointe intervenue le 27 Juillet avec une hauteur de 9,94 m IGN correspondant à un débit de 4,47 m³/s. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 21 %, la fréquence au dépassement 8 %. Le débit spécifique est de 0,657 l/s Km², la puissance de crue, 0,05, H 30 = 9,03 m IGN, H 90 = 8,55 m IGN.

1978

Au Pont de la crue démarre le 23 Septembre, la pointe est atteinte le 26 Septembre avec une hauteur de 16,29 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 18,5 %, la fréquence au dépassement 85 %.
H 30 = 13,24 m IGN H 90 = 8,53 m IGN

A Goumbeyel, la pointe intervient le 25 Juillet après le démarrage de la crue le 22. Le débit de crue est égal à 14,2 m³/s soit 10,61 m IGN.
L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 8,96 %, la fréquence au dépassement 75 %. Le débit spécifique est de 2,08 l/s/Km². La puissance de crue est de 0,17. H 30 = 8,95 m IGN H 90 = 8,53 m IGN.

1979

La pointe de crue au Pont-routier avec une hauteur de 11,16 m IGN a été observée le 30 Août après avoir démarré le 25 Août. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 18,77 %, la fréquence au dépassement 15 %.
H30 = 9,33 m IGN H 90 = 7,75 m IGN.

A Goumbeyel, la crue a démarré le 15 Juin pour atteindre la pointe le 29 avec une hauteur de 10,53 m IGN, soit un débit de 11,8 m³/s. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 5,38 %, la fréquence au dépassement 58 %. Le débit spécifique de la pointe de crue, 1,73 l/s/Km², la puissance de crue 0,14. H 30 = 9,38 m IGN H 90 = 8,18 m IGN.

1980

Au Pont la pointe intervient le 1er Septembre avec une hauteur de 15,02 m IGN. La crue a démarré le 29 Août. L'écart par rapport à la moyenne est de 9,31 %, la fréquence au dépassement 65 %. H 30 = 12 m IGN. H 90 = 7,38 m IGN.

A Goubeyel, la crue a démarré le 22 Août et la pointe intervient le 25 Août avec un débit de $11 \text{ m}^3/\text{s}$ soit une hauteur de 10,52 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 5 %, la fréquence au dépassement 41 %. Le débit spécifique est de $1,61 \text{ l/s Km}^2$ et la puissance de crue 0,13. H 30 = 9,83 m IGN H 60 = 8,61 m IGN H 90 = 8,18 m IGN.

1981

La crue démarre au Pont le 18 Septembre. Quatre jours après la pointe intervient avec une hauteur d'eau de 13,37 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 2,69 %, la fréquence au dépassement 55 %.

H 30 = 11,35 m IGN H 90 = 7,80 m IGN.

La pointe de crue est intervenue à Goubeyel le 9 Août avec un débit de $20,2 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 10,76 m IGN. Le démarrage est daté du 4 Août. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 16 %, la fréquence au dépassement 91 %. Le débit spécifique de la pointe de crue est de $2,97 \text{ l/s/Km}^2$, la puissance de crue 0,24.

H 30 = 8,18 m IGN.

1982

Au Pont-routier la crue a démarré le 25 Août pour atteindre la pointe le 4 Septembre avec 12,26 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 10,77 %, la fréquence au dépassement 25 %.

H 30 = 10,28 m IGN H 90 = 7,55 m IGN.

.../...

A Goubeyel la pointe est intervenue le 14 Août après démarrage le 10 Août. le débit de pointe est de $5,60 \text{ m}^3/\text{s}$, soit 10,08 m IGN. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 15 %, la fréquence au dépassement 25 %. Le débit spécifique est de $0,82 \text{ l/s/Km}^2$ et la puissance de 0,07.

H 30 = 8,73 m IGN

H 45 = 8,18 m IGN.

1983

La station du Pont a noté sa pointe le 5 Septembre avec une hauteur de 9,70 m IGN. La crue a démarré deux jours avant. L'écart moyen par rapport à la moyenne est de 29,4 %, la fréquence au dépassement 5 %.

H 30 = 8,44 m IGN

H 90 = 7,13 m IGN.

En fin de compte le Niéri-Ko n'a enregistré que des crues faibles durant toute cette période.

B - L'ETUDE DES DEBITS MINIMA

I - LES MINIMA

Leurs dates d'apparition sont également plus précoces à Goubeyel. Ils interviennent juste après l'arrêt des précipitations. 50 % sont apparus en Novembre 33 % en Octobre et 17 % en Septembre. Au Pont, 60 % des minima sont intervenues en Avril, 20 % en Mars et en Mai. L'apparition de ces minima est liée à une longue carence dans l'alimentation.

L'abondance moyenne de ces minima est très faible. Ils sont nuls à Goubeyel et variant très peu au Pont. L'intervalle de variation au Pont n'est que de 0,46 m IGN, le maximum étant de 6,89 m IGN et le minimum 6,43 m IGN. Tout ceci atteste de la plus grande variabilité des minima à l'aval du cours d'eau. (Tab. n° 12)

valent à la fois
Les probabilités d'apparition de ces minima au Pont montre une durée de retour de 5 ans exactement pour le plus bas minimum et de 20 ans pour le plus élevé.

Le coefficient d'irrégularité ($K = 1,05$) est moins important que celui des maxima ($K = 1,59$), ce qui prouve la bonne stabilité de ces minima.

Ainsi ces minima se caractérisent par une plus importante variabilité et irrégularité à l'aval du cours d'eau plus qu'à l'amont. Ils se caractérisent également par une précocité d'apparition plus nette à Goumbeyel. Les courbes des hauteurs d'eau et débits classés (figure n° 16) attestent de cette rapidité de décroissance aux stations.

2 - LES ETIAGES

Ils sont provoqués par une carence dans l'alimentation survenant durant la saison non pluvieuse. A Goumbeyel, en moyenne, 78 jours de l'année seulement connaissent un écoulement. La durée d'écoulement la plus élevée est de 91 jours en 1977-78 et 1978-79, la plus faible est de 34 jours en 1982-1983. Cinq mois au plus connaissent un écoulement de Juin à Octobre.

a) Etude fréquentielle des étiages

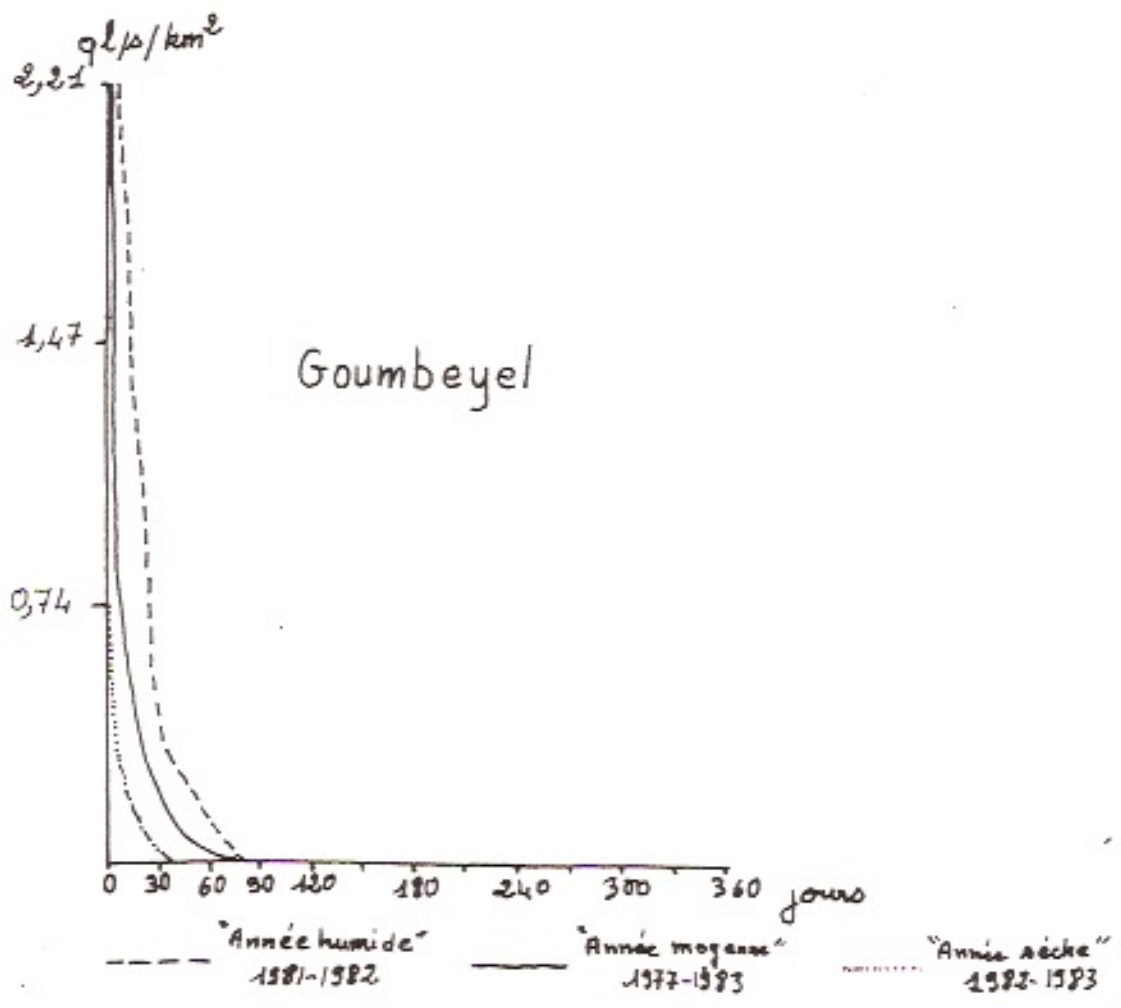
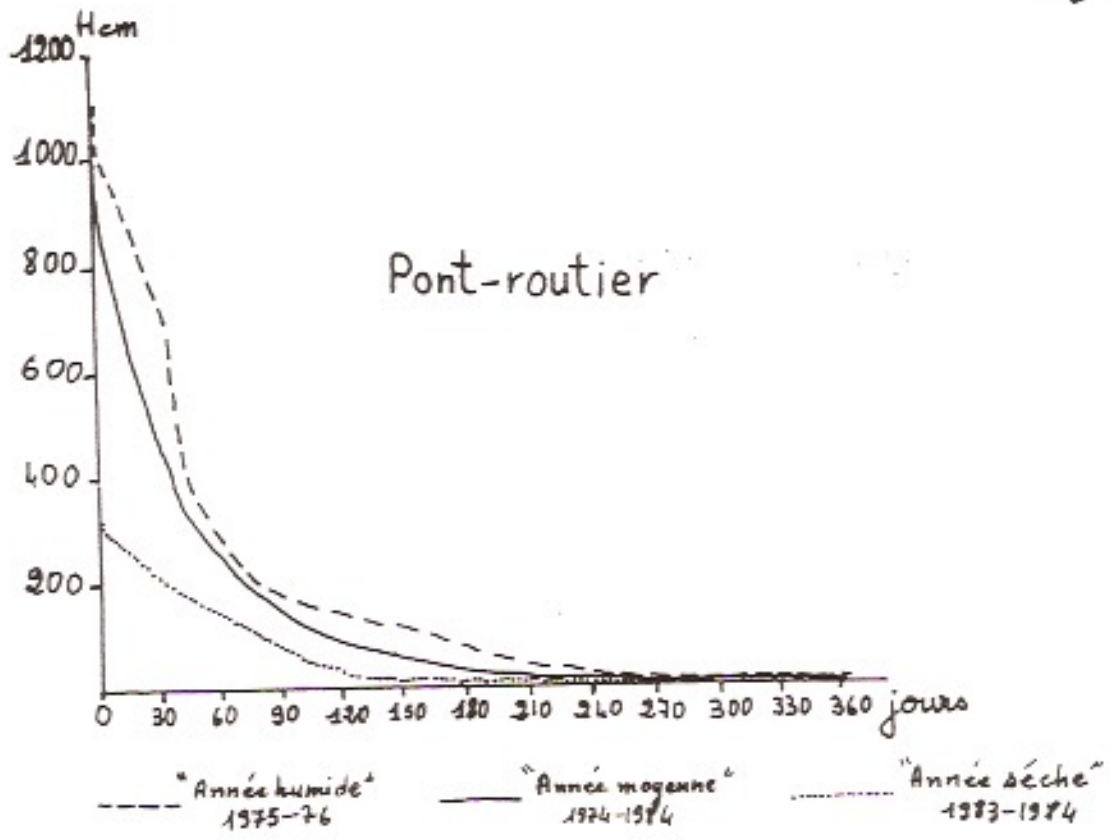
NSM
Elle n'a pu être menée qu'avec les stations du Pont-routier, les valeurs d'étiage de Goumbeyel étant nulles. La loi d'ajustement la plus adéquate est celle en loi normale. C'est à partir de cette loi que les fréquences des différentes valeurs d'étiages ont été déterminées. Le tableau n° 15 présente les probabilités d'apparition de ces étiages. Par ce tableau, le plus bas des étiages (6,42 m IGN) datant du 22 Mars 1984 a une durée de retour de moins de 5 ans, tandis que les plus élevés (6,83 m IGN le 24 Février 1977) apparaît comme une hauteur exceptionnelle avec une durée de retour de plus de 20 ans.

b) Dates d'apparition des étiages

Elles correspondent en général au Pont-routier au milieu de la saison sèche et à Goumbeyel à la fin de la saison pluvieuse.

COURBES DES HAUTEURS D'EAU ET DÉBITS CLASSÉS

Fig- 16



HAUTEURS MINIMALES JOURNALIERES ET LEURS FREQUENCES

Tableau n° 15

PONT-ROUTIER

Dates	11/4/75	6/2/76	24/2/77	13/4/78	21/3/79	14/4/80	23/4/81	19/3/82	31/3/83	22/3/84
Hcm	650	649	683	656	658	651	647	647	646	642

GOUMBAYEL

Dates	10/10/77	23/10/78	23/9/79	7/10/80	27/10/81	1/9/82
H	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

PONT-ROUTIER

$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{5}$	\bar{X}	$\sqrt{\quad}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{20}$	K
634	638	643	653	11,6	663	668	672	1,04

Au Pont-routier 20 % des étiages apparaissent en Février, 40 % en Mars et en Avril. Les étiages sont précoces dans l'ensemble. Mais ils le sont encore plus à Goumbeyel où 67 % des apparitions sont enregistrés en Octobre et 33 % en Septembre.

Ainsi l'étiage se caractérise par une précocité au Pont-routier encore plus accentuée à Goumbeyel où l'assèchement total du cours d'eau est constaté dès la fin de la saison pluvieuse.

Pont-routier

c) Le tarissement

Nous avons choisi quatre années pour étudier le tarissement au Pont et deux pour Goumbeyel. Ce tarissement est étudié sur papier semi-logarith. Il permet de déterminer le coefficient de tarissement (K) qui s'exprime par la formule suivante :

$$K = \frac{\text{Log } (Q) - \text{Log } (Q_0)}{T}$$

Q_0 = débit au jour où la décrue a pris fin et le tarissement a débuté.

Q = débit au jour où le tarissement a pris fin et où l'épuisement des nappes a débuté.

T = nombre de jour entre Q_0 et Q .

Les figures n°s 17, 18 et 19 montrent le tarissement aux stations du Niéri-Ko. Au Pont-routier, en 1974-1975, le tarissement a débuté 44 jours après la crue et a duré 29 jours. Le coefficient de tarissement est égal à 0,064. En 1980-1981, le tarissement a débuté 57 jours après la crue et a duré 19 jours. Le coefficient est égal à 0,073. En 1981-1982, le tarissement est plus précoce, 9 jours seulement après la crue. Mais il a duré 36 jours avec un coefficient de 0,056. En 1983-1984, l'année la plus sèche, le coefficient atteint 1,72. Le tarissement a débuté 40 jours après la crue et a duré 13 jours.

A Goumbeyel, en 1980-1981, le tarissement est survenu 94 jours après la crue avec une durée de 10 jours. Le coefficient est égal à 0,129. En 1981-1982, le tarissement intervient 9 jours après la crue et dure cette fois 43 jours avec un coefficient de 0,031.

*expl. de
la durée
de tarissement*

Ces coefficients sont en fait liés à la durée de tarissement. Plus le tarissement dure, plus le coefficient est réduit. Sur les courbes de tarissement trois phases sont notées au Pont-routier, deux à Goumbeyel. A la station du Pont, en dehors de la décrue et du tarissement apparaît la phase de l'épuisement des nappes tandis qu'à Goumbeyel, le tarissement est automatiquement suivi par l'assèchement du cours d'eau. Ce qui revient à dire que la nappe souterraine est assez éloignée de la surface en cette période pour permettre un soutien des débits du cours d'eau.

est-ce que la nappe souterraine est assez éloignée de la surface en cette période pour permettre un soutien des débits du cours d'eau.

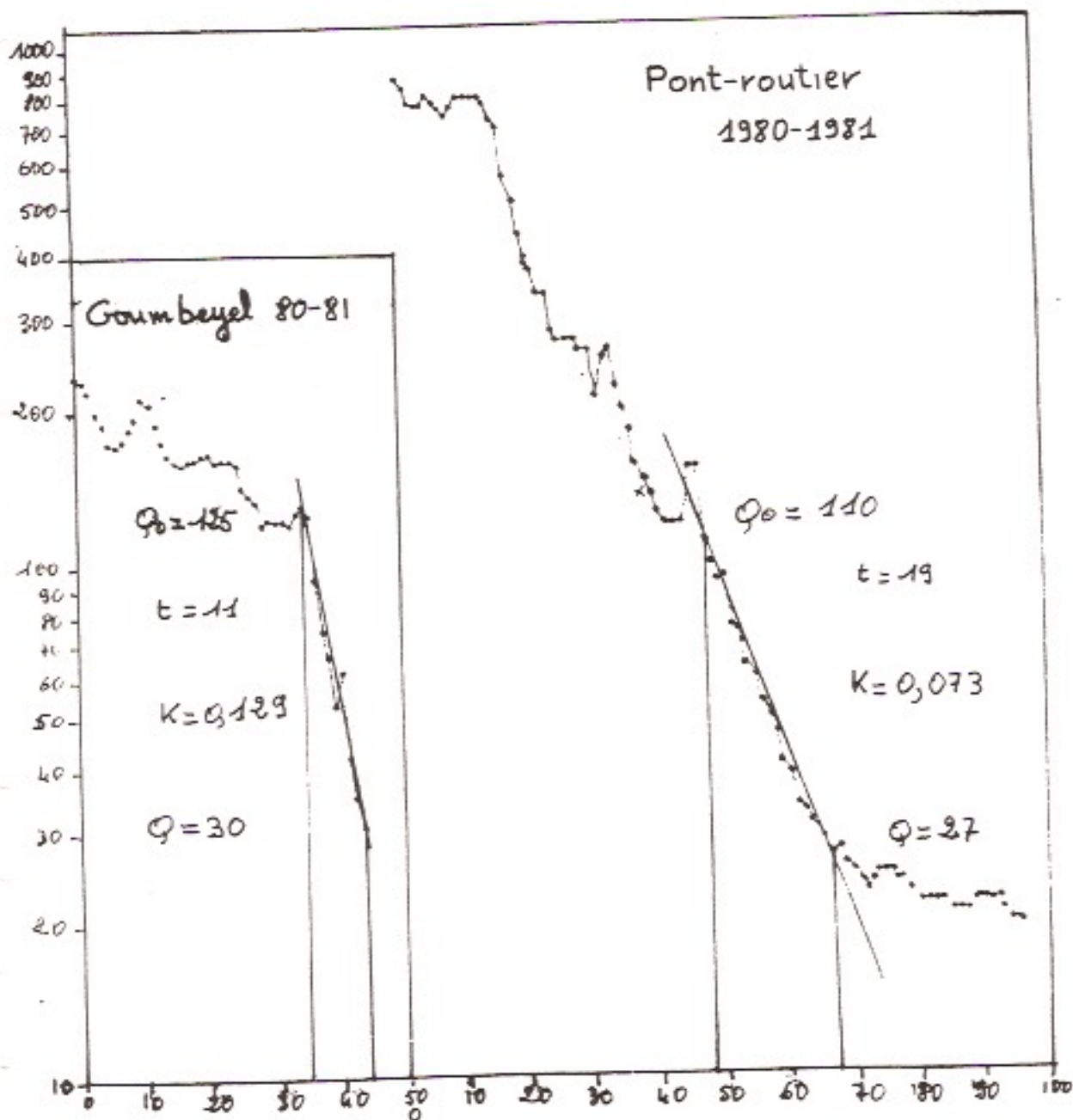
xx

xx

xx

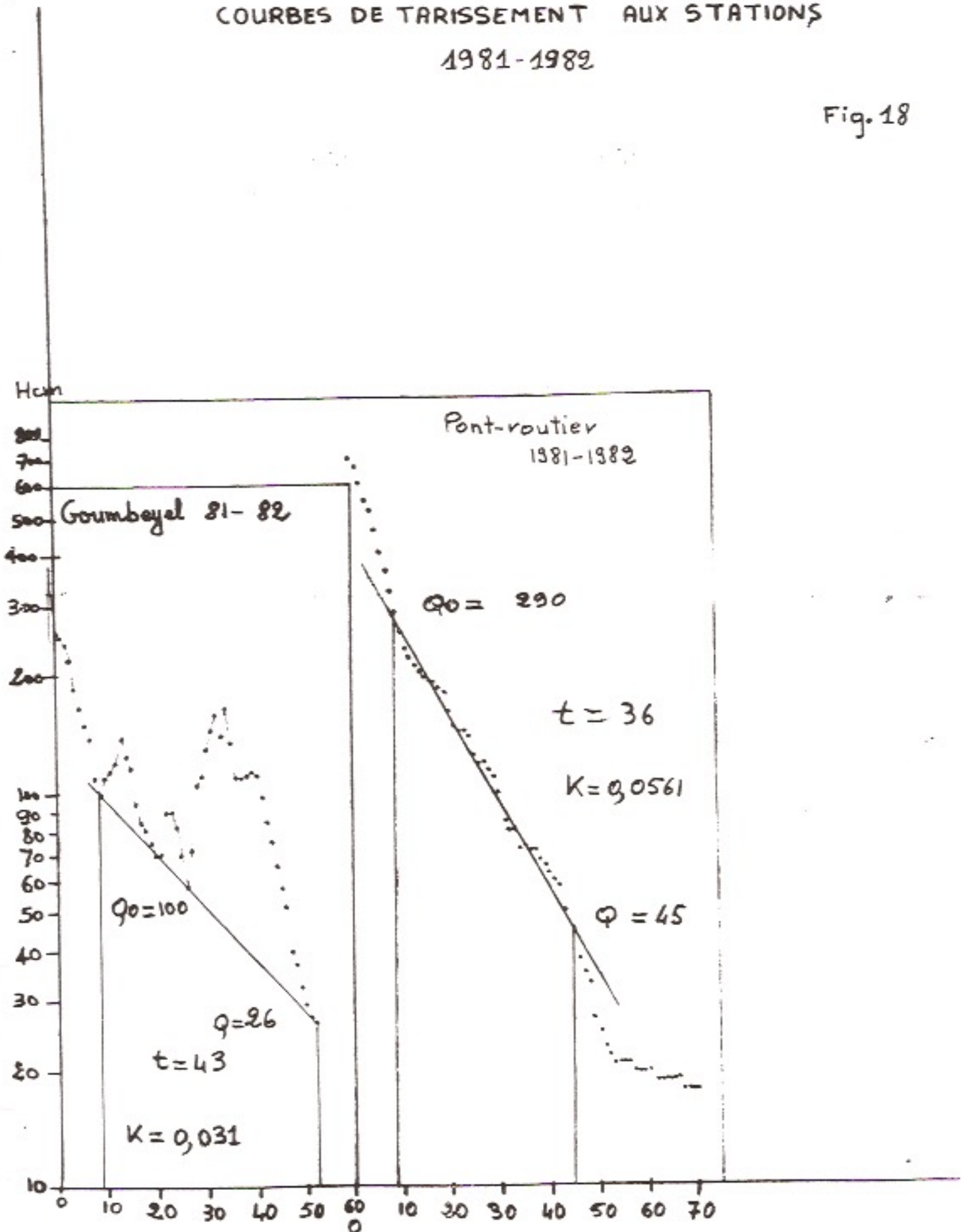
COURBES DE TARIFFEMENT AUX STATIONS
1980-1981

Fig. 17



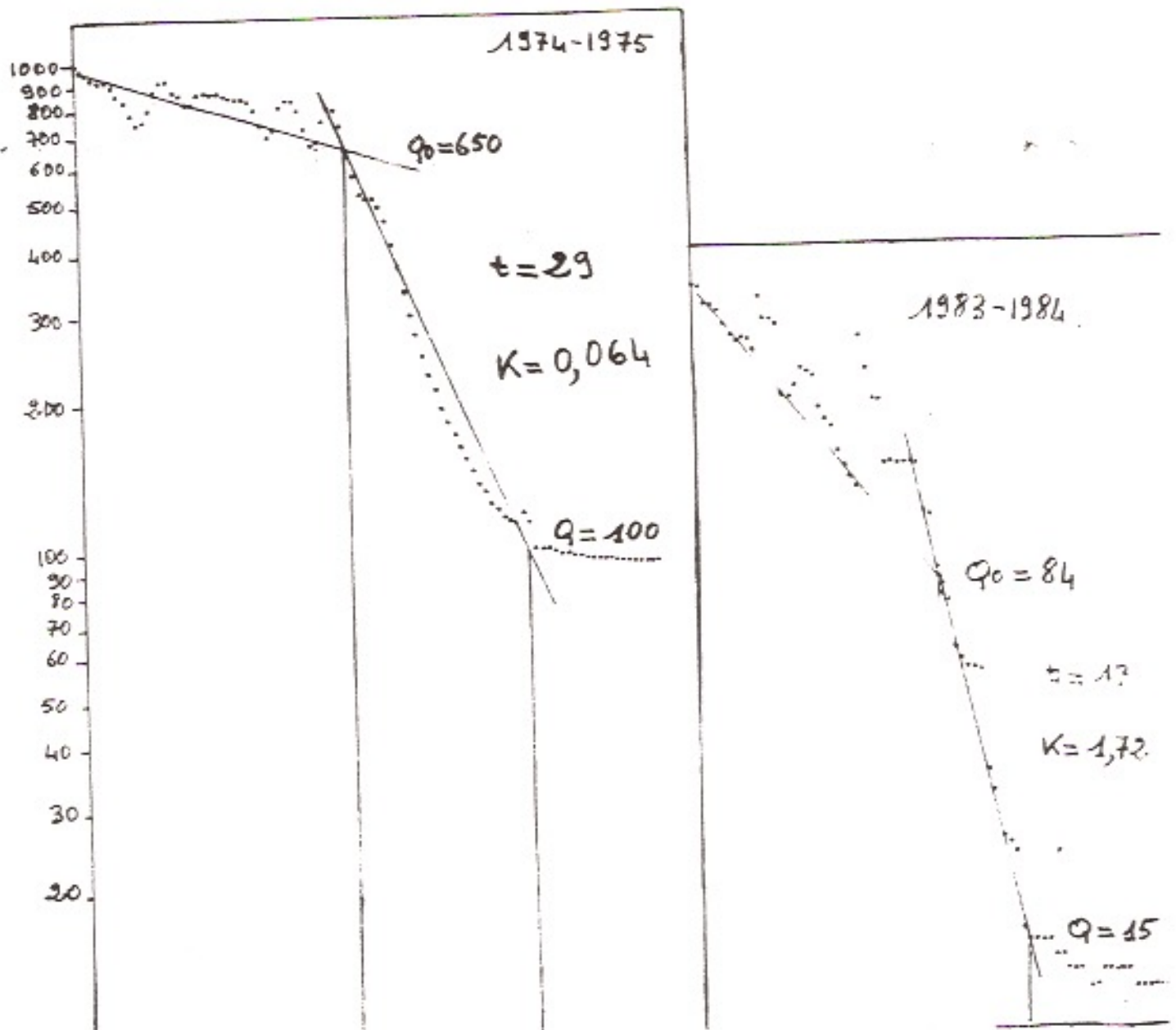
COURBES DE TARISSEMENT AUX STATIONS
1981-1982

Fig. 18



COURBES DE TARISSEMENT
AU
PONT-ROUTIER

Fig.19



CONCLUSION GENERALE

Le bassin-versant du Niéri-Ko, représentant 15 % de la superficie du Fleuve Gambie, se présente comme le bassin le plus vaste dans la partie continentale avec une superficie de 11.900 Km². Ils se définit à partir d'un certain nombre de traits physiques tels que :

- le relief qui se caractérise par la faiblesse des altitudes et des pentes ;
- la lithologie qui présente une perméabilité plus ou moins importante ;
- la végétation devenant de plus en plus dense de l'amont vers l'aval ;
- le climat favorable par les précipitations et défavorable par la longueur de la saison sèche et les fortes températures qui sont à l'origine d'une évapotranspiration importante.

L'interférence de ces facteurs physiques a eu pour conséquence la faiblesse des débits du cours d'eau, Goumbeyel 0,412 m³/s/an, Pont-routier 2 m³/s/an. Mais ces débits varient suivant les précipitations. Cette variabilité est plus importante au Pont-routier qu'à Goumbeyel. La répartition des précipitations durant l'année explique également la répartition de ces débits durant l'année hydrologique. Il a été constaté en fin de compte que le Niéri-Ko se caractérise par un régime ~~tropical-pur~~ avec des maxima et minima ainsi que des crues et des étiages qui dénotent une grande variabilité et une grande irrégularité plus à l'aval qu'à l'amont.

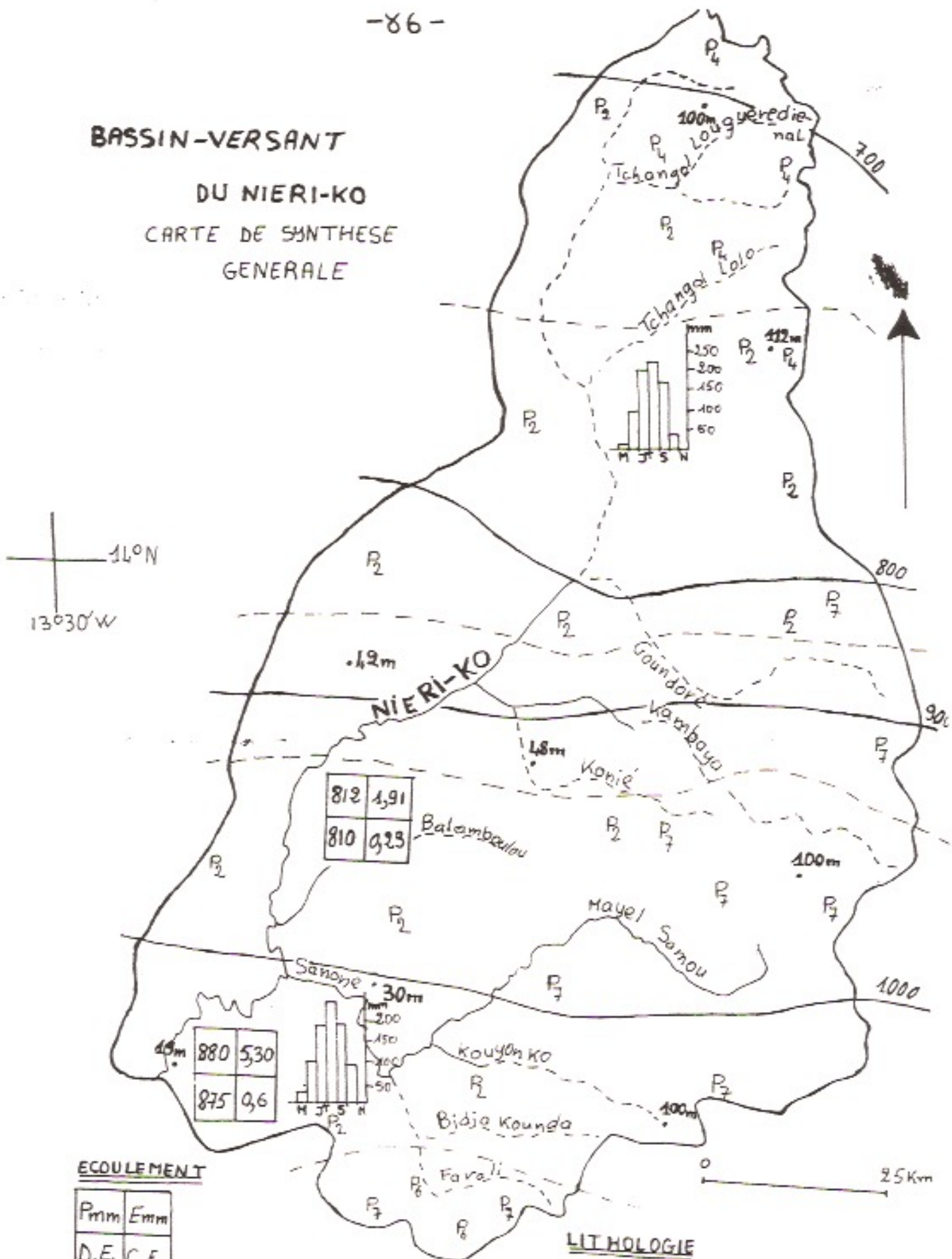
Hydro trop pure

Donc voici brièvement présenté l'essentiel de notre travail. Il nous a été en effet impossible de faire tout un travail d'hydrologie portant sur un cours d'eau dans un mémoire de maîtrise. Certains thèmes découverts durant ce travail feraient bien l'objet d'une intéressante étude, c'est le cas de l'année hydrologique 1975-1976 qui a vu un accroissement de ces hauteurs d'eau au Pont-routier dès Février, date du minimum mensuel.

les ne peuvent pas le problème

*Bilan de l'année
Ref. le 20/02/76*

**BASSIN-VERSANT
DU NIERI-KO
CARTE DE SYNTHÈSE
GÉNÉRALE**



ÉCOULEMENT

P _{mm}	E _{mm}
D.E.	C.E.

PRÉCIPITATIONS

— Isohyètes moyennes
 - - - annuelles 1951-1980

LITHOLOGIE

- P₂: Grès et sables argileux
- P₁: Calcaires
- P₃: Granites
- P₇: Schistes et quartzites

A. GNING 1986

BIBLIOGRAPHIE

- Annaires hydrologiques de la D.E.H.
Sénégal, année 1974/1975 à 1982/1983.
- BASSOT (J.P.) 1966
"Etude géologique du Sénégal Oriental et de ses confins guinéo-maliens"
Mém. B.R.G.M. n° 40.322, P. 44 figures, 11, tableaux, photo, cartes H.t.
- DIALLO (M.I.) 1983
"Etude du vent d'une station synoptique : Tambacounda 1946/1975"
T.E.R. Dep. géo. univ. DAKAR 139 P. Figure, tab.
- DIOP (I) 1981
"Monographie climatique d'une station synoptique :
Kédougou 1947/1976" T.E.R. Dép. géo. Un. DAKAR 109 P. 26 FIG. 24
Tab.
- EQUIPE TECASEN 1986
"Les données NOAA et l'inventaire des superficies inondées et des cultures
de décrues dans la vallée du Sénégal : crue 1985/1986" Rapport n° 5,
laboratoire de Télédétection, dép. de géog. Uni. de Dakar, Sénégal 55 P.,
fig. tab., cartes.
- FAUCK (R), CHARREAU (C), ADAMS (J.G.) 1965
"Climat - sols - végétation". Etudes sénégalaises n° 9 connaissance du
Sénégal, Fasc. 3-214 P. fig. tab.
- HOWARD HUMPHREYS 1974
"Etudes hydrologiques et topographiques du bassin du Fleuve Gambie".
- LEROUX (M.) 1980
" Le climat de l'Afrique tropicale" TH. doct. d'Etat, Dijon, 3 tomes,
1.427 P., 353 fig.

BIBLIOGRAPHIE (Suite)

- LO (H.M.) 1984

"Le bassin de la Gambie en amont de Gouloumbou"
Contribution à l'hydrologie et à la dynamique fluviale en milieu tropical humide africain -th. 3e cycle, uni. Nancy II, 396 P., 55 fig. Tabl, cartes, photos.

 - MICHEL (P) 1973

"Le bassin des Fleuves Sénégal et Gambie. Etude géomorphologique"
Doct. d'Etat, O.R.S.T.O.M., 3 tomes, 753 P., 170 fig., cartes W.t., photos.

 - MINISTERE DE L'HYDRAULIQUE - D.E.H. 1986

"Débits correspondants du Fleuve Gambie Dakar Fev. 1986, 32 P., 22 fig., Tabl.

 - PARDE (M) 1968

"Fleuves et rivières" Paris, A. Collin, coll. U2 5e édi., 245 P.
18 fig.

 - REMENIERAS (G) 1980

"L'hydrologie de l'Ingénieur" Paris, Eyrolles, 456 P. fig. tabl.

 - RODIER (J) 1964

"Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à l'Ouest du Congo" O.R.S.T.O.M.
Paris 137 P.

 - SOW (A.A.) 1984

"Pluie et écoulement dans le bassin du Fleuve Sénégal" contribution à l'hydrologie fluviale en domaine tropicale humide africain th. 3e cycle Uni. Nancy, 442 P. 52 fig, 79 tab., cartes, photos.
-

CARTOGRAPHIE DE BASE

1 - CARTES TOPOGRAPHIQUES AU 1/500.000 IGN

- Feuille Matam

- Feuille Tambacounda

2 - CARTES PEDOLOGIQUES DE RECONNAISSANCE AU 200.000 e
B. Kaloga, S.P. Barreto, P. De Blic 1964-1965 ORSTOM

- Feuille Dalafi

- Feuille Tambacounda

- Feuille Bakel

3 - CARTE HYDROGEOLOGIQUE DU SENEGAL AU 1/500.000 BRGM

- Feuille Bakel

- Feuille Tambacounda.



LISTES DES CARTES ET ILLUSTRATIONS

<u>CARTE</u>	<u>INTITULE</u>	<u>PAGES</u>
I	Carte de situation du bassin	4
II	Topographie et hydrographie	6
III	Geologie - Lithologie	15
IV	Isohyetes moyennes annuelles 1951-1980	45
V	Carte de synthèse des facteurs	47
VI	Carte de synthèse de l'écoulement.	86

<u>FIGURE N°</u>	<u>INTITULE</u>	<u>PAGE.</u>
1	Coupe topographie Est-Ouest du bassin-versant	7
2	Flux et discontinuités sur l'Afrique	22
3	Températures et humidités relatives	25
4	Evaporation et évapotranspiration	28
5	Méthode d'homogénéisation par les doubles cumuls	30
6	Anamorphose en log : Kédougou-Kayes	32
7	Anamorphose en racine ; Tambacounda	33
8	Comblement des données par régression	35
9	Profils pluviométriques des stations	38
10	Variabilité interannuelle des pluies	41
11	Courbe de tarage à Gombeyel	51
12	Coefficients d'hydraulicité	58
13	Variations mensuelles des hauteurs d'eau : Pont-routier	61
14	Corrélation hydro-pluviométrique	64
15	Hauteurs d'eau et débits correspondants	72
16	Courbes des hauteurs d'eau et débits classés	78
17	Courbes de tarissement aux stations 1980/1981	82
18	Courbes de tarissement aux stations 1981/1982	83
19	Courbes de tarissement au Pont-routier.	84

INTITULE

<u>TABLEAU</u>	<u>N°</u>		<u>PAGES</u>
1		Dates de crues aux stations	8
2		Valeurs moyennes des températures et de l'humidité relative	24
3		Evaporation et évapotranspiration.....	27
4		Moyennes, coefficients de variations aux stations	40
5		Probabilités de pluies aux stations.....	43
6		Variations mensuelles des débits aux stations.....	52
7		Bilan hydrologique à Gombeyel.....	54
8		Coefficients d'hydraulicité a Gombeyel.....	56
9		Bilan hydrologique au Pont-routier.....	57
10		Coefficients d'hydraulicité au pont-routier.....	57
11		Pont-routier : coefficient de variation et	60
		hauteurs fréquentielles	60
12		Coefficients de variation des maxima et minima	67
13		Hauteurs maximales et minimales fréquentielles	68
14		Hauteurs maximales journalières et leur fréquence	70
15		Hauteurs minimales journalières et leur fréquence.	79

TABLE DES MATIERES

AVANT - PROPOS	1
INTRODUCTION	2
 <u>PREMIERE PARTIE</u>	
Les facteurs de l'écoulement dans le bassin du Niéri-Ko	3
 <u>CHAPITRE I : LE RESEAU HYDROGRAPHIQUE ET LES DONNEES D'ETUDE ..</u>	
A - Le réseau Hydrographique	5
B - Les données d'étude	8
 <u>CHAPITRE II : LE RELIEF ET LES DONNEES MORPHOMETRIQUES</u>	
A - Le relief dans le Bassin	10
B - Les caractéristiques morphométriques	11
 <u>CHAPITRE III : LES FACTEURS LITHOLOGIQUES</u>	
A - La géologie	13
B - Les zones de perméabilité	14
 <u>CHAPITRE IV : LES SOLS ET LA VEGETATION</u>	
A - Les sols	17
B - Les formations végétales	18
 <u>CHAPITRE V : LE CLIMAT DU BASSIN</u>	
A - Les facteurs du climat	20
B - Les mécanismes du climat	21
C - Les autres éléments déterminants de l'écoulement	23
D - Le régime pluviométrique et la lame d'eau reçue dans le bassin	29
 <u>CONCLUSION</u>	
	44

DEUXIEME PARTIE

Les modalités de l'écoulement de surface	48
<u>CHAPITRE I</u> : L'ETAT DES DONNEES ET LE RESEAU HYDROMETRIQUE	49
A - Le réseau de poste de mesure	49
B - L'état des données d'analyse	49
<u>CHAPITRE II</u> : LE BILAN HYDROLOGIQUE MOYEN ANNUEL	53
A - Le bilan et sa variabilité à Goumbeyel	54
B - Le bilan et sa variabilité au Pont-routier	57
<u>CHAPITRE III</u> : LE REGIME HYDROLOGIQUE AU PONT-ROUTIER	59
A - Le régime hydrologique moyen annuel	59
B - La variabilité du régime	63
<u>CHAPITRE IV</u> : LES EXTREMES HYDROLOGIQUES	68
A - L'étude des débits maxima	66
B - L'étude des débits minima	76
<u>CONCLUSION GENERALE</u>	85
Bibliographie	87
Cartographie de base	89
Tableau des cartes et illustrations	90
Table des matières	92