

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
ET TECHNIQUE OUTRE-MER

Centre ORSTOM de BRAZZAVILLE

REGIMES HYDROLOGIQUES DES RIVIERES BATEKES

---

( LEFINI, ALIMA, N'KENI )

par

J-C. OLIVRY

# S O M M A I R E

## INTRODUCTION

### I - GENERALITES ET LIMITES DE L'ETUDE

- I-1 HYDROGRAPHIE
- I-2 DONNEES D'OBSERVATIONS
  - I.2-1 Réseau limnimétrique
  - I.2-2 Réseau pluviométrique et météorologique
- I-3 LIMITES DE L'ETUDE
- I-4 GEOMORPHOLOGIE
- I-5 GEOLOGIE
- I-6 VEGETATION

### 2 - CLIMATOLOGIE

- 2-1 PLUVIOMETRIE
  - 2.1-1 Pluviométrie annuelle des bassins étudiés.
- 2-2 TEMPERATURES
- 2-3 CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION

### 3 - ETUDE DES DEBITS

- 3-1 OBSERVATIONS
- 3-2 ETALONNAGE DES STATIONS
- 3-3 DEBITS OBSERVES
- 3-4 DEBITS SPECIFIQUES
- 3-5 IRREGULARITE ANNUELLE
  - 3.5-1 Rapport du débit mensuel le plus fort au débit mensuel le plus faible
  - 3.5-2 Amplitude
- 3-6 IRREGULARITE INTERANNUELLE
  - 3.6-1 Répartition statistique des modules
  - 3.6-2 Coefficient d'irrégularité interannuelle

### 4 - BILAN HYDROLOGIQUE

- 4-1 CALCUL DU BILAN MOYEN
  - 4.1-1 Déficit d'écoulement
  - 4.1-2 Coefficient d'écoulement
- 4-2 EVALUATION DE LA BALANCE ANNUELLE DE LA NAPPE A PARTIR DU BILAN ANNUEL
- 4-3 BILAN MOIS PAR MOIS

5 - CRUES ET RUISSELLEMENT

- 5-1 ETUDE STATISTIQUE DES MAXIMUMS DE CRUE
- 5-2 RUISSELLEMENT

6 - ETIAGES ET TARISSEMENT

- 6-1 ETUDE STATISTIQUE DES ETIAGES
- 6-2 RAPPORT ENTRE BASSINS

7 - ETUDE DU TARISSEMENT

- 7-1 DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE TARISSEMENT
- 7-2 ETUDE DES VARIATIONS DU COEFFICIENT DE TARISSEMENT

8 - HYDROGEOLOGIE

CONCLUSIONS

BIBLIOGRAPHIE

o  
o o

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

Les plateaux Batékés représentent le principal château d'eau de la République du Congo. De par leur situation géographique, leurs rivières alimentent trois bassins différents : le Congo, le Niari et l'Ogoué.

La parfaite individualité de cette région permet d'isoler un régime hydrologique particulier bien différent de ceux que l'on rencontre sur le reste du territoire congolais.

Cette individualité tient au facteur géologique qui est rarement aussi déterminant dans d'autres régions.

Ici, le pouvoir de rétention des terrains est tel que le régime hydrologique est conditionné par l'énorme réserve en eau des plateaux Batékés.

Ce n'est pas préjuger de l'étude qui va suivre que de parler de régularité des rivières Batékés. Le profane qui a voyagé au Congo a été frappé par l'aridité des plateaux, par l'importance de l'écoulement des rivières en saison sèche et les sables des plateaux lui ont suggéré une infiltration rapide des précipitations.

En effet, les rivières Batékés comptent parmi les plus régulières du monde, du fait de l'importance de l'écoulement de base et du faible taux de ruissellement.

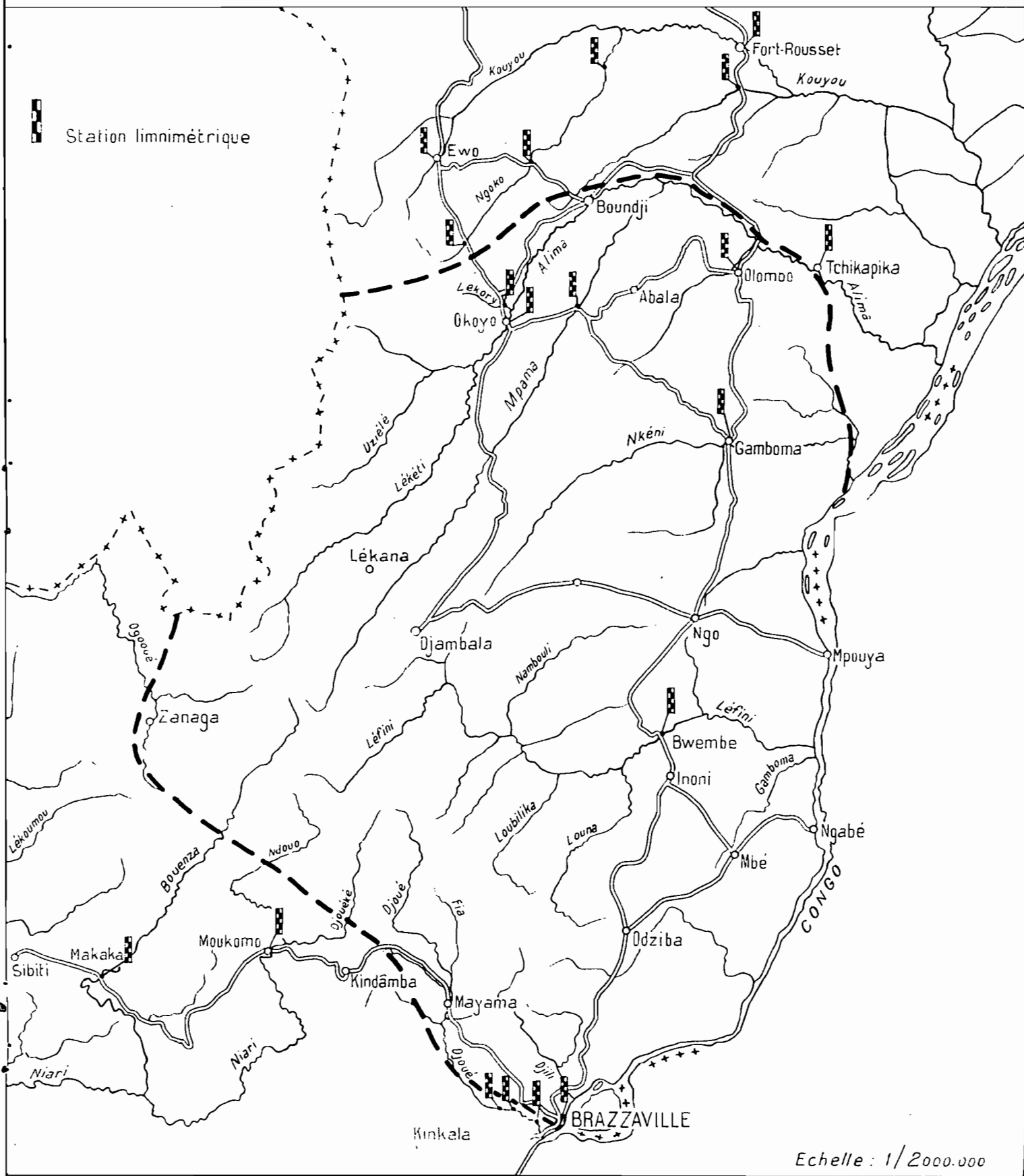
Le but de cette étude n'était donc pas seulement de réaffirmer ce particularisme des rivières Batékés, mais d'exploiter des observations effectuées pendant plus de quinze années pour les rivières principales et de préciser quantitativement les caractéristiques de leurs régimes.

Ces caractéristiques ont d'ailleurs été déterminées pour la plupart dans des études antérieures effectuées dans un cadre plus général.

Enfin, il était impossible de séparer une étude hydrologique des plateaux Batékés du contexte hydrogéologique.

Malheureusement les observations hydrogéologiques sont rares et les faibles perspectives de mise en valeur de ces régions déshéritées ne permettent pas d'en augurer une amélioration dans un proche avenir. Aussi l'étude hydrogéologique ne fait que proposer des hypothèses, surtout qualitatives, confrontant diverses observations sur les dimensions et caractéristiques de la nappe.

# CARTE DE SITUATION DES PLATEAUX BATEKES



## I - GENERALITES ET LIMITES DE L'ETUDE

---

### I.1 - HYDROGRAPHIE

Les plateaux Batékés, avec une superficie de plus de 70.000 Km<sup>2</sup>, situés entre 1<sup>o</sup> et 4<sup>o</sup> de latitude Sud, alimentent trois bassins hydrographiques : le Congo, le Niari et l'Ogoué.

Les affluents du Congo drainent la majeure partie des plateaux. Ce sont principalement, du Nord au Sud, l'Alima et ses affluents, la N'Keni, la Léfini et le Djoué.

La Bouenza, le N'Douo et le Djouéké prennent leur source dans les plateaux Batékés, mais l'alimentation du Niari ne leur doit qu'une faible part.

Il faut signaler la régularité du tracé du réseau hydrographique. Il y a deux directions privilégiées : SUD-OUEST/NORD-EST pour les cours supérieurs et moyens, parallèle à l'axe du Congo et NORD-OUEST/SUD-EST pour les cours inférieurs. L'origine de ces directions privilégiées est probablement tectonique.

L'Ogoué et son affluent le M'Passa naissent également dans les plateaux Batékés.

### I.2 - DONNEES D'OBSERVATIONS

#### I.2-1. Réseau limnimétrique

Les hauteurs d'eau sont observées, ou l'ont été, pendant une période donnée, aux stations suivantes :

Bassin de l'Alima	- Okoyo	)	
	- Tchikapika	(	sur l'Alima
	- M'Bouma		sur la Lekory
	- Osselé		sur la M'Pama
	- Olombo		sur la Como

Bassin de la N'Keni	- Gambona
Bassin de la Léfini	- Bwembé
Bassin du Djoué	- Kibossi
	- Goma Tsé-Tsé
	- Barrage

N'Douo (Niari supérieur)	Moukomo	
Bouenza	- Makaka	
Ogoué	- Loudendedougou	)
M'Passa	- Okoudja	( Gabon

Ces observations sont assurées par le service hydrologique de l'ORSTOM.

#### I.2-2 Réseau pluviométrique et météorologique

Les observations sont assurées par le service météorologique de l'ASECNA.

Il y a quatre stations synoptiques : DJAMBALA, GAMBONA, M'POUYA et BRAZZAVILLE.

Plusieurs postes pluviométriques précisent la répartition des hauteurs de pluie. Ce sont : BOUNDJI, FORT-ROUSSET, LEKANA, N'GABE, MAYAMA et INONI, et mis en service récemment ou irrégulièrement suivies : BWEMBE, OKOYO, N'SA, M'BE.

#### I.3 - LIMITES DE L'ETUDE

Ces limites ont été imposées par la répartition des stations limnimétriques.



L'étude se proposant de relier les régimes hydrologiques au facteur géologique, les bassins devaient être entièrement compris dans la même zone homogène de la série Batéké.

Les stations du N'Douo et de la Bouenza concernent des bassins pour lesquels les apports des plateaux Batékés sont minoritaires en débit moyen.

Il en est de même pour les stations de l'Ogoué et de la M'Passa.

Enfin, le bassin du Djoué comprend en partie des terrains schisto-calcaires du précambrien.

La présente étude porte donc sur les bassins de l'Alima, de la N'Kéni et de la Léfini.

Sur les sept stations de ces bassins, deux n'ont pas été retenues :

- Tchikapika, pour laquelle le rattachement des relevés anciens aux relevés récents n'est pas possible pour le moment;
- Osselé, sur la M'Pama, pour laquelle il n'a pas été effectué de tarage.

Cinq bassins ont été analysés en définitive :

- Léfini à Bwembé	13 500 Km <sup>2</sup>
- Alima à Okoyo	8 080 Km <sup>2</sup>
- N'Kéni à Gambona	6 250 Km <sup>2</sup>
- Como à Olombo	1 870 Km <sup>2</sup>
- Lekory à M'Bouma	226 Km <sup>2</sup>

#### I.4 - GEOMORPHOLOGIE

L'ensemble structural des plateaux Batékés est subdivisé par le réseau hydrographique en plusieurs unités géographiques :

Du NORD-OUEST au SUD-EST, on rencontre :

- Les petits plateaux de Koukouya et de Djambala entaillés par les rivières Leketi et M'Pama.

- Le plateau de Nsa qui couvre plus de 4.000 Km<sup>2</sup> entre la N'Keni et la Léfini.

- Enfin, le plateau de M'Be entre la Léfini et le Congo, qui a une superficie de plus de 7.500 Km<sup>2</sup>. C'est le plateau Batéké sensu stricto.

La surface de ces plateaux s'incline doucement vers l'Est en passant de 800 m à Koukouya à 600 m au bord du Congo.

Sur le plan géomorphologique, on distingue trois zones :

- Les plateaux
- Les vallées profondes et larges
- Les hautes collines.

Ces hautes collines aux groupes arrondies ont été découpées par l'érosion sur les bordures des plateaux Batékés à l'Ouest, au Nord et au Sud. Les pentes de ces collines dépassent parfois 30%.

Cette zonalité géomorphologique se retrouve dans les trois bassins étudiés mais avec une répartition différente qui permettra d'expliquer certaines différences hydrologiques entre les bassins.

La superficie totale de chaque bassin est en pourcentage :

Zones	<u>LEFINI</u>	<u>N'KENI</u>	<u>ALIMA</u>
Plateaux	27 %	43 %	6,2 %
Vallées	27,5 %	25 %	24,8 %
Collines	45,5 %	32 %	69 %
Plateaux et Collines	72,5 %	75 %	75,2 %

On peut remarquer la relativement faible superficie occupée par les plateaux, notamment pour l'Alima.

L'importance des vallées est comparable pour les trois bassins.

Enfin les hautes collines occupent une superficie considérable, notamment dans l'Ouest des plateaux Batékés.

## 1.5 - GEOLOGIE

La série des plateaux Batékés, avec une puissance de 400m, repose sur la série du Stanley Pool qui affleure à Brazzaville.

La série du Stanley Pool comprend trois niveaux : un niveau moyen d'argilites rouges à passées gréseuses, un niveau moyen de grès compacts blancs et un niveau supérieur de grès kaoliniques tendres à grain moyen.

Cette série affleure probablement dans les fonds de vallées de l'Alima à la Léfini.

Au-dessus, la série des plateaux Batékés comprend des couches inférieures de grès polymorphes, grès tendres à grain fin, barres lenticulaires discontinues de grès quartzeux, et un horizon supérieur de sables ocres d'une puissance de 30 à 90 m.

Les travaux belges sur la série du Kwango qui prolonge en rive gauche du Congo les plateaux Batékés datent la base de la série de la fin du crétacé et le reste de la série, du tertiaire.

Du point de vue pédologique, on note que la fraction argileuse des sols sableux est nettement plus importante pour les plateaux que celle des hautes collines et ce notamment pour les plateaux Koukouya et de Djambala.

Dans les vallées, de par la présence d'une nappe permanente à faible profondeur, existent des sols hydromorphes.

## I.6 - VEGETATION

Les plateaux sont recouverts d'une végétation extrêmement pauvre du type savane.

Cette savane est parfois arbustive, mais les arbustes sont rabougris. On note quelques bosquets d'arbres anthropiques autour des villages.

En fait, la savane est d'autant moins arbustive que la fréquence des feux de brousse est plus importante et on rencontre le plus souvent sur les plateaux de Nsa et de Mbe une strate herbacée essentiellement composée d'*Hyparrhenia diplandra*.

La végétation des hautes collines est souvent encore moins arbustive que celle des plateaux. Le tapis graminéen est très lâche et se compose essentiellement de *Loudetia demeusii* et *Ctenium nextonii*. Pendant la saison sèche cette végétation herbacée n'a qu'une vie très ralentie ou nulle.

## 2 - CLIMATOLOGIE

Le climat des plateaux Batékés est analogue au climat intertropical avec une saison sèche très nette, de Juin à Septembre, et une saison des pluies marquée de nombreux orages.

### 2.1 - PLUVIOMETRIE

On a établi sur seize années la moyenne pluviométrique mensuelle des trois stations principales de DJAMBALA, GAMBONA et M'POUYA :

---

---

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
DJAMBALA	189,9	193,3	233,2	257,8	185,2	33,1	10,7	40,0	139,0	202,9	260,9	234,1
	<u>Année 1980,1</u>											
GAMBONA	158,3	168,6	187,2	171,2	158,5	55,7	21,4	64,8	172,4	265,9	197,5	194,8
	<u>Année 1816,3</u>											
M'POUYA	142,0	147,8	179,8	194,9	154,2	20,9	6,1	24,6	98,2	191,9	219,0	152,4
	<u>Année 1531,8</u>											

---

On voit que Djambala est nettement plus arrosé que les autres stations.

Ceci s'explique d'une part par l'altitude de Djanbala, voisine de 800 m, d'autre part par les influences océaniques qui arrivent dans les régions occidentales des plateaux.

Le caractère équatorial du climat est marqué par un léger infléchissement des précipitations en Janvier-Février correspondant à la petite saison sèche observée à Brazzaville. Mais les précipitations mensuelles restent trop fortes pour que l'on puisse parler d'une saison sèche. De part et d'autre de cet infléchissement, la saison des pluies montre deux maximums en Novembre et Avril pour Djambala et M'Pouya, et Octobre et Mars pour Gambona, situé près de 1° plus au Nord. Il faut remarquer que pour Djambala les deux maximums sont équivalents, tandis que le maximum de Novembre est plus fort que celui d'Avril pour Gambona et M'Pouya.

La saison sèche montre trois mois, Juin, Juillet et Août en-dessous de 100 mm de pluie. Elle est plus marquée pour Djambala et M'Pouya que pour Gambona, plus proche de l'Equateur.

### 2.1-1. Pluviométrie annuelle des bassins étudiés

Des cartes isohyètes ont été établies pour chaque année. La densité du réseau ne permet pas une précision rigoureuse dans l'estimation de la pluie moyenne des bassins.

On trouvera dans le tableau ci-dessous la pluie moyenne année par année des trois bassins principaux.

<u>Année</u>	<u>LEFINI</u>	<u>N'KENI</u>	<u>ALIMA</u>
1952	2105	1880	2120
1953	1910	1820	2100
1954	1880	1890	1850
1955	2220	2120	2010
1956	1740	1520	1620
1957	1960	1900	1975
1958	1500	1400	1600
1959	2250	2360	2700
1960	1900	1870	2270
1961	2070	2100	2550
1962	2150	2170	2200
1963	2000	2180	2420
1964	1960	1930	2150
1965	2000	2050	2300
1966	2020	2050	2300
<u>Moyenne</u>	<u>1980</u>	<u>1954</u>	<u>2150</u>

Ces chiffres montrent que la pluviométrie moyenne ne varie pas tellement d'un bassin à l'autre, sauf pour l'Alina dont le bassin est compris dans la région la plus arrosée, et ceci s'explique par l'imbrication des bassins dans la zone de Djambala fortement arrosée.

### 2.2 - TEMPERATURES

Mesurées à Djambala, Gambona et M'Pouya, les températures montrent de faibles variations au cours de l'année et sont assez comparables à celles de Brazzaville.

La station de Djanbala est légèrement plus froide que Gambona et M'Pouya, ce qui s'explique par l'altitude de la station.

Pour les trois stations, on observe le minimum de T moyen en Juillet, ce qui correspond au moment le mieux marqué de la saison sèche.

L'amplitude annuelle est beaucoup plus forte à Djanbala qu'aux autres stations, ce qui traduit encore l'influence du facteur altitude. (Rappelons que Djanbala est sur le plateau, tandis que Gambona et M'Pouya sont dans les vallées).

Les températures minima sont à peu près constantes pendant la saison des pluies et marquent un infléchissement pendant la saison sèche.

La température maxima est plus variable. Elle atteint son maximum en Mars-Avril correspondant au 2ème maximum de pluviométrie et au passage du soleil à l'équateur, baisse pendant la saison sèche en Juin-Juillet correspondant à l'été boréal et à un ensoleillement réduit : Brouillard, temps couvert.

En Août on observe un nouveau maximum lié, semble-t-il, à l'absence de brouillard et à un ensoleillement plus important.

### 2.3 - CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION

L'évapotranspiration réelle calculée suivant la formule de TURC

$$E_r = \frac{P}{\sqrt{0,9 + P^2/L^2}}$$

( où P est la hauteur de précipitation annuelle en mm  
et L le pouvoir évaporant de l'atmosphère en mm =  
300 + 25 T + 0,05 T<sup>3</sup> )

donne des résultats trop forts en régime équatorial en adoptant pour L l'expression proposée par l'auteur.

L'évapotranspiration potentielle a été calculée à Brazzaville par différentes formules (TURC - PENMAN - BOUCHET). Elle peut être estimée à 1250, 1300 mm. En remplaçant le terme L dans la formule de TURC par ETP calculée, l'évapotranspiration réelle serait en moyenne (avec ETP = 1250 mm) pour :

- le Bassin de la Léfini	P = 1980 mm	E <sub>r</sub> = 1084 mm
- le Bassin de la N'Keni	P = 1954 mm	E <sub>r</sub> = 1075 mm
- le Bassin de l'Alima	P = 2150 mm	E <sub>r</sub> = 1100 mm

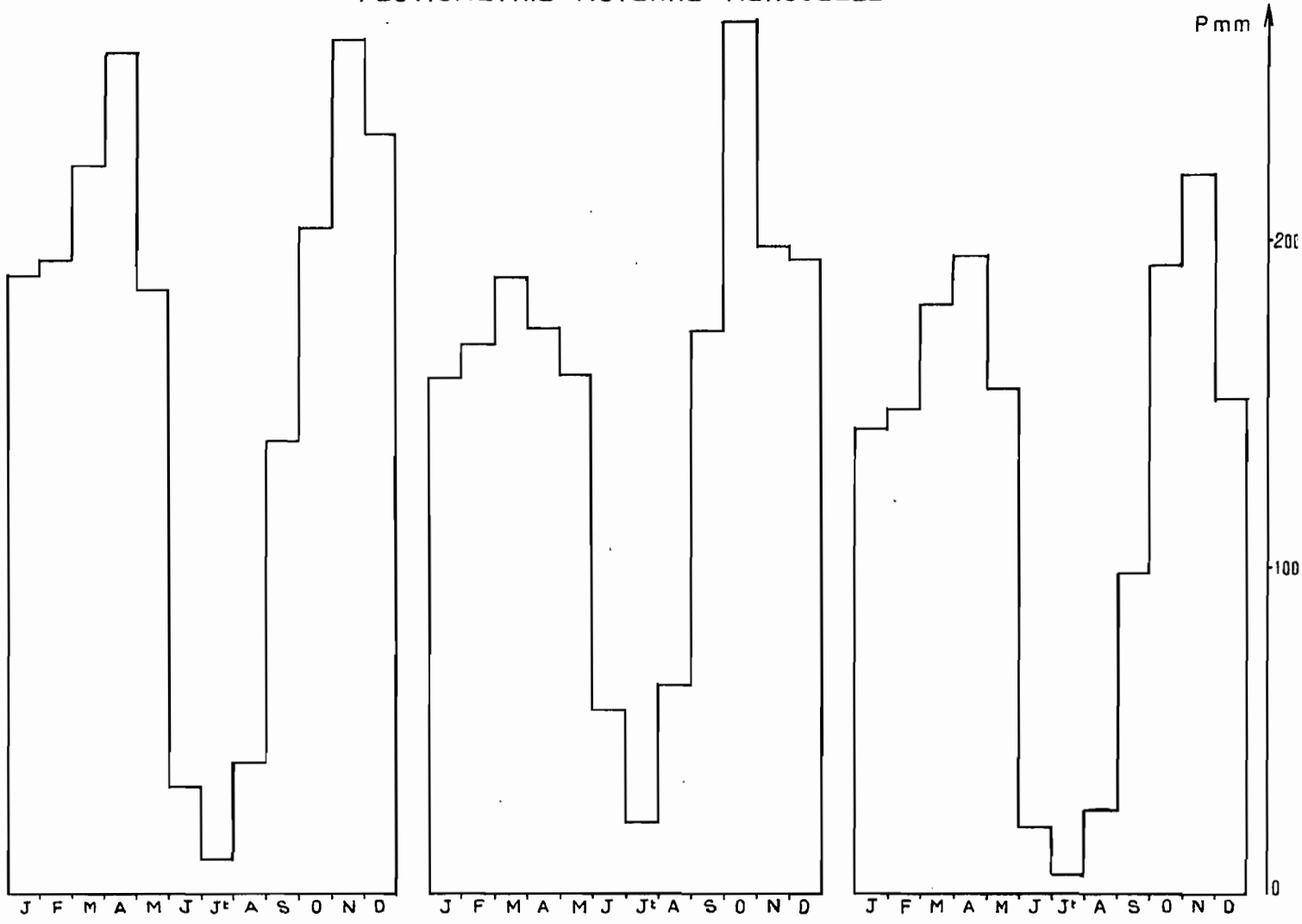
Soit en moyenne : 1100 mm.

Une approche plus rationnelle consiste à analyser mois par mois la situation, l'évapotranspiration potentielle étant calculée suivant la formule de PENMAN à Brazzaville, et à estimer l'évapotranspiration réelle par la méthode du bilan hydrique de THORNTHWAITE.

On voit que la pluviométrie mensuelle est toujours supérieure à ETP pendant neuf mois de l'année. Les apports excédant les besoins, on peut admettre que l'évapotranspiration réelle est égale à l'évapotranspiration potentielle pendant ces neuf mois.



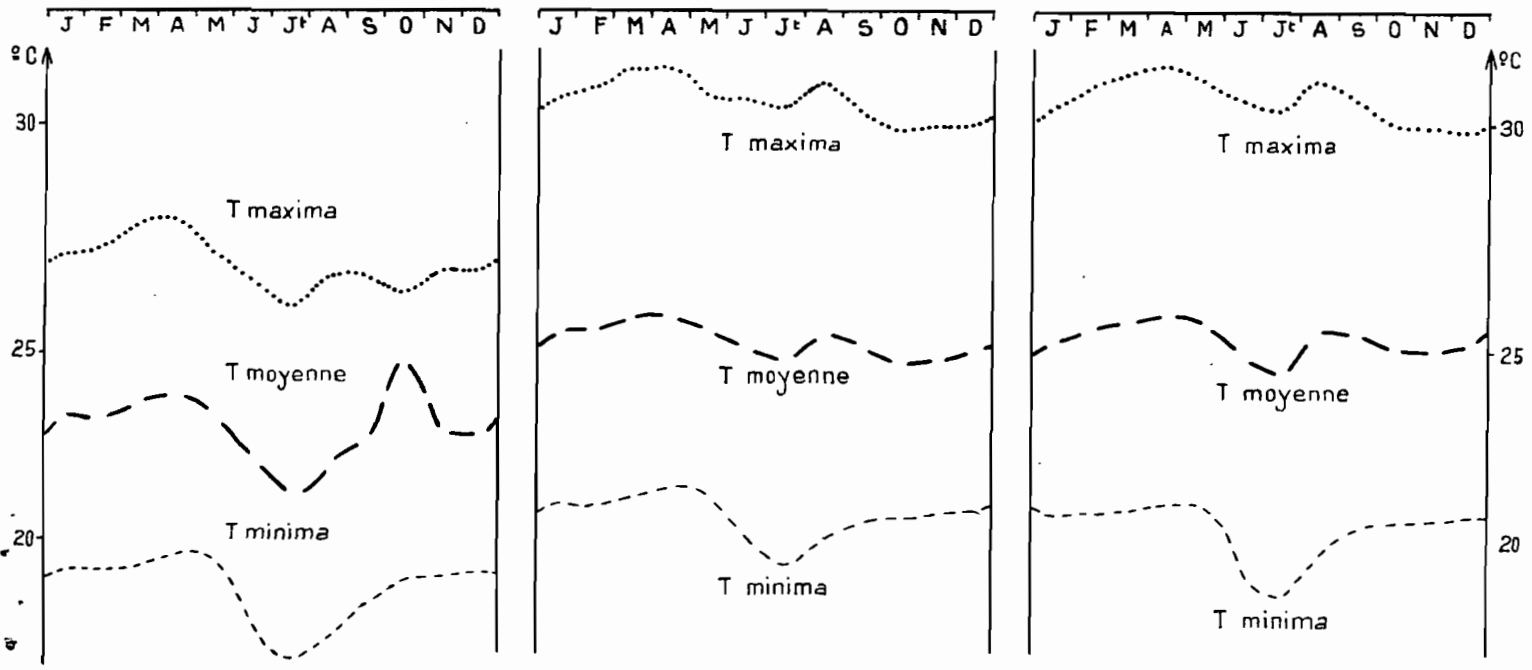
PLUVIOMETRIE MOYENNE MENSUELLE



DJAMBALA

GAMBOMA

M'POUYA



TEMPERATURES MOYENNES MENSUELLES

T E M P E R A T U R E S

Période 1951 - 1960

	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
DJAMBALA moy.	23,3	23,2	23,6	23,8	23,3	22,2	21,2	22,0	22,6	24,7	22,8	22,8	22,8
max.	27,6	27,8	28,4	28,5	27,6	26,9	26,2	27,0	27,0	26,6	27,1	27,1	27,3
min.	19,2	19,2	19,3	19,6	19,5	17,9	16,8	17,3	18,3	18,9	19,0	19,1	18,6
GAMBOMA moy.	25,5	25,6	25,9	25,9	25,6	25,1	24,8	25,5	25,1	24,7	24,9	25,0	25,3
max.	30,7	31,0	31,5	31,5	30,8	30,7	30,5	31,2	30,4	29,9	30,0	30,0	30,6
min.	21,0	20,9	21,1	21,4	21,2	20,1	19,3	20,1	20,5	20,6	20,7	20,8	20,6
M'POUYA moy.	25,2	25,6	25,8	26,0	25,8	24,9	24,5	25,6	25,5	25,1	25,0	25,2	25,3
max.	30,4	31,0	31,3	31,6	31,1	30,7	30,4	31,2	30,7	30,0	30,0	29,9	30,6
min.	20,6	20,7	20,8	21,0	20,9	19,1	18,5	19,6	20,3	20,5	20,6	20,7	20,3

Pour les trois mois de saison sèche, les apports étant inférieurs aux besoins, on peut considérer qu'ils passeront globalement dans l'évapotranspiration.

Enfin la végétation consommera le stock d'eau en réserve dans le sol pendant la saison sèche. Nous l'évaluerons arbitrairement à 50 mm (environ 50 cm de sol parcouru par les racines).

	J	F	M	A	M	S	O	N	D	<u>Total</u>
ETP Penman	112	106	1125	118	104...	100	109	116	112	1002 mm
+ P (J. Jt.A) - Djambala					84					
- Gambona					140					
- M'Pouya					51					

+ 50 mm de réserve,

ce qui donnerait pour Djambala	$E_r = 1136$ mm
Gambona	$E_r = 1192$ mm
M'Pouya	$E_r = 1103$ mm

Il semble par conséquent que l'évaporation réelle estimée puisse être de l'ordre de 1150 mm.

Bien entendu, dans cette estimation, hormis l'évaluation du stock d'eau dans le sol (50 mm) nous faisons abstraction des conditions particulières des plateaux Batékés. Nous verrons dans le bilan des rivières étudiées que le déficit d'écoulement ne correspond pas à cette évapotranspiration réelle calculée précisément à cause des particularités de la région.

### 3 - ETUDE DES DEBITS

#### 3.1 - OBSERVATIONS

Les lectures de hauteur d'échelle ont été commencées en Octobre 1951 pour la N'Keni et la Léfini et en Mars 1952 pour l'Alima à Okoyo.

Les stations de la Como à Olombo et de la Lekory à M'Bouma n'ont été ouvertes qu'au début de 1963.

Les relevés de la N'Keni et de l'Alima à Okoyo sont à peu près continus et ont été effectués sérieusement. Seuls Décembre 1952 et Janvier-Février 1953 paraissent douteux pour l'Alima et ont été abandonnés, réduisant la période d'observation.

Les relevés de la Léfini présentent malheureusement des lacunes et il n'a pas été possible d'avoir une longue période d'observation. Sept années seulement sont complètes : 1952 - 1955, 56, 57 - 1964, 65, 66. Les lacunes sur les autres années vont de 1 à 5 mois en 1954 et 1959-1960.

La Lekory et la Como sont observées sérieusement et régulièrement depuis 1963.

### 3.2 - ETALONNAGE DES STATIONS

L'étalonnage de la Léfini à Bwembé, avec 15 jaugeages, peut être considéré comme définitif.

La N'Keni a été étalonnée avec 15 jaugeages satisfaisants.

Neuf jaugeages donnent une précision suffisante à la courbe d'étalonnage de l'Alima à Okoyo.

La courbe d'étalonnage de la Como à Olombo a été obtenue avec précision à partir de huit jaugeages.

Celle de la Lekory à M'Bouma, obtenue à partir de six jaugeages, est satisfaisante.

### 3.3 - DEBITS OBSERVES

On trouvera en annexe les débits journaliers observés aux stations étudiées. Ci-après les tableaux indiquent les débits moyens mensuels de chaque année à chaque station.

Ces quelques résultats montrent :

- 1<sup>o</sup>) La régularité des débits sur les rivières Alima, N'Keni et Léfini.
- 2<sup>o</sup>/ L'étalement des crues et leurs amplitudes relativement faibles.
- 3<sup>o</sup>/ Les étiages soutenus même pour des années à pluviométrie déficitaire.

Ces trois caractères traduisent le rôle de "tampon" joué par le massif perméable des plateaux Batékés qui emmagasine une partie des précipitations pour la restituer en saison sèche.

La lecture des modules annuels montre une hydraulicité croissante depuis les fortes pluviométries de 1961-62-63.

De plus, on s'aperçoit que la pluviométrie excédentaire d'une année peut compenser les déficits pluviométriques d'années suivantes dans l'écoulement. Ainsi le rôle régulateur de la nappe Batéké pourrait porter sur plusieurs années, ce qui s'explique par son étendue et sa puissance.

Ceci explique que l'on n'ait pas de relation bien définie entre le module et la pluviométrie de chaque année.

Le graphique montre un "semblant" de corrélation hydro-pluviométrique pour la N'Keni et l'Alima, mais on ne peut lui accorder une grande signification, certains écarts étant supérieurs à la variation normale que l'on aurait entre les modules correspondant au minimum et au maximum pluviométriques observés.

DEBITS MOYENS MENSUELS DE L'ALIMA A OKOYO

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1951	qm3/s	qm3/s	qm3/s										
1952			293	297	296	291	286	287	292	297	315	-	-
1953			305	305	315	298	292	287	292	302	300	298	
1954	292	297	296	297	305	291	286	286	286	298	299	292	293
1955	295	292	306	317	301	290	288	286	295	300	306	308	299
1956	305	304	292	307	302	296	292	284	289	299	299	-	(297)
1957	300	295	302	309	304	-	286	256	292	296	294	296	(296)
1958	291	295	294	295	292	286	286	286	289	295	291	292	(291)
1959	289	300	296	297	300	286	286	282	289	301	303	307	295
1960	294	303	302	308	310	305	290	288	295	308	312	305	302
1961	312	310	317	331	337	307	301	225	319	328	322	330	317
1962	314	323	318	332	334	309	302	303	304	342	355	356	324
1963	333	349	334	362	371	326	320	312	316	337	343	350	338
1964	352	329	330	333	350	330	306	307	312	316	330	322	326
1965	317	317	339	336	333	308	296	302	325	339	328	318	321
1966	315	333	328	353	342	327	310	304	305	320	367	351	330
Moyenne	308	311	310	319	319	304	295	293	300	312	318	317	310

DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA N'KENI A GAMBOMA

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1951										(230)	289	203	-
1952	201	207	202	199	206	198	185	183	192	200	203	195	198
1953	196	196	210	192	208	186	186	180	185	193	194	195	193
1954	188	191	189	197	194	183	171	167	180	194	200	186	187
1955	202	193	200	202	209	185	180	176	196	210	206	201	197
1956	200	197	191	204	200	184	176	172	180	212	207	200	194
1957	194	191	206	214	192	183	176	(175)	188	207	200	203	194
1958	189	188	185	184	188	173	167	164	174	192	185	183	181
1959	184	184	191	185	184	171	164	165	175	199	201	210	184
1960	206	196	202	202	206	195	183	181	188	198	207	195	197
1961	199	202	221	223	215	193	189	185	202	213	211	220	206
1962	(220)	222	229	219	219	212	201	195	197	225	221	227	216
1963	222	223	216	239	251	207	209	203	206	218	214	222	219
1964	221	218	206	227	216	206	192	187	196	220	227	214	211
1965	212	211	225	210	217	205	195	193	202	204	218	214	209
1966	209	215	204	221	222	206	195	197	207	227	240	227	213
Moyenne	203	202	205	208	208	192	185	182	191	207	209	206	200

DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA LEFINI A BWEMBE

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	448	423	
1952	401	405	420	424	434	371	366	353	359	414	463	423	403
1953	408	408	432	446	468	394	369	366	362	-	-	415	
1954	377	402	398	410	464	-	-	-	-	-	423	405	
1955	423	394	394	472	495	406	367	358	371	424	453	470	419
1956	464	439	422	453	454	381	360	350	359	393	446	431	413
1957	465	453	472	449	440	387	368	364	363	411	458	477	426
1958	421	430	446	416	436	400	388	384	420	474	525	-	
1959	494	532	522	554	565	466	452	443	469	-	-	-	
1960	-	-	420	460	474	388	362	363	377	401	460	412	
1961	-	429	416	-	486	386	-	-	-	381	620	559	
1962	(490)	414	352	-	398	-	-	380	387	429	471	612	
1963	591	349	366	424	-	-	-	-	(400)	433	506	487	
1964	540	497	449	503	496	449	399	392	390	419	508	498	462
1965	460	468	512	501	505	442	405	401	410	441	485	495	460
1966	474	491	467	528	511	427	409	392	397	444	530	484	463
Moyenne	462	443	433	465	473	408	386	379	390	422	485	471	435



module

$Q \text{ m}^3/\text{s}$

400

300

200

LA LEFINI A BWEMBE

L'ALIMA A OKOYO

LA NKENI A GAMBOMA

MODULES ET PLUVIOMETRIE

Pluviometrie annuelle

1500

1600

1700

1800

1900

2000

2100

2200

2300

2400

2500

DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA COMO A OLOMBO

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1961													
1962													
1963	-	24,9	24,6	50,2	53,5	25,9	24,7	20,8	28,8	34,5	32,1	33,6	32,1
1964	26,7	41,4	20,8	26,8	25,1	19,9	13,9	14,3	17,6	26,1	31,1	32,0	24,6
1965	28,3	30,3	36,1	29,9	22,9	18,3	13,8	14,0	16,9	20,8	35,5	26,5	24,4
1966	26,5	32	24,3	28,4	31,1	20,3	13,8	14,6	14,4	28,1	43,7	36,8	26,2

DEBITS MOYENS MENSUELS DE LA LEKORY A M'BAMA

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1961													
1962													
1963	-	7,6	7,3	8,5	8,9	7,5	7,0	6,7	7,1	8,1	7,5	8,5	7,7
1964	7,9	8,0	7,8	9,2	9,3	7,9	7,5	8,0	9,1	9,8	9,9	9,2	8,6
1965	9,1	9,5	10,1	10,2	10,3	8,6	8,1	7,9	8,7	9,4	9,7	9,2	9,2
1966	8,6	9,2	8,0	9,3	8,4	8,6	7,2	7,0	7,8	9,1	10,0	8,1	8,4

### 3.4 - DEBITS SPECIFIQUES

On trouvera ci-après les débits spécifiques moyens mensuels.

On a réuni dans le tableau ci-dessous les débits spécifiques caractéristiques des rivières étudiées. Les valeurs de la Lekory et de la Como, ne correspondant pas à une longue période d'observation, ont été mises entre parenthèses.

en l/s/km <sup>2</sup>	mod. moyen	mod. minim.	mod. maxim.	étiage moyen	étiage minim.	crue Moyen.	crue Maxim.
N'KENI	32,0	29,0	35,0	28,8	26,6	39,0	42,9
ALIMA	38,4	36,0	41,8	35,9	34,8	42,9	50,5
LEFINI	32,2	29,9	34,3	27,0	25,5	41,7	51,4
LEKORY	(37,6)	(34,1)	(40,7)	(30,1)	(27,4)	(63,7)	(73,0) Petit bassin.
COMO	(14,3)	(13,0)	(17,2)	( 7,5)	( 7,1)	(35,0)	(42,8) Petit bassin.

Mis à part le cas particulier de la Como, que nous tenterons d'expliquer plus loin, le module spécifique annuel est élevé, compris entre 32 et 38 l/s/km<sup>2</sup>.

Ceux du bassin supérieur du Niari sont compris entre 16 et 26 l/s/km<sup>2</sup>. L'Ogoué à Franceville a un module spécifique de 24,5 l/s/km<sup>2</sup>.

Ces modules élevés des rivières Batékés correspondent à la forte pluviométrie de ces régions. On remarque d'ailleurs que l'Alima et la Lekory dont les bassins versants sont les plus arrosés ont les modules les plus élevés.

DEBITS SPECIFIQUES MOYENS MENSUELS DE L'ALIMA A OKOYO

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1951	Qs.	Qs.	Qs.										
1952			36,3	36,8	36,7	36,1	35,5	35,6	36,2	36,8	39,1	-	-
1953			37,8	37,8	39,1	37	36,2	35,6	36,2	37,4	37,2	37	-
1954	36,2	36,8	36,7	36,8	37,8	36,1	35,5	35,5	35,5	37	37,1	36,2	36,3
1955	36,6	36,2	37,9	39,3	37,3	36	35,7	35,5	36,6	37,2	37,9	38,2	37,0
1956	37,8	37,7	36,2	38,1	37,4	36,7	36,2	35,8	37,1	37,1	37,1	-	36,8
1957	37,2	36,6	37,4	38,3	37,7		35,5	35,5	36,2	36,7	36,5	36,7	36,6
1958	36,1	36,6	36,5	36,6	36,2	35,5	35,5	35,5	35,8	36,6	36,1	36,2	36,0
1959	35,8	37,2	36,7	36,8	37,2	35,5	35,5	35	35,8	37,3	37,6	38,1	36,5
1960	36,5	37,6	37,4	38,2	38,4	37,8	36	35,7	36,6	38,2	38,7	37,8	37,4
1961	38,7	38,4	39,3	41	41,8	38,1	37,3	36,6	39,6	40,7	39,9	40,9	39,2
1962	38,9	40,1	39,4	41,2	41,4	38,3	37,4	37,6	37,7	42,4	44	44,1	40,1
1963	41,3	43,3	41,4	44,9	46	40,4	39,7	38,7	39,2	41,8	42,5	43,4	41,8
1964	43,6	40,8	40,9	41,3	43,4	40,9	37,9	38,1	38,7	39,2	40,9	39,9	40,4
1965	39,3	39,3	42	41,7	41,3	38,2	36,7	37,4	40,3	42	40,7	39,4	39,7
1966	39,1	41,3	40,7	43,8	42,4	40,5	38,4	37,7	37,8	39,7	45,5	43,5	40,9

DEBITS SPECIFIQUES MOYENS MENSUELS DE LA N'KENI A GAMBOMA

Année	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	Année
1951										37,1	36,9	32,6	
1952	32,4	33,4	32,3	32,1	33,2	32	29,8	29,5	31,0	32,3	32,6	31,5	31,7
1953	31,6	31,6	33,9	31,0	33,6	30	30	29,0	29,8	31,1	31,3	31,5	30,9
1954	30,3	30,8	30,5	31,8	31,3	29,5	27,6	26,9	29,0	31,3	32,3	30,0	29,9
1955	32,6	31,1	32,3	32,6	33,7	29,8	29,0	28,4	31,6	33,9	33,2	32,4	31,5
1956	32,3	31,8	30,8	32,9	32,3	29,7	28,4	27,7	29,0	34,2	33,4	32,3	31,0
1957	31,3	30,8	33,2	34,5	31	29,5	28,4	28,2	30,3	33,4	32,3	32,7	31,0
1958	30,5	30,3	29,8	29,7	30,3	27,9	26,9	26,5	28,1	31,0	29,8	29,5	29,0
1959	29,7	29,7	30,8	29,8	29,7	27,6	26,5	26,6	28,2	32,1	32,4	33,9	29,4
1960	33,2	31,6	32,6	32,6	33,2	31,5	29,5	29,2	30,3	31,9	33,4	31,5	31,5
1961	32,1	32,6	35,6	36,0	34,7	31,1	30,5	29,8	32,6	34,4	34,0	35,5	33,0
1962		35,8	36,9	35,3	35,3	34,2	32,4	31,5	31,8	36,3	35,6	36,6	34,6
1963	35,8	36,0	34,8	38,6	40,5	33,4	33,7	32,7	33,2	35,2	34,5	35,8	35,0
1964	35,6	35,2	33,2	36,6	34,8	33,2	31,0	30,2	31,6	35,5	36,6	34,5	33,8
1965	34,2	34	36,3	33,9	35,0	33,1	31,5	31,1	32,6	32,9	35,2	34,5	33,4
1966	33,7	34,7	32,9	35,6	35,8	33,2	31,5	31,8	33,4	36,6	38,7	36,6	34,1

DEBITS SPECIFIQUES MOYENS MENSUELS DE LA LEFINI à BWEMBE

Année	J.	F.	M.	A.	M.	J.	Jt.	A.	S.	O.	N.	D.	Année
1951	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,2	31,3	
1952	29,7	30	31,1	31,4	32,1	27,5	27,1	26,2	26,6	30,7	34,3	31,3	29,8
1953	30,2	30,2	32	33,1	34,7	29,2	27,3	27,1	26,8	-	-	30,7	
1954	27,9	29,8	29,5	30,4	34,4	-	-	-	-	-	31,3	30	
1955	31,3	29,2	29,2	35	36,7	30,1	27,2	26,5	27,5	31,4	33,6	34,8	31
1956	34,4	32,5	31,3	33,5	33,6	28,2	26,7	25,9	26,6	29,1	33	31,9	30,6
1957	34,4	33,6	35	33,3	32,6	28,7	27,3	27	26,9	30,4	33,9	35,3	31,6
1958	31,2	31,8	33	30,8	32,3	29,6	28,7	28,4	31,1	35,1	38,9	-	
1959	36,6	39,4	38,7	41	41,9	34,5	33,5	32,8	34,7	-	-	-	
1960	-	-	31,1	34,1	35,1	28,7	26,8	26,9	27,9	29,7	34,1	30,5	
1961	-	31,8	38	-	36	28,6	-	-	-	28,2	45,9	41,4	
1962	(36,3)	30,7	26,1	-	29,5	-	-	28,1	28,7	31,8	34,9	45,3	
1963	43,8	25,8	27,1	31,4	-	-	-	-	29,6	32,1	37,5	36,1	
1964	40	36,8	33,2	37,3	36,7	33,3	29,6	29	28,9	31	37,6	36,9	34,2
1965	34,1	34,7	37,9	37,1	37,4	32,7	30	29,7	30,4	32,7	35,9	36,9	34,1
1966	35,1	36,4	34,6	39,1	37,9	31,6	30,3	29,0	29,4	32,9	39,3	35,9	34,3

Les débits spécifiques d'étiage compris entre 27 et 36 l/s/Km<sup>2</sup>, sont très élevés également et traduisent l'alimentation importante des rivières par la nappe.

Avec un débit spécifique d'étiage moyen de 18 l/s/Km<sup>2</sup>, l'Ogoué à Franceville montre une nette influence des plateaux Batékés. Par contre, les débits spécifiques d'étiage du Bassin supérieur du Niari, de la Likouala à Etoumbi sont de l'ordre de 5 à 8 l/s/Km<sup>2</sup>.

Les débits spécifiques de crue sont moins élevés que ceux du Bassin supérieur du Niari compris entre 50 et 100 l/s/Km<sup>2</sup> mais plus élevés que celui de la Likouala à Etoumbi (33 l/s/Km<sup>2</sup>) pour un ordre de grandeur des bassins versants, comparable.

Le petit bassin de la Lekory (226 Km<sup>2</sup>) montre un faible débit spécifique de crue assez significatif du rôle régulateur des sables Batékés.

#### Cas de la COMO

Nous avons vu que le cas de la Como est particulier. En effet, si quelques caractères tels que la couverture forestière favorisant une plus grande évapotranspiration et une pluviométrie moins forte permettent de penser que le module spécifique sera plus petit que ceux des rivières Batékés, ils ne peuvent suffire à expliquer un tel déficit d'écoulement (75 % soit 1.350 mm).

Les limites du bassin versant ont été vérifiées et à moins d'admettre un drainage de la nappe hors des limites du bassin, hypothèse peu vraisemblable, une erreur humaine dans le tarage de la station, difficile à concevoir (2 opérateurs, 8 jaugeages) rien ne permet d'expliquer pour l'heure cette anomalie.

3.5 - IRREGULARITE ANNUELLE

3.5-1. Rapport du débit mensuel le plus fort au débit mensuel le plus faible

<u>Année</u>	<u>N'KENI</u>			<u>ALIMA</u>			<u>LEFINI</u>		
	QM	Qm	QM/qm	QM	Qm	QM/qm	QM	Qm	QM/qm
1952	207	183	1,13	-	-	-	463	353	1,31
1953	210	180	1,17	-	-	-	468	362	1,29
1954	200	167	1,20	305	286	1,07	-	-	-
1955	210	176	1,19	317	286	1,11	495	358	1,38
1956	212	172	1,23	307	284	1,08	464	350	1,32
1957	214	175	1,22	309	286	1,08	477	363	1,31
1958	192	164	1,17	295	286	1,03	525	384	1,37
1959	210	164	1,28	307	282	1,09	-	-	-
1960	207	181	1,14	312	288	1,08	-	-	-
1961	223	185	1,21	337	295	1,14	-	-	-
1962	229	195	1,17	356	302	1,18	-	-	-
1963	251	203	1,24	371	312	1,19	-	-	-
1964	227	187	1,21	352	306	1,15	540	390	1,38
1965	225	193	1,17	339	296	1,15	512	401	1,27
1966	240	195	1,23	367	304	1,21	530	392	1,35

La régularité annuelle des rivières se traduit encore dans ce rapport. Il est très petit et varie pour les trois rivières considérées de 1,05 à 1,40. Pour le bassin supérieur du Niari, ce rapport prend des valeurs de 4 pour le N'Douo à Moukomo, de 6 à 10 pour le Niari à la Safel, le Niari à Kayes, de 3 à 4 pour la Bouenza à Miambou. L'examen de ce rapport pour la N'Keni, l'Alima et la Lefini entraîne plusieurs remarques :



1<sup>o</sup>) L'Alima à Okoyo est la rivière la plus régulière des trois avec  $QM/qm \neq 1,10$  1,15. Ensuite vient la N'Keni avec un rapport moyen de 1,20 puis la Léfini avec un rapport voisin de 1,30. On observe donc une régularité moindre pour la Léfini qui peut s'expliquer par un ruissellement plus important sur un réseau hydrographique plus développé.

2<sup>o</sup>) Pour la N'Keni et la Léfini  $QM/qm$  ne varie pas de manière significative d'une année à l'autre. Par contre, le rapport de l'Alima passe de 1,07 en moyenne à 1,17 pour la série d'années pluvieuses de 61 à 66. Ceci semble impliquer que le ruissellement augmente pour une pluviométrie plus forte.

### 3.5-2. Amplitude

L'amplitude annuelle des débits journaliers maximum de crue et minimum d'étiage montre encore la faible irrégularité des rivières Batékés. De par la nature géologique des plateaux, les crues ne sont jamais très violentes et brèves mais étalées dans le temps aussi les résultats sont-ils très voisins de ceux obtenus à partir des débits mensuels.

On a réuni dans le tableau ci-dessous les valeurs de ces amplitudes (A) et leur rapport au module annuel (A/M).

On retrouve les mêmes remarques que dans le paragraphe précédent :

- plus forte irrégularité de la Léfini
- augmentation de l'irrégularité des débits avec la pluviométrie pour l'Alima.

## - A M P L I T U D E -

Rivières		1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
<u>N'KENI</u>	A	48	63	59	65	54	70	41	69
	A/M	0,24	0,33	0,32	0,33	0,28	0,36	0,23	0,37
<u>ALIMA</u>	A	45	60	28	41	43	34	22	46
	A/M	-	-	0,10	0,14	0,14	0,11	0,08	0,16
<u>LEFINI</u>	A	156	150	-	192	188	184	180	158
	A/M	0,39	-	-	0,46	0,46	0,43	-	-
-----									
Rivières		1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	Moyenne.
<u>N'KENI</u>	A	65	69	61	72	71	74	74	
	A/M	0,33	0,33	0,28	0,33	0,34	0,35	0,35	0,32
<u>ALIMA</u>	A	40	64	65	102	92	81	86	
	A/M	0,13	0,20	0,20	0,30	0,28	0,25	0,26	0,18
<u>LEFINI</u>	A	152	-	277	-	176	196	229	
	A/M	-	-	(0,5)	-	0,38	0,43	0,49	0,44

### 3.6 - IRREGULARITE INTERANNUELLE

#### 3.6-1. Répartition statistique des modules

Les modules ont été réunis dans le tableau ci-dessous :

Rivières	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
N'KENI	198	193	187	197	194	194	181	184
ALIMA	-	-	293	299	297	296	291	295
LEFINI	403	-	-	419	413	426	-	-

Rivières	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	
N'KENI	197	206	216	219	211	209	213	
ALIMA	302	317	324	338	326	321	330	
LEFINI	-	-	-	-	462	460	463	

Ces valeurs ont été classées et affectées de leur fréquence expérimentale, et portées sur un graphique gaussoliménaire. L'échantillon de la Léfini étant trop petit et discontinu n'a pas été considéré.

Le graphique montre, pour la N'Keni et l'Alima, un décalage de la courbe pour les valeurs supérieures.

On aurait donc deux échantillons de valeurs distinctes, correspondant à une faible ou une forte hydraulicité pour lesquels l'ajustement d'une loi statistique simple n'est pas possible.

De ce fait la détermination de modules de fréquence décennale serait très imprécise si la pente générale de la courbe de distribution n'était très faible.

# REPARTITION STATISTIQUE DES MODULES

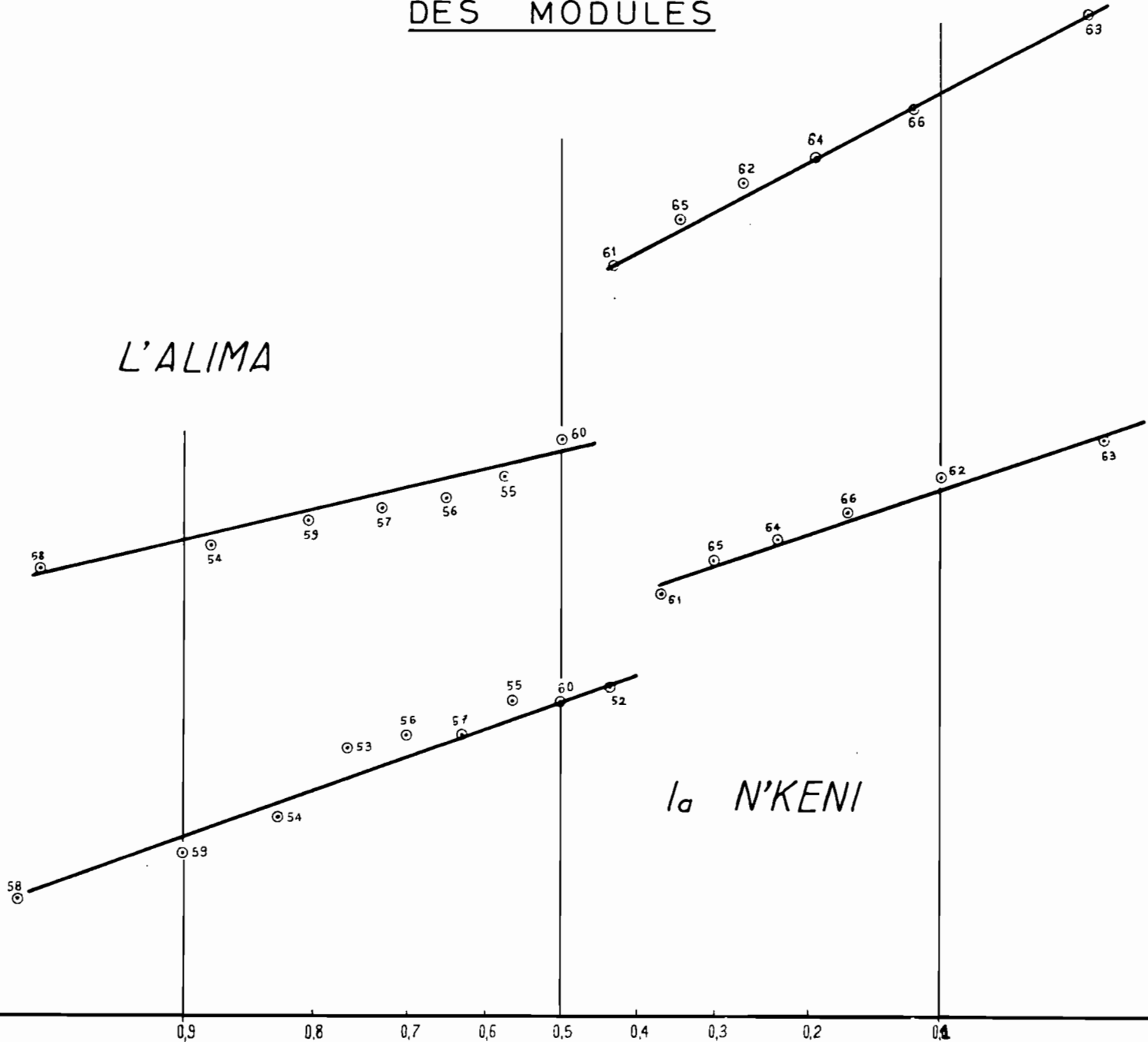
$Q \text{ m}^3/\text{s}$  ALIMA à OKOYO

L'ALIMA

la N'KENI

$Q \text{ m}^3/\text{s}$  NKENI à GAMBOMA

F



On trouve :

	<u>N'KENI</u>	<u>ALIMA</u>
décennal sec	186 m <sup>3</sup> /s	293 m <sup>3</sup> /s
décennal humide	216 m <sup>3</sup> /s	332 m <sup>3</sup> /s

### 3.6-2. Coefficient d'irrégularité interannuelle

On prend en général comme coefficient significatif de l'irrégularité interannuelle le coefficient  $K_3$  qui correspond au rapport du module de l'année décennale humide au module de l'année décennale sèche.

On a ainsi pour :

$$\text{la N'KENI } K_3 = \frac{216}{186} = 1,16$$

$$\text{l'ALIMA } K_3 = \frac{332}{293} = 1,13$$

Pour la LEFINI le coefficient  $K_3$  obtenu à partir des valeurs extrêmes observées est de 1,15.

Ces valeurs sont significatives d'une régularité interannuelle exceptionnelle. Pour le Niari à Kayes et à la SAFEL  $K_3 = 2$ , pour l'Ogoué  $K_3 = 1,6$ , pour la Likouala à Mossaka  $K_3$  est supérieur à 2.

## 4 - BILAN HYDROLOGIQUE

### 4.1 - CALCUL DU BILAN MOYEN

Nous avons vu que le module des rivières Batékés n'était pas directement lié à la pluviométrie annuelle, une partie de celle-ci pouvant alimenter l'écoulement l'année suivante.

De ce fait, un bilan année par année ne permet pas de déterminer l'évapotranspiration réelle dans ce sens que le déficit d'écoulement ne représente plus la seule évapotrans-

piration réelle mais aussi le stock d'eau emmagasiné par la nappe, et que l'écoulement comprend en partie un certain volume des réserves de l'année précédente.

Bien entendu, une série continue d'années à pluviométrie comparable permettrait d'évaluer les termes du bilan hydrologique à l'échelle de l'année.

Il nous a paru plus rationnel de considérer l'ensemble des observations.

Le bilan hydrologique de chaque année est de la forme

$$P_1 = V_1 - V_{Ro} + E_{R1} + R_1$$

où  $P_1$  est la pluviométrie de l'année

$V_1$  le volume écoulé dans l'année

$V_{Ro}$  le volume écoulé provenant des réserves des années précédentes.

$E_{R1}$  l'évapotranspiration réelle

$R_1$  le volume des réserves emmagasinées dans la nappe au cours de l'année.

Le volume écoulé provenant des réserves des années précédentes correspond pour une année  $n$  à certains pourcentages de  $R_{n-1}$ ,  $R_{n-2}$ .....

La somme des bilans annuels de l'année 1 à l'année  $n$  est donc :

$$P_1 = V_1 - V_{Ro} + E_{r1} + R_1$$

$$P_2 = V_2 - V_{R1} + E_{r2} + R_2$$

.....

$$P_n = V_n - V_{Rn-1} + E_{rn} + R_n$$

---

$$\sum P = \sum V - V_{Ro} + \sum E_r + R_n$$

$V_{Ro}$  et  $R_n$  sont comparables et leur différence est négligeable par rapport aux autres termes

$$P = V + E_r$$

$$E_r \text{ (déficit d'écoulement)} = P - V$$

#### 4.I-1. Déficits d'écoulement

A partir de cette formule, on trouve les résultats suivants :

- Pour l'Alima, le déficit d'écoulement moyen serait de 940 mm
- Pour la N'Keni " " " " " 936 mm
- Pour la Léfini " " " " " 950 mm

Ces valeurs comparables représentent l'évapotranspiration réelle moyenne des bassins étudiés.

Nous avons vu que les valeurs de  $E_r$  déterminées par le calcul (chapitre climatologie) étaient de l'ordre de 1100, 1150 mm. Compte tenu des marges d'erreur sur les valeurs calculées, on aurait donc sur les plateaux Batékés un déficit d'évapotranspiration réelle de plus de 100 mm.

Ce déficit peut s'expliquer par l'infiltration rapide des averses dans les sables Batékés, l'absence de sol et de rétention en surface, et une végétation très ralentie en saison sèche.

#### 4.I-2. Coefficients d'écoulement

On peut également utiliser les mêmes données pour calculer le coefficient d'écoulement  $K = \frac{V}{P}$ .

- l'Alima à Okoyo, pour treize années, a un coefficient d'écoulement de 56,3%

- la N'Keni à Gambona, pour quinze années, a un coefficient d'écoulement de 52%.

- La Léfini à Bwembé, pour deux périodes de trois années, a un coefficient d'écoulement moyen de 52%.

#### 4.2 - EVALUATION DE LA BALANCE ANNUELLE DE LA NAPPE A PARTIR DU BILAN ANNUEL

Les facteurs de l'évapotranspiration varient peu d'une année à l'autre. Il y a presque toujours un excédent pluviométrique, les températures ne montrent pas de variations interannuelles importantes, les conditions de précipitations (intensité, nombre de jours d'orage) à l'échelle de l'année sont comparables et ne modifient donc pas l'infiltration.

On peut donc admettre que  $E_r$  ne variera que dans de faibles proportions. L'évapotranspiration étant en moyenne de 950 mm, le bilan de l'année pourra donc s'écrire :

$$P = V - V_{Ro} + 950 + R_1$$

$$R_1 - V_{Ro} = P - (V + 950)$$

$R_1$  = mise en réserve dans la nappe

$V_{Ro}$  = mise en circulation de réserves de la nappe.

Si  $R_1 - V_{Ro}$  est négatif, la nappe aura fourni un certain volume de ses réserves et se sera donc déchargée.

Si  $R_1 - V_{Ro}$  est positif on aura au contraire une recharge de la nappe et une remontée de la surface piézométrique. Les valeurs  $R_1 - V_{Ro}$  ont été calculées année par année pour l'Alima et la N'Keni et réunies dans le tableau ci-après.

On ne peut attribuer une grande signification aux valeurs inférieures à 100 mm qui correspondent à la marge d'erreur de l'évapotranspiration. Cependant les fortes valeurs permettent d'avoir une idée des fluctuations interannuelles de la surface piézométrique de la nappe.



En admettant pour les grès et sables Batékés une porosité efficace moyenne de 20%, la variation du niveau annuel de la nappe atteindrait 3 m pour l'Alima et la N'Keni en 1959. La série d'années à pluviométrie déficitaire aurait entraîné une baisse de niveau de près de 10 m pour l'Alima, compensée depuis par les années à forte pluviométrie.

Année	A L I M A				N ' K E N I			
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>
1952	-	-	-	-	1.850	999	881	- 69
1953	-	-	-	-	1.820	971	846	- 104
1954	1.850	1.143	707	- 243	1.890	944	946	- 4
1955	2.010	1.166	844	- 106	2.120	994	1.126	+ 176
1956	1.620	1.158	462	- 488	1.520	979	541	- 409
1957	1.975	1.154	821	- 129	1.900	979	921	- 29
1958	1.600	1.135	465	- 485	1.400	913	487	- 463
1959	2.700	1.150	1.550	+ 600	2.360	928	1.432	+ 482
1960	2.270	1.178	1.092	+ 142	1.870	994	876	- 74
1961	2.550	1.236	1.314	+ 364	2.100	1.039	1.061	+ 111
1962	2.200	1.264	936	- 14	2.170	1.090	1.080	+ 130
1963	2.420	1.318	1.112	+ 162	2.180	1.105	1.075	+ 125
1964	2.150	1.271	889	- 61	1.930	1.064	866	- 84
1965	2.300	1.252	1.048	+ 98	2.120	1.055	1.065	+ 115
1966	2.300	1.287	1.013	+ 63	2.050	1.075	975	+ 25

1 Pluviométrie annuelle

2 lame d'eau écoulée

3 Déficit d'écoulement

4 Déficit d'écoulement moins

Evapotranspiration réelle moyenne (950 mm) =  $R_1 - V_{R0}$

les valeurs négatives indiquent une décharge de la nappe,  
les valeurs positives une recharge.

4.3 - BILAN MOIS PAR MOIS

Le bilan mois par mois pour chaque année montre que le déficit d'écoulement varie proportionnellement bien davantage que dans le bilan année par année suivant que l'on passera d'une période de recharge ou de décharge de la nappe.

Il nous a paru plus rationnel d'établir le bilan mois par mois de l'année moyenne, afin d'écartier l'influence des variations d'hydraulicité d'une année à l'autre.

Ainsi pour l'Alima : la pluviométrie mensuelle a été obtenue à partir de la pluviométrie de Djambala affectée d'un coefficient  $\frac{P \text{ annuelle Alima}}{P \text{ annuelle Djambala}}$

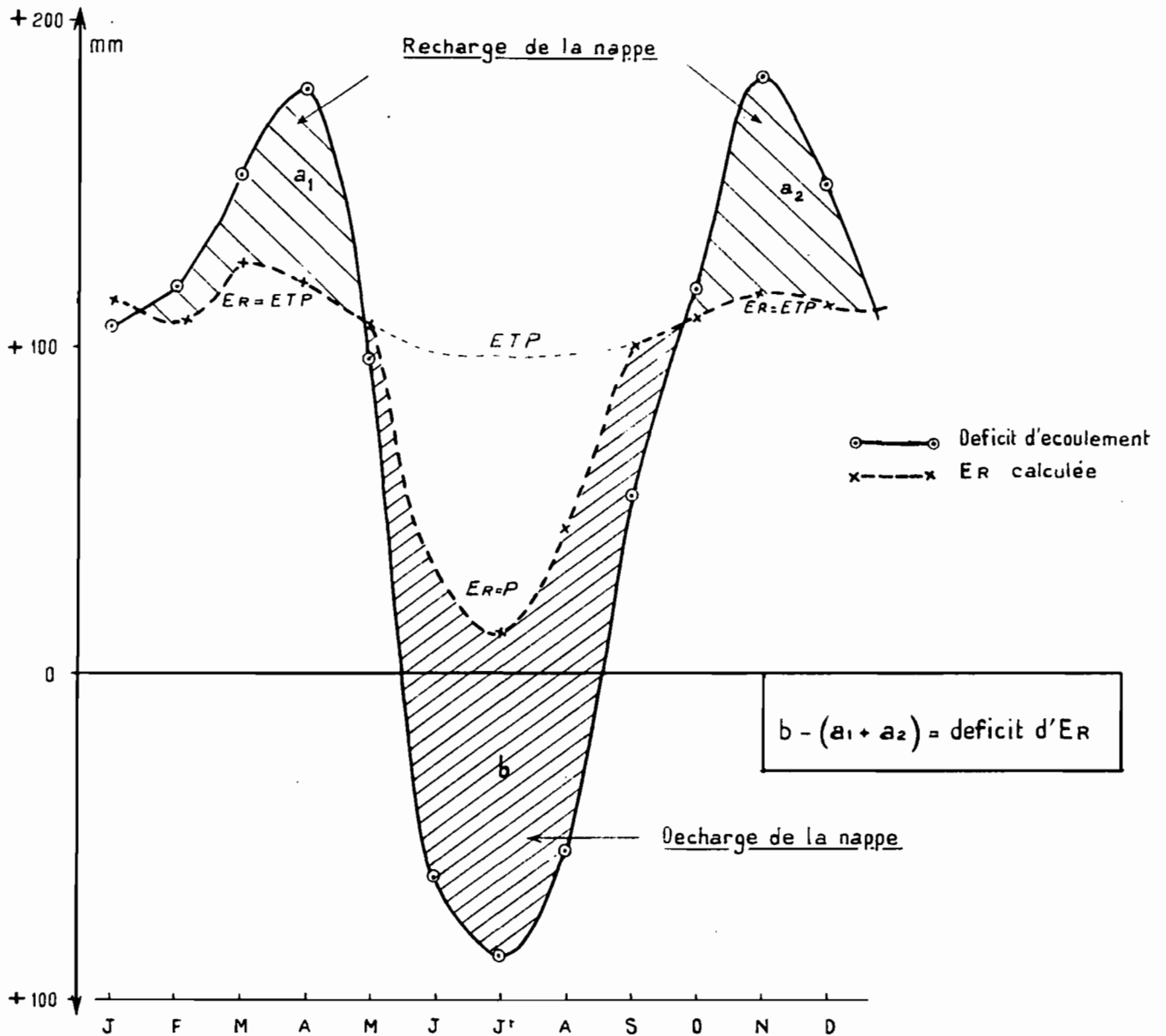
	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
E	102	93,1	102,7	102,4	105,7	97,5	97,7	97,1	96,3	103,4	102	105
P	206,2	209,9	243,2	280	201,1	35,9	11,6	43,4	151,0	220,3	283,3	254
D	+103,8	+116,8	+150,5	+177,6	+95,4	-61,6	-86,1	-53,7	+54,7	+116,9	+181,3	+149

E écoulement en mm                      P pluviométrie en mm  
D déficit d'écoulement.

On a porté sur un graphique les variations du déficit d'écoulement mois par mois et celle de l'évapotranspiration potentielle calculée à Brazzaville (pour la saison des pluies) et P (saison sèche).

Le déficit d'écoulement est supérieur à l'ETP pendant 6 mois de l'année avec deux maximums en Avril et en Novembre correspondant aux maximums pluviométriques.

# ALIMA A OKOYO



## VARIATIONS DU DEFICIT D'ÉCOULEMENT AU COURS DE L'ANNÉE ET ÉVAPOTRANSPIRATION

( Année moyenne periode 52 - 66 )

Ces fortes valeurs du déficit d'écoulement signifient qu'il y a recharge de la nappe pendant les deux saisons des pluies, recharge à peu près équivalente pour les deux saisons séparées par un minimum en Janvier.

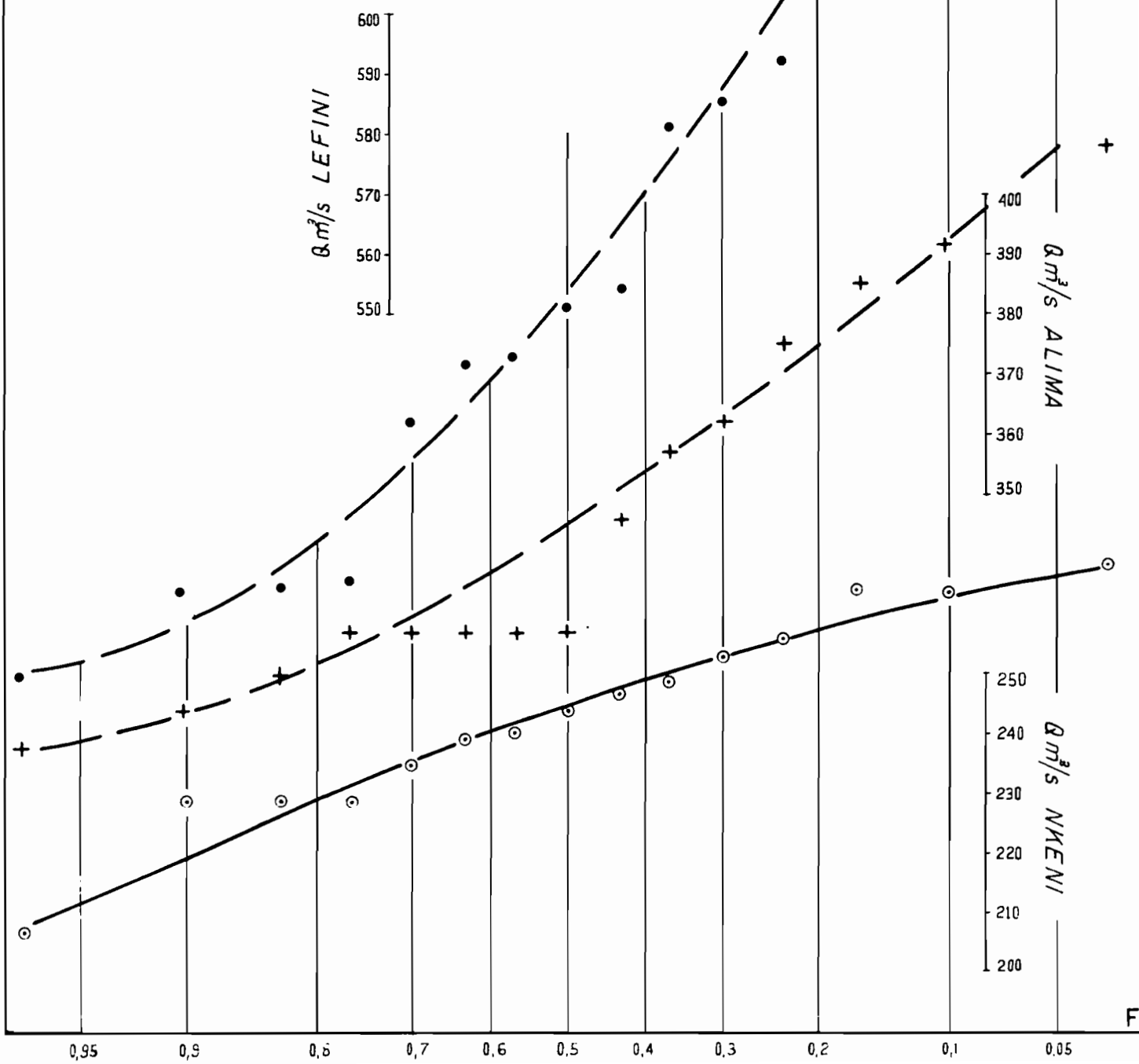
Pendant la saison sèche le déficit d'écoulement est négatif. Il y a donc décharge de la nappe.

En admettant, comme nous l'avons fait dans le calcul de l'évapotranspiration réelle, que pendant la saison sèche celle-ci est égale aux précipitations, la différence entre la courbe déficit d'écoulement et la courbe  $E_r$  donne la décharge de la nappe égale à l'écoulement pendant Juin, Juillet, Août et à 55,3 mm en Septembre, soit en tout 347,6 mm. La recharge de la nappe, est égale à la différence entre les courbes déficit d'écoulement et ETP. Elle totaliserait 206 mm.

Le graphique montre d'ailleurs que la somme des aires de la recharge est nettement inférieure à celle de la décharge de la nappe. On doit admettre dans un bilan moyen équilibré que la recharge est équivalente à la décharge. On retrouve donc bien 150 mm de "déficit d'évapotranspiration" ( $350-200=150$ ) valeur comparable à celle que nous avons trouvé par le bilan annuel moyen, ( $1100\text{mm}-950\text{mm}$ ). Ce déficit d' $E_r$  se produit pendant la saison des pluies.

# REPARTITION STATISTIQUE DES CRUES MAXIMALES ANNUELLES

- LEFINI
- + ALIMA
- ⊙ NKENI



5 - CRUES ET RUISSELLEMENT

5.I - ETUDE STATISTIQUE DES MAXIMUMS DE CRUES

Les maximums annuels de crues ont été réunis dans le tableaux ci-dessous :

Rivière	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
N'KENI	229	239	229	240	229	247	207	235
ALIMA	327	346	314	327	327	320	308	327
LEFINI	504	504	490	543	532	542	554	592

Rivière	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966
N'KENI	244	249	253	268	256	264	264
ALIMA	327	357	362	408	391	375	386
LEFINI	506	694	654	581	551	585	615

Ces valeurs ont été classées et affectées de leur fréquence expérimentale, La distribution statistique des crues maximales annuelles permet l'ajustement de courbes pour les trois bassins ce qui montre que l'on a bien des variables indépendantes d'une année à l'autre, ce qui n'était pas vérifié dans l'étude statistique des modules et des étiages. Ces valeurs montrent un écart croissant des valeurs extrêmes de la N'Keni à la Léfini.

La crue décennale serait donc :

pour la N'KENI      263 m<sup>3</sup>/s    soit    42 l/s Km<sup>2</sup>  
 "    l'ALIMA        393 m<sup>3</sup>/s    soit    49 l/s Km<sup>2</sup>  
 "    la LEFINI        648 m<sup>3</sup>/s    soit    48 l/s Km<sup>2</sup>

## 5.2 - RUISSellement

L'étude du ruissellement est particulièrement délicate pour les rivières Batékés. L'importance des bassins ne permet pas de séparer avec rigueur la partie ruisselée d'une crue toujours assez étalée, de la partie hypodermique et de la crue propre à la nappe.

On peut toutefois avoir une limite supérieure du coefficient de ruissellement en supposant que la partie du débit supérieur au débit de tarissement observé pendant la saison sèche est ruisselée, sans tenir compte bien entendu du débit de crue de la nappe.

On a pris pour débit de tarissement le débit observé en Juillet.  $Q$  mois -  $Q$  Juillet =  $Q$  ruisselé.

ALIMA	: $Q$ Juillet	: 295 m <sup>3</sup> /s		
		13,16,15,24,24,9	- -	5,17,23,22, soit en
				moyenne sur 12 mois 14 m <sup>3</sup> /s
LEFINI	: $Q$ Juillet	: 386 m <sup>3</sup> /s		
		76,57,47,79,87,22	- -	4,36,99,85, soit en
				moyenne sur 12 mois 49,3 m <sup>3</sup> /s
N'KENI	: $Q$ Juillet	: 185 m <sup>3</sup> /s		
		18,17,20,23,23,7	- -	6,22,24,21, soit en
				moyenne sur 12 mois 15 m <sup>3</sup> /s

Rapportées au module moyen de chaque bassin, ces valeurs donnent un coefficient de ruissellement au maximum égal à :

4,5 % pour l'Alima  
11,3 % pour la Léfini  
7,5 % pour la N'Keni

La zonalité géomorphologique que nous avons vue dans le premier chapitre n'explique pas les différences entre les bassins.

En fait, les hautes collines et les plateaux réagissent sensiblement de la même manière aux précipitations. Sur les plateaux il n'y a pas de ruissellement important (on peut négliger le ruissellement, vers quelques dépressions occupées par des mares, qui intervient dans l'évaporation).

Sur les hautes collines, les sols sableux sont moins argileux que sur les plateaux et ce facteur compense en partie le facteur pente propice au ruissellement. Il y a ruissellement sur les hautes collines à partir d'un certain seuil de pluviosité et d'intensité de la pluie. Ceci s'est d'ailleurs traduit pour l'Alima au cours de la période 61-66 à forte pluviosité où le ruissellement a été plus important (voir étude du rapport QH/qm dans l'étude de l'Irrégularité annuelle).

Les formes du relief des hautes collines traduisent d'ailleurs un faible ruissellement. Les croupes arrondies, les vallées sèches à fonds plats, la formation de cirques, proviennent d'une forme d'érosion propre aux lavakas. Elles proviennent d'un glissement des terrains meubles provoqué par les petites sources alimentées par une partie des eaux d'infiltration ou même par les sources qui naissent à l'affleurement de la surface piézométrique de la nappe.

On peut donc admettre que la majeure partie du ruissellement est à rattacher aux vallées. Pour les trois bassins les vallées occupent environ 25% de la superficie totale.

La vallée de la Léfini est marécageuse sur environ 1/3 de sa superficie, tandis que pour la N'Keni et l'Alima les zones marécageuses sont beaucoup moins importantes.

Sur les zones marécageuses le ruissellement est très grand ce qui expliquerait le plus fort taux de ruissellement de la Léfini.



6 - ETIAGES

6.1 - ETUDE STATISTIQUE DES ETIAGES

Les étiages absolus ont été réunis ci-dessous année par année :

Rivière	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
N'KENI	181	178	170	175	175	177	166	166
ALIMA	282	286	286	286	284	286	286	281
LEFINI	348	354	-	351	344	358	374	(434)

Rivière	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	
N'KENI	179	180	192	196	185	190	190	
ALIMA	287	293	297	306	299	294	300	
LEFINI	354	-	377	-	375	389	386	

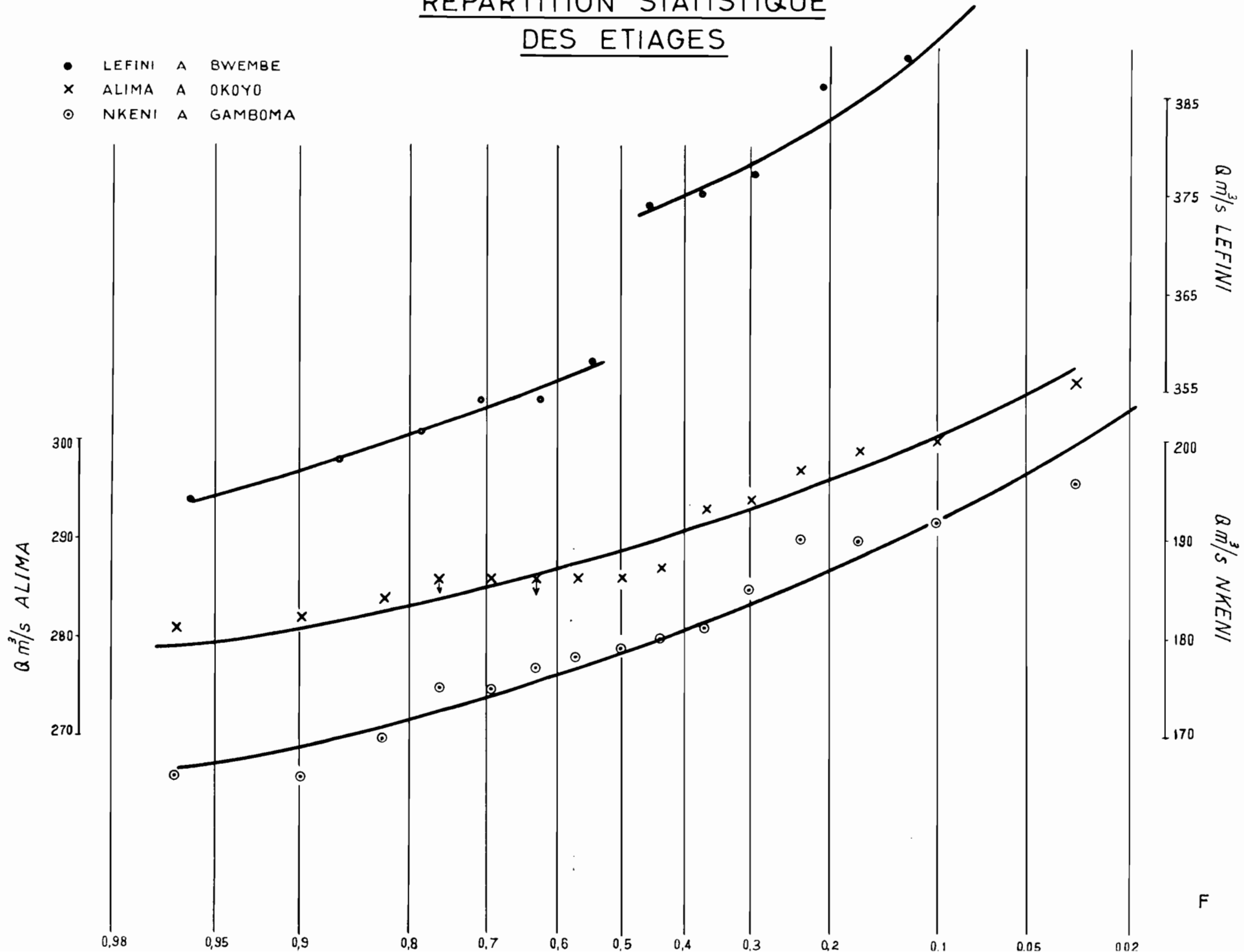
Les étiages ont été classés et affectés de leur fréquence expérimentale.

L'étude statistique montre un décalage des valeurs supérieures ne permettant pas l'ajustement d'une loi statistique simple. Ce décalage est peu apparent pour la N'Keni, un peu plus sensible pour l'Alima et particulièrement net pour la Léfini. Les valeurs inférieures correspondent à la première période d'observation de pluviométrie moyenne tandis que les valeurs supérieures correspondent à la période de forte pluviométrie.

Ceci nous conduit à admettre que les valeurs des étiages absolus ne sont pas des variables indépendantes d'une année à l'autre et que, par conséquent, une étude statistique à l'échelle de l'année n'est pas possible. Le rôle régulateur de la nappe apparaît donc de nouveau ici.

# REPARTITION STATISTIQUE DES ETIAGES

- LEFINI A BWEMBE
- × ALIMA A OKOYO
- NKENI A GAMBOMA



Le décalage est toutefois assez peu marqué pour la N'Keni et l'Alima pour que l'on puisse tirer quelques résultats de la courbe moyenne étiages-fréquences tracée graphiquement.

Pour la N'KENI :

	<u>m<sup>3</sup>/s</u>	<u>l/s Km<sup>2</sup></u>
Etiage median	178	28,5
- décennal humide	192	30,6
- décennal sec	169	27
- cinquanteaire humide	203	32,5
- cinquanteaire sec	165	26,4

Pour l'ALIMA :

Etiage median	289	35,8
- décennal humide	300	37
- décennal sec	281	34,8
- cinquanteaire humide	310	38,4
- cinquanteaire sec	278	34,4

## 6.2 - RAPPORTS ENTRE BASSINS

L'étude comparée des étiages permet d'établir d'éventuels rapports entre les valeurs relevées pour les différents bassins.

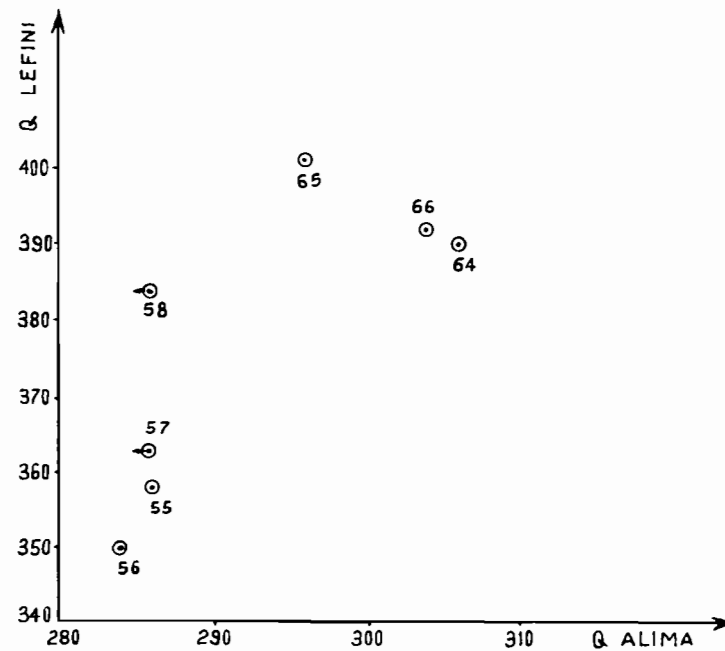
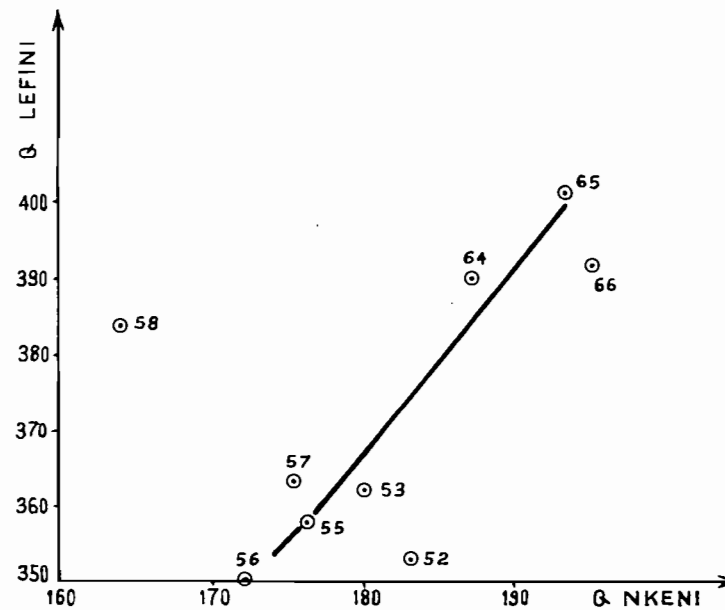
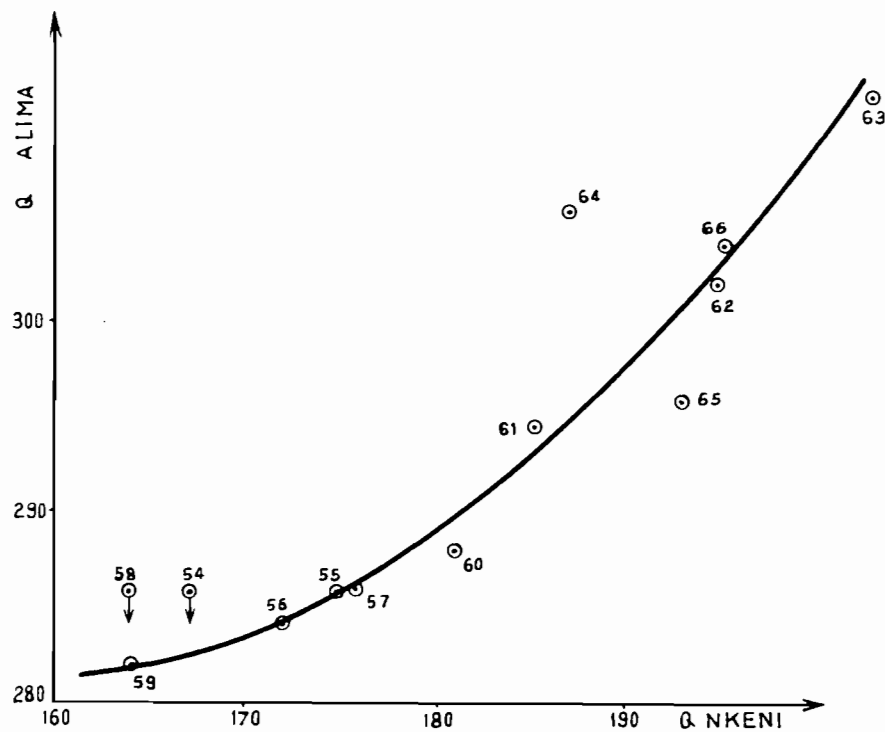
L'étude a porté sur les débits mensuels les plus faibles représentatifs de l'étiage annuel, (v. graphique).

La corrélation établie entre l'Alima et la N'Keni est bonne et montre une évolution parallèle de la nappe de ces bassins. Or, le bassin de la M'Pama sépare ces deux bassins. On peut donc penser que ces trois bassins présentent des caractères de similitude au point de vue hydrogéologique. Entre la Léfini et l'Alima aucune corrélation n'apparaît pour le moment dans les étiages.

Entre la Léfini et la N'Keni la corrélation montre une forte dispersion.

L'étude statistique avait montré une certaine parenté dans la courbe de fréquence des étiages entre Alima et N'Keni et un particularisme prononcé de la Léfini. Ici encore le régime de la Léfini, tout en étant très voisin, apparaît

# RELATION ENTRE LES DEBITS MENSUELS LES PLUS FAIBLES DES RIVIERES ALIMA, NKENI, LEFINI



comme indépendant des régions de la N'Keni et de l'Alima qui sont étroitement liées aux étiages.

## 7 - ETUDE DU TARISSEMENT

L'étude comparée du tarissement des rivières des plateaux Batékés se justifie grâce à l'homogénéité des terrains et à la constance des caractéristiques physiques d'un bassin à l'autre ( K - Porosité - etc...).

La simple lecture des débits journaliers de saison sèche montre que le tarissement est très lent. Du fait de cette lenteur la décroissance des débits sera facilement contrariée par de petites pluies. Aussi l'étude des tarissements jour par jour est-elle assez délicate, car on ne peut pas toujours faire la part du tarissement vrai d'un débit soutenu ou d'une décrue.

La saison sèche se produit de Juin à Septembre. On s'est aperçu que la décroissance des débits mensuels exprimait mieux le tarissement que les débits journaliers. En effet, les petites crues parasites ne représentent qu'un très faible pourcentage du volume écoulé à l'échelle du mois. (Ceci sera d'autant plus vrai que le débit de base sera élevé).

L'étude comparée (Tarissement Q mensuel et Q journalier) faite pour l'Alima et la N'Keni a justifié l'utilisation des débits mensuels pour l'étude du tarissement. Cette utilisation permet d'obtenir un coefficient de tarissement moyen pour chaque bassin étudié.

La loi exponentielle de tarissement semble la mieux adaptée à ces régimes hydrologiques.

$$Q = Q_0 e^{-kt}$$

## 7.I - DETERMINATION DES COEFFICIENTS DE TARISSEMENT

### LEFINI à BWEMBE

La période d'observation a été souvent interrompue. L'étude jour par jour du tarissement montre une assez forte dispersion du coefficient entre  $0,3$  et  $0,9 \cdot 10^{-3}$ .

Cette dispersion s'explique pour les fortes valeurs où l'on n'observe pas le vrai tarissement de la nappe, mais sa composition avec la décrue ou le tarissement d'une zone marécageuse importante. L'étude à partir des débits mensuels donne un coefficient  $\alpha$  moyen de  $0,4 \cdot 10^{-3}$  plus conforme, semble-t-il au tarissement de ce bassin.

### ALIMA à OKOYO

La période d'observation est continue et la qualité des mesures est bonne.

Etudié jour par jour,  $\alpha$  varie de  $0,6$  à  $0,8 \cdot 10^{-3}$ .

A partir des débits mensuels, les courbes de tarissement obtenues montrent une faible dispersion. La courbe moyenne a un coefficient de  $0,73 \cdot 10^{-3}$ .

### N'KENI à GAMBONA

Période d'observation continue.

Les débits mensuels d'étiage permettent d'obtenir une courbe de tarissement moyenne montrant une faible dispersion.

$$\alpha = 0,85 \cdot 10^{-3}.$$

COMO à OLOMBO

Cette station ouverte en 1963 n'offre pas un éventail d'observations suffisant pour déterminer un coefficient moyen avec précision. Étudié jour par jour, le tarissement semble avoir un coefficient voisin de  $1,3 \cdot 10^{-3}$

LEKORY à M'BOUMA

La période d'observation débute en 1963. La courbe de tarissement a un coefficient de  $1,6 \cdot 10^{-3}$ .

7.2 - ETUDE DES VARIATIONS DU COEFFICIENT

Rappelons que le coefficient est d'autant plus petit que le tarissement est lent. Il a la dimension de l'inverse d'un temps ( $T^{-1}$ ).

A titre de comparaison et afin de mettre en évidence l'importance de la nappe des plateaux Batékés, nous citerons quelques coefficients de tarissement :

- Rivières des plateaux Batékés de l'ordre de  $10^{-3}$
- KOUILOU à SOUNDA de l'ordre de  $10^{-2}$
- M'BALI à BOALI de l'ordre de  $1,15 \cdot 10^{-2}$
- Bassins du NIGER et DU BANI de l'ordre de 1 à  $2 \cdot 10^{-2}$
- BOUENZA à MOUKOULOLOU de  $1,5$  à  $8 \cdot 10^{-3}$

Seule la BOUENZA se rapproche pour des faibles débits d'étiage du régime des plateaux Batékés. Les coefficients des autres bassins sont de 10 à 20 fois supérieurs à ceux des plateaux Batékés.

Le cas de la BOUENZA s'explique facilement. Une partie de son bassin est comprise dans les plateaux Batékés. En très basses eaux, les nappes des terrains précambriens sont pratiquement tariées et le débit de base est alors essentiellement fourni par le tarissement de la nappe Batéké.

D'autre part, l'hétérogénéité d'un bassin, de ses nappes, amène des variations du coefficient de tarissement pour des débits de base différents. Sur les plateaux Batékés, la parfaite homogénéité de l'ensemble donne pour un bassin donné un coefficient de tarissement à peu près constant.

Si on assimile le tarissement à la vidange d'un réservoir à travers un bouchon poreux selon la loi de DARCY, on détermine que le tarissement suit une loi exponentielle où le coefficient  $\lambda$  est une fonction de la perméabilité des caractéristiques géométriques du bouchon poreux et du réservoir.

Au cours de l'établissement de la loi de tarissement on a posé  $\lambda = \frac{kPs}{Sl}$  où Ps exprime la surface de filtration (produit de la surface totale par la porosité) S la surface de l'aquifère, L la largeur du massif poreux traversé et k la perméabilité.

On peut considérer que le matériau aquifère des plateaux Batékés pris dans son ensemble est homogène. De ce fait porosité et perméabilité sont comparables d'un bassin à l'autre.

L'étude des variations de  $\lambda$  en fonction des caractéristiques géométriques pouvait permettre dans une certaine mesure une approche de la détermination de k.

- Une première relation entre  $\lambda$  et la superficie du bassin S a été établie. Cette relation paraît être exponentielle dans les limites expérimentales et serait de la forme

$\lambda = \lambda_0 e^{-10^4 S}$ . Mais  $\lambda_0$  n'a aucune signification physique.

En effet  $\lambda$  doit croître très rapidement lorsque S devient très petit suivant la relation initiale rattachant la courbe à une fonction hyperbolique. Mais ceci n'est pas vérifié graphiquement.



- La largeur de l'aquifère traversée paraît être une variable mieux adaptée à l'étude du coefficient de tarissement.

On obtient cette largeur théorique à partir d'un rectangle de même superficie que le bassin, dit "rectangle équivalent".

La forme d'un bassin versant est caractérisé par un indice appelé coefficient de Gravelius ( $K_g$ ), rapport du périmètre réel du bassin au périmètre d'un cercle de même superficie que le bassin.

Ce coefficient permet de déterminer le rectangle équivalent de même superficie et de même périmètre que le bassin d'où l'on tire  $L$  et  $l$  longueur et largeur du rectangle.

Les résultats des cinq bassins considérés montrent dans le tableau ci-après que  $K_g (P/2 R^R)$  varie peu d'un bassin à l'autre et donc que les formes de ces bassins sont très voisines.

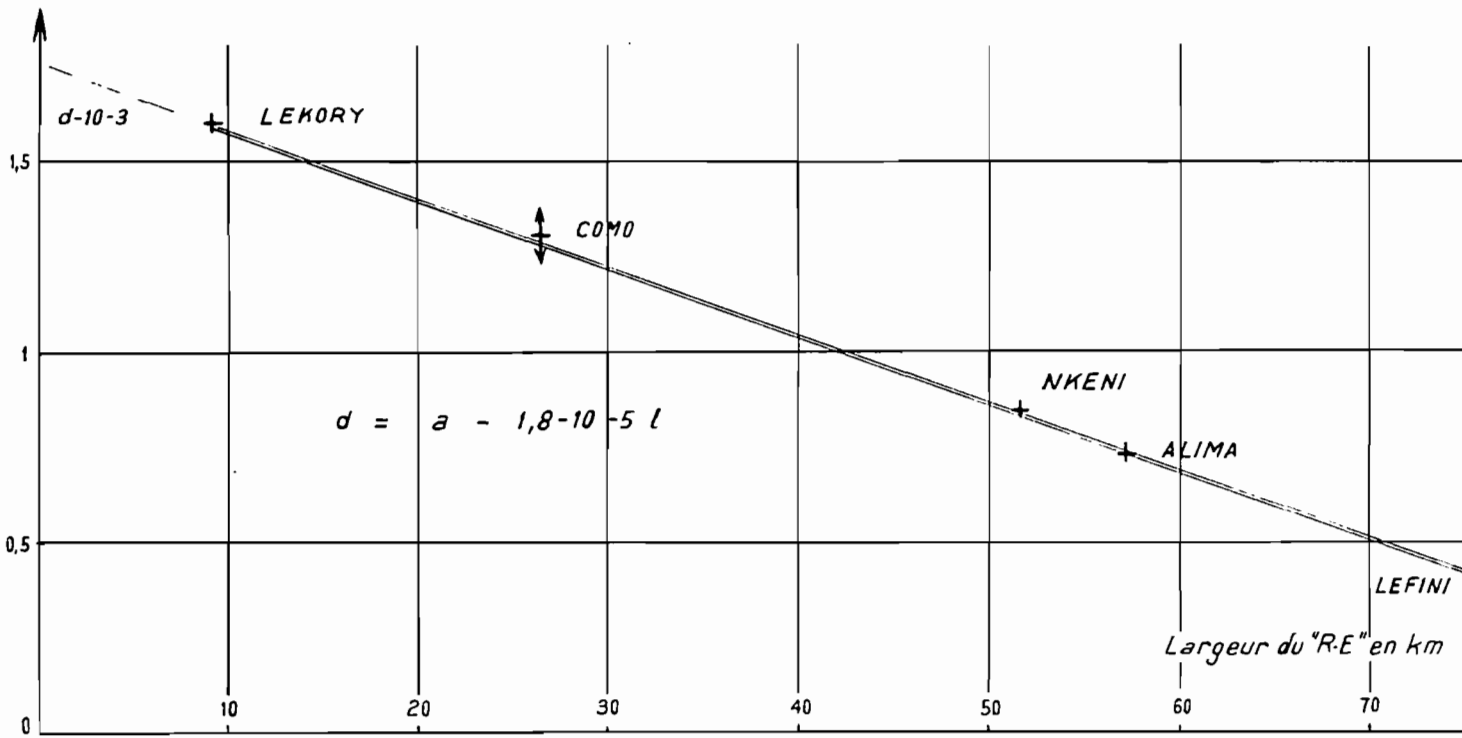
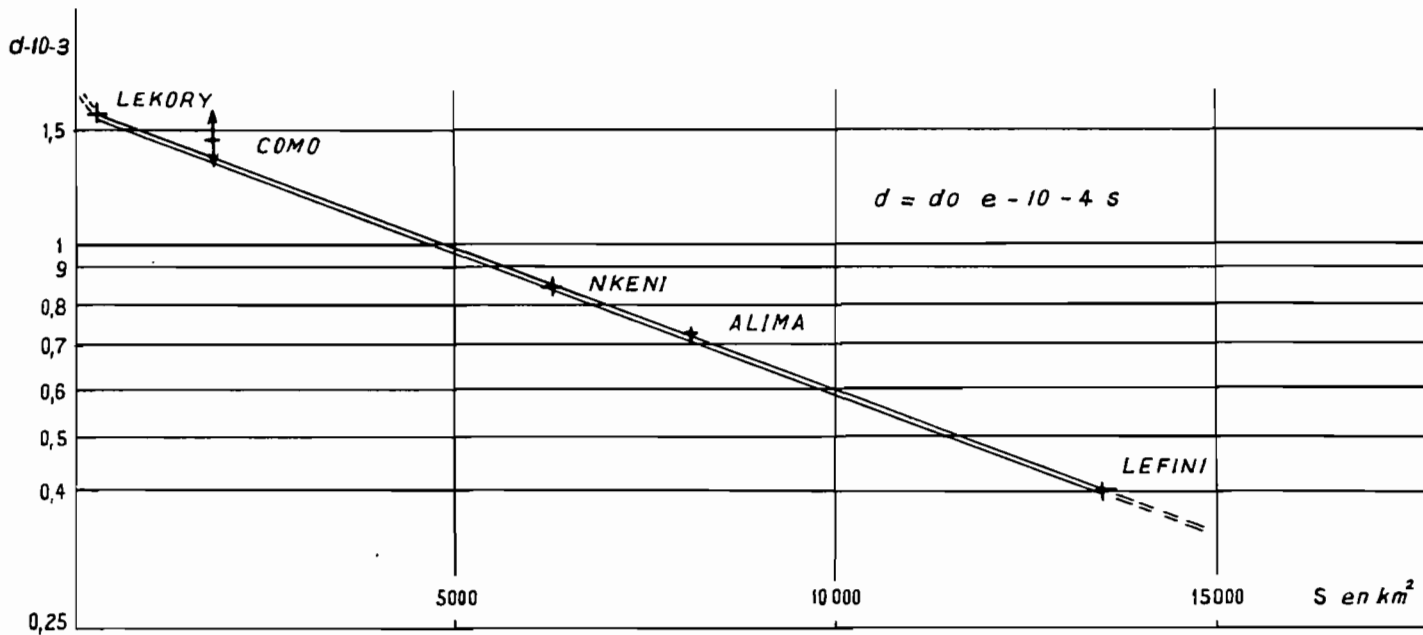
Bassins	$10^{-3}$	$S_{km^2}$	$P_{km}$	km	$K_g$	$L/VS$	$L_{km}$	km
LEFINI	0,4	13500	500	65,3	1,21	1,5	174	76
ALIMA	0,73	8080	370	49,8	1,17	1,38	124	61
N'KENI	0,85	6250	325	43,8	1,18	1,4	111	51,5
COMO	(1,3)	1870	190	24,4	1,24	1,58	68,5	26,5
LEKORY	1,6	226	70	8,4	1,32	1,78	20,7	8,4

Toujours dans les limites expérimentales, il y a une relation linéaire entre  $\alpha$  et la largeur  $l$  du rectangle équivalent.  $\alpha$  décroît quand  $l$  croît.

L'équation de cette droite est  $\alpha = \alpha_0 - 1,8 \cdot 10^{-5} l$

Mais là encore, l'ordonnée à l'origine n'a pas plus de signification physique que dans la relation établie précédemment à partir de  $S$ .

# VARIATIONS DU COEFFICIENT DE TARISSEMENT ET DIMENSIONS DES BASSINS



Cette relation est probablement pseudolinéaire et la droite ne représente qu'une portion de courbe d'une fonction inconnue. Signalons qu'il n'y a pas de relation linéaire entre  $\alpha$  et  $l/l$ .

(Une relation linéaire également entre  $\alpha$  et la longueur  $L$  du rectangle équivalent tient au coefficient de Gravelius voisin pour les bassins étudiés,  $l$  et  $L$  étant dans le même rapport, on s'explique que l'on ait eu une relation entre  $\alpha$  et  $S$ , relation qui ne serait probablement plus vérifiée pour un bassin de forme allongée comme celui de la M'Pama à Osselé).

Dans la relation  $\alpha = \alpha_0 - 1,8 \cdot 10^{-5} \ell$  on constate que l'équation aux dimensions donne à la constante  $1,8 \cdot 10^{-5}$  la dimension d'une vitesse ( $LT^{-1}$ ) dimension du coefficient de perméabilité. En ramenant les unités à des mètres et des secondes, cette constante a pour valeur  $1,55 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$ . Il serait hasardeux de rechercher la valeur de la perméabilité à partir de cette constante où d'autres termes doivent intervenir (porosité ..).

## 8 - HYDROGEOLOGIE

Au cours de cette étude, l'hydrogéologie des plateaux Batékés s'est souvent imposée aux recherches hydrologiques. Nous avons parlé de "nappe Batéké". Bien entendu, si cette appellation paraît justifiée de par l'homogénéité de l'ensemble, on n'a pas une seule nappe mais plusieurs unités n'évoluant parallèlement que lorsque toute la région est soumise aux mêmes facteurs climatiques.

Exceptée la nappe du plateau Koukouya qui a été l'objet de plusieurs études, les autres régions n'offrent que de rares observations.

Les coupes géologiques ont montré quelques passées de kaolinite au voisinage des sources, mais rien n'indique que ce niveau imperméable soit continu et constitue le mur de la nappe.

Il est possible que le mur de la nappe soit beaucoup plus bas dans les niveaux supérieurs de la série du Stanley Pool. Dans ce cas une partie de la nappe aurait un écoulement en-dessous du réseau hydrographique Batéké, vers le Congo situé à 285-290 m d'altitude; cet écoulement, s'il existait, diminuerait le déficit d'écoulement et l'évaporation serait encore plus faible que celle obtenue à partir du bilan moyen.

La surface piézométrique a été esquissée en 1960 par PALAUSI pour le plateau Koukouya à partir des quelques forages et des sources sur les versants du plateau (travaux de la S.A.S.I.F.).

La surface piézométrique est à environ 250 m sous la surface du plateau ce qui donnerait à la nappe une altitude maximale d'environ 560 m. Au-dessus de cette nappe profonde on rencontre quelques nappes perchées de faibles dimensions sur des lentilles de roches silicifiées, à une profondeur voisine de 50 m sous le plateau Koukouya.

Pour les hautes collines, la surface piézométrique est liée à chaque individualité isolée par le réseau hydrographique. Les sources situent la surface piézométrique sur les versants des collines.

Pour les plateaux de Djambala, Nsa et Mbe on ne possède pas d'observations directes par des forages. De par la plus grande superficie de ces plateaux on peut penser que le bombement de la surface piézométrique amènera la nappe à une plus faible profondeur de la surface des plateaux que celle observée au plateau Koukouya, ce d'autant plus que l'altitude de ces plateaux y est moins élevée.

Ainsi pour le plateau de M'Be on note que les sources de la Gambona sont à environ 550 m soit moins de 100 m sous la surface du plateau. En tenant compte du bombement de la surface piézométrique, c'est à une profondeur de moins de 50 m que l'on doit rencontrer la nappe sur la route M'Be-Inoni.

Pour la Mary, les sources sont à environ 580 m d'altitude soit également moins de 100 m sous la surface du plateau.

Les variations de la surface piézométrique n'ont jamais été observées. Cependant, au cours de la période 6I-66, la plus forte hydraulicité des rivières s'est traduite pour la nappe par une remontée de la surface piézométrique observée aux sources de la Mary par un recul de celles-ci, de plusieurs kilomètres dans les vallées sèches.

Ces vallées, sèches aujourd'hui, représentent probablement le réseau de drainage d'une nappe beaucoup plus puissante jadis.

A défaut d'observations directes dans des puits, il serait intéressant de situer en altitude périodiquement les sources des petites rivières du plateau de M'Be, afin de rechercher une relation entre les variations d'hydraulicité de la nappe et celles de la Léfini.

La perméabilité a été mesurée dans le forage de N'Tchoumou sur le plateau Koukouya. Elle est voisine de  $10^{-5}$  m/s.

## C O N C L U S I O N S

Cette étude a permis de dégager les facteurs essentiels des régimes des rivières Batékés.

Parmi les caractéristiques hydrologiques définies ou précisées, le module spécifique est un des résultats les plus significatifs.

Avec environ 30 l/s/km<sup>2</sup>, c'est plus de 2000 m<sup>3</sup>/s qui sont fournis en moyenne par les plateaux Batékés. Les 4/5 de ce débit sont tributaires du bassin congolais.

Le caractère particulier du cycle hydrologique des plateaux Batékés apparaît dans le coefficient d'écoulement qui dépasse 50% contre 30% pour le bassin du Kouilou-Niari.

L'aridité des plateaux et hautes collines, une végétation très pauvre, un peuplement réduit, en dehors du plateau Koukouya, sont autant de conséquences des faibles disponibilités en eau du pays Batéké.

Pourtant cette région est une des plus arrosées du Congo, et d'énormes réserves en eau sont accumulées dans la nappe profonde, laquelle nappe doit être facilement exploitable dans certaines zones.

La connaissance des régimes hydrologiques Batékés permettra dans une étude ultérieure des régimes du Kouyou au Nord, de la Bouenza, du N'Douo et du Djoué au Sud, de faire la part de l'écoulement en provenance des plateaux.

Enfin, certaines caractéristiques demandent à être précisées. L'étude du tarissement devrait être reprise avec des observations nouvelles sur un plus grand nombre de bassins. Les observations hydrogéologiques, telles que variations du niveau piézométrique sur le plateau de Koukouya et celui de M'Be pourraient être développées.

L'étude du Bassin de la DJILI, à une quinzaine de kilomètres au Nord de Brazzaville, permettrait avec une infrastructure assez réduite de préciser certains caractères de l'écoulement, du ruissellement et de l'infiltration.

Nous terminerons cette étude en rappelant que si la nappe des plateaux Batékés est une des nappes libres les plus importantes de l'Afrique Centrale, on retrouve au Congo Kinshasa le même ensemble avec une extension beaucoup plus grande. En effet, les sables ocres et grès polymorphes de la série Batéké se poursuivent au Sud du Congo suivant un axe Nord-Ouest/Sud-Est jusqu'au Katanga. Les affluents de rive gauche du puissant Kasai montrent une régularité annuelle tout à fait comparable à celle des rivières Batékés et on peut penser que leurs régimes sont sensiblement identiques (rivières KWILI, WAMBA, KWENGE, LUBEFU...).

o  
o o

## B I B L I O G R A P H I E

---

- ASECNA - Aperçu sur le climat du Congo
- BOISSEZON (P. de) - Les sols des plateaux de Djambala et Koukouya et de la zone avoisinante des hautes collines. Brazzaville - Mars 1963 - 95 pages ronéo.
- CAHEN L. - Géologie du Congo Belge p. 308 et suivantes.
- CASTANY G. - Traité pratique des eaux souterraines.
- DEVROEY E.J. - Annuaire hydrologique du Congo et du Ruanda-Urundi (Bruxelles).
- HIEZ G., TOUCHEBEUF P.  
CHAPERON P. BILLON B. - Hydrologie du bassin supérieur du Niari en amont de Loudima. Brazzaville 1965 - 93 p. 39 fig. 74 tabl.
- HIEZ G., CHAPERON P.  
MAILHAC P. - Note sur les crues du Kouyou à Ewo, la Komo à Olombo, la Lessebé à Andzoko, la Lekory à Okoyo, la M'Bessi à Enkeya, la N'Goko à Tsongo. Paris 1964 - 28 p. 20 fig. 23 tabl. ronéo.
- HIEZ G. - Les régimes hydrologiques de la République du Congo. Brazzaville 1962 - 9 p. + tableaux - dactylog.
- MARECHAL (A. le) - Contribution à l'étude des plateaux Batékés (Géologie, géomorphologie, hydrogéologie). Brazzaville - Avril 1966 - 42 p. + fig. et tableaux ronéo.
- OLIVRY J-C. - Dossier des stations limnimétriques de la République du Congo. Brazzaville - Septembre 1967 - 70 p. d'historique - 290 tableaux (de mesures et synoptiques). 100 figures (courbes, plans et cartes). Dactylo.



O.R.S.T.O.M.

- Annaires hydrologiques.

RIOU C.

- Note préliminaire sur l'évaporation à  
Brazzaville.

Brazzaville - Juillet 1967 - 7 p. + graph.  
tableaux.

ROCHE M.

- Hydrologie de surface.

RODIER J.

- Régimes hydrologiques de l'Afrique Noire à  
l'Ouest du Congo.

o  
o o