

# CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES DE L'ANNÉE 1949 DANS LES TERRITOIRES ET LES DÉPARTEMENTS D'OUTRE-MER

par

**M. Jean RODIER**

*Ingénieur en chef*

*au Service des Études d'Outre-Mer d'E. D. F.*

*chargé de la direction des Études hydrologiques de l'O. R. S. O. M.*

On a tenté, dans la présente étude, de dégager les tendances hydrologiques de l'année 1949 par comparaison avec les années d'hydraulicité normale.

Il a semblé qu'une telle analyse pourrait compléter utilement l'ensemble des données publiées dans l'annuaire.

Elle peut permettre notamment de bien apprécier l'hydraulicité de l'année considérée, pour les bassins versants représentés par les stations de référence lorsque la période des observations limnimétriques ou même pluviométriques est trop réduite et pour les bassins versants qui ne sont pas encore représentés.

En outre, elle est susceptible de dégager les caractères généraux des variations de débit pendant la même période, sur de vastes ensembles, ainsi que les causes profondes des divergences observées entre le régime de certains bassins et le régime de l'ensemble.

Il n'est pas impossible qu'après une série d'études annuelles de ce genre, on parvienne à établir non une loi rigide (ce qui est invraisemblable), mais des indications assez nettes sur le rapport entre les variations interannuelles des débits dans un bassin versant donné et celles observées dans l'ensemble dont il fait partie. Par suite, l'examen des rares stations présentant une longue période d'observations, conjugué à titre de recoupement avec divers indices observés sur place, pourrait donner le moyen d'apprécier l'irrégularité interannuelle du module, pour des stations observées depuis peu.

Cette étude utilise les relevés des stations de jaugeages, des échelles limnimétriques non tarées, des stations pluviométriques, ainsi que des observations de toute nature effectuées sur le terrain. Sa précision dépend évidemment de l'importance de la documentation existante.

Lorsque la documentation s'est avérée par trop insuffisante comme pour la GUYANE, le GABON, la partie nord du MOYEN-CONGO, les régions sud du SAHARA et les territoires du Pacifique, on a dû renoncer à effectuer cette étude.

Des considérations d'unité climatologique ont conduit à grouper en trois chapitres les Territoires et Départements de l'Union Française :

- I - l'Afrique Noire
- II - Madagascar
- III - Antilles - Réunion.

L'Afrique Noire a été elle-même divisée en trois grands ensembles :

- A) Les régions soudaniennes et guinéennes
- B) Les régions subéquatoriales
- C) Les régions situées dans l'hémisphère austral.

## I. AFRIQUE NOIRE

### A) RÉGIONS SOUDANIENNES ET GUINÉENNES

Régime tropical ou tropical de transition caractérisé par une crue unique et une longue saison sèche.

#### 1° Bassin du NIGER :

Ce bassin était, en 1948, le mieux connu et le mieux équipé et il est assez facile d'y suivre les variations de l'hydraulicité.

Le début de l'année, qui correspond à la fin de la décrue, a été marqué par des débits légèrement au-dessus de la moyenne, conséquence de la crue de 1948 relativement forte.

La saison sèche a été marquée, surtout dans le sud du bassin versant, par un certain nombre de tornades isolées se traduisant sur les courbes de tarissement du NIGER et de ses affluents par quelques pointes ou replats qui ont troublé l'allure de ces courbes généralement très régulières.

Ces tornades isolées, un peu insolites en cette saison, sont appelées "pluies des mangues". Dans le cas le plus général, les hauteurs de précipitations sont insuffisantes pour qu'il y ait ruissellement superficiel, mais en 1949 leur importance a été appréciable. Peut-être faudrait-il voir là les répercussions des premières pluies de COTE d'IVOIRE qui, comme nous le verrons, ont été particulièrement précoces.

La première de ces tornades a eu lieu au début de Février. Elle a été sensible surtout sur le NIANDAN, où elle a provoqué une brusque montée du plan d'eau le 3, le débit passant de 40 à 51 m<sup>3</sup>/sec. Sur le NIGER, à BAMAKO, le niveau du fleuve est remonté de 4 cm. vers le 10. La pointe est insensible à KOULIKORO.

La seconde tornade, beaucoup plus forte que la première, a eu lieu un mois plus tard, les 6 et 7 Mars. On a relevé une hauteur de précipitation de 29 mm. le 7 Mars à KANKAN. La petite crue en résultant a été très nette : le débit du NIANDAN est passé de 19 à 50 m<sup>3</sup>/sec. les 10 et 11 Mars, celui du MILO est passé de 43 à 81 m<sup>3</sup>/sec. les 8 et 9 Mars. Cette crue est arrivée à KOULIKORO le 19 Mars, le débit du NIGER passant de 105 à 151 m<sup>3</sup>/sec.

On observe encore deux crues isolées moins importantes sur le MILO les 8 et 9 Avril et les 24 et 25 Avril, crues à peine sensibles sur le NIANDAN; mais, cependant, la première peut être suivie jusqu'à KOULIKORO, le débit passant de 119 à 131 m<sup>3</sup>/sec. (les 19 et 20 Avril).

Cette succession de crues, assez importantes dans la partie amont du bassin versant, a reconstitué partiellement les nappes souterraines dans ces régions, ce qui explique la valeur relativement forte du débit du NIGER à l'étiage absolu : 70 m<sup>3</sup>/sec., malgré la date un peu tardive, 10 Mars. La valeur la plus fréquente est voisine de 36 m<sup>3</sup>/sec. Ce débit est cependant bien inférieur au maximum observé : 150 m<sup>3</sup>/sec. en 1918.

Il a semblé nécessaire d'insister sur ces phénomènes d'assez faible importance afin de mettre en évidence les conditions complexes qui régissent les débits d'étiage du NIGER et d'expliquer quelques irrégularités analogues que l'on constate parfois sur des courbes de tarissement plus anciennes observées à KOULIKORO. On serait tenté, à la vue de ces crochets insolites en pleine saison sèche, d'incriminer une erreur de l'observateur.

L'évolution de la crue annuelle a été nettement anormale : en effet, au lieu d'une montée en dents de scie commençant fin Mai ou d'une montée en flèche en Juin, on a observé sur le NIGER une lente progression des débits du 15 Mai à fin Juillet : de 70 m<sup>3</sup>/sec. à 800 m<sup>3</sup>/sec., puis une montée assez rapide et régulière jusqu'à mi-Septembre. Le départ de la crue est nettement tardif (25 Juillet), le retard sur la date normale est de 15 jours à trois semaines.

L'examen des crues des branches supérieures du NIGER : NIANDAN et surtout MILO, explique l'allure générale de la crue du fleuve :

En effet, les crues de ces cours d'eau à régime tropical de transition, présentent, à partir de Juin jusqu'à mi-Septembre, une série de dents de scie à maximum généralement croissant. Au contraire, en 1949, NIANDAN, NIGER supérieur et MILO présentent une série de petites crues pendant toute la saison sèche, laissant présager une crue précoce; cependant le mois de Mai marque seulement une légère

augmentation, puis une progression lente qui s'accélère un peu en Juillet. Ce n'est que vers le 15 Juillet, soit avec un mois de retard, que s'est produite la montée rapide habituelle, sur le NIGER supérieur à KOUROUSSA, et le MILO; les relevés du NIANDAN laisseraient supposer un départ plus tardif, mais ils sont assez suspects pour la période Juillet-Août.

Dès le 15 Août, on atteint sur le MILO, des valeurs voisines du maximum : 705 m<sup>3</sup>/sec. le 12 Septembre. La crue du 15 Août semble beaucoup moins forte sur le NIGER supérieur, le maximum étant atteint probablement vers le 15 Septembre. Le maximum sur le NIANDAN est atteint le 24 Septembre (923 m<sup>3</sup>/sec.).

Le retard de la crue se traduit par des débits mensuels déficitaires en Juin et Juillet sur le MILO, le NIANDAN et le NIGER supérieur (à KOUROUSSA) et surtout sur le NIGER moyen.

- Le débit de Juin à KOULIKORO correspond à 35 % du débit normal.
- Le débit de Juillet à 50 %.

Malgré ce retard, les débits maxima de crue à KOULIKORO sont légèrement supérieurs à la moyenne. Le maximum atteint le 22 Septembre est de 7.040 m<sup>3</sup>/sec. (valeur médiane du débit maximum : 6.000 m<sup>3</sup>/sec.). Ce débit dépasse celui de 1948 (6.500 m<sup>3</sup>/sec.); mais cependant il est très loin de celui des fortes crues observées en 1924-25-26 (entre 9.000 et 10.500 m<sup>3</sup>/sec.).

Sur les branches supérieures du NIGER, il semble que les maxima observés une huitaine de jours plus tôt soient relativement moins importants :

- NIANDAN : 923 m<sup>3</sup>/sec. fin Septembre au lieu de 1.000 en moyenne (1.600 en 1926)
- MILO : 705 m<sup>3</sup>/sec. le 12 Septembre - moyenne : 710.

Le maximum du NIGER supérieur est resté voisin de la moyenne, mais il semble qu'il soit très inférieur à ceux de 1925, 1926 et même 1948.

Il n'est pas impossible que les forts débits de Septembre soient imputables au TINKISSO et surtout au SANKARANI. D'ailleurs, si nous nous déplaçons un peu plus vers l'est, nous remarquerons que les débits de crues de la COMOIE supérieure, vers BANFORA et BOBO-DIOULASSO, ont été nettement plus élevés que de coutume.

La décrue du NIGER commence vers le début Octobre. Elle présente une allure symétrique à celle de la montée. Sans aucune pointe tardive, elle est beaucoup plus rapide que de coutume. Le même phénomène est d'ailleurs observé sur les branches supérieures. Le mois de Novembre est déficitaire par rapport à l'année normale. Il en est de même pour Décembre, quoique de façon moins nette.

En résumé, les branches supérieures du NIGER ne présentent, ni à la crue, ni à la décrue, les importantes fluctuations de débits que l'on rencontre en année normale. La crue 1949 du NIGER est assez tardive avec décrue rapide, le maximum étant légèrement supérieur à la moyenne.

La forme très simple des variations de débit est, exceptionnellement, identique à la courbe théorique du régime tropical pur, avec toutefois un débit d'étiage absolu (0,58 l./sec/Km<sup>2</sup>) nettement plus fort.

L'hydraulicité de l'année 1949 est nettement déficitaire sur le bassin étudié, malgré un maximum supérieur à la moyenne.

- volume annuel à KOULIKORO :  
44,4 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> au lieu de 48,4 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> (92 %)
- volume annuel du NIANDAN :  
5,9 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> au lieu de 6,8 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> (76 %) (1)
- volume annuel du MILO :  
5,5 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> au lieu de 5,6 × 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> (94 %)

Nous allons retrouver sur les autres bassins versants des zones soudaniennes et guinéennes des tendances très analogues.

(1) Il semble que l'on doive imputer, en partie, à des erreurs sur les relevés de fin Juillet et Août, la faiblesse de ce volume annuel.

## 2° Bassin du SÉNÉGAL :

Ce bassin a été pourvu, depuis longtemps, d'un certain nombre d'échelles limnimétriques. Malheureusement, très peu ont pu être relevées en 1949. Toutefois, grâce aux relevés de l'échelle de BAKEL, il est possible, à défaut des débits de basses eaux, d'étudier les débits de crues.

La montée des eaux est normale. Ce fait n'est pas en contradiction avec les tendances de la crue du NIGER. En effet, si la montée des eaux est tardive sur le NIGER, c'est uniquement parce que les bassins versants les plus méridionaux, à régime tropical de transition, n'ont pas présenté de crues de printemps. Or, pratiquement, le bassin versant du SÉNÉGAL ne contient pas d'affluents à régime de ce type. La climatologie du bassin versant supérieur du BAFING, affluent le plus méridional, est déjà très différente de celle des bassins versants supérieurs du NIGER, du NIANDAN, du MILO et du DION.

Il est intéressant à ce sujet de comparer la courbe de régime du SÉNÉGAL et celle de la BENOUE supérieure à GAROUA. Les deux réseaux hydrographiques sont situés dans des zones de même climatologie. L'exposition et la forme du réseau sont tout-à-fait analogues. Or, on verra ci-après que ces deux fleuves présentent exactement les mêmes tendances.

Le maximum de la crue sur le SÉNÉGAL est un peu hâtif : fin Août au lieu du 10 Septembre habituellement. Sa valeur :  $3.135 \text{ m}^3/\text{sec}$ . est légèrement au-dessus de la moyenne.

Mais, comme pour la BENOUE, la courbe de crue est beaucoup plus pointue que de coutume. Au lieu de présenter une succession de pointes, de débits analogues pendant trois semaines environ, le SÉNÉGAL reste en 1949, pendant à peine une dizaine de jours, au voisinage du niveau maximum et la décrue s'amorce tôt, vers fin Août, un mois avant la date normale.

Une courte pointe relève légèrement les débits en fin Septembre, mais il résulte de cette décrue hâtive que le volume débité par la crue doit être nettement déficitaire. Il est cependant notoirement plus élevé que les volumes correspondants des années les plus sèches : 1944 et surtout 1943-1941.

## 3° Bassin de la Haute-BENOUE :

Le débit d'étiage de la BENOUE a été très voisin de celui de 1948 qui est réputé pour être faible. Il est difficile d'en préciser la valeur exacte. En effet, le lit de la BENOUE, sablonneux, est légèrement instable; il en résulte que d'une année à l'autre, pour les faibles débits, la même hauteur d'eau à l'échelle peut correspondre à des débits assez différents. D'autre part, les jaugeages ne mesurent que le débit apparent, le débit des nappes dans les berges et le fond du lit reste inconnu. Or, il est certainement loin d'être négligeable.

La montée des eaux a été normale, comme pour le SÉNÉGAL, mais elle s'est arrêtée subitement fin Août, le débit atteignant  $2.140 \text{ m}^3/\text{sec}$ , environ. On observe une brusque décroissance, puis un court palier vers  $1.500 \text{ m}^3/\text{sec}$ , alors que d'ordinaire le débit se maintient au voisinage de  $2.500 \text{ m}^3/\text{sec}$  pendant un mois. La décrue est en avance de 15 jours sur la date normale.

La courbe est très voisine de celle du SÉNÉGAL avec cette différence que le débit maximum est inférieur à la moyenne et qu'il ne s'est maintenu que pendant peu de temps.

Il est difficile de juger de l'importance du débit maximum par rapport à ceux des années très sèches, car nous ne possédons actuellement ni les relevés de 1913, ni ceux de la période 1940-44.

Dans l'ensemble, l'année est nettement déficitaire, la BENOUE ayant débité :

$$9,3 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ au lieu de } 13,7 \times 10^9 \text{ m}^3 \text{ (68 \%)}.$$

La faible valeur du débit maximum et la courte durée de la crue ont eu des conséquences désastreuses.

La BENOUE n'est navigable jusqu'à GAROUA que pendant deux mois et la durée pratique de navigation ayant encore été réduite en 1949, une partie importante de la production de coton du TCHAD n'a pu être évacuée. De même, les produits importés à destination du TCHAD ont dû être débarqués en partie avant GAROUA et acheminés par voie de terre.

#### 4° Bassin versant du LOGONE :

Le LOGONE a été observé à plusieurs stations (LAI, ERE, BONGOR), mais la plupart des relevés antérieurs ayant disparu, on manque de termes de comparaison.

On constate toutefois que la montée des eaux est tardive, ce qui est normal, car le régime du LOGONE est plus proche de celui du NIGER que le régime de la BENOUE, malgré la proximité des deux bassins versants : LOGONE et BENOUE.

Le maximum se produit fin Septembre : 1.980 m<sup>3</sup>/sec. à BONGOR.

Il est difficile de comparer ce maximum à celui des années antérieures. En effet, par suite de l'existence de nombreux défluent, le LOGONE est déjà partiellement régularisé à l'amont d'ERE et d'une année à l'autre, les variations de plan d'eau maximum sont très faibles, peut-être 30 cm. au maximum. En outre, les zéros des diverses échelles qui se sont succédées à LAI n'ont pas été rattachés avec précision. On peut toutefois affirmer que le débit maximum a été inférieur à ceux de 1948 et 1950. Il a été nettement plus faible que ceux de 1903, 1904, 1916 et 1917. Il semble qu'il ait été inférieur à la moyenne. La décrue a été à peu près normale.

Par suite de la date tardive de la crue et de la valeur moyenne du débit maximum, le volume débité en 1949 est également déficitaire pour ce bassin versant.

#### 5° Bassin de l'OUBANGUI (à BANGUI) :

Le bassin de l'OUBANGUI présente une exposition assez analogue à celle du NIGER. La climatologie est assez voisine avec tendance nettement plus marquée vers le régime de transition tropical-équatorial. Nous allons retrouver pour l'année 1949 des caractéristiques très voisines.

Les débits moyens de Janvier et Février correspondant à la fin de la décrue de 1948, sont à peu près normaux.

La hauteur d'eau observée à l'étiage, le 25 Mars, est plutôt faible : 0 m.12. Le débit correspondant est de 475 m<sup>3</sup>/sec. L'exactitude de ce chiffre ne peut être rigoureusement garantie, car la courbe de jaugeages n'est que provisoire (il n'existe pas de jaugeage au voisinage de l'étiage absolu).

La montée des eaux est nettement tardive, elle se produit après une première pointe de crue atteignant au maximum 3.435 m<sup>3</sup>/sec. au début Juin, soit 15 jours après la date normale. La crue arrive définitivement fin Juillet, soit un mois en retard. Le mois d'Août est relativement faible; Septembre est encore un peu au-dessous de la moyenne. Le maximum de la crue a été observé à la date normale, le 20 Octobre. La valeur de ce maximum : 11.940 m<sup>3</sup>/sec. est, comme sur le NIGER, un peu supérieure à la moyenne.

La décrue commence vers le 5 Novembre. Le 20 Novembre, les débits tombent au-dessous de la moyenne, à la fin de l'année ils sont très nettement déficitaires.

Pour les mêmes raisons que le NIGER, l'année est nettement déficitaire :

127×10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> au lieu de 140×10<sup>9</sup> m<sup>3</sup> (90 %)

#### 6° Fleuves côtiers de GUINÉE :

Le SAMOU et le KONKOURE ont été étudiés pendant l'année 1949. Malheureusement, le nombre d'années d'observations est très limité. On peut cependant constater que ces fleuves côtiers à régime tropical ont présenté les mêmes tendances que les cours d'eau déjà examinés dans la présente étude.

En effet, le débit d'étiage du SAMOU est normal :

1,5 m<sup>3</sup>/sec, fin Mars, début Avril (étiage peut-être hâtif).

Sur le KONKOURE, il atteint 7 m<sup>3</sup>/sec. Le nombre d'années d'observations est trop réduit pour pouvoir porter un jugement.

Le début de la crue est nettement tardif. La première pointe a été observée fin Mai sur les deux cours d'eau au lieu de fin Avril, début Mai. Les mois de Mai et Juin sont particulièrement déficitaires.

Après un mois de Juillet à peu près normal, correspondant à la montée des eaux, on observe le maximum sur le SAMOU le 27 Août, avec 135 m<sup>3</sup>/sec., chiffre relativement fort. Mais malgré cette courte crue, le mois d'Août est faible : 48 m<sup>3</sup>/sec. au lieu de 70 m<sup>3</sup>/sec. (moyenne estimée).

Sur le KONKOURE, les pointes sont relativement moins fortes (maximum : 1.304 m<sup>3</sup>/sec.), mais Août est à peu près normal.

La décrue est précoce (Septembre). Septembre et Octobre sont particulièrement déficitaires, sauf les débits d'Octobre du SAMOU relevés par une courte pointe.

Les modules sont les suivants :

SAMOU	1949	Moyennes
Septembre	26,24 m <sup>3</sup> /sec.	33 m <sup>3</sup> /sec.
Octobre	23,48 m <sup>3</sup> /sec.	27 -
<b>KONKOURE</b>		
Septembre	582 m <sup>3</sup> /sec.	660 m <sup>3</sup> /sec.
Octobre	384 m <sup>3</sup> /sec.	475 m <sup>3</sup> /sec. (moyenne estimée)

Les derniers mois de l'année sont à peu près normaux. La tendance est, généralement, la même que dans les bassins versants du NIGER et de l'OUBANGUI.

L'année 1949 est nettement déficitaire :

$410 \times 10^6$  m<sup>3</sup> sur le SAMOU au lieu de  $475 \times 10^6$  m<sup>3</sup> (87 %).

Les relevés pluviométriques, qui portent sur un plus grand nombre d'années que les relevés hydrométriques, confirment cette tendance puisque la hauteur de précipitations est de 2.030 mm. en 1949 sur le bassin du SAMOU au lieu de 2.100, moyenne interannuelle.

En résumé, l'allure des courbes annuelles de débit dans les régions soudanaises et guinéennes présente une homogénéité remarquable en 1949. Elle est encore plus nette lorsque l'on sépare les bassins à régime tropical à peu près pur des bassins à régimes tropicaux mixtes.

Dans la première catégorie, la montée des eaux est à peu près normale. La période des hautes eaux est très courte, la décrue précoce. Le volume total annuel est faible : 70 à 80 % des apports moyens (1)

Dans la seconde catégorie, la montée des eaux est particulièrement tardive; le maximum est normal ou légèrement supérieur à la moyenne; la décrue est précoce, mais un peu moins que dans la première catégorie. Le volume total annuel est déficitaire : 90 % des apports moyens.

## B) RÉGIONS ÉQUATORIALES

Dans les régions voisines de l'équateur, correspondant aux régimes équatoriaux et équatoriaux de transition (hémisphère nord), on observe une certaine unité dans l'allure des courbes annuelles de débit, mais le phénomène semble moins net que pour les régions précédentes. Ceci tient peut-être à la complexité plus grande du régime et également au fait que deux de ces régions ont été étudiées presque exclusivement à partir de la climatologie. Les indications des pluviomètres sont, en effet, beaucoup moins homogènes que celles des stations de jaugeage.

### 1° Fleuves côtiers de COTE D'IVOIRE :

La BIA et la COMOE ont été, en 1949, l'objet de relevés limnimétriques, mais par suite du manque total d'observations pendant les années antérieures ces relevés sont pratiquement inutilisables en vue de la recherche de l'abondance annuelle relative. On utilisera donc les relevés pluviométriques. Les relevés aux diverses stations ne sont pas très homogènes, toutefois on peut dégager assez facilement les tendances suivantes :

Les deux saisons de pluies sont dans l'ensemble assez fortes.

On distingue, dans la plupart des cas, deux séries de précipitations importantes en Mars et en Mai, parfois en Avril et Mai ou Avril et Juin (notons qu'il suffit d'un décalage de quelques jours pour expliquer ces légères différences). Ce phénomène est particulièrement net à BOUAFLE, BOUAKE, BOUNDIALI, DABAKALA et SASSANDRA.

(1) Ces indications ne sont valables que pour des bassins versants de superficie suffisante. Il n'est pas du tout exclu que l'on ait rencontré en 1949 pour des bassins versants inférieurs à 200 Km<sup>2</sup>, des modules annuels de l'ordre de 120 %, des modules moyens par exemple.

Par suite de la pointe de Mars-Avril, la saison des pluies est nettement en avance.

Les précipitations mensuelles pendant les deux pointes de printemps sont généralement supérieures de 50 % au moins à la moyenne.

La petite saison sèche est assez bien marquée, peut-être un peu plus courte que d'ordinaire, la fin de la pointe de printemps se produisant sensiblement à la date normale, alors que la seconde saison des pluies est souvent précoce.

Cette seconde saison des pluies ne présente pas de double pointe, en général, les précipitations sont, dans la plupart des cas, nettement supérieures à la moyenne; les mois les plus forts sont Août et Septembre.

Les mois d'Octobre et de Novembre sont assez forts dans certaines stations dispersées. Le mois de Décembre est partout déficitaire.

La hauteur annuelle des précipitations est, en général, supérieure de 10 % à la moyenne.

Deux régions font exception :

- le Sud-Est, région d'ABIDJAN, d'AGBOVILLE, d'ABOISSO, de DIMBOKRO, présente une pluviométrie nettement plus faible que la moyenne
- la région de MAN également, avec en plus les caractères de la zone soudanienne : début de la première saison des pluies tardif, fin de la seconde saison des pluies précoce. A noter qu'au Nord de cette région on rencontre une tendance exactement contraire.

Enfin, si nous passons aux stations sud de la HAUTE-VOLTA, on retrouve exactement les caractéristiques du bassin du NIGER avec un mois d'Août particulièrement abondant.

On en déduit que, pour les fleuves côtiers prenant leur source au-dessous de la frontière de la HAUTE-VOLTA, l'hydraulicité de 1949 a été relativement élevée, les deux crues ayant été également fortes, la crue de printemps assez précoce.

La COMOE, dont une partie importante du bassin versant est en régime soudanien, a présenté des caractéristiques complexes en rapport avec les tendances contradictoires des deux régions.

L'examen des relevés incomplets des stations de la BASSE-COMOE montre que, par rapport à 1948, la montée des eaux a été tardive (caractère soudanien). Cependant, on observe en Avril de petites crues précoces caractéristiques de la basse Côte d'Ivoire.

## 2° Fleuves côtiers du DAHOMEY et du TOGO :

Malgré un climat un peu différent de celui de la COTE d'IVOIRE, nous retrouverons des caractéristiques assez voisines.

Le début de l'année : Janvier, Février, Mars, est plutôt déficitaire jusque vers Avril.

En Mai, dans le sud, les précipitations sont à peu près normales. En Juin, Juillet, Août, Septembre, Octobre, les précipitations sont nettement excédentaires, surtout en Août.

En Novembre et Décembre, elles deviennent déficitaires.

Les deux maxima de saison des pluies, généralement moins distincts qu'en COTE d'IVOIRE, sont encore moins nets que d'ordinaire du fait de l'abondance du mois d'Août, chaque maximum étant supérieur à la moyenne comme en COTE d'IVOIRE; la fin de l'année est également déficitaire, mais on ne retrouve pas la précocité des crues de printemps observée dans la majeure partie de la COTE d'IVOIRE. A ce point de vue, le régime du BAS DAHOMEY se rapproche un peu du régime soudanais.

Par contre, dans le nord du DAHOMEY on rencontre une première série de tornades précoces.

Il est assez difficile de tirer des indications précises des rares observations aux échelles limnimétriques; on peut, toutefois, sans pouvoir préciser les débits maxima, affirmer que les cotes atteintes par les différents cours d'eau : Mono, Ouémé, etc... en 1949, ont été beaucoup plus élevées que les années précédentes; il semble même que l'on se trouve parfois en présence de crues décennales. Ces fortes crues correspondent bien aux précipitations de Juillet et Août sur l'ensemble des bassins versants. La pointe principale de crue était en avance de plus d'un mois sur la date habituelle.

### 3° Bassin de la SANAGA :

Ce bassin remonte assez loin vers le Nord jusqu'à l'ADAMAOUA. Nous retrouvons cependant les mêmes caractéristiques que plus haut.

L'étiage est faible: il doit atteindre 300 m<sup>3</sup>/sec. à EDEA au lieu de 450 m<sup>3</sup>/sec.

On observe, comme en COTE d'IVOIRE, une forte pointe en Avril, un "creux" en Mai; Juin et Juillet sont forts. A partir de Juin la progression de la crue est sensiblement normale.

Le maximum en fin d'Octobre est de 7.870 m<sup>3</sup>/sec., nettement supérieur à la moyenne.

La décrue est plutôt en retard.

Le module annuel est excédentaire :

2.480 m<sup>3</sup>/sec. au lieu de 2.170 m<sup>3</sup>/sec., soit un supplément de 15 %.

Pour la période de dix ans d'observations, seules les années 1943 et 1944 sont plus abondantes.

En résumé, bien que le régime de la SANAGA soit légèrement différent de celui de la COTE d'IVOIRE : tropical de transition au lieu d'équatorial de transition, on retrouve les mêmes tendances : double pointe d'Avril et de Juillet; mois d'Octobre humide; année excédentaire.

### 4° Bassin versant du NYONG :

Un certain nombre d'échelles ont été installées sur le NYONG, mais, à notre connaissance, une seule, celle d'AYOS, a été l'objet de relevés au cours de 1949. On possède également quelques relevés de la station d'AKONOLINGA.

On constate, comme sur la SANAGA, que le mois d'Avril est excédentaire, Mai est déficitaire. Le mois de Juin est moyen. Novembre et Décembre donnent des débits très élevés par rapport à la moyenne.

Dans l'ensemble, les débits annuels sont supérieurs à la moyenne.

En résumé, dans cette seconde région de l'Afrique Noire, les courbes de variations annuelles présentent une certaine unité, mais les divergences sont plus nombreuses que dans la région soudanienne. On observe un étiage souvent faible, une première saison des pluies comportant une série de crues précoces, l'ensemble de cette première saison des pluies étant nettement plus fort que d'ordinaire. La seconde saison des pluies ou la seconde moitié de la saison des pluies pour les régimes tropicaux de transition est également forte.

Les débits annuels sont supérieurs à la moyenne.

## C) RÉGIONS ÉQUATORIALES SITUÉES DANS L'HÉMISPHERE AUSTRAL

Ces régions correspondent à la partie la plus méridionale du MOYEN CONGO. Elles sont représentées par les stations de jaugeages du DJOUE et de la FOULAKARY (régime équatorial de transition).

Il est assez difficile de donner une idée précise de l'hydraulicité de l'année hydrologique 1949-50. Les pluviomètres sont rares, observés depuis peu de temps, et certains relevés semblent assez suspects. Enfin, les relevés limnimétriques ne correspondent qu'à une courte période, sauf les échelles de crues du CONGO qui sont inutilisables pour le but que nous nous proposons, car elles donnent des indications sur un bassin trop vaste et de régime trop complexe.

L'étude des relevés des deux stations de la FOULAKARY, du DJOUE et des relevés pluviométriques, en particulier de ceux de BRAZZAVILLE, qui portent déjà sur 14 ans, permet de dégager les tendances suivantes :

L'étiage a lieu vers la mi-septembre, donc un peu en avance. Il est assez fort, la saison sèche ayant été relativement pluvieuse. Il est tombé plus de 30 mm, en Juillet-Août, alors que les précipitations sont nulles, en général, pendant ces deux mois.

La première crue ne semble pas conduire à des débits mensuels élevés, mais elle se prolonge plus longtemps que d'ordinaire :

- par exemple, Novembre et Décembre sur la FOULAKARY sont faibles

66,5 et 77,5 m<sup>3</sup>/sec.

au lieu de: 92 et 80 m<sup>3</sup>/sec. (valeurs probables)

- alors que Janvier 1950 est fort : 67,4 m<sup>3</sup>/sec.

au lieu de: 40 à 50 m<sup>3</sup>/sec.

Le débit maximum observé : 145 m<sup>3</sup>/sec. n'a rien d'exceptionnel.

Le volume total produit par cette première période de basses eaux est peut-être légèrement supérieur à la moyenne.

La seconde période de basses eaux, qui a lieu en Janvier, est courte mais bien marquée.

La seconde période de hautes eaux est précoce. Elle est courte et les débits nettement déficitaires.

Il semble peu probable que l'année ait été excédentaire. En effet, si la hauteur des précipitations annuelles à BRAZZAVILLE : 1.381 mm. est légèrement supérieure à la moyenne (1.351 mm.), cela ne signifie pas obligatoirement que les débits seront supérieurs à la moyenne interannuelle, car les pluies sont beaucoup moins concentrées en 1949-50 que d'ordinaire et, par suite, l'action de l'évaporation est plus importante. Le faible supplément de lame d'eau est peut-être largement compensé par l'influence plus grande de l'évaporation.

En résumé, l'année 1949-50 est très voisine de la moyenne, il n'est même peut-être pas exclu qu'elle soit légèrement déficitaire, malgré un étiage principal moins sévère qu'en année moyenne.

## II. MADAGASCAR

Les stations pluviométriques, assez nombreuses et relevées avec une continuité satisfaisante depuis 1933, permettent de donner un schéma précis de la répartition des précipitations pour l'année 1949-50. Pour le bassin de l'IKOPA, les relevés limnimétriques depuis une dizaine d'années, autorisent une analyse intéressante des débits.

### BASSIN DE L'IKOPA

Le bilan d'écoulement de l'année 1949-50 fait apparaître un net déficit (85 % par rapport à la moyenne de 8 ans). Il est à noter, comme indiqué par la suite, que le schéma de l'écoulement est calqué sensiblement sur celui des précipitations, le débit des nappes paraissant jouer un rôle de second plan.

La saison sèche 1949 est déficitaire, le débit d'étiage observé en Octobre, date normale, est égal à 18 m<sup>3</sup>/sec., correspondant à 75 % de la moyenne.

La crue présente en année moyenne l'aspect suivant : début de la crue début Décembre, croissance jusqu'au maximum en Février ou Mars, décroissance en Avril.

En 1949-50, la crue débute à fin Décembre, trois semaines en retard. Elle est précédée de quelques pointes notables correspondant aux fortes précipitations de Novembre. Le débit de Novembre est de 112 % par rapport à la moyenne de 8 ans. En Décembre 1949, à des précipitations très déficitaires (25 % à AMBONDRONA) correspond un écoulement également déficitaire. La correspondance se poursuit, bien que moins nette, pour les deux derniers mois de la saison des pluies, Janvier et Février 1950, où les débits sont supérieurs à la normale (119 et 102 %), alors que la moyenne des pluies tend à être déficitaire. Les débits sont nettement déficitaires pour les quatre derniers mois (Mars 78 %, Avril 88 %, Mai 68 %, Juin 66 %), début des basses eaux 1950.

### HYDRAULICITÉ GÉNÉRALE

L'hydraulicité a été étudiée d'après les relevés de 43 stations pluviométriques uniformément réparties, observées toutes depuis 1933.

La pluviométrie moyenne annuelle est nettement déficitaire (85 %), inférieure aux plus faibles années de 1938-39, 1943-44.

Les régions de MAJUNGA (Côte Nord-Est) 93,5 %, TAMATAVE (Côte Centre-Ouest) 99 %, MAHANORO (au-dessous de Tamatave) 94 %, ont une pluviométrie se rapprochant de la moyenne grâce à des mois de Novembre, Janvier, Février abondants. Ces régions se trouvent d'ailleurs sur la trajectoire des cyclones de Février et Mars.

Le déficit est beaucoup plus prononcé sur la côte Ouest-Centre, MAINTIRANO 68 %, et Sud-Ouest (MORONDAVA 66 %, SAKARAHHA 73 %). Il est moins net sur la côte Est : ANTALAHA 77 %, MANAKARA 87 %, FORT-DAUPHIN 87 %.

La région centrale présente une tendance intermédiaire avec une anomalie à noter à AMBOSITRA 58 %, situé au Centre Sud-Ouest (peut-être erreur d'observations).

L'examen des précipitations mensuelles met en lumière les caractères suivants :

- Les mois de saison sèche : Juillet, Août, Septembre, Octobre, sont sensiblement normaux.

- Le mois de Novembre est en général normal, excédentaire dans le Centre-Nord (MAEVATANANA, ANTALAHA), déficitaire dans le Sud de l'île (SAKARAH, MANAKARA, FORT-DAUPHIN, BEROROHA, AMBOSITRA), moyen ailleurs.

- Le mois de Décembre est déficitaire en moyenne avec une tendance inverse : très nettement déficitaire au Centre-Nord (MAEVATANANA, ANTALAHA, MANDRITSANA), légèrement excédentaire à BEROROHA, avec une tendance soutenue dans le Sud, moyen à AMBOSITRA et SAKARAH.

- Janvier est en moyenne voisin de la normale : il est moyen au Nord (MAJUNGA, DIEGO-SUAREZ), plus faible au Centre-Nord, excédentaire à TAMATAVE, moyen au Sud de TAMATAVE.

- En Février, même tendance bien qu'un peu plus faible qu'en Janvier. Par contre, le Sud est très déficitaire.

- Mars est déficitaire. Soutenu seulement au Centre-Ouest.

En résumé, la courbe de crue est plus aplatie qu'en moyenne : bon départ en Novembre, déficit en Décembre, Janvier et Février plus ou moins soutenus. Sur la côte Est le schéma est net, surtout au Nord de MAHANORO, de même sur la côte Ouest moitié Nord.

Dans la moitié Sud de l'île, la physionomie générale de l'année est différente : les mois d'Octobre et de Novembre, début de la saison des pluies, étant déficitaires (sauf sur la côte Est où Octobre est excédentaire) alors qu'au contraire le mois de Décembre, déficitaire au Nord, est relativement abondant; cependant les précipitations annuelles restent au-dessous de la moyenne.

Dans l'ensemble, l'hydraulicité générale est légèrement inférieure à la moyenne.

### III. ILE DE LA RÉUNION - ANTILLES

Nous avons groupé dans une même division les résultats relatifs à ces départements très éloignés les uns des autres, car les régimes hydrologiques sont analogues, compte tenu du décalage de six mois dû au fait qu'il s'agit de régions de part et d'autre de l'équateur.

Les caractéristiques des régimes sont les suivantes : très forte pluviométrie : au moins 4.000 mm., forte pente, petits bassins versants, nappes souterraines très importantes. Le régime est sous la dépendance des alizés troublé par des cyclones suivis de précipitations très importantes :

- une saison très pluvieuse : coïncidant sensiblement avec la saison des pluies tropicales (Février à Mai à la Réunion; Juin à Novembre aux Antilles), suivie par :
- une saison à pluviométrie beaucoup plus faible. Cette saison prend un peu le caractère d'une véritable saison sèche aux Antilles.

Les cyclones se produisent pendant la saison des pluies.

#### A) ILE DE LA RÉUNION

Le mois de Janvier est sec : 150 à 200 mm. sur la Rivière des Marsouins, au lieu de 1.000. Aussi, on retrouve sur cette rivière les débits les plus faibles rencontrés à l'étiage : 2,1 à 2,2 m<sup>3</sup>/sec., c'est sensiblement le débit de la nappe souterraine.

Ce mois semble très sec par rapport à la moyenne générale pluviométrique qui tient compte du cyclone du 28 Janvier 1948.

Les précipitations sont très abondantes en Février : on note deux cyclones les 9 et 10 Février et les 23, 24 et 25 Février. Le second a dû donner lieu à des débits considérables à en juger par la pluviométrie mensuelle qui a atteint 3.512 mm. au

pluviomètre de Takamaka voisin du bassin versant de la Rivière des Marsouins (1.700 mm. sur la côte voisine). Nous n'avons malheureusement aucune indication sur les débits atteints, la station étant restée inaccessible.

On doit noter, cependant, que le 28 Janvier 1948, lors d'un cyclone ayant présenté des rafales beaucoup plus violentes, mais avec des précipitations peut-être du même ordre, le débit calculé à la même station de la Rivière des Marsouins d'après le niveau maximum observé a atteint 800 m<sup>3</sup>/sec. (29 m<sup>3</sup>/sec/km<sup>2</sup>).

Mars, Avril, Mai et Juin, mois de saison des pluies, sont normaux, peut-être un peu forts.

La saison des pluies est excédentaire et un peu plus longue que d'ordinaire.

Les précipitations en Juillet, Septembre et Octobre sont faibles, mais les débits ont été légèrement relevés par un mois d'Août humide de sorte que le débit minimum de la "saison sèche" est encore assez important : 2,8 m<sup>3</sup>/sec. En Novembre, quelques pluies viennent encore relever les débits.

Décembre est relativement sec : 2,36 au lieu de 3,66.

Les débits descendent jusqu'à 2,2 m<sup>3</sup>/sec.

Au total, l'année est nettement excédentaire grâce aux cyclones de Février qui compensent largement les mois très secs de Janvier et de Décembre.

La hauteur d'eau annuelle sur le bassin versant de la Rivière des Marsouins est de 7.605 mm. au lieu de 5.200 en moyenne.

L'examen des relevés pluviométriques voisins montre que ces tendances ont été générales dans l'île.

En particulier, le pluviomètre de la Rivière de l'Est a enregistré une hauteur d'eau annuelle de 7.623 m/m, alors que la moyenne interannuelle est de 4.470 m/m. On retrouve sur les relevés de ce pluviomètre les mêmes cyclones en Février; les variations de la pluviométrie pendant les mois suivants sont sensiblement les mêmes qu'au pluviomètre de Takamaka, sauf en Décembre où on note une hauteur d'eau mensuelle de 1.810 m/m : il s'agit là d'averses très locales ou, plus simplement, de relevés inexacts.

Des observations analogues, mais avec des hauteurs d'eau moins importantes peuvent être effectuées sur les pluviomètres du littoral.

Les relevés pluviométriques indiquent deux années aussi abondantes au cours de la dernière décade.

## B) ANTILLES

Nos études ont porté uniquement sur la Guadeloupe, les renseignements dont nous disposons, pour la Martinique, étant insuffisants.

A la Guadeloupe il est moins facile de donner des précisions sur l'hydraulicité de l'année 1949 qu'à la Réunion, car il n'existait pratiquement aucune station de jaugeages dans l'île à cette époque.

Il ressort des relevés pluviométriques de Pointe à Pitre et des relevés limnimétriques de la prise d'eau du canal Lamentin que l'année a été très abondante. Il semble que la fréquence d'année d'hydraulicité semblable est de l'ordre de 1 sur 10.

Janvier et Avril semblent particulièrement secs (la pluviométrie correspond à 50 % environ de la pluviométrie moyenne), mais Février et surtout Mars, au milieu de la saison sèche, sont assez humides, de sorte que l'étiage qui a lieu habituellement en Mars-Avril, a dû être très court.

La saison des pluies donne lieu à des précipitations importantes, surtout en Septembre; on a observé du 29 Août au 1er Septembre un cyclone dévastateur. Les précipitations lors de ce cyclone varient de 180 à 280 mm. Une enquête est en cours pour estimer les débits de crue qui en ont résulté pour les principales rivières. Les premiers renseignements obtenus indiquent des débits de l'ordre de 200 m<sup>3</sup>/sec. pour la rivière des Vieux Habitants (12 m<sup>3</sup>/sec./km<sup>2</sup>).

Des trombes d'eau de cette importance n'ont rien d'exceptionnel. Un second phénomène du même ordre de grandeur (de 120 à 250 mm.) a pu être observé trois semaines après (20 Septembre 1949).

Octobre présente des précipitations voisines de la moyenne. Novembre a été relativement sec. La fin de l'année a été plutôt humide.

En résumé, l'année 1949 a été humide, la hauteur d'eau annuelle dépassant la moyenne de 30 à 50 %.