

# Les données hydropluviométriques de la sécheresse récente en Afrique intertropicale

## Comparaison avec les sécheresses « 1913 » et « 1940 »

J. SIRCOULON  
Ingénieur Hydrologue à l'ORSTOM  
Bureau Central Hydrologique, Paris

### RÉSUMÉ.

La sécheresse qui vient d'affecter les régions tropicales possède une extension géographique, une persistance et une sévérité remarquables. L'Afrique de l'Ouest a été particulièrement affectée et les conséquences de la sécheresse en sont dramatiques dans la zone sahélienne.

Commençant dès 1965 dans certaines régions, cette sécheresse devient sensible à partir de 1968 en Mauritanie, au Sénégal et dans les régions nord du Mali, du Niger et du Tchad. A partir de 1970, elle s'aggrave et s'étend à la Haute-Volta et à la République Centrafricaine et même, mais de façon beaucoup plus atténuée, à la zone équatoriale humide.

De nombreux postes pluviométriques accusent des records absolus. Le point culminant est atteint en 1972 et en 1973, les précipitations systématiquement déficitaires ayant une fréquence d'apparition souvent voisine de la valeur centenaire dans les régions du Sahel et plus au sud dans les régions tropicales humides. Bien que les pluies soient redevenues proches des normales en 1975, les effets de la sécheresse sont loin d'avoir disparu.

Les données sur l'écoulement obtenues par les services hydrologiques nationaux, en collaboration avec l'ORSTOM, montrent, à l'évidence, l'extrême rigueur de la sécheresse. Les cours d'eau sahéliens ont un écoulement annuel de récurrence comprise entre dix et vingt ans.

Pour un certain nombre de rivières, 1968 a été plus sec que 1972 ou 1973, mais tous les grands fleuves tropicaux : Sénégal, Niger, Chari, offrent des modules annuels (et des crues maximales) de récurrence cinquantenaire, voire centenaire, avec un déficit dépassant 50%. Les valeurs des étiages absolus sont très faibles, le débit s'abaisse à 0,600 m<sup>3</sup>/s à Niamey (la valeur médiane est de 75 m<sup>3</sup>/s) et le Sénégal à Bakel ne présente aucun écoulement pendant dix jours consécutifs.

Une autre preuve de la sévérité de la sécheresse est donnée par la baisse du lac Tchad. En juillet 1973, la surface du lac est le tiers de celle de 1964, le volume est le quart ; l'émersion de la Grande Barrière coupe le lac en deux cuvettes et en novembre 1975 la cuvette nord s'assèche complètement.

Cette sécheresse n'est pas unique dans l'époque historique récente, les données hydrologiques recueillies depuis le début du siècle pour les fleuves Sénégal et Niger montrent des périodes de sécheresse du même genre en 1910-1914 et 1940-1944. Quoique l'information disponible avant 1930 soit très partielle, il semble que la dernière sécheresse soit comparable à celle des années 13.

### ABSTRACT

The drought which has just affected the tropical regions possesses remarkable geographical extension, persistence and severity. Particularly West Africa has been concerned and the consequences of the drought are dramatic in the Sahel zone.

Perceptible in certain regions from 1965, this drought became noticeable since 1968 in Mauritania, Senegal and the regions in the North of Mali, Niger and Chad. Since 1970, it became more severe and extended to Upper Volta.

Numerous rainfall stations measured absolute record low values of precipitations. In many parts of Sahel, the driest year was 1972 or 1973, with precipitations presenting occurrence frequency neighbouring the centennial value in the Sahel and further southward in the humid tropics. Although the rainfall returned to near normal in 1975, the effects of the drought have not hardly begun to disappear.

The runoff data obtained by hydrological services in collaboration with ORSTOM show evidently the extreme severity of the drought. The big sahelian streams offered annual volume with occurrence frequencies between 0.1 and 0.05, the seasonal distribution of precipitations balancing partially the global annual deficit in many cases.

For several rivers, 1968 was drier than 1972 or 1973. But in South all big tropical rivers : Senegal, Niger, Chari, offered mean annual discharges (and maximum daily discharges) with occurrence frequency near 0.01 with deficit more important than 50% and the figures of low flows are extremely small : minimum discharge at Niamey : 0.600 m<sup>3</sup>/s (in regard of 75 m<sup>3</sup>/s for the mean value of minimum annual discharge) no runoff at all for the Senegal at Bakel during ten days.

Another evidence of the severity of this drought is given by the decrease of the Chad Lake. In July 1973, the lake area is the third part of 1964 area, the volume is the fourth part ; the emergence of the Great Barrier caused the lake to be separated into two basins and in November 1975, the northern basin dry up completely.

This drought is not unique in the recent historical period since the hydrological data collected from the beginning of the Century for the Senegal River at Bakel and for the Niger River at Koulikoro are exhibiting two periods also very severe in 1910-1914 and 1940-1944 revealing a mean annual discharge lower than that of 1969-1973 period. However though information before 1930 is very incomplete, it seems that the last drought is similar to the 1913 drought.

## SOMMAIRE

### INTRODUCTION

#### 1. DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES

- 1.1. Notions générales sur les régimes des précipitations
- 1.2. Qualité de l'information pluviométrique
- 1.3. Les stations de longue durée disponibles
- 1.4. La sécheresse récente
- 1.5. La sécheresse des années 40
- 1.6. La sécheresse des années 13
- 1.7. Intercomparaison des sécheresses.

#### 2. DONNÉES HYDROLOGIQUES

- 2.1. Généralités sur les régimes hydrologiques
- 2.2. Qualité de l'information hydrométrique
- 2.3. Les stations de longue durée disponibles
- 2.4. La sécheresse récente
  - 2.4.1. Les cours d'eau sahéliens
  - 2.4.2. Les grands fleuves tropicaux parvenant au Sahel
  - 2.4.3. Le lac Tchad
  - 2.4.4. Les autres cours d'eau tropicaux et équatoriaux
- 2.5. Comparaison avec les autres sécheresses connues.

#### 3. CONCLUSION

#### 4. BIBLIOGRAPHIE

#### 5. ANNEXES

- 5.1. Totaux pluviométriques annuels — stations de longue durée
- 5.2. Données hydrologiques des cours d'eau sahéliens
- 5.3. Données hydrologiques des cours d'eau tropicaux et équatoriaux

## INTRODUCTION

Parmi les cataclysmes climatiques qui ont affecté notre planète au cours de ces dernières décennies, la sécheresse qui a frappé de 1968 à 1973 les deux bandes tropicales qui ceinturent le globe, tient une place prépondérante par la gravité des ravages occasionnés et par les bouleversements socio-économiques qui en ont résulté dans certains pays.

Régnant du sud des Etats-Unis à l'Inde et du nord-est du Brésil à l'Australie, c'est toutefois dans les régions sahéliennes de l'Afrique de l'ouest ainsi qu'au Soudan et en Ethiopie que cette sécheresse a été la plus sévère et aussi la plus catastrophique. C'est en effet dans cette dernière zone que ce phénomène présente à la fois trois caractères dont l'action conjuguée lui donne un aspect inhabituel et amplifie ses effets : sa rigueur tout d'abord, mais également son extension et surtout sa persistance pendant plusieurs années consécutives.

La zone de l'Afrique francophone au sud du Sahara la plus directement atteinte par la raréfaction des pluies, comprend d'ouest en est les pays suivants : la Mauritanie en totalité, la quasi intégralité du Sénégal, la majeure partie du Mali et de la Haute-Volta, la totalité du Niger et la majeure partie du Tchad, soit un domaine de près de 5 millions de kilomètres carrés, pour une population de 25 millions d'habitants.

Ce vaste secteur, qui englobe les régimes subdésertiques et sahéliens et que l'on appelle communément « Sahel », est bordé au sud par l'isohyète 750 mm. Cette limite, un peu arbitraire, part du 14<sup>e</sup> degré de latitude nord sur la zone côtière du Sénégal, passe par Kaolack, puis s'infléchit progressivement vers le sud en passant par Ségou au Mali, le nord de Ouagadougou en Haute-Volta et un peu au sud de N'Djamena au Tchad. Aux confins du Tchad et du Soudan, cette limite est légèrement inférieure à 12 degrés de latitude nord.

Directement en bordure du Sahara, dans la zone subdésertique qui reçoit moins de 300 mm de pluie en année moyenne, les effets de la sécheresse ont été les plus désastreux. Dans cette frange aride où l'équilibre entre l'homme et son environnement est toujours très précaire et où donc les conditions de vie sont toujours très dures, l'assèchement des points d'eau, la diminution des pâturages, l'hécatombe des troupeaux ont été spectaculaires et la situation des pasteurs nomades, qui ont dû refluer plus au sud vers des régions également éprouvées, est dramatique aujourd'hui encore, au point que certains se demandent si une certaine forme de nomadisme n'est pas en train de disparaître.

Dans la zone sahélienne proprement dite, qui s'étend entre les isohyètes 300 et 750 mm, et où les pluies sont concentrées sur trois à quatre mois de l'année, les effets ont été presque aussi sérieux. Dans cette région où les paysans sédentaires coexistent avec les gardiens de troupeaux, les cultures traditionnelles d'irrigation ou de décrue n'ont pu être assurées, les barrages hydroagricoles se sont asséchés et même les populations riveraines des grands fleuves Sénégal et Niger n'ont pu profiter des effets bénéfiques des inondations annuelles, le niveau des hautes-eaux étant resté trop faible. Plus à l'est, le lac Tchad, principalement alimenté par le Chari dont les apports ont été déficitaires de 1965 à 1974, a connu une baisse spectaculaire de son plan d'eau, entraînant sa coupure en deux cuvettes, puis l'assèchement complet de la cuvette nord en novembre 1975.

Si les effets de la sécheresse sont particulièrement spectaculaires et dévastateurs dans la zone sahélienne et ont donc focalisé à juste titre l'attention internationale et les secours, il faut malheureusement constater que la diminution des pluies et corrélativement de l'écoulement a débordé très nettement du cadre déjà très étendu en lui-même du Sahel et s'est fait sentir très loin vers le sud. C'est ainsi que la zone du climat tropical pur, comprise entre les isohyètes annuelles 750 et 1 200 mm, a été largement touchée. Cette bande couvre l'extrême sud du Sénégal et du Mali, le sud de la Haute-Volta et du Tchad ainsi que les régions nord de la Côte-d'Ivoire, du Togo, du Bénin, de même qu'une partie du Cameroun et de la Centrafrique.

Le déficit en eau a eu des conséquences beaucoup moins dramatiques qu'au Sahel, malgré la rareté du phénomène observé, car les ressources sont restées suffisantes en général pour assurer un minimum alimentaire aux populations. Par contre, les aménagements hydroélectriques et les barrages ont vu leur exploitation ou leur remplissage sérieusement réduits ; c'est ainsi que le barrage de Kossou en Côte-d'Ivoire ne s'est pas rempli à la cadence prévue, les apports du haut Bandama étant restés très déficitaires au cours de cette période.

Encore plus au sud, dans les régions méridionales du Cameroun et de la Centrafrique, au Gabon, voire au Congo-Brazzaville et au Zaïre, on trouve de vastes zones à pluviométrie inférieure à la normale et si la répartition des précipitations n'a pas trop perturbé les cultures, l'hydraulicité des grands cours d'eau est souvent faible à très faible, voire même exceptionnellement basse pour l'Oubangui à Bangui.

Pour lutter contre ces aléas climatiques, une coopération renforcée entre pays sahéliens s'est développée et l'opinion mondiale, grâce aux moyens actuels de l'information, s'est vite sensibilisée à l'ampleur du drame vécu par les populations et a suscité un vaste mouvement d'entraide internationale. De nombreux organismes internationaux sont intervenus soit pour assister les gouvernements locaux, soit pour essayer de comprendre les causes de la sécheresse, étudier les risques de son retour et déterminer les ressources hydriques des pays concernés. Alors que les pluies semblent être revenues proches des normales en 1975, les conséquences de cette sécheresse sont loin d'avoir disparu et rendent encore plus nécessaire une juste évaluation des ressources en eau et des besoins.

La formulation des stratégies à entreprendre à moyen ou à long terme doit s'appuyer en premier lieu sur un bilan aussi complet que possible des connaissances relatives aux milieux naturels et humains. Dans ce domaine, la contribution de l'ORSTOM, dont l'un des objectifs prioritaires est l'inventaire, puis l'interprétation et la synthèse des données de base du Continent africain, est très appréciable. De nombreuses disciplines de cet organisme ont pris une part active ces dernières années dans l'effort de synthèse de la sécheresse et l'inventaire des milieux. Le service hydrologique de l'ORSTOM qui poursuit depuis 1947 l'étude des problèmes de l'eau, conjointement aux pédologues et aux agronomes, a grandement contribué à l'inventaire des ressources en eaux de surface en Afrique de l'ouest, grâce à plus de cent bassins représentatifs expérimentaux et la gestion des réseaux hydrologiques.

En ce qui concerne la sécheresse récente, les services de l'Hydraulique du Sénégal et du Mali et le Service du Génie Rural du Niger, aidés par l'ORSTOM, ont réussi dès le début à obtenir des relevés sûrs pour les stations principales des grands fleuves et surtout à mesurer avec précision les valeurs minimales absolues des débits, qui étaient très en dessous de tous les débits mesurés jusqu'ici. En outre, pour les réseaux de stations de jaugeages organisés sur les cours d'eau de moyenne importance du Sahel (Niger, Haute-Volta), les relevés donnent satisfaction. Une subvention de la DGRST à l'ORSTOM a grandement facilité l'exécution des mesures pendant la dernière partie de la sécheresse. Mais, malheureusement, pour les cours d'eau sahéliens et subdésertiques non contrôlés par les réseaux, aucune enquête a posteriori n'a pu être faite faute de temps et d'argent; sur le plan pratique, ces informations auraient été essentielles.

Le présent article sur les données hydropluviométriques recueillies au cours de la sécheresse récente, s'ajoute à une liste déjà longue de publications faites par les hydrologues de l'ORSTOM pour essayer de fournir des données quantitatives malheureusement très ponctuelles et trop restreintes (cf. la bibliographie). Les valeurs fournies se rapportent à l'expression globale de la sécheresse exprimée donc par le déficit global de l'écoulement annuel. On trouvera ainsi les données relatives aux totaux pluviométriques annuels et au module annuel et les valeurs extrêmes concernant les crues et les étiages avec leur fréquence.

Cette définition hydrologique de la sécheresse est évidemment étroite et ne peut satisfaire systématiquement tous les utilisateurs de l'eau, la notion de sécheresse n'étant pas toujours la même suivant l'usage de la ressource. Cependant, quelle que soit la définition que l'on adopte, la sécheresse récente a été de fréquence rare pour tous les usagers.

Enfin, pour mieux replacer ce déficit des années 1968 à 1973 dans un contexte historique récent, il a été procédé à un examen des données utilisables des déficits axés sur les années « 1913 » et « 1944 ».

## 1. DONNÉES PLUVIOMÉTRIQUES

### 1.1. NOTIONS GÉNÉRALES SUR LE RÉGIME DES PRÉCIPITATIONS

Les particularités hydropluviométriques de la sécheresse 1968-1973 ne peuvent être bien comprises du lecteur non spécialisé sans un rappel général sur les régimes des précipitations en Afrique de l'ouest d'une part et les régimes hydrologiques d'autre part (cf. 2.1).

Si l'on néglige les effets de l'alizé boréal maritime provenant de l'anticyclone des Açores qui n'a une influence marquée que sur les franges ouest de la Mauritanie et du Sénégal, on peut considérer que le régime des précipitations résulte en Afrique de l'ouest de l'interaction de deux masses d'air.

Il s'agit :

- de l'air tropical continental chaud et sec venant de l'est ou du nord-est du Sahara et souvent désigné par le terme « harmattan » ;
- de l'air équatorial maritime, air instable, humide, relativement frais, originaire de l'anticyclone de Sainte-Hélène ; il vient du sud-ouest et on le désigne communément par le nom de « mousson » (1).

Ces deux masses d'air se déplacent au cours de l'année en accompagnant avec un certain décalage le soleil dans son oscillation apparente autour de l'équateur :

(1) Mot mal choisi car le mécanisme est assez différent de celui de la mousson d'Asie.

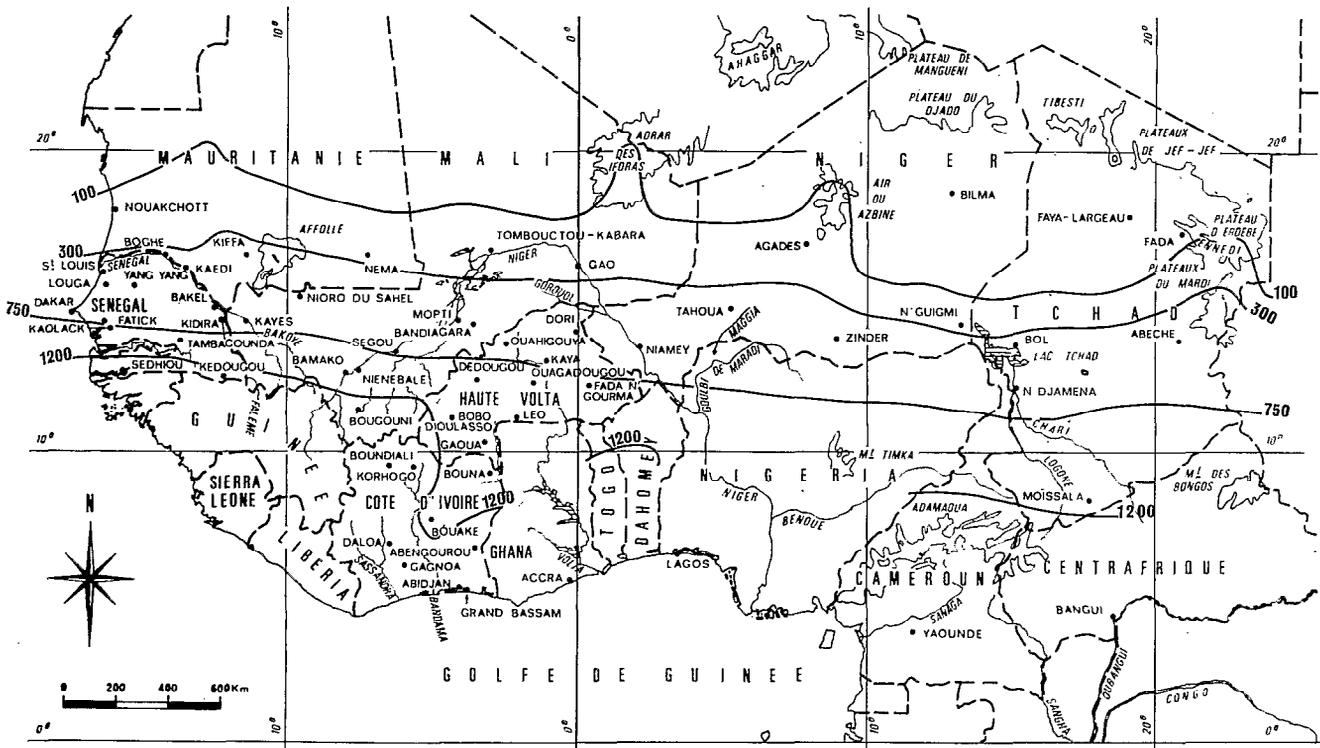


Fig. 1. — Hauteurs de précipitations annuelles (valeurs médianes en mm)

- en janvier, l'anticyclone saharien occupe une position méridionale, l'harmattan souffle en permanence du nord-est ou du nord ;
- en juillet-août, l'anticyclone saharien a fait place à la dépression saharienne et l'anticyclone de Sainte-Hélène est remonté vers le nord, la mousson envahit les régions sahéliennes et les vents soufflent du sud-ouest.

Le contact entre les deux masses d'air est le front intertropical ou F.I.T. En janvier, la trace au sol du F.I.T. passe au nord de Conakry, au tiers sud de la Côte-d'Ivoire, s'infléchit à l'est pour passer par la ville de Yaoundé au Cameroun et le centre de la grande forêt inondée qui couvre la moitié nord du Congo Brazzaville. En août, il est remonté jusque vers le 20<sup>e</sup> parallèle. Au début de septembre, il redescend vers le sud pour rejoindre la position qu'il occupait en janvier. Au contact de ces masses d'air et dans la masse nuageuse de la mousson se produisent des formations orageuses donnant lieu à des précipitations.

Le type de précipitation qu'on observe dépend de l'épaisseur de la mousson :

- lorsque l'épaisseur de la mousson atteint 700 à 800 m il se produit des séries de grains suivant une ligne est-ouest. Ce sont les premières averse, à caractère orageux ;
- lorsque l'épaisseur de cette masse d'air atteint 2 000 m, il se produit des grains appelés « tornades », se déplaçant d'est en ouest et beaucoup plus intenses que ceux de la série précédente ;
- enfin, lorsque l'épaisseur de la mousson est maximale, les formations nuageuses se forment à l'intérieur même de la mousson, de nature plus instable, elles donnent lieu à des pluies beaucoup plus prolongées. Ce sont des pluies à caractère continu qui correspondent sensiblement au milieu de la saison des pluies mais que l'on n'observe que rarement au nord de l'isohyète 1 000 mm.

Au nord du 10<sup>e</sup> parallèle environ et à très grande échelle, ce phénomène simple d'oscillation de masses d'air permet de schématiser de façon commode la répartition spatio-temporelle des précipitations.

- Il existe une saison sèche unique et une seule saison des pluies par an.



La limite nord du régime équatorial, qui est de 8 à 9° dans l'ouest de la Côte-d'Ivoire, se rapproche lentement de l'équateur si l'on se dirige vers l'est : de 7° environ au Togo-Bénin, elle n'est plus que de 4 à 5° en RCA.

La plus ou moins forte remontée vers le nord du FIT a donc une importance capitale pour le Sahel ; de lui dépendent par exemple :

- le début, la durée et la fin de la saison des pluies,
- la hauteur des précipitations,
- le type même des précipitations.

Le paysan africain est ainsi étroitement tributaire des anomalies dans les déplacements du F.I.T. Si les pluies sont tardives, les graines ne pourront germer, si elles sont trop précoces, puis se ralentissent, les jeunes plants flétriront. C'est ainsi qu'en 1968, au Niger, les pluies apparues dès le mois d'avril causèrent un départ trop rapide du tapis végétal qui fut, les mois suivants, détruit par un espacement trop grand entre les tornades.

Les faibles oscillations du FIT au cours de ces dernières années, particulièrement en 1972 et 1973, en liaison avec l'activité réduite de l'anticyclone de Sainte-Hélène, amènent à considérer l'interaction des grandes masses d'air qui ceignent le globe (DORIZE, LAMB, WINSTANLEY). L'étude précise de la genèse, de la structure et des fluctuations de ces masses d'air connaît maintenant un développement très net grâce surtout à l'étude des photographies de satellites. La liaison entre la pénétration de la mousson sur le continent africain et les fortes expulsions cycloniques au large de l'Antarctique, dans la mer de Wedell, a été mise en lumière (DORIZE).

Une cyclogenèse déficiente sur l'Antarctique, une activité affaiblie du front polaire, conduisent à une pénétration faible de la mousson et à la sécheresse dans la zone tropicale nord et surtout sahélienne. Ces considérations permettent d'envisager des possibilités de prévisions à moyen terme.

## 1.2. QUALITÉ DE L'INFORMATION PLUVIOMÉTRIQUE

La relative simplicité des mécanismes atmosphériques générant les pluies et la disposition régulière des isoyètes interannuelles dans les pays sahéliens donnent une apparence trompeuse de régularité si l'on se place à l'échelle du seul total annuel pluviométrique. En fait, la hauteur des précipitations n'en est pas moins variable entre deux points voisins. Il suffit d'une forêt, d'une grande étendue d'eau pour donner lieu à une recrudescence des précipitations qui peut dépasser 100 mm par an. A une plus petite échelle, une colline isolée ou même un gros bouquet d'arbres peuvent donner lieu à une recrudescence des précipitations très sensible sur la face exposée au vent humide et, au contraire, un abaissement des hauteurs de précipitations annuelles sur l'autre face. Il en résulte qu'une ligne d'isohyètes sur un plan à relativement grande échelle, au 1/20 000<sup>e</sup> par exemple ou au 1/15 000<sup>e</sup> serait une véritable « dentelle » avec des quantités d'enclaves humides dans la région à pluviométrie plus faible que la hauteur de précipitations de référence et, vice-versa, des quantités d'enclaves sèches dans la région à pluviométrie plus forte que la hauteur d'eau annuelle choisie comme référence. Il est bien entendu impossible de tracer cette ligne d'isohyètes idéale et on se contente d'une ligne approximative qui passe au milieu de la « dentelle » et qui, à l'échelle utilisée pour la carte, est remarquablement simplifiée. La détermination de la valeur moyenne interannuelle pluviométrique en un point est, en général, peu précise : variation spatiotemporelle élevée comme nous venons de le voir, périodes d'observations variables et souvent très courtes. La comparaison des résultats de stations voisines permet de remédier dans une certaine mesure à la brièveté des périodes de relevés, mais il n'existe pas malheureusement qu'une seule variabilité du total annuel de pluie. La masse nuageuse de la mousson n'est en effet pas homogène et il existe à l'intérieur de chaque saison des pluies, et d'une année à l'autre, une répartition irrégulière importante des précipitations dans le temps et dans l'espace. Cette irrégularité augmente d'autant plus que l'on est plus proche de la bordure du Sahara où un seul orage peut rendre une année excédentaire. Cette irrégularité temporelle des précipitations à l'échelle de l'année peut avoir des conséquences graves lorsqu'il s'agit de cultures non irriguées ; de même des années excédentaires présentant une mauvaise répartition mensuelle n'amèneront pas une augmentation des récoltes. L'irrégularité spatiale est tout aussi préjudiciable à l'efficacité des aménagements hydrauliques.

Une étude fine de l'évolution spatio-temporelle des pluies dans les zones climatiques concernées par la sécheresse se heurte donc de prime abord à la densité insuffisante des postes de mesures, densité en général assez moyenne et toujours très faible dans les régions les plus septentrionales qui sont aussi celles où la sécheresse semble avoir été la plus forte et où l'irrégularité spatio-temporelle des précipitations est également la plus élevée.

D'autre part, la comparaison entre la sécheresse actuelle et les autres sécheresses historiques récentes est rendue très délicate par la rareté des observations disponibles avant les années 1920-1930. Si la sécheresse de la période 1940 à 1949 est assez bien connue et pourra faire l'objet dans cet article d'un certain développement, il n'en va pas du tout de même de celle de la période 1907-1914, beaucoup plus rigoureuse et pour laquelle on ne compte qu'une dizaine de postes pluviométriques, alors en activité, pouvant donner des renseignements d'assez bonne qualité et donc relativement sûrs, pour une zone couvrant plus de 5 millions de km<sup>2</sup>, et encore certains d'entre eux correspondent à des stations géographiques bien particulières.

Ceci nous amène à parler de la qualité des relevés qui est très inégale et qui nous obligera pour de nombreuses stations malgré la longueur intéressante de leur période d'observation, soit à éliminer les valeurs douteuses de certaines années de sécheresse, ce qui enlève tout intérêt au restant de l'échantillon, soit à ignorer purement et simplement toute l'information (cas de plusieurs stations de Mauritanie par exemple). L'établissement par l'ORSTOM (à la demande du Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques) des fichiers pluviométriques journaliers conformes aux originaux, pour les pays faisant partie de l'ASECNA (Association pour la Sécurité de la Navigation Aérienne) a permis d'effectuer une étude critique générale de toutes les sources d'informations disponibles, tous les originaux étant systématiquement ou photocopiés ou, mieux encore, microfilmés. On a porté le plus grand soin à ce qu'il n'y ait aucune altération entre ces originaux et les fichiers et une chaîne de traitement a été mise au point pour satisfaire à cette condition.

Les erreurs d'observations, dont la liste serait fort longue, peuvent être soit fortuites (erreurs de lecture, observations intermittentes, appareil mal entretenu), soit systématiques (variations dans l'environnement du poste ou inadéquation de l'appareillage : éprouvette non adaptée au pluviomètre).

Si elles sont détectées au moment de la création du fichier en l'état, ces erreurs sont commentées (utilisation ou non), mais ce n'est qu'au niveau du fichier opérationnel que ces données sont corrigées ou modifiées.

Il faut donc être très prudent lorsqu'on estime une sécheresse à partir de la seule notion de quantité d'eau tombée, les relevés optimistes recueillis à une station pouvant être en contradiction complète avec les relevés obtenus à des stations voisines et ce, d'autant plus que l'hétérogénéité spatiale des pluies peut rendre vraisemblable de telles anomalies (c'est ainsi qu'en 1972 on a observé en Haute-Volta des crues exceptionnelles de dix ans de récurrence sur certains petits cours d'eau, alors que les régions voisines étaient fortement déficitaires).

Seules, les données pluviométriques issues du fichier opérationnel « corrigé » de tous les pays du Sahel permettraient d'effectuer des comparaisons interpostes satisfaisantes et de discuter valablement sur les fluctuations pluviométriques dans le temps. Et encore resterait-il la non-homogénéité des durées d'observation...

Heureusement, pour les années sèches dans le nord du Sahel, on n'en est pas à 20% près, ce qui permet l'utilisation du fichier « en l'état ».

Au début de 1976, seule la Côte-d'Ivoire dispose d'un fichier pluviométrique corrigé de ses erreurs systématiques (ce qui a d'ailleurs permis d'utiliser les relevés anciens de la station de Korhogo, en particulier relatifs à 1913). Dans tout ce qui suit, les valeurs pluviométriques citées correspondront donc à des valeurs brutes, de même que les totaux pluviométriques annuels figurant dans l'annexe 5.1.

### 1.3. LES STATIONS DE LONGUE DURÉE DISPONIBLES (historique succinct)

Si les données pluviométriques de la dernière sécheresse ne fournissent déjà que des renseignements très partiels sur les régions les plus affectées par la sécheresse, il va sans dire que les données relatives aux deux autres sécheresses importantes centrées sur 1913 et 1940 sont beaucoup plus restreintes, ce qui rend délicate la comparaison inter-sécheresses.

Si la sécheresse de la période 1940-49 est malgré tout assez bien connue, il n'en va pas du tout de même de celle de la période 1907-1914, beaucoup plus rigoureuse, et la rareté des postes existants nécessite de faire un inventaire et donc un historique, même succinct, de l'information disponible avant les années 1920.

Les premières observations climatologiques commencent au Sénégal vers 1825 et des relevés pluviométriques sont faits dès 1854 à l'hôpital militaire de Saint-Louis, ainsi que dans la presqu'île de Gorée (Dakar).

Des mesures, faites alors par des pharmaciens de la Marine, ont lieu également à Bakel de 1856 à 1862 et à l'hôpital de Podor de 1857 à 1860 (observations climatologiques dès 1854 dans cette dernière localité).

Jusqu'en 1887, les stations météorologiques où se mesure la pluviométrie ont une existence brève ou un fonctionnement très intermittent, à part la seule station de Saint-Louis. A partir de cette date, on note la création de nombreux postes au Sénégal, dont la durée de vie sera beaucoup plus longue. Citons :

Dakar Gorée	(1887 à 1927)
Tivaouane	(1887 à 1914 et depuis 1920)
Kelle	(1887 à 1890 et 1897 à 1913)
Louga	(1887 à 1890, 1892, 1894 puis depuis 1918)
Rufisque	(1887 à 1890, 1892 à 1895, 1902 à 1913 et depuis 1925)
Thies	(1887 à 1897, 1913 à 1914 et depuis 1918).

Dans les autres pays, les observations démarrent de façon beaucoup plus tardive et en commençant souvent par les régions côtières (exemple de Grand-Bassam en Côte-d'Ivoire, qui dispose d'un poste climatologique dès 1853, mais dont les relevés pluviométriques ne sont assurés que depuis 1898, si l'on excepte les années 1859-60). Les informations dont nous disposons sont très fragmentaires pour la période 1850-1890, et il est peu vraisemblable

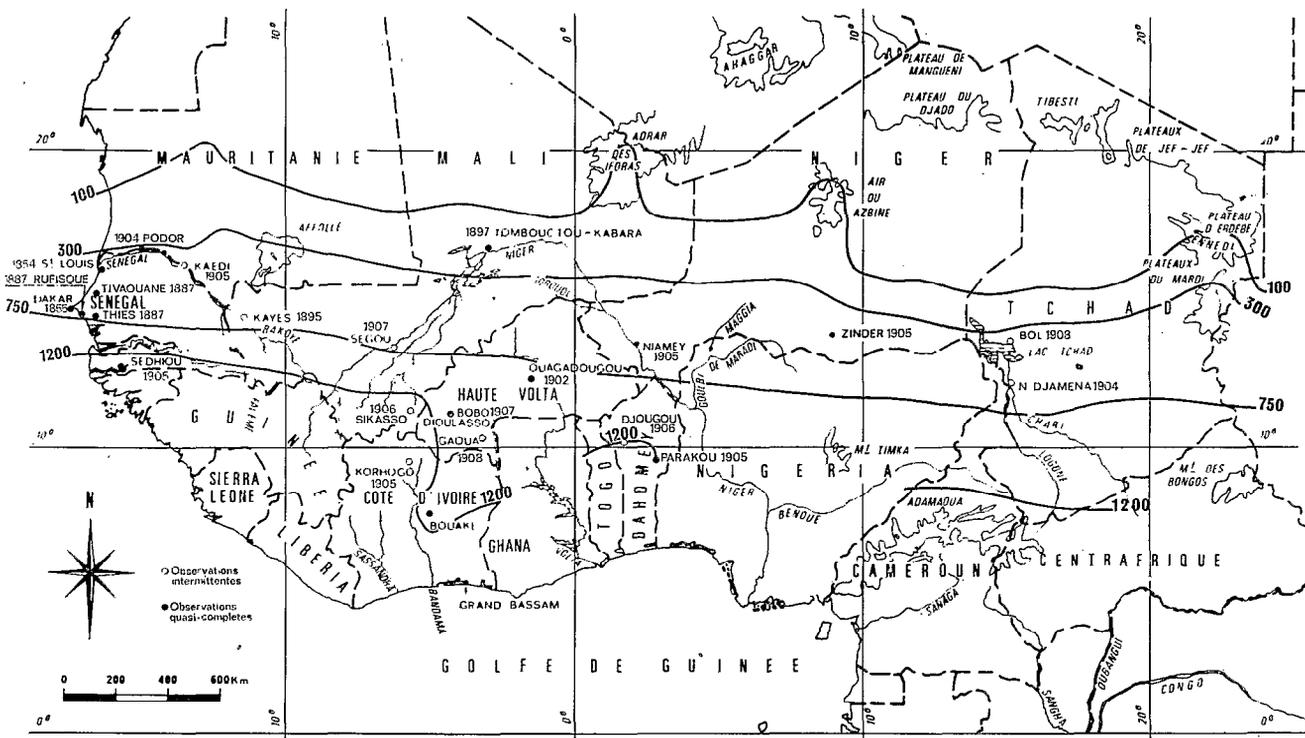


Fig. 3. — Principales stations pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest tropicale et année des premiers relevés

que des informations pluviométriques inédites et utilisables puissent être exhumées un jour d'une recherche systématique dans les archives de cette époque. D'autant plus que pour de nombreux postes, les seuls phénomènes alors étudiés étaient la température de l'air, le vent et sa direction, l'état du ciel et le nombre de jours de pluie.

Autour du début du siècle s'ouvrent des postes dont l'information est capitale pour l'étude de la sécheresse : Tombouctou en 1897, Ouagadougou-Mission en 1902, Niamey-ville et Zinder en 1905, puis, l'année suivante, Ségou, Sikasso et, en 1907, Bobo-Dioulasso. Au Tchad, N'Djamena dispose de relevés climatologiques dès 1903 et des premiers relevés pluviométriques en 1904.

En 1906, le réseau météorologique de l'Afrique Occidentale, qui est rattaché depuis la création à l'Inspection générale des Services sanitaires et Médicaux, comprend déjà 28 stations où la pluviométrie est observée, mais malheureusement de façon très inégale. Jusqu'en 1922, il n'existe pas de Service réellement structuré et le nombre de points de mesure reste insuffisant, ce qui entraîne une multiplication de services « parallèles » effectuant des mesures pour leurs propres besoins ; c'est ainsi que pour les études hydrologiques d'alors, on note la création d'une section spéciale dite de l'hydraulique agricole, rattachée à l'Inspection générale des T.P.

Par un arrêté du 22 février 1922, le Service météorologique de l'Afrique occidentale est réorganisé et rendu indépendant avec une direction centralisatrice et émettrice installée à Dakar. A partir de cette date, un réseau pluviométrique de base, relativement étoffé, existe dans la plupart des pays du Sahel.

Le recensement des stations pluviométriques de longue durée, disposant à la fois d'observations couvrant les sécheresses « 1913 », « 1940 » et « 1968 à 1973 » et de relevés à peu près sûrs, ne permet de garder qu'une dizaine de stations seulement, pour lesquelles les totaux annuels sont fournis dans l'annexe 5.1.

Parmi ces stations, celle de *Saint-Louis du Sénégal*, dont les relevés sont pratiquement complets depuis 1854, mérite une courte description.

— Une première station, installée à l'Hôpital militaire, est suivie de 1854 à 1920, avec une seule lacune importante de 1883 à 1890 (épidémie de fièvre jaune de 1883 à 1886).

— Une seconde station, jouxtant pratiquement l'Hôpital militaire est installée à l'Ecole secondaire des Frères de Ploërmel. Fondée par le Dr BORINS, médecin de la marine, cette station est observée en 1862, puis de

1868 à 1872, par un pharmacien de la marine, ensuite ce sont les Frères eux-mêmes (le frère CONSTANTIN en particulier) qui reprennent les observations de 1873 à début 1883 et de 1892 à 1903 inclus. Après la réorganisation du Service météorologique de l'Afrique Occidentale, les observations sont assurées par la Chefferie de Saint-Louis (dans l'île) et ce, jusqu'en 1958. À partir de 1959, les observations sont faites à Saint-Louis Aérodrôme.

La série de totaux annuels que nous présentons dans l'Annexe 5.1, et qui est la plus longue série de données des pays du Sahel, correspond pour les années 1854 à 1919 aux relevés de l'Hôpital militaire, de 1922 à 1958 à la station de la Chefferie, puis de 1959 à 1974 à la station de l'Aéroport.

Dans son état actuel, il manque les années 1860, 1871, 1883 à 1886, 1889, les totaux des années 1855, 1887, 1888, 1890, sont ceux donnés par M. AUBREVILLE et correspondent à la station Hôpital et ceux des années 1894, 1896 et 1897 correspondent à la station de l'École secondaire des Frères.

Les années 1915, 1920, 1921, 1930 sont incomplètes et les années 1921 et 1928 sont manifestement erronées, les totaux pluviométriques anormalement élevés ne trouvant aucune justification dans la comparaison avec les valeurs fournies par Dakar en particulier. D'autre part, les doubles masses effectuées sur la période commune avec les autres stations du Sénégal donnent de nombreuses cassures qui n'ont pas été corrigées faute d'éléments suffisants. Cette remarque sur l'homogénéité des stations est valable pour toutes les stations du Sénégal, du Mali et de la Mauritanie.

Pour Dakar, on dispose des relevés suivants :

- Dakar Gorée, de 1855 à 1866 (manque 1856), puis 1916 à 1918, 1931 à 1934, 1951 à 1957 et depuis 1962
- Dakar Gare, de 1887 à 1927 sans interruption
- Dakar Hôpital, de 1898 à 1944 sans interruption
- Dakar Hann, de 1938 à 1943 puis depuis 1949
- Dakar Yoff, de 1947 à maintenant.

Les autres stations du Sénégal présentées en Annexe, et de qualité très inégale, sont Tivaouane, Rufisque, Thies, Sedhiou et Podor.

En Mauritanie, trois stations de longue durée sont disponibles : Kaedi, Nouadhibou et Moudjeria, mais seuls les relevés de Kaedi sont donnés, car la qualité des observations aux deux autres stations est trop inégale (on note par exemple 300 mm de pluie à Nouadhibou en octobre 1913 !).

Au Mali, cinq stations sont publiées : Kayes, Ségou, Sikasso, Kabara et Tombouctou.

L'intérêt de ces deux dernières stations mérite un bref historique :

Les observations pluviométriques commencent en 1897 à Tombouctou et se poursuivent avec des lacunes jusqu'en 1915. Les relevés de cette période proviennent de trois sources différentes : Mission, Affaires étrangères et Hôpital militaire. En 1922, la station est rouverte mais, l'année suivante, la station officielle de Tombouctou est transférée à Kabara (au bord du fleuve, à plusieurs kilomètres). En ce lieu, les mesures sont faites régulièrement de 1923 à nos jours. A Tombouctou même les observations reprennent en 1949. La corrélation Tombouctou-Kabara est très satisfaisante sauf pour les années 1957, 1958, 1959 et 1962.

En Haute-Volta, trois postes sont disponibles :

- La station de Ouagadougou-Mission est pratiquement complète depuis 1902 et les relevés sont de très bonne qualité. En 1951, 1955 et de 1957 à 1963, les totaux utilisés sont ceux de Ouagadougou-Ville (créée en 1921), la relation entre les deux postes étant quasiment fonctionnelle.
- La station de Bobo-Dioulasso, ouverte en 1907, présente une seule lacune importante de 1915 à 1921 (1920 existe cependant), les relevés paraissent assez homogènes.
- La station de Gaoua, créée en 1908, a des relevés manifestement faux de 1908 à 1914 ; après une lacune de 1915 à 1920, les observations reprennent en 1921 et la qualité semble s'améliorer à partir de 1923.

Les doubles masses Gaoua-Ouagadougou et Gaoua-Bobo Dioulasso permettent d'obtenir des valeurs corrigées de 1907 à 1913, en divisant les valeurs brutes par 2,2.

Au Niger, deux postes de longue durée sont disponibles :

- La station de Niamey-ville, complète depuis 1905 (sauf l'année 1911) et qui semble assez homogène.
- La station de Zinder, observée également depuis 1905 (lacunes en 1906, 1907 et 1909) dont la qualité des relevés est beaucoup moins bonne, les doubles masses avec Niamey et Ouagadougou montrant des cassures très nettes vers 1925 et 1962.

Les doubles masses effectuées avec des stations soumises sensiblement au même régime climatique montrent que la période 1962-1973 à Zinder est sous-estimée, le rapport entre stations avec la période antérieure étant à peu près le même quelle que soit la station de référence :

- Zinder-Niamey Aéro 0,769
- Zinder-Niamey Ville 0,760
- Zinder-Ouagadougou Mission 0,780

On ne peut s'empêcher de rapprocher ces valeurs du rapport 314/400 soit 0,785, ce qui semblerait indiquer que l'on utilise une éprouvette de 400 cm<sup>3</sup> avec un seau dont la surface réceptrice est de 314 cm<sup>2</sup>. Il conviendrait donc de multiplier tous les totaux annuels de 1962 à 1974 par 1,273 si l'on obtenait la confirmation de cette hypothèse.

Au Tchad, il n'existe que deux stations anciennes :

- La station de Bol, créée en 1908 et qui donne des résultats pour la période 1913 à 1919, mais qui présente des lacunes considérables, les relevés n'étant pas faits de façon suivie jusqu'en 1946.
- La station de N'Djamena, où les observations pluviométriques ont commencé en 1904, qui donne des renseignements importants de 1905 à 1913 (lacunes en 1909), puis dont les observations s'arrêtent complètement de 1914 à 1930, pour reprendre de façon suivie à partir de 1931. Le total pluviométrique aberrant de 1910 (1 248 mm) a pu être corrigé grâce à l'examen des originaux et ramené à 586 mm (deux averses de 43,7 et 29,7 mm avaient été transcrites 437,5 et 297,5 mm, l'observateur étant passé des centimètres cubes aux millimètres par une division par 4 et non par 40).

D'une manière générale, il est important de souligner que toutes les valeurs pluviométriques mentionnées dans ce rapport correspondent, sauf cas rarissime et d'ailleurs signalé, aux valeurs originales observées et donc non corrigées le cas échéant des erreurs systématiques d'appareillage. Et encore, les données présentées ne proviennent-elles pas malheureusement toutes, pour la période antérieure à 1922, de la compulsation directe des originaux d'observateurs et il subsiste pour certaines années des divergences importantes dans les chiffres fournis par les différentes sources imprimées que nous avons pu réunir (publications des Services météorologiques ou de MM. AUBREVILLE et HUBERT). Certains totaux annuels sont donc susceptibles d'être corrigés si d'autres archives pouvaient être consultées.

Une homogénéisation générale, qui ne pourrait se faire dans le meilleur des cas que depuis 1922, nécessiterait pour donner une confirmation aux cassures détectées par les doubles masses, une recherche historique minutieuse (et très aléatoire) ainsi qu'une enquête sérieuse sur le terrain pour connaître l'appareillage actuel.

#### 1.4. LA SÉCHERESSE RÉCENTE

L'année 1967 ayant été très fortement excédentaire en Afrique de l'Ouest et les pluies ayant donné lieu à des crues très importantes (inondation d'une partie de la ville de Bamako par la montée des eaux du Niger notamment), on fait en général débiter la sécheresse actuelle en 1968. Toutefois, dès 1965, de vastes régions du Mali au Tchad ont subi un fort déficit pluviométrique. C'est ainsi que le triangle Sarh (ex-Fort Archambault), Bebeidja, Moissala, présente le plus faible total annuel de toute la période d'observation. L'année suivante est très déficitaire dans la boucle du Niger de Kemacina et Koutiala à Diré où l'on frôle le record absolu de 1940 et à Tombouctou qui ne recueille que 89 mm de pluie (minimum observé) contre 210 mm en année médiane. Le fleuve Niger présente pour ces deux années-là des modules voisins ou inférieurs à ceux de 1968 et, à N'djamena, le Chari a, dès 1965, un module inférieur à tous ceux de la période 1968 à 1971.

##### 1.4.1 Evolution de la sécheresse de 1968 à 1974

Avant d'analyser pays par pays les variations du déficit pluviométrique, on peut déjà tracer dans ses grandes lignes l'évolution de la sécheresse d'une année à l'autre :

— Dès 1968, la sécheresse est brutale et affecte en premier lieu la Mauritanie et le Sénégal où la pluviométrie a souvent un temps de récurrence compris entre 10 et 20 ans sur toute la moitié ouest du pays. Du Mali au Tchad, la sécheresse est déjà sévère, mais présente une forte hétérogénéité spatiale, certaines régions étant relativement arrosées sauf de Maradi à N'Guigmi (au Niger) où les déficits atteignent 50% et au Tchad où pratiquement tous les postes (région de Léré exceptée) sont déficitaires mais seulement de 10 à 20% en général (toutefois minimum absolu à Moundou).

— L'année 1969 présente une pluviométrie voisine de la normale, sauf sur les postes subdésertiques du Niger et du Tchad et dans des secteurs très localisés, comme la région de Béoumi en Côte-d'Ivoire

— En 1970, on assiste à une reprise accentuée du déficit qui atteint plus particulièrement, une fois de plus, la Mauritanie (région de Timbedra par exemple) et le Sénégal, surtout dans le centre du pays, de Dahra à Kountgheul (plus faibles valeurs observées). Tous les autres pays du Sahel sont affectés avec des minimums à Djenne et Faladye au Mali, à Kaya en Haute-Volta, à Dosso au Niger, mais les précipitations présentent une irrégularité spatiale très forte, c'est ainsi qu'à côté de très faibles valeurs à Abéché (2<sup>e</sup> rang, 307 mm), on trouve de vastes régions du Tchad où les pluies sont relativement abondantes.

— L'année 1971 présente une aggravation très nette de la sécheresse se manifestant par une rigueur et une extension accrue, des régions plus méridionales comme le nord du Dahomey, le Cameroun et surtout la Centrafrique subissant des déficits très nets (— 400 mm dans la région de Crampel).

— Le point culminant de la sécheresse est atteint en 1972 : tous les postes pluviométriques des six pays de la zone sahélienne sont déficitaires (à part une zone étroite allant de Houndé à Ouagadougou en Haute-Volta), ainsi que ceux de la moitié nord de la Côte-d'Ivoire (sauf la région d'Odienne) et du Bénin (sauf à Tanguieta). Par ailleurs, la moitié des postes du Cameroun et de la Centrafrique présentent des déficits importants. A l'échelle mensuelle, la répartition des précipitations montre que si les mois de mai et de juin sont à peu près normaux, de juillet à septembre, par contre, le déficit mensuel atteint souvent 30 à 40%, la propagation de la mousson vers le nord étant bloquée sur le continent africain. L'extension de la sécheresse est à son maximum et l'on peut estimer que la zone où la raréfaction des pluies se fait sentir dépasse largement douze fois la superficie de la France. La sévérité de ce phénomène est, en 1972, d'une fréquence tout à fait exceptionnelle. Pour le seul Sénégal, une vingtaine de stations suivies depuis au moins 40 ans connaissent leur minimum absolu. A Dakar même, le total annuel n'est que de 117 mm de pluie pour une médiane de 500 mm (déficit de 80% par rapport à la moyenne).

Par bandes pluviométriques, la situation est la suivante pour cette année-là :

— Bande inférieure à 100 mm : dans la zone désertique où il n'est pas rare que les précipitations annuelles soient nulles (cas de Fada au Tchad), les données des très rares stations existantes ne sont pas d'un grand secours. On sait simplement de façon qualitative que l'année 1972 a été très sèche.

— Bande comprise entre 100 et 300 mm : au sud de la bande désertique, la densité des stations est suffisante pour que l'on puisse arriver à une impression générale. Depuis le Soudan jusqu'à l'Atlantique, l'année 1972 a été extrêmement sèche sur cette bande limitée au sud par une ligne qui passe un peu au nord du fleuve Sénégal, à l'ouest, et qui coupe le lac Tchad à l'est. Dans cette région, quelques données tendaient à prouver que, tous les 30 ou 50 ans, les précipitations annuelles descendaient jusqu'à des valeurs comprises entre 30 et 60 mm pour des moyennes de longue durée de 200 à 300 mm. Ceci a été largement confirmé puisque, dans la zone en question, ont été observées en 1972 un bon nombre de hauteurs annuelles comprises entre 45 et 80 mm (déficit de l'ordre de 75%). Pour de telles hauteurs, les phénomènes de ruissellement deviennent très rares. Il est vraisemblable que dans cette zone le temps de récurrence est compris entre 50 et 100 ans.

— Bande comprise entre 300 et 650 mm : au sud de la zone précédente, le déficit en valeur relative paraît nettement moins élevé mais les conséquences pratiques ont été tout aussi graves : entre les isohyètes 300 et 400 mm, le déficit varie généralement de 60 à 50% ; enfin, plus au sud, il varie entre 40 et 25%. Le temps de récurrence varie entre 10 et 50 ans.

— Bande comprise entre 750 et 1 200 mm : le temps de récurrence varie suivant les régions entre 10 et 20 ans, atteignant parfois 50 ans. Le Sénégal, le sud du Mali et le nord-ouest de la Haute-Volta sont très touchés, la ville de Bamako ne reçoit que 728 mm de pluie, record absolu, contre 1 040 mm en année médiane.

— Bande supérieure à 1 200 mm : le déficit pluviométrique est beaucoup plus modeste et ne dépasse pas, en général, un temps de récurrence de 10 ans dans les régions nord des pays côtiers. A l'est de la zone étudiée, il atteint une récurrence voisine de 50 ans dans les régions montagneuses de l'ouest du Cameroun. En RCA et jusqu'à environ

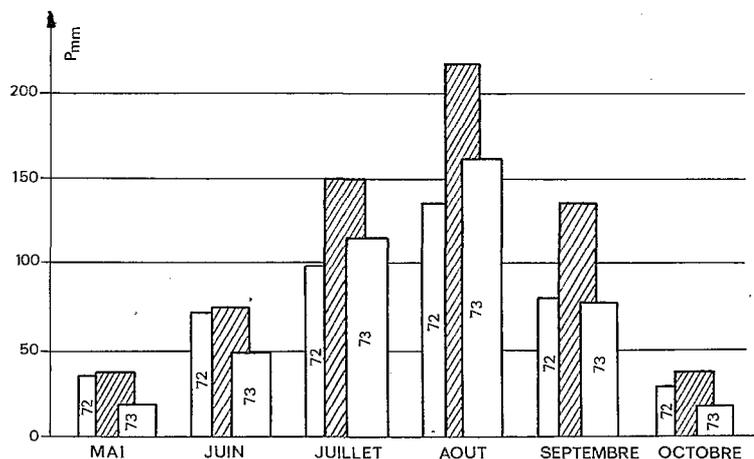


Fig. 4. — Comparaison des moyennes mensuelles interannuelles de 1972 et 1973 pour 79 stations du Sahel (d'après Wulfklohn)

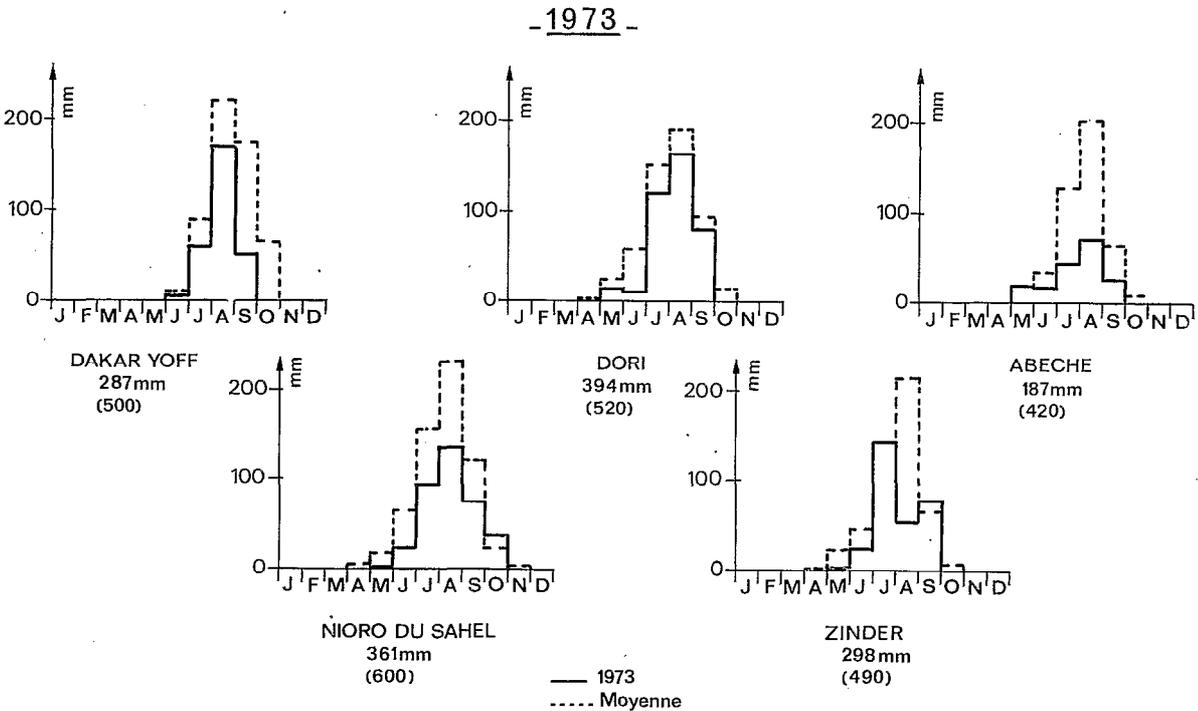
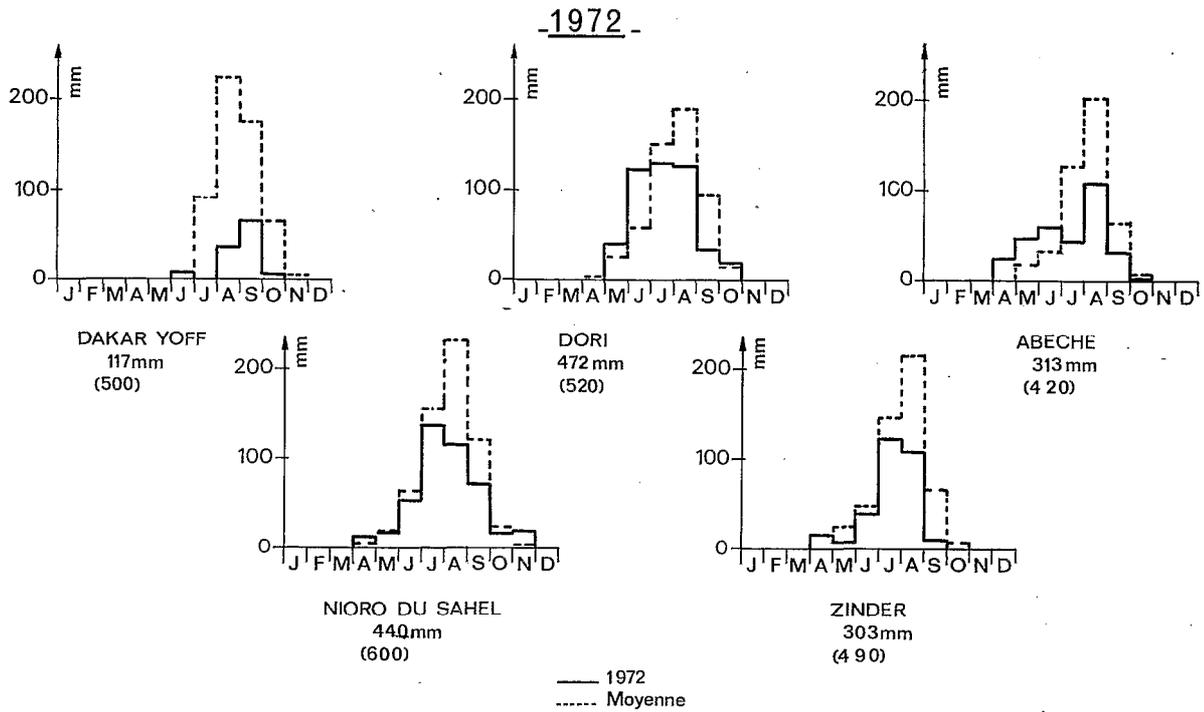


Fig. 5. — Hauteurs pluviométriques mensuelles à quelques stations situées suivant les parallèles 14° et 15° de latitude nord

4° de latitude nord, la diminution des pluies et la mauvaise répartition de celles-ci dans l'année conduisent à un temps de récurrence élevé pour l'écoulement (Sanaga, Oubangui).

— En 1973, les précipitations sont déficitaires à tous les postes des pays du Sahel, sauf sur une poche très localisée de Téma à Kaya en Haute-Volta et dans la région de Baïbokoum au Tchad. A l'échelle mensuelle, la répartition des pluies montre que l'arrivée de la saison des pluies a été très tardive. Les mois de mai et juin sont beaucoup plus faibles qu'en 1972, juillet et août sont légèrement supérieurs, septembre et octobre sont à nouveau plus faibles (fig. 4).

Globalement, on peut considérer que la sécheresse se maintient aux sommets de 1972, car si elle régresse de façon toute relative en Mauritanie et au Sénégal, les deux tiers du pays ont encore un déficit égal ou supérieur à 40% ; elle est plutôt accentuée du Mali au Tchad. Certaines régions, relativement épargnées en 1972, ne l'ont pas été en 1973 (en Haute-Volta et dans le sud du Mali notamment) et l'on retrouve pour cette dernière année un nombre non négligeable de valeurs minimales absolues correspondant à des récurrences de 50 ou 100 ans pour des postes qui, en 1972, avaient présenté des fréquences nettement plus élevées. C'est le cas, entre autre, d'Abéché au Tchad qui reçoit seulement 188 mm de pluie contre 420 mm en année médiane.

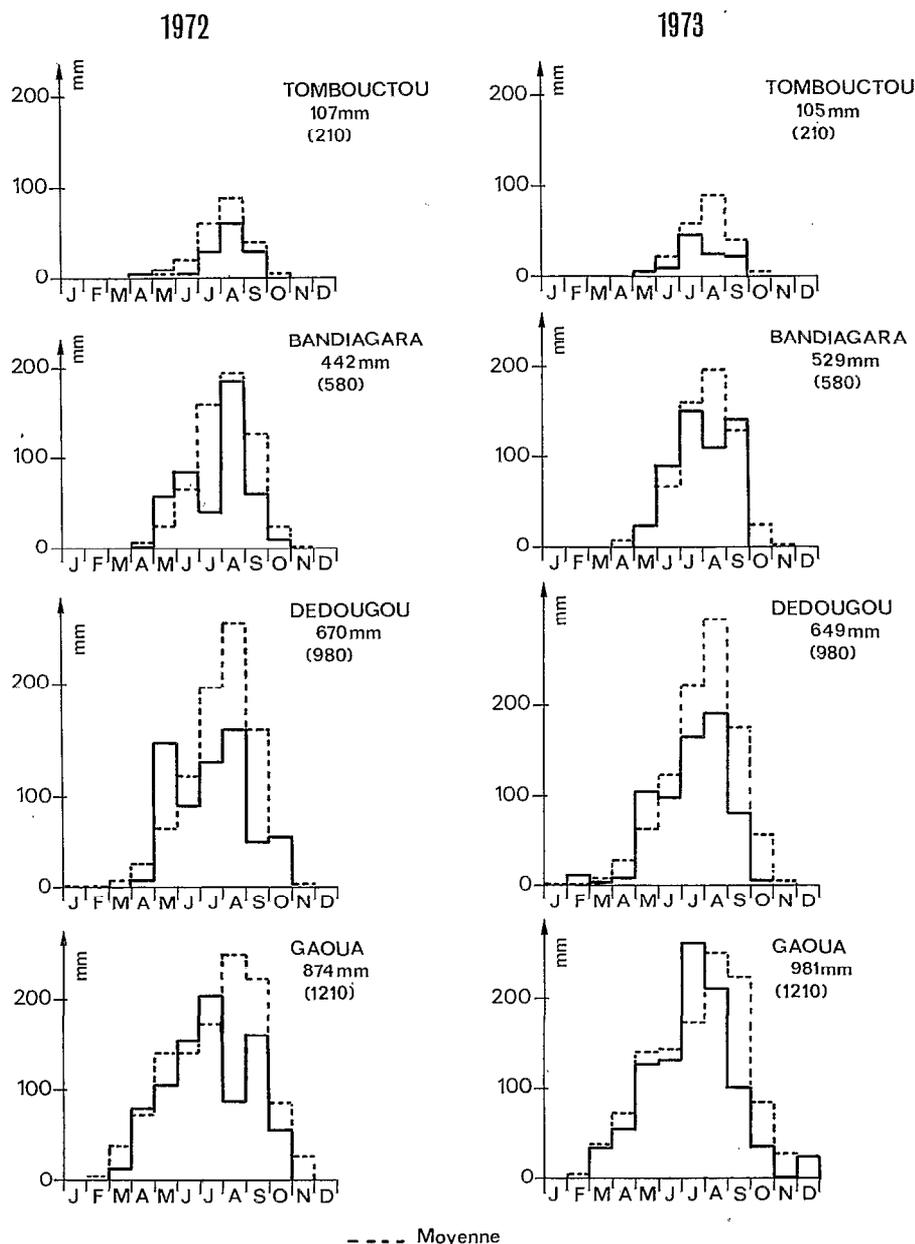


Fig. 6. — Hauteurs pluviométriques mensuelles à quelques stations situées suivant les méridiens 3° et 4° de longitude ouest

— En 1974, la pluviométrie redevient proche de la normale en de nombreuses régions (Sénégal excepté) et l'on peut croire à la fin de la sécheresse, si ce n'est à ses conséquences. Malheureusement, les chiffres montrent que, si du Mali au Tchad le nombre de postes excédentaires l'emporte sur les postes déficitaires, la tendance reste déficitaire. Au Sénégal, près de la moitié du pays a un déficit supérieur à 30% et seul l'extrême sud-est (Kédougou-Sarhya) est un peu excédentaire de 3 à 7%. En Mauritanie, le centre sud est plutôt excédentaire et l'isohyète 250 mm remonte jusqu'à 18° de latitude nord. Par contre, de Nouakchott à Atar, le déficit dépasse 50%.

— En 1975 : l'amélioration se confirme mais les précipitations restent très voisines des normales.

#### 1.4.2. Evolution de la sécheresse pays par pays

##### Mauritanie :

Sur dix-huit stations possédant environ 40 années d'observations complètes, douze présentent un minimum absolu durant la dernière sécheresse.

— En 1968, la sécheresse est brutale et seule la région d'Aleg est légèrement excédentaire (fig. 7a), les déficits de 40 à 50% sont déjà courants et l'on ne recueille que 38 mm à Tamchakett ce qui est le record.

— En 1969, l'année est excédentaire sur l'ensemble de la Mauritanie et l'on observe même des records absolus humides de Mederdra à Tidjika (471 mm à Mederdra contre 250 mm en année moyenne, 535 mm à Moudjeria contre 240 mm en année moyenne).

— En 1970, les précipitations redeviennent déficitaires mais sont supérieures à celles de 1968 sauf à Néma, Timbédra (149 mm, ce qui est le minimum) et F<sup>o</sup>Derick.

— En 1971, la sécheresse s'accroît et les pluies se font très rares de la frange côtière jusqu'à Atar. C'est ainsi que Nouakchott a sa valeur la plus faible jamais observée : 18 mm seulement (contre 140 mm en année moyenne), que Akjoujt ne reçoit que 6 mm (record) et Atar 19 mm (2<sup>e</sup> rang).

— En 1972, le point culminant de la sécheresse est atteint et les déficits atteignent couramment 250 mm pour les postes voisins du fleuve Sénégal. De Kiffa-Kankossa à Méderdra-Rosso, tous les postes (soit 8) présentent le plus faible total pluviométrique observé (fig. 10) pulvérisant souvent les précédents minimums observés durant la période 1940-1949 (donnons un seul exemple : Rosso touche 57 mm en 1972 contre 106 mm en 1941). Les déficits sont le long du Sénégal de l'ordre de 60 à 70%. Ils atteignent 80% dans le nord de la Mauritanie, mais la très forte

TABLEAU I  
TOTAUX PLUVIOMÉTRIQUES ANNUELS (en mm) ET ÉCARTS A LA NORMALE (en %) MAURITANIE

Station	Normale ASECNA 1931-1960	1968		1972		1973		1974	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Nouakchott	138	63	-54	98	-29	84	-39	36	-74
Akjoujt	106	107	+ 1	(31)	-71	53	-50	20	-81
Aleg	265	273	+ 3	—	—	(162)	-39	290	+ 9
Atar	104	90	-13	(36)	-65	38	-63	39	-62
Boghe	332	285	-14	116	-65	220	-34	312	- 6
Boutilimit	203	132	-35	46	-77	42	-79	223	+10
Chinguetti	64	70	+ 9	33	-48	9	-86	64	0
Kaedi	410	175	-57	130	-68	—	—	420	+ 2
Kiffa	351	201	-43	119	-66	176	-50	274	-22
Mederdra	251	102	-59	86	-66	128	-49	373	+49
Moudjeria (1)	236	153	-35	65	-72	176	-25	442	+87
Nema	315	259	-18	251	-20	220	-30	182	-42
Nouadhibou	34	27	-21	(2)	-94	14	-59	4,5	-87
Rosso (1)	290	190	-34	53	-82	166	-43	129	-56
Selibaby	620	413	-33	290	-53	444	-28	435	-30
Tidjikja	142	176	+24	66	-54	70	-51	62	-56
Timbedra	388	217	-44	314	-19	—	—	159	-59

(1) 1941-1970.

(Stations ayant au moins 40 ans d'observations)

irrégularité interannuelle en régime désertique ôte beaucoup d'impact à ce chiffre, les déficits de 50% étant chose courante.

— En 1973, la situation est nettement meilleure bien que tous les postes restent déficitaires et que le déficit en bordure du fleuve Sénégal reste encore voisin de 150 mm. C'est la région de Boutilimit qui est la plus sérieusement touchée (42 mm contre 210 en année moyenne, 2<sup>e</sup> rang).

— En 1974, l'amélioration se poursuit et pour la première fois depuis 1969 tout le centre sud de la Mauritanie reçoit des précipitations supérieures, en général, de 10% à la normale. Seule, la zone côtière de Rosso à Nouakchott reste soumise à un déficit pluviométrique de l'ordre de 50%.

#### Sénégal :

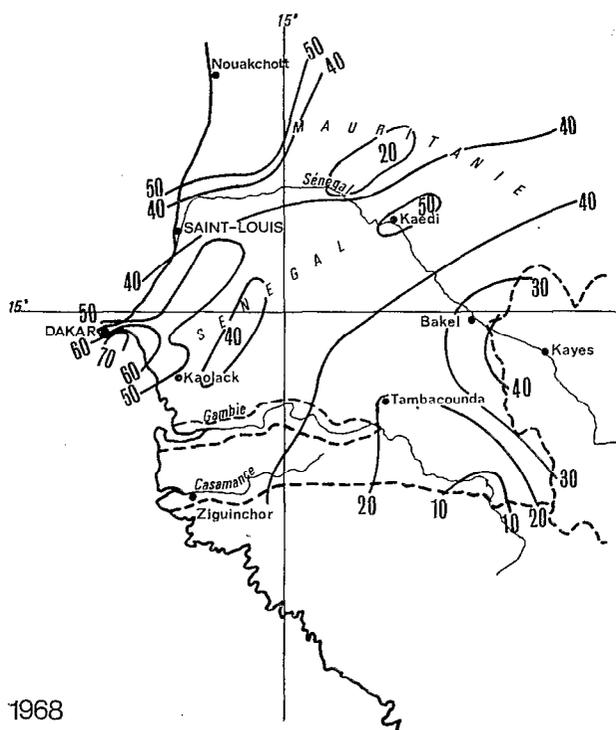
— Dès 1968, le déficit pluviométrique est considérable sur tout le pays et toutes les stations ont des totaux annuels inférieurs à la normale (cf. tableau II) ; seulement dans l'extrême sud-est, le déficit ne dépasse pas 10 à 20%. La moitié ouest du Sénégal est la plus touchée et presque toutes les stations de Casamance connaissent leur minimum absolu cette année-là. La région dakaroise est également très atteinte et seule l'année 1972 sera encore plus mauvaise.

— Après une année excédentaire en 1969, l'année 1970 est à nouveau déficitaire mais moins fortement qu'en 1968, bien que la saison des pluies arrive avec un retard de près d'un mois et s'arrête plus tôt que d'habitude. Dans le centre du pays, les stations de Koungheul et de Dahra ont un déficit supérieur à 50% (record absolu). A Dakar même, il ne tombe que 177 mm à la station de Yoff, hauteur non dépassée une année sur cinquante.

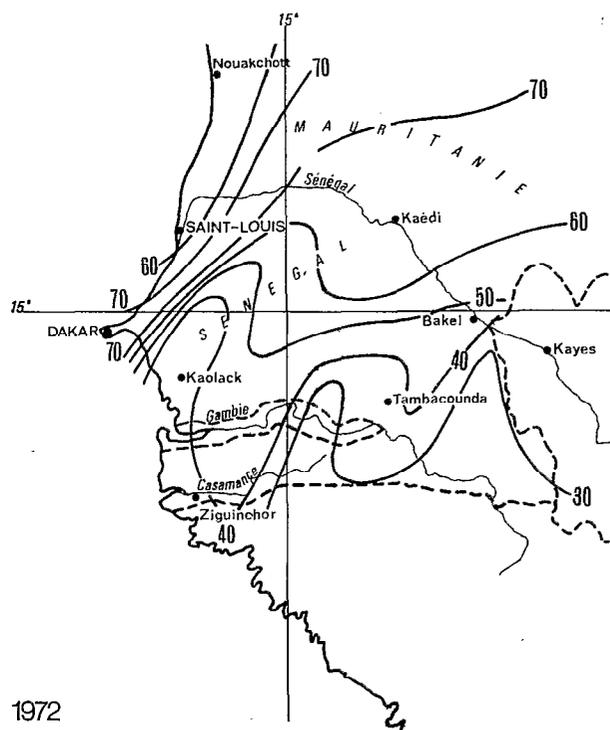
TABLEAU II  
TOTAUX PLUVIOMÉTRIQUES ANNUELS (en mm) ET ÉCARTS A LA NORMALE (en %) (les valeurs en italique sont les records absolus observés)

#### SÉNÉGAL

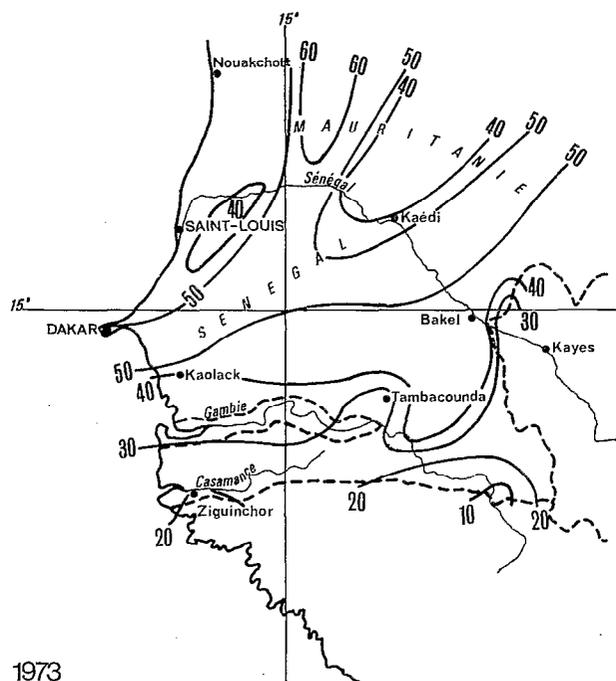
Station	Normale ASECNA 1931-1960	1968		1972		1973		1974	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Bakel	712	484	-32	395	-45	396	-44	682	-4
Bambey	684	363	-47	394	-42	323	-53	519	-24
Coki	533	246	-54	188	-65	273	-49	381	-29
Dagana	330	222	-33	81	-75	223	-32	206	-38
Dahra	511	369	-28	253	-50	238	-53	443	-13
Dakar Yoff	578	259	-55	177	-80	288	-50	366	-37
Diourbel	700	360	-49	420	-40	333	-52	480	-31
Fatick	799	335	-58	298	-63	394	-51	412	-48
Foundiougne	888	(464)	-48	413	-53	546	-39	635	-28
Kaffrine	765	413	-46	451	-41	470	-39	668	-13
Kaolack	797	539	-32	481	-40	440	-45	549	-41
Kedougou	1 256	1 148	-9	973	-23	1 213	-3	1 297	+ 3
Kidira	790	385	-51	623	-21	410	-48	511	-35
Kolda	1 253	760	-39	874	-30	1 173	-6	1 021	-19
Koungheul	900	517	-43	627	-30	(523)	-42	708	-21
Linguere	535	302	-44	245	-54	261	-51	380	-29
Louga	473	(214)	-55	156	-67	290	-39	349	-26
Matam	537	309	-42	176	-67	220	-59	328	-39
M'Bao/Thiaroye	569	172	-70	181	-68	293	-49	374	-34
M'Bour	747	452	-39	206	-62	314	-58	412	-45
Nioro du Rip	927	493	-47	493	-47	603	-35	629	-32
Oussouye	1 735	912	-47	692	-60	1 371	-21	1 472	-15
Podor	336	210	-37	110	-67	148	-56	151	-55
Rufisque	620	175	-72	126	-80	389	-37	352	-43
Saint-Louis	347	233	-33	152	-56	190	-45	197	-43
Sedhiou	1 379	808	-41	846	-39	1 017	-26	1 071	-22
Tambacounda	942	780	-17	631	-33	719	-24	942	0
Thies	694	237	-66	228	-67	267	-62	655	-6
Tivaouane	615	314	-49	157	-74	321	-48	454	-26
Velingara Casa	1 100	817	-26	702	-36	870	-21	704	-36
Yang-Yang	527	279	-47	157	-70	228	-57	261	-50
Ziguinchor	1 547	881	-43	952	-38	1 289	-17	1 241	-20



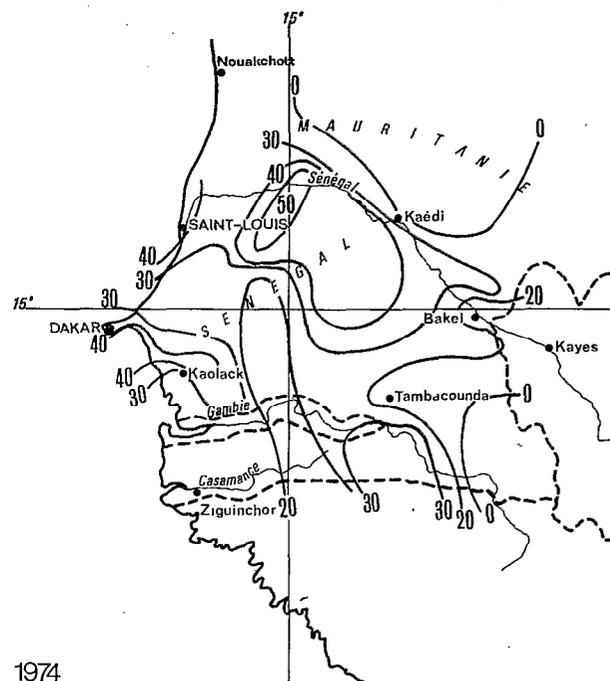
1968



1972



1973



1974

Fig. 7. — Déficients pluviométriques (en %) pour le Sénégal et le sud de la Mauritanie

— En 1971, la situation est à peine meilleure quoique le déficit pluviométrique soit moins généralisé. La région dakaroise est encore très déficitaire ainsi que la partie ouest de la Casamance ; par contre, de Kaolack et Fatick à Tambacounda et Kolda, les pluies annuelles sont excédentaires de 10 à 20%.

— L'année 1972 voit une aggravation spectaculaire de la sécheresse et, de même que pour le sud mauritanien, les déficits supérieurs à 60% sont chose courante dans le nord-ouest du pays. Seize stations de longue durée reçoivent un total pluviométrique jamais observé dans le passé. Dakar avec 117 mm (20% de la normale) connaît un record absolu dont le temps de récurrence est supérieur au siècle. La carte du déficit annuel 1972 montre la variation spatiale de celui-ci sur tout le Sénégal et le tableau II fournit les totaux annuels aux stations principales. On estime que pour l'ensemble du Sénégal la récurrence des pluies est de 30 à 50 ans, voire 100 ans, en de nombreux endroits. À l'échelle mensuelle, tous les mois présentent un déficit généralisé et la situation est d'autant plus grave qu'une ligne de grains au début du mois de juin, suivie d'une longue période sèche, avait entraîné des semis précoces.

— L'année 1973, le déficit pluviométrique reste très élevé, de l'ordre de 40% pour tout le Sénégal. La récurrence des pluies annuelles est encore voisine de 50 ans. D'autre part, le centre Sénégal reçoit des précipitations plus faibles qu'en 1972 (triangle Koupentoum-Goudiry-Dialacoto) et sept stations de longue durée connaissent un record absolu, c'est par exemple le cas de Tambacounda (631 mm contre 942 mm en année normale, fréquence au non-dépassement 0,01).

— En 1974, la situation s'améliore sensiblement mais seule la région de Kédougou, à l'extrême sud-est, est légèrement excédentaire. Des déficits de 30 à 40% sont encore la règle générale. A Dakar, le déficit est de 37% (366 mm seulement) et à Saint-Louis de 43% (197 mm seulement).

TABLEAU III  
TOTAUX PLUVIOMÉTRIQUES ANNUELS (en mm) ET ÉCARTS A LA NORMALE (en %) (au moins 30 ans d'observations)

## MALI

Station	Normale	1968		1972		1973	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Bamako-Aéro	1 080	956	-11	728	-33	868	-20
Ansongo	302	234	-23	—	—	—	—
Bafoulabé	942	693	-26	—	—	701	-26
Banamba	818	507	-38	506	-38	521	-37
Bandiagara	592	—	—	442	-25	526	-11
Barouéli	808	602	-25	—	—	560	-31
Bougouni	1 312	883	-33	908	-31	843	-36
Bourem	167	185	+11	—	—	87	-48
Diré	243	246	+1	154	-37	182	-25
Djenné	641	685	+7	433	-32	433	-32
Douentza	510	462	-9	245	-52	396	-22
Faladyé	1 037	827	-20	683	-34	813	-22
Gao	263	256	-3	163	-38	144	-45
Goundam	252	—	—	—	—	83	-67
Gourma-Rharous	176	—	—	—	—	134	-24
Hombori	414	408	-1	300	-28	320	-23
Kabara	220	218	-1	150	-23	104	-32
Kayes	743	480	-35	485	-35	529	-29
Ke-Macina	572	443	-23	439	-23	385	-33
Kidal	138	125	-9	92	-33	93	-32
Kita	1 130	1 030	-9	825	-45	945	-17
Kolokani	858	588	-31	747	-12	564	-34
Koutiala	1 007	906	-10	830	-18	668	-34
Menaka	262	241	-8	162	-38	184	-30
Mopti	546	454	-17	390	-29	326	-40
Murdiah	565	398	-30	385	-32	—	—
Niafunké	329	216	-34	64	-80	—	—
Niénébalé	920	686	-25	556	-40	612	-34
Nioro du Sahel	676	449	-34	440	-35	360	-47
San	761	760	0	792	+4	565	-26
Ségou	730	559	-23	531	-27	505	-31
Sikasso	1 337	1 476	+10	1 017	-24	782	-42
Yélimané	606	383	-37	316	-48	348	-43

En définitive, sur trente-trois stations suivies au moins depuis 1940, six seulement ne possèdent pas leur minimum absolu annuel au cours de la période 1968-1973, mais la plupart d'entre elles n'étaient pas en exploitation en 1913.

#### Mali :

— Après les années 1965 et 1966 qui ont été très faibles localement, l'année 1968 est assez déficitaire sur les bassins du Haut-Sénégal et du Haut-Niger où les déficits atteignent les 30%. On observe à Kayes la valeur la plus basse de toute la sécheresse récente avec 480 mm seulement (récurrence cinquanteenaire). Seule la région de la boucle du Niger comprise entre Diré et Gao est légèrement excédentaire (Tombouctou reçoit 233 mm contre 210 mm pour la médiane).

— En 1970, la sécheresse reprend avec beaucoup d'acuité sur toute la partie du Niger à l'ouest de Mopti. Les stations de Djenné, Kolokani et Faladyé connaissent leurs records absolus et à Bamako même on ne recueille que 849 mm (fréquence décennale sèche).

— En 1971, le déficit pluviométrique est un peu moins sévère mais présente une très forte irrégularité ; Bamako est arrosé normalement alors qu'à Ségou (510 mm) le total annuel est de récurrence vintennale.

— L'année 1972 voit une aggravation de la sécheresse comme dans les autres pays, tous les postes pluviométriques sont déficitaires, sauf celui de San (792 mm excédent de 4%). Les minimums absolus observés sont nombreux surtout à l'ouest du fleuve Niger, citons d'abord Bamako : 728 mm, mais également Yélimane : 316 mm (—48%), Kéméba, Nienébale... La carte des déficits du Niger (fig. 9a) montre bien l'ampleur de la sécheresse.

— L'année suivante présente une sécheresse sensiblement aussi sévère et aussi généralisée. Dans le triangle Mopti-Koutiala-Sokola, les pluies sont souvent de récurrence 30 à 50 ans. Dans la boucle du Niger, le déficit est compris entre 40 et 50%.

— En 1974, les pluies redeviennent proches des normales (Bamako est excédentaire), mais en restant la plupart du temps inférieures de 10 à 20% aux normales ; c'est le cas de Ségou par exemple ou de Mopti. Localement, les valeurs annuelles sont même plus faibles qu'en 1972 ou 1973, comme à Gao qui ne totalise que 128 mm pour une médiane de 260 mm.

#### Haute-Volta :

— L'année 1968 est très nettement excédentaire, surtout dans le sud-ouest du pays (excédent de 31% à Gaoua avec 1 504 mm) et seule la région au nord-est d'une ligne passant par Djibo-Kaya-Kantchari est affectée sérieusement (368 mm à Dori contre 555 mm en moyenne).

— Après une année très pluvieuse, 1970 marque l'extension de la sécheresse vers l'ouest et le sud de la Haute-Volta. On observe à Kaya la plus faible valeur annuelle de la série (479 mm contre 670 mm). A Ouagadougou, on ne dépasse pas 713 mm, valeur inférieure à celles de 1972 ou 1973, mais sans être décennale.

— L'année 1971 est encore faible mais les gros déficits pluviométriques ne s'observent que dans l'est, comme à Diapaga (minimum absolu).

— L'année 1972 voit la généralisation de la sécheresse à tout le pays avec des déficits de 30 à 40% dans les régions septentrionales. Seule la région de Ouagadougou est excédentaire (1 009 mm, soit +16%) mais le sud et le sud-est connaissent des déficits modérés de Houndé et Diébougou à Fada N'Gourma et Pama.

— En 1973, le nord du pays est légèrement moins touché bien que les déficits restent voisins de 30% ; au contraire, l'ouest et le nord-ouest sont très atteints avec des déficits dépassant parfois 40% et les stations de Nouna (483 mm contre 857 mm) et Dédougou (649 mm contre 981 mm) ont des hauteurs de récurrence inférieure à 50 ans. Cette année encore la région de Ouagadougou est relativement épargnée et de Téma à Kaya, les pluies sont même un peu excédentaires.

— L'année 1974 voit la pluviométrie sensiblement normale, les écarts à la moyenne ne dépassant pas 10% en général et le nombre de postes excédentaires l'emporte largement.

#### Nord de la Côte-d'Ivoire :

La dernière sécheresse a été très largement ressentie dans toute la partie nord du pays et la diminution de l'écoulement a été sensible, toutefois elle vient très souvent derrière les déficits des années 1946, 1948, 1950, 1958 et surtout 1961.

L'année 1968 est à peu près normale et en 1970 et 1971 la sécheresse ne se fait pratiquement pas sentir. Mais

TABLEAU IV  
TOTAUX PLUVIOMÉTRIQUES ANNUELS (en mm) ET ÉCARTS A LA NORMALE (en %) (stations ayant au moins 20 ans d'observations — sauf exceptions (\*))

## HAUTE-VOLTA

Station	Moyenne (fin 1970)	1968		1972		1973	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Banfora	1 218	1 390	+14	1 048	-14	944	-22
Bobo Dioulasso	1 170	1 415	+21	894	-24	889	-24
Boromo	989	1 009	+ 2	876	-11	720	-27
Dedougou	981	985	0	670	-32	649	-34
Diapaga	883	842	- 5	663	-25	745	-16
Diébougou	1 101	1 256	+14	1 077	- 2	827	-25
Dori	555	368	-34	472	-15	394	-29
Fada N'Gourma	888	987	+11	840	- 5	730	-18
Gaoua	1 190	1 564	+31	874	-27	981	-18
Houndé	1 033	983	- 5	1 034	0	751	-27
Kantchari (*)	817	651	-20	722	-12	661	-19
Kaya	719	522	-27	582	-19	759	+ 6
Koudougou	881	1 045	+19	729	-17	644	-27
Koupela	846	883	+ 4	560	-34	755	-11
Léo	1 014	1 185	+17	827	-18	748	-26
Manga	923	889	- 4	705	-24	777	-16
Nouna	857	880	+ 3	658	-23	483	-44
Ouagadougou	872	786	-10	1 009	+16	780	-11
Quahigouya	718	702	- 2	502	-30	477	-34
Pama (*)	1 025	1 088	+ 6	922	-10	1 026	0
Po (*)	1 013	1 128	+11	939	- 7	942	- 7
Tenkodogo	952	1 005	+ 6	912	- 4	805	-15
Tougan	779	886	+14	506	-35	554	-29
Tourcoing Bam	667	756	+13	492	-26	622	- 7
Yako	798	892	+12	593	-26	641	-20
Zabré (*)	1 019	1 213	+19	894	-12	827	-19
Zorgho (*)	907	851	- 6	746	-18	627	-31

en 1972, tout le nord de la Côte-d'Ivoire est atteint par la raréfaction des pluies et les déficits sont habituellement compris entre 20 et 30%. Les stations de Mankono et Béoumi sont fortement déficitaires (record absolu). En 1973, la sécheresse est aussi prononcée sur le haut bassin du Bandama mais régresse sur la haute Comoe. En 1974, elle a pratiquement disparu partout.

*Nord du Bénin :*

La sécheresse de ces dernières années est assez peu marquée dans l'ensemble et n'a pas présenté les valeurs exceptionnelles des années 1942, 1946 et surtout 1958 qui fut l'année des records dans tout le centre du Bénin.

La sécheresse n'atteint le Bénin qu'à partir de 1970, de façon très hétérogène (minimum à Parakou). En 1971, la région de Nikki (haut-bassin de l'Okpara) est aussi déficitaire qu'en 1943. L'année suivante, la sécheresse est plus généralisée mais les valeurs, nettement supérieures à celles de 1958, viennent en général au 5<sup>e</sup> ou au 6<sup>e</sup> rang des hauteurs classées par ordre croissant. En 1973, la sécheresse régresse sauf dans l'extrême nord-est (record absolu à Malanville avec 472 mm).

En 1974, les pluies redeviennent proches des normales.

*Niger :*

— L'année 1968 présente un caractère beaucoup plus déficitaire que la Haute-Volta, mais les stations les plus au nord ont des hauteurs pluviométriques normales ou excédentaires. C'est le bassin de la Maggia qui est le moins arrosé (206 mm à Madaoua, déficit de 60% ; 362 mm à Maradi, déficit de 43%).

— En 1970, la sécheresse s'étend et les postes pluviométriques au nord du 15<sup>e</sup> parallèle ne reçoivent pratiquement pas de pluie (record absolu à Agades avec 40 mm contre 150 mm en année médiane). Plus au sud, la situa-

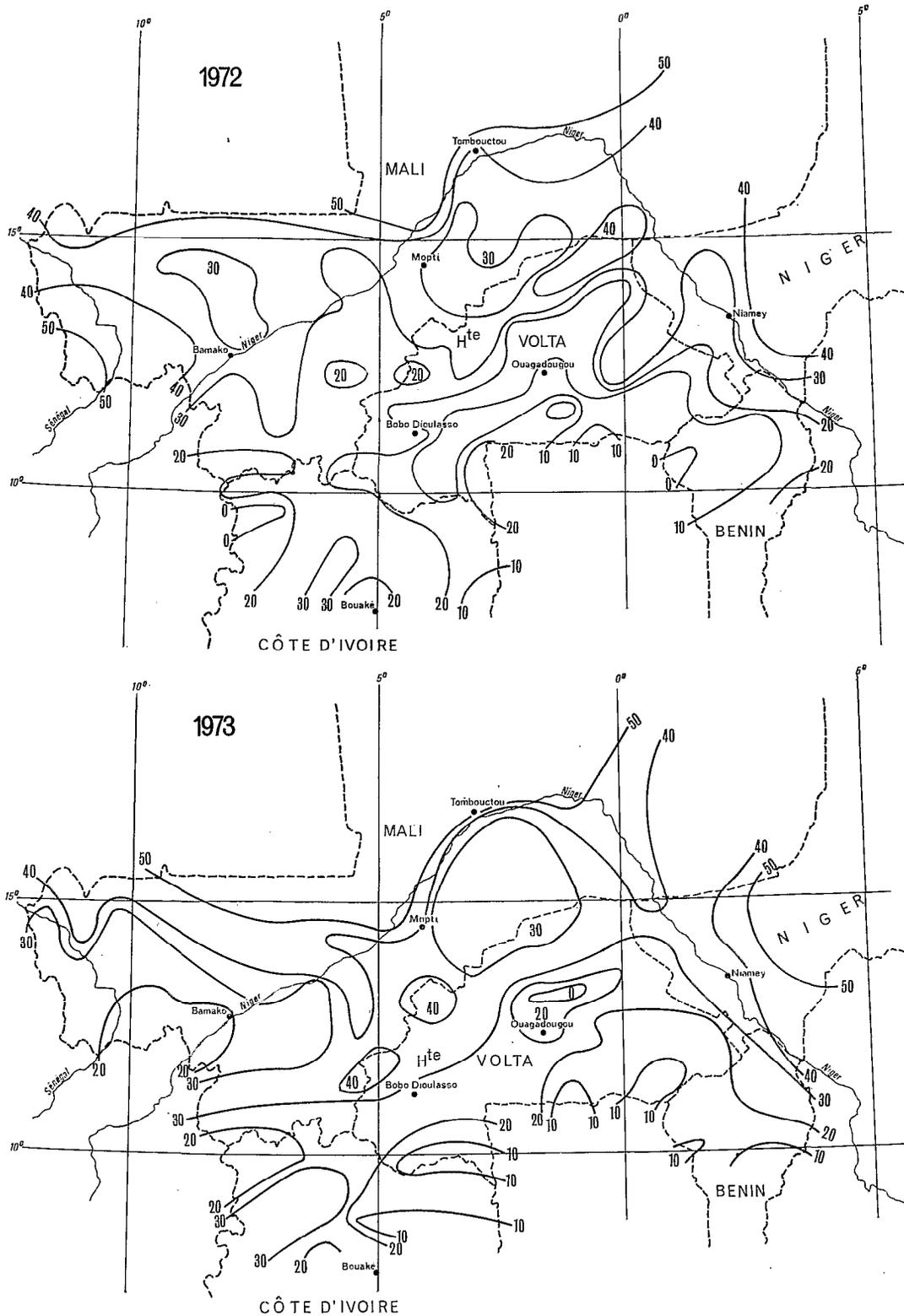


Fig. 8. — Déficients pluviométriques (en %) pour le Mali, la Haute-Volta et le nord de la Côte d'Ivoire et du Benin

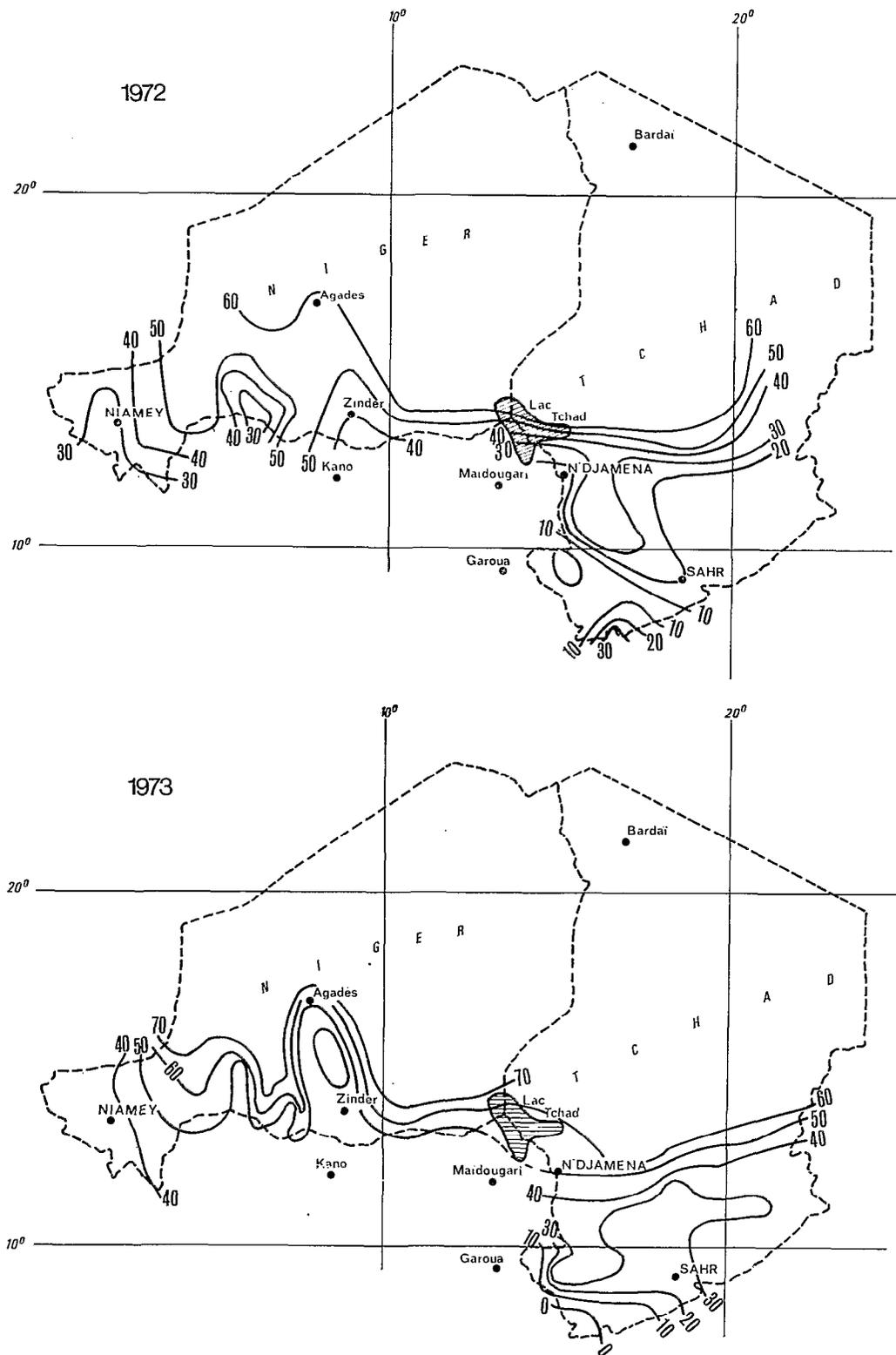


Fig. 9. — Déficients pluviométriques (en %) pour le Niger et le Tchad

TABLEAU V  
TOTAUX PLUVIOMÉTRIQUES ANNUELS (en mm) ET ÉCARTS A LA NORMALE (en %) (stations ayant au moins 30 ans d'observations)

## NIGER

Station	Normale (fin 1970)	1968		1972		1973		1974	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
Agadès	168	165	- 2	74	-56	76	-55	136	-19
Bilma	21	27	+29	20	- 5	0,5	-98	16	-24
Birni N'Konni	591	523	-12	328	-45	289	-51	428	-28
Dogondoutchi	627	377	-40	238	-62	285	-55	562	-10
Dosso	691	558	-19	—	—	127	-82	518	-25
Filingué	514	—	—	283	-45	216	-58	357	-31
Gaya	860	928	+ 8	694	-19	—	—	847	- 2
Gouré	410	274	-33	142	-65	130	-68	364	-11
Iférouane	65	52	-20	—	—	—	—	—	—
Madaoua	513	206	-60	386	-25	(156)	-70	413	-19
Magaria	651	480	-26	384	-41	258	-60	521	-20
Maine Soroa	423	344	-19	252	-40	262	-38	397	- 6
Maradi	633	362	-43	289	-54	350	-45	491	-22
N'Guigmi	225	105	-53	69	-69	85	-62	223	- 1
Niamey ville	576	447	-22	412	-28	371	-36	474	-18
Say	682	699	+ 2	363	-47	420	-38	642	- 6
Tahoua	403	408	+ 1	267	-34	245	-39	421	+ 4
Tanout	290	—	—	147	-49	201	-31	309	+ 7
Téra	514	404	-21	350	-32	431	-16	330	-36
Téssaoua	552	361	-35	277	-50	251	-55	519	- 6
Tillabery	506	348	-31	368	-27	337	-33	408	-19
Zinder	508	376	-26	303	-40	298	-41	480	- 6

tion est très variable, Zinder est beaucoup plus touché par la sécheresse que Niamey et localement, les valeurs recueillies sont également très faibles (minimum à Dosso avec 230 mm contre 691 mm en moyenne).

— En 1971, la sécheresse se maintient avec une tendance à l'accentuation ; les totaux pluviométriques de Niamey et de Zinder sont de récurrence décennale. Toute la rive droite du Niger est très affectée et l'on note d'ailleurs un minimum absolu à Tillabery (250 mm contre 506 mm en année moyenne).

— Comme dans les autres pays, l'année 1972 marque une aggravation très rigoureuse de la sécheresse et des déficits de 300 mm de pluie dans des zones touchant normalement 600 mm sont courants. De nombreux postes accusent les plus faibles valeurs depuis le début des observations, c'est le cas de Dogondoutchi notamment (238 mm de pluie contre 627 mm en année moyenne), mais aussi de Maradi (289 mm contre 633 mm).

— En 1973, la sécheresse augmente encore (alors que dans les autres pays elle commence à régresser, certaines stations battent à nouveau des records de sécheresse, citons Taoua (267 mm en 1972, 245 mm en 1973 contre 403 mm en année moyenne). La carte des déficits (fig. 9) montre que presque tout le pays accuse au moins 50% de déficit. Néanmoins ni Niamey ni Zinder n'ont en 1972 ou 1973 des récurrences dépassant 15 ans.

— En 1974, les pluies reviennent enfin mais restent inférieures aux normales de 10 à 20%, avec quelques exceptions locales comme à Tahoua ou Tanout qui sont faiblement excédentaires.

## Tchad :

— Ce pays a déjà connu, au cours de ces dix dernières années, une sécheresse importante en 1965, qui s'est fait sentir jusqu'en Centrafrique.

— L'année 1968 est très sèche, tous les postes sont déficitaires, sauf celui de Léré et l'on peut dire que tout le haut bassin du Logone est très touché. Moundou connaît une valeur très basse (800 mm contre 1 215 mm en moyenne).

— En 1970, Faya Largeau ne reçoit aucune pluie, ce qui ne s'était plus vu depuis les années 35 et 40 ; il ne tombe que 16 mm à Fada. Plus au sud, Abéché ne touche que 307 mm (valeur minimale qui sera pulvérisée en 1973) ; N'Djamena est au contraire excédentaire ainsi que l'ensemble des bassins du Chari et du Logone.

TABLEAU VI  
TOTAUX PLUVIOMÉTRIQUES ANNUELS (en mm) ET ÉCARTS A LA NORMALE (en %) (au moins 20 ans d'observations)

## TCHAD

Station	Moyenne (fin 1970)	1968		1972		1973	
		(mm)	(%)	(mm)	(%)	(mm)	(%)
N'Djamena	639	562	-12	618	-3	316	-51
Abéché	495	321	-35	314	-37	186	-62
Ati	425	269	-37	196	-54	163	-62
Bebeidja	1 155	1 076	-7	1 107	-4	918	-21
Bongor	888	805	-9	795	-10	774	-13
Bol	341	195	-43	62	-82	148	-57
Boussou	952	907	-5	661	-31	745	-22
Fada	97	21	-78	0	—	8	-90
Faya Largeau	20	12	-40	0,4	-98	12	-40
Koumra	1 040	893	-14	960	-8	924	-11
Kyabé	1 010	894	-11	952	-6	—	—
Lai	1 084	1 077	-1	983	-9	669	-38
Léré	847	896	+6	813	-4	905	+7
Moïssala	1 153	984	-15	1 141	-1	1 040	-10
Moundou	1 215	800	-34	1 145	-6	1 032	-15
Pala	1 073	951	-11	931	-13	720	-33
Pandzangué	1 273	1 255	-1	971	-24	1 234	-3
Sarh	1 129	1 007	-11	906	-20	863	-24
Tikem	888	852	-4	905	+2	—	—

— En 1971, la sécheresse augmente d'intensité dans la moitié sud du pays. Bol, qui était très arrosé en 1970 (363 mm), est maintenant déficitaire (204 mm) ainsi que N'Djamena (423 mm, récurrence décennale). Les bassins du Chari et du Logone sont déficitaires de 10% en moyenne.

— L'année 1972 est plus sévère que l'année 1968 sur tout le pays. Le poste de Fada ne recueille aucune pluie (0,4 mm à Faya Largeau), la récurrence de la valeur de Bol (62 mm) est cinquantenaire.

A N'Djamena, par contre, les pluies sont presque normales et l'extrême sud-est du pays semble avoir des pluies proches des moyennes interannuelles (+6% à Am Timam), la faible densité des postes ne permettant pas une grande précision.

— En 1973, la sécheresse est sans doute aussi grave que l'année passée et les déficits sont plus accentués sur le centre-sud du pays et à l'ouest. N'Djamena ne touche que 316 mm (2<sup>e</sup> rang après 1913) et le poste d'Abéché connaît son minimum (187 mm, soit 62% de déficit). Les bassins du Bahr Salamat et du Bahr Aouk sont déficitaires de 20 à 30%. Sarh est très peu arrosé (863 mm seulement, hauteur venant au 2<sup>e</sup> rang après celle de 1965) et le déficit pluviométrique envahit largement la Centrafrique.

— L'année 1974 voit le retour de pluies plus abondantes, mais à hétérogénéité spatiale très marquée. Abéché, bien que déficitaire de 10%, connaît sa plus forte valeur depuis 1964 ; Bol est excédentaire alors qu'à N'Djamena il pleut moins qu'en 1968 ou 1972. D'une façon générale, si l'on connaît enfin une pluviométrie presque normale, on est encore loin de conditions satisfaisantes pour tous les besoins en eau.

Nous avons rassemblé dans le tableau VII, par hauteur pluviométrique croissante (médiane) les stations choisies parmi les plus représentatives, ou les mieux suivies, des six pays sahéliens (précédées d'un astérisque si l'année 1913 est connue). On trouvera dans ce tableau :

- le nombre d'années d'observations jusqu'en 1974 inclus (les relevés de Saint-Louis antérieurs à 1900 n'ont pas été utilisés) ;
- le minimum absolu observé avec son année ;
- les hauteurs annuelles et leur fréquence expérimentale au dépassement pour les années 1968, 1970, 1971, 1972, 1973 et 1974.

Afin de mieux situer l'importance de la dernière sécheresse au niveau du total pluviométrique annuel, il est indispensable de procéder maintenant à une comparaison avec les sécheresses historiques célèbres centrées sur « 1940 » et sur « 1913 », qui ont présenté également une extension, une persistance et une sévérité restées tristement inscrites dans les mémoires ou dans les chroniques de l'époque.

TABLEAU VII

Station	Pays	Médiane (mm)	Nbre années	Minimum absolu (mm)	Année	1968		1970		1971		1972		1973		1974	
						(mm)	Fréq.										
Faya Largeau	Tchad	12	38	0	1935/40/70	12	0,50	0	0,10	18	0,57	0,4	0,10	12	0,50	12,2	0,53
Bilma	Niger	15	50	1	1940/41/73	27	0,72	7	0,15	2	0,05	20	0,63	0,5	0,01	16	0,57
Fada	Tchad	70	41	0	1972	21	0,18	16	0,12	10	0,06	0	0,01	8	0,04	89	0,57
Agadès	Niger	150	52	40	1970	165	0,55	40	0,01	93	0,11	74	0,05	76	0,07	136	0,34
N <sup>o</sup> Guigmi	Niger	190	50	41	1928	105	0,13	237	0,64	125	0,20	69	0,05	85	0,07	223	0,60
*Tombouctou-																	
Kabara	Mali	210	61	89	1966	233	0,65	138	0,14	202	0,48	107	0,04	105	0,04	134	0,12
Gao	Mali	260	55	60	1931	257	0,49	245	0,46	175	0,20	163	0,14	144	0,07	128	0,05
Néma	Mauritanie	280	49	167	1928	259	0,40	202	0,12	238	0,18	250	0,29	220	0,15	192	0,11
*Bol	Tchad	290	40	46	1913	195	0,14	363	0,83	204	0,16	62	0,02	152	0,12	421	0,89
Boghe	Mauritanie	310	56	112	1972	285	0,37	291	0,44	146	0,03	112	0,01	213	0,14	312	0,52
*Saint-Louis	Sénégal	330	71	144	1914	233	0,19	180	0,09	177	0,08	152	0,02	190	0,11	197	0,13
Kiffa	Mauritanie	350	52	119	1972	201	0,22	447	0,83	164	0,09	119	0,01	176	0,15	270	0,30
*Kaedi	Mauritanie	400	51	120	1920	175	0,07	251	0,13	267	0,20	129	0,03	218	0,09	420	0,55
Tahoua	Niger	400	53	209	1942	408	0,54	422	0,52	267	0,07	267	0,07	245	0,05	422	0,60
Louga	Sénégal	420	52	156	1972	212	0,03	253	0,11	300	0,21	156	0,01	290	0,21	409	0,45
Abéché	Tchad	420	40	188	1973	321	0,09	307	0,03	340	0,12	313	0,04	188	0,01	453	0,64
*Zinder	Niger	490	68	215	1912	376	0,19	355	0,13	352	0,11	303	0,07	298	0,05	480	0,48
Yang Yang	Sénégal	500	54	156	1972	278	0,07	230	0,05	378	0,20	156	0,01	228	0,05	261	0,08
Bakel	Sénégal	500	57	357	1954	484	0,45	457	0,35	541	0,67	394	0,17	396	0,20	682	0,90
*Dakar	Sénégal	500	77	117	1972	259	0,03	177	0,02	367	0,16	117	0,01	287	0,05	366	0,15
Dori	Haute-Volta	520	52	244	1926	368	0,07	407	0,11	427	0,15	472	0,31	394	0,09	556	0,61
Mopti	Mali	530	52	326	1973	453	0,28	617	0,69	493	0,39	390	0,11	326	0,01	409	0,16
Bandiagara	Mali	580	54	315	1938	—	—	445	0,16	417	0,09	442	0,13	526	0,33	—	—
Niamey	Niger	580	68	(281)	1915	447	0,20	540	0,36	370	0,08	412	0,13	395	0,11	476	0,24
Nioro du Sahel	Mali	600	49	310	1921	449	0,16	403	0,10	341	0,03	440	0,12	360	0,07	420	0,13
*N <sup>o</sup> Djamena	Tchad	620	51	306	1913	259	0,03	653	0,60	423	0,09	618	0,41	315	0,03	424	0,11
Kaya	Haute-Volta	670	55	479	1970	522	0,03	479	0,01	688	0,52	582	0,18	759	0,68	788	0,70
Kidira	Sénégal	680	51	385	1968	385	0,01	598	0,21	552	0,15	623	0,28	410	0,03	511	0,17
Kayes	Mali	690	68	361	1898	480	0,02	556	0,14	596	0,23	485	0,04	529	0,11	675	0,45
*Ségon	Mali	710	56	456	1949	558	0,14	683	0,42	510	0,05	531	0,08	505	0,05	616	0,22
Ouahigouya	Haute-Volta	720	53	413	1947	702	0,18	582	0,13	481	0,03	502	0,05	477	0,03	758	0,63
Kaolack	Sénégal	780	56	440	1973	539	0,14	477	0,03	850	0,62	480	0,05	440	0,01	549	0,15
Fatick	Sénégal	800	55	298	1972	335	0,03	490	0,08	803	0,50	298	0,01	394	0,05	412	0,06
*Ouagadougou	Haute-Volta	810	73	408	1913	786	0,45	713	0,26	717	0,27	966	0,85	746	0,35	924	0,79
Fadan'Gourma	Haute-Volta	870	54	569	1944	987	0,75	732	0,16	739	0,18	840	0,44	730	0,14	813	0,42
Koulikoro	Mali	890	52	556	1972	686	0,13	671	0,07	685	0,09	556	0,01	612	0,03	—	—
Tambacounda	Sénégal	900	54	476	1931	779	0,25	537	0,03	988	0,70	632	0,01	718	0,20	943	0,56
Dedoudou	Haute-Volta	980	52	649	1973	985	0,56	821	0,09	789	0,11	670	0,03	649	0,01	899	0,36
Léo	Haute-Volta	1 010	53	647	1926	1 185	0,84	835	0,17	1 152	0,76	827	0,13	748	0,07	1 155	0,82
Bamako	Mali	1 040	52	728	1972	956	0,30	849	0,13	1 038	0,50	728	0,01	868	0,23	1 261	0,76
*Bobo-Diou-																	
Lasso	Haute-Volta	1 110	63	694	1921	1 415	0,90	1 404	0,86	964	0,22	894	0,16	889	0,15	1 084	0,45
Mofssala	Tchad	1 130	37	900	1941	985	0,10	1 022	0,24	1 061	0,30	1 142	0,57	1 026	0,24	1 126	0,49
Bougouni	Mali	1 300	54	805	1947	883	0,05	—	—	1 104	0,28	908	0,07	843	0,03	1 050	0,23
Kédougou	Sénégal	1 300	52	839	1932	1 146	0,25	1 088	0,15	1 179	0,33	972	0,07	1 211	0,40	1 296	0,48
*Sedhiou	Sénégal	1 350	68	808	1905	808	0,02	1 158	0,33	1 032	0,14	846	0,04	1 018	0,14	1 072	0,18

1.5 LA SÉCHERESSE DES ANNÉES 40

La sécheresse des années 40 a fortement marqué les populations du Sahel et le souvenir des famines d'alors reste vivace. C'est ainsi qu'en pays Songhaï au Niger, l'année 1942 s'appelle « Wande Waasu » c'est-à-dire « éloigne ton épouse ». Cette sécheresse a également régné sur tout le Sahel mais avec une rigueur et une extension très variables d'un pays à l'autre et d'une année à l'autre. La densité des postes fonctionnant à cette époque ne permet pas de tracer des courbes d'isodéficits précises, elle est toutefois très largement suffisante pour acquérir une vue d'ensemble du phénomène sécheresse. En général ce sont les années 41 et 42 qui offrent les déficits les plus impor-

tants, mais parfois les années 40, 44 et 49 se sont traduites par des hauteurs pluviométriques largement déficitaires et sur de grandes surfaces. On peut dire que pendant toute la période 1940 à 1949, la sécheresse a fait sentir ses effets en un point ou l'autre du Sahel avec une persistance particulièrement prononcée de 1940 à 1944 sur les bassins amont des fleuves Sénégal et Niger au Mali. L'effet cumulatif du déficit pluviométrique étalé sur plusieurs années consécutives se fera sentir très nettement sur l'écoulement de ces deux fleuves. On verra ainsi lors de l'étude des débits qu'à l'échelle d'une seule année, les modules annuels de 1940 à 1944 ne montrent pas de valeur réellement remarquable, sauf la dernière année, alors que le module moyen de ces cinq années apparaît être le plus faible de tous ceux que l'on peut calculer par glissement sur la période d'observation et cela est valable à Bakel sur le Sénégal comme à Koulikoro sur le Niger.

Par pays, la sécheresse est la suivante :

— En Mauritanie, après des années 38 et 39 assez médiocres (exemple de Nema) la diminution des pluies ne prend vraiment un aspect préoccupant qu'à partir de 1941. Moudjeria ne reçoit que 105 mm de pluie ce qui est le record ; à Kaedi, la même année, on relève 205 mm, soit moins qu'en 1911 ou 1913, mais davantage qu'en 1968 (175 mm). En 1942, la sécheresse se fait sentir à Nouakchott (60 mm) et reste de forte intensité partout dans le pays (minimum à Tidjikja). Alors qu'en 1943, les pluies sont localement excédentaires, dans le nord de la Mauritanie, la période de 1944 à 1948 est très sévère, comme à Nouadhibou, les cinq années présentant toutes des valeurs très déficitaires. Mais dans le sud, l'irrégularité spatiale des précipitations est assez forte et certains postes sont mieux arrosés.

— Au Sénégal, ce sont les années 41 et 42 qui sont les plus faibles et en général c'est 1941 qui est la plus déficitaire ; localement, les valeurs observées sont inférieures à celles de 1913, c'est le cas de Rufisque (326 mm contre 334 mm), Linguéré connaît son minimum absolu en 1941, Kayes a une hauteur annuelle voisine de celle de 68 (495 mm contre 480 mm) mais sa moyenne 41-42 est inférieure à celle de 72-73. A Dakar-Hôpital, 1941 est plus arrosé que 1913, de même à Saint-Louis. Par contre, en 1942, on note un record absolu à Podor (98 mm contre 110 en 1972 et 128 en 1913), de même qu'à Kédougou.

— Le Haut Sénégal au Mali est très déficitaire en 1941 (Kita); dans le haut Niger, les années 1938 (Sofara-San) sont très faibles (réurrence trentenaire ?) ainsi que les années 1940 et 1944 dans la région Bamako-Ségou-Sikasso. Dans la boucle du Niger, le minimum pluviométrique à Diré se situe en 1940 ainsi qu'à Hombori plus au sud. En 1947, la sécheresse reprend très durement du sud du Mali (Bougouni-Ke Macina) à la quasi-totalité de la Haute-Volta (réurrences cinquantenaires à Ouahigouya, Gaoua, Tenkodogo) ; ce pays avait déjà connu de 1940 à 1944 des valeurs très faibles dans le sud (Bobo Dioulasso) et dans l'est (Fada-N'gourma).

— Dans le nord de la Côte-d'Ivoire soumis au régime tropical pur, ce sont les années 46 et 48 qui ont été les plus faibles. L'année 1946 a été très déficitaire dans tout le quart nord-est du pays (réurrence de 20 ans à Korhogo, Bouna et Dabakala). L'année 1948 a connu un déficit encore plus étendu jusqu'à Touba.

— Dans l'ouest du Niger, l'année 1944 est la plus marquée (réurrence de 30 ans à Tillabery et Niamey) ; dans le nord du Bénin, par contre, l'année 1942 a été la plus rigoureuse : records à Tanguieta et Kouandé, suivie en importance par l'année 1946 : minimums absolus à Boukombé, Nikki, avec une extension très importante vers le sud (à Savé, la réurrence est comprise entre 20 et 30 ans).

— Du centre du Niger au Tchad, on retrouve cette même irrégularité dans le temps et dans l'espace : minimum à Tahoua en 1942, à Tanout en 1941, à Maine-Soroa en 1947, aucune pluie à Faya-Largeau au Tchad en 1940... Toutefois, pour ces pays, les années 1940 et 1949 connaissent une sécheresse beaucoup plus généralisée mais avec un déficit pluviométrique très variable suivant les endroits.

En définitive, si la période 1940 à 1949 a connu une sécheresse étendue à tout le Sahel, sa sévérité a été très variable suivant les régions et il ne semble pas qu'aucune de ces années prises séparément puisse être comparable en intensité à l'année 1972.

## 1.6 LA SÉCHERESSE DES ANNÉES « 13 »

De 1910 à 1916, les régions sahéliennes ont connu un déficit pluviométrique important qui culmine en 1913 (année de la « Grande Béri » c'est-à-dire de la « grande famine » en songhaï, ou encore année « tasbane » c'est-à-dire année « calamiteuse » en langue peul). Cette sécheresse s'est étendue de la Mauritanie et du Sénégal au Soudan actuel en affectant aussi toute la moitié nord de la Nigéria.

Les récits des militaires, des voyageurs ou des commerçants, les témoignages des populations et les études socio-économiques faites à l'époque sont unanimes pour souligner les ravages de cette sécheresse. Ce ne sont que puits taris, lacs asséchés, troupeaux décimés, récoltes insuffisantes, exode de population, famine généralisée... Si l'on veut se cantonner aux simples données pluviométriques chiffrées de l'époque, la moisson est très maigre et ne donne qu'un aperçu très partiel et très localisé. L'étude historique sommaire (cf. 1-3) des stations de longue durée montre qu'en Mauritanie il n'existe que trois postes observés depuis cette époque jusqu'à nos jours, mais

à Moudjeria seule l'année 1911 est complète et à Nouahibou l'année 1913 est fautive (300 mm pour le seul mois d'août, s'agit-il de cm<sup>3</sup> au lieu de mm ?). Finalement, seules les données de la station de Kaedi sont utilisables bien qu'il manque 1912 et 1914. La plus faible valeur pluviométrique est celle de 1911 (211 mm) ; elle est inférieure à 1913 (274 mm), mais les années 41 (205 mm), 68 (175 mm) et 72 (130 mm, record) sont plus sèches. Elle se place donc au 4<sup>e</sup> rang.

— Au Sénégal, les postes sont plus nombreux et si l'on ne garde que ceux suivis jusqu'à maintenant, on dispose de 8 postes.

Sur la côte, Saint-Louis est très sec : l'année 1914 est la plus faible de toute la série (soit entre 1854 et 1974) avec 144 mm seulement et les années 13 et 14 fournissent pour deux années consécutives une moyenne de 147 mm, nettement inférieure à celle de la dernière période. Les 2 stations en service à Dakar (poste Gare et poste Hôpital) donnent des valeurs proches de 300 mm en 1910 et 1913 (récurrence 30 ans) ; il faudra attendre 1959 puis 1968 et surtout 70 et 72 pour trouver une pluviométrie plus faible. Les stations proches de Dakar, c'est-à-dire Rufisque, Thies et Tivouane ont des valeurs également très déficitaires en 1913 (récurrence d'au moins 30 ans) à Rufisque (334 mm en 1913 mais 125 mm en 1972) et à Thies (235 mm en 1913, 228 mm en 72) et de l'ordre de 50 ans à Tivaouane (la valeur de l'année 1913 soit 238 mm ne sera « non-dépassée » qu'en 1972 avec 156 mm).

En Casamance, Sedhiou, reçoit 808 mm en 1905 et 914 mm en 1915 (médiane 1350 mm) valeurs qui ne seront plus approchées qu'au cours de la sécheresse récente (807 mm en 1968 et 846 mm en 1972).

A Podor, sur le Sénégal, les années 1913 et 1914 sont très faibles (128 et 164 mm pour une médiane de 310) et seules les années 42 (98 mm, record), 62 (125 mm) et 72 (110 mm) seront plus faibles.

Il semble donc qu'au Sénégal, les pluies centrées sur les années 13 aient une récurrence comprise entre 30 et 40 ans, parfois 50 ans.

— Au Mali, il existe 4 stations pouvant fournir une information intéressante. La station de Kayes située en aval du haut bassin du Sénégal, est suivie depuis 1896 et présente peu de lacunes, mais précisément en 1913. La valeur la plus faible s'observe en 1898 (361 mm contre une médiane de 690 mm) l'année 1912 donne 577 mm ce qui est assez élevé car des hauteurs proches ou inférieures à 500 mm se produisent en 26 puis 41 et enfin 68 (480 mm, 2<sup>e</sup> rang) et 72 (485 mm, 3<sup>e</sup> rang). Bien que l'année 1913 manque, la période 1910-1916 n'apparaît pas être remarquablement rigoureuse (récurrence 10 ans) dans cette région.

Deux stations se trouvent sur le haut bassin du Niger à Ségou et Sikasso ; la hauteur pluviométrique annuelle de 1913, pour le 1<sup>er</sup> poste cité, vient au 3<sup>e</sup> rang, loin derrière l'année 1949 (456 mm) et 1973 (505 mm), à Sikasso, l'année 1913 manque, mais 1911 est déjà très sec (3<sup>e</sup> rang) et ne sera battu que par 1971 et surtout 1973 (796 mm, record).

Dans la boucle du Niger, la station de Tombouctou offre une sécheresse accentuée de 1910 à 1915 (l'année suivante manque) avec la série suivante 120-171-128-142 mm (médiane : 210 mm). Une telle série déficitaire ne se retrouve que de 1938 à 1941 (103 mm à Kabara en 1933) et ces dernières années (minimum à Tombouctou en 1966 : 100 mm et à Kabara : 85 mm). Un tel déficit a donc déjà été observé trois fois depuis le début du siècle.

— En Haute-Volta, la station de Ouagadougou-mission suivie depuis 1902 offre des relevés d'excellente qualité. L'année 1913 est la plus sèche de toute la série d'observations (408 mm pour une médiane de 810 mm) ; les années 1911 et 1912 avaient déjà été très faibles. La dernière sécheresse a été beaucoup plus atténuée ces dernières années, mais la région de la capitale a été particulièrement favorisée en 1972 et 1973. Dans le sud, Bobo Dioulasso est très peu arrosé en 1912 (815 mm, 2<sup>e</sup> rang) mais l'année suivante est plus humide. On trouve en 1941 et 42 une série encore plus faible (dont 805 mm en 1942) mais, pour la dernière décennie, 72 et 73 sont à peu près équivalents à 12 et 13.

— Au Niger, Niamey subit une sécheresse exceptionnelle de 1912 à 1916 avec un minimum estimé à 281 mm en 1915 (médiane : 580 mm). La période récente ne donne pas de valeurs aussi faibles. A Zinder, le minimum absolu se produit en 1912 (215 mm contre 490 mm) et, là aussi, la période 1912 à 1916 l'emporte très nettement sur celles des autres sécheresses.

— Au Tchad, la station de Bol créée en 1908 est suivie très épisodiquement jusqu'en 1946 ; l'année 1913 y a été observée et ne totalise que 46 mm contre 61 mm en 1972. La station de N'Djamena connaît aussi son minimum en 1913 avec 306 mm (médiane 620) contre 315 mm en 1973.

Il apparaît donc de cette compulsation de chiffres que de la Haute-Volta au Tchad, l'année 1913 et les années qui l'encadrent sont les plus sèches en 70 ans d'observation. Au Nigéria, les années 1912 à 14 sont également très sèches, de même que dans le Soudan actuel où un réseau pluviométrique très dense existe déjà à cette époque et montre que les isohyètes de l'année 1913 se trouvent descendues vers le sud de 200 à 300 km par rapport à l'année normale.

## 1.7 INTERCOMPARAISON DES SÉCHERESSES

- Les trois sécheresses affectant les périodes 1907-1916, 1940-1949 et 1968-74 présentent, d'après ce qui a été vu, les mêmes caractéristiques :
- extension considérable, ne se limitant pas au seul Sahel car même les grands fleuves tropicaux et équatoriaux comme l'Oubangui ou le Zaïre marquent un ralentissement très net de l'écoulement ;
- persistance pendant plusieurs années avec une rigueur accrue sur 2 ou 3 années consécutives par exemple : 1911 à 1913, 1940 à 1942, 1972 et 1973 et d'autres années frappant plus sélectivement certains pays ;
- sévérité remarquable dans tous les pays et même exceptionnelle dans de vastes secteurs, la récurrence de telle ou telle année pouvant atteindre 100 ans pour une sécheresse et au moins 20 ans pour les autres.

Afin d'évaluer sous l'angle de la sévérité la place que tient la dernière sécheresse, nous avons reporté dans le tableau VIII pour 10 stations existant depuis au moins 1907 et pour lesquelles les relevés semblent assez fiables (mais parfois avec des lacunes importantes), le record pluviométrique annuel absolu et la moyenne annuelle des épisodes secs les plus intenses sur 2, 5 et 10 ans.

Cette comparaison est évidemment très grossière, elle s'appuie sur un nombre de postes très restreint, dont certains subissent une influence maritime (Dakar, Saint-Louis) et il est donc très aventureux de tirer des conclusions à l'échelle du Sahel en disposant de seulement dix points de mesure.

— A l'échelle de l'année la plus faible, la sécheresse « 1913 » l'emporte largement en sévérité sur les deux autres sécheresses si l'on excepte Dakar, Ségou et Tombouctou. La Haute-Volta, le Niger et le Tchad semblent les pays les plus atteints.

— A l'échelle de deux années consécutives, la sécheresse « 1913 » prédomine encore à Ouagadougou et au Niger, de même qu'à Saint-Louis, au Sénégal, et reste en moyenne plus importante que la sécheresse « 1972 ». On notera qu'à Bobo Dioulasso, c'est la sécheresse « 1940 » qui est la plus dure.

— A l'échelle de 5 années consécutives, la période 1970-1974 devient la plus sèche pour le Sénégal, le Mali et sans doute le Tchad ; par contre, en Haute-Volta, on remarquera que la période 1910 à 1914 à Ouagadougou est de très loin la plus faible, alors qu'à Bobo-Dioulasso, les périodes 1938-1942 et 1910-1914 l'emportent nettement sur la période récente. Quant au Niger, à Niamey et à Zinder, la sécheresse « 1913 » est encore la plus rigoureuse.

— A l'échelle des dix années consécutives, le déficit de la période récente est le plus sévère pour le Sénégal et la boucle du Niger au Mali : pour le haut bassin du Niger, les périodes considérées donnent des valeurs très voisines : au Tchad, bien qu'il manque 1909 et 1914, il est vraisemblable que la période « 1913 » et la période « 1972 » sont à peu près identiques ; ceci semble également être le cas de l'est du Niger. Par contre, la Haute-Volta et l'ouest du Niger paraissent avoir connu une sécheresse « 1913 » plus forte que la sécheresse « 1940 » et même plus rigoureuse que celle de ces dernières années.

Ainsi, depuis le début du siècle, trois périodes de sécheresse présentent une rigueur voisine. Si la sécheresse de « 1940 » semble être la moins intense des trois, il y a lieu de penser, par contre, que la sécheresse de « 1913 », qui a été tout aussi dévastatrice que la dernière en date, est au moins l'équivalente de celle-ci.

## 2 DONNÉES HYDROLOGIQUES

### 2.1 GÉNÉRALITÉS SUR LES RÉGIMES HYDROLOGIQUES

#### 2.1.1. Régime des cours d'eau originaires du Sahel

Les régions sahéliennes sont caractérisées par une dégradation hydrographique importante commençant parfois sous l'isohyète 700-800 mm (d'où l'adoption d'une valeur moyenne de 750 mm pour définir, selon les hydrologues, la limite sud du Sahel), et par des phénomènes très fréquents d'endoréisme. Cette dégradation est due à plusieurs facteurs :

- très longue saison sèche au cours de laquelle la végétation herbacée disparaît permettant une érosion intense du sol nu ;
- faible durée de l'écoulement, qui est incapable d'évacuer tous les matériaux arrachés par l'érosion ;
- immenses étendues à très faibles pentes, résultat de la forte hydraulité des derniers millénaires, sur lesquelles les crues s'étendent et s'évaporent.

TABLEAU VIII  
ÉPISODES PLUVIEUX LES PLUS SECS  
(moyenne annuelle)

Station	Total annuel median	(mm)	Années	(mm)	Années	(mm)	Années
1 an							
Saint-Louis	330	144	1914	152	1972	174	1942
Dakar	500	117	1972	310	1913	347	1941
Podor	310	98	1942	110	1972	128	1913
Tombouctou	210	89	1966	103	1939	120	1910
Ségou	710	456	1949	505	1973	558	1913
Ouagadougou	810	408	1913	496	1947	713	1970
Bobo-Dioulasso	1 110	805	1942	815	1912	889	1973
Zinder	490	215	1912	256	1949	298	1973
Niamey	580	(281)	1915	313	1944	370	1971
N'Djamena	620	306	1913	315	1973	354	1948
2 ans consécutifs							
Saint-Louis		147	1913-14	165	1971-72	197	1941-42
Dakar		202	1972-73	371	1912-13	379	1948-49
Podor		124	1971-72	146	1913-14	183	1941-42
Tombouctou		98	1972-73	128	1938-39	135	1912-13
Ségou		513	1972-73	517	1948-49	594	1912-13
Ouagadougou		505	1912-13	609	1946-47	715	1970-71
Bobo-Dioulasso		829	1941-42	892	1972-73	897	1912-13
Zinder		222	1912-13	301	1972-73	314	1948-49
Niamey		319	1914-15	383	1941-42	391	1971-72
N'Djamena		370	1973-74	378	1912-13	547	1944-45
5 ans consécutifs							
Saint-Louis		179	1970-74	277	1907-11	313	1938-42
Dakar		263	1970-74	388	1910-14	553	1940-44
Podor		161	1970-74	198	1910-14	270	1939-43
Tombouctou		136	1970-74	144	1938-42	160	1909-13
Ségou		569	1970-74	599	1945-49	621	1910-14
Ouagadougou		580	1910-14	660	1944-48	813	1970-74
Bobo-Dioulasso		979	1938-42	1 024	1910-14	1 047	1969-73
Zinder		305	1911-15	348	1969-73	488	1945-49
Niamey		383	1912-16	439	1970-74	518	1940-44
N'Djamena		487	1970-74	(494)	(1910-13)	620	1940-44
10 ans consécutifs							
Saint-Louis		284	1965-74	317	1907-16	325	1940-49
Dakar		423	1965-74	483	1940-49	502	1907-16
Podor		231	1965-74	271	1905-14	295	1939-48
Tombouctou		146	1965-74	175	1907-16	205	1938-47
Ségou		630	1940-49	632	1965-74	650	1907-16
Ouagadougou		669	1907-16	775	1940-49	830	1965-74
Bobo-Dioulasso		(1 035)	(1907-14)	1 087	1938-47	1 099	1965-74
Zinder		391	1965-74	(394)	1910-19	494	1940-49
Niamey		(443)	1910-19	533	1965-74	534	1940-49
N'Djamena		525	1965-74	(550)	(1905-08, 1910-13)	581	1940-49

La notion de superficie du bassin versant (et donc de débit spécifique) n'a, dans ces conditions, pas grande signification car le débit ne croît pas de façon systématique de l'amont vers l'aval, comme on l'observe dans les autres zones climatiques plus humides. Très souvent le lit est assez bien marqué en tête de bassin si la pente est assez forte, mais, dès que la superficie augmente, la diminution de la pente entraîne un encombrement du lit, le cours principal s'essouffle, se divise en plusieurs chenaux et vient mourir dans une cuvette fermée. Parfois la conjonction heureuse de plusieurs affluents permet un écoulement généralisé de l'amont vers l'aval qui peut n'avoir lieu que lors des années très humides. Ainsi le module annuel n'est pas proportionnel à la taille du bassin versant, de même que la crue maximale, qui ne résulte souvent que d'un épisode pluvieux n'affectant qu'une partie limitée du bassin alors que l'autre partie ne ruisselle pas. Bien entendu, l'étiage absolu est toujours nul pendant de nombreux mois de l'année, l'écoulement commence en général au mois de juillet et se termine en octobre et l'hydrogramme annuel se présente sous la forme d'une série de crues et, après chaque crue, l'écoulement cesse sauf lorsque le sol est perméable. Il peut se prolonger jusqu'en février dans les zones marécageuses de la Komadougou où l'hydrogramme annuel offre une allure beaucoup plus régulière. L'écoulement dépendra en définitive étroitement du type de l'aire d'alimentation : zone fortement ou modérément dégradée, pente forte ou non, sol imperméable ou non, et des précipitations : abondance de celles-ci naturellement mais surtout répartition des pluies.

Au nord de l'isohyète 300 mm, en régime désertique et subdésertique, l'écoulement se raréfie et prend un caractère très intermittent.

En dessous de l'isohyète 100 mm, c'est-à-dire dans les zones septentrionales de la Mauritanie au Tchad et les massifs montagneux de l'Air, du Tibesti et de l'Ennedi, les rares pluies qui se produisent donnent parfois lieu à ruissellement, mais celui-ci garde un caractère exceptionnel et on ne l'observe selon les cas qu'une fois tous les 5, 10 ans, voire plus sur les bassins de plusieurs milliers de km<sup>2</sup> (Zoumri à Bardaï ou Ouadi Haouach, par exemple). Sur les petits bassins montagneux, l'écoulement est beaucoup plus fréquent et peut s'observer parfois presque tous les ans, mais de façon très brève.

Entre 100 et 300 mm de pluie par an, c'est-à-dire en régime subdésertique, la saison des pluies plus longue donne quelques crues entre juillet et septembre, mais l'écoulement cesse après chaque crue. L'écoulement a lieu chaque année en général et l'abondance annuelle dépend moins de l'importance des plus fortes averses, mais la dégradation hydrographique joue un rôle encore plus important qu'en zone sahélienne.

### 2.1.2. Régime des fleuves tropicaux parvenant au Sahel

Il s'agit essentiellement du Sénégal, du Niger, du Logone et du Chari, qui ont un bassin supérieur bien arrosé et qui coulent vers le nord. Leur écoulement est permanent et l'hydrogramme annuel présente une seule pointe se produisant en septembre-octobre, aux stations en bordure de la zone sahélienne et un minimum en mars-avril.

— Le régime du Sénégal à Bakel correspond sensiblement au régime tropical pur avec une période de hautes eaux de trois mois, un maximum de crue assez élevé se produisant fin septembre et bref, des étiages longs et sévères de février à la mi-juin, une irrégularité interannuelle assez forte (rapport des modules décennaux humides et secs voisin de 3). Après Bakel, la pente très faible du fleuve permet une certaine dégradation hydrographique : affluents, plaines d'inondations importantes, lacs (comme le lac de Guiers), mais jusqu'à Dagana les pertes sont relativement faibles.

— Le régime du Niger à Koulikoro correspond plutôt à un régime tropical de transition avec une période de hautes eaux plus prolongée, une période de basses eaux plus courte, avec des étiages plus soutenus que pour le Sénégal, une pointe annuelle de crue plus modérée et une irrégularité interannuelle du module voisine de 2 seulement. La traversée du Sahel conduit, pour le Niger, à des pertes énormes par évaporation dans la cuvette lacustre, de nombreux effluents quittant le fleuve en hautes eaux pour alimenter des lacs sur les rives gauche et droite, et le volume annuel peut ainsi se réduire de 40 à 50% dans les plaines d'inondation.

L'hydrogramme annuel prend une forme plus arrondie, le maximum annuel se produit à la sortie de la cuvette lacustre à Diré en décembre et le minimum de l'étiage au mois de juin. Le maximum de crue est divisé par 3 depuis Koulikoro, alors que l'étiage absolu reste à peu près le même et l'irrégularité inter-annuelle du module descend à 1,7 environ. De Tombouctou à Niamey, il n'y a aucun apport avant les affluents voltaïques de rive droite qui ne compensent que très faiblement les pertes par évaporation depuis Diré. La forme de l'hydrogramme n'évolue pas sensiblement entre Diré et Niamey, mais à cette dernière station, le maximum annuel se produit fin janvier et la période d'étiage est un peu plus courte avec un minimum absolu début juillet.

— Le Chari qui, avec son affluent principal le Logone, se jette dans le lac Tchad, est alimenté par de nombreux cours d'eau, d'importance et de régimes très variés. Le Logone est un cours d'eau tropical de transition type constitué de cours d'eau issus du massif de l'Adamaoua au Cameroun. A partir de Laï, il subit des pertes importantes dans les plaines d'inondation et lorsqu'il rejoint le Chari, il a un hydrogramme très régularisé avec un coefficient d'irrégularité interannuelle voisine de 1 et une crue très amoindrie. Le Chari proprement dit a un réseau plus complexe ; il naît d'abord de la conjonction de trois rivières à régime tropical humide de la République Centrafricaine, puis débouche dans l'ancienne cuvette paléotchadienne, où il reçoit le Bahr Aouk, puis le Bahr Sara ana-

logue au Logone supérieur et le Bahr Salamat, cours d'eau sahélien, vestige de la forte hydraulité des millénaires passés. Ensuite, la plaine d'inondation prend de l'ampleur, un bras important quitte le Chari, mais ses pertes sont moins importantes que pour le Logone.

Le Chari à N'Djamena a un hydrogramme annuel présentant les caractéristiques suivantes : la crue commence en juin et présente son maximum début novembre ; la décrue est régulière jusqu'en avril et les débits d'étiage restent élevés ; le laminage important dans les nombreuses plaines d'inondation donne un coefficient d'irrégularité interannuelle très modeste, de l'ordre de 1,35.

## 2.2 QUALITÉ DE L'INFORMATION HYDROMÉTRIQUE

On possède encore moins de données sur les débits que sur les précipitations : le nombre de stations hydro-métriques est très réduit dans les régions sahéliennes et les observations portent sur des périodes plus courtes.

— En zone désertique, on ne dispose d'aucune donnée pour la sécheresse récente, il n'existe pas de réseau de mesure en place et l'écoulement est trop bref pour justifier une infrastructure onéreuse.

Et d'ailleurs, on trouverait un écoulement nul, ce qui se produit déjà pour la fréquence décennale, donc on ne pourrait rien dire.

— En zone subdésertique, il n'existe pas non plus de réseau organisé et permanent, les missions d'études extensives faites dans les massifs montagneux de l'Affolé, le Brakna et le Tagant, l'Air, l'Ennedi et l'Ouaddai et les bassins représentatifs de l'ORSTOM de 1956 à 1967, fournissent des renseignements précieux mais restreints. Ils permettent une approche de la connaissance de la formation de l'écoulement, de son évolution et de sa quantité dans ces zones (Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain par J. A. RODIER) mais malheureusement, aucun bassin n'ayant été exploité dans ces régions au cours de la dernière sécheresse, il n'est pas possible, en général, de dire si certains cours d'eau ont présenté un écoulement important ou non. On n'a même pas pu procéder à de simples tournées générales qui auraient pu déceler les cours d'eau ayant coulé. On sait toutefois que l'Ouadi Meloua a coulé, ainsi que l'Ouadi Biltine mais d'extrême justesse.

— En zone sahélienne proprement dite, l'information hydrologique est nettement plus consistante mais elle ne couvre que la moitié est du Sahel francophone et la période d'observation est parfois très courte. En effet, les réseaux sahéliens du Mali et de Mauritanie seraient très coûteux à organiser, les cours sahéliens du Sénégal sont pratiquement inexistant, le développement du réseau du Tchad est arrêté par les événements politiques récents. Seuls donc, les réseaux hydrométriques sahéliens de Haute-Volta et surtout du Niger, sont en exploitation normale actuellement.

Les études régionales, les bassins représentatifs exploités par l'ORSTOM de 1955 à 1971, sur des zones de superficie et d'aptitude au ruissellement très variables, fournissent des indications précieuses et précises sur l'écoulement mais les durées d'observation n'excèdent pas 3 ou 4 ans et ne couvrent d'ailleurs ni l'année 1972, ni l'année 1973. Les données fournies par les réseaux et rassemblées dans cet article intéressent les affluents voltaïques rive droite du Niger, à l'aval du Gorouol, le réseau des vallées sèches jouxtant la frontière nord de la Nigéria jusqu'au Tchad et quelques stations du Tchad sur les grands cours d'eau sahéliens du Ba Tha et du Bahr Azoum.

D'une manière générale, les difficultés d'exploitation en zone sahélienne sont nombreuses : postes peu accessibles en saison des pluies, détarages fréquents dus à l'instabilité du lit, difficultés de jaugeer les fortes crues ou d'être présent au moment adéquat. Le tarage des hautes eaux est ainsi souvent médiocre et les interpolations assez fortes. Les débits maximaux de crue ne sont connus que de façon approchée sauf en année sèche. De plus, l'information obtenue ne donne des indications que sur des points très précis des cours d'eau. S'il n'y a pas de dégradation hydrographique, la valeur fournie à l'exutoire intègre tant bien que mal ce qui se passe sur le bassin. S'il y a dégradation, la valeur obtenue n'est significative très souvent que d'une certaine portion du bassin et une station installée à quelques kilomètres en amont ou en aval du point choisi pourrait fournir des valeurs très différentes. C'est ainsi que le Bahr Azoum, au Tchad, ou le Gorouol en Haute-Volta, présentent une variation considérable de l'écoulement en quelques dizaines de kilomètres.

En définitive, on ne peut disposer pour une étude de sécheresse en zone sahélienne que d'une vingtaine de stations et avec un trou complet du Sénégal au Mali, les plus longues chroniques de débits ne dépassent pas 20 ans dans le meilleur des cas.

Pour les grands fleuves tropicaux qui atteignent ou traversent la bande sahélienne, l'information hydrologique est beaucoup plus étoffée et de meilleure qualité, d'où la possibilité de sélectionner les stations étant les mieux suivies. Parfois, les séquences d'écoulement sont suffisamment longues pour permettre une comparaison avec les autres sécheresses survenues depuis le début du siècle. Quelques stations disposent de relevés assez complets, voire complets, depuis les années 1905-1910.

D'autre part, au cours de ces dernières années, un effort tout particulier a été entrepris, comme cela a déjà été souligné dans l'introduction, pour les différents Etats du Sahel (Service de l'Hydraulique du Sénégal, du Mali



Fig. 10. — Année des minimums absolus (stations possédant au moins 35 ans d'observations)

et de la Haute-Volta, Génie Rural du Niger, Section Hydrologique du Tchad), en collaboration avec l'ORSTOM pour mesurer avec précision les valeurs minimales d'étiage. Très souvent les jaugeages effectués correspondent ou sont très proches des plus faibles hauteurs limnimétriques jamais observées. On connaît ainsi de façon sûre le débit minimal absolu atteint par le Niger à Niamey au cours de la dernière sécheresse, grâce au jaugeage du 3 juillet 1974 qui a donné un débit de 600 l/s seulement, alors que l'étiage médian est voisin de 30 m<sup>3</sup>/s. De même, les hydrologues ont pu constater eux-mêmes, le 16 juin 1974, l'arrêt total de l'écoulement du Sénégal à Bakel. Les nombreuses mesures de basses eaux ainsi collectées, principalement au cours des basses eaux de début 1973 et début 1974, ont permis d'améliorer les barèmes de traduction et de retraduire sans extrapolation hasardeuse les étiages des années précédentes.

### 2.3 LES STATIONS DE LONGUE DURÉE DISPONIBLES (HISTORIQUE)

Bien qu'un réseau hydrométrique vraiment structuré et suivi de façon régulière ne soit mis en place que dans les années 50 pour l'ensemble de l'Afrique francophone (Sénégal excepté), il existe heureusement quelques stations plus anciennes qui peuvent fournir des séries de débits assez longues, et même parfois sans lacunes, pour les grands cours d'eaux tropicaux parvenant au Sahel. Toutefois il n'existe aucune donnée antérieure à 1900 et, pour les cours d'eau purement sahéliens, les périodes d'observations ne dépassent pas 20 ans au maximum, ce qui empêche toute appréciation chiffrée des autres sécheresses de ce siècle pour cette catégorie.

L'historique donné dans cet article se réduit à l'essentiel, les monographies publiées par l'ORSTOM présentant en détail tous les points saillants de la vie des stations depuis leur création.

#### 2.3.1. Fleuve Sénégal

Les observations hydrométriques ont commencé très tôt sur le fleuve Sénégal pour les besoins de la navigation puisque dès la période 1892 à 1900, il existait une quarantaine d'échelles limnimétriques suivies en moyennes et

hautes eaux (août à décembre) et installées aux escales des bateaux réguliers assurant la circulation sur le fleuve, ainsi que sur les seuils du cours d'eau.

L'abondante information existante ne fournit toutefois que des renseignements assez restreints sur les variations quantitatives de l'écoulement du fleuve depuis le début du siècle ; en effet, peu de stations disposent de mesures de débits et ce n'est que depuis le début des années 50 que des observations limnimétriques régulières et relativement correctes couvrant toute l'année (donc également la période de basses eaux) ont été faites systématiquement.

De plus, les échelles ont connu de nombreuses vicissitudes, installées parfois avec des moyens de fortune, périodiquement détériorées lors de l'accostage des bateaux et remises en état sans que l'on connaisse bien leurs calages successifs, elles fournissent des relevés peu homogènes, avec souvent de grandes lacunes et sont donc, pour un nombre élevé de stations, difficilement exploitables.

Un examen des stations les plus importantes, sélectionnées a priori par la longueur de leur période d'observation, permet les constatations suivantes :

#### Branches supérieures du Sénégal :

— Bafing à Mahina (Mali) (38 400 km<sup>2</sup>) : Station installée en 1904, non représentative du Bafing car influencée par le Sénégal à Bafoulabé, station purement limnimétrique.

— Bakoye à Dioubéba (Mali) (84 900 km<sup>2</sup>) : Station installée en 1904, relevés très suspects de 1904 à 1946, le calage des échelles n'est pas connu.

— Bakoye à Toukoto (Mali) (16 500 km<sup>2</sup>) : Station installée en 1903 - informations fantaisistes et contradictoires.

#### Sénégal proprement dit :

— Bafoulabé (Mali) (124 700 km<sup>2</sup>) : Station installée en 1904 - aucun jaugeage n'a été effectué - qualité des relevés médiocre de 1904 à 1919, peu précise de 1921 à 1944, fermeture définitive en 1967.

— Galougo (Mali) (128 400 km<sup>2</sup>) : Station installée en 1904. Relevés faits régulièrement jusqu'en 1924, puis sporadiques de 1925 à 1929 et inutilisables de 1930 à 1950. Le tarage peut être déduit de la station de Couina (128 600 km<sup>2</sup>).

— Kayes (Mali) (157 400 km<sup>2</sup>) : Station créée en 1892, deux à trois relevés par mois de 1892 à 1903, puis relevés journaliers d'août à décembre jusqu'en 1950. Depuis 1951, relevés quotidiens toute l'année. La faible quantité de jaugeages ne permet pas un tarage direct de cette station et les corrélations établies avec les stations proches sont peu serrées.

— Ambidédi (Mali) (159 000 km<sup>2</sup>) : Station créée en 1909. Relevés assez corrects, mais pas de tarage.

#### Stations de la vallée :

— Bakel (218 000 km<sup>2</sup>) : L'installation d'une échelle à Bakel remonte à 1901, les lectures 1901 et 1902 étant incontrôlables ont été éliminées.

Jusqu'en 1950, relevés effectués de juillet à novembre, ensuite toute l'année. Les relevés sont complets et il n'existe aucune note ancienne signalant que l'échelle ait été endommagée à un moment donné. La revalorisation des données anciennes a été faite par M. ROCHETTE (Monographie du Sénégal) à partir de corrélations faites deux à deux avec les autres stations de la vallée (aucun apport supplémentaire à partir de Bakel) et le tarissement a pu être assez facilement calculé en s'aidant des relevés postérieurs à 1950.

La fin de l'étiage à Bakel est déterminée le plus souvent par les premiers apports du Bafing et, plus rarement, par ceux de la Falémé. Quant à l'abondance de l'étiage à Bakel, elle dépend essentiellement du Bafing. Les jaugeages effectués depuis 1950 correspondent à la totalité de l'écoulement. La campagne spéciale de jaugeages faite en 1975, à la crue et à la décrue en moyennes et hautes eaux, prouve l'existence d'une loi hauteur-débit non univoque au-dessus de 3,50 m à l'échelle, soit un débit d'environ 500 m<sup>3</sup>/s. Les valeurs numériques présentées dans l'Annexe 5.3 proviennent d'un barème antérieur admettant une relation univoque pour toute la courbe d'étalonnage. Une retraduction complète de toutes les hauteurs d'eau relevées à Bakel depuis 1903 se fera après les résultats de la campagne 1976 qui permettra de préciser le phénomène, mais quelle que soit la traduction adoptée, les valeurs concernant l'étiage absolu annuel ne seront pas modifiées, de même que l'ordre de classement des années les plus sèches.

— En aval de Bakel, la vallée s'élargit sensiblement à partir de Matam. Aux stations de Matam, Kaédi, Saldé créées en 1903, et Boghé suivie depuis 1908, les débits mesurés ne concernent le plus souvent que le seul lit mineur. Pour les stations de Podor et de Dagana, existant depuis 1903, la marée se fait sentir en basses eaux de janvier, à juillet.

En définitive, seule la station de Bakel, par sa position géographique contrôlant tous les apports parvenant

au Sahel, par la qualité de sa section en travers, la consistance et la continuité de ses observations, peut être choisie pour représenter la variation de l'écoulement du Sénégal depuis le début du siècle (c'est-à-dire les apports du Bafing, de la Falémé et du Bakoye).

### 2.3.2. Fleuve Niger

Bien que l'équipement hydrométrique du fleuve Niger soit beaucoup plus récent que celui du fleuve Sénégal, il existe quelques stations importantes antérieures à 1930. La station la plus ancienne est celle de Koulikoro qui contrôle une superficie de 120 000 km<sup>2</sup>, comprenant les trois branches mères venant de Guinée, le Niger, le Niandan et le Milo ainsi que le Sankarani. C'est en 1907 que la Compagnie Générale des Colonies (CGC) installait une échelle qui n'a jamais subi de modifications de calage depuis sa création. Les observations sont de bonne qualité et complètes. La série ininterrompue de relevés, la stabilité du tarage, confèrent à cette station une importance capitale pour la connaissance du régime de ce fleuve et de l'hydraulicité du haut bassin du Niger au cours de ces soixante-dix dernières années.

Il faut attendre l'année 1915 pour voir l'installation d'une nouvelle échelle sur ce fleuve, toujours en amont de la cuvette lacustre, à Ségou (134 000 km<sup>2</sup>). Toutefois, ces relevés ne présentent que peu d'intérêt pour la sécheresse car les lacunes sont nombreuses et la mise en eau du barrage de Markala a perturbé le régime de basses eaux.

En 1920, la Compagnie des Messageries Africaines installe une échelle à Bamako, mais son existence sera éphémère.

En 1922, la CGC installe une échelle à Niafunké (d'intérêt réduit ici) et à Mopti, qui a une position intéressante puisque se trouvant juste après la confluence du Bani et du Niger. A cette station, l'échelle sera suivie jusqu'en 1929, une seconde restera en place de 1934 à 1936, une troisième sera mise en place par l'Office du Niger en 1943, il existe donc une lacune au moment de la sécheresse « 1940 ».

En 1923, la CGC installe trois échelles, à Sotuba, légèrement en amont de Koulikoro, à Diafarabé près de Tilembaya et à Séma. Aucune de ces échelles ne peut être retenue pour notre étude.

L'année suivante c'est l'Office du Niger qui installe une échelle à Diré, c'est-à-dire presque à la sortie de la cuvette lacustre. Les relevés paraissent corrects de 1930 à 1949, date à laquelle une nouvelle échelle est mise en place. Les relevés sont complets mais de qualité moyenne et les études en cours actuellement sur le delta intérieur du Niger semblent indiquer qu'une partie de plus en plus importante de l'écoulement en hautes eaux ne transite pas par cette station.

Enfin, en 1928 est installée par l'Office du Niger la station de Niamey qui contrôle un bassin de 700 000 km<sup>2</sup> environ. Depuis la sortie de la cuvette lacustre, un peu en amont de Tombouctou, le fleuve n'a reçu aucun apport en rive gauche et seulement des apports modestes en rive droite des cours d'eau sahéliens voltaïques. L'échelle est suivie de façon régulière jusqu'en 1936, ensuite se produit une interruption de plusieurs années, les relevés ne reprenant qu'en 1941 avec l'installation d'une nouvelle échelle par le Service de l'Hydraulique. Malgré cette lacune, la sécheresse des années 40 est assez bien connue, ce qui renforce l'intérêt de cette station qui fournit par ailleurs des indications très intéressantes sur la déformation de l'hydrogramme annuel et sur les pertes subies par le fleuve au cours de sa traversée du Sahel.

### 2.3.3. Bassin du Chari et du Logone

Les observations hydrométriques faites sur le Chari et le Logone sont encore plus récentes que pour le Niger, un réseau de mesures étoffé ne fonctionnant qu'à partir des années 1951-1952.

La station la plus ancienne, disposant de la plus longue série complète de débits (incluant la sécheresse des années 40) est celle de N'Djaména (ex-Fort-Lamy), qui contrôle la quasi totalité des apports des bassins du Logone et du Chari. Une première échelle de crue a été installée dès 1906, mais n'a permis d'obtenir que les crues des deux années 1906 et 1908 (documents de la mission Tilho). Il faut attendre l'année 1932 pour avoir des observations continues ; les relevés provenant de cinq échelles différentes à l'existence plus ou moins longue, ont pu être ramenés à l'échelle n° 4 des Travaux Publics installée en 1966. La station est correctement étalonnée et son intérêt est capital pour la connaissance de l'alimentation du lac Tchad.

Deux autres stations sur le Chari ont été mises en place vraisemblablement en 1936 par les Travaux Publics : d'abord, la station de Bousso, dont la première échelle détruite dès la fin de 1936 a été remise en place en 1938 et suivie jusqu'en 1940, une troisième échelle étant installée par l'ORSTOM en 1951, après une interruption de dix ans. Les relevés sont de qualité assez inégale et les hautes eaux sont mal évaluées. Ensuite, la station de Sarh (ex-Fort Archambault), qui présente plus d'intérêt car les observations sont de bonne qualité, et les relevés existent de 1938 à 1944 puis de 1950 à maintenant.

Sur le Logone, la station de Lai (56 700 km<sup>2</sup>) disposait en 1903 d'une échelle de crue (Lai Poste), mais, à part les données relatives à 1935, tous les relevés anciens ont été perdus. En 1948, sera mise en place une nouvelle échelle,

remplacée en 1953 par l'échelle Lai Mission. Les relevés effectués à Lai sont les plus sûrs de tout le Logone, la Commission Scientifique du Logone ayant été installée à proximité immédiate de l'échelle pendant de nombreuses années.

Enfin à Moundou, une échelle est installée en 1935 à Moundou Région, la station étant déplacée à l'amont à Moundou Pont en 1956. Cette station présente la plus longue série de relevés du Logone, mais la qualité des observations est parfois médiocre. Les relevés sont, d'autre part, très fragmentaires ou suspects pendant la sécheresse « 1940 ».

#### 2.3.4. Fleuves ne parvenant pas à la zone sahélienne

En dehors des fleuves tropicaux parvenant à la zone sahélienne (1), il existe d'autres cours d'eau tropicaux et même équatoriaux qui, par leur longue série de débits peuvent fournir des éléments d'appréciation sur l'extension des sécheresses « 1972 » et « 1940 », voire même « 1913 » pour l'Oubangui et le Zaïre.

Au Cameroun, on peut citer la Bénoué à Garoua, qui est observée depuis 1930, mais avec seulement des observations faites en hautes eaux jusqu'en 1949 et la Sanaga à Edéa qui est suivie depuis 1944 et dont les débits naturels de ces dernières années (station influencée par la retenue de Mbakaou) ont pu être reconstitués assez fidèlement.

En République Centrafricaine, la station de l'Oubangui à Bangui est très ancienne ; en effet, une échelle existait de 1890 à 1892, puis en 1894, mais le zéro de l'échelle ne peut être rattaché. De 1911 à 1920 existe l'échelle dite de l'Intendance, recalée et lue de 1928 à 1933, puis restaurée et suivie de 1935 à 1963 et réinstallée en 1967. L'échelle dite du port, date de 1950 au moins et a été remplacée en 1963 par l'échelle prise d'eau.

Au Gabon, l'Ogooué à Lambaréné est suivie depuis 1929 mais avec des lacunes importantes. Il existait d'ailleurs une station beaucoup plus ancienne, observée de 1905 à 1914 par la Mission Evangélique établie à N'Gomo à 30 km de là, mais on ne peut rattacher les observations aux repères actuels. La première échelle de Lambaréné est celle de la Mission Catholique, observée de 1929 à 1939, puis réinstallée en 1960. D'autres échelles ont été relevées depuis 1953, elles ont été remplacées par l'échelle SHO en 1957. Les lacunes existant à cette station ont pu être comblées sauf pour les années 1950 à 1953 ; en effet, les débits de 1941 à 1949 et de 1956 à 1958 ont été reconstitués à partir des échelles de N'Gomo et du lac Nyondje.

Enfin, la station du Zaïre à Kinshasa présente une série de débits particulièrement intéressante puisque complète depuis 1902, (bassin de 3 500 000 km<sup>2</sup>). On a utilisé les relevés de l'échelle de Kinshasa Ouest de 1902 à 1924, dont l'historique est mal connu, mais qui ne présente pas de discontinuités notables dans les relevés, puis de 1925 à maintenant, les relevés de Kinshasa Est (bonne relation entre les deux échelles, bonne concordance avec les relevés de Brazzaville).

### 2.4. LA SÉCHERESSE RÉCENTE

#### 2.4.1. Cours d'eau sahéliens

Les seules données disponibles concernent, comme nous l'avons déjà signalé, des cours d'eau situés au sud de l'isohyète 400 mm, et à l'est du méridien de Greenwich donc dans les régions qui n'ont pas été en général le plus affectées par la sécheresse.

On trouve de la Haute-Volta au Tchad (cf. figure 11) :

- les rivières situées dans la boucle du Niger, affluents de la rive droite de ce fleuve : citons le Gorouol, le Dargol, la Sirba, la Diamangou ;
- les rivières situées le long de la frontière Niger-Nigéria, telles la Maggia, le Goulbi de Maradi, la Korama, la Komadougou ;
- les rivières de l'est du Tchad : le Bahr Azoum, cours supérieur du Bahr Salamat et le Ba Tha.

Ces cours d'eau concernent des superficies variant de quelques milliers à quelques dizaines de milliers de kilomètres carrés où la dégradation hydrologique est très variable. Ils ont dans le meilleur des cas, une vingtaine d'années d'observations seulement. Mais on dispose parfois de renseignements qualitatifs moins sûrs concernant d'autres années, ainsi que des indications données par certaines corrélations hydropluviométriques qui, sans fournir de

(1) Il est difficile, même si on se limite à la seule Afrique francophone de ne pas citer le Nil, qui présente de fortes analogies avec les fleuves que nous venons de voir et qui dispose des séries d'observations les plus longues de tout le continent africain. Malheureusement, nous ne possédons pas pour le Nil de relevés journaliers relatifs à la dernière sécheresse et l'on peut simplement dire que la sécheresse 1968-1973 est comparable à celle de la période 1911-1915.

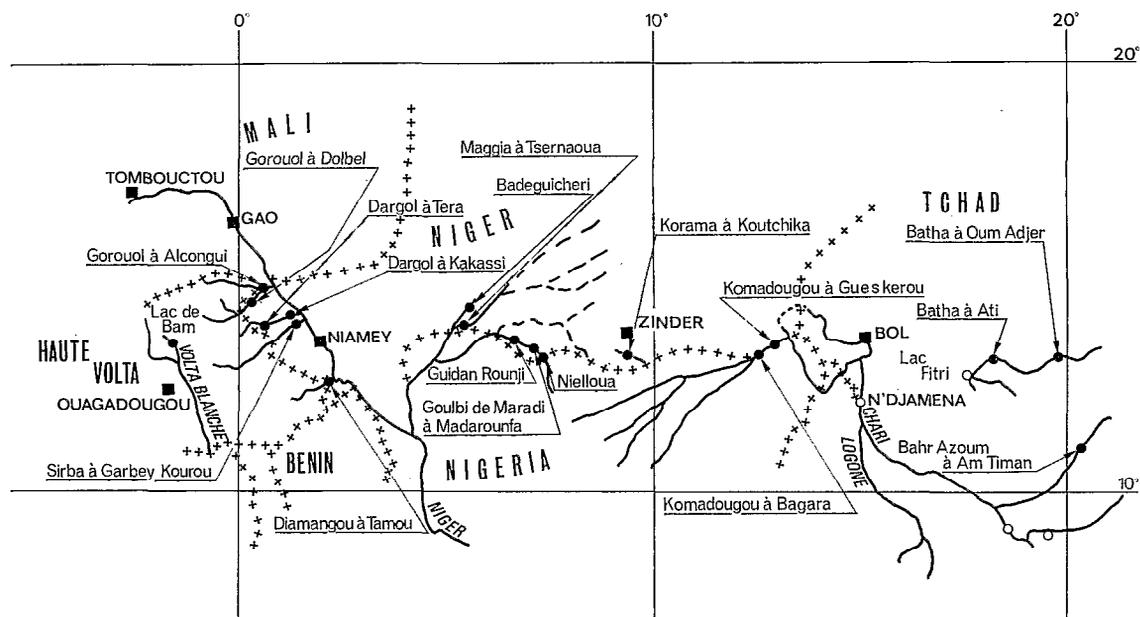


Fig. 11. — Stations de cours d'eau sahéliens dont les données hydrologiques figurent dans l'annexe II

chiffres précis, permettent cependant d'affirmer qu'une année donnée n'a pas été très sèche (cas du Kori de Badéguichéri par exemple).

L'Annexe 5.2. fournit pour dix-huit de ces stations les modules annuels calculés pour toute la période de relevés.

Le tableau IX montre pour les stations les plus représentatives les écarts à la moyenne de la valeur de l'écoulement pour la période 1968 à 1974. D'autre part, le tableau X donne des modules des années les plus sèches et la récurrence estimée correspondante.

TABLEAU IX

ÉVOLUTION EN % DU DÉFICIT ANNUEL (TERMES NÉGATIFS) OU DE L'EXCÉDENT ANNUEL (TERMES POSITIFS) DE QUELQUES COURS D'EAU SAHÉLIENS PENDANT LA PÉRIODE 1968 A 1974

Stations	Pays	Superficie		Moyenne annuelle (m <sup>3</sup> /s)	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	Année du minimum
		(km <sup>2</sup> )	Nombre années									
Gorouol à Dolbel	Niger	7 500	14	8,06	-45	+35	- 8	-23	-28	+ 2	- 3	1968
Dargol à Téra	Niger	2 750	15	3,24	-71	+36	-12	-31	-43	-14	- 2	1968
Sirba à Garbeykourou	Niger	38 750	16	22,7	-87	-19	-52	-38	-74	+ 3	+ 45	1968
Maggia à Tsernaoua	Niger	2 525	18	1,64	-73	+ 5	+41	-52	-34	+ 6	+246	1960
Kori de Badéguichéri	Niger	825	9 (1)	1,34	-87	-57	+15	-77	-66	-47	+380	1968
Goulbi de Maradi	Niger	5 400	17	6,08	-60	-36	+78	-18	-56	-29	+ 45	1968
Komadougou à Gueskéro	Niger	120 000	15	14,0	-14	-14	- 5	-15	-40	-58	+ 39	1973
Ba Tha à Ati	Tchad	45 290	20	19,1	-74	-34	+87	-72	-75	-27	> 24	1960
Bahr Azoum à Am Timam	Tchad	80 000	20	30,6	-46	-10	+84	- 3	-71	-55	+ 50	1972

(1) Une extension hydropluviométrique sur 35 ans à l'aide des données de Tahoua et de Madaoua a été faite dans le « rapport terminal sur la vallée de Badéguichéri » (ORSTOM, 1971).

L'étude de la distribution statistique des échantillons de modules annuels et des déficits annuels de 1968 à 1974 pour toutes ces stations met en relief la variabilité spatio-temporelle de l'écoulement évoquée précédemment et permet les remarques générales suivantes :

— Pour les cours d'eau sans grandes réserves souterraines, la succession de plusieurs années sèches n'a pas d'effet cumulatif et le déficit annuel dépend de façon très lâche du total pluviométrique annuel. (Les études faites pour l'évaluation de l'écoulement dans le Sahel montrent qu'à un même total pluviométrique annuel peut correspondre un module annuel variant facilement du simple au double. Dans les régions subdésertiques, la relation tend même à disparaître complètement, l'écoulement étant parfois produit par une seule averse). La répartition des précipitations au cours de la saison des pluies a un caractère prédominant sur l'écoulement et l'hétérogénéité spatiale de ce dernier est considérable.

En 1972, dans l'extrémité ouest du Niger, et pour des valeurs pluviométriques voisines, l'écoulement du Dargol (2 750 km<sup>2</sup>) est proche de la valeur moyenne ; par contre la Sirba (38 750 km<sup>2</sup>) accuse un déficit de 70%. C'est pour cette raison que la grande sécheresse des années 1968 et 1972 ne s'est pas systématiquement traduite par des déficits records au point de vue hydrologique et l'on a même pu observer localement des crues importantes (cas du lac de Bam en Haute-Volta par exemple).

— Les cours d'eau dont le régime hydrologique d'une année est lié à l'abondance de l'année précédente, c'est-à-dire ceux qui traversent de vastes zones plus ou moins marécageuses comme la Komadougou, ou qui sont alimentés par de grandes nappes souterraines à faible profondeur, comme la Korama au sud de Zinder (Niger), présentent à la fin de la période de sécheresse des déficits beaucoup plus graves, s'accroissant d'une année à l'autre. Ainsi, la récurrence du module de la Komadougou en 1973 est de 40 ans avec un écoulement égal au tiers de l'écoulement médian. Sur la Korama, dont l'écoulement a été nul en 1973 (et encore très faible en 1974) la récurrence est d'au moins 20 ans, peut-être 40 ans, alors que l'année 1968 isolée entre deux années pluvieuses n'a pas eu de conséquences aussi graves.

— D'une façon générale, le caractère déficitaire de chaque année a donc varié largement d'un cours d'eau à l'autre sur cette partie de la bande sahélienne et l'année la plus déficitaire n'a pas été la même partout. Dans les régions du nord-est de la Haute-Volta, de l'ouest et du centre du Niger, c'est l'année 1968 qui est largement la plus sèche avec un déficit atteignant parfois 80% de l'écoulement en année moyenne. L'année 1972 présente des écoulements très réduits partout mais ce n'est qu'au Tchad qu'elle atteint des records, en particulier pour le Bahr

TABLEAU X

RÉCURRENCE DE L'ANNÉE LA PLUS SÈCHE (ÉCOULEMENT ANNUEL)  
POUR LES PRINCIPALES STATIONS SAHÉLIENNES OBSERVÉES PENDANT LA PÉRIODE 1968-1974 (1)

Bassin	Superficie (km <sup>2</sup> )	Période d'observation	Années	Module (m <sup>3</sup> /s)	Récurrence années
<i>Est de la Haute-Volta et Ouest du Niger</i>					
Lac de Bam (tributaire)	1 038	1966-1974	1967	0,08	12
			1968	0,09	
			1972	0,18	
Gorouol à Dolbel	7 500	1961-1974	1968	4,44	16
			1972	5,80	7
Gorouol à Alcongou	44 850	1957-1974	1962	3,00	17
			1957	3,18	
			1968	4,16	
Dargol à Téra	2 750	1959-1974	1972	4,61	4,5
			1968	0,95	25
			1959	1,4	
Dargol à Kakassi	6 940	1957-1974	1972	1,85	
			1968	0,92	30
			1960	1,72	
Sirba à Garbeykourou	38 750	1956-1974	1957	2,25	
			1972	3,40	
			1968	2,88	20
Diamangou à Tamou	4 030	1963-1974	1957	4,7	10
			1972	5,96	6
			1968	0,45	17
			1972	0,50	14
			1967	0,89	7
			1965	1,00	
			1973	1,84	3

TABLEAU X (suite)

Bassin	Superficie (km <sup>2</sup> )	Période d'observation	Années	Module (m <sup>3</sup> /s)	Réurrence années
<i>Centre du Niger</i>					
Kori de Badéguichéri	825	1966-1974	1968	0,18	20
			1971	0,31	8
			1972	0,46	4
Maggia à Tsernaoua	2 525	1954-1974	1960	0,23	30
			1957	0,26	
			1968	0,44	
			1971	0,79	4
			1972	1,08	3
Goulbi de Maradi à Madarounfa	5 400	1956-1974	1968	2,45	10
			1972	2,65	7
Korama à Koutchika	750	1958-1974	1973	0	20 (?)
			1972	0,02	
			1970	0,10	
<i>Est du Niger et Tchad</i>					
Komadougou à Bagara	115 000	1957-1974	1973	8,3	30-40
			1972	10,9	10
Komadougou à Gueskéro	120 000	1957-1974	1973	5,87	40
			1972	8,33	10
			1971	11,9	4
Bahr Azoum à Am Timam	80 000	1953-1974	1972	9,0	20
			1965	10,4	
			1966	12,2	
			1973	13,8	8
Ba Tha à Oum Hadjer	32 950	1955-1974	1960	3,26	18
			1972	4,49	12
			1966	7,92	
			1963	8,47	
			1971	8,93	3,3
Ba Tha à Ati	45 290	1955-1974	1968	8,96	
			1960	3,72	12
			1963	4,29	10
			1972	4,80	8,5
			1968	5,06	
			1971	5,40	6

(1) D'après J. RODIER (Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel Tropical Africain).

Azoum. En 1973, les déficits s'adouissent partout sauf sur la Komadougou pour la raison évoquée ci-dessus. Mais en 1974, les pluies bien qu'inférieures encore aux normales, mais bien réparties dans le temps, permettent à l'écoulement de redevenir normal à excédentaire dans l'ouest du Niger, très excédentaire dans le centre du Niger, (Maggia, Kori de Badguichéri), le bassin de la Komadougou et largement supérieur à la normale également au Tchad.

— Pour spectaculaire qu'il soit, le déficit atteint en 1968 ou en 1972 n'est pas obligatoirement d'une grande rareté, les cours d'eau sahéliens ayant souvent une irrégularité inter-annuelle très forte. Le tableau IX est assez significatif à cet égard ; on remarque par exemple un écoulement excédentaire de 87% en 1970 pour le Ba Tha à Ati, devenant déficitaire de 72% l'année suivante. L'emploi de la moyenne s'avère d'ailleurs délicat, une année forte dans un petit échantillon ayant un poids très important. Ceci dit, malgré la brièveté des périodes d'observations (10 à 20 ans), la récurrence de l'année la plus déficitaire ne paraît pas très élevée et, dès que l'échantillon disponible atteint une quinzaine d'années, on trouve souvent des années présentant un écoulement plus faible que 1968 ou 1972. Si cela n'est pas le cas pour le Dargol, la Sirba ou surtout la Komadougou, cela est très net pour le Gorouol, la Maggia ou le Ba Tha (cf. tableau X), c'est-à-dire pour l'ensemble de la zone étudiée où suivant les régions c'est 1955, 1957 ou 1960 qui détiennent les records absolus. Du Mali au lac Tchad, il semble que la période de retour de l'année la plus sèche de la période 1968 à 1974, soit comprise seulement entre 5 et 15 ans, atteignant parfois 25 ans lorsque c'est l'année 1968 qui est la plus faible. Au Tchad, la sécheresse a été plus sévère et la période

de retour des grands cours d'eau varie de 10 à 20 ans. Du Sénégal à l'ouest de la Haute-Volta où l'on ne dispose malheureusement pas d'observations au cours de cette période, il semble néanmoins que la rareté du phénomène soit beaucoup plus forte et atteigne 50 ans, peut-être davantage.

#### 2.4.2. Les grands fleuves tropicaux parvenant au Sahel

Ces fleuves sont caractérisés par un déficit relatif beaucoup moins important que celui des cours d'eau sahéliens, mais la récurrence de la sécheresse y est beaucoup plus forte. Dans la partie amont de ces cours d'eau, à leur arrivée dans le Sahel, où l'eau est relativement abondante, ce déficit a eu des conséquences beaucoup moins dramatiques malgré la plus grande rareté du phénomène observé. Dans leurs cours inférieurs, il n'en va pas du tout de même ; soit parce que les crues ont été insuffisantes pour envahir les plaines d'inondations où se pratiquent les cultures de décrues (cas notamment du Sénégal), soit parce que les pertes (bien qu'inférieures en volume à celles des années humides) amputent lors de la traversée du Sahel plus de 40% d'un module déjà modeste (c'est le cas du Niger à sa sortie de la cuvette lacustre, dont le module 73 s'abaisse à 560 m<sup>3</sup>/s à Diré alors que le débit total à Koulikoro et à Douma était de 1 074 m<sup>3</sup>/s).

##### 2.4.2.1. Module annuel

Au niveau de l'abondance annuelle, on constate que :

— L'année 1968 qui survient après une année très pluvieuse ayant causé des crues importantes (sauf sur le Chari) n'est fortement déficitaire que pour le Sénégal (déficit de 43%, récurrence proche de 20 ans) et le Bani (déficit de 31%) qui présente une irrégularité interannuelle plus forte que le Niger supérieur.

— L'année 1969 est normale pour le Sénégal, très excédentaire pour le Niger en amont de la cuvette lacustre (le haut bassin guinéen a été très arrosé) alors que le Bani est sensiblement déficitaire. Le Chari est légèrement déficitaire (13%) malgré les apports supérieurs à la normale du Logone.

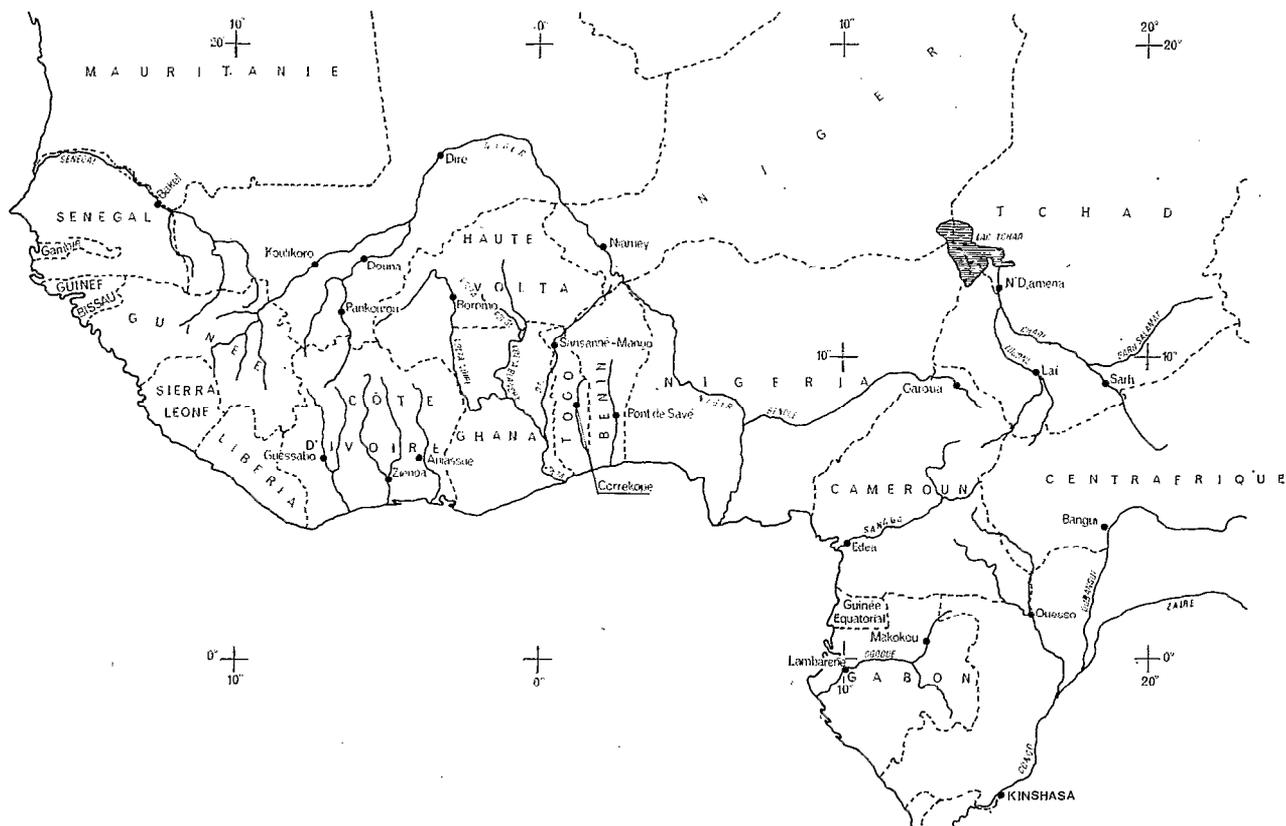


Fig. 12. — Stations dont les données hydrologiques figurent dans l'annexe III, 5.3

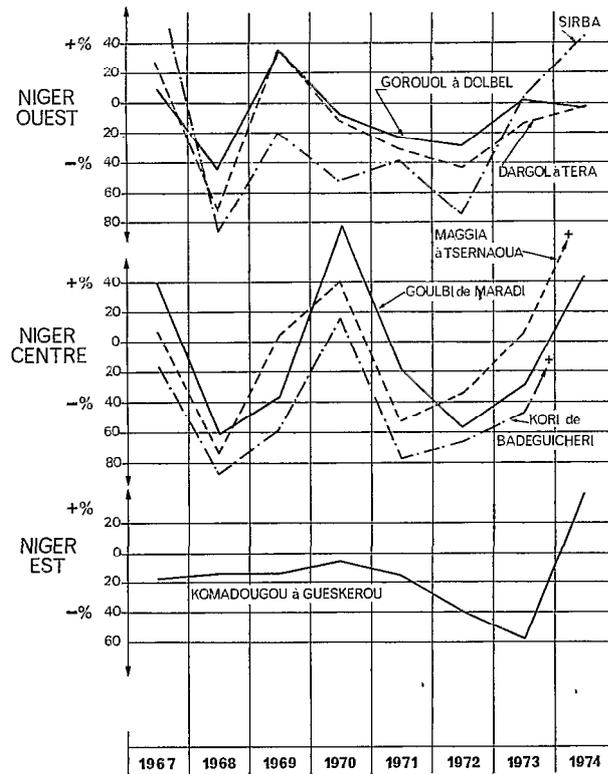


Fig. 13. — Evolution en % du déficit ou excédent annuel de cours d'eau sahéliens du Niger

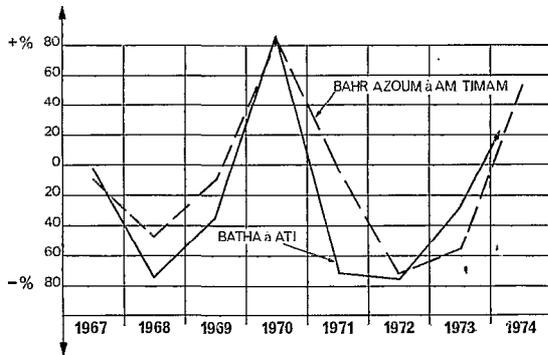


Fig. 14. — Evolution en % du déficit ou excédent annuel de cours d'eau sahéliens du Tchad

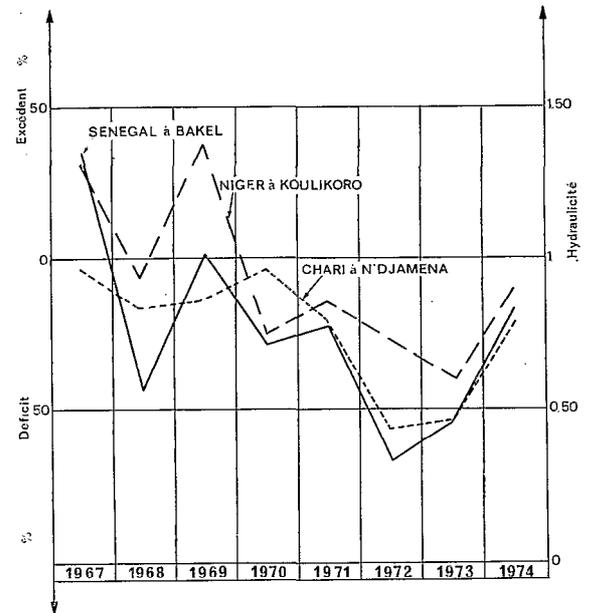


Fig. 15. — Evolution du déficit annuel (en %) des grands fleuves parvenant au Sahel de 1967 à 1974

— De 1970 à 1974, les années sont systématiquement déficitaires, 1972 et 1973 étant les années les plus faibles, comme pour la pluviométrie, alors que 1974 voit une augmentation très sensible de l'écoulement, cette reprise se confirmant et s'accroissant en 1975 où, pour la première fois depuis 10 ans, les apports du Chari au lac Tchad redeviennent supérieurs à la normale.

L'année du plus faible module de la période de sécheresse s'observe en 1972 pour les fleuves Sénégal, Chari et Logone et en 1973 pour le fleuve Niger.

#### 2.4.2.1.1. Le Sénégal

Après deux années consécutives à écoulement médiocre (cf. tableau XI), le Sénégal à Bakel connaît en 1972 un déficit record de 66% (module de 255 m<sup>3</sup>/s, ce qui donne un temps de récurrence de 100 ans). L'hydrogramme annuel est représenté sur la figure 16 où l'on a également, à titre de comparaison, tracé en pointillé l'hydrogramme d'une année sensiblement médiane et l'hydrogramme de l'année 1922-1923 qui présente la plus forte hydraulicité de la période d'observation. Le niveau maximum du fleuve atteint 17,4 m IGN seulement et les conséquences de ce faible niveau sur les cultures de décrue dans la vallée sont très graves (débit maximal de 1 430 m<sup>3</sup>/s seulement, uniquement non dépassé en 1913). La chute rapide du débit à la fin de la saison des pluies a pour conséquence une montée précoce de la « langue salée » dans le fleuve. Au niveau de la Tahouey, qui alimente en eau douce le lac de Guiers sur la rive gauche du Sénégal, les eaux dépassent le taux admissible de salinité dès le 25 janvier 1973 au lieu d'avril-mai en année normale. Les réserves du lac de Guiers (qui sera cependant toujours alimenté chaque année en hautes eaux) n'atteignent pas leur taux normal et l'alimentation en eau du Cap-Vert s'en ressentira pendant de nombreux mois.

En 1973, le module est encore très déficitaire (355 m<sup>3</sup>/s, déficit de 53%, temps de récurrence voisin de 20 ans), mais la cote maximale du fleuve est supérieure de deux mètres à celle de l'année précédente. Malheureusement la courbe d'étiage est dès le mois de novembre inférieure à celle de 1972 et l'on connaîtra également une remontée très précoce de la « langue salée » avec les mêmes conséquences sur le remplissage du lac de Guiers.

En 1974, la situation s'améliore, le module se rapproche de la normale (642 m<sup>3</sup>/s, déficit de 15%) et les hautes eaux, voisines sensiblement de celles de 1967, permettent au fleuve de déborder largement de son lit mineur.

#### 2.4.2.1.2. Le fleuve Niger en amont de la cuvette lacustre

Après une hydraulicité déjà très déficiente en 1970 et 1971, l'année 1972 voit l'aggravation très sensible du déficit de l'écoulement. A Koulikoro, le module n'est que de 1 110 m<sup>3</sup>/s (déficit de 26%), mais la situation est beaucoup moins sévère que pour le Sénégal. Le bassin du Bani est beaucoup plus touché par la sécheresse puisqu'à Douna le déficit atteint 74%, le module n'étant que de 168 m<sup>3</sup>/s (contre 647 m<sup>3</sup>/s en année moyenne).

En 1973, les déficits augmentent encore, légèrement sur le bassin du Bani (76% à Douna, ce qui est le record, de même que sur la Bagoé : 70% à Pankourou) et très nettement sur le cours supérieur du seul Niger. On note à Koulikoro les valeurs les plus basses de la sécheresse actuelle : le module n'est que de 917 m<sup>3</sup>/s ce qui le place au 3<sup>e</sup> rang des valeurs au non-dépassement depuis 1907 (le déficit est de 39%, la récurrence est cinquantenaire). L'hydrogramme 1973-1974 est donné sur la figure 17, de même que les hydrogrammes relatifs à une année voisine de la médiane et à une année très abondante.

En 1974 et 1975, la reprise de l'écoulement est très nette à Koulikoro (déficit de 5% seulement en 1974, déficit pratiquement nul en 1975) et plus lente sur le Bani (déficit de 51% en 1974, encore important en 1975).

#### 2.4.2.1.3. Cuvette lacustre du Niger

En année moyenne, les débordements du Niger couvrent pendant trois mois environ 50 000 km<sup>2</sup>. Bien qu'il ne soit pas possible de connaître quantitativement les surfaces atteintes par les débordements du fleuve, il semble que malheureusement pour les dernières années le problème soit relativement simple, car d'après les missions effectuées par les hydrologues dans le delta intérieur, il semble que les inondations ne se soient produites que dans de rares endroits privilégiés. Ainsi à Ke Macina (Niger) et à Kara (Diakka), les hauteurs maximales atteintes par les crues ont été très nettement en dessous des cotes de débordement en 1972 et en 1973. Cela est également vrai à Mopti au confluent Niger-Bani où il n'y a pas eu d'inondations dans la plaine du Bani. En rive gauche, les lacs de Tanda et Kabara n'ont pas reçu d'eau de 1972 à 1974. Les lacs Faguibine — Télé — Tabara, etc. n'ont presque pas été alimentés et d'après enquête le niveau du lac Faguibine aurait été en juillet 1974 le plus bas connu de mémoire d'homme. En rive droite, l'alimentation du lac Niangay a été assurée chaque année mais de façon très modeste, l'assèchement étant chaque année très rapide ; par contre, les lacs Dô et Anbango n'ont reçu aucune alimentation et sont restés complètement à sec de 1972 à 1974.

En 1975, l'alimentation des lacs s'est faite presque normalement, le niveau du lac Faguibine est remonté sensiblement et la remise en eau semble être généralisée.

#### 2.4.2.1.4. Le fleuve Niger en aval de la cuvette lacustre

L'écoulement transitant par Diré, qui est presque à la sortie de la cuvette mais qui ne contrôle pas la tota-

lité des débits sortant de celle-ci, est de 1 140 m<sup>3</sup>/s en année moyenne, soit 36 milliards de m<sup>3</sup>. En 1972, le module s'abaisse à 711 m<sup>3</sup>/s (22,4 milliards de m<sup>3</sup>) alors que le total de l'écoulement était à Koulikoro plus Douna égal à 1 278 m<sup>3</sup>/s, soit 40,3 milliards de m<sup>3</sup>.

En 1973, toujours à Diré, le module s'abaisse à 560 m<sup>3</sup>/s (17,7 · 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>) ce qui est la valeur la plus faible connue à cette station suivie depuis 1924 (récurrence comprise entre 50 et 100 ans). Rappelons qu'en amont de la cuvette les apports s'élevaient à 34 · 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>.

A Niamey, où le déficit augmente régulièrement d'année en année de 1970 à 1973, le module 72-73 s'élève à 737 m<sup>3</sup>/s (récurrence décennale), le module 73-74 ne dépasse pas 605 m<sup>3</sup>/s (déficit de 39% récurrence proche de 50 ans). C'est la plus faible valeur observée en 39 ans, inférieure au record précédent qui était de 627 m<sup>3</sup>/s pendant l'année très sèche 1944-1945.

L'hydrogramme de cette année exceptionnelle est donnée figure 18. On remarquera la date précoce du maximum qui se produit en avance de deux mois et la longue période de basses eaux, un étiage très rigoureux s'observant dès le mois de mai.

#### 2.4.2.1.5. Le Chari et le Logone

Contrairement au Sénégal et au Niger, (tableau XI), le Chari à N'Djaména a un écoulement annuel déficitaire depuis 1965.

A partir de 1971, le déficit s'aggrave et atteint 56% en 1972 (module de 537 m<sup>3</sup>/s) [qui connaît cette année-là le module le plus faible de toute la période d'observation. L'hydrogramme annuel présente une allure tout à fait anormale par rapport à celui de 1961 (année très forte) et 1971 (année médiane) et la période de hautes eaux se traduit par un palier inhabituel pendant deux mois (cf. figure 19). On estime que la récurrence de 1972 est comprise entre 50 et 100 ans.

Dans le haut bassin du Chari, le déficit atteint 63% à Sarh, avec un module de 108 m<sup>3</sup>/s pour une moyenne de 295 m<sup>3</sup>/s ; sur le Logone, la situation est aussi exceptionnelle, à Laï le déficit est de 53%, avec un module de 241 m<sup>3</sup>/s contre 508 m<sup>3</sup>/s en année moyenne. On n'observe pratiquement aucun déversement pour le Logone cette année-là, les Yaérés du nord Cameroun ne sont pas inondés et l'El Beïd et le Ba-Illi ne coulent pas.

En 1973, l'amélioration est très minime et la récurrence du module du Chari à N'Djaména est sans doute encore proche de 50 ans (572 m<sup>3</sup>/s, déficit de 53%), l'hydrogramme annuel présente une seule pointe, bien marquée avec un maximum supérieur à 1972, mais la décrue est très précoce et s'amorce dès le 15 octobre ; en avril 1974, l'étiage descendra à moins de 40 m<sup>3</sup>/s, plus faible valeur jamais observée.

Sur les cours supérieurs du Chari et du Logone, les modules sont également supérieurs à ceux de 1972 et se placent au 2<sup>e</sup> rang des valeurs observées au non-dépassement.

En 1974, le retour à des conditions plus normales se confirme mais les déficits restent de l'ordre de 20% sur l'ensemble du bassin.

En 1975, l'hydraulicité s'améliore encore, à N'Djaména, le module est de l'ordre de 1 330 m<sup>3</sup>/s ou 2 · 10<sup>9</sup> m<sup>3</sup>) soit un excédent de l'ordre de 9% à la moyenne. Rappelons qu'il faut remonter à l'année 1964 pour trouver une autre année excédentaire.

#### 2.4.2.2. Crues maximales

Les débits maximaux annuels de crue restent à des valeurs très modestes au cours de cette sécheresse et le temps de récurrence est de l'ordre de 50 ans pour ces grands fleuves en 1972 et d'au moins 20 ans en 1973. Les plus faibles valeurs s'observent donc en 1972 (sauf à Niamey), mais demeurent légèrement supérieures à celles de l'année 1913 aux stations disposant de relevés.

Sur les diagrammes semi-logarithmiques des figures 20 à 23, on a reporté en fréquence expérimentale  $F = \frac{r - 0,5}{N}$  les valeurs annuelles des maxima observés aux stations les plus importantes.

— A Bakel, le Sénégal présente en 1972 une période de hautes eaux très courte à deux petites pointes de crue en août et septembre, la dernière pointe correspond à un débit de 1 430 m<sup>3</sup>/s (moyenne 4 720 m<sup>3</sup>/s), plus faible valeur depuis 1913 (1 040 m<sup>3</sup>/s). En année normale, ce débit est dépassé pendant environ quatre-vingts jours.

En 1973, la crue est sensiblement plus forte et vient avec 2 250 m<sup>3</sup>/s se placer au 6<sup>e</sup> rang de la période d'observation (récurrence 15 ans).

— Sur le Niger, en amont de la cuvette lacustre, la crue atteint 3 820 m<sup>3</sup>/s à Koulikoro en 1972 (moyenne 6 110 m<sup>3</sup>/s), seule l'année 1913 présente une valeur plus faible avec 3 560 m<sup>3</sup>/s. L'année suivante, la décrue se produit à la fin août, le maximum atteint 4 300 m<sup>3</sup>/s, ce qui le place au 4<sup>e</sup> rang, (après la crue de 1940).

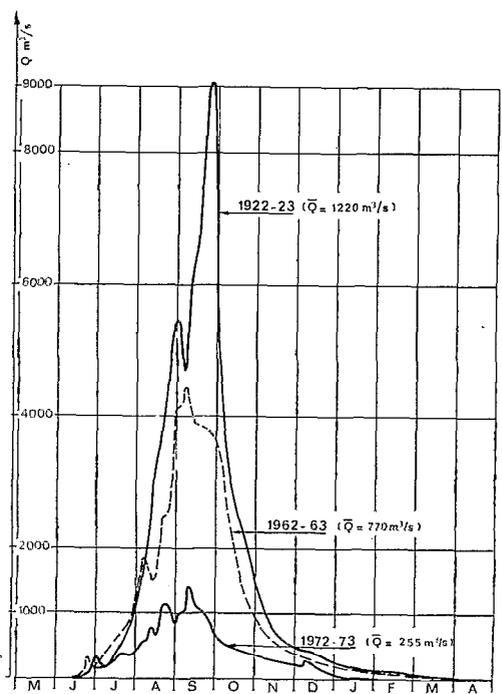


Fig. 16. — Le Sénégal à Bakel. Hydrogrammes annuels

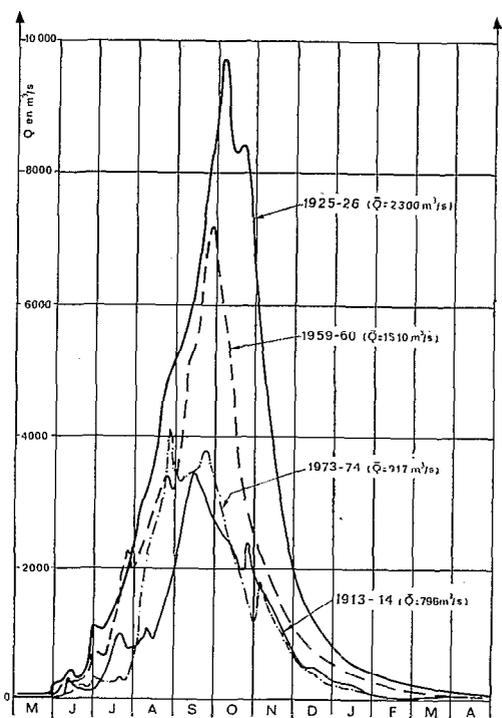


Fig. 17. — Le Niger à Koulikoro. Hydrogrammes annuels

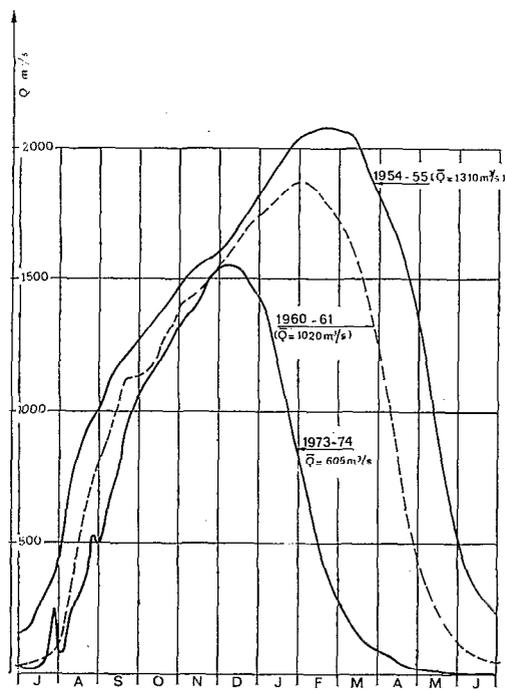


Fig. 18. — Le Niger à Niamey. Hydrogrammes annuels

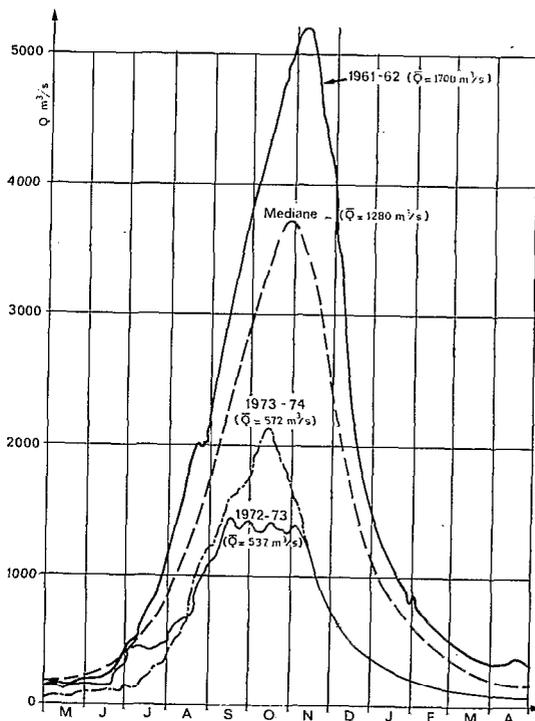


Fig. 19. — Le Chari à N'Djamena (Fort-Lamy) Hydrogrammes annuels

— Le Bani à Douna présente également des valeurs très faibles et l'on estime que la récurrence est également de 50 ans en 1972 ( $832 \text{ m}^3/\text{s}$  contre  $2\,780 \text{ m}^3/\text{s}$  en année moyenne) et de 20 ans en 1973 ( $964 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

— A Diré, les crues sont fortement laminées par la cuvette lacustre et la distribution statistique est fortement hypogaussique pour les fortes valeurs.

En 1972, le maximum est de  $1\,860 \text{ m}^3/\text{s}$  (récurrence trentenaire) et en 1973, il s'abaisse à  $1\,710 \text{ m}^3/\text{s}$  (récurrence comprise entre 50 et 100 ans).

— A Niamey, la tendance à la diminution de la pointe de la crue se poursuit et les valeurs maximales atteintes en 1972 ( $1\,700 \text{ m}^3/\text{s}$ , 8<sup>e</sup> rang depuis 1929) et en 1973 ( $1\,560 \text{ m}^3/\text{s}$ , 4<sup>e</sup> rang) ne sont pas de récurrence très élevée, sans doute 25 ans et 10 ans.

— Le Chari à N'Djaména (ainsi que toutes les stations du Chari et du Logone) présente en 1972 le maximum le plus faible jamais observé avec  $1\,430 \text{ m}^3/\text{s}$  seulement, soit une récurrence peut-être centenaire. En 1973, le débit atteint  $2\,130 \text{ m}^3/\text{s}$ , valeur encore inférieure à celles observées au cours de la sécheresse des années 40 (cf. figure 22). On n'observe pas pour ces années-là de débordements importants et il n'y a pas de régularisation des crues par débordement dans les plaines d'inondations du Logone. Après une année 1974 encore assez médiocre, le maximum n'étant que de  $3\,270 \text{ m}^3/\text{s}$  (contre  $3\,560 \text{ m}^3/\text{s}$  en année moyenne), le maximum de novembre 1975 monte à  $3\,870 \text{ m}^3/\text{s}$ , depuis novembre 1964 on n'avait plus observé de crue aussi importante à N'Djaména.

#### 2.4.2.3. Etiages absolus

Les étiages sont excessivement rigoureux et les valeurs absolues les plus faibles de la période 1968-1974 s'observent le plus souvent au début de 1974, l'effet cumulatif d'insuffisance de recharge des nappes pendant plusieurs années consécutives se faisant très nettement sentir.

— A la station de Bakel, où l'étiage médian doit être compris entre 2 et  $3 \text{ m}^3/\text{s}$  (les basses eaux n'étant relevées que depuis 1951) l'étiage absolu s'abaisse à  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$  au début de 1973 et devient nul pendant huit jours consécutifs en juin 1974. Les hydrologues ayant pu constater que sur tout le profil en travers il n'y avait aucun écoulement apparent. Ce résultat est absolument sûr ; la même équipe a d'ailleurs pu observer la même absence d'écoulement à Matam au cours de la même tournée d'étiage. La récurrence de ce phénomène est sans doute centenaire ; d'après les récits locaux, il semble que le Sénégal ait déjà cessé de couler au cours de la période historique, mais on ne dispose d'aucune preuve formelle. Plus en amont, sur la Falémé à la station de Kidira, l'arrêt total de l'écoulement n'a pas en soi de caractère exceptionnel car on l'observe en moyenne tous les 4 ou 5 ans. Mais le tarissement complet de la rivière ne dure en général qu'une quinzaine de jours au maximum, alors que début 1974, la Falémé n'a pas coulé pendant plus de trois mois consécutifs, ce qui est beaucoup plus rare.

En 1975, malgré une année à hydraulicité plus forte, l'étiage à Bakel était encore sévère ( $100 \text{ l/s}$  début juillet) et la Falémé s'est arrêtée de couler très tôt.

— Sur le Niger supérieur, à Koulikoro, les débits d'étiage sont beaucoup plus soutenus que le Sénégal car dans les parties supérieures du Niandan et du Milo, la période de basses eaux est très courte. L'étiage médian est voisin de  $40 \text{ m}^3/\text{s}$  et donc assez élevé.

Malgré la dispersion des jaugeages de basses eaux, due à l'importance de la section mouillée et les faibles vitesses, il semble que l'étiage de mai 1973 soit le plus faible de toute la période de relevés et de l'ordre de  $16 \text{ m}^3/\text{s}$  (un jaugeage effectué à la fin du mois de mars, soit plus d'un mois avant l'étiage absolu, donnait un débit de  $27 \text{ m}^3/\text{s}$ ). Des valeurs voisines et proches de  $20 \text{ m}^3/\text{s}$  ont dû se produire en 1913, 1915, 1917 et 1945. La récurrence de 1973 est sans doute cinquantenaire, peut-être centenaire.

En avril 1974, l'étiage est un peu plus élevé, mais reste inférieur à  $20 \text{ m}^3/\text{s}$ .

— Sur le Bani, dont l'étiage médian est estimé à  $15 \text{ m}^3/\text{s}$  à Douna, les étiages absolus sont également très faibles, mais le minimum de la période se produit non pas en 1973 ( $2,9 \text{ m}^3/\text{s}$ ) comme à Koulikoro, mais en 1974 où il est estimé à  $1,0 \text{ m}^3/\text{s}$  avec une bonne précision, un jaugeage à  $1,57 \text{ m}^3/\text{s}$  ayant été fait peu de temps auparavant. Cette valeur est la plus faible connue et bien que l'on ne connaisse pas les étiages des sécheresses « 1913 » et « 1940 », il semble que sa récurrence soit cinquantenaire. Sur tous les affluents du Bani, l'étiage a été très sévère et l'écoulement s'est arrêté précocement aux stations à écoulement intermittent. La Bagoé à Pankourou qui contrôle un bassin de  $32\,000 \text{ km}^2$  s'est également tarie fin 1974, ce qui n'avait jamais été observé.

— Au sortir de la cuvette lacustre, les débits d'étiage, difficiles à estimer à Diré, ne sont bien connus qu'à Niamey. La période d'étiage prononcé est en général assez courte et ne dure que quelques semaines avant la remise en écoulement des affluents voltaïques. Mais au cours de la dernière sécheresse, on observe d'une année à l'autre un accroissement de la période d'étiage prononcé et une aggravation de l'étiage absolu. En juin 1973, le débit tombe à  $2,60 \text{ m}^3/\text{s}$ , en juillet 1974, il s'effondre à  $0,60 \text{ m}^3/\text{s}$  (valeur jaugée) ce qui donne une récurrence comprise entre 50 et 100 ans. En 1975, le débit le plus faible n'est que  $6,17 \text{ m}^3/\text{s}$  et fin juin 1976 l'étiage absolu est de l'ordre de  $10 \text{ m}^3/\text{s}$ . On est donc encore très loin actuellement du débit d'étiage médian qui est de  $28,4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

— Sur le bassin du Logone-Chari, les débits d'étiage sont assez soutenus en année moyenne grâce à la restitution des plaines d'inondation. Mais pendant la sécheresse, les débordements se réduisent d'année en année jusqu'en

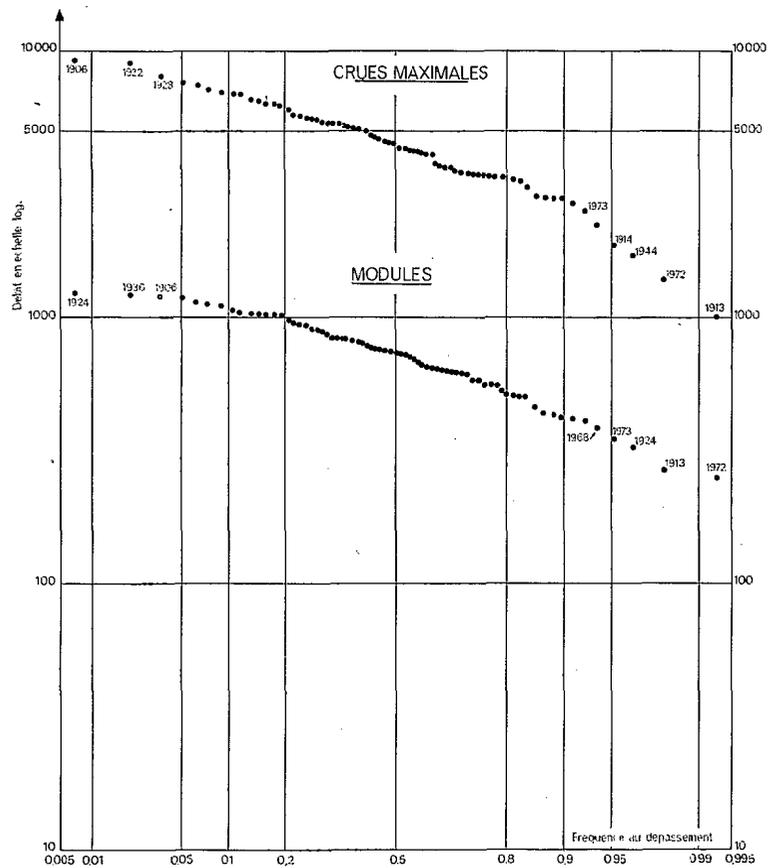


Fig. 20. — Le Sénégal à Bakel. Période 1903-1974 (72 valeurs)

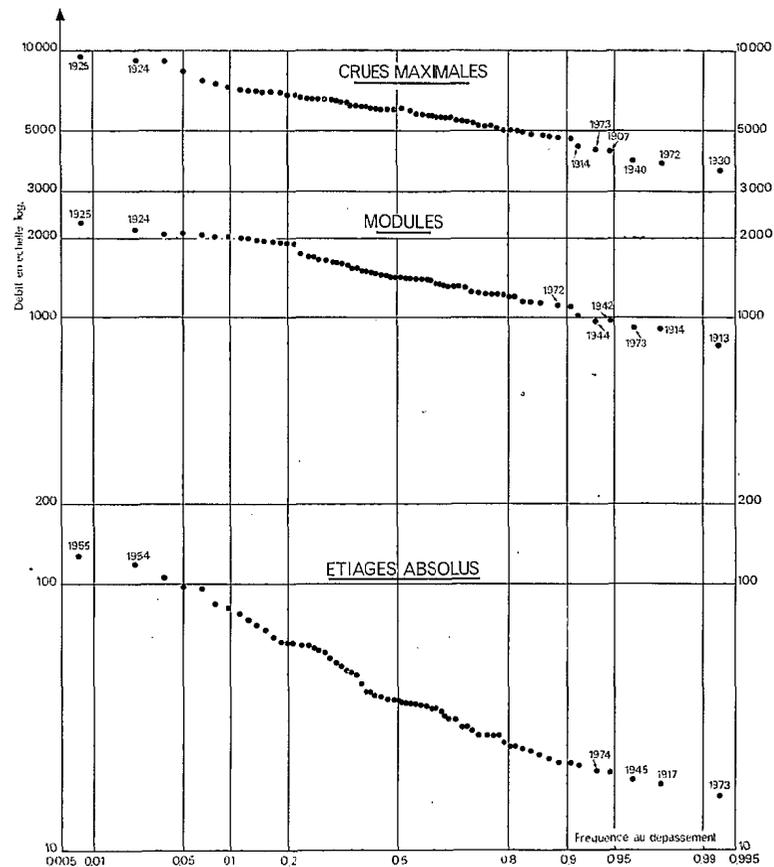


Fig. 21. — Le Niger à Koulikoro. Période 1907-1974 (68 valeurs)

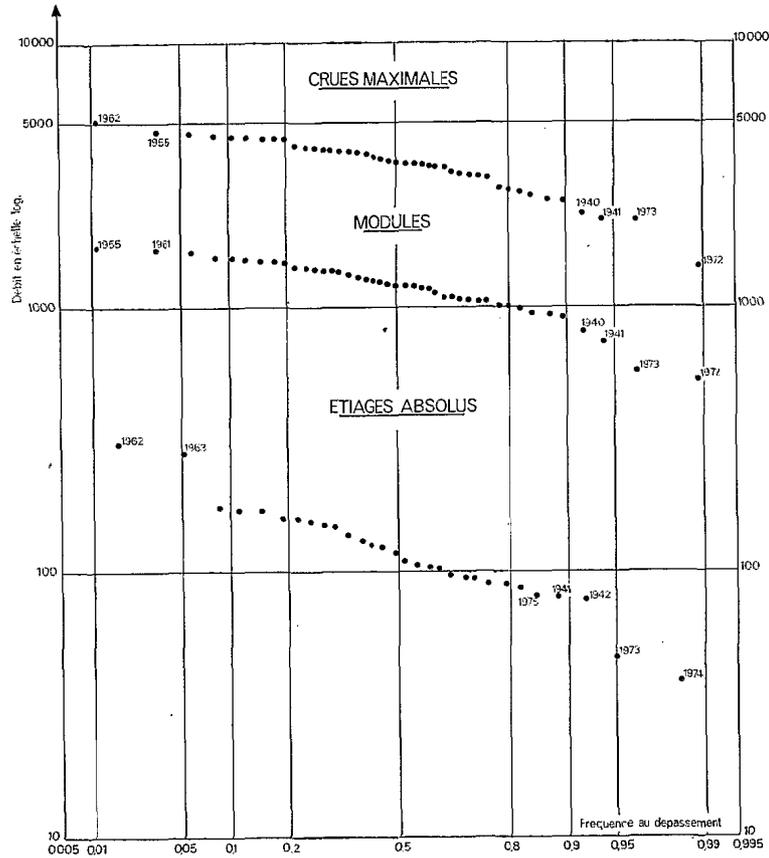


Fig. 22. — Le Chari à N'Djaména. Période 1932-1974

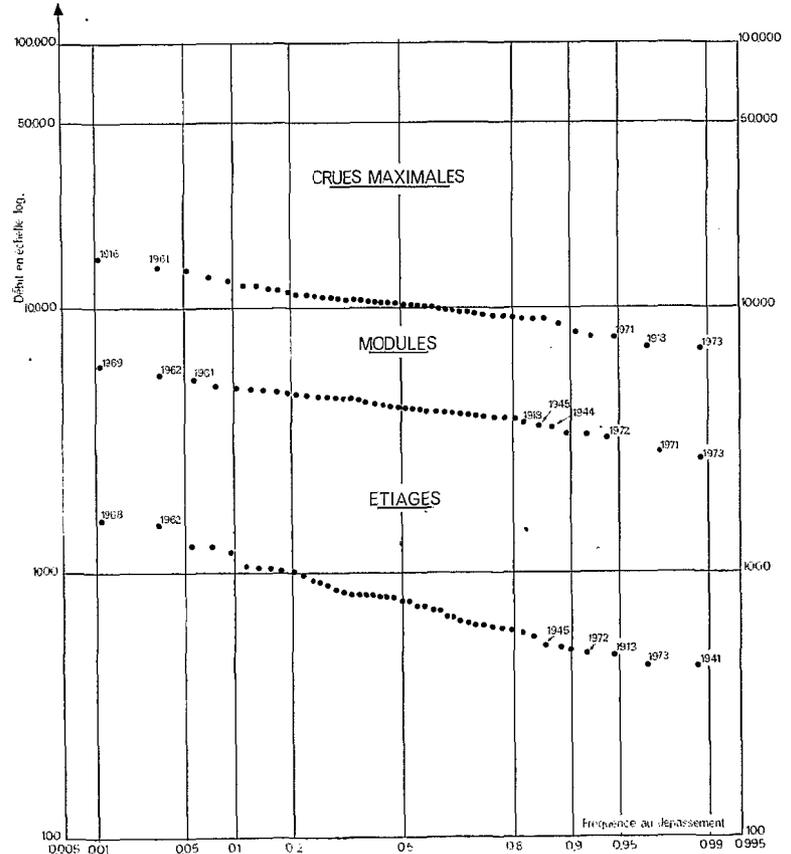


Fig. 23. — L'Oubangui à Bangui. Période 1911-1974

1972 et c'est en avril-mai 1974 que se produisent les étiages les plus faibles avec des valeurs encore jamais atteintes. Le Service Hydrologique de N'Djaména a procédé à plusieurs séries de jaugeages de basses eaux en 1973 et en 1974 qui ont été particulièrement fructueuses car ceux-ci permettent de connaître avec précision les étiages absolus de toutes les stations principales du Chari et du Logone.

A N'Djaména, où le débit d'étiage médian du Chari est de 105 m<sup>3</sup>/s, le débit s'abaisse à 47,7 m<sup>3</sup>/s en avril 1973 (récurrence cinquantenaire) et à 38,6 m<sup>3</sup>/s le 24 avril 1974 (récurrence centenaire), un jaugeage effectué la veille ayant donné 39,4 m<sup>3</sup>/s.

A Sarh, où le débit médian est de 35 m<sup>3</sup>/s, le débit tombe à 11,7 m<sup>3</sup>/s en mai 1973 et à une valeur certainement plus basse en 1974 (les relevés de basses eaux ne sont malheureusement pas complets, mais un jaugeage a été fait après la reprise de l'écoulement à 13,9 m<sup>3</sup>/s).

A Laï, où le débit médian est de 45 m<sup>3</sup>/s, le débit est seulement de 25,0 m<sup>3</sup>/s début avril 1973 et de 21,2 m<sup>3</sup>/s le 2 avril 1974 (on a jaugé 22 m<sup>3</sup>/s le 27 mars 1974).

A ces deux dernières stations, la récurrence du débit absolu d'étiage de 1974 est vraisemblablement cinquantenaire.

TABLEAU XI

ÉVOLUTION EN % DU DÉFICIT ANNUEL (TERMES NÉGATIFS) OU DE L'EXCÉDENT ANNUEL (TERMES POSITIFS) DES GRANDS FLEUVES PARVENANT AU SAHEL (PÉRIODE 1968-1974)

Stations	Pays	Superficie (km <sup>2</sup> )	Moyenne annuelle (m <sup>3</sup> /s)	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974
Sénégal à Bakel	Sénégal	218 000	753	-43	+ 1	-29	-21	-66	-53	-15
Niger à Koulikoro	Mali	120 000	1 500	- 5	+39	-25	-13	-26	-39	- 5
Bani à Douna	Mali	101 600	647	-31	-15	-18	-44	-74	-76	-51
Niger à Niamey	Niger	700 000	989	- 3	+22	-18	-19	-25	-39	- 9
Chari à N'Djaména	Tchad	600 000	1 220	-16	-13	- 3	-21	-56	-53	-21
Chari à Sarh	Tchad	193 000	295	-26	-36	-28	-27	-63	-57	?
Logone à Laï	Tchad	56 700	508	- 5	+23	+14	-20	-53	-48	-24

### 2.4.3. Le lac Tchad

Le lac Tchad, vestige de la mer paléotchadienne qui s'étendait à l'Holocène sur près de 350 000 km<sup>2</sup> est une cuvette fermée sans émissaires. Formé d'une nappe d'eau peu profonde, ce qui le rend particulièrement vulnérable aux atteintes de la sécheresse, il est constitué d'une cuvette nord et une cuvette sud séparées par un léger étranglement des rives et une zone de hauts fonds, la Grande Barrière.

Les deux cuvettes sont bordées au nord et à l'est par un erg fixé dont les sommets de dunes, orientés sud-est — nord-est forment un vaste archipel. Celui-ci est prolongé vers l'intérieur du lac par des îles de végétation ou « îlots-bancs » correspondant à des hauts fonds dunaires colonisés par des phanérogames aquatiques. La figure 27 donne les régions naturelles du lac Tchad à la cote 281,5 m.

Les variations de son niveau, qui connaît un minimum en juillet et un maximum en décembre-janvier, résultent de l'équilibre entre les apports, constitués à 80% par le Chari (soit 38,5 milliards de m<sup>3</sup> en moyenne) et les pertes par évaporation et infiltration. Réagissant fidèlement aux variations du climat, il constitue donc un indicateur précieux de la situation actuelle. Il a, à ce titre, fait l'objet d'études très approfondies des hydrologues et hydrobiologistes de N'Djaména et son évolution au cours de la sécheresse a été décrite dans de nombreuses notes (cf. Bibliographie). Un article détaillé de CHOURET est également paru dans un Cahier Hydrologie (volume XI, n° 1 — 1974).

L'effet de la sécheresse sur le niveau du lac est, dans ses grandes lignes, le suivant :

Après une brève montée de son plan d'eau de 1953 à 1963, le lac connaît dès 1964 une baisse continue qui s'est aggravée depuis 1968, les apports ayant tous été déficitaires de 1965 à 1974 inclus.

Si l'on prend comme station de référence la station de Bol, suivie depuis 1956, on peut évaluer en janvier 1963 la surface du lac à 23 500 km<sup>2</sup> et le volume des eaux stockées à 105 milliards de m<sup>3</sup> pour une cote moyenne un peu supérieure à 283 m. À partir de 1964, le plan d'eau commence à baisser d'environ 0,30 m entre maximums annuels successifs. Après la crue de 1967, la baisse s'amplifie et au minimum de 1971, la cote du plan d'eau à Bol n'est déjà plus que de 280,8 m, la surface du lac a diminué de 20% et le volume des eaux stockées de 55%.

En 1972 et 1973, la baisse s'accélère encore et atteint près d'un mètre par an, le déficit des apports étant énorme (tableau XII) et en avril-mai 1973, le lac se scinde en deux cuvettes après exondation de la Grande Barrière. On peut très grossièrement estimer que la surface du lac n'est plus, en juillet 1973, que 40% (9 000 km<sup>2</sup>) de ce qu'elle était dans la période de 1961 à 1964 (figure 28). Quant au volume stocké, il ne serait plus à cette époque que d'une trentaine de milliards de m<sup>3</sup>, approximativement le tiers du volume moyen de la même période.

Pendant l'hivernage 1973, seule la cuvette sud est alimentée et en juillet 1974, si l'on retrouve une situation à peu près identique à celle de 1973 pour la cuvette sud, par contre la cuvette nord est pratiquement en voie d'assèchement.

Les crues du Chari en 1974 et surtout en 1975, en se rapprochant des valeurs moyennes, permettent une remise en eau à peu près normale de la cuvette sud. Toutefois, la Grande Barrière ne permet le passage vers la cuvette nord que de faibles quantités liquides insuffisantes pour compenser l'évaporation annuelle. Ainsi, en novembre 1975, peut-on constater l'assèchement total de la cuvette nord (fig. 29).

TABLEAU XII  
APPORTS DU CHARI AU LAC TCHAD DEPUIS 1964 (A N'DJAMÉNA)

Année	Module (m <sup>3</sup> /s)	Volume (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	Hydraulicité	Excédent (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )	Déficit (10 <sup>9</sup> m <sup>3</sup> )
1964	1 407	44,4	1,15	5,9	
1965	916	28,9	0,76		9,6
1966	1 080	34,1	0,89		4,4
1967	1 190	37,5	0,98		1,0
1968	1 022	32,2	0,84		6,3
1969	1 060	33,4	0,87		5,1
1970	1 180	37,2	0,97		1,3
1971	968	30,5	0,79		8,0
1972	537	16,9	0,44		21,6
1973	572	18,0	0,47		20,5
1974	966	30,5	0,79		8,0
1975	(1 330)	(42)	(1,09)	(3,5)	

#### 2.4.4. Les autres cours d'eau tropicaux et équatoriaux

Pour spectaculaire et désastreuse qu'elle soit, la médiocrité de l'écoulement que l'on a pu constater pour les grands cours d'eau atteignant ou traversant le Sahel au cours de ces dernières années, ne doit pas faire oublier que le déficit ne s'est pas cantonné à ces seuls bassins. L'extension de la sécheresse a été telle que l'on a observé dans les pays côtiers du golfe de Guinée et même en Afrique Equatoriale une diminution très sensible de l'écoulement annuel en 1972 et 1973 et des étiages très faibles de 1973 à 1975. Cette médiocrité des débits a, en général, beaucoup moins attiré l'attention internationale car elle est souvent assez relative, s'étant produite dans des régions où, même si les ressources en eau sont réduites, celles-ci restent souvent amplement suffisantes pour que les besoins en eau soient satisfaits normalement.

On jugera de la réduction générale de l'hydraulicité en regardant les figures 24a et 24b où ont été portées les valeurs relatives à 1972 et 1973 à quelques stations importantes. On peut ainsi contrôler que l'hydraulicité est inférieure à l'unité (donc déficit) en tous pays, même au Gabon et au Congo. Evidemment, ces seules valeurs ne présentent en rien de la fréquence du phénomène, l'irrégularité interannuelle de fleuves tels l'Ouémé au pont de Savé ou l'Ogooué à Lambaréné étant très différente.

Dans les pays au sud du Sahel, la sécheresse ne fait son apparition que plus tardivement et son évolution d'une année à l'autre est la suivante :

- Année 1968 : normale à excédentaire.
- Année 1969 : excédentaire sauf de la Côte-d'Ivoire au Bénin où l'on observe une tendance à un léger déficit.
- Année 1970 : le déficit augmente dans les pays déjà cités et gagne la RCA.
- Année 1971 : la sécheresse s'étend aux autres pays d'Afrique Equatoriale, elle est très marquée au Gabon.
- Années 1972 et 1973 : généralisation de la sécheresse et accentuation des déficits.
- Années 1974 et 1975 : régression de la sécheresse. L'hydraulicité augmente très nettement mais les étiages absolus sont souvent plus marqués.

Le tableau XIII rassemble pour une vingtaine de stations, du Sahel à l'Equateur, choisies pour la longueur de leur période d'observation et leur représentativité, les valeurs les plus remarquables de la sécheresse avec une

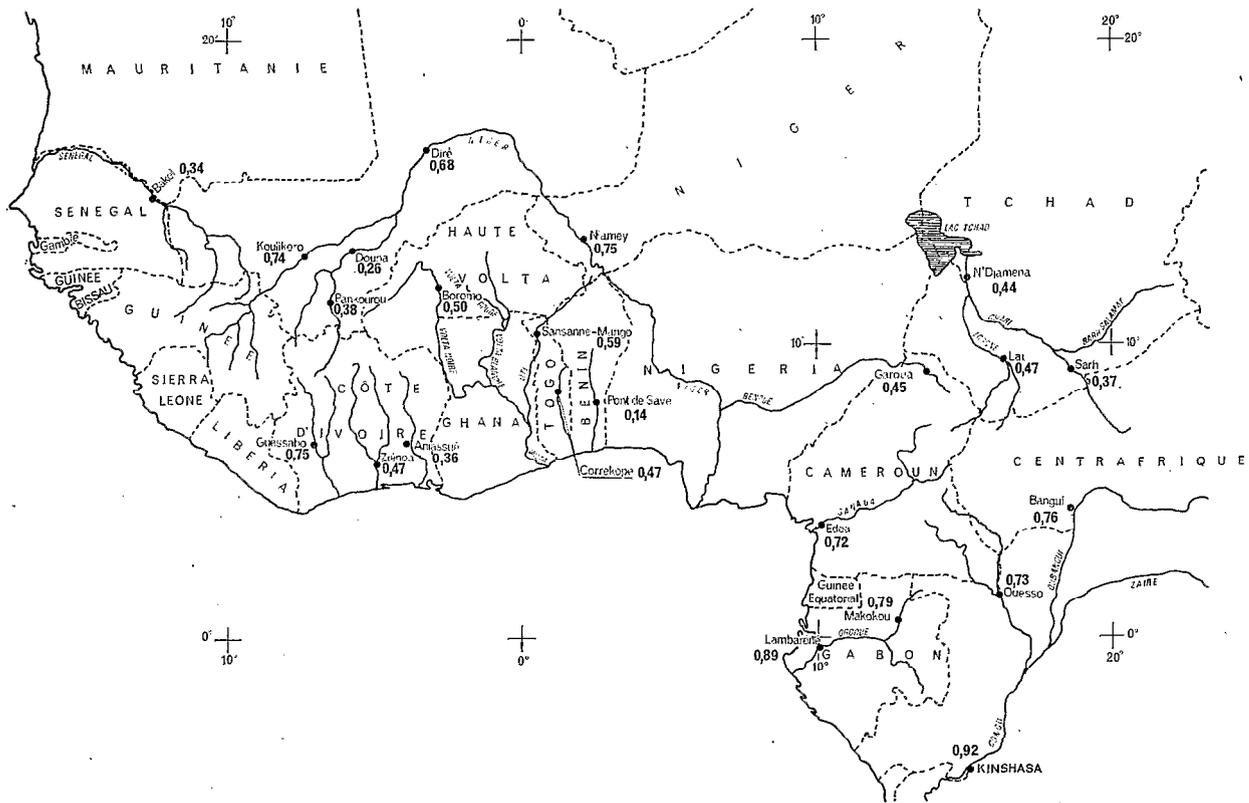


Fig. 24 a. — Hydraulicité des grands cours d'eau tropicaux et équatoriaux. Année 1972

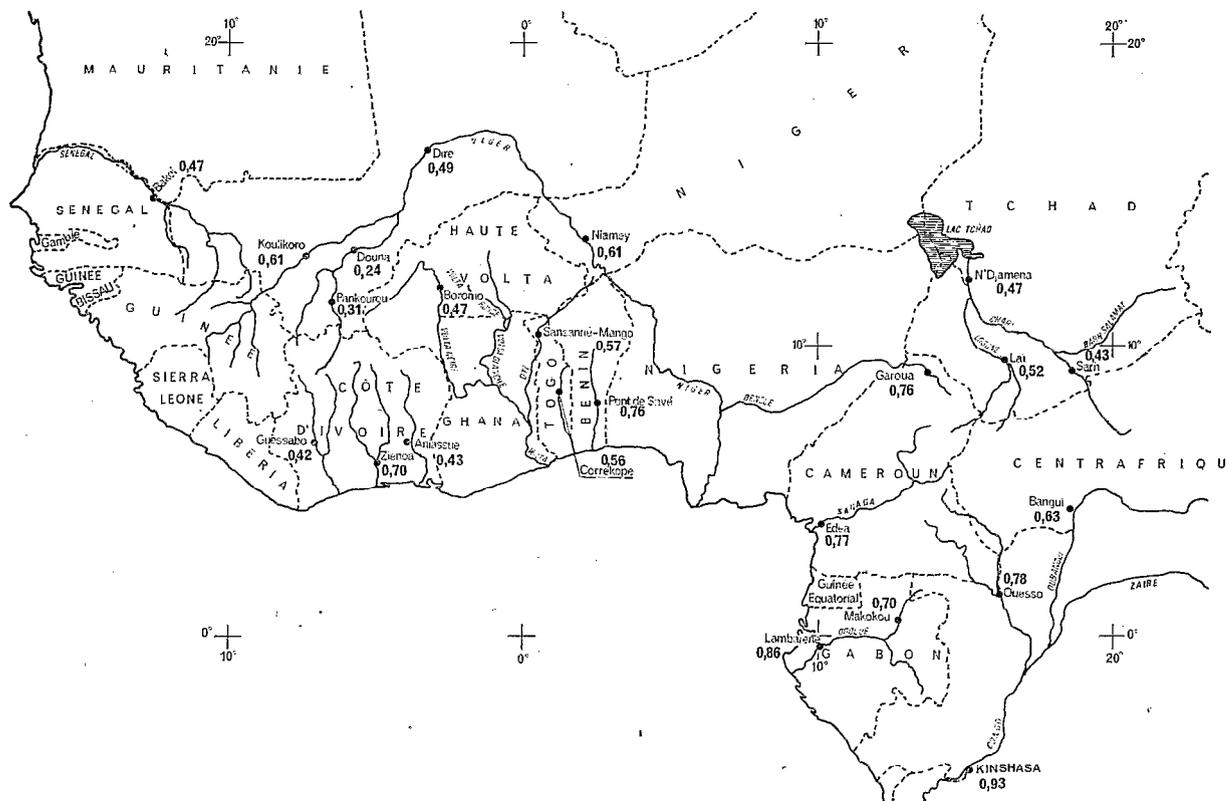


Fig. 24 b. — Hydraulicité des grands cours d'eau tropicaux et équatoriaux. Année 1973

TABLEAU XIII

Station et période d'observation	Débit moyen annuel	Réurrence en années	Débit maximal annuel	Réurrence en années	Débit minimal annuel	Réurrence en années
<i>Sénégal</i>						
Sénégal à Bakel (1903-1974)	Moyenne : 770		Moyenne : 4 720		Médiane : 2,3	
	1972 255	100	1972 1 430	50	1974 0	50-100
	1973 355	20	1973 2 550	15	1975 0,10	
	1968 426		1968 2 880		1973 0,25	
<i>Mali</i>						
Niger à Koulikoro (1907-1974)	Moyenne : 1 500		Moyenne : 6 110		Médiane : 37	
	1973 917	30	1972 3 820	50	1973 16,0	50-100
	1972 1 110	10	1973 4 300	20	1974 19,3	20
	1968 1 430		1968 5 300		1972 21,2	
Bani à Douana (1922 à 1936 1950 à 1974)	Moyenne: 647		Moyenne : 2 780		Médiane : 15	
	1973 157	40	1972 832	50	1973 1,0	50-100
	1972 168	20	1973 964	20	1972 2,9	20
	1974 314		1974 1 600		1974 3,5	
Bagoë à Pankourou (1956 à 1973)	Moyenne : 249		Moyenne : 1 280		Médiane : (2)	
	1973 78,1	30-40	1972 520	30	1974 0	30
	1972 94,7		1973 > 659		1973 0,45	
					1971 0,94	
<i>Niger</i>						
Niger à Niamey (1929 à 1936 et 1941 à 1975)	Moyenne : 989		Moyenne : 1 860		Médiane : 28,4	
	1973 605	50	1973 1 560	25	1974 0,60	100
	1972 737	10	1972 1 700	10	1973 2,60	30
	1971 806		1971 1 820		1975 6,17	15
<i>Haute-Volta</i>						
Volta Noire à Boromo (1955-1974)	Moyenne : 41,9		Moyenne : 127		Médiane : (6,10)	
	1973 19,7	30-50	1968 76,3	25	1975 1,70	20
	1972 21,0	10-20	1972 77,3	20		
<i>Côte d'Ivoire</i>						
Sassandra à Guessabo (1953-1974)	Moyenne : 279		Moyenne : 1 430		Médiane : (25)	
	1973 116	50	1973 815	50	1974 3,52	10
	1971 194	5	1972 862	20	1975 4,30	8
	1970 198		1969 1 040		1973 10,9	
N'Zi à Zienoa (1953-1974)	Moyenne : 92,3		Moyenne : 443		Médiane : 0,50	
	1969 31,0	10	1974 263	10	1973 0,14	10
	1972 43,4		1969 287		1975 0,20	
	1974 47,5		1972 395		1974 0,23	
Comoe à Aniassué (1953-1974)	Moyenne : 247		Moyenne : 1 400		Médiane : 4,50	
	1972 88	10	1972 317	20	1974 0,25	25
	1973 106		1973 659		1973 0,36	15
			1969 1 290			

TABLEAU XIII (suite)

Station et période d'observation	Débit moyen annuel	Réurrence en années	Débit maximal annuel	Réurrence en années	Débit minimal annuel	Réurrence en années		
<i>Togo</i>								
Mono à Corrékopé (1954-1974)	Moyenne :	60,3	Moyenne :	560	Médiane :	0		
	1972	28,7	6	1972	374	6		
	1973	33,5	4	1971	302	5		
	1971	34,6		1973	497			
					(pendant 30 jours)			
					1974	0		
					(pendant 172 jours)	30		
					1973	0		
					(pendant 129 jours)	5		
Oti à Sansanné Mango (1953-1974)	Moyenne :	137	Moyenne :	995	Médiane :	0,35		
	1973	78,4	6	1972	537	1972	0,20	
	1972	81,3	4	1973	568	1974	0,31	
							10	
						3		
<i>Bénin</i>								
Onémé au pont de Savé (1951-1974)	Moyenne :	136	Moyenne :	1 050	Médiane :	0		
	1972	19,7	30	1972	260	30	1974	0
	1971	81,9	5	1973	805	5	1973	0
							(pendant 142 jours)	50
							(pendant 107 jours)	30
						1972	0	
						(pendant 103 jours)	20	
<i>Tchad</i>								
Chari à N'Djaména (1932-1974)	Moyenne :	1 220	Moyenne :	3 560	Médiane :	105		
	1972	537	50-100	1972	1 430	50-100	1974	38,6
	1973	572	50	1973	2 130	50	1973	47,7
								100
Chari à Sarh (1938 à 1944, 1950 à 1974)	Moyenne :	295	Moyenne :	1 040	Médiane :	(35)		
	1972	108	50-100	1972	319	50	1974	(10?)
	1973	128	50	1973	511	20	1973	11,7
				1969	524			30
Logone à Laï (1948-1974)	Moyenne :	508	Moyenne :	2 490	Médiane :	(45)		
	1972	241	30-40	1972	964	30-40	1974	21,2
	1973	265	30	1973	1 430	20	1973	25,0
	1974	384		1974	1 600		1975	25,2
								20
<i>Cameroun</i>								
Bénoué à Garoua (1949-1973) depuis 1930 en hautes-eaux	Moyenne :	363	Moyenne :	3 140	Médiane :	(0,7)		
	1972	165	100	1972	1 060	100	1973	0,04
	1973	275	10	1971	2 360	5	1971	0,16
							10	
Sanaga à Edéa (1943-1973)	Moyenne :	2 010	Moyenne :	6 420	Médiane :	305		
	1972	1 440	50	1971	5 300	20	1973	144
	1973	1 550	20	1973	5 330	15	1972	164
	1971	1 580		1972	5 770		1974	173
								50
<i>R.C.A.</i>								
Oubangui à Bangui (1911, 1914 à 1920, 1935 à 1974)	Moyenne :	4 310	Moyenne :	10 640	Médiane :	781		
	1973	2 710	100	1973	7 030	100	1974	445
	1971	2 870	50	1971	7 860	30	1973	496
	1972	3 270	30	1972	9 170	5	1972	506
							20	
							10	

TABLEAU XIII (suite)

Station et période d'observation	Débit moyen annuel	Récurrance en années	Débit maximal annuel	Récurrance en années	Débit minimal annuel	Récurrance en années
<i>Gabon</i>						
Ogooué à Lambaréné (1929-1974) avec lacunes	Moyenne : 4 670 1973 4 020 1971 4 080 1972 4 160	8-10	Moyenne : 9 430 1972 7 810 1968 8 350 1973 8 870	6-8	Médiane : 1 510 1974 1 400 1971 1 450 1975 1 460	5
Ivindo à Makokou (1954-1974)	Moyenne : 616 1973 433 1971 443 1972 485	10-20 5	Moyenne : 1 630 1973 1 010 1972 1 210 1971 1 410	20 10	Médiane : 110 1975 38 1973 79 1971 110	20 4
<i>Congo</i>						
Sangha à Ouessou (1948-1974)	Moyenne : 1 740 1972 1 270 1973 1 350 1971 1 570	30	Moyenne : 3 900 1973 2 920 1972 3 220 1971 3 790	20	Médiane : 725 1973 468 1974 518 1972 616	30
<i>Zaïre</i>						
Zaïre à Kinshasa (1902-1973)	Moyenne : 41 000 1972 37 800 1973 38 100	5-6	Moyenne : 59 400 1973 52 500 1971 56 200	5	Médiane : 29 000 1973 24 400 1971 28 000	10-15

estimation de la récurrance atteinte pour le module annuel jusqu'à l'année hydrologique 1974-75, le débit maximal de crue et le débit d'étiage absolu. (Les séries complètes de ces mêmes stations sont fournies en Annexe 5.3.)

#### 2.4.3.1. Casamance et Gambie

Ces régions ont très souffert de la sécheresse, qui a été également très forte en Guinée Bissau où les pluies représentent parfois en 1972 et 1973 le tiers de la normale.

La Gambie à Goulombo connaît trois années très dures en 1972, 1971, 1973, par ordre d'importance, et le module annuel s'abaisse à 117 m<sup>3</sup>/s. En 1974, l'écoulement redevient normal avec 275 m<sup>3</sup>/s.

Sur la Casamance à Kolda, dont le module moyen est situé à 6 m<sup>3</sup>/s, le débit annuel tombe à 1,07 m<sup>3</sup>/s en 1972 (récurrance 20 ans) et présente une fréquence décennale sèche en 1968 et 1973 (1,90 et 2,07 m<sup>3</sup>/s). En 1974, l'écoulement ne reprend que de façon assez modeste : 2,30 m<sup>3</sup>/s.

#### 2.4.3.2. Côte-d'Ivoire

L'écoulement est suivi depuis un peu plus de vingt ans sur les grands bassins du Sassandra, du Bandama et de la Comoé qui ont connu deux années sèches en 1956 et surtout 1958.

Sur le bassin du Sassandra, la sécheresse de 1973 l'emporte tant pour le module que pour le maximum de crue ou d'étiage et la récurrance est peut-être cinquantenaire pour le module.

Sur les deux autres bassins, la sécheresse de 1958 l'emporte en ce qui concerne la faiblesse du module et la pointe de crue, sauf pour la Comoé à Aniassué dont la crue 1972 est sensiblement vintenaire. Les étiages sont également très sévères sur la Comoé ; sur le haut Bandama et le Nzi, ils présentent un caractère moins exceptionnel car le tarissement y est très prononcé même en année normale, quoi qu'il en soit, la récurrance de l'année la plus sèche, 1972-73, est au moins décennale sur les cours d'eau ivoiriens, parfois plus élevée.

### 2.4.3.3. Haute-Volta

Les années les plus sèches sont 1972 et 1973, mais les déficits sont moins marqués dans le centre du pays. C'est pour cela que, sur plusieurs stations de la Volta Blanche, les débits de ces années-là ne viennent qu'au 4<sup>e</sup> ou 5<sup>e</sup> rang en vingt ans d'observation.

Sur la Volta Noire, dont le bassin voltaïque a plus souffert de la sécheresse que les autres Voltas, l'année la plus faible est 1973. A Samandeni, le module s'abaisse à 7,06 m<sup>3</sup>/s (contre 17,6 m<sup>3</sup>/s en moyenne, soit un déficit de 60%) ; à Boromo, le module 73 n'est que de 19,7 m<sup>3</sup>/s (la moyenne est de 41,9 m<sup>3</sup>/s, déficit de 57%). Les crues sont également très faibles et les étiages rigoureux (sans doute inférieurs à 0,5 m<sup>3</sup>/s à Samandeni et à 1 m<sup>3</sup>/s à Boromo, ce qui n'avait jamais été observé).

Sur la Volta Blanche, le haut bassin est sahélien, les stations de Kongoussi et de Wayen donnent une récurrence tout juste décennale à l'année 1972. Vers l'aval, le déficit diminue encore (influence des régions plus arrosées), mais près de la frontière à Yakala, le déficit s'accroît nettement et le module 1972 est estimé à 12 m<sup>3</sup>/s (moyenne de l'ordre de 32 m<sup>3</sup>/s, soit un déficit de 60%) soit une récurrence au moins trentenaire, comme pour la Volta Noire.

Sur la Volta Rouge, c'est également l'année 1972 qui est la plus rigoureuse ; on estime le module 1972 à Nangodi (au Ghana) à 8,9 m<sup>3</sup>/s (moyenne 28 m<sup>3</sup>/s, soit un déficit de 70%).

### 2.4.3.4 Togo-Bénin

Au Togo-Bénin, les années les plus sèches observées sont d'abord 1958 (récurrence comprise entre 20 et 50 ans suivant les endroits), puis 1961 et 1965. Les années 1972 et 1973 ne sont pas particulièrement sévères au Togo et l'on estime que pour le Mono à Korrekopé, comme pour l'Oti à Sansanné-Mango, la récurrence de ces deux années est voisine de 5 ans pour le module annuel comme pour le maximum de crue. Les étiages sont plus rigoureux, surtout pour le Mono où l'écoulement est nul pendant presque six mois en 1974 et plus de quatre mois en 1973.

Au Bénin, la sécheresse est plus dure et le module 1972 de l'Ouémé au Pont de Savé (19,7 m<sup>3</sup>/s) vient au 2<sup>e</sup> rang après celui de 1958 (3,26 m<sup>3</sup>/s) de même que le maximum de crue. La probabilité de récurrence est sans doute de 0,03.

Par contre, le nombre de jours sans écoulement est sans commune mesure avec celui de 1958 qui n'était qu'une année sèche isolée entre deux années pluvieuses. La succession d'années très sèches entraîne depuis 1972 un tarissement très précoce et un allongement de la durée sans écoulement qui atteint 142 jours en 1974 (récurrence peut-être cinquantenaire).

### 2.4.3.5. Cameroun

La sécheresse des années 1972 et 1973 a fait l'objet d'un rapport détaillé de M. OLIVRY (cf. Bibliographie). A Garoua, sur la Bénoué qui est suivie depuis 1930 en hautes-eaux, le module 1972 est le plus faible de la série : 163 m<sup>3</sup>/s (moyenne 363 m<sup>3</sup>/s, déficit 55%). Le maximum de crue n'est que de 1 060 m<sup>3</sup>/s (moyenne 3 140 m<sup>3</sup>/s) et l'étiage absolu est de l'ordre de 40 l/s. L'intervalle de récurrence est sans doute centenaire. En 1973, la situation est moins sévère, sans doute décennale.

A Edéa, sur la Sanaga qui est le cours d'eau le plus important du Cameroun et qui est suivie depuis trente ans, le module 1972 est également le plus faible jamais observé avec 1 440 m<sup>3</sup>/s (moyenne 2 010 m<sup>3</sup>/s, déficit 28%), l'intervalle de récurrence est vraisemblablement cinquantenaire.

### 2.4.3.6. République Centrafricaine

La sécheresse se fait sentir de façon très nette pendant trois ans de 1971 à 1973. Les cours d'eau alimentant le bassin tchadien comme ceux drainés par l'Oubangui offrent des déficits sensibles. L'influence de la raréfaction des pluies et de la mauvaise alimentation des nappes est très bien illustrée par les relevés de la station de Bangui sur l'Oubangui, dont les premières observations remontent à 1911, mais avec malheureusement pratiquement aucune donnée suivie jusqu'en 1935.

Le plus faible module connu est celui de 1973 avec 2 710 m<sup>3</sup>/s (moyenne 4 310 m<sup>3</sup>/s, déficit de 37%) à peine inférieur à celui de 1971. Le maximum de crue le plus faible est noté également en 1973 avec 7 030 m<sup>3</sup>/s (moyenne 10 640 m<sup>3</sup>/s). La récurrence pour ces deux données est sans doute centenaire.

En ce qui concerne les étiages, la baisse est progressive de 1971 à 1974 et l'on évalue le débit du 5 avril 1974 à 445 m<sup>3</sup>/s, valeur très voisine du minimum absolu estimé à 440 m<sup>3</sup>/s le 3 avril 1945. La récurrence est peut-être cinquantenaire.

#### 2.4.3.7 Gabon

A partir des données de l'Ogooué à Lambaréné (connues ou reconstituées depuis 1929) et de l'Ivindo à Makokou (vingt ans de relevés), on peut estimer que l'écoulement de l'année 1973 est sans doute de récurrence décennale. L'année la plus sèche de la série de Lambaréné est 1958 suivie par 1941. Les étiages de la dernière sécheresse sont un peu inférieurs à la médiane et l'étiage 1973 vient au 11<sup>e</sup> rang des valeurs non dépassées. Pour l'Ivindo à Makokou, la récurrence est peut-être un peu plus forte, mais l'on ne dispose pas de données relatives aux années 40. On remarquera que le déficit atteint 30% sur ce bassin alors qu'il n'atteint pas 15% sur l'Ogooué. On notera également la rigueur de l'étiage en 1975.

#### 2.4.3.8. Congo-Zaïre

Tous les cours d'eau de la République du Congo présentent un déficit marqué en 1972 et 1973 et à certaines stations, l'année 1958 n'est plus l'année la plus sèche de ces deux dernières décades. C'est le cas du Kouilou et de la Sangha. A Ouesso, sur ce dernier fleuve, le module 1972 est de 1 270 m<sup>3</sup>/s (moyenne 1 740 m<sup>3</sup>/s) et début 1973 le débit s'abaisse à 468 m<sup>3</sup>/s, plus faible valeur connue depuis 1948.

Au Zaïre, la station de Kinshasa, qui est suivie depuis 1902, montre que le module annuel 1972-1973 vient au 13<sup>e</sup> rang des 72 valeurs classées (récurrence 5-6 ans) alors que le maximum de crue se place au 15<sup>e</sup> rang. L'étiage du 30 juillet 1973 (24 400 m<sup>3</sup>/s, moyenne 29 300 m<sup>3</sup>/s) est beaucoup plus rare car il figure au 6<sup>e</sup> rang de toutes les valeurs classées (minimum observé 21 400 m<sup>3</sup>/s en 1905) tout de suite après l'année 1958 qui avait vu un débit de 24 000 m<sup>3</sup>/s. La récurrence de cet étiage doit être comprise entre 10 et 15 ans. En 1973-74, les débits sont un peu plus élevés mais encore inférieurs à la moyenne.

### 2.5. COMPARAISON AVEC LES AUTRES SÉCHERESSES CONNUES

#### 2.5.1 Les grands cours d'eau

Il n'existe aucune donnée hydrologique chiffrée concernant les cours d'eau sahéliens sur la sécheresse 1940-45 et, a fortiori, sur la sécheresse 1913-1914. Cependant, malgré la brièveté de la période d'observation sur les cours d'eau suivis de l'est de la Haute-Volta au Tchad, il ne semble pas, au moins pour cette zone, que la récurrence soit supérieure à cinquante ans puisque dans bon nombre de cas où les observations sont complètes depuis vingt ans, on observe des années, telles 1957 ou 1960, plus déficitaires que 1968 ou 1972.

En ce qui concerne les grands fleuves tropicaux, les observations continues faites à Bakel sur le Sénégal depuis 1903 et à Koulikoro sur le Niger depuis 1907 permettent une comparaison des trois grandes sécheresses, les constatations établies étant renforcées par les données fournies par le Nil à Assouan et les variations du lac Tchad. D'autre part, les débits du Chari à N'Djaména et de l'Oubangui à Bangui facilitent les comparaisons entre les deux dernières sécheresses et l'information provenant de l'Ogooué et du Zaïre apporte des indications précieuses sur l'extension des sécheresses aux zones équatoriales.

Le tableau XIV donne pour les fleuves tropicaux les débits les plus faibles (et leur récurrence) des grandes périodes de sécheresses.

— A l'échelle annuelle, les modules 1972 ou 1973 semblent avoir été inférieurs à ceux de la sécheresse « 1940 » et très voisins de ceux de la sécheresse « 1913 ». Ils sont du même ordre de grandeur pour le Sénégal, par contre sur la partie du Niger en amont de la cuvette lacustre, les années 1913 et 1914 ont été plus faibles que l'année 1973.

La comparaison des étiages absolus est plus délicate car les étiages ne sont connus avec précision que pour la dernière sécheresse. Toutefois, la stabilité de l'étalement et la qualité des relevés anciens permettent de penser que sur le Niger, les basses eaux « 1913 » et « 1940 » étaient très proches de celles de 1973 et 1974, mais peut-être un peu plus abondantes. D'autre part, les traditions orales rapportent que le Sénégal s'est déjà asséché au cours de l'époque historique. On peut estimer que, pour les étiages absolus, les années 1973 ou 1974 sont plus sévères que la sécheresse « 1940 » (cela est très net pour le Chari) et au moins équivalentes aux années 13.

Quant aux débits maximaux de crue, ceux de 1972 ou de 1973 sont supérieurs à ceux de 1913 et se classent au 2<sup>e</sup> rang aussi bien pour le Sénégal que pour le Niger. Sur l'Oubangui, la crue 1973 est peut-être la plus faible depuis le début du siècle, mais la crue de 1913 qui n'est pas connue n'a peut-être pas dépassé 7 000 m<sup>3</sup>/s.

— A l'échelle de 3 ou de 5 années consécutives (tableau XV), la dernière sécheresse semble être à peu près équivalente aux deux autres pour le Sénégal et un peu moins sévère pour le Niger sur le plan des modules annuels,

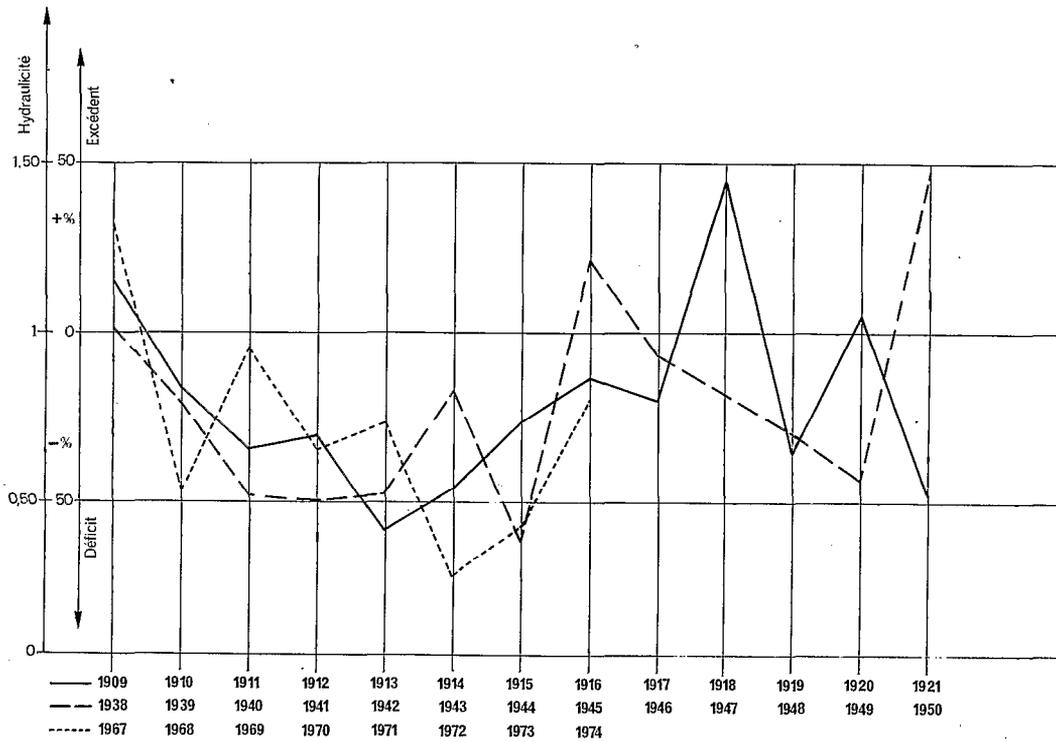


Fig. 25. — Variations de l'hydraulicité au cours des 3 périodes de sécheresse. Le Sénégal à Bakel

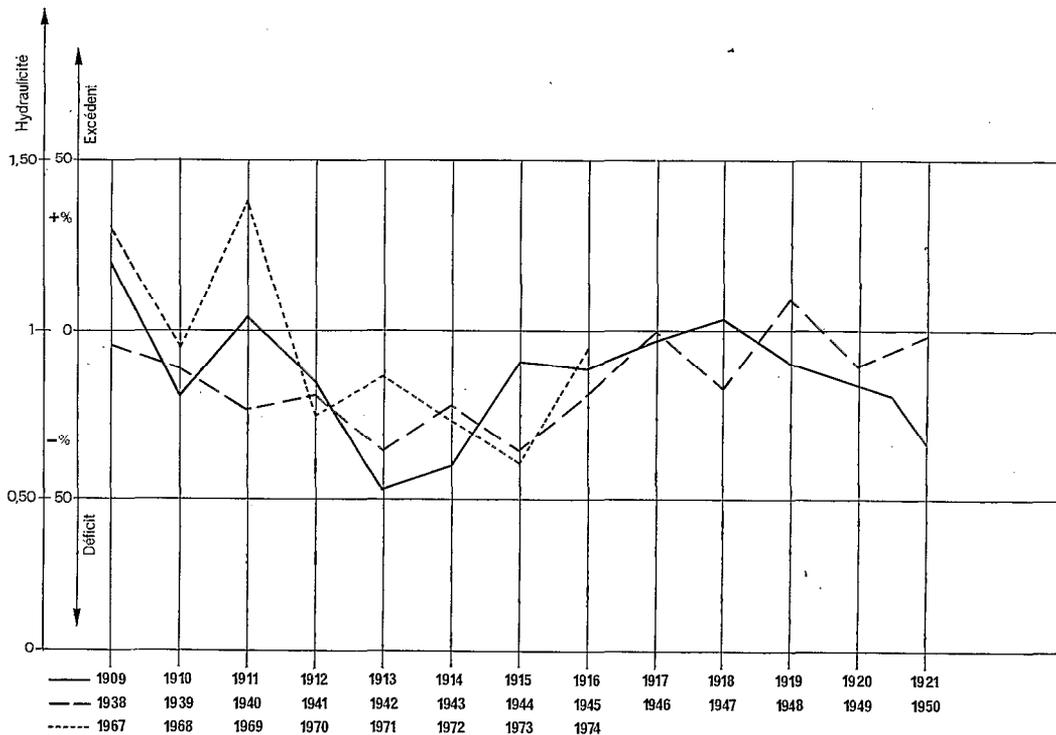


Fig. 26. — Variations de l'hydraulicité au cours des 3 périodes de sécheresse. Le Niger à Koulikoro

TABLEAU XIV

Station et période d'observation	Débit moyen annuel (m <sup>3</sup> /s)	Récurrence		Débit maximal annuel (m <sup>3</sup> /s)	Récurrence		Débit minimal annuel (m <sup>3</sup> /s)	Récurrence	
		Rang	Années		Rang	Années		Rang	Années
Sénégal à Bakel (1903-1974)	Moyenne : 770			Moyenne : 4 720			Médiane : 2,3		
	1913 272	2	50	1913 1 040	1	100			
	1914 444	10	12	1914 1 880	4	20			
	1944 331	3	25	1944 1 740	3	30			
	1972 255	1	100	1972 1 430	2	50	1973 0,25		
	1973 355	4	20	1973 2 250	6	15	1974 0		50-100
Niger à Koulikoro (1907-1974)	Moyenne : 1 500			Moyenne : 6 110			Médiane : 37		
	1913 796	1	100	1913 3 560	1	100	1913 (22)		
	1914 907	2	50	1914 4 410	6	15	1917 (17,5)		50
	1942 976	4	15	1940 3 940	3	8	1941 (23)		
	1944 977	5	15	1942 4 840	8	8	1945 (19)		
	1972 1 110	8	10	1972 3 820	2	50	1973 16,0		100
	1973 917	3	30	1973 4 300	5	20	1974 19,3		
Chari à N'Djaména (1932-1974)	Moyenne : 1 230			Moyenne : 3 560			Médiane : 105		
	1913 ?			1913 ?			1913 ?		
	1914 ?			1914 ?			1914 ?		
	1940 805	4	10	1940 2 260	4	25	1940 (80)		
	1941 739	3	15	1941 2 190	3	30	1941 (79)		
	1972 537	1	50-100	1972 1 430	1	50-100	1973 47,7		50
	1973 572	2	50	1973 2 130	2	50	1974 38,6		100
Oubangui à Bangui (1911-1974) Avec lacunes	Moyenne : 4 310			Moyenne : 10 600			Médiane : 810		
	1918 3 700	8	7	1918 7 320	2	50	1913 490	3	30
	1943 3 600	7	10						
	1944 3 520	6	10	1944 8 180	5	10	1944 440	1	100
	1971 2 870	2	50				1945 537	7	10
	1972 3 270	3	30	1971 7 860	3	30	1972 496	4	20
	1973 2 710	1	100	1973 7 030	1	100	1973 445	2	50

pour les crues maximales consécutives, c'est-à-dire pour les possibilités de débordement, les années 13 ont été beaucoup plus mauvaises.

— A l'échelle de 10 années consécutives, que ce soit pour les apports annuels ou pour les crues maximales, les années 13 sont les plus rigoureuses et les années 40 viennent au second rang. Et il ne semble pas que les débits de 1975 ou de 1976 puissent modifier ce classement. Nous avons reporté sur les figures 25 et 26 les hydraulicités des périodes correspondantes pour montrer comme la dernière sécheresse perd de sa sévérité vis-à-vis des deux autres lorsque le nombre d'années consécutives étudiées augmente.

— Sur les bassins équatoriaux, la sécheresse récente a provoqué une très nette diminution de l'écoulement mais la sécheresse des années 40 y a eu des effets beaucoup plus sensibles aussi bien à l'échelle annuelle qu'à l'échelle de plusieurs années consécutives et lorsque la sécheresse des années 13 est connue (Zaire à Kinshasa) celle-ci l'emporte très largement sur les deux autres.

### 2.5.2. Le lac Tchad

Le premier explorateur européen atteint le bord du lac Tchad en 1823, mais les premières observations à caractère scientifique ne seront effectuées qu'à partir de 1906 par le Général TILHO qui installe dans la cuvette sud la première échelle limnimétrique le 25 janvier 1908, suivie jusqu'à la fin de la même année. Une seconde échelle sera lue de la fin 1912 à la fin 1913 et il faudra attendre jusqu'en 1953 pour voir l'installation par l'ORSTOM d'une station à Bol, dont les relevés sont complets depuis 1956 mais ne sont plus représentatifs du niveau moyen du lac

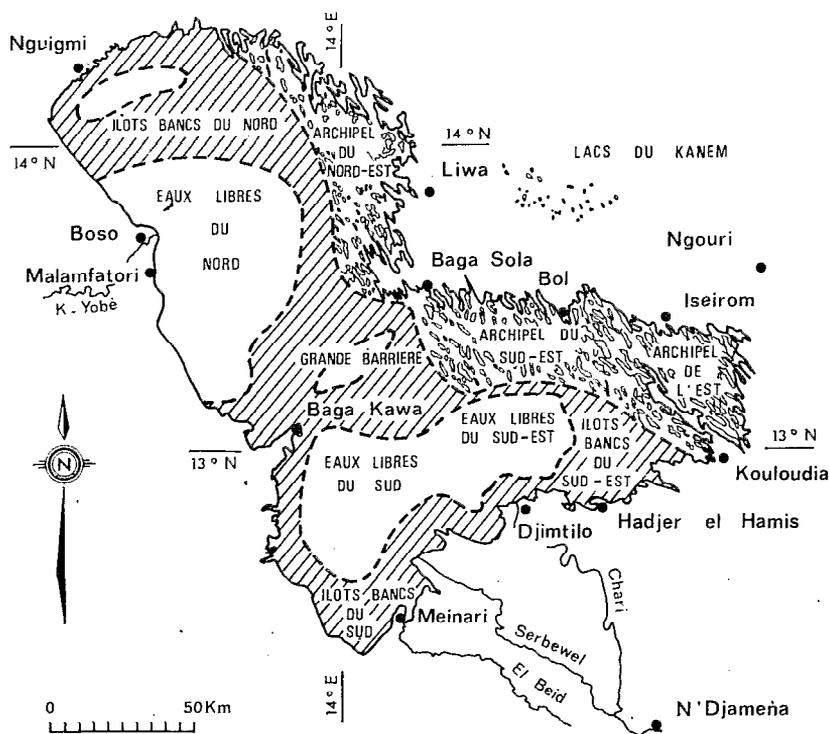


Fig. 27. — Le lac Tchad à la cote 281,50 (minimum en période de pluviosité moyenne)

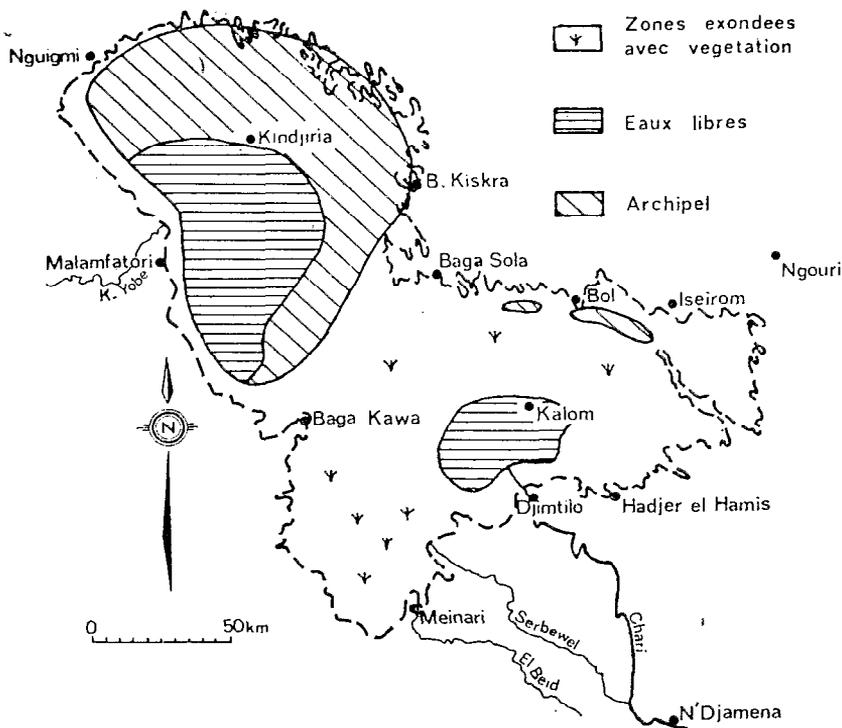


Fig. 28. — Carte schématique du lac au début juillet 1973

TABLEAU XV

MODULE MOYEN (en m <sup>3</sup> /s)						
3 ANS CONSÉCUTIFS						
Sénégal à Bakel	401	1971-1973	427	1940-1942	435	1912-1914
Niger à Koulikoro	991	1912-1914	1 040	1942-1944	1 110	1971-1973
5 ANS CONSÉCUTIFS						
Sénégal à Bakel	455	1940-1944	476	1970-1974	486	1910-1914
Niger à Koulikoro	1 100	1940-1944	1 180	1911-1915	1 180	1970-1974
10 ANS CONSÉCUTIFS						
Sénégal à Bakel	527	1907-1916	569	1940-1949	650	1965-1974
Niger à Koulikoro	1 230	1937-1946	1 280	1910-1919	1 430	1965-1974
CRUE MAXIMALE MOYENNE (en m <sup>3</sup> /s)						
3 ANS CONSÉCUTIFS						
Sénégal à Bakel	2 020	1913-1915	2 770	1971-1973	2 940	1942-1944
Niger à Koulikoro	4 390	1913-1915	4 590	1971-1973	4 940	1942-1944
5 ANS CONSÉCUTIFS						
Sénégal à Bakel	2 540	1911-1915	2 890	1940-1944	3 100	1969-1973
Niger à Koulikoro	4 920	1912-1916	5 090	1942-1946	5 150	1970-1974
10 ANS CONSÉCUTIFS						
Sénégal à Bakel	3 330	1907-1916	3 680	1939-1948	4 240	1965-1974
Niger à Koulikoro	5 190	1907-1916	5 230	1937-1946	5 960	1965-1974

au cours de l'assèchement partiel de 1973. Malgré le peu de régularité des observations depuis le début du siècle, les variations du niveau du lac Tchad ont pu cependant être reconstituées assez correctement grâce à une corrélation significative (cf. Monographie du lac Tchad) entre les apports du Nil à Assouan, connus depuis 1870 et les débits maximums du Chari à N'Djaména, à partir desquels on peut prévoir les variations annuelles du niveau du lac.

On constate que le lac Tchad a connu des périodes de basses eaux de 1906 à 1908, en 1914, en 1945 et 1946. La première de ces périodes a été décrite en détail par le Général TILHO.

Celui-ci distinguait trois états pour le lac :

— Le stade « Grand Tchad » correspondant à une cote de 284 m qui a été décrit par les voyageurs du XIX<sup>e</sup> siècle mais n'a plus été observé depuis. A ce stade les îlots-bancs ont disparu, la navigation est possible partout et l'eau remonte vers les anciens lacs du Borkou, dans le Bahr El Ghazal tchadien. La surface en eau est estimée à 25 000 km<sup>2</sup>.

— Le stade « Tchad normal » est celui que TILHO a observé de 1917 à 1919 et que l'on a connu de 1967 à 1969, la cote du plan d'eau est voisine de 282 m, la superficie en eau de l'ordre de 15 000 à 20 000 km<sup>2</sup>. La navigation est possible sinon facile.

— Le stade « Petit Tchad » est atteint lorsque le plan d'eau s'abaisse à la cote 280. La navigation devient pratiquement impossible dans la cuvette sud qui est séparée du nord par l'exondation de la Grande Barrière.

Ce sont ces conditions de l'état du lac, observées par TILHO au début du siècle, qui sont réapparues au cours de la dernière sécheresse. Au début des années 1904 et 1973, la Grande Barrière était encore ouverte et la cuvette nord navigable. En 1905 et 1974, la Grande Barrière était fermée avec un assèchement progressif de la partie nord. Celui-ci est devenu total en 1906, à la suite de quoi une abondante végétation arbustive s'est développée gênant par la suite la remise en eau de 1908 (fig. 30).

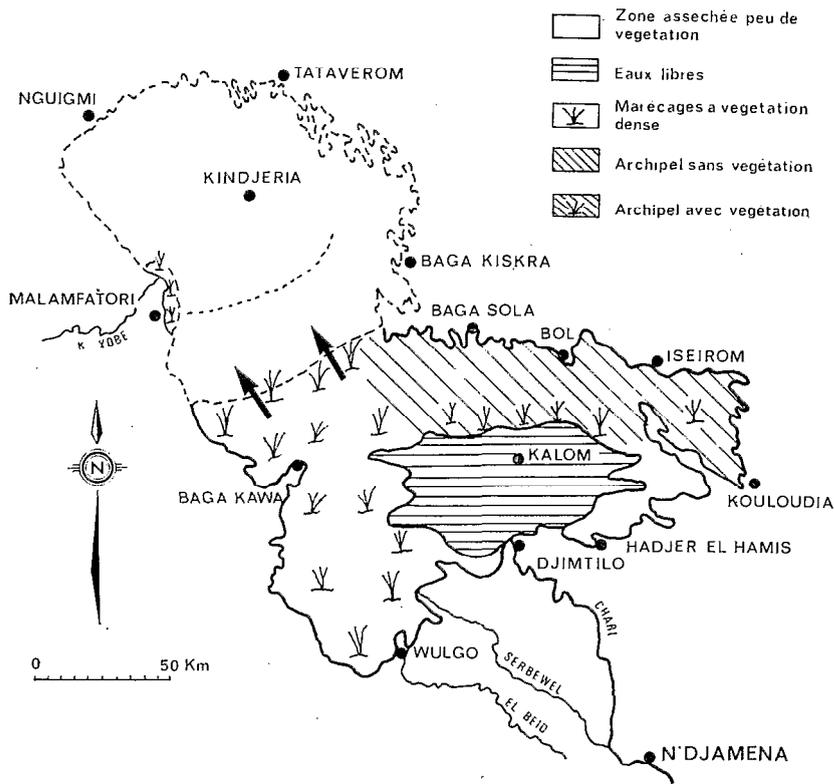


Fig. 29. — Le lac Tchad en novembre 1975

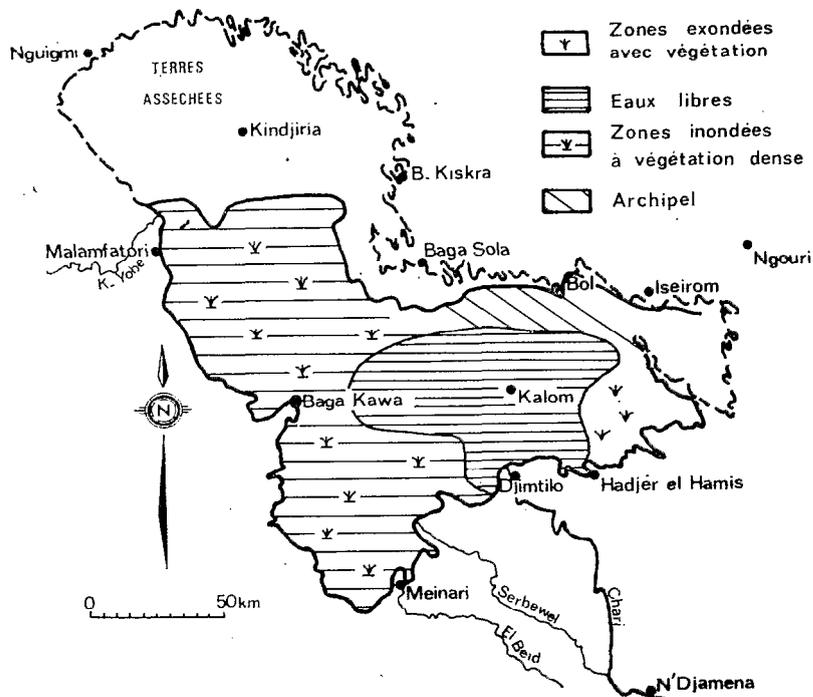


Fig. 30. — Le lac Tchad au début de 1908 (d'après le général Tilho) (niveau maximum 1907-1908)

La situation du lac Tchad de 1973 à 1975 n'est donc pas exceptionnelle ; déjà observée au début du siècle, de telles basses-eaux ont dû à nouveau se produire de 1913 à 1915 et dans une mesure moindre, car les apports sont connus et sont plus abondants, dans la période 1940 à 1946. La morphologie du fond du lac (dunes inondées) tend à prouver qu'il y a eu dans un passé relativement récent des sécheresses pires que celle que l'on vient d'observer.

### 3. CONCLUSION

Nous nous sommes volontairement limités à la partie descriptive des paramètres quantitatifs précipitation et écoulement des sécheresses de la période historique récente pour laquelle on dispose de données d'observation.

Les aspects hydrologiques de l'intense sécheresse qui a régné en Afrique intertropicale ces dernières années, avec un maximum de gravité en 1972 et 1973, sont connus de façon très inégale. La sécheresse des cours d'eau sahéliens observés de la Haute-Volta au Tchad a un temps de récurrence relativement faible, en général de 20 ans, mais atteignant localement 40 ans. De la Mauritanie au Sénégal où la sécheresse a été la plus intense et la plus prolongée et également la plus mal connue sur le plan de l'écoulement, la récurrence est certainement de 50 ans. Sur les bassins des grands fleuves tropicaux, les données tant pluviométriques qu'hydrologiques sont plus nombreuses et la récurrence du phénomène semble être de 50 ans pour le fleuve Niger et comprise entre 50 et 100 ans pour le fleuve Sénégal, le bassin du lac Tchad et l'Oubangui.

Les stations pluviométriques de longue durée, les quelques stations anciennes des grands fleuves et les variations du niveau du lac Tchad, montrent que depuis le début du siècle, les deux périodes de sécheresse de 1907 à 1916 et de 1940 à 1949 ont présenté une extension, une persistance et une rigueur très comparables.

Si la sécheresse de « 1940 » semble être la moins intense des trois, il y a lieu de penser, par contre, que la sécheresse de « 1913 », qui a été tout aussi dévastatrice, l'emporte par certains aspects sur la sécheresse actuelle.

Toutefois, il paraît peut-être encore un peu prématuré de dire que la sécheresse est complètement terminée. Certes, après une reprise amorcée timidement en 1974, les pluies sont redevenues proches des normales en 1975, mais les étiages demeurent sévères au début de cette année et les conséquences socio-économiques désastreuses provoquées par le manque d'eau sont loin d'avoir disparu.

D'autre part, quelle que soit la tendance climatique, qui ne peut se faire sentir que de façon très progressive, l'enseignement du passé montre qu'il est fort probable qu'une période de sécheresse comparable à celle de 1968 à 1973 survienne, disons tous les quarante ou cinquante ans, ce qui veut dire au sens statistique que la prochaine sécheresse peut très bien réapparaître dans quinze ou vingt ans. Cela est d'autant plus redoutable que l'on est sûr qu'à intensité voisine, les dégâts occasionnés risquent d'être encore plus importants. Seule une action concertée, commune et à long terme des pays du Sahel permettra, par une stratégie anti-sécheresse entreprise dès maintenant d'en atténuer, voire même d'en neutraliser les effets.

### 4. BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie que nous présentons, reflet de l'intérêt suscité à l'échelon international par la gravité de la sécheresse, ne doit pas faire illusion malgré sa relative abondance ; elle se limite en effet au cadre restreint de la climatologie et de l'hydrologie, sans être exhaustive même en ce domaine. Le lecteur intéressé par des références portant sur d'autres aspects, socio-économiques et historiques notamment, pourra consulter en particulier :

F.A.O. - 1973 - La zone sahélienne, bibliographie sélectionnée pour l'étude de ces problèmes. *FAO Library*, n° 9, Rome, 75 p.

PLOTE (H.) - 1974 - L'Afrique Sahélienne se dessèche-t-elle ? in *BRGM*, n° 74, SGN 261 AME.

LA DOCUMENTATION FRANÇAISE - 1975 - Notes et Etudes documentaires n° 4216-4217. La sécheresse en zone sahélienne. Causes. Conséquences. Etudes des mesures à prendre. Secrétariat Général du Gouvernement, Académie des Sciences d'Outre-Mer.

E.N.D.A. - 1975 - Numéro spécial sur la sécheresse. *Environnement africain*. Vol. I, n° 2. IDEP. Environnement, Dakar, Sénégal.

O.C.D.E. - 1976 - Eléments de bibliographie sur la sécheresse au Sahel, par Stephen J. JOYCE et Françoise BEUDOT. *OCDE*, Paris.

#### 4.1. PUBLICATIONS ORSTOM

##### 4.1.1. Publications récentes du Service Hydrologique (lac Tchad excepté)

- ROCHE (M.) – 1973 – Note sur la sécheresse actuelle en Afrique de l'ouest. Note interne provisoire *ORSTOM*, Paris.
- ROCHE (M.) – 1973 – Report of the 1973 Symposium (19-20 July), Drought in Africa, edited by David Dolby et R. J. Harrison Church. Centre for African Studies. School of Oriental and African studies. University of London.
- ROCHE (M.), RODIER (J.) – 1973 – La sécheresse actuelle en Afrique tropicale, *Bulletin AISH*, vol. 18, n° 4, p. 411-418.
- ROCHE (M.) – 1973 – Les incidences climatiques et hydrologiques de la sécheresse. *Techniques et Développement*, n° 10.
- CHAPERON (P.) – 1973 – Quatre années de sécheresse dans le Sahel. ORSTOM, Dakar, Colloque de Nouakchott.
- SIRCOULON (J.) – 1974 – Les données climatiques et hydrologiques de la sécheresse en Afrique de l'ouest sahélienne. Secrétariat for International Ecology, Sweden Report n° 2.
- RODIER (J.) – 1974 – Aperçu sur les données hydrologiques de la sécheresse de la période 1970-73 en Afrique tropicale, *ORSTOM*, Paris.
- RODIER (J.) – 1974 – Les caractères de la sécheresse dans les régions tropicales et subtropicales et plus particulièrement de la sécheresse de 1972 en Afrique. Rapport technique présenté par l'AISH et préparé en collaboration avec l'OMM. Point 6-4 de l'ordre du jour, *UNESCO*, 2-14 septembre 1974.
- LAMAGAT (J.-P.) – 1974 – La sécheresse dans le Sahel ouest-africain et ses conséquences sur les zones inondées dans les bassins du Niger, du Sénégal et du lac Tchad. *ORSTOM*, FAO, Paris.
- LAMAGAT (J.-P.) – 1974 – Déficit pluviométriques et hydrométriques de 1971 à 1973. Direction de l'Hydraulique et de l'Energie. Bamako, 8 p., 6 fig.
- OLIVRY (J. C.) – 1974 – Les déficits hydropluviométriques au Cameroun pendant les années sèches 1972 et 1973. *ORSTOM*, Yaoundé.
- RODIER (J.) – 1975 – L'hydrologie des régions sahéliennes et la sécheresse 1970-73. *ORSTOM*, Paris.
- RODIER (J.) – 1975 – Evaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain. *Travaux et documents de l'ORSTOM*, n° 46.
- ROCHE (M.), RODIER (J.), SIRCOULON (J.) – 1975 – Les aspects hydrologiques de la sécheresse récente en Afrique de l'ouest (Aspects météorologiques et hydrologiques des sécheresses continentales. Symposium sur les sécheresses continentales. XVI<sup>e</sup> Assemblée générale de l'UGGI, Grenoble).
- RODIER (J.) – 1975 – L'hydrologie des régions sahéliennes et la sécheresse 1968-1973, in *Etudes scientifiques* (Editions et publications des Pères Jésuites), Paris, 49 p.
- SIRCOULON (J.) – 1976 – La récente sécheresse des régions sahéliennes. Session d'étude des 18 et 19 mars 1976 de la Société Hydrotechnique de France, 14 p., 15 gr., Paris.
- RODIER (J.) – 1976 – Dernières études sur les sécheresses à l'échelle continentale. Session d'étude des 18 et 19 mars 1976 de la SHF, Paris, 5 p.

##### 4.1.2. Publications récentes sur le lac Tchad

- ROCHE (M. A.) – 1971 – Géographie et éléments numériques sur la superficie et la bathymétrie du lac Tchad. *ORSTOM*, N'Djaména, 7 p. multigr.
- CHOURET (A.), DURAND (J. R.) – 1972 – Note sur la crue exceptionnellement faible du Chari à Fort-Lamy en 1972 et ses incidences sur le niveau du lac Tchad. *ORSTOM*, N'Djaména, 7 p., multigr.
- CARMOUZE (J.-P.), CHOURET (A.), DURAND (J.-R.) – 1973 – Données récentes sur l'évolution du lac Tchad en 1972-1973. *ORSTOM*, N'Djaména, 11 p. multigr.
- CARMOUZE (J.-P.), CHOURET (A.), FRANC (J.) – 1973 – Etiage du lac Tchad en 1973 : assèchement de la cuvette sud. *ORSTOM*, N'Djaména, 8 p. multigr.
- ROCHE (M.-A.) – 1973 – Traçage naturel salin et isotopique des eaux du système hydrologique du lac Tchad. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Paris VI.
- BILLON (B.), GUISE CAFRE (J.), HERBAUD (J.), OBERLIN (G.) – 1974 – Le bassin du fleuve Chari. *ORSTOM*, Paris, Monographie hydrologique, 450 p.

- CHOURET (A.), FRANC (J.), LEMOALLE (J.) - 1974 - Evolution hydrologique du lac Tchad de juillet à décembre 1973. *ORSTOM*, N'Djaména, 9 p. multigr.
- CHOURET (A.), LEMOALLE (J.) - 1974 - Evolution hydrologique du lac Tchad durant la sécheresse 1972-1974. *ORSTOM*, N'Djaména, 12 p., multigr.
- CHOURET (A.) et al. - 1974 - Les effets de la sécheresse actuelle en Afrique sur le niveau du lac Tchad. *Cah. ORSTOM, sér. Hydrol.*, vol. XI, n° 1, 1974, pp. 35-46.
- CHOURET (A.) - 1975 - Le lac Tchad et son système d'alimentation, conséquences des périodes de sécheresse. Notes techniques du Centre ORSTOM de N'Djaména, n° 8.
- CHOURET (A.), LEMOALLE (J.) - 1976 - Evolution hydrologique du lac Tchad (juillet 1974 - octobre 1975), *ORSTOM*, N'Djaména, 6 p. multigr.

#### 4.1.3. Autres publications ORSTOM récentes (sélection)

- BARRAL (H.) - 1972 - Etude socio-géographique pour un programme d'aménagement pastoral dans le nord-ouest de l'Oudalan. *ORSTOM*, Ouagadougou, 92 p.
- BOUDET (G.) - 1972 - Désertification de l'Afrique tropicale sèche in *Adansonia*, série 2 : 505, 524, 12 (4).
- BERNUS (E.), SAVONNET (G.) - 1973 - Les problèmes de la sécheresse dans l'Afrique de l'ouest, in : *Présence Africaine*, revue culturelle du Monde noir, n° 88.
- GILLON (Y.), GILLON (D.) - 1973 - Recherches écologiques sur une savane sahélienne du Ferlo septentrional, Sénégal, in : *Mémoire 8* (extrait de *la Terre et la Vie*), vol. 27, p. 297-323. Programme ORSTOM-Sahel, et in : *Mémoire 16*, vol. 28, 74, p. 296-306.
- S.E.A.E. - 1973 - Recherches françaises au service de l'Afrique tropicale sèche. Secrétariat d'Etat aux Affaires étrangères. Actions de l'ORSTOM, du BRGM et du GERDAT, 3<sup>e</sup> trimestre, 100 p.
- BERNUS (E.) - 1974 - L'évolution récente des relations entre éleveurs et agriculteurs en Afrique Tropicale, l'exemple du Sahel nigérien, in : *Cah. ORSTOM, sér. Sciences humaines*, vol. XI, n° 2, 1974, p. 137-143.
- BERNUS (E.) - 1974 - Possibilités et limites de la politique d'hydraulique pastorale dans le Sahel nigérien, in : *Cah. ORSTOM, sér. Sciences humaines*, vol. XI, n° 2, 1974, p. 119-126.
- FAUCK (R.) - 1974 - Un aspect trop peu connu de la lutte contre la sécheresse au Sahel : l'action de l'ORSTOM, in : *Marchés tropicaux*, n° 1504, p. 2523-2524.
- FAUCK (R.) - 1974 - Observations immédiates des phénomènes engendrés par les aléas climatiques actuels en zone sahélienne. Contrat DGRST. Convention de recherches n° 73-7-1867. *ORSTOM*, Paris (avec divers articles de chercheurs de l'ORSTOM).
- MALEY (J.) - 1974 - Les variations climatiques dans le bassin du Tchad durant le dernier millénaire ; nouvelles données palynologiques et climatologiques, in : « Le Quaternaire, stratigraphie et environnement ». Com. Nat. Fr. de l'Inqua. Congrès Inqua de Nouvelle-Zélande en 1973.
- SERVANT (M.) - 1974 - Les variations climatiques des régions intertropicales du Continent africain depuis la fin du Pleistocène, in : SHF (XIII<sup>e</sup> Journées de l'Hydraulique. Question I, rapport 8).
- Anonyme - 1975 - Programme de renforcement des Services Agrométéorologiques et Hydrologiques des pays du Sahel, sous contrat OMM-ORSTOM, Plan de travail.

#### 4.2. RÉFÉRENCES SUR LES DONNÉES HYDROPLUVIOMÉTRIQUES DE L'AFRIQUE FRANCOPHONE

- Annales ORSTOM de 1949 à 1969.
- Annuaire hydrologiques du Mali, du Niger, du Tchad, du Cameroun, de la Haute-Volta, de Côte-d'Ivoire, du Congo et du Gabon.
- Annales hydrologiques du Togo depuis la création des stations jusqu'à l'année hydrologique 1970-71 - Tomes I et II.
- Annuaire hydrologique de la République Centrafricaine. Période : origine à 1970 - Bangui, août 1971.
- Précipitations journalières de l'origine des stations à 1965 pour les pays : Dahomey, Côte-d'Ivoire, Mali, Tchad - Publication CIEH. Ministère de la Coopération, ORSTOM.
- Bulletins climatologiques de l'ASECNA.

- Monographie hydrologique du lac Tchad (1957) – ORSTOM, Paris, 112 p.
- Monographie hydrologique du Logone (1968) – ORSTOM, Paris, 7 vol.
- Monographie hydrologique du lac Tchad (1969) – ORSTOM, Paris, 169 p. + annexe.
- Complément à la Monographie hydrologique du lac Tchad : note hydrologique sur l'El Béd et la Komadougou-Yobé (1969) – ORSTOM, Paris, 57 p. + annexes.
- Monographie du fleuve Niger (1970) – ORSTOM, Paris.
- Monographie du fleuve Sénégal (1974) – ORSTOM, Paris, 441 p. + 3 cartes.
- Monographie du fleuve Chari (1974) – ORSTOM, Paris, 450 p. + 5 cartes.
- Monographie de la rivière Sanaga (1975) – ORSTOM, Paris, 350 p. + 4 cartes.
- Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'ouest du Congo (1964). (J. RODIER) – ORSTOM, Paris, 137 p., 24 pl. photos.
- Documentation interne ORSTOM non encore publiée.

#### 4.3. BIBLIOGRAPHIE GÉNÉRALE

- AUBREVILLE (A.) – 1949 – Climats, forêts et désertification de l'Afrique tropicale. Société d'Éditions géographiques, maritimes et coloniales, Paris, 351 p.
- BERLAGE (H.-P.) – 1957 – Fluctuations of the general atmospheric circulation of more than one year. K. Ned. Met. Inst. Amsterdam, Meded. Verh., n° 63.
- BERNARD (E. A.) – 1963 – Théorie astronomique des pluviaux et interpluviaux du Quaternaire africain. Acad. royale Sci. d'Outre-Mer, Bruxelles, t. XII, fasc. 1, 232 p.
- BERNARD (E.-A.) – 1974 – Aspects scientifiques et institutionnels de la lutte contre la sécheresse au Sahel. Bulletin des séances d'Acad. royale Sci. d'Outre-Mer, Bruxelles, n° 4, p. 526-541.
- BOUQUET (C.) – 1974 – Le déficit pluviométrique au Tchad et ses principales conséquences. *Cahiers d'Outre-Mer*, n° 207, p. 245-270.
- BRABYN (H.) – 1975 – 6 000 kilomètres d'Afrique livrés à la sécheresse. *Le Courrier de l'UNESCO*, avril, 28<sup>e</sup> année.
- BREDENKAMP (D. B.) – 1974 – A survey of drought conditions in tropical and subtropical regions, with special reference to the drought of 1972 in Africa. WMO Report (Low flow and related aspects of Droughts). UNESCO-OMM. Décennie Hydrologique Internationale.
- BRUNEAU DE LABORIE (M.) – 1926 – Du Cameroun au Caire par le désert de Libye. E. Flammarion, édit., Paris, 406 p.
- BUTZER (K. W.) – 1961 – Les changements climatiques dans les régions arides depuis le Pliocène. In: Histoire de l'utilisation des terres des régions arides. *Public. UNESCO*, Paris, pp. 35-64.
- C.B.L.T. – 1974 – Commission du bassin du lac Tchad. Programme à moyen terme.
- CHUDEAU (R.) – 1921 – Le problème du dessèchement en Afrique occidentale. *Bull. Comm. Et. hist. et scient.*, AOF, vol. 4, pp. 353-369.
- C.I.E.H. – 1973 – Le déficit pluviométrique 1971-1972 dans le Sahel. *Bulletin de liaison du Comité interafricain d'Études hydrauliques*, n° 15, Ouagadougou.
- CONSTANTIN (Fr.) – 1930 – Observations météorologiques. Observations de Saint-Louis du Sénégal (Ecole Secondaire). *Bull. Comm. Et. hist. et scient.* AOF, t. XIII, n° 3-4, juil.-déc., pp. 437-473.
- C.T.F.T. – 1973 – Contribution à l'étude de la désertification de l'Afrique tropicale sèche. *Revue Bois et Forêts des Tropiques*, n° 148.
- DALBY (D.), HARRISON-CHURCH (R. J.) – 1973 – Drought in Africa. Report of the 1973 Symposium. Centre for African Studies. University of London.
- DAVY (E. G.) – 1974 – La sécheresse en Afrique Occidentale. *Bulletin de l'OMM*. Vol. XXIII, n° 1, pp. 19-25.
- DETTWILLER (J.) – 1965 – Note sur la structure du front intertropical boréal sur le nord-ouest de l'Afrique. *La Météorologie*, 4<sup>e</sup> sér., n° 80, oct.-déc., pp. 337-347.
- DORIZE (L.) – 1974 – L'oscillation pluviométrique récente sur le bassin du lac Tchad et la circulation atmosphérique générale. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique* (2), vol. XVI, fasc. 4, pp. 393-420, Paris.
- DROUHIN (M.) – 1973 – La sécheresse, drame de l'Afrique sahélienne. Aspects techniques et remèdes possibles. *Industries et Travaux d'Outre-Mer*, juillet, pp. 576-582.

- DUBIEF (J.) - 1947 - Les pluies au Sahara central. Travaux Inst. Rech. sahariennes, t. IV, pp. 7-23.
- DUBIEF (J.) - 1963 - Contribution au problème des changements de climat survenus au cours de la période couverte par les observations météorologiques faites dans le nord de l'Afrique. In : Les changements de climat. Actes Coll. Rome, UNESCO, Recherches sur la zone aride, pp. 75-79.
- DUBIEF (J.) - 1963 - Le climat du Sahara. Mém. Univ. Alger, Inst. Rech. sahariennes, t. I et II.
- FLOHN (H.) - 1963 - Theories of climate change from viewpoint of the global energy budget. In : Les changements de climat. Actes Coll. Rome, UNESCO, Recherches sur la zone aride.
- FLOHN (H.) - 1971 - Investigations on the climatic conditions of the advancement of the Tunisian Sahara. WMO Tech. Note n° 116, WMO, Geneva.
- FREYDENBERG (H.) - 1907 - Explorations dans le bassin du Tchad. La Géographie, vol. XV, n° 3, pp. 161-170.
- GIRAUD (J.-M.), ROSSIGNOL - 1973 - Recherches de cycles dans les pluies annuelles de Dakar (1901-1972) et du Sénégal (1924-1972). ASECNA. Direction de l'Exploitation Météorologique, Dakar. Publications de la D.E.M., n° 31, 30 p.
- GROVE (A.T.) - 1973 - Desertification in the African environment. Symposium « Drought in Africa ». Rapport édité par David Dalby et R. J. Harrison Church. Centre for African Studies, University of London.
- GROVE (A. T.) - 1973 - A note on the remarkably low rainfall of the Sudan zone in 1913. Symposium « Drought in Africa », cf. plus haut.
- HUARD (P.) - 1954 - Le dessèchement du Sahara Tchadien. *Tropiques*, août-sept., pp. 52-56.
- HUBERT (H.) - 1920 - Le dessèchement progressif en Afrique Occidentale. Bull. Comm. Et. Hist. et Scient. AOF, vol. 3, pp. 401-467.
- HUBERT (H.) - 1923 - Le Service météorologique de l'AOF. Editions Larose, Paris.
- HUBERT (H.) - 1937 - Pluies annuelles (dans les anciennes colonies françaises de l'origine des stations à 1935). *Annales de Physique du Globe de la FOM*, n° 22, pp. 103-118.
- HURST (H. E.) - 1923 - The rains of the Nile Basin and the Nile flood of 1913. *Physical Department Paper*, n° 12, Government Press, Le Caire.
- HURST (H. E.) - 1954 - Le Nil. Payot, édit., Paris, 302 p.
- KLOHN (W.) - 1974 - La sécheresse sahélo-soudanienne.
- KNOX (A.) - 1911 - The climate of the continent of Africa. Cambridge, 158.
- KRAUS (E. B.) - 1958 - Recent climatic changes. *Nature*, vol. 181, pp. 666-668.
- LAMB (H. H.) - 1966 - Climate in the 1960's. *Geographical Journal*, 132 (2), pp. 183-212.
- LAMB (H. H.) - 1974 - The current trend of world climate. A report on the early 1970's and a perspective. *Crurp*, n° 3. Climatic Research Unit, University of East Anglia, Norwich.
- LE HOUEROU (H. N.) - 1973 - Peut-on lutter contre la désertification? Colloque International sur la désertification. *Nouakchott*, 17-19 déc. AGPC/FAO, divers 22.
- MANGIN (M.) - 1924 - Une mission forestière en Afrique Occidentale française. *La Géographie*, t. XLII, n° 4, pp. 449-484.
- MATON (G.) - 1974 - La politique des grands barrages hydro-agricoles, in : *Actuel Développement*, n° 3, pp. 32-37, Paris.
- PLOTE (H.) - 1974 - L'Afrique sahélienne se dessèche-t-elle ? *BRGM*, n° 74, SGN 261 AME.
- PONCET (Y.) - 1973 - La sécheresse en Afrique sahélienne. OCDE, 3 cartes + notice, Paris.
- RAPP (A.) - 1974 - A review of desertization in Africa-Water, Vegetation and Man. Secretariat for International Ecology, Sweden (Sies, Stockholm).
- RAULIN (V.) - 1874 - Observations pluviométriques faites dans les Colonies françaises (anciennes et actuelles) de la zone torride de 1751 à 1870. *Actes de l'Acad. des Sc. Belles-Lettres et Arts de Bordeaux*, 1874 (coll. 65), pp. 451-527.
- ROGNON (P.) - 1975 - Paléoclimatologie et sécheresse actuelle (1969-1974) au Sahel. *Revue Officielle de l'Union Française des Géologues*, n° 32, Paris.
- SALIFOU (A.) - 1975 - Quand l'histoire se répète : la famine de 1931 au Niger, in : *Environment African*, vol. I, n° 2, ENDA, Dakar, Sénégal.
- S.E.A.E. - 1973 - Recherches françaises au service de l'Afrique tropicale sèche. Secrétariat d'Etat aux Affaires étrangères (Actions de l'ORSTOM, du BRGM et du GERDAT), 100 p.
- TILBO (J.) - 1916-1917 - Exploration en Afrique centrale. *La Géographie*, t. XXXI, n° 6-8, pp. 401-417.

- TILHO (J.) - 1925 - Sur l'ordre de grandeur des variations de profondeur et d'étendue du lac Tchad. *C. R. Acad. Sci.*, t. 180, n° 17, pp. 1233-1236.
- TILHO (J.) - 1926 - Du lac Tchad aux montagnes du Tibesti. Paris.
- TILHO (J.) - 1928 - Variations et disparition possible du lac Tchad. *Ann. Géographie*, t. XXXVII, pp. 238-260.
- TILHO (J.) - 1947 - Le Tchad et la capture du Logone par le Niger. *Annuaire pour l'an 1946 du Bureau des Longitudes*, Paris, pp. A1-A202.
- TOUPET (C.) - 1973 - L'évolution du climat de la Mauritanie du Moyen Age jusqu'à nos jours. *Colloque de Nouakchott*, 17-19 décembre, 17 p.
- TOUPET (C.) - 1973 - Une contribution à la connaissance de la désertification au sud du Sahara. *Colloque de Nouakchott*.
- VOIRON (H.) - 1964 - Quelques aspects de la météorologie dynamique en Afrique occidentale. *La Météorologie*, 4<sup>e</sup> sér., n° 75, juil.-sept., pp. 215-231.
- WINSTANLEY (D.) - 1973 - Rainfalls patterns and general atmospheric circulation. *Nature*, vol. 245, n° 5422, 28 sept., pp. 190-194.
- WINSTANLEY (D.) - 1973 - Drought in the Sahel zone : severity, causes and prospects. *Symposium on Drought in Africa. Centre for African Studies, School of Oriental and African Studies. University of London*.
- WRIGHT (P. B.) - 1974 - Pouvait-on prévoir la sécheresse en Afrique ? *La Recherche*, vol. 5, p. 372-375.

## 5. ANNEXE

5.1. TOTAUX PLUVIOMÉTRIQUES ANNUELS DES STATIONS DE LONGUE DURÉE  
(Valeurs en mm)

## 5.1.1. Sénégal

Année	Saint-Louis Ville	Dakar Gorée	Dakar Gare	Dakar Hôpital	Tiwaouane	Rufisque	Thies	Sedhiou	Podor
1854	575								
1855	298	398							
1856	335								
1857	268	617							
1858	459	316							
1859	816	694							
1860		476							
1861	293	369							
1862	558	615							
1863	141	464							
1864	403	685							
1865	343	648							
1866	331	375							
1867	390								
1868	304								
1869	649								
1870	511								
1871									
1872	188								
1873	330								
1874	605								
1875	450								
1876	608								
1877	314								
1878	286								
1879	424								
1880	572								
1881	667								
1882	392								
1883									
1884									
1885									
1886									
1887	554		960		1 501	1 250	1 485		
1888	250		479		232	391	605		
1889			333		322	379	458		
1890	254		417		554	662	858		
1891	336		670		771	692	809		
1892	386		789		600	492	778		
1893	455		635		967	870	1 091		
1894	363		535		661	547	628		
1895	248		741		926		705		
1896	240		383		208		451		
1897	330		534		494		620		
1898	452		602	405	658				
1899	415		612	544	547				
1900	347		466	506	618				
1901	427		436	438	476				
1902	230		552	466	606				
1903	238		431	412	510	482			
1904	298		609	549	1 461	666			413
1905	438		557	556	563	560		808	269
1906	596		949	958	864	1 197		1 466	470
1907	238		353	450	520	525		1 038	162
1908	203		707	602	533	834		(1 513)	512
1909	339		891	793	707	650		1 030	299
1910	344		309	341	624	467		1 445	251

5.1.1. Sénégal (suite)

Année	Saint-Louis Ville	Dakar Gorée	Dakar Gare	Dakar Hôpital	Tivaouane	Rufisque	Thies	Sédhiou	Podor
1911	261		315	462	381	412		1 039	140
1912	675		428	431	530	578		937	310
1913	150		319	310	238	334	235	(914)	128
1914	144		380	397	430	498	435	> 988	164
1915	> 278		839	893				—	
1916	493	511	409	341				(1 446)	
1917	524	745	705	700					
1918	664	959	821	902	—		(730)	—	(568)
1919	605		444	410	(562)	> 543	(429)	—	(212)
1920	> 532		562	407	(373)	423	(482)	—	
1921	(905)		419	336	(507)	> 395	(416)	—	
1922	770		494	437	408	—	379	(1 383)	
1923	320		602	647	835	> 523	594	979	180
1924	305		626	526	598	—	725	1 303	182
1925	348		357	403	556	> 451	649	1 306	244
1926	477		389	499	517	> 444	> 482	(1 147)	
1927	686		1 004	847	1 101	(912)	> 604	(1 680)	
1928	1 239		427	(709)		> 773	> 769		310
1929	406		629	(737)		> 657	(877)	1 337	
1930	> 663		709	(600)		805	690	1 100	237
1931	164	266	400	433		496	477	(906)	200
1932	352	—	618	(582)		497	(579)	1 730	292
1933	450	643	627	841		701	920	1 469	633
1934	251	431	445	403		483	453	1 300	220
1935	522	—	Dakar	817	689	975	1 225	1 555	361
1936	362		Hann	476	660	760	685	1 612	339
1937	449			388	707	498	(442)	1 152	272
1938	450		513	679	608	761	506	1 573	466
1939	390		548	634	755	665	615	1 127	316
1940	334		702	678	638	658	595	1 209	234
1941	219		235	347	281	326	—	956	269
1942	174		387	477	385	547	566	1 313	98
1943	593		833	840	767	> 559	856	1 479	433
1944	459		424	565			601	1 166	375
1945	206		Dakar	362			700	1 194	332
1946	275		Yoff	426			785	1 558	321
1947	425			383	470	413	633	1 431	388
1948	209		475	400		462	533	1 036	187
1949	357		545	456	617	346	460	1 404	329
1950	345		882	802	1 174	887	1 039	1 400	336
1951	456	649	683	901	585	977	977	1 465	384
1952	427	(502)	532	614	777	(599)	887	1 152	366
1953	289	401	446	409	618	486	594	1 618	337
1954	374	665	639	761	761	835	855	1 508	199
1955	416	574	704	674	744	793	894	1 812	793
1956	225	418	431	477	502	365	596	1 478	334
1957	311	492	555	624	773	(564)	989	1 104	279
1958	317	—	682	818	832	—	772	1 644	375
1959	193		267	273	> 304	—	426	1 202	223
1960	260		461	583			768	1 781	310
1961	284		720	614	506	> 558	564	1 494	309
1962	332	> 500	592	710	413	> 445	739	1 272	125
1963	359	456	442	452	510	642	586	1 627	329
1964	328	—	597	570	604	492	804	1 141	352
1965	323	400	411	412	470	393	494	1 642	342
1966	439	669	563	595	514	577	502	1 320	247
1967	416	759	929	895	758	1 001	—	1 454	271
1968	233	84	228	260	314	175	236	807	210
1969	531	827	726	751	697	820	826	1 960	431
1970	180	111	167	177	513	221	444	1 058	255
1971	177	372	386	367	459	453	523	1 032	137
1972	152	79	129	117	156	125	228	846	110
1973	190	244	277	287	321	389	267	1 018	153
1974	197	269	388	366	454	352	655	1 071	151

## 5.1.2. Mauritanie et Mali

Année	Mauritanie		Mali			
	Kaedi	Kayes	Ségou	Sikasso	Tombouctou	Kabara
1895		—				
1896		665				
1897		> 613			186	
1898		361			229	
1899		(467)			—	
1900		542			—	
1901		752			—	
1902		527			169	
1903		721				
1904		629			192	
1905	501	1 073			231	
1906	—	1 127			260	
1907	—	646	774	—	150	
1908	(310)	658	716	—	274	
1909	—	881	846	1 418	240	
1910	444	707	602	1 101	120	
1911	211	768	639	966	171	
1912		577	629	1 070	128	
1913	274	—	558		142	
1914		721	(679)		—	
1915		644			225	
1916		775			161	
1917						
1918					222	
1919	—		—	—		
1920	—	590	—	1 213		
1921	302	—	(640)	> 1 060		
1922	481	—	792	1 984	152	
1923	606	—	708	1 455		143
1924	726	—	673	1 462		284
1925	—	—	553	1 515		210
1926	250	(503)	502	1 324		168
1927	468	592	962	1 762		339
1928	526	(655)	797	1 871		233
1929	341	499	—	—		208
1930	343	592				108
1931	393	602		1 724		257
1932	419	801		(1 551)		202
1933	515	—		1 623		289
1934	235	645		1 386		187
1935	501	766	> 740	1 534		243
1936	762	1 136	952	1 255		313
1937	406	596	701	1 309		213
1938	323	916	714	1 225		153
1939	514	619	707	1 332		103
1940	409	778	523	1 075		170
1941	205	495	634	1 158		144
1942	292	(548)	578	1 267		153
1943	537	965	931	1 159		284
1944	300	680	639	982		271
1945	503	1 126	625	1 076		306
1946	249	876	690	1 300		257
1947	415	842	646	1 087		209
1948	419	1 005	579	1 329		219
1949		780	456	> 1 068	190	164
1950	510	828	899	1 530	246	231
1951	440	862	865	1 509	257	216
1952	486	873	723	1 100	239	236
1953	337	764	666	1 558	263	238
1954	346	874	804	1 439	380	363
1955	402	679	855	1 408	204	213

## 5.1.2. Mauritanie et Mali (suite)

Année	Mauritanie		Mali			
	Kaedi	Kayes	Ségou	Sikasso	Tombouctou	Kabara
1956	467	804	889	1 185	154	
1957	351	689	826	1 310	247	141
1958	461	671	685	1 450	175	335
1959	545	858	806	1 270	235	175
1960	—	744	655	1 196	243	
1961	—	661	724	1 141	208	213
1962	—	635	785	1 144	176	288
1963	(312)	880	765	1 248	200	210
1964	514	688	904	1 240	217	207
1965	461	768	773	979	144	125
1966	329	851	733	1 229	100	89
1967	397	673	721	1 279	142	152
1968	175	480	559	1 476	233	218
1969	314	798	686	1 232	147	188
1970	251	556	683	1 347	144	138
1971	267	596	510	888	171	202
1972	130	485	521	1 017	150	107
1973	—	559	505	796	105	90
1974	—	675	616	1 072	134	140

## 5.1.3. Haute-Volta, Niger et Tchad

Année	Haute-Volta			Niger		Tchad	
	Ouagadougou Mission	Bobo-Diou- lasso	Gaoua	Niamey Ville	Zinder	N'Djaména	Bol
1902	851						
1903	775						
1904	895						
1905	773			482	456	486	
1906	980			600		620	
1907	677	(822)		530	—	632	
1908	711	> 937	969 (2)	521	(397)	689	194
1909	959	1 398	—	939	(479)		
1910	646	1 030	873 (2)	433	—	586	
1911	575	1 286	942 (2)	—	291	634	
1912	601	815	960 (2)	449	215	(450)	
1913	408	980	765 (2)	337	229	306	
1914	671	1 007	—	356	391	—	46
1915	774	—		(281)	(402)		229
1916	666	—		(494)	(619)		207
1917	976			(375)	(354)		214
1918	917			(605)	627		(205)
1919	651	—		695	(346)		126
1920	873	963		480?	(513)		(247)
1921	718			606	(390)		
1922	1 000	1 243	> 1 620	633	490		
1923	772	977	1 227	575	425		
1924	816	1 100	1 228	684	461		
1925	795	1 398	1 485	683	580		
1926	568	886	1 641	447	422		
1927	1 002	1 119	854	904	559		
1928	1 038	1 321	1 267	567	659		
1929	929	1 096	> 1 448	817	549		

## 5.1.3. Haute-Volta, Niger et Tchad (suite)

Année	Haute-Volta			Niger		Tchad	
	Ouagadougou Mission	Bobo-Dioulasso	Gaoua	Niamey Ville	Zinder	N'Djaména	Bol
1930	904	1 350	980	788	518	—	
1931	648	1 296	1 261	524	566	—	
1932	705	1 157	1 109	525	576	729	262
1933	808	1 217	1 250	451	563	757	—
1934	746	1 083	1 250	455	442	524	
1935	951	1 452	1 415	541	525	368	
1936	808	1 068	1 072	752	677	723	
1937	617		1 245	551	435	497	
1938	792	1 114	1 157	553	463	808	289
1939	859	1 161	1 356	605	691	752	231
1940	853	962	1 113	570	439	624	(327)
1941	837	854	1 564	466	426	564	
1942	824	805	1 289	577	340	752	
1943	1 009	1 171	1 375	663	751	652	
1944	584	1 116	884	313	547	506	
1945	732	1 270	1 171	587	543	589	
1946	721	1 218	1 110	646	800	878	282
1947	496	1 202	823	500	470	456	299
1948	769	1 118	1 098	658	371	354	252
1949	924 (1)	1 227	985	358	256	435	93
1950	825 (1)	845	—	597	610	952	458
1951	949 (1)	1 484	1 256	566	500	550	230
1952	896	1 552	1 107	901	662	759	384
1953	834	1 297	1 022	689	584	643	314
1954	832	1 440	1 102	466	700	778	700
1955	932 (1)	1 548	1 478	560	500	735	296
1956	872	970	1 079	414	610	608	482
1957	950 (1)	1 471	1 177	608	600	740	320
1958	763 (1)	1 047		622	526	537	319
1959	873 (1)	803	968	653	481	990	521
1960	867 (1)	1 243	969	629	583	533	258
1961	796 (1)	1 103	852	695	577	780	504
1962	1 123 (1)	928	1 125	663	468	490	270
1963	634 (1)	1 237	1 212	558	363	497	291
1964	1 081	1 359	1 095	705	659	477	327
1965	892	1 029	1 242	662	434	587	312
1966	684	1 150	1 101	565	487	593	299
1967	871	1 087	840	813	405	610	355
1968	786	1 415	1 564	447	376	561	195
1969	1 000	1 078	1 208	646	430	465	288
1970	713	1 404	1 200	541	355	653	363
1971	717	964	1 083	570	352	423	204
1972	966	894	874	412	303	618	62
1973	709	889	981	371	298	315	148
1974	889 (1)	1 084	1 216	476	480	424	421

(1) Ouagadougou-Ville.

(2) Valeurs brutes divisées par 2,2.

5.2. DONNÉES HYDROLOGIQUES SUR LES COURS D'EAU SAHÉLIENS

5.2.1. Données sur le module annuel et le débit maximal annuel de crue  
(Etiage toujours nul) — (Valeurs en m<sup>3</sup>/s)

5.2.1.1. Station : Gorouol à Dolbel  
Pays : Niger  
Superficie : 7 500 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1961-1974

5.2.1.3. Station : Goulbi de Maradi à Madarounfa  
Pays : Niger  
Superficie : 5 400 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1956-1974

Année	Module	Débit maximal
1961	13,0	118,0
1962	6,1	73,0
1963	8,2	96,2
1964	8,7	91,6
1965	6,6	72,4
1966	10,6	115
1967	8,8	103
1968	4,44	59,3
1969	10,9	112
1970	7,45	88,3
1971	6,22	90,5
1972	5,80	59,0
1973	8,23	—
1974	7,82	74,4

Année	Module	Débit maximal
1956	7,29	108
1957	3,34	41,5
1958	6,16	222
1959	—	—
1960	—	—
1961	13,6	287
1962	3,30	111
1963	4,70	298
1964	10,1	246
1965	4,29	100
1966	4,20	64,1
1967	8,52	200
1968	2,45	117
1969	3,92	158
1970	10,8	413
1971	4,97	270
1972	2,65	115
1973	4,31	128
1974	8,79	460

5.2.1.2. Station : Maggia à Tsernaoua  
Pays : Niger  
Superficie : 2 525 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1954-1974

5.2.1.4. Station : Komadougou à Gueskerou  
Pays : Niger  
Superficie : 120 000 km<sup>2</sup>  
Année : Hydrologique (mars à février)  
Période observée : 1957-1974

Année	Module	Débit maximal
1954	0,87	13,6
1955	—	—
1956	(0,75)	(21,5)
1957	0,26	7,69
1958	—	—
1959	2,53	76,4
1960	0,23	5,30
1961	—	—
1962	2,55	84,0
1963	1,31	34,3
1964	3,28	77,4
1965	1,33	15,4
1966	0,90	12,3
1967	1,76	42,6
1968	0,44	12,3
1969	1,72	57,0
1970	2,31	73,0
1971	0,79	32,6
1972	1,08	43,5
1973	1,74	41,2
1974	5,67	167

Année	Module	Débit maximal
1957	20,3	34,4
1958	—	36,6
1959	—	—
1960	—	31,9
1961	15,0	33,1
1962	18,0	37,0
1963	12,9	37,6
1964	18,8	40,0
1965	15,1	40,2
1966	15,9	33,0
1967	11,6	31,9
1968	12,1	30,0
1969	12,1	30,6
1970	13,3	36,7
1971	11,9	37,6
1972	8,33	28,8
1973	5,87	28,2
1974	19,4	30,2

5.2.2. *Données sur le module annuel*  
(Étiage toujours nul) — (Valeurs en m<sup>3</sup>/s)

5.2.2.1. Station : Kori de Badeguicheri  
(Ader Doutchi)  
Pays : Niger  
Superficie : 825 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1966-1974

Année	Module
1966	0,74
1967	1,13
1968	0,18
1969	0,58
1970	1,54
1971	0,31
1972	0,46
1973	0,71
1974	6,43

5.2.2.3. Station : Dargol à Kakassi  
Pays : Niger  
Superficie : 6 940 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1957-1974

Année	Module
1957	2,25
1958	5,70
1959	6,98
1960	1,72
1961	—
1962	(4,78)
1963	(4,76)
1964	(12,8)
1965	—
1966	2,06
1967	7,64
1968	0,92
1969	3,90
1970	4,25
1971	4,64
1972	3,40
1973	4,28
1974	6,34

5.2.2.2. Station : Dargol à Téra  
Pays : Niger  
Superficie : 2 750 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1959-1974

Année	Module
1959	1,4
1960	—
1961	7,13
1962	2,24
1963	3,66
1964	8,10
1965	2,05
1966	1,56
1967	4,13
1968	0,95
1969	4,42
1970	2,86
1971	2,23
1972	1,85
1973	2,79
1974	3,19

5.2.2.4. Station : Diamangou à Tamou  
Pays : Niger  
Superficie : 4 030 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1963-1974

Année	Module
1963	1,84
1964	6,9
1965	1,0
1966	2,91
1967	0,89
1968	0,45
1969	2,34
1970	4,50
1971	7,02
1972	0,50
1973	1,84
1974	3,13

5.2.2.5. Station : Korama à Koutchika  
 Pays : Niger  
 Superficie : 750 km<sup>2</sup>  
 Année : Calendaire  
 Période observée : 1958-1974

Année	Module
1958	2,29
1959	—
1960	—
1961	> 2,29
1962	1,41
1963	0,94
1964	1,76
1965	—
1966	—
1967	—
1968	0,43
1969	0,18
1970	0,10
1971	0,13
1972	0,02
1973	0
1974	0,13

5.2.2.7. Station : Goulbi de Maradi à Nielloua  
 Pays : Niger  
 Superficie : 4 800 km<sup>2</sup>  
 Année : Calendaire  
 Période observée : 1957-1974

Année	Module
1957	1,57
1958	(3,61)
1959	> 2,84
1960	—
1961	13,7
1962	3,68
1963	5,38
1964	(4,10)
1965	3,13
1966	2,63
1967	8,13
1968	1,87
1969	2,66
1970	8,48
1971	5,99
1972	3,13
1973	4,10
1974	10,5

5.2.2.6. Station : Lac de Bam à Kongoussi  
 Pays : Haute-Volta  
 Superficie : 2 606 km<sup>2</sup>  
 Année : Calendaire  
 Période observée : 1966-1974

Année	Module
1966	0,45
1967	0,48
1968	0,19
1969	0,51
1970	0,26
1971	0,95
1972	0,48
1973	0,98
1974	3,16

5.2.2.8. Station : Goulbi de Maradi à Guidam  
 Roudji  
 Pays : Niger  
 Superficie : 8 800 km<sup>2</sup>  
 Année : Calendaire  
 Période observée : 1956-1974

Année	Module
1956	6,89
1957	4,47
1958	6,08
1959	—
1960	> 3,40
1961	(24,6)
1962	4,10
1963	6,00
1964	11,4
1965	5,13
1966	3,10
1967	10,1
1968	1,67
1969	2,71
1970	8,79
1971	5,00
1972	1,66
1973	2,07
1974	7,09

5.2.2.9. Station : Sirba à Garbeykourou  
Pays : Niger  
Superficie : 38 750 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1956-1974

<i>Année</i>	<i>Module</i>
1956	30,0
1957	4,7
1958	42,0
1959	—
1960	—
1961	—
1962	(39,1)
1963	6,56
1964	34,6
1965	43,3
1966	7,42
1967	46,6
1968	2,88
1969	18,5
1970	10,9
1971	14,1
1972	5,96
1973	23,3
1974	33,0

5.2.2.11. Station : Komadougou à Bagara  
Pays : Niger  
Superficie : 115 000 km<sup>2</sup>  
Année : Hydrologique (mars à février)  
Période observée : 1957-1974

<i>Année</i>	<i>Module</i>
1957	15,0
1958	> 28,4
1959	—
1960	—
1961	—
1962	28,4
1963	17,9
1964	30,3
1965	21,9
1966	22,2
1967	17,5
1968	18,2
1969	18,6
1970	20,4
1971	17,1
1972	10,9
1973	8,3
1974	13,5

5.2.2.10. Station : Gorouol à Alcongui  
Pays : Niger  
Superficie : 44 850 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1957-1974

<i>Année</i>	<i>Module</i>
1957	3,18
1958	8,85
1959	6,50
1960	—
1961	7,50
1962	3,00
1963	4,00
1964	7,68
1965	3,93
1966	7,72
1967	5,89
1968	4,16
1969	8,70
1970	8,03
1971	6,25
1972	4,61
1973	8,10
1974	9,21

5.2.2.12. Station : Ba Tha à Oum-Hadjer  
Pays : Tchad  
Superficie : 32 950 km<sup>2</sup>  
Année : Calendaire  
Période observée : 1955-1974

<i>Année</i>	<i>Module</i>
1955	(25,9)
1956	—
1957	13,5
1958	10,2
1959	35,9
1960	3,26
1961	48,3
1962	(22,2)
1963	8,47
1964	61,1
1965	—
1966	7,92
1967	18,1
1968	8,96
1969	—
1970	28,3
1971	8,93
1972	4,49
1973	23,1
1974	33,0

5.2.2.13. Station : Ba Tha à Ati  
 Pays : Tchad  
 Superficie : 45 290 km<sup>2</sup>  
 Année : Calendaire  
 Période observée : 1955-1974

5.2.2.14. Station : Bahr Azoum à Am Timam  
 Pays : Tchad  
 Superficie : 80 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Calendaire  
 Période observée : 1953-1974

<i>Année</i>	<i>Module</i>
1955	18,1
1956	29,9
1957	11,9
1958	14,6
1959	31,1
1960	3,72
1961	66,5
1962	(35,7)
1963	4,29
1964	> 30
1965	8,93
1966	7,17
1967	18,8
1968	5,06
1969	12,7
1970	35,7
1971	5,40
1972	4,80
1973	13,9
1974	> 23,7

<i>Année</i>	<i>Module</i>
1953	42,6
1954	51,2
1955	31,3
1956	49,7
1957	—
1958	—
1959	40,6
1960	15,2
1961	43,3
1962	31,2
1963	22,3
1964	35,8
1965	10,4
1966	12,2
1967	27,9
1968	16,5
1969	27,4
1970	56,3
1971	29,7
1972	9,0
1973	13,8
1974	45,9

### 5.3. DONNÉES HYDROLOGIQUES DE COURS D'EAU TROPICAUX ET ÉQUATORIAUX (Valeurs en m<sup>3</sup>/s)

5.3.1. Station : Sénégal à Bakel  
 Pays : Sénégal  
 Superficie : 218 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mai à avril)  
 Période observée : 1903-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1903-1904	(631)	3 560	15/9/1903		
1904-1905	(737)	4 790	6/9/1904		
1905-1906	(874)	3 840	26/8/1905		
1906-1907	(1 230)	9 340	24/8/1906		
1907-1908	(521)	2 850	6/9/1907		
1908-1909	(767)	4 200	15/9/1908		
1909-1910	(902)	5 490	12/9/1909		
1910-1911	(670)	3 840	30/8/1910		
1911-1912	(537)	3 330	3/9/1911		
1912-1913	(564)	3 290	16/9/1912		
1913-1914	(272)	1 040	16/9/1913		
1914-1915	(444)	1 885	16/9/1914		
1915-1916	(592)	3 140	29/9/1915		
1916-1917	(691)	4 200	29/9/1916		
1917-1918	(647)	4 960	20/9/1917		
1918-1919	(1 140)	7 300	7/9/1918		
1919-1920	(530)	3 560	31/8/1919		
1920-1921	(834)	5 630	3/9/1920		
1921-1922	(431)	2 850	17/9/1921		
1922-1923	(1 220)	9 070	25/9/1922		
1923-1924	(754)	4 670	11/9/1923		
1924-1925	(1 250)	6 350	26/9/1924		
1925-1926	(841)	4 610	14/9/1925		
1926-1927	(521)	2 290	7/8/1926		
1927-1928	(1 080)	6 460	8/9/1927		
1928-1929	(904)	5 490	17/9/1928		
1929-1930	(899)	5 490	10/9/1929		
1930-1931	(839)	4 610	18/9/1930		
1931-1932	(739)	4 300	22/9/1931		
1932-1933	(770)	4 850	25/8/1932		
1933-1934	(838)	5 490	11/9/1933		
1934-1935	(700)	5 340	1/9/1934		
1935-1936	(1 170)	6 680	30/8/1935		
1936-1937	(1 240)	7 600	22/8/1936		
1937-1938	(645)	3 590	16/9/1937		
1938-1939	(808)	5 630	16/9/1938		
1939-1940	(560)	3 400	2/9/1939		
1940-1941	(432)	2 760	23/8/1940		
1941-1942	(418)	2 890	11/9/1941		
1942-1943	(438)	3 590	22/8/1942		
1943-1944	(666)	3 480	10/9/1943		
1944-1945	(331)	1 740	21/9/1944		
1945-1946	(946)	6 480	28/8/1945		
1946-1947	(747)	4 460	2/9/1946		
1947-1948	(666)	4 360	10/9/1947		
1948-1949	(573)	3 590	22/8/1948		
1949-1950	(469)	3 760	23/8/1949		
1950-1951	1 150	7 630	6/9/1950	2,3	4/6/1951
1951-1952	843	5 340	7/10/1951	2,0	31/5/1952
1952-1953	721	5 060	6/10/1952	0,3	2/6/1953
1953-1954	632	4 180	15/9/1953	4,7	3/5/1954
1954-1955	1 070	6 610	6/9/1954	22,5	28/5/1955

5.3.1. Station : Sénégal à Bakel (suite)

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1955-1956	1 050	5 260	3/10/1955	7,5	8/6/1956
1956-1957	953	6 050	19/9/1956	3,2	3/6/1957
1957-1958	1 030	5 660	18/9/1957	10,5	21/5/1958
1958-1959	1 040	8 170	29/8/1958	9,0	24/5/1959
1959-1960	788	5 460	9/9/1959	0,9	8/6/1960
1960-1961	623	3 550	20/9/1960	1,2	8/6/1961
1961-1962	945	7 030	11/9/1961	1,2	26/5/1962
1962-1963	770	4 410	5/9/1962	2,6	17/6/1963
1963-1964	667	3 760	9/9/1963	(1,2)	30/5/1964
1964-1965	970	7 180	9/9/1964	1,8	18/6/1965
1965-1966	1 050	7 000	12/9/1965	(5,0)	28/5/1966
1966-1967	843	5 450	15/10/1966	(3,5)	9/6/1967
1967-1968	1 040	5 820	18/9/1967	(5,0)	22/5/1968
1968-1969	426	2 880	18/9/1968	0,50	31/5/1969
1969-1970	760	3 770	14/9/1969	2,00	30/5/1970
1970-1971	534	3 440	8/9/1970	0,40	22/6/1971
1971-1972	594	4 320	31/8/1971	0,78	20/5/1972
1972-1973	255	1 430	8/9/1972	0,25	10/5/1973
1973-1974	355	2 550	25/8/1973	0	16/6/1974
1974-1975	642	5 780	27/8/1974	0,10	2/7/1975

5.3.2. Station : Niger à Koulikoro  
 Pays : Mali  
 Superficie : 120 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mai à avril)  
 Période observée : 1907-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1907-1908	1 100	4 230	20/9/1907	24,7	6/5/1908
1908-1909	1 170	(5 000)	1/10/1908	37	17/4/1909
1909-1910	1 910	6 750	11/9/1909	34	13/5/1910
1910-1911	1 210	4 750	12/9/1910	24,7	12/4/1911
1911-1912	1 570	6 560	6/9/1911	27	9/5/1912
1912-1913	1 270	5 510	21/9/1912	21,9	19/4/1913
1913-1914	796	3 560	18/9/1913	36	20/3/1914
1914-1915	907	4 410	4/10/1914	23,3	3/5/1915
1915-1916	1 360	5 190	17/10/1915	36,5	16/4/1916
1916-1917	1 340	5 910	28/9/1916	17,5	23/4/1917
1917-1918	1 450	6 700	19/9/1917	77	27/3/1918
1918-1919	1 560	4 900	18/9/1918	35	22/4/1919
1919-1920	1 360	5 280	22/9/1919	37	29/4/1920
1920-1921	1 210	4 900	25/9/1920	36	27/4/1921
1921-1922	1 010	5 280	21/9/1921	21,2	23/4/1922
1922-1923	1 460	6 240	19/10/1922	47	3/4/1923
1923-1924	1 500	5 400	1/10/1923	27	30/5/1924
1924-1925	2 150	9 370	5/10/1924	47	6/5/1925
1925-1926	2 300	9 670	5/10/1925	49	23/5/1926
1926-1927	1 640	6 800	23/9/1926	27	13/4/1927
1927-1928	1 930	6 770	8/10/1927	39	14/4/1928
1928-1929	2 100	8 490	21/9/1928	81	18/4/1929

## 5.3.2. Station : Niger à Koulikoro (suite)

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1929-1930	2 010	7 290	11/10/1929	(60)	28/4/1930
1930-1931	1 980	6 650	9/10/1930	60	30/3/1931
1931-1932	1 710	6 310	25/9/1931	96	11/4/1932
1932-1933	1 740	7 460	19/9/1932	59	29/4/1933
1933-1934	1 590	7 140	13/9/1933	39	24/5/1934
1934-1935	1 440	5 820	9/9/1934	36	18/5/1935
1935-1936	1 410	5 690	30/9/1935	38	14/4/1936
1936-1937	1 700	7 210	6/10/1936	70	28/4/1937
1937-1938	1 260	5 050	12/9/1937	32	30/4/1938
1938-1939	1 440	6 260	6/10/1938	28	30/4/1939
1939-1940	1 340	5 570	6/10/1939	35	9/5/1940
1940-1941	1 150	3 940	18/10/1940	22,6	29/4/1941
1941-1942	1 220	6 070	20/9/1941	33	7/4/1942
1942-1943	976	4 840	12/9/1942	34	25/3/1943
1943-1944	1 170	5 130	4/10/1943	25	11/4/1944
1944-1945	977	4 840	20/9/1944	18,8	1/5/1945
1945-1946	1 220	5 140	3/10/1945	29	7/4/1946
1946-1947	1 500	5 480	8/10/1946	20,6	18/4/1947
1947-1948	1 240	6 120	2/10/1947	27	13/4/1948
1948-1949	1 650	6 390	2/10/1948	60	7/5/1949
1949-1950	1 350	6 730	22/9/1949	37	15/4/1950
1950-1951	1 480	6 310	30/9/1950	67	25/4/1951
1951-1952	2 100	6 290	17/11/1951	73	28/4/1952
1952-1953	1 600	6 170	21/9/1952	59	20/4/1953
1953-1954	1 940	6 750	4/9/1953	119	5/4/1954
1954-1955	2 050	6 340	21/9/1954	126	2/5/1955
1955-1956	2 020	7 110	29/9/1955	98	2/6/1956
1956-1957	1 330	6 110	30/9/1956	38	23/4/1957
1957-1958	2 050	7 230	21/9/1957	106	29/3/1958
1958-1959	1 520	5 520	9/10/1958	65	2/5/1959
1959-1960	1 510	6 950	28/9/1959	42	11/5/1960
1960-1961	1 660	6 560	30/9/1960	31	24/4/1961
1961-1962	1 240	6 210	18/9/1961	19,1	21/4/1962
1962-1963	1 880	7 790	25/9/1962	55	20/4/1963
1963-1964	1 520	7 210	23/10/1963	29	5/5/1964
1964-1965	1 620	6 650	6/10/1964	57	7/5/1965
1965-1966	1 460	5 820	3/10/1965	56	23/5/1966
1966-1967	1 460	5 690	21/9/1966	46	28/4/1967
1967-1968	1 960	9 300	12/10/1967	84	9/4/1968
1968-1969	1 430	5 300	2/10/1968	50	5/5/1969
1969-1970	2 090	7 710	14/9/1969	53	14/5/1970
1970-1971	1 130	5 790	14/9/1970	31	2/4/1971
1971-1972	1 300	5 660	2/9/1971	21,2	4/4/1972
1972-1973	1 110	3 820	26/9/1972	16	3/5/1973
1973-1974	917	4 300	25/8/1973	19,3	21/4/1974
1974-1975	1 420	6 170	29/9/1974	24	2/4/1975

5.3.3. Station : Bani à Douna  
 Pays : Mali  
 Superficie : 101 600 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (juin à mai)  
 Période observée : 1922-1936 et 1950-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1921-1922	—	—	—	30	10/6/1922
1922-1923	747	3 300	12/10/1922	40	10/6/1923
1923-1924	482	2 010	27/9/1923	15	8/6/1924
1924-1925	961	3 930	14/10/1924	38	25/5/1925
1925-1926	793	2 760	23/10/1925	36,5	30/4/1926
1926-1927	405	1 560	13/9/1926	36,5	29/5/1927
1927-1928	810	2 980	21/9/1927	23	30/5/1928
1928-1929	837	3 050	26/9/1928	19	15/5/1929
1929-1930	907	4 700	7/10/1929	9,1	1/5/1930
1930-1931	840	2 950	30/9/1930	9,5	17/4/1931
1931-1932	664	3 410	7/10/1931	12,2	8/5/1932
1932-1933	—	3 600	30/9/1932	11,7	13/5/1933
1933-1934	—	3 620	19/9/1933	—	—
1934-1935	—	2 370	17/9/1934	—	—
1935-1936	—	2 890	18/9/1935	—	—
1936-1937	(733)	2 960	1/10/1936	—	—
...	...	...	...	...	...
1950-1951	(689)	2 780	24/9/1950	9,5	8/6/1951
1951-1952	823	2 980	15/10/1951	20	6/6/1952
1952-1953	820	3 440	21/10/1952	28	5/5/1953
1953-1954	838	3 270	22/9/1953	29	21/5/1954
1954-1955	928	3 440	27/9/1954	36	21/5/1955
1955-1956	(860)	2 900	8/10/1955	31	29/5/1956
1956-1957	551	2 430	24/9/1956	20	23/5/1957
1957-1958	819	2 920	9/10/1957	26	13/5/1958
1958-1959	—	(3 100)	(25)-/9/1958	(11,7)	1/5/1959
1959-1960	609	2 940	29/9/1959	19,3	20/4/1960
1960-1961	629	2 620	9/10/1960	15,6	16/5/1961
1961-1962	646	3 200	21/9/1961	17,4	23/4/1962
1962-1963	573	2 560	29/9/1962	15,6	6/6/1963
1963-1964	(523)	2 070	29/9/1963	—	—
1964-1965	(853)	3 550	3/10/1964	30,3	19/5/1965
1965-1966	(585)	2 400	6/10/1965	32	—
1966-1967	(557)	2 750	9/10/1966	—	—
1967-1968	—	(3 220)	(24/9/1967)	—	—
1968-1969	(447)	1 890	23/9/1968	9,26	9/6/1969
1969-1970	548	2 330	20/9/1969	11,2	11/5/1970
1970-1971	530	2 780	30/9/1970	9,7	21/5/1971
1971-1972	361	1 970	21/9/1971	9,3	7/5/1972
1972-1973	168	832	24/9/1972	2,9	24/4/1973
1973-1974	157	964	3/9/1973	1	2/5/1974
1974-1975	314	1 600	1/9/1974	3,50	22/4/1975

5.3.4. Station : Niger à Diré  
 Pays : Mali  
 Superficie : 330 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (juillet à juin)  
 Période observée : depuis 1924

Année	Module	Cruce		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1924-1925	1 450	2 630	30/12-3/1/1925	99	15-18/6/1925
1925-1926	1 530	2 680	3-21/1/1926	105	23/6/1926
1926-1927	1 130	2 280	19/12/1926	< 54	—
1927-1928	1 410	2 570	5-15/1/1928	117	17-18/6/1928
1928-1929	1 440	2 660	21-27/12/1928	121	18-19/6/1929
1929-1930	1 550	2 680	3-7/1/1930	< 122	—
1930-1931	1 320	2 450	18-22/1/1931	123	6/6/1931
1931-1932	1 180	2 320	12-14/12/1931	74	13-14/6/1932
1932-1933	1 250	2 390	29/12-13/1/1933	59	15/6/1933
1933-1934	1 240	2 390	15-22/12/1933	< 50	—
1934-1935	990	2 200	20-26/12/1934	< 50	—
1935-1936	1 110	2 320	23-28/12/1935	< 57	—
1936-1937	1 300	2 440	25/12-4/1/1937	< 59	—
1937-1938	956	2 160	14-15/12/1937	< 50	—
1938-1939	1 090	2 340	23-31/12/1938	< 56	—
1939-1940	1 040	2 220	26/12-5/1/1940	< 40	—
1940-1941	860	2 000	17-21/12/1940	< 40	—
1941-1942	909	2 060	4-23/12/1941	< 50	—
1942-1943	794	1 950	26/11-20/12/1942	< 35	—
1943-1944	(929)	2 140	6-15/12/1943	< 20	—
1944-1945	744	1 970	6/12/1944	< 50	—
1945-1946	1 010	2 230	20-28/12/1945	< 40	—
1946-1947	1 140	2 320	23-27/12/1946	< 19	—
1947-1948	843	2 060	12-14/12/1947	< 50	—
1948-1949	(1 040)	2 210	10-22/12/1948	< 56	—
1949-1950	950	2 150	8-13/12/1949	< 59	—
1950-1951	1 190	2 410	25/12-1/1/1951	< 59	—
1951-1952	1 460	2 560	14-18/1/1952	65	29-30/6/1952
1952-1953	1 360	2 540	2-5/1/1953	71	5/6, 18-25/6/1953
1953-1954	1 470	2 600	26-28/12/1953	111	8/6/1954
1954-1955	1 560	2 650	5-8/1/1955	143	18-19/6/1955
1955-1956	1 510	2 640	7-14/1/1956	68	30/6/1956
1956-1957	1 100	2 300	19-28/12/1956	< 50	—
1957-1958	1 480	2 630	11-19/1/1958	127	7/6/1958
1958-1959	1 360	2 410	15-24/12/1958	< 57	—
1959-1960	1 160	2 360	23/12-1/1/1960	< 50	—
1960-1961	1 200	2 410	18-21/12/1960	< 50	—
1961-1962	(1 010)	2 270	4-8/12/1961	< 50	—
1962-1963	(1 240)	2 440	25-27/12/1962	< 50	—
1963-1964	912	2 280	4-5/1/1964	< 60	—
1964-1965	1 260	2 390	21-27/12/1964	68	juin 1965
1965-1966	1 140	2 300	13-17/12/1965	< 60	—
1966-1967	984	2 020	25-29/12/1966	< 60	—
1967-1968	1 230	2 400	29-31/12/1967	72	17-18/6/1968
1968-1969	970	2 170	8-12/12/1968	< 60	—
1969-1970	1 180	2 400	23-28/12/1969	< 60	—
1970-1971	820	2 080	5-11/12/1970	< 60	—
1971-1972	804	2 100	27-29/11/1971	< 60	—
1972-1973	711	1 860	15-16/11/1972	< 60	—
1973-1974	560	1 710	8-13/11/1973	< 60	—
1974-1975	—	2 070	21-29/11/1974	—	—

5.3.5. Station : Bagoë à Pankourou  
 Pays : Mali  
 Superficie : 31 800 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (juin à mai)  
 Période observée : 1956-1973

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1956-1957	203	975	24/9/1956	2,06	2/5/1957
1957-1958	367	1 450	7/10/1957	3,35	15/5/1958
1958-1959	324	1 470	11/9/1958	3,35	29/4/1959
1959-1960	273	1 320	28/9/1959	3,35	9/6/1960
1960-1961	304	1 440	6/10/1960	< 2,29	mai 1961
1961-1962	250	1 500	12/9/1961	1,21	18/4/1962
1962-1963	232	1 200	12/9/1962	3,35	12/6/1963
1963-1964	229	1 020	13/9/1963	2,14	18/5/1964
1964-1965	(375)	> 2 030	20-25/9/1964	3,18	16/5/1965
1965-1966	284	1 180	2/10/1965	3,35	12/5/1966
1966-1967	231	1 260	1/10/1966	0,82	9/5/1967
1967-1968	346	1 680	7/9/1967	4,43	19/5/1968
1968-1969	230	1 000	17/9/1968	(1,69)	mai 1969
1969-1970	—	—	—	0,94	26/4/1970
1970-1971	—	1 520	20/9/1970	0,94	13/5/1971
1971-1972	160	905	9/9/1971	1,76	10/4/1972
1972-1973	94,7	520	18/9/1972	0,45	3/5/1973
1973-1974	78,1	> 659	—	0	26/4/1974

5.3.6. Station : Niger à Niamey  
 Pays : Niger  
 Superficie : 700 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (juillet à juin)  
 Période observée : 1929 à 1936 et 1941 à 1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1929-1930	1 270	2 060	1/3/1930	—	—
1930-1931	1 210	1 940	6/2/1931	—	—
1931-1932	1 070	1 760	9/2/1932	—	—
1932-1933	—	—	—	—	—
1933-1934	—	1 830	6/2/1934	—	—
1934-1935	911	1 750	10/2/1935	—	—
1935-1936	976	1 800	10/2/1936	—	—
1936-1937	—	—	—	—	—
1937-1938	—	—	—	—	—
1938-1939	—	—	—	—	—
1939-1940	—	—	—	—	—
1940-1941	—	—	—	—	—
1941-1942	(723)	(1 500)	—	—	—
1942-1943	(694)	(1 450)	—	(20?)	—
1943-1944	(813)	1 620	14/1/1944	(9,30)	1/8/1944
1944-1945	627	1 480	5/1/1945	17,7	4/8/1945
1945-1946	884	1 810	19/1/1946	25,9	12/7/1946
1946-1947	972	1 810	16/2/1947	19,8	23/7/1947
1947-1948	694	1 500	19/1/1948	15,6	19/7/1948
1948-1949	846	1 670	15/1/1949	24,0	7/7/1949
1949-1950	746	1 610	17/1/1950	14,9	10/7/1950
1950-1951	1 080	1 910	13/2/1951	36,6	3/7/1951
1951-1952	1 170	1 920	27/2/1952	78,6	19/7/1952
1952-1953	1 200	1 970	14/2/1953	104	9/7/1953
1953-1954	1 250	2 040	18/2/1954	159	1/7/1954
1954-1955	1 310	2 090	22/2/1955	206	5/7/1955
1955-1956	1 300	2 160	14/2/1956	89,7	15/7/1956
1956-1957	956	1 730	1/2/1957	43,8	20/7/1957
1957-1958	1 200	2 060	26/2/1958	194	28/6/1958
1958-1959	1 180	1 890	15/2/1959	45,8	12/7/1959
1959-1960	1 010	1 850	28/1/1960	30,7	1/7/1960
1960-1961	1 020	1 870	27/1/1961	52,5	23/6/1961
1961-1962	928	1 770	21/1/1962	21,9	2/7/1962
1962-1963	1 120	2 060	13/2/1963	93,1	20/7/1963
1963-1964	942	1 850	3/2/1964	53,8	1/7/1964
1964-1965	1 190	2 070	11/2/1965	64,6	24/7/1965
1965-1966	1 080	1 940	25/1/1966	27,5	15/8/1966
1966-1967	936	1 970	25/1/1967	28,4	3/7/1967
1967-1968	1 230	2 320	9/2/1968	60,4	10/7/1968
1968-1969	960	1 910	20/1/1969	20,2	26/6/1969
1969-1970	1 210	2 360	30/1/1970	32,0	8/7/1970
1970-1971	814	1 820	7/1/1971	14,0	19/6/1971
1971-1972	806	1 820	7/1/1972	15,6	20/6/1972
1972-1973	737	1 700	2/1/1973	2,60	24/6 1973
1973-1974	605	1 560	10/10/1973	0,60	4/7/1974
1974-1975	902	2 010	5/1/1975	6,17	22/6/1975

5.3.7. Station : Volta Noire à Boromo  
 Pays : Haute-Volta  
 Superficie : 39 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mai à avril)  
 Période observée : 1955-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1955-1956	50,1	127	15/10/1955	7,54	21/5/1956
1956-1957	49,7	146	27/9/1956	7,34	18/5/1957
1957-1958	39,5	98,1	15/9/1957	(7,34)	17/5/1958
1958-1959	56,8	149	9/9/1958	< 8,13	mai 1959
1959-1960	(36,8)	(127)	1/9/1959	(6,94)	20/4/1960
1960-1961	44,8	139	7/8/1960	6,17	29/5/1961
1961-1962	52,4	175	17/9/1961	7,14	16/4/1962
1962-1963	46,7	182	14/9/1962	(6,55)	13/4/1963
1963-1964	43,7	95,7	28/8/1963	6,17	15/4/1964
1964-1965	54,9	175	22/9/1964	6,55	10/5/1965
1965-1966	45,5	138	25/9/1965	(5,78)	12/4/1966
1966-1967	28,2	83,9	11/10/1966	5,97	10/4/1967
1967-1968	33,7	98,1	13/9/1967	6,75	20/4/1968
1968-1969	37,9	76,3	19/9/1968	5,19	21/5/1969
1969-1970	47,5	148	18/9/1969	5,40	3/5/1970
1970-1971	50,0	127	26/9/1970	(5,78)	1/6/1971
1971-1972	36,4	130	18/9/1971	< 5,78	avril 1972
1972-1973	21,0	77,3	26/8/1972	(0,50)	—
1973-1974	19,7	106	3/8/1973	—	24/4/1974
1974-1975	—	(137)	28/8/1974	(1,70)	mai 1975

5.3.8. Station : Chari à N°Djaména  
 Pays : Tchad  
 Superficie : 600 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mai à avril)  
 Période observée : 1932-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1932-1933	(1 370)	3 970	—		
1933-1934	(1 390)	4 140	(1/11/1933)		
1934-1935	(1 510)	4 020	(20/10/1934)		
1935-1936	(1 260)	3 170	(1/11/1935)		
1936-1937	1 480	4 410	29/10/1936		
1937-1938	1 060	2 590	11/11/1937	131	1/5/1938
1938-1939	1 390	4 500	31/10/1938		
1939-1940	1 300	3 520	1/11/1939	169	11/5/1940
1940-1941	805	2 260	4/11/1940	80	20/4/1941
1941-1942	739	2 190	27/9/1941	79	23/4/1942
1942-1943	1 030	3 400	18/10/1942	102	13/5/1943
1943-1944	1 200	3 610	1/11/1943	160	11/6/1944
1944-1945	989	3 120	3/11/1944	87	16/5/1945
1945-1946	1 130	3 520	6/11/1945	(96)	30/4/1946
1946-1947	(1 570)	4 510	11/11/1946		
1947-1948	(1 290)	3 710	(1/11/1947)		
1948-1949	(1 400)	(4 050)	25/10/1948		
1949-1950	(1 210)	3 450	26/10/1949		
1950-1951	(1 510)	(4 400)	30/10/1950		
1951-1952	(1 100)	(3 170)	—		
1952-1953	(1 230)	3 520	6/11/1952		
1953-1954	1 210	3 780	17/11/1953	96	24/5/1954
1954-1955	1 560	4 450	13/11/1954	171	30/4/1955
1955-1956	1 720	4 700	7/11/1955	160	31/5/1956
1956-1957	(1 530)	4 440	7/11/1956	176	10/5/1957
1957-1958	1 110	2 690	15/10/1957	136	20/4/1958
1958-1959	1 090	2 800	31/10/1958	106	13/4/1959
1959-1960	1 270	3 910	5/11/1959	124	20/4/1960
1960-1961	1 410	4 010	20/11/1960	151	9/6/1961
1961-1962	1 700	5 160	8/11/1961	308	14/5/1962
1962-1963	1 640	4 610	17/11/1962	288	22/4/1963
1963-1964	1 340	3 670	5/10/1963	157	13/4/1964
1964-1965	1 410	4 070	5/11/1964	153	30/4/1965
1965-1966	916	2 570	7/10/1965	(90)	20/4/1966
1966-1967	1 080	3 230	20/10/1966	(109)	30/4/1967
1967-1968	1 190	3 830	7/11/1967	97,6	2/5/1968
1968-1969	1 022	2 770	26/10/1968	128	22/5/1969
1969-1970	1 060	2 850	23/10/1969	118	27/4/1970
1970-1971	1 180	3 940	25/10/1970	105	11/6/1971
1971-1972	968	3 410	16/10/1971	90	18/4/1972
1972-1973	537	1 430	28/9/1972	47,7	29/4/1973
1973-1974	572	2 130	13/10/1973	38,6	24/4/1974
1974-1975	966	3 270	29/10/1974	80,7	28/4/1975

5.3.9. Station : Chari à Sarh (Fort-Archambault)  
 Pays : Tchad  
 Superficie : 193 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mai à avril)  
 Période observée : 1938 à 1944 et de 1950 à 1974

Année	Module	Crue		Étiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1937-1938	—	—	—	34	24/5/1938
1938-1939	(354)	1 510	7/10/1938	—	—
1939-1940	(287)	1 030	15/10/1939	38	19/5/1940
1940-1941	(183)	479	31/10/1940	—	—
1941-1942	—	—	—	53	1/5/1942
1942-1943	248	790	4/10/1942	45	12/5/1943
1943-1944	(253)	760	20/10/1943	89	17/3/1944
1944-1945	—	—	—	—	—
1945-1946	—	—	—	—	—
1946-1947	(472)	1 880	—	—	—
1947-1948	—	—	—	—	—
1948-1949	—	—	—	—	—
1949-1950	—	—	—	—	—
1950-1951	(412)	1 580	15/10/1950	—	—
1951-1952	(228)	667	9/11/1951	—	—
1952-1953	303	1 110	5/11/1952	< 40	—
1953-1954	383	1 440	15/10/1953	< 40	—
1954-1955	394	1 470	25/10/1954	51	30/4/1955
1955-1956	443	1 590	20/10/1955	48	27/5/1956
1956-1957	370	1 460	22/10/1956	52	20/5/1957
1957-1958	268	626	24/10/1957	44	19/6/1958
1958-1959	(230)	623	17/10/1958	< 40	—
1959-1960	262	987	27/10/1959	< 40	—
1960-1961	(332)	1 130	6/11/1960	41	5/6/1961
1961-1962	480	2 090	15/10/1961	64	16/6/1962
1962-1963	(437)	1 640	22/10/1962	70	19/4/1963
1963-1964	300	960	20/9/1963	42	28/4/1964
1964-1965	367	1 270	20/10/1964	36	12/6/1965
1965-1966	196	590	5/11/1965	30	16/4/1966
1966-1967	285	786	11/10/1966	29	26/4/1967
1967-1968	(294)	1 080	14/10/1967	(32)	(2/5/1968)
1968-1969	218	588	6/10/1968	32,9	12/5/1969
1969-1970	190	524	10/11/1969	29,7	27/5/1970
1970-1971	212	937	17/10/1970	13,1	28/5/1971
1971-1972	215	802	18/10/1971	< 15,8	début mai 1972
1972-1973	108	319	5/11/1972	11,7	3/5/1973
1973-1974	128	511	1/10/1973	< 12,7	début mai 1974
1974-1975	—	903	17/10/1974	< 19,6	(1/5/1975)

5.3.10. Station : Logone à Lai  
 Pays : Tchad  
 Superficie : 56 700 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (avril à mars)  
 Période observée : 1948-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1948-1949	(580)	2 860	30/8/1948	—	—
1949-1950	(502)	2 110	26/9/1949	(55)	—
1950-1951	(543)	2 580	14/9/1950	—	—
1951-1952	(442)	1 520	4/10/1951	—	—
1952-1953	(510)	2 500	3/10/1952	53	—
1953-1954	(423)	1 750	29/9/1953	45,3	12/5/1954
1954-1955	654	2 860	19/10/1954	47,1	15/4/1955
1955-1956	708	3 730	9/10/1955	62	19/5/1956
1956-1957	567	3 260	11/10/1956	49,1	31/3/1957
1957-1958	468	1 790	14/9/1957	44	6/4/1958
1958-1959	522	2 130	15/9/1958	50	avril 1959
1959-1960	529	3 120	21/9/1959	51,0	1/4/1960
1960-1961	650	2 450	24/9/1960	55,8	7/4/1961
1961-1962	573	2 370	12/9/1961	66,0	21/3/1962
1962-1963	538	3 260	3/10/1962	54,0	18/4/1963
1963-1964	(587)	3 190	28/8/1963	56,9	3/4/1964
1964-1965	(513)	2 640	25/9/1964	41,8	15/4/1965
1965-1966	416	1 640	11/9/1965	29,7	7/4/1966
1966-1967	504	3 160	14/9/1966	(34)	avril 1967
1967-1968	—	—	—	31,8	19/4/1968
1968-1969	483	2 760	31/8/1968	41,6	10/3/1969
1969-1970	625	3 330	11/9/1969	38,5	10/4/1970
1970-1971	580	3 330	8/9/1970	33,9	30/3/1971
1971-1972	408	2 320	17/9/1971	35,0	4/4/1972
1972-1973	241	964	29/8/1972	25,0	3/4/1973
1973-1974	265	1 430	20/9/1973	21,2	2/4/1974
1974-1975	384	1 600	6/9/1974	25,2	avril 1975

5.3.11. Station : Sassandra à Guéssabo  
 Pays : Côte d'Ivoire  
 Superficie : 35 400 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (avril à mars)  
 Période observée : 1953-1974

Année	Module	Crue		Étiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1953-1954	(305)	1 480	8/8/1953	< 26,5	février 1954
1954-1955	388	1 370	25/10/1954	48,9	26/2/1955
1955-1956	408	1 780	16/9/1955	47,9	17/3/1956
1956-1957	179	—	—	(21)	16/2/1957
1957-1958	455	1 900	25/9/1957	36	15/5/1958
1958-1959	166	1 140	4/10/1958	21,7	11/3/1959
1959-1960	258	1 680	27/9/1959	< 22	mars 1960
1960-1961	257	1 210	2/9/1960	3,0	3/4/1961
1961-1962	191	1 310	21/9/1961	13,4	21/2/1962
1962-1963	313	1 450	11/9/1962	42,4	21/4/1963
1963-1964	370	1 560	13/10/1963	26,5	27/4/1964
1964-1965	336	1 500	23/9/1964	36	30/3/1965
1965-1966	314	1 640	24/9/1965	(21)	20/3/1966
1966-1967	322	1 870	5/10/1966	28	28/2/1967
1967-1968	271	1 580	1/10/1967	35,2	28/3/1968
1968-1969	379	1 680	12/9/1968	31,9	31/5/1969
1969-1970	303	1 040	11/10/1969	38,6	28/4/1970
1970-1971	194	(1 230)	17/9/1970	24,4	6/3/1971
1971-1972	198	(1 800)	22/9/1971	—	—
1972-1973	210	862	21/9/1972	10,9	23/9/1973
1973-1974	116	815	18/9/1973	3,52	4/3/1974
1974-1975	200	1 150	23/9/1974	4,3	12/3/1975

5.3.2.1 Station : N'Zi à Ziénoa  
 Pays : Côte d'Ivoire  
 Superficie : 33 150 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mars à février)  
 Période observée : 1953-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1953-1954	—	531	26/6/1953	1,07	10/3/1954
1954-1955	73,4	382	28/10/1954	2,84	12/3/1955
1955-1956	130	533	30/10/1955	0,73	22/2/1956
1956-1957	33,0	209	9/6/1956	0,36	15/3/1957
1957-1958	195	768	19/10/1957	3,29	23/3/1958
1958-1959	17,0	150	4/6/1958	0,61	9/3/1959
1959-1960	103	584	23/10/1959	0,30	16/3/1960
1960-1961	74,7	497	23/10/1960	0,01	16/3/1961
1961-1962	32,7	189	6/10/1961	0,01	14/3/1962
1962-1963	85,5	385	18/6/1962	0,50	3/3/1963
1963-1964	196	681	8/10/1963	2,18	1/3/1964
1964-1965	(102)	435	18/10/1964	3,20	21/2/1965
1965-1966	89,2	368	21/10/1965	0,36	18/3/1966
1966-1967	(138)	420	23/10/1966	0,96	12/3/1967
1967-1968	—	—	—	0,43	20/2/1968
1968-1969	261	845	30/9/1968	6,43	1/3/1969
1969-1970	31,0	287	18/11/1969	0,96	15/3/1970
1970-1971	66,5	507	10/10/1970	0,57	22/2/1971
1971-1972	62,7	406	30/9/1971	0,50	9/3/1972
1972-1973	43,4	395	27/6/1972	0,14	3/4/1973
1973-1974	(65)	475	21/9/1973	0,23	8/3/1974
1974-1975	47,5	263	3/10/1974	0,20	25/3/1975

5.3.13. Station : Comoe à Aniassué  
 Pays : Côte d'Ivoire  
 Superficie : 66 500 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mars à février)  
 Période observée : 1953-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1953-1954	—	1 170	25/9/1953	9,85	13/4/1954
1954-1955	355	2 360	28/9/1954	16,3	25/2/1955
1955-1956	371	1 520	2/10/1955	17,5	28/2/1956
1956-1957	92,4	574	30/9/1956	5,19	25/2/1957
1957-1958	424	1 750	9/10/1957	11,3	23/3/1958
1958-1959	(66)	—	—	5,19	11/3/1959
1959-1960	259	1 980	8/10/1959	3,0	21/3/1960
1960-1961	184	1 140	1/10/1960	1,83	28/2/1961
1961-1962	88,1	431	28/9/1961	0,76	14/3/1962
1962-1963	211	1 290	16/10/1962	4,50	16/4/1963
1963-1964	429	2 200	29/9/1963	4,50	23/3/1964
1964-1965	282	1 840	1/10/1964	8,94	29/3/1965
1965-1966	400	1 610	14/10/1965	3,86	14/3/1966
1966-1967	250	1 400	17/10/1966	3,86	12/4/1967
1967-1968	193	1 120	11/10/1967	4,50	15/3/1968
1968-1969	469	2 250	4/10/1968	10,8	29/3/1969
1969-1970	243	1 290	24/9/1969	3,27	13/4/1970
1970-1971	234	1 590	30/9/1970	2,74	18/3/1971
1971-1972	204	1 360	19/9/1971	2,26	8/3/1972
1972-1973	88	317	23/6/1972	0,36	3/4/1973
1973-1974	106	659	24/9/1973	(0,25)	20/3/1974
1974-1975	—	1 510	29/9/1974	—	—

5.3.14. Station : Mono à Corrékopé  
Pays : Togo  
Superficie : 9 900 km<sup>2</sup>  
Année : Hydrologique (mars à février)  
Période observée : 1954-1974

Année	Module	Crue		Nombre de jours à débit nul
		Maximum	Date	
1954-1955	—	295	19/10/1954	21
1955-1956	92,0	646	2/8/1955	0
1956-1957	13,8	169	6/10/1956	74
1957-1958	121	890	16/9/1957	0
1958-1959	4,21	80,1	18/6/1958	43
1959-1960	34,5	582	21/9/1959	31
1960-1961	74,6	692	28/9/1960	68
1961-1962	13,7	135	10/9/1961	134
1962-1963	80,5	541	18/9/1962	18
1963-1964	122	800	31/8/1963	1
1964-1965	51,9	609	18/9/1964	29
1965-1966	69,8	613	16/8/1965	143
1966-1967	67,3	781	1/9/1966	49
1967-1968	78,7	815	18/9/1967	4
1968-1969	97,1	695	24/8/1968	19
1969-1970	68,5	770	11/9/1969	0
1970-1971	67,6	853	28/9/1970	14
1971-1972	34,6	382	20/8/1971	54
1972-1973	28,7	371	2/9/1972	129
1973-1974	33,5	497	14/9/1973	172
1974-1975	51,1	550	11/9/1974	—

5.3.15. Station : Oti à Sansanné Mango  
 Pays : Togo  
 Superficie : 35 650 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mai à avril)  
 Période observée : 1953-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1953-1954	(182)	1 360	13/9/1953	—	—
1954-1955	(81)	534	29/9/1954	0,280	9/5/1955
1955-1956	(247)	1 540	27/8/1955	0,650	13/5/1956
1956-1957	102	616	20/9/1956	0,280	8/5/1957
1957-1958	233	1 620	28/9/1957	1,94	6/4/1958
1958-1959	56,1	442	23/9/1958	0,170	5/6/1959
1959-1960	152	1 220	28/9/1959	0,282	10/4/1960
1960-1961	129	1 240	1/10/1960	0,375	15/5/1961
1961-1962	94,2	769	26/9/1961	0,228	12/4/1962
1962-1963	205	1 750	21/9/1962	0,825	28/4/1963
1963-1964	193	976	12/9/1963	0,489	31/5/1964
1964-1965	173	1 430	4/10/1964	0,410	15/5/1965
1965-1966	65,4	406	19/9/1965	0,250	18/4/1966
1966-1967	87,4	450	22/9/1966	0,271	21/5/1967
1967-1968	108	651	2/10/1967	0,342	10/5/1968
1968-1969	152	717	30/7/1968	1,08	2/4/1969
1969-1970	169	1 510	19/9/1969	0,475	7/5/1970
1970-1971	186	1 710	27/9/1970	0,536	26/4/1971
1971-1972	(111)	703	1/9/1971	0,198	11/4/1972
1972-1973	81,3	537	28/9/1972	1,09	5/4/1973
1973-1974	78,4	568	26/8/1973	0,31	5/5/1974
1974-1975	—	1 130	—	—	—

5.3.16. Station : Ouémé au Pont de Savé  
Pays : Bénin  
Superficie : 23 600 km<sup>2</sup>  
Année : Hydrologique (mars à février)  
Période observée : 1951-1974

Année	Module	Crue		Nombre de jours à débit nul
		Maximum	Date	
1951-1952	145	853	7/10/1951	21
1952-1953	138	1 000	12/10/1952	31
1953-1954	209	1 270	3/8/1953	47
1954-1955	82,7	637	18/10/1954	0
1955-1956	267	1 470	3/8/1955	0
1956-1957	50,3	564	22/9/1956	18
1957-1958	241	1 860	15/9/1957	0
1958-1959	3,26	46,7	9/10/1958	58
1959-1960	114	1 380	30/9/1959	40
1960-1961	215	1 340	10/9/1960	9
1961-1962	78	605	17/9/1961	36
1962-1963	201	1 350	3/9/1962	18
1963-1964	293	1 860	3/9/1963	0
1964-1965	97,7	1 080	12/9/1964	47
1965-1966	124	901	30/8/1965	50
1966-1967	95,4	896	21/8/1966	12
1967-1968	158	1 190	20/9/1967	65
1968-1969	200	1 290	12/9/1968	75
1969-1970	102	1 100	9/9/1969	40
1970-1971	98,4	1 040	26/9/1970	69
1971-1972	81,9	1 110	9/9/1971	103
1972-1973	19,7	260	12/9/1972	107
1973-1974	103	805	19/9/1973	142
1974-1975	146	1 230	16/9/1974	—

5-3.17. Station : Bénoué à Garoua  
 Pays : Cameroun  
 Superficie : 64 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (mai à avril)  
 Période observée : 1930-1973

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1930-1931		2 220	13/9/1930		
1931-1932		3 900	11/9/1931		
1932-1933		3 030	7/9/1932		
1933-1934		3 900	24/9/1933		
1934-1935		3 410	27/8/1934		
1935-1936		4 390	7/9/1935		
1936-1937		3 580	16/9/1936		
1937-1938		—	—		
1938-1939		4 210	20/9/1938		
1939-1940		1 770	29/9/1939		
1940-1941		> 1 810	—		
1941-1942		3 780	6/9/1941		
1942-1943		3 050	2/9/1942		
1943-1944		3 620	19/8/1943		
1944-1945		1 420	23/9/1944		
1945-1946		3 430	12/9/1945		
1946-1947		4 370	4/10/1946		
1947-1948		3 160	11/9/1947		
1948-1949		5 970	26/8/1948		
1949-1950	253	2 220	29/8/1949		
1950-1951	331	1 900	19/9/1950	0,18	12/5/1951
1951-1952	332	2 130	27/9/1951	0,40	25/4/1952
1952-1953	304	1 990	25/9/1952	0,74	8/5/1953
1953-1954	276	2 060	2/9/1953	0,99	1/5/1954
1954-1955	377	3 050	3/9/1954	1,51	25/4/1955
1955-1956	523	3 430	8/9/1955	1,55	1/6/1956
1956-1957	383	3 180	18/9/1956	1,19	5/5/1957
1957-1958	393	2 630	9/9/1957	0,71	16/4/1958
1958-1959	281	1 860	2/9/1958	1,30	17/4/1959
1959-1960	320	3 970	21/9/1959	0,23	23/4/1960
1960-1961	587	4 330	22/9/1960	0,16	16/5/1961
1961-1962	427	3 970	14/9/1961	0,20	19/4/1962
1962-1963	434	3 490	7/9/1962	0,53	20/4/1963
1963-1964	442	3 430	4/9/1963	0,86	12/4/1964
1964-1965	328	2 750	28/9/1964	0,72	4/5/1965
1965-1966	360	3 580	13/8/1965	1,12	15/5/1966
1966-1967	381	4 390	11/9/1966	1,15	22/4/1967
1967-1968	280	2 920	18/9/1967	0,88	28/4/1968
1968-1969	345	3 180	10/9/1968	1,83	8/4/1969
1969-1970	532	3 350	26/8/1969	0,69	12/5/1970
1970-1971	445	4 310	5/9/1970	0,16	25/5/1971
1971-1972	289	2 360	11/9/1971	0,81	5/5/1972
1972-1973	165	1 060	31/8/1972	0,04	mai 1973
1973-1974	275	2 400	20/8/1973	(0,20)	30/4/1974

5.3.18. Station : Sanaga à Edéa  
 Pays : Cameroun  
 Superficie : 131 500 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (avril à mars)  
 Période observée : 1943-1973

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1943-1944	—	(6 110)	—	(368)	—
1944-1945	(1 810)	5 660	—	(195)	—
1945-1946	1 620	(5 660)	22/10/1945	(301)	13/4/1946
1946-1947	1 510	5 360	28/10/1946	280	4/4/1947
1947-1948	(1 860)	5 160	25/10/1947	(320)	—
1948-1949	2 150	6 840	19/10/1948	(312)	(28/3/1949)
1949-1950	2 450	7 450	30/10/1949	449	30/3/1950
1950-1951	2 100	6 990	3/10/1950	342	6/3/1951
1951-1952	2 250	6 840	5/11/1951	387	12/4/1952
1952-1953	2 050	6 460	17/10/1952	407	19/4/1953
1953-1954	1 810	6 360	15/10/1953	400	10/3/1954
1954-1955	2 280	7 030	28/10/1954	424	2/3/1955
1955-1956	2 470	7 570	22/10/1955	520	22/10/1956
1956-1957	2 280	6 840	20/10/1956	342	22/3/1957
1957-1958	2 310	6 400	5/10/1957	407	26/3/1958
1958-1959	1 810	4 770	21/10/1958	225	24/3/1959
1959-1960	1 930	6 680	20/10/1959	262	23/3/1960
1960-1961	2 160	6 680	3/10/1960	171	23/3/1961
1961-1962	1 830	7 440	21/10/1961	234	2/3/1962
1962-1963	2 380	7 120	14/10/1962	383	26/3/1963
1963-1964	1 810	5 740	24/10/1963	260	9/3/1964
1964-1965	2 180	7 330	6/10/1964	307	13/4/1965
1965-1966	1 950	5 660	21/10/1965	205	12/3/1966
1966-1967	1 910	6 270	30/10/1966	259	21/3/1967
1967-1968	1 910	7 250	24/10/1967	253	18/4/1968
1968-1969	2 020	5 970	14/10/1968	402	23/2/1969
1969-1970	2 680	(7 700)	7/10/1969	294	8/4/1970
1970-1971	2 100	7 390	3/11/1970	312	24/2/1971
1971-1972	1 580	5 300	6/10/1971	164	27/2/1972
1972-1973	1 440	5 770	21/10/1972	144	19/3/1973
1973-1974	1 550	5 330	8/10/1973	173	13/3/1974

(Débits naturels reconstitués depuis 1969).

5.3.19. Station : Oubangui à Bangui  
 Pays : Centrafrique  
 Superficie : 500 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (avril à mars)  
 Période observée : 1911 à 1920 et 1935 à 1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1911-1912	4 780	10 300	26/10/1911	719	5/5/1912
1912-1913	—	?	?		
1913-1914	—			490	10/3/1914
1914-1915	—	11 900	28/10/1914	?	
1915-1916	—	9 210	14/11/1915	711	20/3/1916
1916-1917	5 090	15 800	23/10/1916	832	30/3/1917
1917-1918	(4 840)	13 500	1/11/1917	930	22/3/1918
1918-1919	(3 700)	7 320	5/9/1918	?	
1919-1920	—	9 420	15/10/1919	781	23/3/1920
1920-1921	—	11 100	15/11/1920		
1934-1935	—			1 043	15/3/1935
1935-1936	4 570	11 600	23/10/1935	940	23/4/1936
1936-1937	5 000	11 800	31/10/1936	1 010	26/3/1937
1937-1938	4 110	9 820	2/11/1937	676	1/4/1938
1938-1939	4 610	12 400	23/10/1938	1 040	26/3/1939
1939-1940	4 170	11 700	15/11/1939	860	11/4/1940
1940-1941	3 960	9 990	30/10/1940	806	17/3/1941
1941-1942	4 990	10 600	14/11/1941	1 030	10/4/1942
1942-1943	4 450	11 400	28/9/1942	625	20/3/1943
1943-1944	3 600	9 260	8/10/1943	832	9/3/1944
1944-1945	3 520	8 180	7/11/1944	440	3/4/1945
1945-1946	4 120	11 100	25/10/1945	537	18/4/1946
1946-1947	4 460	11 100	1/10/1946	823	3/4/1947
1947-1948	4 310	10 400	20/10/1947	749	15/4/1948
1948-1949	4 710	12 400	24/9/1948	631	26/3/1949
1949-1950	3 920	11 200	20/10/1949	676	7/3/1950
1950-1951	4 320	11 700	8/10/1950	613	28/4/1951
1951-1952	3 330	10 400	6/11/1951	650	20/3/1952
1952-1953	3 810	9 460	7/10/1952	602	1/5/1953
1953-1954	3 370	7 860	8/9/1953	781	13/4/1954
1954-1955	3 980	10 000	19/10/1954	832	11/3/1955
1955-1956	4 700	11 700	6/11/1955	1 200	7/3/1956
1956-1957	4 210	10 100	18/10/1956	832	12/3/1957
1957-1958	4 260	8 800	19/11/1957	815	3/4/1958
1958-1959	4 250	10 200	27/10/1958	591	24/3/1959
1959-1960	4 040	9 260	29/11/1959	981	4/4/1960
1960-1961	4 740	11 300	15/10/1960	656	27/3/1961
1961-1962	5 560	14 400	2/11/1961	1 250	15/3/1962
1962-1963	5 700	12 900	5/11/1962	1 520	6/4/1963
1963-1964	4 930	9 150	29/10/1963	850	20/3/1964
1964-1965	5 050	14 100	30/10/1964	1 260	11/3/1965
1965-1966	3 870	9 780	3/11/1965	900	11/3/1966
1966-1967	4 690	9 950	24/10/1966	570	1/5/1967
1967-1968	4 020	11 300	27/10/1967	749	16/4/1968
1968-1969	4 670	9 280	24/10/1968	1 590	28/2/1969
1969-1970	6 070	12 000	9/10/1969	1 040	18/4/1970
1970-1971	4 300	10 800	8/11/1970	631	24/3/1971
1971-1972	2 870	7 860	18/9/1971	506	27/3/1972
1972-1973	3 270	9 170	8/11/1972	496	31/3/1973
1973-1974	2 710	7 030	6/11/1973	445	5/4/1974
1974-1975	3 860	10 800	14-15/10/1974	533	5/4/1975

5.3.20. Station : Ogooué à Lambaréné  
 Pays : Gabon  
 Superficie : 203 500 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (septembre à août)  
 Période observée : 1929-1974

Année	Module	Cruce		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1929-1930	3 680	6 070	26/5/1930	1 190	27/9/1930
1930-1931	3 900	9 000	31/5/1931	1 280	13/9/1931
1931-1932	4 380	9 750	23/5/1932	1 510	20/9/1932
1932-1933	4 080	7 700	21/12/1932	1 220	18/9/1933
1933-1934	4 360	7 800	13/12/1933		
1934-1935	5 880	13 400	18/6/1934	1 910	29/8/1934
1935-1936	4 120	7 980	19/11/1934	1 670	20/9/1935
1936-1937	4 920	9 700	2/12/1935	1 580	25/8/1936
1937-1938	5 030	9 550	18/4/1937	1 660	19/8/1937
1938-1939	5 160	9 250	28/12/1937	1 540	29/8/1938
1939-1940	5 550	13 000	31/5/1939	1 940	11/9/1939
1940-1941	4 240	7 650	7/12/1939	1 700	7/10/1940
1941-1942	3 650	5 850	5/12/1940	1 510	5/9/1941
1942-1943	4 060	7 550	19/12/1941	1 170	9/9/1942
1943-1944	5 130	9 850	23/5/1943	1 170	18/9/1943
1944-1945	5 700	10 400	23/5/1944	2 140	2/9/1944
1945-1946	4 490	8 500	23/11/1944	1 910	8/9/1945
1946-1947	6 040	11 100	6/11/1945	1 370	13/9/1946
1947-1948	5 160	8 550	1/6/1947	1 980	15/9/1947
1948-1949	5 730	11 300	3/12/1947	1 840	14/9/1948
1949-1950	—	11 300	1/12/1948	2 140	7/9/1949
1950-1951	—	—	25/11/1949	—	—
1951-1952	—	—	—	—	—
1952-1953	—	—	—	—	—
1953-1954	3 610	8 200	21/11/1953	1 140	27/9/1954
1954-1955	4 000	6 610	2/12/1954	1 590	5/9/1955
1955-1956	4 250	8 700	27/11/1955	—	—
1956-1957	4 400	9 050	14/12/1956	—	—
1957-1958	3 970	9 500	14/12/1957	850	20/9/1958
1958-1959	3 410	9 240	15/5/1959	1 300	14/9/1959
1959-1960	4 900	10 600	30/11/1959	1 910	17/9/1960
1960-1961	5 670	11 500	27/11/1960	1 770	7/9/1961
1961-1962	5 720	13 600	17/11/1961	1 830	19/9/1962
1962-1963	5 000	8 930	6/11/1962	1 970	31/8/1963
1963-1964	4 540	9 210	26/11/1963	1 640	31/8/1964
1964-1965	5 130	9 820	27/4/1965	1 910	10/9/1965
1965-1966	5 310	10 700	15/5/1966	1 930	16/9/1966
1966-1967	4 200	9 540	17/11/1966	1 380	6/9/1967
1967-1968	5 340	10 900	14/11/1967	1 580	30/8/1968
1968-1969	4 950	8 350	7/12/1968	1 860	19/9/1969
1969-1970	5 130	9 300	4/12/1969	1 900	4/9/1970
1970-1971	4 450	10 900	4/11/1970	1 450	3/9/1971
1971-1972	4 080	10 000	3/12/1971	1 540	7/9/1972
1972-1973	4 160	7 810	26/11/1972	1 590	24/9/1973
1973-1974	4 020	8 870	25/11/1973	(1 400)	(5/9/1974)
1974-1975	4 540	9 180	20/11/1974	1 460	12/9/1975

Les observations proviennent des échelles :

- Mission Catholique de 1929 à 1939 et de 1970 à 1974,
- SHO de 1957 à 1969,
- de corrélations avec la N'Gomo et le lac Nyondjé de 1941 à 1949 et de 1956 à 1958.

5.3.21. Station : Ivindo à Makokou  
 Pays : Gabon  
 Superficie : 35 800 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (septembre à août)  
 Période observée : 1954-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1954-1955	442	—	—	159	3/9/1955
1955-1956	583	1 520	19/11/1955	72	25/8/1956
1956-1957	—	1 410	28/11/1956	196	3/8/1957
1957-1958	618	1 650	10/11/1957	(25)	8/9/1958
1958-1959	397	1 080	15/5/1959	60	13/8/1959
1959-1960	759	1 880	4/11/1959	256	7/8/1960
1960-1961	670	1 810	9/11/1960	84	10/11/1961
1961-1962	566	1 560	24/11/1961	62	22/8/1962
1962-1963	811	2 040	7/11/1962	273	30/8/1963
1963-1964	615	1 400	21/11/1963	60	20/8/1964
1964-1965	721	2 020	20/11/1964	136	12/8/1965
1965-1966	774	1 790	25/11/1965	183	9/9/1966
1966-1967	578	2 090	5/12/1966	84	2/9/1967
1967-1968	650	1 740	4/11/1967	105	12/3/1968
1968-1969	883	1 720	23/11/1968	168	19/8/1969
1969-1970	671	1 400	6/11/1969	177	29/7/1970
1970-1971	596	2 010	14/11/1970	110	26/8/1971
1971-1972	443	1 410	4/12/1971	123	21/2/1972
1972-1973	485	1 210	2/12/1972	79	22/8/1973
1973-1974	433	1 010	17/11/1973	118	21/7/1974
1974-1975	—	1 840	17/11/1974	38	12/9/1975

5.3.22. Station : Sangha à Ouesso  
 Pays : Congo Brazzaville  
 Superficie : 158 400 km<sup>2</sup>  
 Année : Calendaire  
 Période observée : 1948-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1947-1948	—	> 2 580	—	(472)	(17/2/1948)
1948-1949	(1 750)	(3 910)	(16/11/1948)	(541)	(7/5/1949)
1949-1950	(1 670)	(3 910)	(18/10/1949)	—	—
1950-1951	(1 450)	(3 860)	22/10/1950	670	24/2/1951
1951-1952	1 560	3 650	14/10/1951	(642)	(11/3/1952)
1952-1953	1 790	3 400	5/11/1952	725	29/4/1953
1953-1954	1 620	3 810	28/11/1953	901	29/1/1954
1954-1955	1 700	3 650	24/10/1954	835	22/2/1955
1955-1956	1 890	4 010	4/11/1955	935	20/4/1956
1956-1957	1 760	3 450	12/11/1956	810	26/3/1957
1957-1958	2 140	4 650	24/10/1957	836	4/8/1958
1958-1959	1 510	2 580	4/11/1958	606	19/3/1959
1959-1960	1 790	4 600	10/11/1959	902	2/4/1960
1960-1961	1 990	4 740	5/11/1960	799	29/3/1961
1961-1962	1 690	4 000	31/10/1961	616	4/3/1962
1962-1963	1 730	4 730	2/11/1962	1 150	24/2/1963
1963-1964	2 130	3 910	16/10/1963	836	26/8/1964
1964-1965	1 790	4 120	7/11/1964	924	6/3/1965
1965-1966	1 710	3 780	4/11/1965	653	6/3/1966
1966-1967	2 030	4 190	23/11/1966	658	17/5/1967
1967-1968	1 710	4 050	1/11/1967	714	14/4/1968
1968-1969	1 780	3 650	4/11/1968	815	17/2/1969
1969-1970	2 050	3 940	10/11/1969	754	13/4/1970
1970-1971	1 850	4 390	9/11/1970	719	10/5/1971
1971-1972	1 570	3 790	4/11/1971	616	26/2/1972
1972-1973	1 270	3 220	29/10/1972	468	15/3/1973
1973-1974	1 350	2 920	6/11/1973	518	22/2/1974
1974-1975	1 790	4 340	10/11/1974	754	10/3/1975

5.3.23. Station : Zaïre à Kinshasa Ouest/Est  
 Pays : Zaïre  
 Superficie : 3 500 000 km<sup>2</sup>  
 Année : Hydrologique (septembre à août)  
 Période observée : 1902-1974

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1901-1902	—	—	—	24 600	26/7/1902
1902-1903	38 000	57 500	15/12/1902	30 600	8/8/1903
1903-1904	39 900	56 900	6/12/1903	28 000	26/7/1904
1904-1905	37 900	57 600	11/12/1904	21 400	20/7/1905
1905-1906	38 000	53 800	26/12/1905	26 300	9/8/1906
1906-1907	35 500	53 800	4/12/1906	22 800	29/7/1907
1907-1908	35 100	48 400	10/12/1907	29 300	17/8/1908
1908-1909	47 100	71 700	16/12/1908	35 900	21/7/1909
1909-1910	42 600	57 800	7/12/1909	27 900	13/7/1910
1910-1911	40 700	66 400	16/12/1910	25 900	17/8/1911
1911-1912	39 000	59 800	23/12/1911	30 200	27/6/1912
1912-1913	40 400	58 000	5/12/1912	27 300	22/8/1913
1913-1914	33 500	45 200	29/11/1913	25 500	31/7/1914
1914-1915	36 100	61 400	22/12/1914	24 400	22/7/1915
1915-1916	35 600	49 700	29/12/1915	26 900	16/8/1916
1916-1917	42 900	64 400	19/12/1916	28 200	4/8/1917
1917-1918	38 000	62 400	29/11/1917	27 100	6/7/1918
1918-1919	34 100	46 200	29/12/1918	22 600	3/7/1919
1919-1920	34 900	46 400	27/12/1919	28 700	8/7/1920
1920-1921	41 500	66 400	23/12/1920	28 700	12/8/1921
1921-1922	38 900	61 300	12/12/1921	24 600	8/8/1922
1922-1923	41 000	62 900	14/12/1922	29 800	23/7/1923
1923-1924	39 900	65 000	18/12/1923	28 700	25/7/1924
1924-1925	43 300	69 100	8/12/1924	32 800	4/8/1925
1925-1926	44 400	67 400	20/12/1925	30 100	7/8/1926
1926-1927	40 700	65 500	3/12/1926	26 100	2/8/1927
1927-1928	39 100	49 600	7/12/1927	32 500	11/8/1928
1928-1929	39 300	54 300	12/12/1928	26 400	31/7/1929
1929-1930	41 600	61 100	20/12/1929	26 300	5/8/1930
1930-1931	37 800	50 300	3/12/1930	28 000	21/7/1931
1931-1932	37 800	50 400	20/12/1931	29 700	9/8/1932
1932-1933	42 800	59 300	4/12/1932	27 300	1/8/1933
1933-1934	38 500	52 400	2/12/1933	30 500	18/7/1934
1934-1935	46 000	66 400	18/12/1934	30 900	17/8/1935
1935-1936	39 400	50 400	26/12/1935	31 100	4/8/1936
1936-1937	43 000	59 800	12/12/1936	31 200	11/8/1937
1937-1938	39 900	60 300	20/12/1937	29 400	30/7/1938
1938-1939	41 200	60 700	11/12/1938	29 300	6/8/1939
1939-1940	42 700	64 900	19/12/1939	29 400	19/7/1940
1940-1941	39 600	55 100	4/12/1940	30 700	20/8/1941
1941-1942	42 300	59 800	27/12/1941	31 300	30/7/1942
1942-1943	36 800	48 700	30/11/1942	26 000	31/7/1943
1943-1944	37 700	46 800	18/11/1943	26 200	29/7/1944
1944-1945	38 000	56 100	2/12/1944	29 300	19/8/1945
1945-1946	38 600	60 600	6/12/1945	26 200	24/7/1946
1946-1947	44 600	64 100	18/12/1946	33 300	29/7/1947
1947-1948	40 800	51 300	13/11/1947	34 000	14/7/1948
1948-1949	41 500	65 800	6/12/1948	28 600	14/7/1949
1949-1950	39 500	57 000	25/11/1949	28 400	3/7/1950
1950-1951	41 300	62 000	2/12/1950	27 500	12/8/1951
1951-1952	41 900	65 300	21/12/1951	30 800	18/7/1952
1952-1953	38 700	55 100	30/11/1952	24 500	20/8/1953
1953-1954	36 900	52 500	8/12/1953	27 400	24/8/1954
1954-1955	41 700	55 400	5/12/1954	31 700	15/7/1955
1955-1956	44 100	64 100	6/12/1955	30 900	2/8/1956
1956-1957	42 800	57 500	5/12/1956	31 600	5/8/1957
1957-1958	37 700	57 000	23/12/1957	24 000	11/8/1958

5.3.23. Station : Zaïre à Kinshasa Ouest/Est (suite)

Année	Module	Crue		Etiage absolu	
		Maximum	Date	Débit	Date
1958-1959	33 800	45 000	10/12/1958	23 800	4/8/1959
1959-1960	44 800	60 800	20/12/1959	34 600	23/8/1960
1960-1961	44 700	62 600	11/12/1960	34 200	3/7/1961
1961-1962	56 000	83 400	17/12/1961	40 400	19/8/1962
1962-1963	54 500	77 500	19/12/1962	39 700	30/8/1963
1963-1964	46 600	60 600	18/12/1963	32 300	20/8/1964
1964-1965	45 000	73 300	9/12/1964	27 900	2/8/1965
1965-1966	46 900	65 300	23/12/1965	35 600	26/7/1966
1966-1967	41 800	65 800	11/12/1966	30 000	9/7/1967
1967-1968	48 200	69 400	3/12/1967	37 100	16/8/1968
1968-1969	49 700	60 900	18/12/1968	41 800	4/8/1969
1969-1970	48 200	68 800	14/12/1969	33 600	25/7/1970
1970-1971	43 100	69 000	30/11/1970	28 000	10/7/1971
1971-1972	39 400	56 200	22/12/1971	28 700	26/7/1972
1972-1973	37 800	59 700	29/11/1972	24 400	30/7/1973
1973-1974	38 100	52 500	4/12/1973	31 100	18/7/1974